

VinoManAOP2 (2022-2024):

**Gezieltes weinbauliches Management zur Differenzierung
der Weinstile in der Appellation d'origine protégée (AOP) -
Moselle Luxembourgeoise – unter sich verändernden
klimatischen Bedingungen**

Projektbericht

Projektdurchführung:

PD Dr. Daniel Molitor,
Kristina Heilemann,
Dr. César D. Jiménez Rodríguez,
Dr. Arturo Torres,
Dr. Jürgen Junk,

LIST – Luxembourg Institute of Science and Technology

Dr. Matthias Schmitt,
Hochschule Geisenheim University

Projektpartner:

Mareike Schultz,
Christopher Simon,
Serge Fischer,

Institut Viti-Vinicole – Remich

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	1
2. MATERIAL UND METHODEN	2
2.1 Modellierung der phänologischen Entwicklung, des Reifeverlaufs sowie des Traubenertrags unter sich ändernden klimatischen Bedingungen	2
2.1.1 Phänologie pilzwiderstandsfähiger Rebsorten	2
2.1.2 Modellierung des Reifeverlaufs auf Basis langjähriger Beobachtungsdaten am IVV	11
2.1.3 Simulation of future Riesling yield potential in Luxembourg	11
2.2 Feldversuche zu potenziellen Strategien zur Kontrolle von Sonnenbrandschäden	12
2.2.1 Versuchsaufbau	12
2.2.2 Applikation	13
2.2.3 Zeitpunkt Applikation und Entblätterung	13
2.2.4 Sonnenbrand Bonitur und Fäulnisbonitur	14
2.3 Untersuchungen zu Auswirkungen des Erntetermins auf die Typizität von Crémants aus der Appellation d'origine protégée (AOP) - Moselle Luxembourgeoise	14
2.3.1 Freilandversuche	14
2.3.2 Mikro-Vinifikation, Flaschengärung und Degorgieren	16
2.3.3 Sensorik	18
2.4 Beurteilung der Eignung von spät reifenden Sorten für den Anbau in Luxemburg	19
2.4.1 Anlage des Rebsortensortiments „Spätreifende Sorten“	19
2.4.2 Anschnittsniveau und Traubenteilen	20
2.4.3 Phänologische Aufzeichnungen	20
2.4.4 Bonitur Fäulnisverlauf, Reifemessungen und Ertragserfassungen	21
2.5 Machbarkeitsstudie zur Erfassung von Trockenstress an Reben	21
2.5.1 Study Site	22
2.5.2 Sap Flow Measurements	24
2.5.3 Upscaled Transpiration	26
2.6 Gestaffelte Lese	26
3. ERGEBNISSE UND DISKUSSION	28
3.1 Einfluss klimatischer Faktoren auf die Rebentwicklung	28
3.1.1 Phänologie pilzwiderstandsfähiger Rebsorten	28
3.1.2 Modellierung des Mostgewichtes	34
3.1.3 Future yields in Riesling	34

3.2	Feldversuche zu potenziellen Strategien zur Kontrolle von Sonnenbrandschäden	37
3.2.1	Jahrgang 2021	38
3.2.2	Jahrgang 2022	40
3.2.3	Jahrgang 2023	42
3.3.	Untersuchungen zu Auswirkungen des Erntetermins auf die Typizität von Crémants aus der Appellation d'origine protégée (AOP) - Moselle Luxembourgeoise	44
3.3.1	Freilanduntersuchungen	44
3.3.2	Versuchsweinausbau	49
3.3.3	Sensorik	56
3.4	Anbaueignung spätreifender Rebsorten	60
3.4.1	Phänologie	60
3.4.2	Ergebnisse der Fäulnisbonituren, der Reifemessungen und der Ertragserfassungen	65
3.5	Machbarkeitsstudie zur Erfassung von Trockenstress an Reben	71
3.5.1	Pinot gris Monitoring in 2023	71
3.5.2	PIWIs Monitoring	77
3.6	Einfluss der gestaffelten Lese auf Fäulnisepidemie und Ernteparameter	81
3.6.1	Jahrgang 2022	81
3.6.2	Jahrgang 2023	83
4	FAZIT	86
5	DANKSAGUNG	90
6	LITERATURVERZEICHNIS	91
7	ANHANG	93
7.1	Tageswitterungsbedingungen in der Vegetationsperiode	93
7.1.1	Jahrgang 2021	94
7.1.2	Jahrgang 2022	95
7.1.3	Jahrgang 2023	96
7.1.4	Jahrgang 2024	97
7.2	Veröffentlichungen	98
7.2.1	Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Journalen	98
7.2.2	Repositories	98
7.2.3	Fachartikel	98
7.2.4	Fachvorträge	99
7.2.5	Wissenschaftliche Poster	100

7.3	Pressemeldungen	101
7.4	Teilnahme an sonstigen Veranstaltungen	122

1. Einleitung

Der Weinbau stellt in vielen europäischen Regionen und insbesondere im luxemburgischen Moseltal traditionell einen wichtigen sozioökonomischen Sektor dar. Wetter und Klima spielen im Weinbau eine entscheidende Rolle, da die meteorologischen Bedingungen das Wachstum, die Physiologie, den Ertrag und die Traubenreife steuern. Der Klimawandel bedroht die Eignung einer Region für den Weinbau im Allgemeinen oder die Verwendung bestimmter, traditioneller Sorten im Besonderen. Der fortschreibende Klimawandel gefährdet daher den Weinbau in traditionellen Regionen beispielsweise durch höhere Temperaturen, insbesondere in der Reifezeit (zweifacher Temperaturanstieg), welche die Typizität der Weine negativ beeinflussen können. Folglich müssen geeignete Anpassungsstrategien entwickelt werden, um die Nachhaltigkeit des Weinbaus zu sichern.

Folgende Aktivitäten stehen im Mittelpunkt des Projektes VinoManAOP2:

- Entwicklung von Strategien zur Anpassung des luxemburgischen Weinbaus an die Herausforderungen des Klimawandels;
- Kombination von bestehenden oder entwickelten Weinbaumodellen mit aktuellen hochauflösenden Prognosen zum Klimawandel;
- Sicherung der wirtschaftlichen Nachhaltigkeit des Weinbausektors in Luxemburg in der Zukunft.

Folgende wissenschaftlichen Untersuchungen im Kontext der sich ändernden klimatischen Bedingungen werden hierzu im Rahmen des Projektes durchgeführt:

- Modellierung der phänologischen Entwicklung, des Reifeverlaufs sowie des Traubenertrags unter sich ändernden klimatischen Bedingungen
- Feldversuche zu potenziellen Strategien zur Kontrolle von Sonnenbrandschäden
- Untersuchungen zu Auswirkungen des Erntetermins auf die Typizität von Crémants aus der Appellation d'origine protégée (AOP) - Moselle Luxembourgeoise
- Beurteilung der Eignung von spät reifenden Sorten für den Anbau in Luxemburg
- Machbarkeitsstudie zur Erfassung von Trockenstress an Reben

Die vorliegenden Ergebnisse der Untersuchungen im Rahmen des Projektes in den Jahren 2022 bis 2024 werden in diesem Bericht zusammengefasst. Je nach Bearbeiter erfolgt die Berichterstattung in deutscher oder englischer Sprache.

2. Material und Methoden

2.1 Modellierung der phänologischen Entwicklung, des Reifeverlaufs sowie des Traubenertrags unter sich ändernden klimatischen Bedingungen

2.1.1 Phänologie pilzwiderstandsfähiger Rebsorten

2.1.1.1 Phänologie am Standort Remich

Am Standort Remich wurden in den Versuchsflächen des IVV in den Jahren 2021-2024 die phänologischen Stadien von 14 pilzwiderstandsfähigen Sorten (PIWIs) erfasst. Die Sorten sowie die Unterlage und das Pflanzjahr sind Tabelle 1 zu entnehmen. In den Jahren 2023 und 2024 wurden außerdem 6 weitere PIWI Sorten gepflanzt, von denen Sauvitage im Jahr 2024 mit in die phänologischen Beobachtungen aufgenommen wurde.

Tabelle 1: Namen der Pilzwiderstandsfähigen Sorten, die verwendeten Unterlagen und das Pflanzjahr.

Sorte	Unterlage	Pflanzjahr
Bronner	5BB	2011
Cabernet blanc	Binova	2011
Cabaret noir	SO4	2014
Cabertin	SO4	2019
Calardis blanc	SO4	2019
Divico	unbekannt	2010
Helios	5BB	2016
Johanniter	125AA	2011
Muscaris	SO4	2016
Pinotin	Binova	2011
Sauvignac	SO4	2017
Solaris	SO4	2016
Souvignier gris	SO4	2017
Villaris	SO4	2012

Die phänologischen Beobachtungen fanden mindestens zwei Mal die Woche statt, in der Blüte auch drei Mal die Woche. Dabei wurde das phänologische Stadium als erreicht angesehen, wenn sich 50% der Reben der Sorte im jeweiligen Stadium befanden.

Die phänologischen Stadien werden nach der von Lorenz et al. (1995) definierten BBCH-Skala beschrieben (vgl. Tabelle 2). Es ist zu beachten, dass die Makrostadien 1 (Blattentwicklung)

und 5 (Infloreszenzentwicklung) meist parallel ablaufen. Die Beobachtungen wurden außerdem von derselben Person durchgeführt.

Das BBCH-Stadium 89 wird hier als erreicht definiert, wenn 60 °Oechsle erreicht oder das erste Mal überschritten wurden. 60 °Oechsle stellt das legale Minimum für die Produktion von Qualitätswein in Luxemburg dar.

Tabelle 2: Phänologische Stadien der Weinrebe nach Lorenz et al. (1995).

BBCH-Stadium	Beschreibung
01	Beginn Knospenschwellen
03	Ende Knospenschwellen
05	Wollestadium: wolleartiger brauner Haarbesatz deutlich sichtbar
07	Beginn Knospenaufbruch: grüne Triebspitzen werden sichtbar
09	Knospenaufbruch: grüne Triebspitzen deutlich sichtbar
11	Erstes Blatt entfaltet und vom Trieb abgespreizt
12	Zwei Blätter entfaltet
13	Drei Blätter entfaltet
14	Vier Blätter entfaltet
15	Fünf Blätter entfaltet
16	Sechs Blätter entfaltet
17	Sieben Blätter entfaltet
18	Acht Blätter entfaltet
19	Neun Blätter entfaltet
53	Gescheine deutlich sichtbar
55	Gescheine vergrößern sich, Einzelblüten sind dicht zusammengedrängt
57	Gescheine voll entwickelt, Einzelblüten spreizen sich
61	Beginn der Blüte, 10% der Blütenköppchen abgeworfen
63	Vorblüte: 10% der Blütenköppchen abgeworfen
65	Vollblüte: 50% der Blütenköppchen abgeworfen
68	80% der Blütenköppchen abgeworfen
69	Ende der Blüte
71	Fruchtansatz, Fruchtknoten beginnen sich zu vergrößern, „Putzen der Beeren“ wird abgeschlossen
73	Beeren schrotkorngross; Trauben beginnen sich abzusenken
75	Beeren erbsengroß; Trauben hängen
77	Beginn Traubenschluss
79	Ende Traubenschluss
81	Beginn der Reife; Beeren beginnen hell zu werden (bzw. beginnen sich zu verfärben)
83	Fortschreiten der Beerenaufhellung (bzw. Beerенverfärbung)
85	Weichwerden der Beeren
89	Vollreife der Beeren; hier definiert als 60 °Oechsle

2.1.1.2 The PIWI phenology network

Experimental vineyard

The phenological monitoring was carried out at 15 experimental vineyards across Europe (Abbildung 1). All sites are located along a topographical gradient with Ath (Belgium) and Haidegg (Austria) as the two extremes with elevations of 60 and 600 m a.s.l., respectively. All sites provide a fair representation of the climatic conditions and soil types that characterize the vineyards cultivated in Europe outside the Mediterranean region. According to Köppen-Geiger climate distribution in Europe (Beck et al., 2018) the sites Wädenswil and Haidegg characterized the continental cold climate with dry season and warm summer (Dfb), Laimburg characterized the temperate climate with hot summer and no dry season (Cfa), and the rest of sites the temperate climate with warm summer and no dry season (Cfb). The main soil types are represented by a Cambisol (CM) soil unit that is present in eight of the experimental vineyards (Tabelle 3). The Luvisol (LV) is found in Ath (Belgium) and Kreuznach (Germany), and the soil of the remaining four sites are Fluvisols (FV), Phaeozems (PH), Planosols (PL), and Regosols (RG).

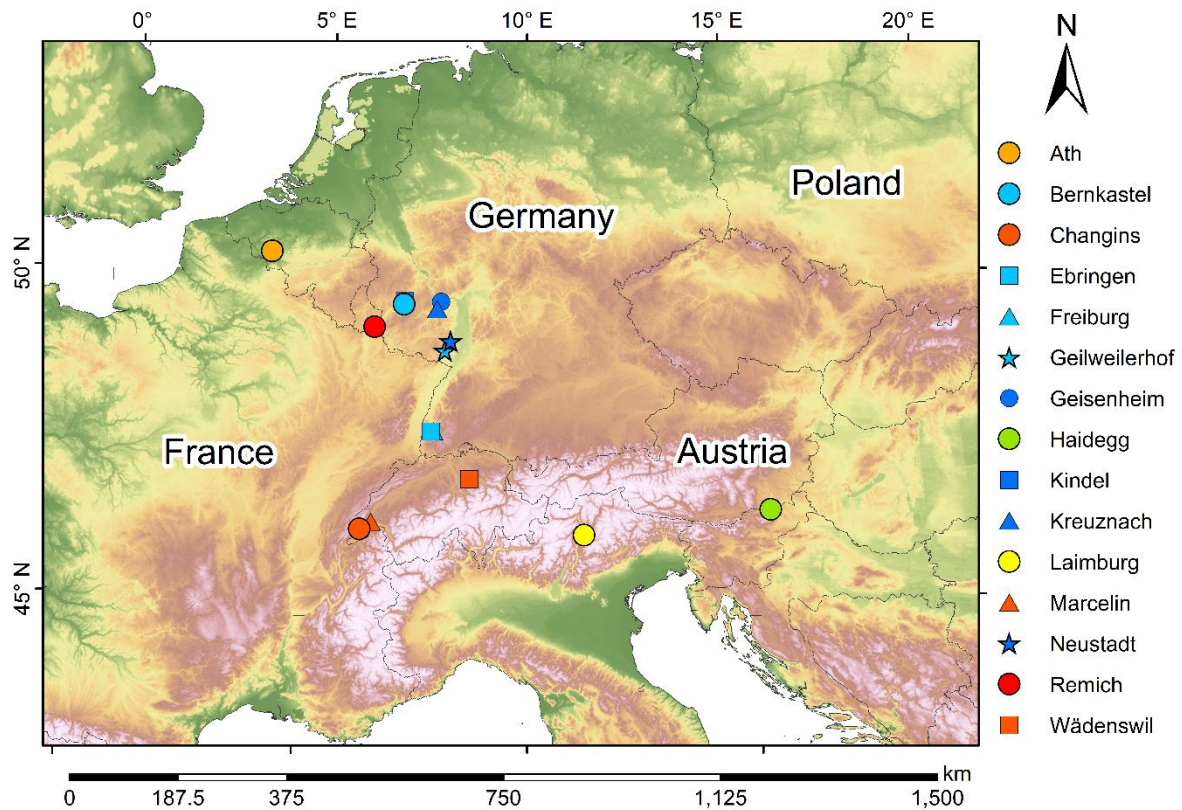


Abbildung 1: Geographical distribution of the 15 experimental vineyards across Europe. Each country is represented by an individual color having only Germany represented by two shades of blue. The elevation map was retrieved from (EEA, 2016).

Systematic phenological assessments took place in the years 2021 to 2024 in the following locations (Tabelle 3):

Tabelle 3: Locations of observation, observation period, number of years with complete data sets covering all BBCH stages between 01 and 89 as well as soil types. Locations selected for model calibration are marked in bold.

Location	Country	Coordinates	Years of observation	Years with complete	Soil type (EUSIS, 2023)
Remich	Luxembourg	49.55 N, 06.36 E	2021-2024	4	Cambisol
Geilweilerhof	Germany	49.22 N, 08.05 E	2021-2024	4	(CMvr) Phaeozems
Wädenswil	Switzerland	47.23 N, 08.68 E	2021-2023	0	(PHlv) - -
Ath	Belgium	50.62 N, 03.77 E	2021-2024	4	Luvisol (LVha)

Marcelin	Switzerland	46.52 N, 06.48 E	2021-2024	4	Cambisol (CMeu)
Kindel	Germany	49.97 N, 07.06 E	2021-2024	4	Cambisol (CMdy)
Neustadt	Germany	49.37 N, 08.18 E	2021-2024	4	Regosol (RGca)
Freiburg	Germany	47.97 N, 07.83 E	2021-2024	4	Cambisol (CMdy)
Ebringen	Germany	47.96 N, 07.77 E	2021-2024	4	Cambisol (CMca)
Geisenheim	Germany	49.98 N, 07.93 E	2022-2024	3	Fluvisol (FLeu)
Changins	Switzerland	46.40 N, 06.23 E	2022-2023	0	Cambisol (CMeu)
Bernkastel	Germany	49.92 N, 07.04 E	2023	0	Cambisol (CMdy)
Laimburg	Italy	46.36 N, 11.28 E	2023	1	Cambisol (CMeu)
Haidegg	Austria	46.63 N, 15.50 E	2023-2024	2	Planosol (PLeu)
Kreuznach	Germany	49.86 N, 07.84 E	2023	1	Luvisol (LVha)

Only those locations providing four years of complete data sets were selected for model calibration.

Phenology of the following cultivars was recorded: Cabernet blanc, Cabernet Cortis, Cabertin, Calardis blanc, Johanniter, Monarch, Muscaris, Pinotin, Regent, Sauvignac, Solaris, Sauvignier gris, Villaris, Divico, Helios, Bronner, Cabaret noir, Cabernet Carbon, Divona, Rondo, Hiberna, Prior, Baron, Floreal, Satin noir, Vidoc, Artaban, Laurot, VB 1-22, Donauriesling, Müller-Thurgau, Pinot noir, Riesling, Chardonnay, Chasselas and Dornfelder. Only those location * cultivar combinations with complete data sets for all four years of observation leading to at least 8 complete data sets (covering all BBCH stages between 01 and 89) per cultivar were used as input data for model calibration (Tabelle 4).

Tabelle 4: Cultivars selected for model calibration, number of observation data set, number of complete data sets (covering all BBCH stages between 01 and 89 in all four years of observation).

Cultivar	Observation data sets	Complete data sets
Cabernet blanc	25	20
Cabernet Cortis	21	16
Cabertin	13	12

Calardis blanc	25	16
Johanniter	17	12
Monarch	12	8
Muscaris	25	16
Pinotin	14	12
Regent	19	8
Sauvignac	26	20
Solaris	30	24
Souvignier gris	24	20
Divico	18	12
Müller-Thurgau	30	24
Pinot noir	42	32
Riesling	24	20

In total, calibration data sets consisted of the following complete data sets (covering all BBCH stages between 01 and 89 in all four years of observation) originating from the following locations (Tabelle 5).

Tabelle 5: Location * cultivar combinations consisting of complete data sets (covering all BBCH stages between 01 and 89 in all four years of observation) selected for model calibration.

Location	Cabernet blanc	Cabernet Cortis	Cabertin	Calardis blanc	Johanniter	Monarch	Muscaris	Pinotin	Regent	Sauvignac	Solaris	Souvignier gris	Divico	Müller-Thurgau	Pinot noir	Riesling
Remich	X		X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X
Geilweilerhof	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X
Ath		X			X	X	X		X		X	X		X	X	X
Marcelin													X		X	
Kindel	X									X		X		X	X	X
Neustadt	X		X	X			X	X			X				X	X
Freiburg		X		X						X	X	X	X	X	X	
Ebringen	X	X								X	X	X		X	X	

All cultivars were trained in a cane-pruned vertical shoot positioning system (VSP). Six plants were monitored per cultivar; plants of observation were the same in all four years.

Assessment of phenological stages

All phenological growth stages according to the BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und CHemische Industrie) scale as defined by (Lorenz et al., 1995) (Tabelle 2) between BBCH 01 (beginning of bud swelling) and BBCH 85 (softening of berries) were recorded when 50% of the vines or shoots exhibited the respective stage. The assessment intervals ranged from two to three days. Usually, records were taken at the same location by the same person in all year and cultivars. The date of BBCH 89 was defined as the DOY (day of the year) when 60 °Oechsle (=14.17° brix) were reached or exceeded for the first time in the respective year following the definition of Molitor et al. (2020). Maturity control took place at weekly intervals between veraison (BBCH 81) and harvest by collecting approximately 50 randomly selected berries (clusters from different positions of the canopy; berries from different positions in the cluster) per cultivar (avoiding berries with visible bunch rot symptoms). The date of reaching a specific phenological stage was noted as day of the year (DOY).

Meteorological measurements

Daily average air temperatures at 2 m height were recorded during the period of examination by standard automatic weather stations in proximity (less than 200 m) of the experimental vineyards. Average growing season (April to October) temperatures per location and year are given in Tabelle 6.

Tabelle 6: Average growing season (April – October) temperature data in the different locations used for model calibration in the years 2021 to 2024.

Location	2021	2022	2023	2024	average
Remich	14.6	16.9	16.6	16.7	16.2
Geilweilerhof	14.6	17.1	16.9	17.3	16.5
Ath	14.2	15.9	15.8	15.8	15.4
Marcelin	15.2	17.7	17.3	17.3	16.9
Kindel	14.5	16.8	16.3	17.2	16.2
Neustadt	15.2	17.6	17.4	17.7	17.0
Freiburg	15.1	17.7	17.4	17.2	16.9
Ebringen	15.5	18.5	18.1	17.8	17.5
average	14.8	17.3	17.0	17.1	16.6

Highest growing season temperatures were observed in the year 2022 (average 17.3 °C), which was on average 2.5 °C warmer than in 2021 (average 14.8 °C). On average, Ebringen was the location with the highest average growing season temperatures (17.5 °C), while lowest average growing season temperatures were recorded in Ath (15.4 °C).

Application of the unified high resolution phenological model approach “UniPhen”

In the present study, the approach of the high-resolution cumulative degree day-based phenological model, as previously developed for the Rivaner cultivar (Molitor et al., 2014) , parameterized for Riesling (Molitor et al., 2016) and Pinot noir (Molitor & Junk, 2019), as well as unified by using a unified global optimized temperature threshold triplet (lower threshold: 10 °C, heat threshold: 20 °C, heat threshold: 30 °C) (Molitor et al., 2020) was applied to all selected cultivars.

In this “UniPhen” approach, degree days (DD) for a specific day are calculated based on the daily average air temperatures applying the following conditions:

$$DD_{10,20,30} = \begin{cases} 0, & \text{if } t \leq 10 \text{ °C or if } t \geq 40 \text{ °C} \\ (t - 10), & \text{if } 10 \text{ °C} \leq t \leq 20 \text{ °C} \\ 10 & \text{if } 20 \text{ °C} \leq t \leq 30 \text{ °C} \\ 10 - (t - 30) & \text{if } 30 \text{ °C} \leq t \leq 40 \text{ °C} \end{cases}$$

where $DD_{10,20,30}$ is the degree day for a specific day and t the daily average temperature.

For every growth stage, degree days (DD) were summed up to cumulative degree days (CDDs) using the equation (1):

$$CDD_{10,20,30} = \sum_{i=m+1}^n DD_{10,20,30}(i) \quad (1)$$

where $CDD_{10,20,30}$ are the cumulative degree days relative to the date of BBCH 09 in Riesling; $DD_{10,20,30}$ the value of the degree day for the day i ; m the DOY when BBCH 09 was observed

in Riesling; and n the DOY when the target phenological stage was reached in the respective cultivar.

The reference date was the day of year (DOY) at which BBCH 09 was reached in Riesling (following Molitor et al. (2020)).

If no observation data for BBCH 09 for Riesling were available (Marcelin, Freiburg, Ebringen), its virtual DOY was calculated based on the observed DOY of BBCH 09 for Pinot noir. According to the data presented by Molitor et al. (2020) Pinot noir reaches BBCH 09 6.1 CDD_{10,20,30} prior to Riesling. Hence, the date of BBCH 09 in Riesling was fixed at the DOY at which a temperature sum of 6.1 CDD_{10,20,30} after to the DOY of observation of BBCH 09 in Pinot noir was reached or exceeded.

Data analysis

To determine general temperature sum thresholds to simulate all phenological stages between BBCH 01 and BBCH 89 in all cultivars, average CDD_{10,20,30} values were calculated for each cultivar, relative to the date of reaching BBCH 09 in Riesling. Standard deviations of the cumulative degree days were calculated for each phenological stage in each cultivar and each location. To normalize the relative value of the standard deviations caused by the daily DD values, standard deviations were divided by the theoretical DD at 15°C (approximate growing season temperature in Remich in the period of observation, selected following Molitor et al. (2020)). These normalized standard deviations SD_{15°} are given for all phenological stages, all cultivars and all locations.

To assess the goodness of fit of the model, mean bias errors (MBE) and mean absolute errors (MAE) were calculated for all years, locations and cultivars as an average of all BBCH stages. A positive MBE value indicates that, on average, the model overestimates actual observations; a negative value indicates that the model underestimates actual observations under specific annual or local conditions (Caffara & Eccel, 2010).

2.1.2 Modellierung des Reifeverlaufs auf Basis langjähriger Beobachtungsdaten am IVV

Aus den Versuchsweinbergen des IVV liegen langjährige Reifemessungen für eine Vielzahl von Rebsorten vor. Diese bilden die Grundlage zur Entwicklung eines Modellansatzes zur Simulation des jährlichen Reifeverlaufs in Abhängigkeit von der Temperatur nach der Rebblüte. In einem ersten Schritt fokussieren sich die Auswertungen auf die Rebsorte Riesling und den Zeitraum 1996 bis 2020 (n= 25 Jahre). Mittelfristiges Ziel über das Projektende hinaus ist es, eine Plattform zu erstellen, die es ermöglicht, die Reifeentwicklung für weitere Rebsorten basierend auf lokalen Beobachtungswerten automatisiert zu entwickeln und für die Forschung, Beratung oder den Winzer selbst bereit zu stellen.

Der aktuelle Schwerpunkt liegt zunächst auf der Entwicklung des Mostgewichtes beim Riesling in Abhängigkeit von der Temperatursumme $CDD_{10,20,30}$ nach BBCH 68 gemäss UniPhen-Ansatz von (Molitor et al., 2020). Der vorliegende Ansatz nimmt an, dass das Mostgewicht nach der Rebblüte einen sigmoidalen Verlauf in Abhängigkeit von der Temperatur hat. Grundlage bildet diese Formel:

$$y = a / (1 + e^{-(x-x_0)/b})$$

Hierbei ist y das Mostgewicht in °Oechsle, x die Temperatursumme $CDD_{10,20,30}$ nach BBCH 68, x_0 ist der Wendepunkt der sigmoidalen Kurve, a der Maximalwert der Kurve (d.h. das maximale Mostgewicht der jeweiligen Rebsorte) und b die Steigung der Kurve im Wendepunkt.

Mit Hilfe von R werden die Parameter der Kurve so bestimmt, dass diese bestmöglich an Beobachtungswerte angepasst ist. Als Mass für die Anpassung dient das Bestimmtheitsmass (R^2).

2.1.3 Simulation of future Riesling yield potential in Luxembourg

Future yield potential for the cultivar Riesling is simulated using the vineyard R-package functions by considering as inputs mean, minimum and maximum surface temperature, and precipitation sums. Future climate projects for Remich based on bias-corrected regional

climate models were provided by PIK – Potsdam Institute for Climate Impact Research. Three RCP pathways were considered RCP 2.6, 4.5 and 8.5.

The yield simulation was performed following the linear regression model calculated by Molitor & Keller (2016) based on long-term data for the Luxembourg grapegrowing regions recorded by the IVV.

To evaluate the normality of the time series of the multimodel mean, a Shapiro-Wilk test of normality was performed in R. An approximate p-value for the test is computed as in Royston, (1995). A p-value > 0.05 implies that the distribution of the data are not significantly different from normal distribution. In other words, we can assume the normality. According with the base R-package 'stats' (R Core Team, 2022), the algorithm used is a C translation of the Fortran code described in Royston (1995). The calculation of the p value is exact for $n = 3$, otherwise approximations are used, separately for $4 \leq n \leq 11$ and $n \geq 12$.

The Mann-Whitney-Wilcoxon Test (for differences) or Wilcoxon Rank Sum Test is applied by the R-package 'stats' (R Core Team, 2022) to test if two data samples are independent if they come from distinct populations and the samples do not affect each other. Using the Mann-Whitney-Wilcoxon Test, it is possible to decide whether the population distributions are identical without assuming them to follow the normal distribution. If the p-value is lower than the null hypothesis (0.5), it will be rejected. And it can be concluded that the distribution of data over the two samples is not the same.

2.2 Feldversuche zu potenziellen Strategien zur Kontrolle von Sonnenbrandschäden

2.2.1 Versuchsaufbau

Die vorliegenden Untersuchungen wurde in den Jahren 2021 bis 2023 in den Versuchsflächen des IVV in der Rebsorte Riesling durchgeführt. Die Versuchsflächen wurden mit einem Zeilenabstand von 2 Metern und einem Stockabstand von 1,20 Metern gepflanzt. Gepflanzt wurden die Reben im Jahr 1994, die Unterlage ist SO4. Kulturelle Maßnahmen der Laubwand- und Bodenbearbeitung wurden für alle Varianten identisch durchgeführt.

Pflanzenschutzmaßnahmen wurden kontinuierlich und identisch zur Bekämpfung gegen *Plasmopara viticola* und *Erysiphe necator* durchgeführt. Zur *Botrytis cinerea*-Bekämpfung wurden keine Pflanzenschutzmittel eingesetzt. In den Jahren 2021 und 2022 wurde der Versuch an zwei weiteren Standorten in Deutschland (Neustadt an der Weinstraße und Geisenheim) durchgeführt, bei dem folgende Versuchsglieder realisiert wurden (Tabelle 7).

Tabelle 7: Beschreibung Versuchsglieder 1-6.

Versuchsglied	Entblätterung	Applikation
1	Ohne	Ohne
2	Ohne	CutiSan 5%; BreakThru 0,075%
3	Früh beidseitig BBCH 71	Ohne
4	Früh beidseitig BBCH 71	CutiSan 5%; BreakThru 0,075%
5	Spät beidseitig nach BBCH 75	Ohne
6	Spät beidseitig nach BBCH 75	CutiSan 5%; BreakThru 0,075%

Pro Versuchsglied wurden 4 Wiederholungen realisiert.

2.2.2 Applikation

Für die Behandlung mit Kaolin wurde 5% w/v Kaolin CutiSan (Biofa GmbH) sowie 0,075% v/v des Netzmittels BREAK-THRU S 301 (AlzChem Group AG) verwendet. Zum Anrühren wurde zunächst ein Drittel des Endvolumens an Wasser in einen skalierten Eimer eingefüllt, dann das Netzmittel und schließlich das CutiSan. Die Suspension wurde bis zum Einfüllen in den Tank vom Sprühgerät mit einem großen Schneebesen in Bewegung gehalten, um ein Absetzen der Stoffe zu vermeiden. Die Berechnungen basieren auf einer Aufwandmenge von 600 l/ha. Zur Ausbringung wurde das rückentragbare Sprühgerät STIHL SR 450 verwendet.

2.2.3 Zeitpunkt Applikation und Entblätterung

Die Entblätterungstermine waren wie folgt definiert: Die frühe Entblätterung findet zum BBCH Stadium 71 statt (Fruchtansatz), die späte Entblätterung findet nach dem BBCH 75 (Beeren

erbsengroß) und vor einer Hitzewelle (>28 °C) statt. Die Entblätterung wird von beiden Seiten der Laubwand durchgeführt. Das Datum für die späte Entblätterung und die erste Applikation wurde gemäss Wettervorhersage (www.meteoblue.com) festgelegt.

2.2.4 Sonnenbrand Bonitur und Fäulnisbonitur

Die Sonnenbrand Bonitur sowie die Botrytis Bonitur wurde mittels Siebenklassen-Bonitur-Schema (0%, 1 bis 5%, 6 bis 10%, 11 bis 25%, 26 bis 50%, 51 bis 75%, 76 bis 100%) gemäß EPPO Richtlinie PP1/17(3) an 100 Trauben durchgeführt. Die Sonnenbrand Bonitur wurde nach großen Schadereignissen durchgeführt, während die Botrytis Bonitur einmal im Jahr vor der Lese gemacht wurde. Bei beiden Untersuchungen wurden die Trauben von jeder Laubwandseite betrachtet. Außerdem wurde in jedem Jahr der Biegeindex nach Ipach et al., (2005) bei Traubenschluss bestimmt. Dieser Index gibt Auskunft darüber, wie locker bzw. kompakt die Traubenstruktur ist. Dabei beschreibt ein geringer Index (1= sehr locker) eine lockere Traubenstruktur, während höhere Werte eine kompaktere Struktur (5= sehr kompakt) bedeuten.

2.3 Untersuchungen zu Auswirkungen des Erntetermins auf die Typizität von Crémants aus der Appellation d'origine protégée (AOP) - Moselle Luxembourgeoise

2.3.1 Freilandversuche

2.3.1.1 Versuchsaufbau

Die vorliegenden Freilanduntersuchungen wurden in den Jahren 2022 und 2023 in den Versuchsflächen des IVV in Remich in den Rebsorten Auxerrois und Pinot gris durchgeführt. Die Versuchsflächen wurden mit einem Zeilenabstand von 2 Metern und einem Stockabstand von 1,20 Metern gepflanzt. Die Unterlage ist bei beiden Sorten SO4. Die Weinberge wurden in den Jahren 1994 (Pinot gris) bzw. 2000 (Auxerrois) angelegt. Kulturmaßnahmen (Laubwand- und Bodenbearbeitung) wurden für alle Varianten identisch durchgeführt. Pflanzenschutzmaßnahmen wurden kontinuierlich und identisch zur Bekämpfung gegen

Plasmopara viticola und *Erysiphe necator* durchgeführt. Zur *Botrytis cinerea*-Bekämpfung wurden keine Pflanzenschutzmittel eingesetzt, die Versuchszeilen wurden lediglich schattenseitig entlaubt.

Der Versuch bestand aus 3 Versuchsgliedern mit jeweils vier Wiederholungen. Im Versuchsglied 1 erfolgte die Lese zum Termin des Beginns der Traubenannahme bei den Domaines Vinsmoselle, Versuchsglied 2 wurde 14 Tage nach dem ersten Lesetermin gelesen und Versuchsglied 3 28 Tage nach dem ersten Lesetermin. Die Versuchsglieder wurden randomisiert angeordnet, mit 16 Reben pro Wiederholung im Pinot gris (Abbildung 2) und 12 Reben pro Wiederholung im Auxerrois (Abbildung 3).

29	28	27	26
1a	2b	3c	1d
2a	1b	2c	3d
3a	3b	1c	2d

Abbildung 2: Randomisierter Versuchsaufbau im Pinot gris.

92	91
1a	3c
2a	2c
3a	1c
2b	1d
1b	3d
3b	2d

Abbildung 3: Randomisierter Versuchsaufbau im Auxerrois.

2.3.1.2 Reifemessungen und Bonitur des Fäulnisbefalls

Die Befallsentwicklung von *Botrytis cinerea* wurde in den Jahren 2022 und 2023 mit Hilfe eines Siebenklassen-Bonitur-Schemas (0%, 1 bis 5%, 6 bis 10%, 11 bis 25%, 26 bis 50%, 51 bis 75%, 76 bis 100%) gemäß EPPO Richtlinie PP1/17(3) dokumentiert. Die Bonitur erfolgte jeweils 2 Tage vor dem Lesetermin. Pro Versuchsglied und Wiederholung wurden jeweils 100 Trauben erfasst.

Parallel hierzu erfolgte an den gleichen Terminen eine Erfassung der Mostgewichte mittels Handrefraktometer. Hierzu wurden in jedem Versuchsglied und jeder Wiederholung 20 Beeren von verschiedenen exponierten Trauben von unterschiedlichen Traubenteilen entnommen und zusammen manuell mit einem Stößel entsaftet und mit dem Refraktometer der Oechsle Grad bestimmt.

2.3.1.3 Ertragserfassung

Zur Erfassung des Ertrags erfolgte am jeweiligen Erntetermin eine parzellen-genaue Versuchsllese. Gesundes und fäulnisbelastetes Lesegut wurden separat gelesen und verwogen. Aus den erfassten Gewichten wurde der Durchschnittsertrag pro Stock errechnet.

2.3.2 Mikro-Vinifikation, Flaschengärung und Degorgieren

In den beiden Versuchsjahren 2022 und 2023 wurde das Lesegut aus den Versuchspartellen standardisiert verarbeitet und anschliessend mikrovinifiziert. Es wurde bei jedem Lesetermin das identische Pressprogramm gewählt. Der Most wurde mit 25 mg/l SO₂ geschwefelt und der von der Presse abfliessende Most wurde in Edelstahltanks zur Sedimentation überführt.

Zur Sedimentation wurden die Moste über Nacht bei 6°C gelagert und am folgenden Tag vom sedimentierten Trub abgezogen. Für eine bessere Klärung wurde ausserdem 1g/hl Enzym (Eaton Panzym Clair Rapide G) hinzugegeben. Zur Einleitung der Gärung wurden die Moste mit der Reinzuchtheife Lalvin CY 3079 BourgoBlanc Selection B.I.V.B. (25 g/hl) und dem Hefenährstoff Vitamon Combi (50 g/hl) beimpft. Nach dem Abziehen wurden die Moste in Edelstahltanks mit einem Fassungsvermögen zwischen 50l und 100l gelagert. Der Gärfortschritt wurde regelmässig mittels Mostwage überwacht. Alle Varianten wurden 6

Wochen nach Gärungsende von der Grobhefe abgestochen und moderat geschwefelt (50 mg/l). Da die Variante 2 der Sorte Pinot gris eine sehr hohe flüchtige Säure hatte, die die Sensorik stark beeinflusst, wurden für den Jahrgang 2022 die Variante 2 von Pinot gris und Auxerrois von weiteren Untersuchungen ausgenommen. Eine Teilmenge des späten Lesetermins (VG3) von Pinot gris und Auxerrois des Jahrgang 2022 wurden teilentalkoholisiert, beim Jahrgang 2023 war es zusätzlich jeweils ein Teil des mittleren Lesetermins (VG2) (Abbildung 4). Da die letzte Variante des Pinot gris (Pinot gris 3 normal) nicht durchgegoren ist (vgl. Abbildung 37), wurde diese Variante in den sensorischen Verkostungen nicht einbezogen, da diese nicht zu vergleichen ist.

Daraus ergaben sich folgende Versuchsglieder in beiden Sorten:

- 1: früher Lesetermin
- 2: mittlerer Lesetermin (nur in 2023)
- 2a: mittlerer Lesetermin, teilentalkoholisiert (nur in 2023)
- 3: später Lesetermin (Ausnahme Pinot gris 2023)
- 3a: später Lesetermin, teilentalkoholisiert

Vor der Entalkoholisierung wurden alle Weine K100 filtriert und anschließend die Entalkoholisierung mittels Kontaktormembran der Firma Inox, in Zusammenarbeit mit der Hochschule Geisenheim, am 07.02.2023 (Jahrgang 2022) durchgeführt. Schließlich wurden die Weine von VG1, VG3 und VG3a am 23.03.2023 (Jahrgang 2022) zur Flaschengärung abgefüllt. Die Weine wurden mit RTK auf 24 g/l Restzucker unter Beachtung des Zuckergehaltes im Wein eingestellt. Bei der Abfüllung wurde ausserdem der zuvor hergestellte Hefeansatz hinzugegeben sowie die Rüttelhilfe Clarifiant S (IOC) mit 60 ml/hl, das Nährsalz Phosphates titres (IOC) mit 5 g/hl und der Nährstoff Phosphates mazure (IOC) mit 25 ml/hl. Die Teilentalkoholisierung der 23er Varianten fand an folgenden Daten statt: 19.02.2024 (Auxerrois VG3a), 21.02.2024 (Pinot gris VG3a), 26.02.2024 (Auxerrois VG2a) und 27.02.2024 (Pinot gris VG2a). Gefüllt wurden die 23er Crémant Grundweine am 21.03.2024, die Vorgehensweise war dieselbe wie beim Abfüllen der 22er Crémants. Um den Gärverlauf der Crémant Varianten überprüfen zu können, wurden für den 22er Jahrgang von jeder

Variante 3 Flaschen mit Manometern ausgestattet, die den Druck in bar anzeigen. Diese wurden drei Mal wöchentlich kontrolliert und der Druck in bar notiert. Auch die Gärung des 23er Crémants wurde mit Manometern kontrolliert, hier war es jedoch aufgrund der höheren Variantenzahl nur ein Manometer pro Variante. Die 22er Crémants wurden am 31.01.2024 degorgiert, das Degorgieren der 23er Crémants fand am 03.02.2025 statt. Zum besseren Verständnis ist in Abbildung 4 der zeitliche Verlauf sowie der Versuchsaufbau für die Jahrgänge 2022 und 2023 aufgezeichnet.

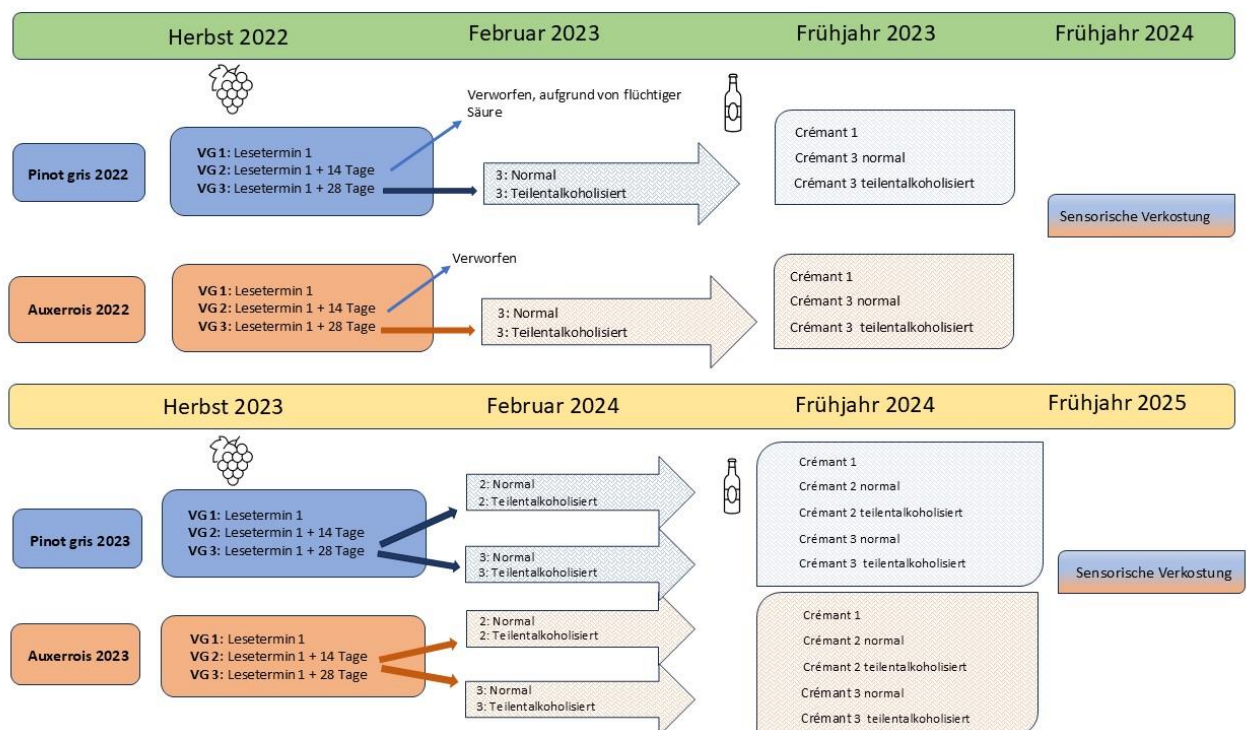


Abbildung 4: Versuchsaufbau für die Jahrgänge 2022 und 2023.

2.3.3 Sensorik

Für die sensorische Verkostung der Crémants fand zunächst eine Vorverkostung am 22.03.2024 in Remich mit sechs geschulten Prüfern statt, um geeignete Attribute für die verschiedenen Crémants zu definieren. Folgende Attribute standen im Vorhinein fest: Säure, Süße, Bitterness, Körper, Brioche und Mousseux. Die folgenden Attribute wurden durch die

Prüfer ausgewählt: Mandarine, Birne, Aprikose, Floral (Auxerrois) und Rote Früchte und Floral (Pinot gris).

Für die sensorischen Untersuchungen wurden die Proben mit dreistelligen Zufallszahlen codiert.

Die sensorische Verkostung der **22er** Crémants fand schließlich am 26.04.2024 an der Hochschule Geisenheim University in der Sensorik des Institutes für Oenologie mit 13 Verkostern statt. Diese wurden vorher mit den festgelegten Attributen geschult. Bei der quantitativ deskriptiven Analyse (QDA) wurden die Attribute auf einer Skala von 1-10 in ihrer Intensität bewertet. Für die Rangordnungsprüfung wurde in zwei Durchgängen verkostet und die Proben nach dem Kriterium „Präferenz“ geordnet. Dabei wurde die Prüfung der Rebsorten getrennt voneinander durchgeführt.

Die sensorische Verkostung der **23er** Crémants fand im Jahr 2025 ebenfalls an der Hochschule Geisenheim University statt. Die Auxerrois Varianten wurden am 13.06.2025 von 16 Verkostern probiert, während die Verkostung der Pinot gris Varianten am 27.11.2025 mit 17 Fachverkostern stattfand.

Bei beiden Verkostungen wurde das Panel mit den vorher festgelegten Attributen geschult und diese Attribute wurden für die quantitativ deskriptive Analyse auf einer Skala von 1-10 in ihrer Intensität bewertet. Eine Rangordnungsprüfung nach Beliebtheit wurde nur für die Rebsorte Auxerrois durchgeführt.

Die statistische Auswertung der QDA Ergebnisse erfolgte mittels Varianzanalyse (Anova-Test) statt, während die Rangordnungsprüfungen mittels Friedman-Test ausgewertet wurden.

2.4 Beurteilung der Eignung von spät reifenden Sorten für den Anbau in Luxemburg

2.4.1 Anlage des Rebsortensortiments „Spätreifende Sorten“

Am 12.05.2015 wurde auf einer Fläche des Weinbauinstitutes in Remich ein Weinberg mit insgesamt 13 verschiedenen spätreifenden Rebsorten angelegt. Pro Sorte wurden 8 Reben gepflanzt. Als Vergleichssorten dienten Pinot blanc und Pinot noir. Die Reben der Rebsorte

Cabernet franc wurden erst im Jahr 2016 gepflanzt. Alle Rebsorten, die Rebsorten-Klone, Unterlagen und Unterlagen-Klone sind in Tabelle 8 aufgeführt.

Tabelle 8: Rebsorten, -Klone, Unterlagen und –Klone im Rebsortensortiment „Spätreifende Sorten“ am Weinbauinstitut in Remich. Rote Rebsorten sind in roter Farbe dargestellt.

Rebsorte	Klon	Unterlage	Klon
Alvarinho	44 ISA PT	1103 P	113 FR
Gelber Orleans	2 Gm	SO4	60 Gm
Grüner Veltliner	A 1-1	SO4	Entav 102
Malvasia Fina			
Muscatel Graudo		1103 P	113 FR
Viognier	INRA 1042	SO4	31
Pinot Blanc	FR 70	SO4	14 Op
Pinot noir	2-6 Gm	SO4	60 Gm
Cabernet Sauvignon	ENTAV-INRA 169	SO4	ENTAV-INRA 102
Touring Nacional	16 JBP PT	1103 P	112 FR
Tempranillo	111 JBP PT	99 R	179 FR
Zinfandel	J.6	SO4	Op 31
Syrah	ENTAV 877	5 BB	
Cabernet franc			

2.4.2 Anschnittsniveau und Traubenteilen

Das Anschnittsniveau betrug bei allen Rebsorten 10 Augen pro Rebe bzw. 5 Augen pro Quadratmeter (Standraum 2m x 1m). In allen Rebsorten wurden die Trauben im Nachblütebereich durch eine händische Entblätterung freigestellt. Im Stadium BBCH 79 erfolgte in allen Sorten ein horizontales Traubenteilen. Hierbei wurde an allen Trauben die untere Traubenhälfte entfernt.

2.4.3 Phänologische Aufzeichnungen

Während der Vegetationsperioden 2022, 2023 und 2024 erfolgte zweimal wöchentlich eine Dokumentation der erreichten phänologischen Entwicklungsstadien nach BBCH-Code (Lorenz et al., 1995). Die Tage des Jahres des Erreichens der einzelnen Stadien wurden erfasst und die zeitlichen Abweichungen im Vergleich zur Vergleichssorte Pinot noir kalkuliert.

2.4.4 Bonitur Fäulnisverlauf, Reifemessungen und Ertragserfassungen

Wöchentliche Reifemessungen und Ertragserfassungen fanden im Rebsortensortiment „Spätreifende Sorten“ ab dem Jahrgang 2018 statt.

Die Befallsentwicklung von *Botrytis cinerea* wurde mit Hilfe eines Siebenklassen-Bonitur-Schemas (0%, 1 bis 5%, 6 bis 10%, 11 bis 25%, 26 bis 50%, 51 bis 75%, 76 bis 100%) gemäß EPPO Richtlinie PP1/17(3) dokumentiert. Die Bonitur erfolgte ab dem Reifebeginn im wöchentlichen Abstand. Pro Rebsorte wurden jeweils 50 Trauben von der nördlichen Zeilenseite erfasst.

Parallel erfolgte an den gleichen Terminen eine Erfassung der Mostgewichte mittels Handrefraktometer. Hierzu wurden in jeder Rebsorte 20 Beeren von verschiedenen exponierten Trauben von unterschiedlichen Traubenteilen entnommen und zusammen manuell mit einem Stößel entsaftet und mit dem Refraktometer der Oechsle Grad bestimmt.

Zur Erfassung des Ertrags erfolgte eine Rebsorten-genaue Versuchslese. Hierbei wurden alle Rebstöcke einer Sorte getrennt nach faulem und gesundem Lesegut beerntet und aus den erfassten Gewichten der Durchschnittsertrag pro Stock errechnet.

2.5 Machbarkeitsstudie zur Erfassung von Trockenstress an Reben

We evaluated the feasibility of using sap flow sensors to detect water stress in grapevines through the monitoring of plant water transpiration. We carried out two monitoring campaigns in 2023 and 2024. The first campaign (2023) was intended to test the methodology of sap flow monitoring in grapevines of different age and size. This campaign was carried out with Pinot gris vineyards of 3-year, 14-year, and 29-year old allowing the evaluation of sap fluxes and velocities and its temporal changes depending on grapevine size. The second campaign was carried out with three PIWI cultivars during 2024. All vines had diameters smaller or equal to 3.0 mm (Tabelle 5), therefore, we followed the procedure for monitoring the thin grapevines of Pinot gris. The methodological differences of each campaign are linked to the development of the measuring protocol for the PIWI cultivars.

2.5.1 Study Site

The monitoring was carried at the Institute Viti-Vinicole in Remich (**Abbildung 5**), Luxembourg (49° 32' N, 6° 21' E, 207 m a.s.l.). The site is in a south facing slope towards the Moselle River, allowing a favorable radiation during the growing season for the vineyards. The soils have a high clay content, with a structural B horizon, on top of a Marls lithology (ASTA, 1969). All the selected vines were trained in a vertical position system and established at distances of 2.0 m between rows and 1.2 m or 1.1 m between plants.

The **2023** monitoring campaign was carried out in the traditional cultivar Pinot gris to build the proper monitoring protocol for future monitoring activities. Three stands of 3 yr. (young vines), 14 yr. old (mature vines), and 29 yr. old (old vines) were selected. The mature vines are located two rows away from an open area that may influence the plant's phenology due to the "edge effect", meanwhile, the young and old vines are more than 30 m away from the nearest edges. The **2024** monitoring campaign was carried out in three PIWI cultivars: Muscaris, Solaris, and Souvignier gris. During this campaign we selected 12 plants (four per cultivar) with all of them within a 50 m radius distance from each other.

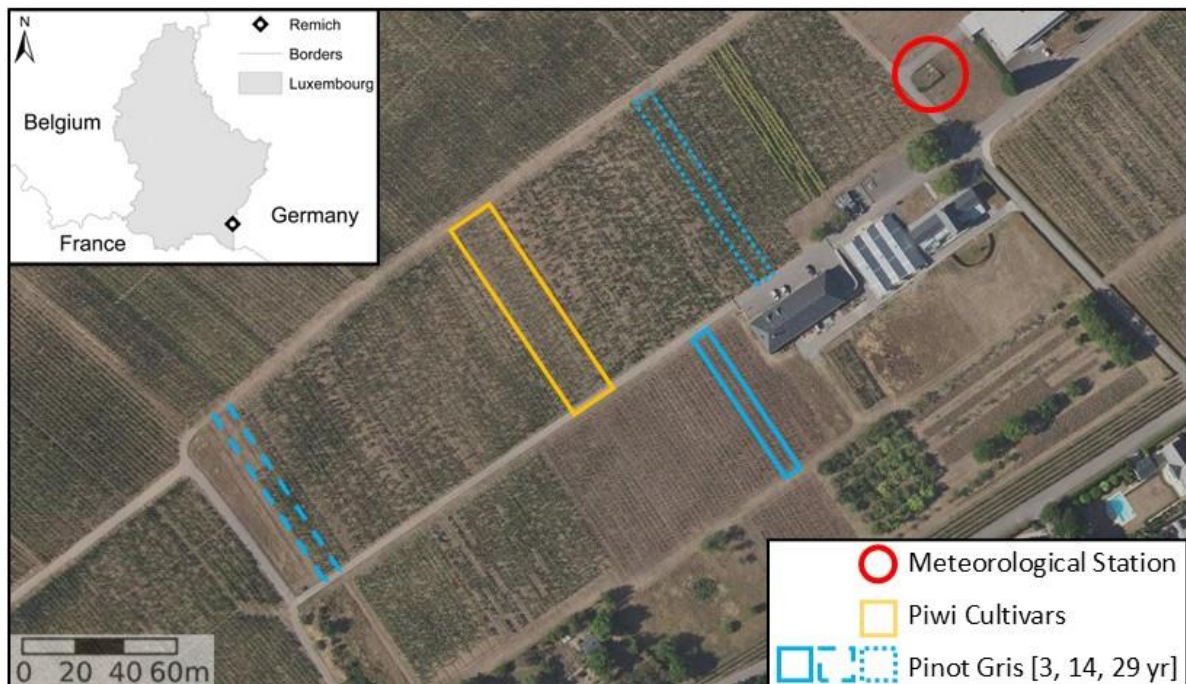


Abbildung 5: Spatial distribution of the three stands of Pinot gris (2023 campaign) and PIWI cultivars (2024 campaign) selected for the transpiration monitoring of individual grape vines at the Institut viti-vinicole in Remich, Luxembourg.

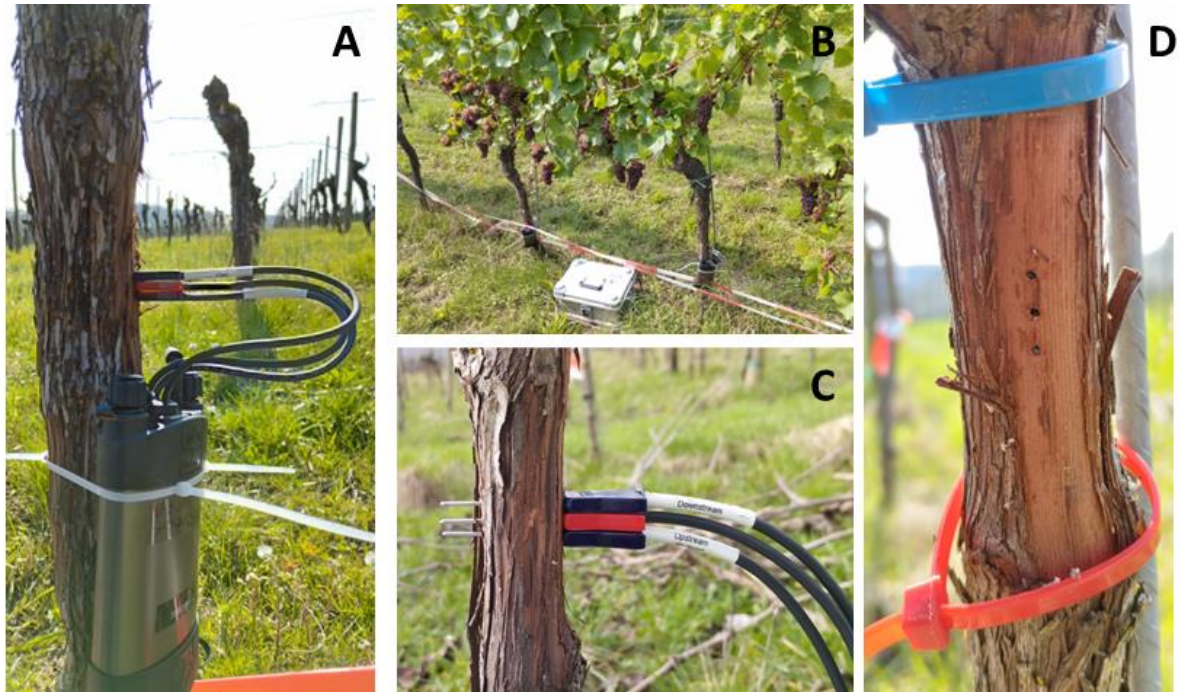


Abbildung 5: Images of the sap flow network system installed in Pinot gris and PIWI cultivars during 2023 and 2024, respectively, at the Institut viti-vinicole in Remich, Luxembourg. Image A: Sap flow sensor installed in an old vine of Pinot gris. Image B: Complete sap flow sensor setup in a mature vine of Pinot gris. Image C: Sensor placement close-up in a PIWI cultivar. Image D: Close-up of the three inserts for the sensor placement in a PIWI cultivar.

The site has a mean annual temperature of 10.9°C and a yearly precipitation of 696.3 mm yr⁻¹ evenly distributed all year around, recording a mean monthly precipitation not exceeding 75 mm month⁻¹ (Abbildung 6). The climate is classified as temperate, without dry season, and warmer summer (Cfb) according to Köppen-Geiger climate classification (Beck et al., 2018). The variability between dry and wet years depends on the distribution of summer precipitation, where the larger precipitation rates can surpass 150mm month⁻¹.

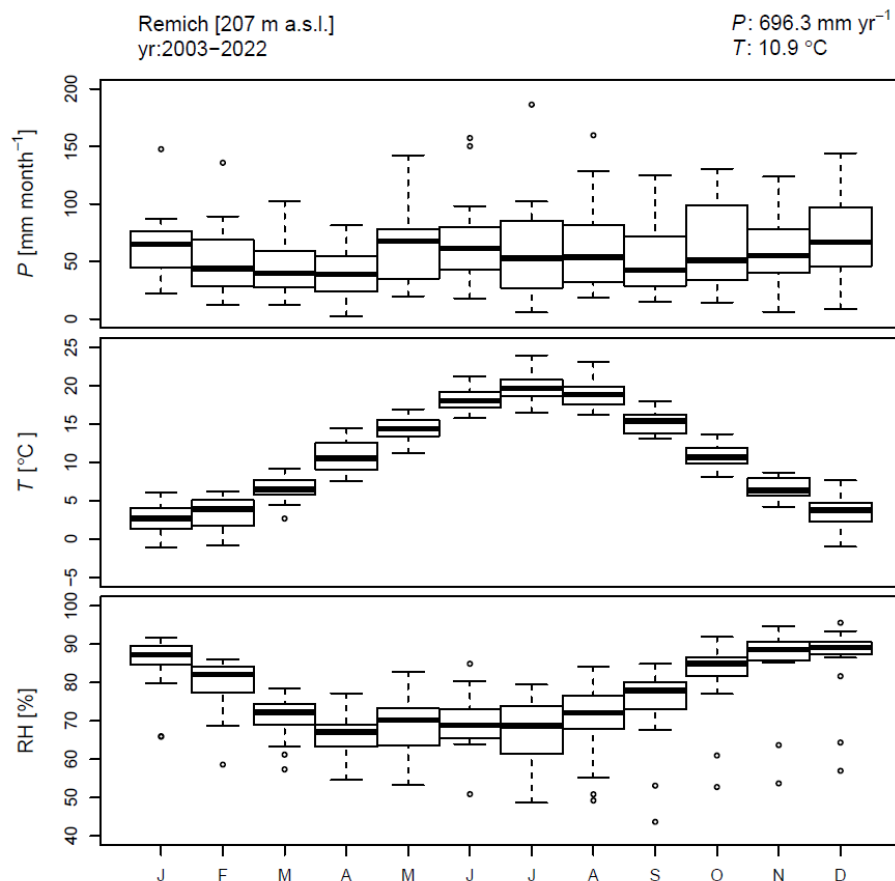


Abbildung 6: Historical climate conditions at the Institut Viti-Vinicole in Remich, Luxembourg. Data obtained from the last 20 years (2003–2022) of the meteorological station Remich.

2.5.2 Sap Flow Measurements

The sap flow measurements were carried with heat-pulse sap flow sensors (SFM1, ICT International Pty Ltd., Australia) installed facing north to reduce the sun exposure. The height of the sensor placement in the plants is not uniform due to the highly irregular shape of the vines (Tabelle 9). Nonetheless, we ensured that each sensor was located at least 5.0 cm above the rootstock grafting, in a regular section of the stem, and below all existing branches in the case of the young vines (**Abbildung 5**). Each sensor consists of three needles of 35 mm of length placed vertically on top of each other at 5 mm distance between needles. The central needle (red block in images A and C of **Abbildung 5**) heats the xylem water and the upper and lower needles (black blocks in images A and C of **Abbildung 5**) carried out the temperature measurements. Each measurement needle contains two thermistors located at 12.5 and 27.5 mm from the bark, allowing to record the upstream and downstream temperatures from the

heating needle. A wood core of each plant was taken to determine the sap wood area need to transform the sap flow velocities (cm hr^{-1}) into fluxes ($\text{cm}^3 \text{hr}^{-1}$). The mean stem diameter of each plant was measured in March each year and assumed to be constant through the monitoring period. This measurement was used to upscale the transpiration to mm d^{-1} .

Tabelle 9: Main dasometric characteristics of the selected vines of Pinot Gris (2023 campaign) and PIWI cultivars (2024 campaign) at the Institut Viti-Vinicole in Remich, Luxembourg.

Cultivar	Age*	Plant	Diameter (mm)	Cross Sectional Area (cm^2)	Sap Wood Area (cm^2)
			d_x	A	a_{sap}
Pinot gris	3	1	14.6	1.7	1.2
Pinot gris	3	2	12.2	1.2	0.8
Pinot gris	14	3	39.3	12.1	9.6
Pinot gris	14	4	36.2	10.3	8.1
Pinot gris	29	5	48.0	18.1	11.3
Pinot gris	29	6	49.5	19.2	12.2
Souvignier gris		1	19.7	3.1	2.5
Souvignier gris		2	15.9	2.0	1.5
Souvignier gris		3	22.3	3.9	3.2
Souvignier gris		4	22.3	3.9	3.2
Solaris		1	20.4	3.3	2.7
Solaris		2	26.7	5.6	4.8
Solaris		3	31.8	8.0	7.0
Solaris		4	29.9	7.0	6.1
Muscaris		1	22.3	3.9	3.2
Muscaris		2	27.1	5.7	4.9
Muscaris		3	22.9	4.1	3.4
Muscaris		4	22.3	3.9	3.2

The sap flow velocities (V_{sap}) were determined based on heat ratio method following the procedure described by Fabiani et al. (2022) and Schoppach et al. (2021). First, this procedure uses Equation 1 to calculate the heat pulse velocity (V_h , cm h^{-1}), with k is the thermal diffusivity ($\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$) set to 0.00035 (Newton and Bilanski, 1978), x is the distance between the heater and either temperature probe (0.5 cm), and T_{sw1} ($^{\circ}\text{C}$) and T_{sw2} ($^{\circ}\text{C}$) are the increases in temperature in the downstream and upstream thermistor, respectively.

$$V_h = \frac{k}{x} \ln \left(\frac{T_{\text{sw1}}}{T_{\text{sw2}}} \right) 3600 \quad \text{Equation 1}$$

Sap velocity (V_{sap}) in cm h^{-1} was determined with Equation 2 where B is the wound correction factor set to 0.13 cm, ρ_b is the basic density of wood set to 0.5 g cm^{-3} , c_w is the specific heat capacity of the wood matrix ($1200 \text{ J kh}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$), c_s the specific heat capacity of sap water ($4182 \text{ J kh}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$), ρ_s the density of sap water (1 g cm^{-3}), and m_c the water content of sapwood (set to 0.5 g cm^{-3}). The sap velocities are transformed into sap flow using the sap wood area (Equation 3), where Q_{sap} is the sap flux in $\text{cm}^3 \text{ hr}^{-1}$ and A_{sapwood} is the sap wood area in cm^2 .

$$V_{\text{sap}} = V_h B \frac{\rho_b(c_w + m_c c_s)}{\rho_s c_s} \quad \text{Equation 2}$$

$$Q_{\text{sap}} = V_{\text{sap}} A_{\text{sapwood}} \quad \text{Equation 3}$$

2.5.3 Upscaled Transpiration

The plant transpiration (E_T) was calculated in mm hr^{-1} based on the hourly sap flux of individual plants (Q_{sap}) in $\text{cm}^3 \text{ hr}^{-1}$ with Equation 4, where Ω_{vine} is the basal vine area ($\text{m}^2 \text{ vine}^{-1}$), Ω_{stand} is the stand basal area ($\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$), and the number of measured vines (n).

$$E_T = \frac{\Omega_{\text{stand}}}{n \cdot 10^3} \cdot \sum_{\text{vine}=1}^n \frac{Q_{\text{sap}}}{\Omega_{\text{vine}}} \quad \text{Equation 4}$$

2.6 Gestaffelte Lese

Um das Potenzial einer gestaffelten Lese auf die Fäulnis-Epidemie und Ertrags- und Qualitätsparameter zu untersuchen, wurde in den Jahren 2022 bis 2024 ein Versuch in den Rebsorten Pinot gris und Riesling am Standort Remich durchgeführt.

Folgende Versuchsglieder wurde in vollständig randomisierter Blockanlage mit 4 Feldwiederholungen angelegt:

- 1) Kontrolle
- 2) Vorlese fäulnisbelastenden Lesegutes bei Überschreiten von 1% Befallsstärke
- 3) Vorlese fäulnisbelastenden Lesegutes bei Überschreiten von 5% Befallsstärke

4) Vorlese fäulnisbelastenden Lesegutes bei Überschreiten von 10% Befallsstärke.

Ab Sichtbarwerden erster Symptome wurde wöchentlich eine Bonitur des Fäulnisbefalls wie in 2.2.4 beschrieben durchgeführt. Bei Überschreiten des jeweiligen Schwellenwertes, wurde am Folgetag fäulnisbelastete Trauben/-teile gelesen und die Erträge der Vorlese ermittelt. Die Mostgewichte der vorgelesenen Trauben wurden ermittelt wie in 2.3.1.2 beschrieben.

Diese Vorlese wurde an folgenden Terminen in den Versuchsjahren 2022 bis 2024 durchgeführt (Tabelle 10).

Tabelle 10: Termine der Vorlese in den Jahren 2022 bis 2024.

VG	2022		2023		2024	
	Pinot gris	Riesling	Pinot gris	Riesling	Pinot gris	Riesling
2	-	12.09.	04.09.	04.09.	-	-
3	-	19.09.	-	11.09.	-	-
4	-	26.09.	-	18.09.	-	-

Im Jahre 2022 wurden die Schwellenwerte 1%, 5%, 10% und im Jahr 2023 5% und 10% bei (Pinot gris) nicht erreicht/überschritten. Im Jahr 2024 wurde bei beiden Sorten keiner der Schwellenwerte überschritten.

In allen Versuchsgliedern mit erfolgter Vorlese erfolgte zum Haupterntetermin eine selektive Versuchslese mit Ermittlung der Erträge wie in 2.3.1.3 beschrieben. Die Mostgewichte der gesunden Fraktion wurden ermittelt wie in 2.3.1.2 beschrieben.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Einfluss klimatischer Faktoren auf die Rebentwicklung

3.1.1 Phänologie pilzwiderstandsfähiger Rebsorten

3.1.1.2 Phänologische Entwicklung am Standort Remich

BBCH	Cabernet blanc	Cabertin	Calardis blanc	Johanniter	Villar	Muscaris	Pinotin	Sauvignac	Solaris	Souvignier gris	Divico	Helios	Bronner	Cabaret noir	Rivaner	Pinot noir
01	92	91	92	93	92	83	97	89	85	89	89	100	92	97	90	90
03	110	97	100	100	109	89	112	96	91	95	92	117	102	106	97	97
5	118	105	105	105	120	92	119	102	101	103	101	121	110	119	105	109
07	122	117	117	118	125	104	124	111	117	117	110	123	120	122	119	121
09	124	122	123	122	129	118	128	120	122	121	120	129	123	126	122	122
11	128	127	133	128	140	124	130	124	127	126	128	133	128	129	128	128
12	136	129	140	131	146	129	133	129	131	132	131	143	135	136	132	131
13	142	133	144	140	149	132	141	133	134	136	136	150	142	142	138	138
14	150	140	150	148	152	140	148	138	139	141	143	152	148	149	144	144
15	152	148	152	151	154	150	153	142	149	152	148	156	151	154	151	151
16	155	153	155	154	156	152	156	148	152	155	151	158	154	156	154	155
17	157	156	159	157	159	155	159	153	157	158	154	159	157	158	156	157
18	160	159	160	159	161	157	161	157	160	161	157	161	159	160	158	159
19	162	162	162	162	163	158	163	160	162	164	160	163	161	162	161	161
53	156	156	156	156	157	152	157	155	155	156	152	158	156	158	156	156
55	160	159	159	159	161	157	161	158	158	159	158	161	159	161	159	159
57	167	166	163	165	164	163	166	165	162	165	163	165	163	165	166	167
61	169	169	166	169	169	166	169	167	166	167	166	170	166	167	169	169
63	170	170	169	170	171	169	171	169	168	169	167	171	169	169	170	170
65	171	171	170	171	172	170	172	171	169	171	169	173	170	171	171	171
68	172	172	171	173	176	171	175	172	171	172	170	177	171	173	173	172
69	175	174	172	175	177	171	176	174	172	175	171	179	172	175	175	174
71	178	177	175	176	178	173	178	177	175	176	172	180	175	177	177	176
73	182	181	180	178	180	178	181	178	178	178	177	183	177	179	180	179
75	198	191	192	191	188	188	197	186	183	186	183	194	183	191	191	193
77	221	207	213	193	212	198	213	202	193	203	212	209	191	203	212	207
79	235	223	225	205	216	214	222	219	207	213	213	220	202	213	222	221
81	236	224	236	228	218	226	223	235	212	226	214	221	226	217	223	227
83	239	226	240	233	222	232	224	238	214	228	216	224	232	220	228	233
85	241	233	244	235	226	234	226	240	216	235	219	227	234	223	233	236
89	256	249	249	249	242	242	249	249	228	242	235	242	242	242	251	251

Abbildung 7: Erreichen der verschiedenen phänologischen Entwicklungsstadien, dargestellt als Tag des Jahres, in den untersuchten PIWI Sorten im Vergleich zu den traditionellen Sorten Rivaner und Pinot noir im Jahr 2021. Sorten mit einem frühen Erreichen der jeweiligen Stadien sind grün unterlegt, Sorten mit einem späten Erreichen rot.

BBCH	Cabernet blanc	Cabertin	Calardis blanc	Johanniter	Villar	Muscaris	Pinotin	Sauvignac	Solaris	Souvignier gris	Divico	Helios	Bronner	Cabaret noir	Rivaner	Pinot noir
01	89	89	87	84	87	81	93	84	87	87	84	93	88	89	88	87
03	96	100	91	87	93	83	100	87	89	90	87	96	91	96	95	93
5	106	103	102	100	103	86	108	99	100	102	100	112	105	103	106	105
07	112	108	108	105	112	103	112	104	107	105	106	116	108	106	110	110
09	116	112	113	110	117	107	117	107	110	108	113	120	114	113	114	114
11	120	117	120	117	124	116	121	112	120	119	124	119	119	119	121	120
12	123	121	123	119	126	120	124	117	123	124	120	126	121	124	123	123
13	126	123	126	124	127	123	126	120	125	127	123	128	124	127	125	126
14	128	126	129	126	128	125	127	123	127	129	125	131	127	128	127	128
15	130	128	132	128	129	127	129	125	129	131	127	136	129	129	129	129
16	136	130	136	131	132	129	135	128	131	136	129	137	131	131	132	131
17	137	135	138	135	136	131	138	131	136	137	132	140	137	135	136	135
18	140	142	143	137	137	135	145	134	137	140	136	145	142	137	139	137
19	144	145	145	144	144	137	149	138	140	145	140	150	142	142	141	148
53	129	128	124	128	129	123	129	123	123	129	124	132	124	129	128	128
55	138	137	132	137	137	129	142	129	132	132	129	142	134	132	138	131
57	151	149	141	150	146	141	153	142	140	144	142	150	142	145	149	148
61	154	154	149	153	154	148	156	150	147	145	146	157	149	150	154	153
63	156	155	152	155	155	151	158	151	149	153	147	159	152	153	156	155
65	159	156	154	157	157	154	159	153	152	154	151	161	154	156	158	158
68	162	159	156	160	158	156	160	156	155	156	155	163	156	158	160	159
69	165	162	158	161	160	157	162	158	157	159	156	165	158	160	162	160
71	170	166	162	162	162	159	166	162	161	162	159	166	161	162	165	162
73	172	171	165	165	165	165	169	164	165	165	164	168	164	165	168	166
75	179	179	174	171	172	172	178	171	171	172	175	175	171	175	175	177
77	207	197	194	179	198	191	195	192	187	191	195	198	190	193	198	194
79	220	213	210	194	215	208	203	211	195	214	204	208	205	207	207	211
81	221	214	211	213	216	215	204	216	196	215	209	212	208	212	219	219
83	225	215	213	215	219	215	212	218	198	216	211	211	217	212	221	223
85	227	218	215	218	223	219	217	222	205	218	214	215	219	215	223	226
89	228	219	228	228	-7807	228	228	228	219	228	228	228	228	219	228	228

Abbildung 8: Das Erreichen der verschiedenen phänologischen Entwicklungsstadien, dargestellt als Tag des Jahres, in den untersuchten PIWI Sorten im Vergleich zu den traditionellen Sorten Rivaner und Pinot noir im Jahr 2022. Sorten mit einem frühen Erreichen der jeweiligen Stadien sind grün unterlegt, Sorten mit einem späten Erreichen rot.

BBCH	Cabernet blanc	Cabertin	Calardis blanc	Johanniter	Villaris	Muscaris	Pinotin	Sauvignac	Solaris	Souvignier gris	Divico	Helios	Bronner	Cabaret noir	Rivaner	Pinot noir
01	86	88	86	85	88	81	88	86	82	84	86	88	86	86	86	83
03	105	96	96	87	100	85	105	100	85	86	88	106	100	100	88	87
5	108	107	105	105	110	96	110	105	96	100	105	112	105	108	105	103
07	113	113	112	113	120	107	117	112	107	107	112	117	113	114	112	108
09	120	119	117	119	122	113	120	123	114	114	117	122	119	119	119	117
11	126	123	126	124	127	122	124	126	124	122	124	126	124	126	124	123
12	128	127	129	127	130	124	127	129	127	125	127	129	127	129	126	126
13	130	130	133	130	135	127	130	133	130	128	130	135	130	132	128	128
14	135	135	137	135	142	130	137	137	137	132	134	139	135	134	134	135
15	139	139	142	140	145	137	142	141	142	137	138	141	139	139	139	138
16	145	145	146	145	148	140	145	145	145	145	142	146	142	142	141	140
17	149	150	150	151	150	145	150	145	147	147	146	150	148	149	146	144
18	152	155	155	156	155	147	156	148	149	149	148	156	152	151	148	148
19	156	158	158	158	158	149	160	150	150	156	151	158	156	155	155	152
53	135	135	133	135	135	130	137	133	129	133	131	133	133	134	134	133
55	142	142	141	142	142	139	144	140	134	140	139	141	140	142	141	141
57	160	160	158	160	160	157	161	158	150	158	158	159	158	158	158	157
61	163	163	160	162	162	159	163	159	158	160	159	163	160	161	162	162
63	164	164	162	164	164	160	164	160	159	162	160	165	162	162	164	164
65	165	165	163	165	165	162	165	162	160	164	162	166	163	164	165	165
68	167	167	165	167	166	164	167	164	164	165	164	168	164	165	166	166
69	169	168	167	168	167	165	168	165	165	166	165	169	165	167	168	168
71	173	171	170	170	169	168	171	168	166	168	166	171	167	170	171	170
73	176	175	172	172	171	170	172	170	169	169	171	175	169	172	172	171
75	184	184	177	176	176	174	184	175	173	173	174	180	172	177	176	177
77	219	191	193	184	207	184	199	187	183	182	199	192	187	184	198	191
79	222	206	204	204	209	204	203	206	200	203	205	204	205	211	211	206
81	223	207	215	214	210	217	208	218	201	215	206	211	216	212	212	220
83	226	210	219	218	213	220	212	220	203	219	210	214	219	215	216	226
85	231	214	228	220	215	221	216	221	205	222	214	219	223	218	219	229
89	235	228	235	235	228	235	235	235	228	235	228	235	235	235	240	240

Abbildung 9: Das Erreichen der verschiedenen phänologischen Entwicklungsstadien, dargestellt als Tag des Jahres, in den untersuchten PIWI Sorten im Vergleich zu den traditionellen Sorten Rivaner und Pinot noir im Jahr 2023. Sorten mit einem frühen Erreichen der jeweiligen Stadien sind grün unterlegt, Sorten mit einem späten Erreichen rot.

BBCH	Cabernet blanc	Cabertin	Calardis blanc	Johanniter	Villaris	Muscaris	Pinotin	Sauvignac	Solaris	Souvignier gris	Divico	Helios	Bronner	Cabaret noir	Sauvitage	Rivaner	Pinot noir
01	80	81	76	75	76	74	80	76	73	77	78	79	79	81	79	77	78
03	90	92	80	78	80	78	90	81	76	79	81	92	81	85	80	80	81
5	95	95	87	89	92	82	94	87	81	87	91	97	87	95	86	91	95
07	98	97	95	95	97	94	98	96	92	96	96	100	97	98	95	95	98
09	102	100	100	98	100	96	103	98	96	98	98	104	102	103	98	98	102
11	115	106	108	102	118	103	110	102	103	105	115	116	105	108	103	102	108
12	120	112	119	104	120	116	118	104	115	117	119	121	118	118	110	104	120
13	122	121	121	120	124	119	122	119	120	121	121	125	121	121	118	117	122
14	127	126	125	122	130	121	128	122	122	124	124	133	125	126	121	124	129
15	131	133	131	131	133	126	133	127	126	131	130	136	128	133	126	126	135
16	136	137	135	136	137	133	137	130	136	138	135	140	136	136	130	132	138
17	139	141	138	138	140	137	140	136	138	141	137	146	138	140	135	136	141
18	141	148	140	141	146	139	151	138	141	148	139	153	142	145	138	139	148
19	148	151	148	148	150	142	154	140	148	151	141	155	150	151	141	146	150
53	128	128	125	125	126	123	128	123	124	129	125	128	125	128	122	124	130
55	139	143	137	141	143	138	143	137	135	141	135	146	141	140	141	138	144
57	158	158	154	158	154	154	158	153	150	155	154	168	155	156	154	154	158
61	166	163	157	165	162	160	166	157	157	166	160	171	158	163	157	165	163
63	168	166	160	167	165	166	169	160	160	168	164	173	160	166	160	167	167
65	170	168	163	169	167	168	171	163	163	170	166	174	163	168	163	168	169
68	173	170	165	171	169	170	173	167	167	172	167	177	166	170	165	172	171
69	175	173	167	172	170	173	175	169	170	174	169	180	168	173	166	173	173
71	181	181	170	174	174	176	178	171	175	177	170	183	170	177	170	177	175
73	184	184	181	180	181	181	181	180	181	181	180	193	180	180	181	182	181
75	194	193	189	185	193	189	193	184	194	194	184	206	184	193	183	185	193
77	211	206	206	199	206	203	210	204	204	205	206	216	200	206	205	206	205
79	230	215	223	203	213	211	212	219	207	219	210	217	206	211	223	216	217
81	231	216	224	220	214	224	213	224	208	229	211	219	223	212	224	217	229
83	236	221	227	222	217	227	221	229	210	233	217	223	225	219	227	221	233
85	239	226	230	224	220	230	224	233	213	236	220	223	229	222	230	223	236
89	247	233	240	240	240	247	240	247	226	247	240	247	240	233	240	238	245

Abbildung 10: Das Erreichen der verschiedenen phänologischen Entwicklungsstadien, dargestellt als Tag des Jahres, in den untersuchten PIWI Sorten im Vergleich zu den traditionellen Sorten Rivaner und Pinot noir im Jahr 2024. Sorten mit einem frühen Erreichen der jeweiligen Stadien sind grün unterlegt, Sorten mit einem späten Erreichen rot.

Abbildung 7 bis Abbildung 10 verdeutlichen, dass sich die Sorten in ihrer Entwicklung unterscheiden. Die Sorten Muscaris, Solaris und Sauvignier gris zeigen in allen Jahren einen sehr frühen Austrieb. Die Reife von Solaris tritt ebenfalls sehr früh auf, während Muscaris und Sauvignier gris je nach Jahrgang einen mittleren bis späten Reifebeginn zeigen. Bei Cabernet blanc ist auffällig, dass die Sorte ab der Infloreszenzentwicklung alle Stadien sehr spät erreicht, insbesondere die Reifephase, in allen 4 Jahren.

3.1.1.2 Ergebnisse der Phänologie-Modellierung basierend auf dem PIWI-Phänologie-Netzwerk

Cultivar specific temperature sum thresholds for the different phenological stages

BBCH	Cabernet blanc	Cabernet Cortis	Cabertin	Calardis blanc	Johanniter	Monarch	Muscaris	Pinotin	Regent	Sauvignac	Solaris	Souvignier gris	Divico	Müller-Thurgau	Pinot noir	Riesling
01	-28	-37	-23	-30	-33	-30	-34	-23	-31	-30	-36	-35	-33	-34	-31	-27
03	-21	-30	-18	-23	-29	-27	-29	-18	-25	-23	-30	-29	-26	-27	-24	-20
05	-15	-24	-15	-18	-25	-22	-25	-12	-22	-18	-25	-22	-21	-21	-19	-16
07	-7	-14	-7	-12	-18	-16	-19	-5	-15	-12	-17	-13	-15	-15	-13	-8
09	-1	-7	3	-3	-7	-5	-13	3	-5	-6	-10	-6	-7	-6	-6	0
11	11	5	14	13	6	12	1	15	9	5	5	4	5	3	4	13
12	22	17	25	24	15	24	12	26	21	15	15	14	15	12	12	23
13	33	28	38	37	29	36	20	41	32	26	27	25	25	22	25	33
14	50	43	53	55	46	53	34	53	52	41	45	41	38	35	39	48
15	65	60	73	78	68	70	51	73	71	55	59	63	50	52	56	67
16	88	84	100	103	92	89	65	100	92	72	78	92	67	71	76	89
17	111	109	123	130	112	109	86	128	114	95	102	112	93	96	97	108
18	133	133	150	154	139	130	106	157	137	118	121	136	113	119	119	128
19	155	162	176	179	166	150	128	182	162	139	146	162	144	144	145	152
53	74	46	92	67	65	55	45	96	65	61	48	54	45	51	56	75
55	125	97	145	118	123	109	101	153	124	110	88	104	73	109	101	130
57	200	158	212	176	199	169	163	217	187	186	140	175	154	182	179	196
61	247	207	248	211	231	223	203	250	222	227	195	223	201	230	225	251
63	261	220	260	231	246	252	223	265	246	242	212	241	219	246	244	267
65	275	233	271	247	267	265	244	277	269	256	228	256	237	262	264	281
68	295	264	292	265	286	283	262	292	289	272	248	270	252	278	278	297
69	317	281	314	284	305	296	276	317	320	287	266	285	264	292	296	317
71	348	304	345	312	321	336	298	346	347	311	287	305	283	318	319	342
73	391	359	385	358	350	366	343	382	380	351	327	352	333	361	361	383
75	472	426	462	433	408	451	403	464	457	412	389	422	382	424	428	473
77	617	476	544	515	479	528	492	554	515	492	451	506	490	520	503	522
79	757	577	683	660	574	628	600	678	629	637	544	618	555	628	603	606
81	815	663	721	772	726	686	737	697	679	764	604	763	601	730	775	859
83	860	727	771	823	780	772	792	756	761	823	659	817	679	775	835	894
85	889	787	812	864	817	836	828	803	808	857	705	861	748	816	875	928
89	972	879	879	972	908	926	908	945	880	961	797	951	883	928	960	1012

Abbildung 11: Heat map of the average CDD_{10,20,30} values relative to BBCH 09 in Riesling until the respective BBCH stage was reached in the 16 cultivars of investigation. Negative values indicate that the respective BBCH stage has been reached prior to BBCH 09 in Riesling. In each BBCH stage, the cultivar with the lowest CDD_{10,20,30} value (=earliest development) is depicted in green and the cultivar with the highest CDD_{10,20,30} value (=latest development) in red. Intermediate values are presented in graduated colours between dark green and dark red.

Abbildung 11 shows the average CDD10,20,30 threshold values relative to BBCH 09 in Riesling for the different cultivars. On average, the lowest CDD10,20,30 value for BBCH 09 was recorded for Muscaris (-13) and the highest for Pinotin (3). The lowest CDD10,20,30 value for BBCH 61 was observed for Solaris (195). Divico showed the lowest CDD10,20,30 value for BBCH 81 (601), Solaris for BBCH 89 (797). For all those three stages highest values were observed for Riesling (BBCH 61: 251, BBCH 81: 859, BBCH 89: 1012). **Abbildung 12** displays graphically the differences between the different cultivars in CDD10,20,30 values for the respective stages.

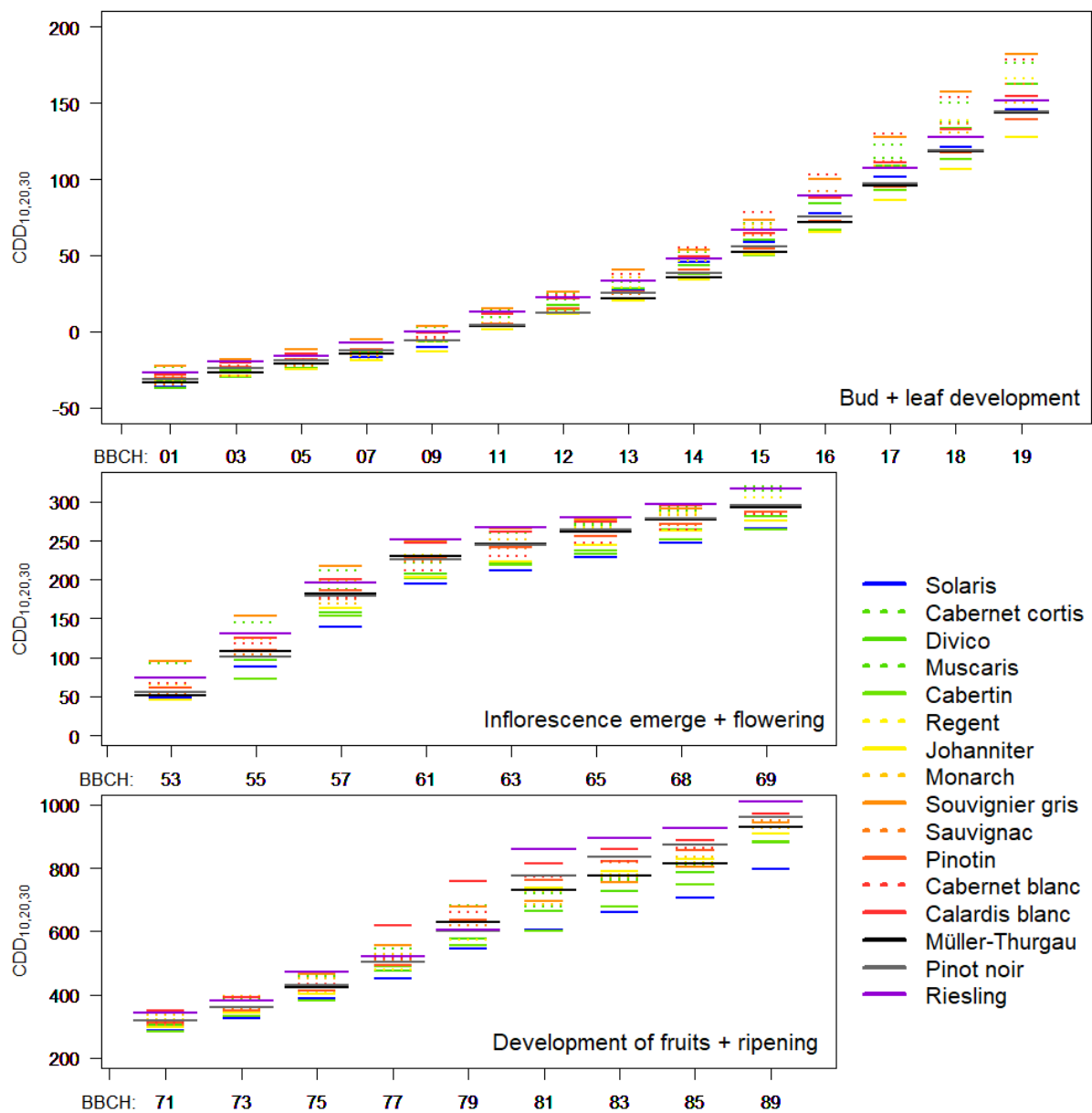


Abbildung 12: CDD_{10,20,30} values relative to BBCH 09 in Riesling until the respective BBCH stage was reached in the 16 cultivars of investigation. Upper graph: bud and leaf development, middle: inflorescence emerge and flowering, lower graph: development of fruits and ripening.

BBCH	Cabernet blanc	Cabernet Cortis	Cabertin	Calardis blanc	Johanniter	Monarch	Muscaris	Pinotin	Regent	Sauvignac	Solaris	S. gris	Divico	Müller-Thurgau	Pinot noir	Riesling	Average
01	2.7	2.1	2.7	2.8	2.6	2.7	2.0	2.7	3.3	2.6	2.0	2.5	2.7	2.5	2.5	2.5	2.6
03	2.3	2.2	2.5	2.5	2.7	2.6	2.5	2.4	3.2	2.8	2.4	2.5	2.6	2.3	2.6	2.1	2.5
05	2.1	1.8	2.2	2.2	2.5	2.0	2.5	2.1	3.3	2.3	2.0	2.0	2.6	2.1	2.1	2.0	2.2
07	1.2	1.5	1.6	2.1	2.1	2.1	2.1	1.3	2.4	1.6	1.9	1.7	2.2	1.9	2.0	1.5	1.8
09	0.8	1.4	1.7	1.3	1.3	0.9	1.9	1.1	1.5	1.0	1.6	1.0	1.7	1.1	1.2	0.0	1.2
11	1.6	1.9	2.3	1.6	1.4	1.4	0.6	1.9	2.8	1.5	1.5	1.0	1.6	1.3	1.2	1.3	1.6
12	1.8	2.3	2.3	2.1	1.9	1.9	1.6	1.8	3.0	2.3	2.1	1.6	1.7	1.7	1.9	2.4	2.0
13	1.7	3.1	2.6	2.8	2.2	2.5	2.0	2.4	2.7	2.7	2.5	2.0	1.9	1.8	2.1	2.6	2.4
14	1.7	4.0	2.2	3.1	2.9	2.5	2.2	2.8	2.4	2.9	3.8	2.0	2.8	2.3	2.8	2.7	2.7
15	2.0	3.6	2.8	3.0	2.0	2.8	2.4	2.3	1.6	2.8	3.2	2.9	3.6	2.5	3.1	2.9	2.7
16	2.7	3.6	3.2	3.8	2.6	4.0	2.4	2.1	2.3	3.4	3.7	2.9	4.9	2.9	3.6	3.6	3.2
17	2.7	3.9	3.3	3.6	3.6	4.8	3.5	3.6	3.4	3.3	4.2	2.7	5.2	3.0	4.1	3.8	3.7
18	3.3	4.8	4.4	4.6	5.1	6.2	3.8	5.0	3.3	3.2	4.5	3.3	5.2	3.4	3.9	4.1	4.3
19	4.8	5.6	4.4	4.1	5.2	7.1	4.6	5.0	4.0	4.0	5.0	4.6	4.2	4.7	4.7	5.2	4.8
53	5.9	5.1	5.8	7.5	3.5	3.9	4.8	5.4	3.4	5.2	5.2	4.9	6.1	4.9	5.4	4.5	5.1
55	6.4	9.6	5.7	5.9	4.5	4.4	5.7	5.4	5.5	6.2	5.7	5.5	5.1	6.0	7.4	4.6	5.8
57	4.9	8.7	4.7	6.8	7.2	9.4	7.3	4.7	8.4	4.5	5.3	6.2	9.3	4.9	7.3	5.6	6.6
61	4.1	5.0	3.9	5.3	4.5	6.1	4.8	4.5	8.2	4.7	3.8	5.3	6.6	4.3	7.0	3.7	5.1
63	4.2	7.4	4.1	4.8	4.2	4.9	4.7	4.3	6.4	4.9	3.9	4.4	4.6	4.1	4.9	3.6	4.7
65	4.2	7.2	4.1	4.7	4.3	5.2	4.7	4.6	5.3	4.8	4.7	5.3	4.7	4.1	4.9	3.7	4.8
68	5.2	6.6	5.2	5.6	5.1	4.2	4.5	5.0	5.7	4.5	5.2	5.4	5.1	5.4	5.5	4.0	5.1
69	6.5	6.0	6.4	6.4	5.1	4.1	4.9	6.7	8.0	4.6	5.0	4.9	5.7	4.9	5.5	5.0	5.6
71	7.9	6.6	7.6	7.4	5.2	3.9	6.1	7.6	8.7	5.0	5.1	5.4	5.4	6.0	5.9	6.0	6.2
73	8.4	8.2	7.0	6.8	5.9	5.6	6.4	7.6	8.2	7.9	6.5	8.4	6.0	7.1	7.8	7.4	7.2
75	6.1	8.1	5.8	6.2	5.4	10.5	6.2	5.3	8.1	6.4	6.9	9.4	7.4	7.9	9.4	8.1	7.3
77	17.7	9.1	7.7	8.7	11.0	10.0	9.0	8.7	11.4	7.0	8.1	13.3	17.6	11.8	11.5	14.1	11.1
79	16.6	14.6	10.1	14.1	11.9	8.3	14.1	9.4	5.2	14.6	11.9	18.7	17.8	11.8	15.6	19.2	13.4
81	9.8	9.8	8.2	6.2	9.4	8.4	12.2	7.8	8.3	9.5	9.0	11.0	18.5	10.2	15.2	9.0	10.2
83	7.6	10.0	9.1	8.8	9.8	8.6	8.1	7.9	12.0	7.5	11.6	11.5	17.4	10.2	11.5	9.4	10.0
85	8.3	10.3	9.8	9.4	12.4	11.3	9.5	11.4	9.3	9.4	12.5	10.3	10.6	11.2	11.6	11.0	10.5
89	10.9	16.3	12.7	13.9	12.4	13.8	11.4	13.3	14.9	11.6	16.0	12.7	17.3	14.0	12.9	9.4	13.3
Average	5.4	6.1	5.0	5.4	5.2	5.4	5.1	5.0	5.7	5.0	5.4	5.7	6.7	5.2	6.0	5.3	5.5

Abbildung 13: Heat map of the normalized standard deviation at 15°C (SD_{15°C}) in the 16 cultivars in the different stages as well as on average of all stages. Over all stages and cultivars, the cultivar*stage combination with the lowest SD_{15°C} value (=lowest deviation) is depicted in green and the cultivar*stage combination with the highest value (=highest deviation) in red. Intermediate values are presented in graduated colours between dark green and dark red.

Lowest SD_{15°C} values (except BBCH 09 for Riesling as reference) were observed in case of all stage * cultivar combinations for Muscaris at BBCH 11 (0.6 = 0.6 days at 15°C) and highest for Riesling at BBCH 79 (19.2). On average of all cultivars, lowest SD_{15°C} values were recorded for BBCH 09 (1.2) and highest for BBCH 79 (13.4). On average of all stages, the lowest SD_{15°C} values were observed in Sauvignac (5.0) and the highest in Divico (6.7), with 5.5 being the average SD_{15°C} value over all 16 cultivars (Abbildung 13).

3.1.2 Modellierung des Mostgewichtes

Erste Auswertungen zeigen, dass sich das Mostgewicht beim Riesling in Abhängigkeit von der Temperatursumme nach der Rebblüte (BBCH 68) simulieren lassen (Abbildung 14).

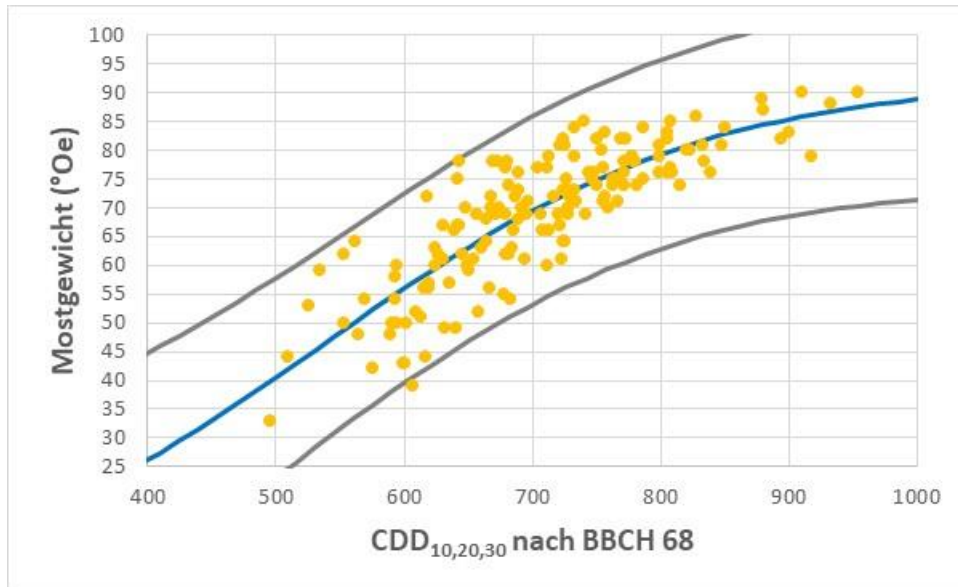


Abbildung 14: Entwicklung des Mostgewichtes in den Jahren 1996 bis 2020 beim Riesling in Abhängigkeit von der Temperatursumme $CDD_{10,20,30}$ nach BBCH 68 und angepasste sigmoidale Kurve. Blaue Linie= angepasste Kurve, graue Linie= 5%- und 95%-Konfidenz-Band.

Die sigmoidale Kurve vom Typ $y = a / (1 + e^{-((x-x_0)/b)})$ zeigte eine gute Anpassung an die Beobachtungsdaten ($R^2 = 0.9017$). Folgende Parameter wurden ermittelt:

x_0 (Wendepunkt der sigmoidalen Kurve)= 537,8

a (Maximalwert der Kurve, d.h. das maximale Mostgewicht der Rebsorte)= 92,9

b (die Steigung der Kurve im Wendepunkt)= 148,2

In der Zukunft sollen die Auswertungen ausgeweitet werden. Mittelfristiges Ziel ist es, darüber hinaus eine Plattform für die Simulation des Reifeverlaufes auf Basis der Temperaturbedingungen zu erstellen.

3.1.3 Future yields in Riesling

The yield prediction is based on the model presented by Molitor and Keller (2016). The simulated Riesling yield according to the different representative concentration pathways is illustrated in the following Abbildung 15 to Abbildung 17.

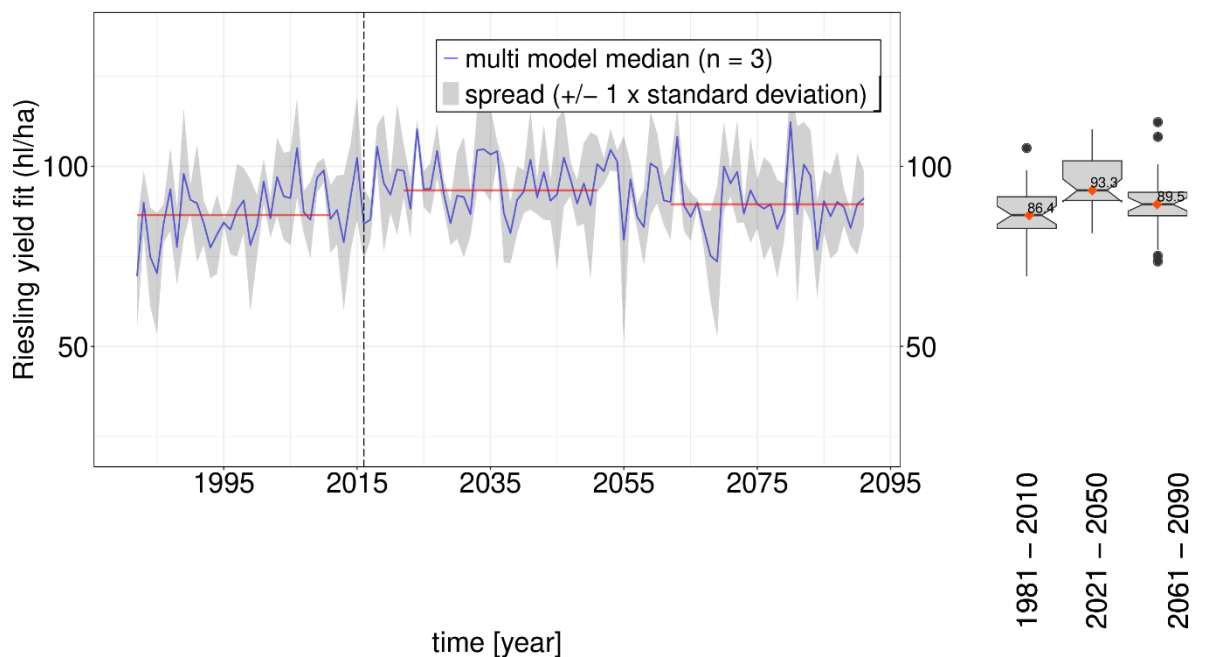


Abbildung 15: Simulated Riesling yield (multi model medians) for RCP 2.6. Multi model medians. Spread is indicated in grey with +/- standard deviation. Averages for three time slices are given as box plots.

Assuming RCP 2.6 relatively stable yields in the Luxembourgish grapegrowing region are simulated. Simulated yield averages in the 30-year time slices range between 86.4 hl/ha in the past (1981-2010), 93.3 hl/ha in the present (2021-2050) and 89.5 hl/ha in the future (2061-2090 (Abbildung 15).

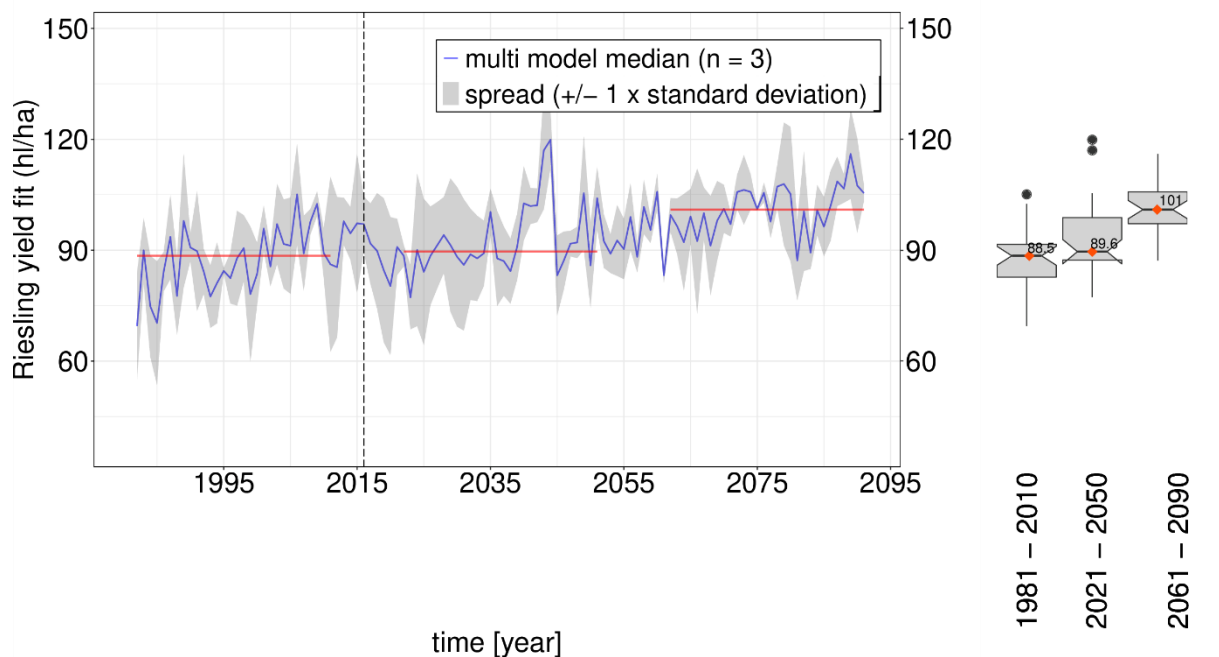


Abbildung 16: Simulated Riesling yield (multi model medians) for RCP 4.5. Multi model medians. Spread is indicated in grey with +/- standard deviation. Averages for three time slices are given as box plots.

Assuming RCP 4.5 slightly increasing yields are simulated for the Luxembourgish grapegrowing region. Simulated yield averages in the 30-year time slices range are expected to increase from 88.6 hl/ha in the past (1981-2010), to 89.6 hl/ha in the present (2021-2050) and 101 hl/ha in the future (2061-2090) (Abbildung 16).

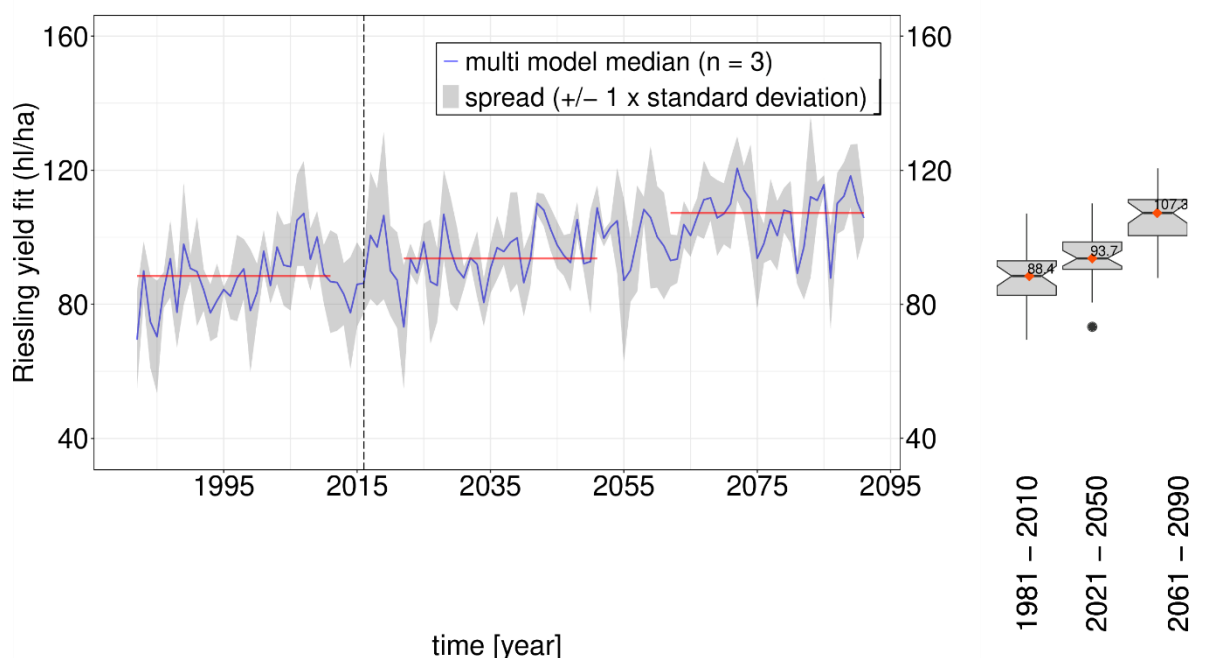


Abbildung 17: Simulated Riesling yield (multi model medians) for RCP 8.5. Multi model medians. Spread is indicated in grey with +/- standard deviation. Averages for three time slices are given as box plots.

Assuming RCP 8.5 increasing yields are simulated for the Luxembourgish grapegrowing region. Simulated yield averages in the 30-year time slices range are expected to increase from 88.4 hl/ha in the past (1981-2010), to 93.7 hl/ha in the present (2021-2050) and 107.3 hl/ha in the future (2061-2090) (Abbildung 17).

3.2 Feldversuche zu potenziellen Strategien zur Kontrolle von Sonnenbrandschäden

Tabelle 11: Zeitpunkte der Entblätterung, Sonnenbrandapplikation und letzter Boniturtermin Sonnenbrand und Botrytis in den Jahren 2021-2023.

	2021	2022	2023
Entblätterung	Früh: 28.06. Spät: 09.08.	Früh: 16.06. Spät: 11.07.	Früh: 19.06. Spät: 09.08.
Applikation	23.07. und 10.08.	11.07.	10.08.
Letzte Bonitur	Sonnenbrand: 09.09. Botrytis: 12.10.	Sonnenbrand: 12.08. Botrytis: 12.09.	Sonnenbrand: 23.08. Botrytis: 25.09.

3.2.1 Jahrgang 2021

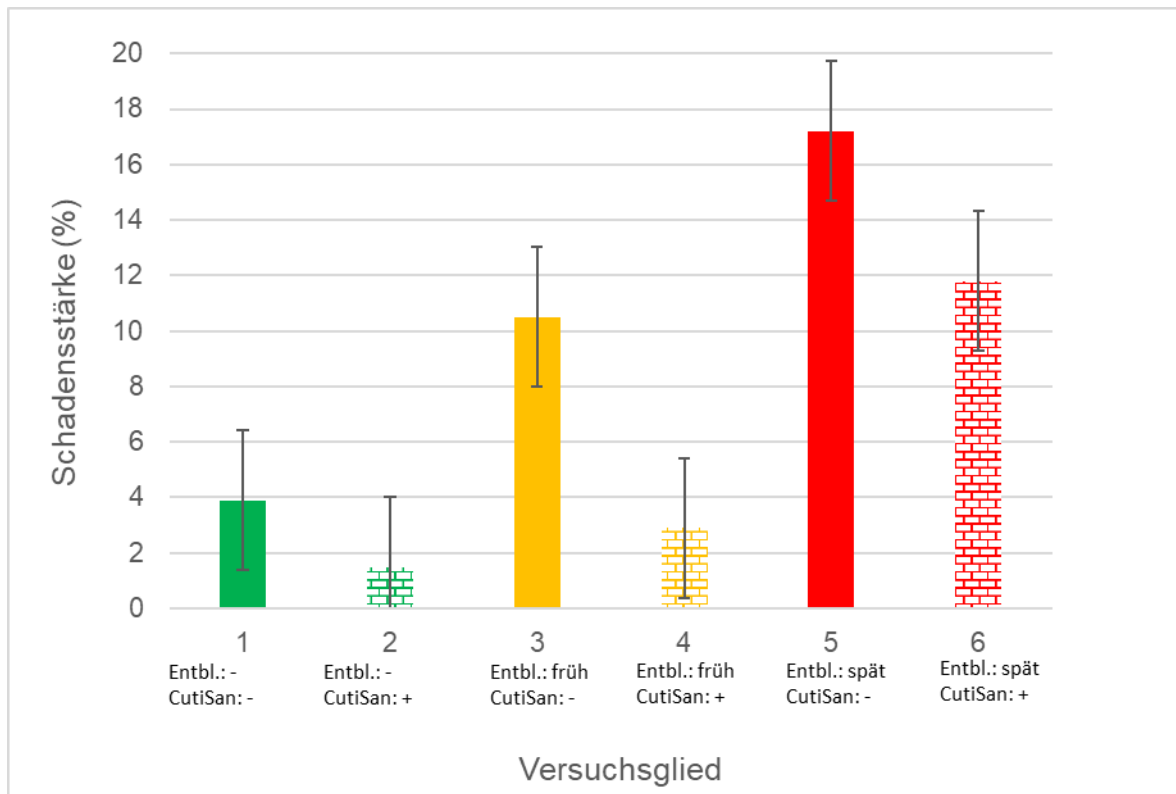


Abbildung 18: Schadensstärke von Sonnenbrand an den Trauben am 09.09.2021. Fehlerbalken = Standardfehler. Entblätterung – bedeutet keine Entblätterung, CutiSan – bedeutet keine Applikation mit CutiSan und CutiSan + bedeutet es erfolgte eine Applikation mit CutiSan.

In Tabelle 11 sind die Zeitpunkte der frühen und späten Entblätterung, der Applikation sowie das jeweilige letzte Datum von Sonnenbrand- und Botrytis Bonitur aufgezeichnet. Eine zweite Applikation mit CutiSan war nur im Jahr 2021 notwendig. Die frühe Entblätterung fand in allen Jahren Mitte bis Ende Juni statt, während die späte Entblätterung 2021 und 2023 auf denselben Tag im August fiel (09.08.), wurde 2022 schon wesentlich früher Mitte Juli entblättert (11.07.).

Im Jahr 2021 bewegte sich die Schadensstärke von Sonnenbrand an den Trauben zwischen 1,5 % (keine Entblätterung, CutiSan) und 17,2 % (spät entblättert, kein CutiSan). Die Applikation mit CutiSan konnte die Schadensstärke in allen drei Varianten verringern, jedoch zeigt sich auch klar der Einfluss der Entblätterung. So liegt die Schadensstärke bei der spät entblätterten Variante plus CutiSan mit 11,8 % leicht über der früh entblätterten Variante ohne CutiSan (10,5 %) (Abbildung 18).

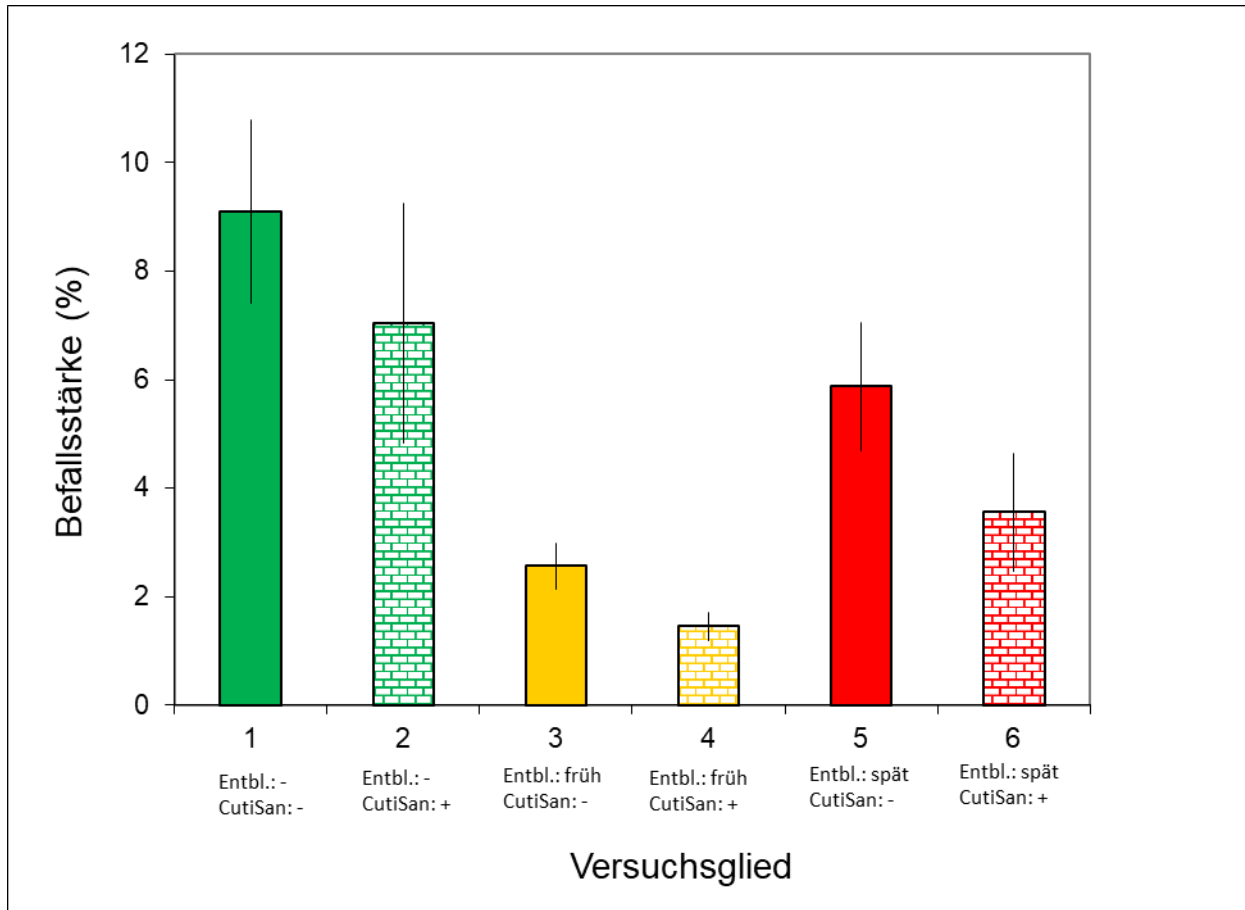


Abbildung 19: Befallsstärke von *Botrytis cinerea* an den Trauben am 07.10.2021. Fehlerbalken = Standardfehler. Entblätterung – bedeutet keine Entblätterung, CutiSan – bedeutet keine Applikation mit CutiSan und CutiSan + bedeutet es erfolgte eine Applikation mit CutiSan.

Die höchste Befallsstärke an den Trauben von *Botrytis cinerea* zeigte sich bei den nicht entblätterten Varianten (VG 1 und 2), während die geringste Befallsstärke die früh entblätterten Varianten zeigen (VG 3 und 4). Die mit CutiSan behandelten Varianten hatten einen etwas geringeren Befall. Insgesamt reichen die Befallsstärken von 1,5 % bis 9,1 % (Abbildung 19).

3.2.2 Jahrgang 2022

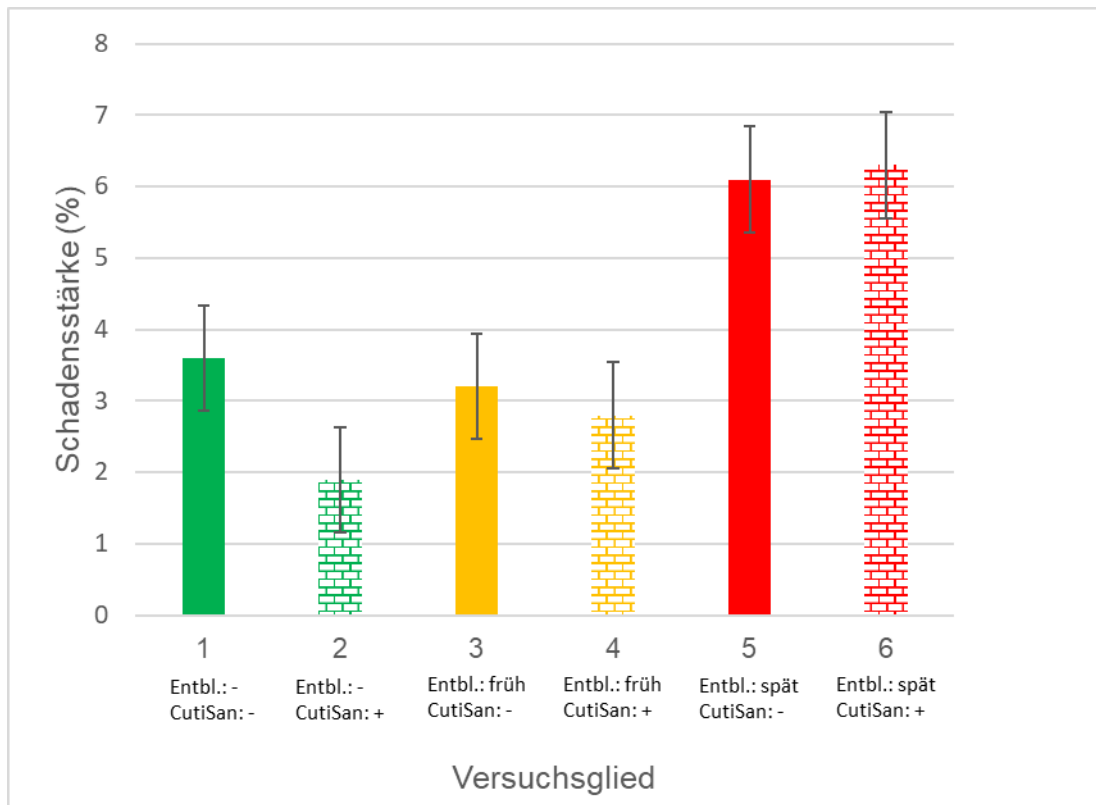


Abbildung 20: Schadensstärke von Sonnenbrand an den Trauben am 12.08.2022. Fehlerbalken = Standardfehler. Entblätterung – bedeutet keine Entblätterung, CutiSan – bedeutet keine Applikation mit CutiSan und CutiSan + bedeutet es erfolgte eine Applikation mit CutiSan.

Im Jahr 2022 bewegte sich die Schadensstärke von Sonnenbrand an den Trauben auf einem niedrigeren Niveau als 2021: zwischen 1,8 % (VG1) und 6,3 % (VG 6). Dabei zeigen sich zwischen nicht entblätterter und früh entblätterter Variante kaum Unterschiede (Abbildung 20).

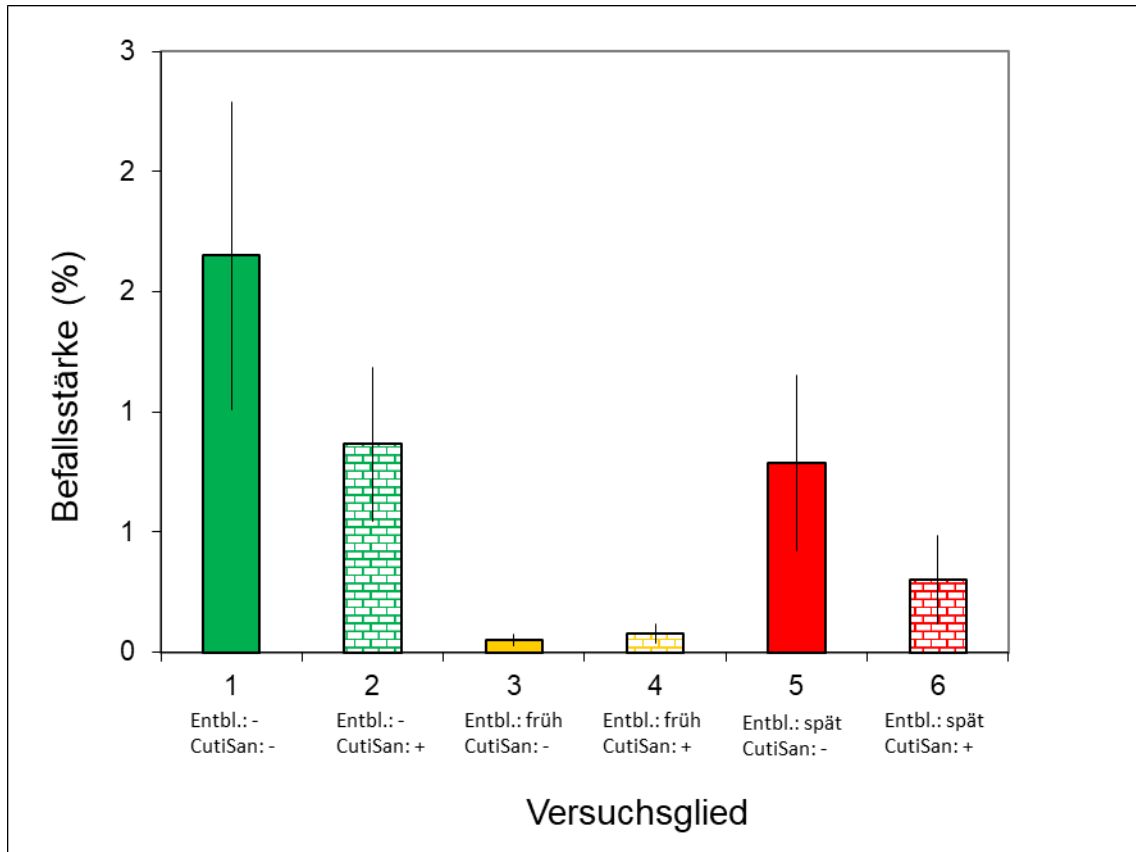


Abbildung 21: Befallsstärke von *Botrytis cinerea* an den Trauben am 12.09.2022. Fehlerbalken = Standardfehler. Entblätterung – bedeutet keine Entblätterung, CutiSan – bedeutet keine Applikation mit CutiSan und CutiSan + bedeutet es erfolgte eine Applikation mit CutiSan.

Die Befallsstärke von *Botrytis cinerea* an den Trauben im Jahr 2022 war sehr niedrig, mit maximal 1,65 % in der nicht entblätterten und unbehandelten Variante. Die früh entblätterte Variante hatte mit einer Befallsstärke unter 0,1 % fast keinen Botrytis Befall (Abbildung 21).

3.2.3 Jahrgang 2023

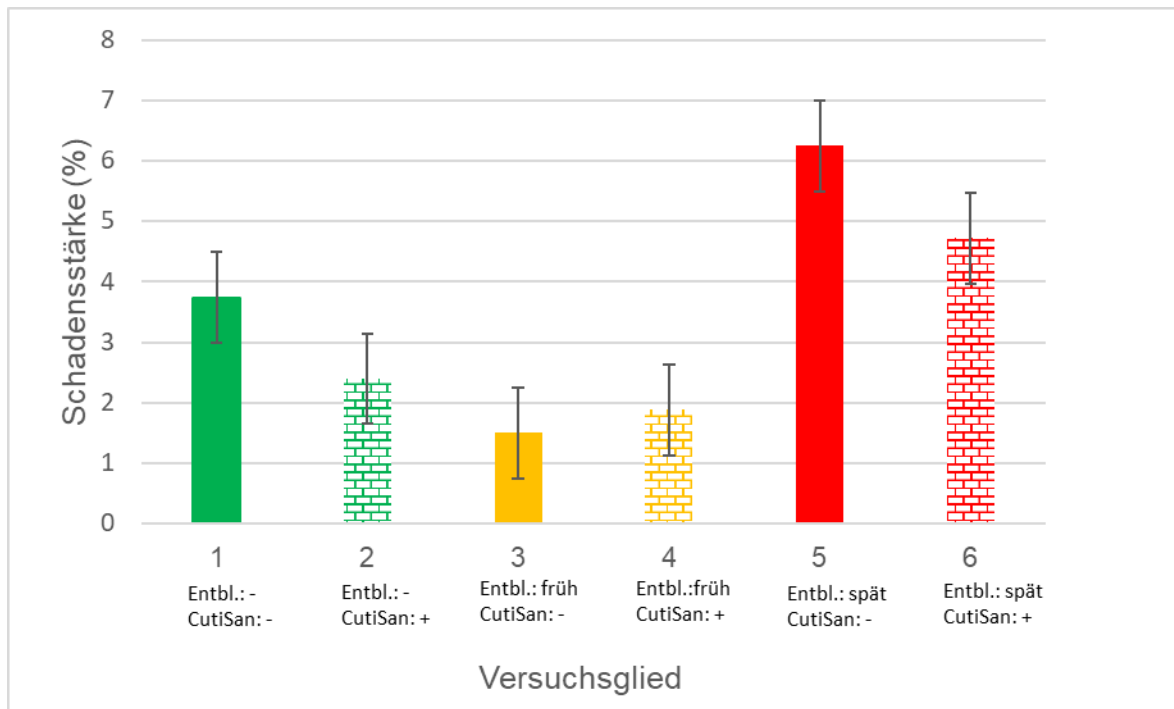


Abbildung 22: Schadensstärke von Sonnenbrand an den Trauben am 23.08.2023. Fehlerbalken = Standardfehler. Entblätterung – bedeutet keine Entblätterung, CutiSan – bedeutet keine Applikation mit CutiSan und CutiSan + bedeutet es erfolgte eine Applikation mit CutiSan.

Die Sonnenbrandschäden an den Trauben im Jahr 2023 lagen auf einem ähnlichen Niveau wie 2022. Die geringste Schadensstärke trat bei den früh entblätterten Varianten auf (1,5 % und 1,9 %), gefolgt von der nicht entblätterten Variante mit CutiSan (2,4 %). Die höchste Schadensstärke von Sonnenbrand an den Trauben war 6,3 % bei der spät entblätterten Variante ohne CutiSan Applikation (Abbildung 22).

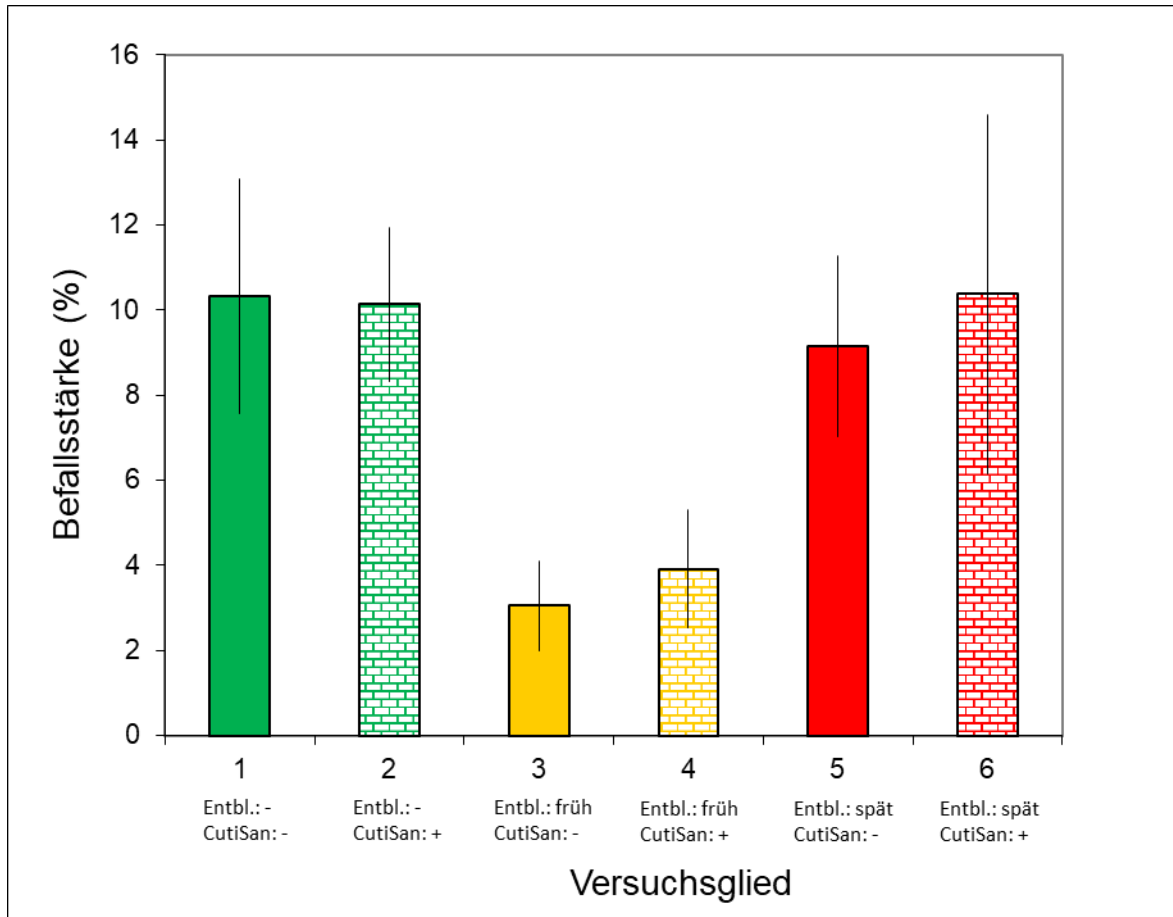


Abbildung 23: Befallsstärke von *Botrytis cinerea* an den Trauben am 25.09.2023. Fehlerbalken = Standardfehler. Entblätterung – bedeutet keine Entblätterung, CutiSan – bedeutet keine Applikation mit CutiSan und CutiSan + bedeutet es erfolgte eine Applikation mit CutiSan.

Im Jahr 2023 waren die Befallsstärken von *Botrytis cinerea* an den Trauben hoch, die höchsten Befallsstärken zeigten die nicht entblätterten sowie spät entblätterten Varianten, mit Befallsstärken von ca. 10 % (Abbildung 23). Deutlich geringere Befallsstärken zeigten sich bei den beiden früh entblätterten Varianten (3,1 % und 3,9 %).

3.3. Untersuchungen zu Auswirkungen des Erntetermins auf die Typizität von Crémants aus der Appellation d'origine protégée (AOP) - Moselle Luxembourgeoise

3.3.1 Freilanduntersuchungen

3.3.1.1 Jahrgang 2022

Tabelle 12: Stockerträge, Mostgewichte und Gesamtsäure zum Erntetermin der verschiedenen Lesezeitpunkte von Pinot gris und Auxerrois im Jahr 2022.

Versuchsglied	Erntedatum	Ertrag (kg/Rebe)	Mostgewicht (°Oe)	Gesamtsäure (g/l)
Pinot gris 1	31.08.2022	3.0	80.1	8.6
Pinot gris 2	14.09.2022	3.0	85.9	6.4
Pinot gris 3	28.09.2022	3.3	82.4	6.5
Auxerrois 1	31.08.2022	2.7	83.3	7.3
Auxerrois 2	14.09.2022	2.2	86.5	5.5
Auxerrois 3	28.09.2022	2.8	99.9	4.7

Die Erträge im Jahr 2022 bewegen sich für beide Sorten auf einem mittleren Niveau, Pinot gris hatte etwas höhere Stockerträge als der Auxerrois. Der Erntetermin scheint keinen großen Einfluss auf den Stockertrag zu haben. Das Mostgewicht nimmt mit späterem Erntetermin zu, außer beim Pinot gris hatte der zweite Termin ein höheres Mostgewicht als der dritte. Die Gesamtsäure nimmt mit späteren Lesetermin in beiden Sorten ab (Tabelle 12).

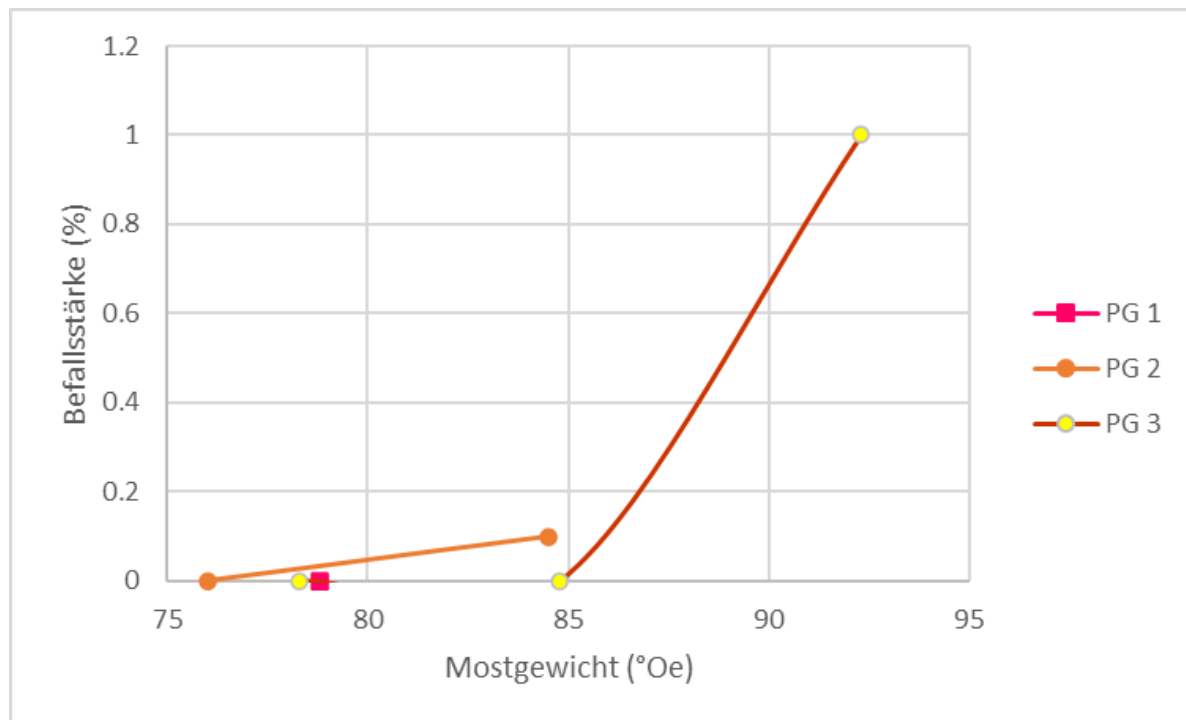


Abbildung 24: Verlauf der Befallsstärke von *Botrytis cinerea* an den Trauben in Abhängigkeit vom Mostgewicht in den drei Pinot gris Versuchsgliedern im Jahr 2022.

Die Befallsstärke von *Botrytis cinerea* an den Trauben lag 2022 auf einem sehr niedrigen Niveau, mit einer maximalen Befallsstärke von 1 % zum letzten Erntetermin und damit mit einem hohen Mostgewicht von 92,3 °Oechsle vom Pinot gris (Abbildung 24).

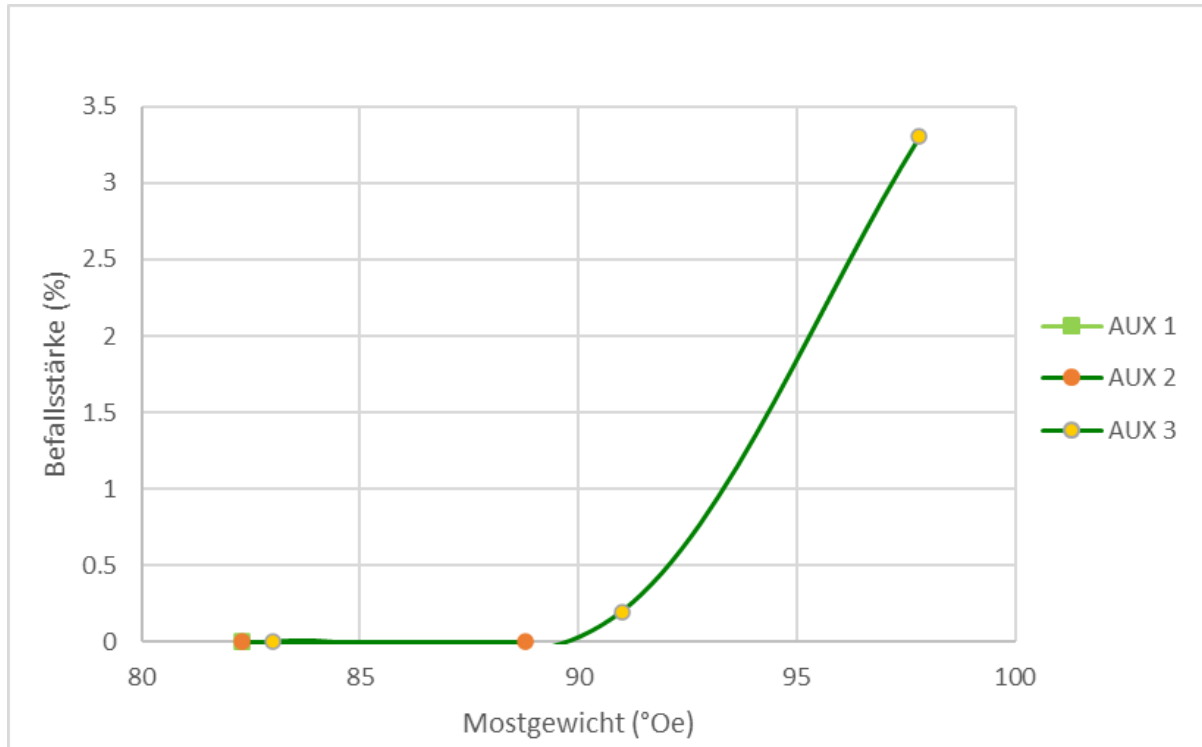


Abbildung 25: Verlauf der Befallsstärke von *Botrytis cinerea* an den Trauben in Abhängigkeit vom Mostgewicht in den drei Auxerrois Versuchsgliedern im Jahr 2022.

Die Befallsstärke von *Botrytis cinerea* an den Trauben lag 2022 auch beim Auxerrois auf einem sehr niedrigen Niveau, mit einer maximalen Befallsstärke von 3,3 % zum letzten Erntetermin (AUX 3) und damit mit einem hohen Mostgewicht von 97,8 °Oechsle (Abbildung 25).

3.3.1.2 Jahrgang 2023

Tabelle 13: Stockerträge, Mostgewichte und Gesamtsäure zum Erntetermin der verschiedenen Lesezeitpunkte von Pinot gris und Auxerrois im Jahr 2023.

Versuchsglied	Erntedatum	Ertrag (kg/Rebe)	Mostgewicht (°Oe)	Gesamtsäure (g/l)
Pinot gris 1	06.09.2023	3,4	65,9	11,1
Pinot gris 2	20.09.2023	3,0	73,4	8,5
Pinot gris 3	04.10.2023	2,5	83,1	6,1
Auxerrois 1	06.09.2023	3,5	71,7	8,7
Auxerrois 2	20.09.2023	2,6	89,1	6,6
Auxerrois 3	04.10.2023	2,4	86,7	5,6

Die Erträge im Jahr 2023 bewegen sich für beide Sorten auf einem mittleren Niveau, Pinot gris hatte etwas höhere Stockerträge als der Auxerrois. Bei beiden Sorten nimmt der Ertrag von Erntetermin zu Erntetermin etwas ab. Das Mostgewicht nimmt mit späterem Erntetermin zu, außer beim Auxerrois hatte der zweite Termin ein höheres Mostgewicht als der dritte. Die Gesamtsäure nimmt mit späteren Lesetermin in beiden Sorten ab (Tabelle 13).

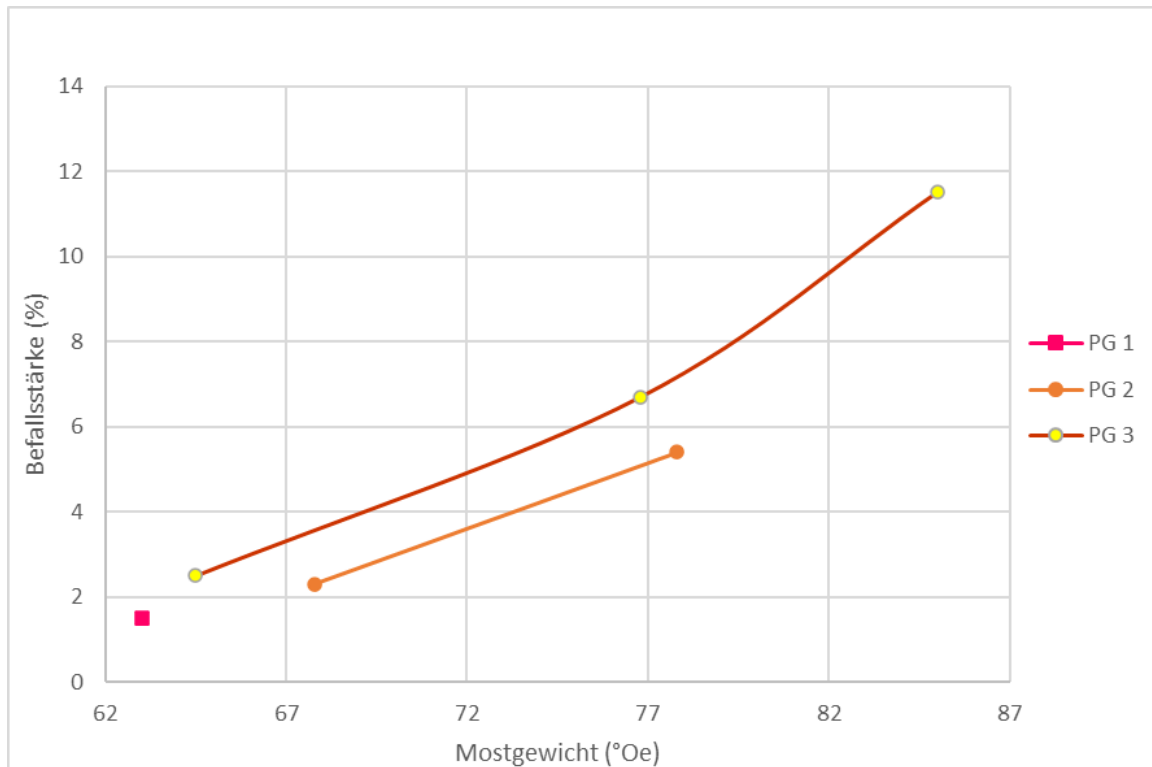


Abbildung 26: Verlauf der Befallsstärke von *Botrytis cinerea* an den Trauben in Abhängigkeit vom Mostgewicht in den drei Pinot gris Versuchsgliedern im Jahr 2023.

Die Befallsstärke von *Botrytis cinerea* an den Trauben lag 2023 zum dritten Lesetermin auf einem hohen Niveau. Während zum ersten Lesetermin alle Versuchsglieder im Pinot gris noch auf einem niedrigen Niveau von um die 2 % Befallsstärke lagen, nahm die Befallsstärke mit fortschreitendem Mostgewicht zu. Die Befallsstärke zum letzten Lesetermin (PG 3) lag bei 11,5 %, bei einem Mostgewicht von 85 °Oechsle (Abbildung 26).

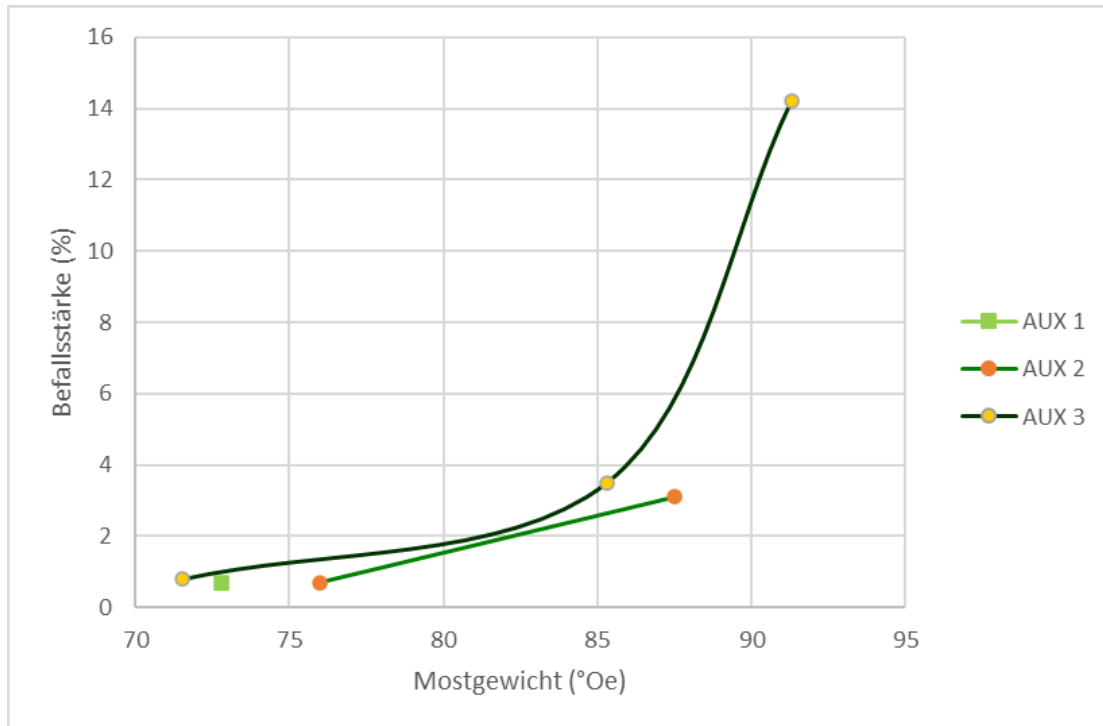


Abbildung 27: Verlauf der Befallsstärke von *Botrytis cinerea* an den Trauben in Abhängigkeit vom Mostgewicht in den drei Auxerrois Versuchsgliedern im Jahr 2023.

Die Befallsstärke von *Botrytis cinerea* an den Trauben lag 2023 zum dritten Lesetermin des Auxerrois auf einem hohen Niveau. Während zum ersten Lesetermin alle Versuchsglieder im Auxerrois noch auf einem niedrigen Niveau von um die 0,7 % Befallsstärke lagen, nahm die Befallsstärke mit fortschreitendem Mostgewicht zu. Die Befallsstärke zum letzten Lesetermin (AUX 3) lag bei 14,2 %, bei einem Mostgewicht von 91,3 °Oechsle (Abbildung 27).

3.3.2 Versuchswinausbau

3.3.2.1 Jahrgang 2022

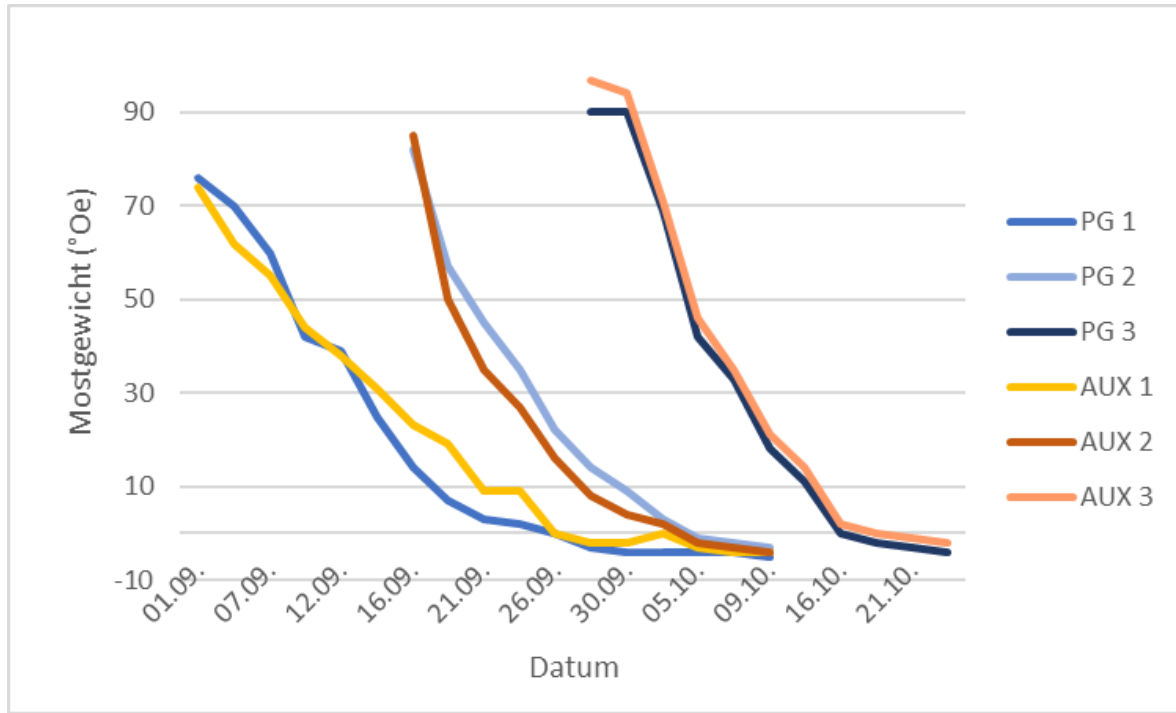


Abbildung 28: Gärverlauf der 22er Crémant Grundweine.

In Abbildung 28 ist der Gärverlauf der Crémant Grundweine 2022 dargestellt. Es zeigt sich, dass die späteren Lesetermine höhere Mostgewichte haben. Die Gärkurve der beiden Sorten ist meist sehr ähnlich, vor allem bei Termin 3 läuft die Gärung recht parallel ab. Der Pinot gris des ersten Termins hat etwas schneller gegoren als der Auxerrois.

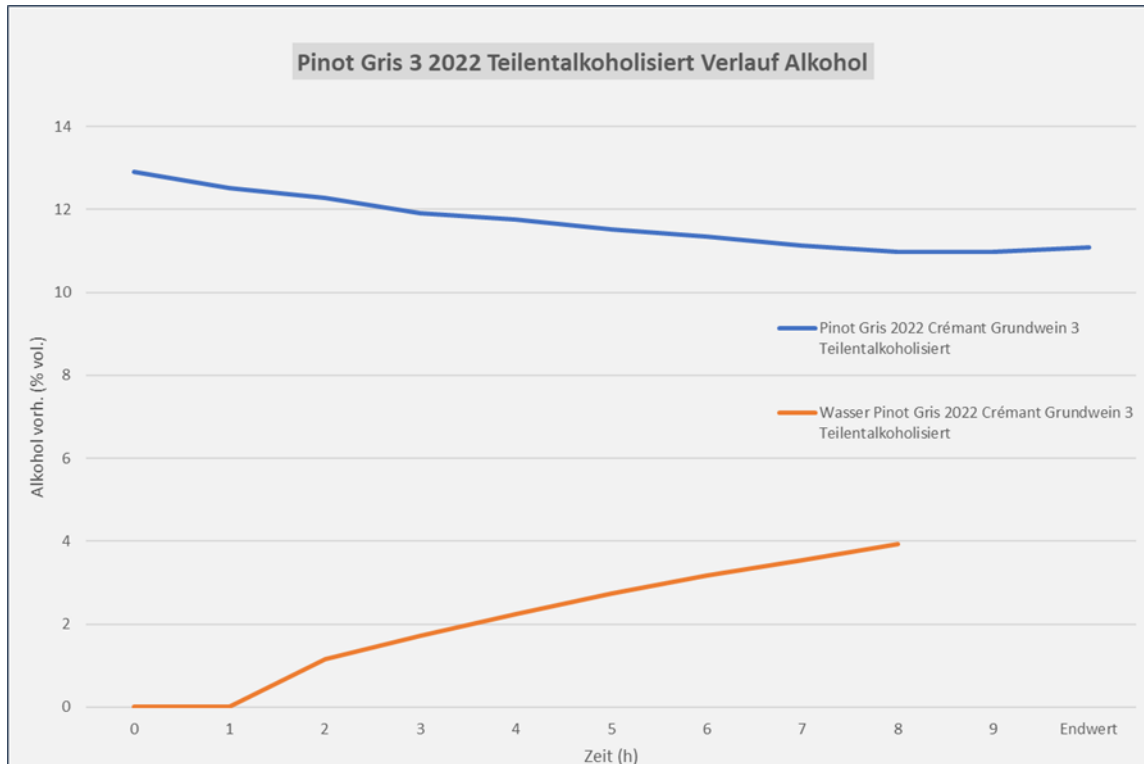


Abbildung 29: Verlauf des vorhandenen Alkohols (% vol) in Abhängigkeit der Zeit nach Start beim Entalkoholisierungsvorgang im Pinot gris 3 sowie im Wasser.

Beim Entalkoholisierungsvorgang nimmt der vorhandene Alkohol (vol %) im Wein ab und nimmt im Wasser zu. Dieser Prozess ist in Abbildung 29 für die Sorte Pinot gris dargestellt. Der Alkoholgehalt im Wein nimmt kontinuierlich ab, während er im Wasser 1h nach Start stetig zunimmt.

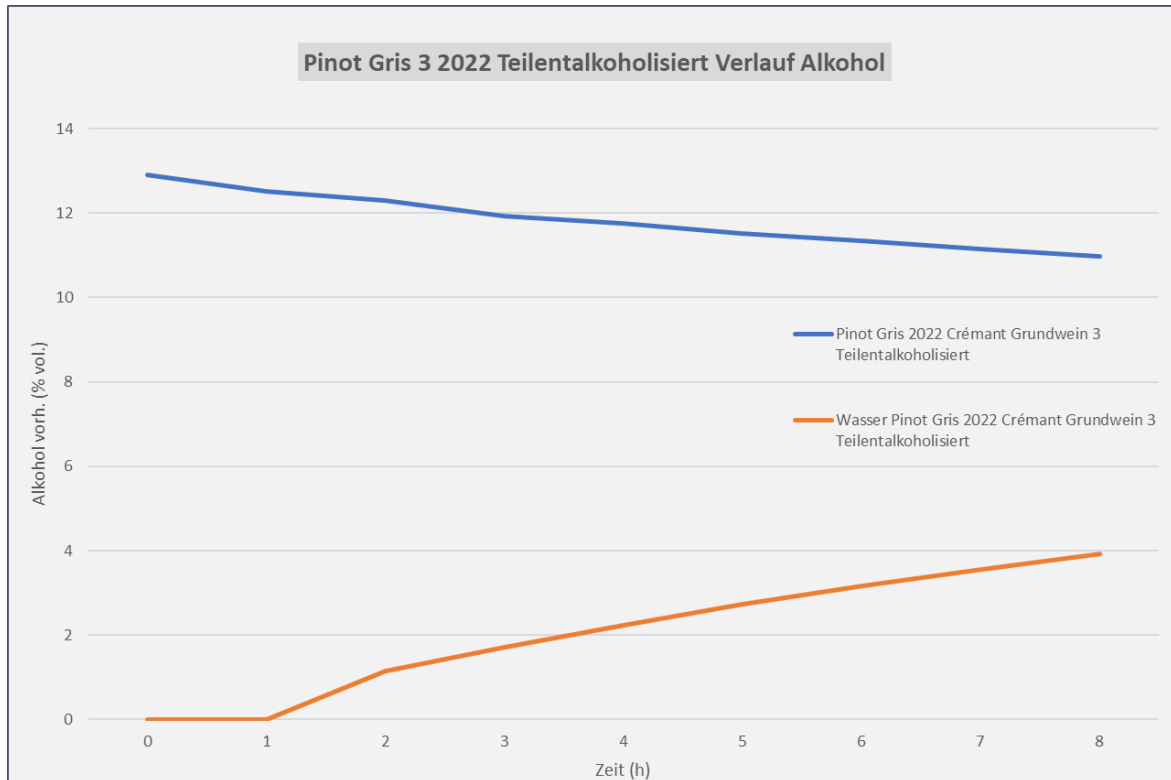


Abbildung 30: Verlauf des vorhandenen Alkohols (% vol) in Abhängigkeit der Zeit nach Start beim Entalkoholisierungsvorgang im Auxerrois 3 sowie im Wasser.

Auch beim Teilentalkoholisieren des Auxerrois nimmt der Alkohol im Wein stetig ab, während er im Wasser 1h nach Start anfängt zu steigen. Hier stagniert der vorhandene Alkohol (vol %) im Wasser jedoch zwischendurch, um ab 6h nach Start wieder kontinuierlich anzusteigen (Abbildung 30).

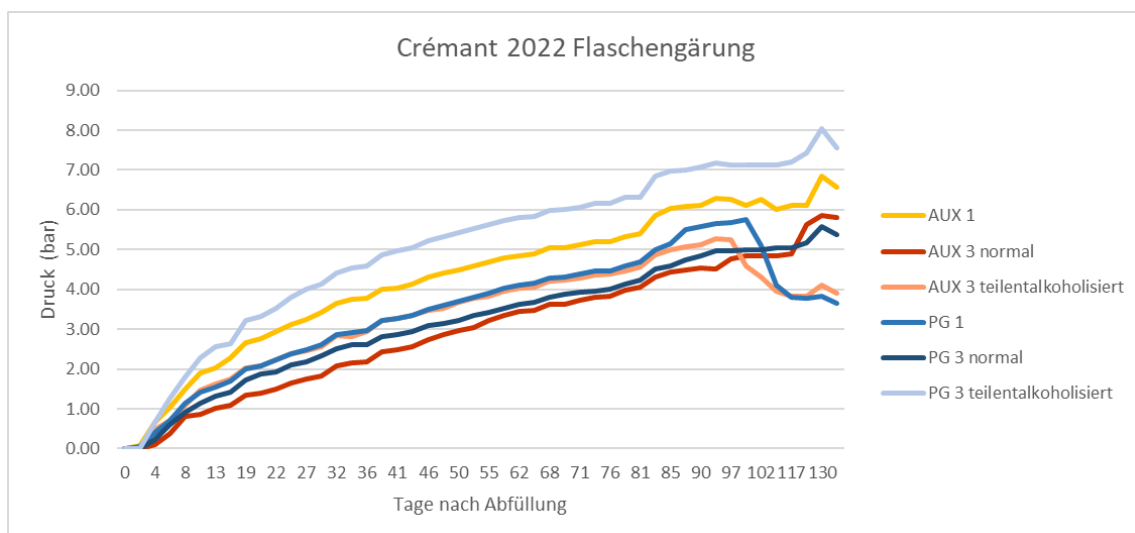


Abbildung 31: Gärungsverlauf der Crémant Varianten 2022, dargestellt in Druck (bar) in Abhängigkeit der Zeit (Tage nach Abfüllung).

Beim Gärverlauf der Crémants aus 2022 zeigt sich, dass der Pinot gris 3 teilentalkoholisiert am schnellsten gärt, gefolgt vom Auxerrois 1. Beide erreichen außerdem den höchsten Druck (8 bar und 6,9 bar). Der Auxerrois 3 teilentalkoholisiert zeigte einen sehr parallelen Gärverlauf zum Pinot gris 1 (Abbildung 31).

3.3.2.2 Jahrgang 2023

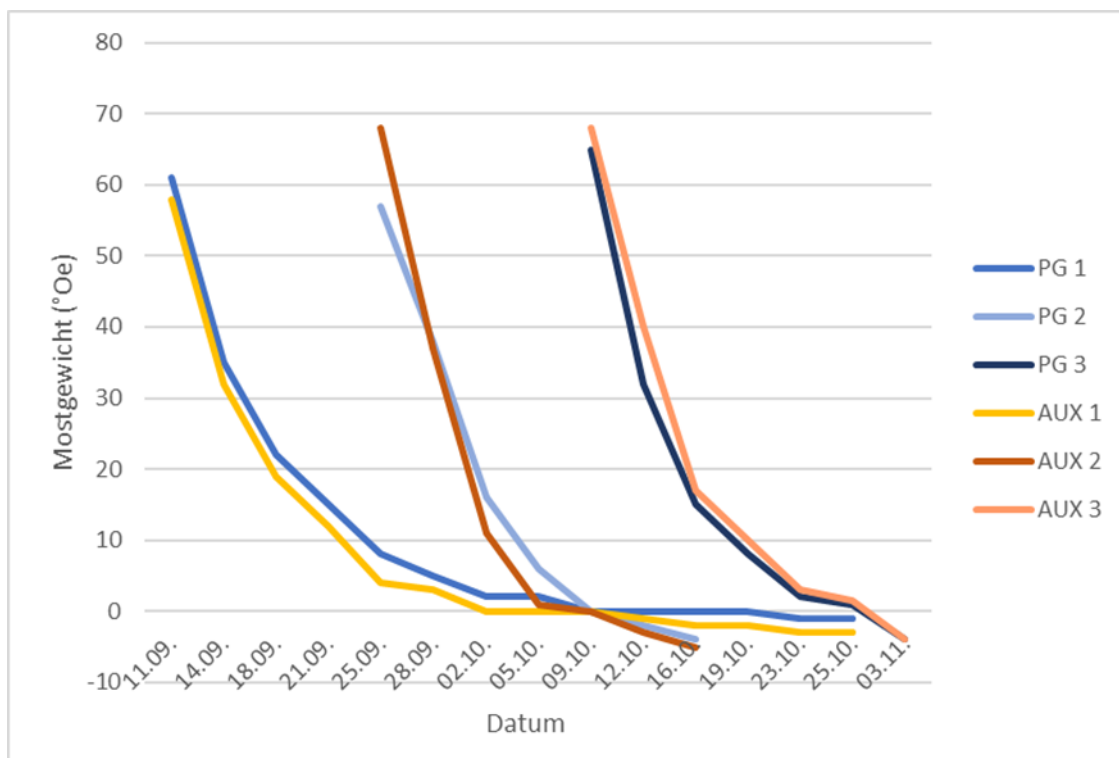


Abbildung 32: Gärverlauf der 23er Grundweine.

Beim Gärverlauf der 23er Grundweine zeigt sich, dass die letzten Varianten (PG 3 und AUX 3) am schnellsten gären. Die Weine des ersten Lesetermins brauchten vor allem gegen Ende der Gärungsphase sehr lange, bis die Oechsle Grade unter 0 fielen (Abbildung 32).

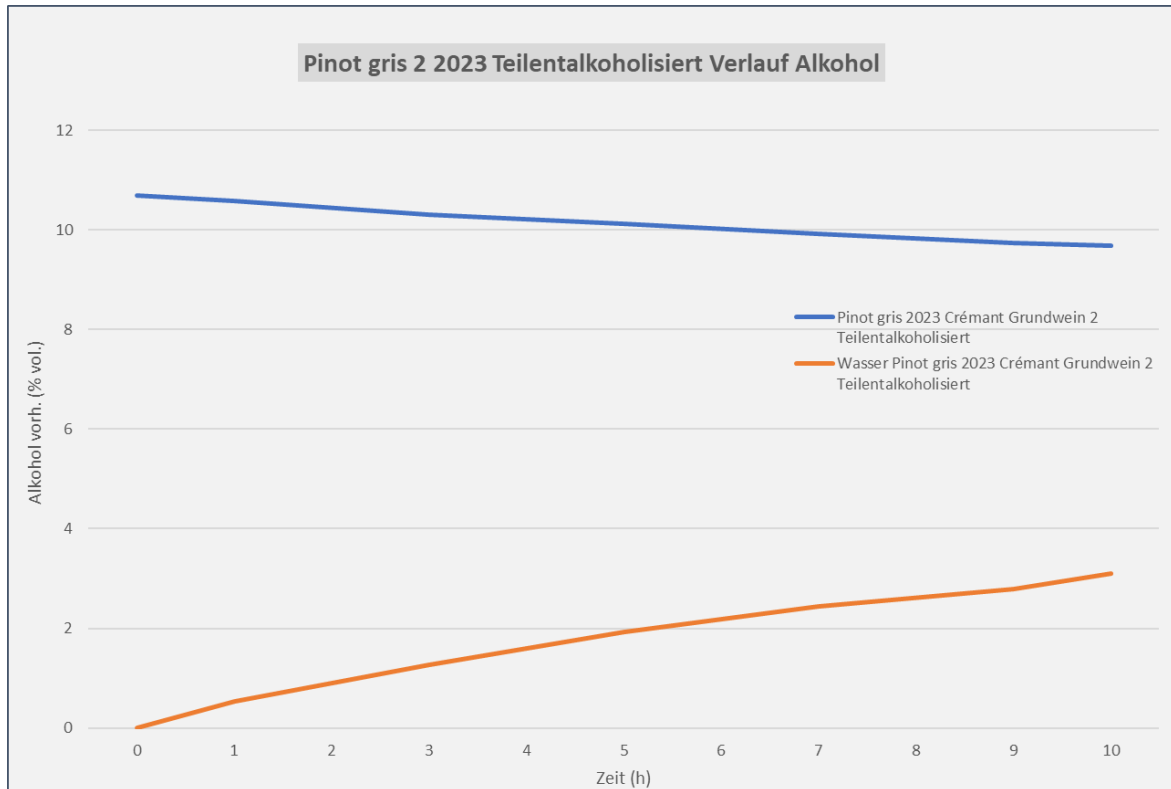


Abbildung 33: Verlauf des vorhandenen Alkohols (% vol) in Abhängigkeit der Zeit nach Start beim Entalkoholisierungsvorgang im Pinot gris 2 sowie im Wasser.

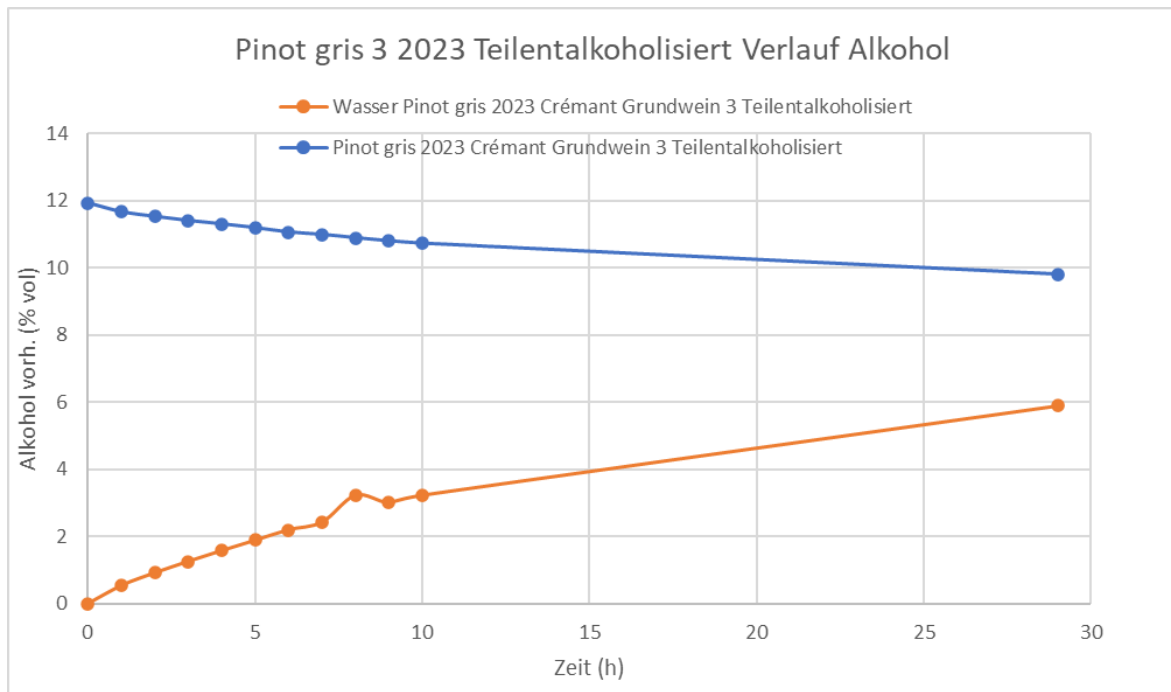


Abbildung 34: Verlauf des vorhandenen Alkohols (% vol) in Abhängigkeit der Zeit nach Start beim Entalkoholisierungsvorgang im Pinot gris 3 sowie im Wasser.

Der Entalkoholisierungsvorgang bei der Sorte Pinot gris für die Lesetermine 2 und 3 ist in Abbildung 33 und Abbildung 34 dargestellt. Beim Pinot gris 2 nimmt der Alkoholgehalt im Wein

stetig ab, während der Alkoholgehalt des Wassers kontinuierlich ansteigt. Die Alkoholreduzierung für den dritten Lesetermin hat insgesamt 29h gedauert, weshalb in den ersten 10 Stunden stündlich eine Probe genommen wurde und dann erst wieder eine am nächsten Morgen.

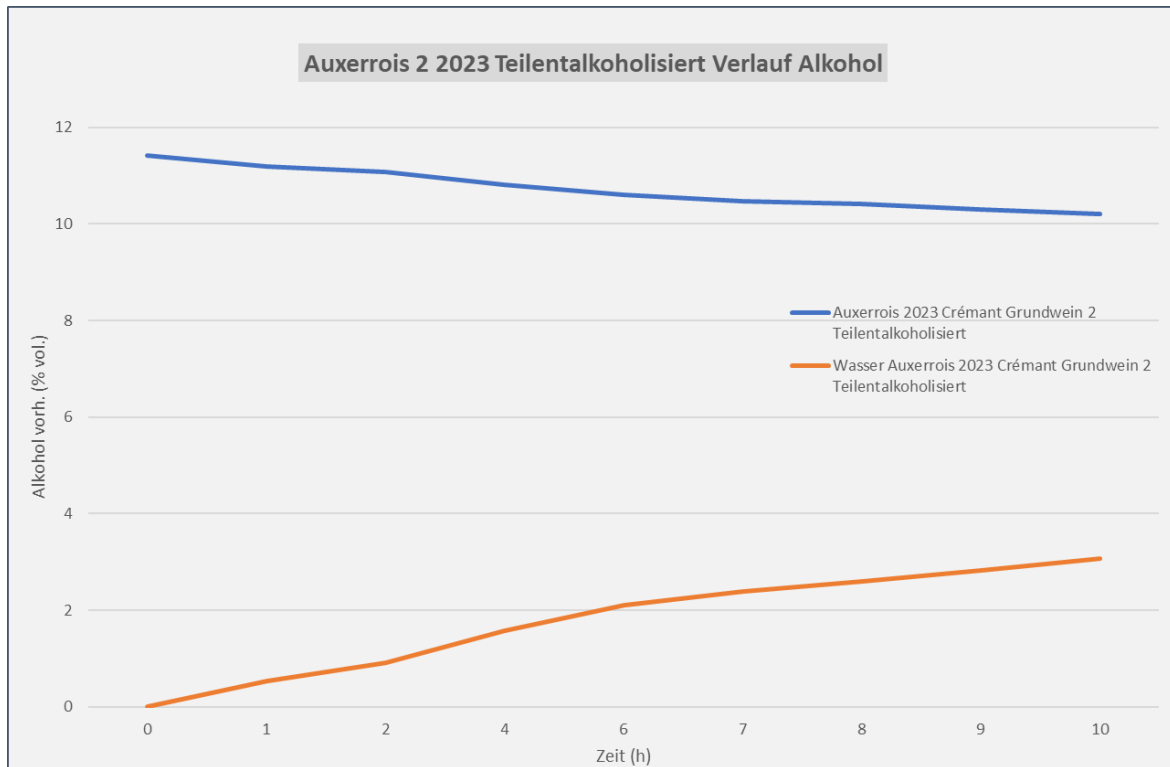


Abbildung 35: Verlauf des vorhandenen Alkohols (% vol) in Abhängigkeit der Zeit nach Start beim Entalkoholisierungsvorgang im Auxerrois 2 sowie im Wasser.

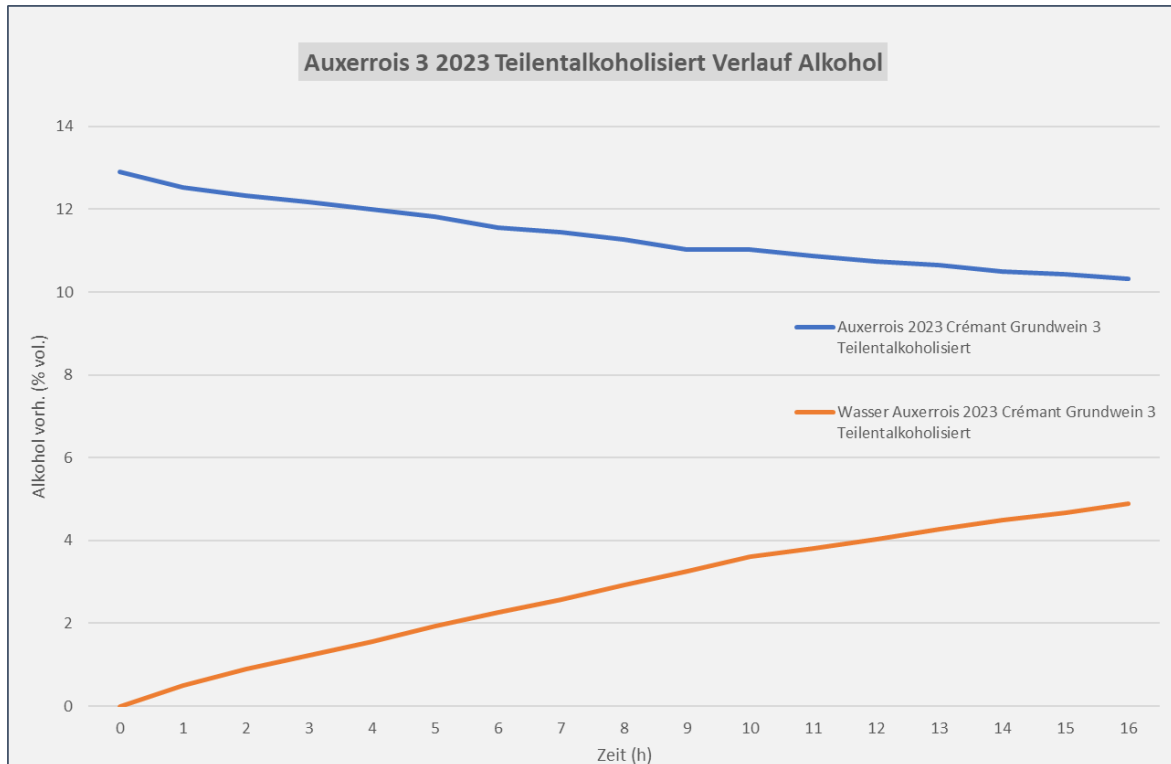


Abbildung 36: Verlauf des vorhandenen Alkohols (% vol) in Abhängigkeit der Zeit nach Start beim Entalkoholisierungsvorgang im Auxerrois 3 sowie im Wasser.

Auch bei der Sorte Auxerrois dauerte die Teilentalkoholisierung des Lesetermins 3 mit 16 Stunden deutlich länger als die des Lesetermins 2 (vgl. Abbildung 35 und Abbildung 36).

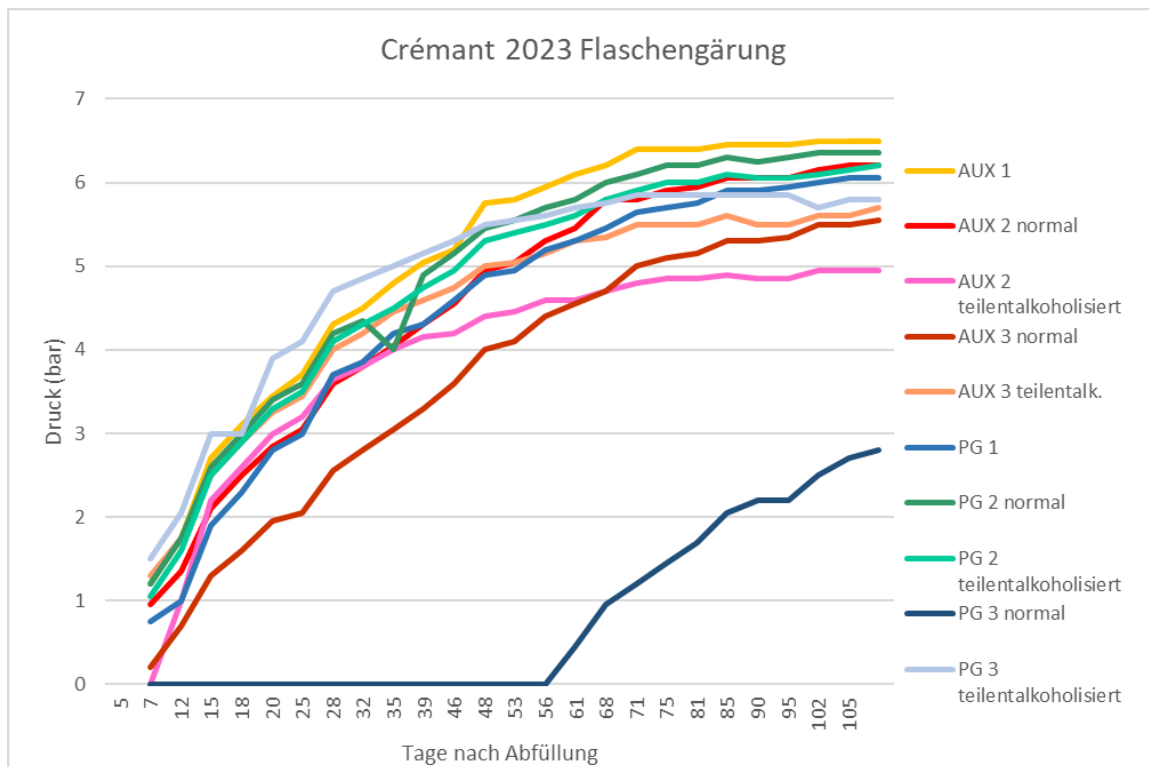


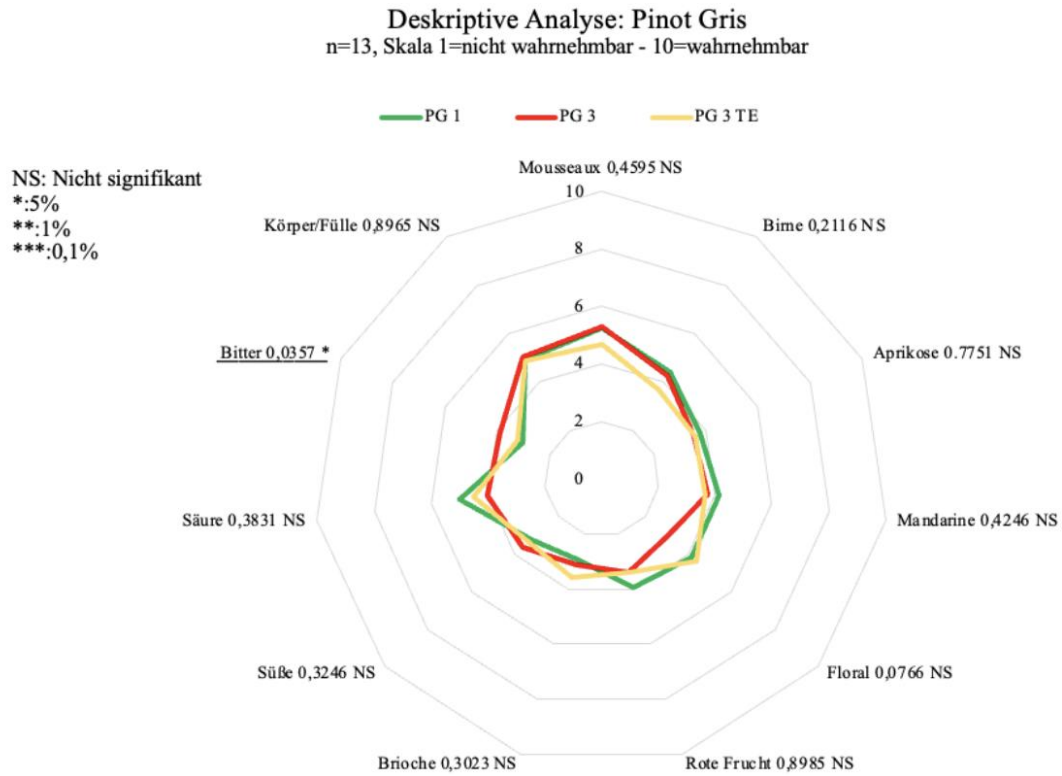
Abbildung 37: Gärungsverlauf der Crémant Varianten 2023, dargestellt in Druck (bar) in Abhängigkeit der Zeit (Tage nach Abfüllung).

Beim Gärungsverlauf der Crémant Varianten des Jahrgangs 2023 zeigt sich, dass zunächst der Pinot gris 3 teilentalkoholisiert am schnellsten angärt, während der Auxerrois 1 zum Ende hin schneller gärt und auch den höchsten Druck mit 6,5 bar erreicht (Abbildung 37). Auxerrois 3 normal und 2 teilentalkoholisiert gären langsamer als die anderen Varianten. Die dritte Pinot gris Variante hat die ersten 56 Tage nicht gegoren, erst dann steigt der Druck in dieser Variante an und erreicht zum letzten Kontrolltermin einen Druck von 2.8 bar.

3.3.3 Sensorik

3.3.3.1 Jahrgang 2022

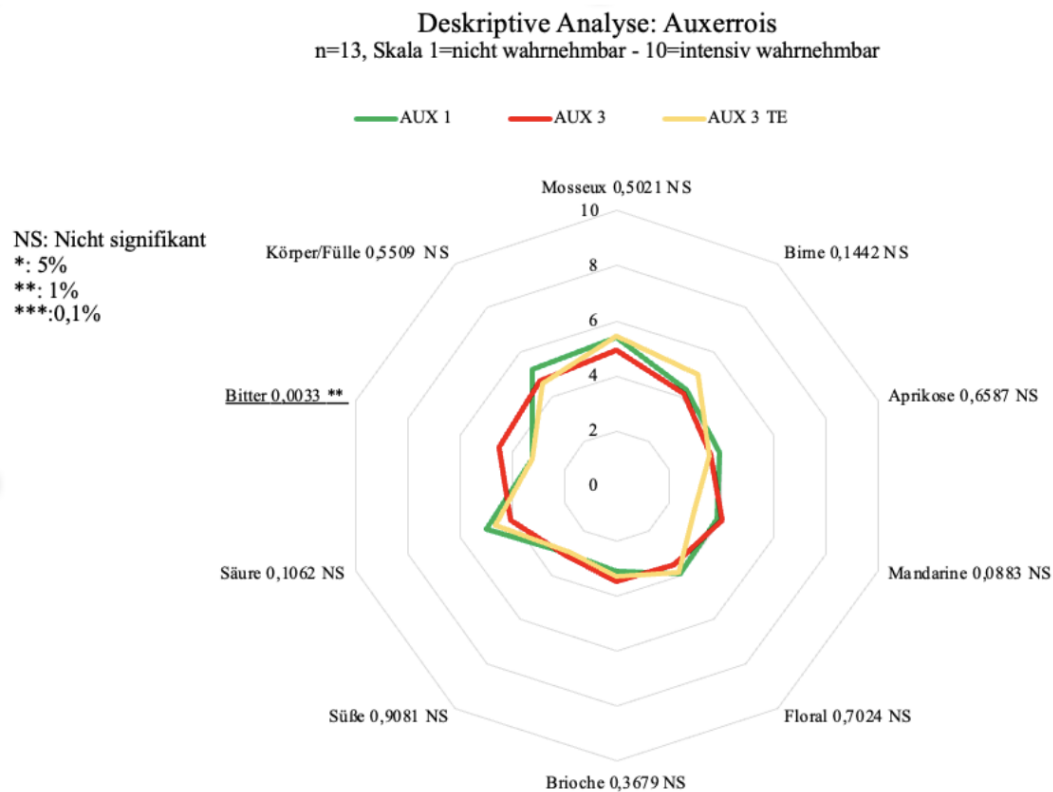
Bei den drei Pinot gris Varianten wird das Attribut „bitter“ signifikant in der Variante 3 (Lesetermin 3) stärker wahrgenommen als in den beiden anderen Varianten (vgl. Abbildung 38).



1 Lesetermin 31.08.2022 3 Lesetermin 29.09.2022 TE Lesetermin 28.09.2022 und technische Alkoholreduzierung um 2 vol%

Abbildung 38: Quantitativ deskriptive Analyse der Rebsorte Pinot gris (n=13) des 22er Jahrgangs. Quelle: Masterthesis Hanna Cordier.

Die anderen Attribute unterscheiden sich nicht signifikant in ihrer Intensität.



① Lesetermin 31.08.2022 ③ Lesetermin 29.09.2022 TE Lesetermin 28.09.2022 und technische Alkoholreduzierung um 2 %vol

Abbildung 39: Quantitativ deskriptive Analyse der Rebsorte Auxerrois (n=13) des 22er Jahrgangs. Quelle: Masterthesis Hanna Cordier.

In Abbildung 39 ist die deskriptive Analyse der Crémant Varianten der Sorte Auxerrois abgebildet. Auch beim Auxerrois unterscheidet sich die Intensität des Attributs „bitter“ signifikant beim Crémant des letzten Lesetermins (AUX 3) im Vergleich zum frühen Lesetermin und der alkoholreduzierten Variante.

Probe	Anzahl Prüfungen	Rangsumme	Gruppe
AUX 1	26	39	B
AUX 3	26	56	A
AUX 3 TE	26	61	A
PG 1	26	43	B
PG 3	26	53	A
PG 3 TE	26	60	A

Die Rangordnungsprüfung zeigt, dass bei beiden Rebsorten die früh gelesene Variante 1 präferiert wird und dies sich signifikant zu der späten Lese (3) sowie zur späten, alkoholreduzierten Variante (3 TE) unterscheidet. Je niedriger die Rangsumme, desto beliebter ist die Variante bei den Verkostern.

3.3.3.2 Jahrgang 2023

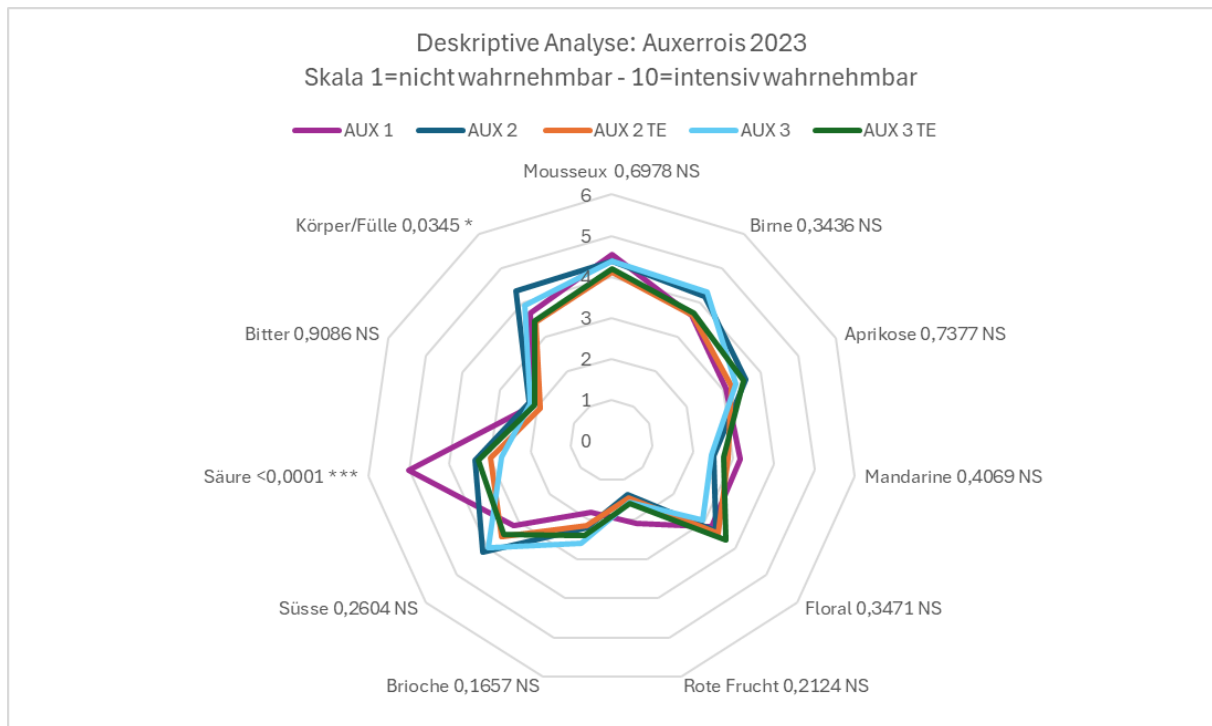


Abbildung 40: Quantitativ deskriptive Analyse der Rebsorte Auxerrois (n=16) des 23er Jahrgangs.

Bei der quantitativ deskriptiven Analyse der Auxerrois Varianten des Jahrgangs 2023 unterscheidet sich die früh gelesene Variante (AUX 1) signifikant im Attribut „Säure“ von den später gelesenen bzw. alkoholreduzierten Varianten (vgl. Abbildung 40). Bei den anderen Attributen gibt es kaum Unterschiede zwischen den Varianten.

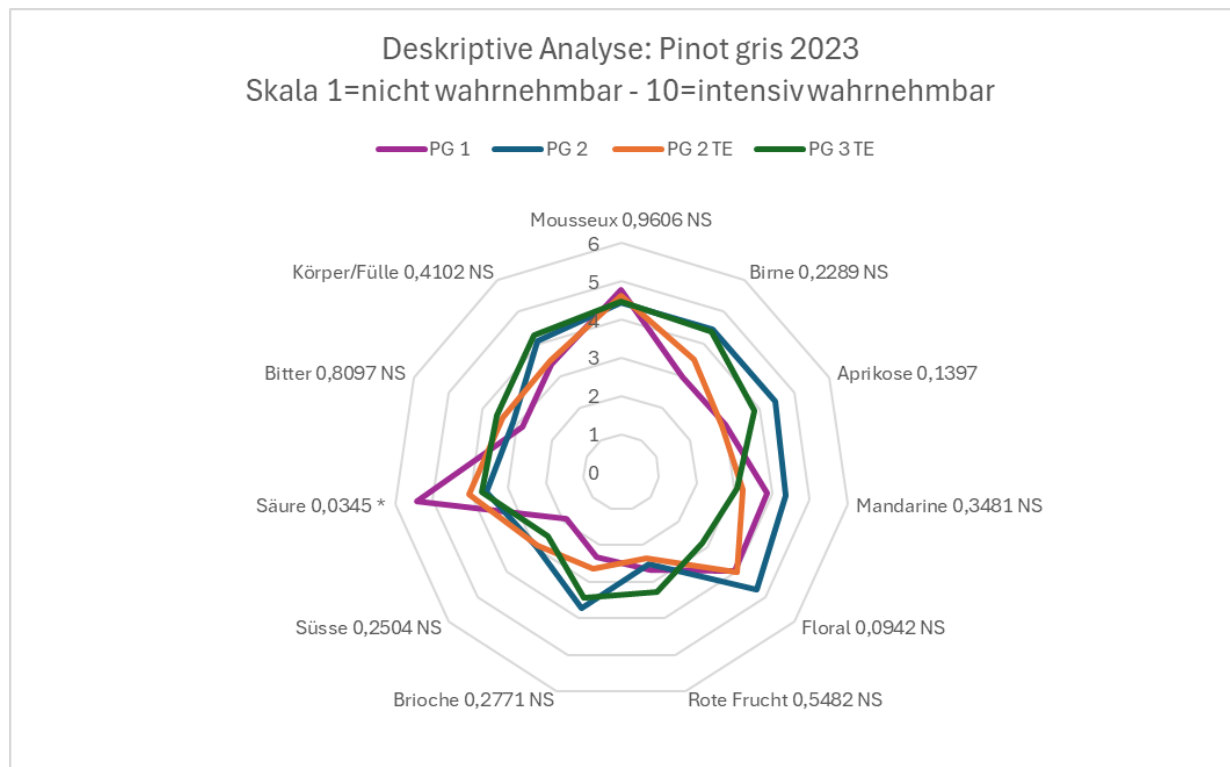


Abbildung 41: Quantitativ deskriptive Analyse der Rebsorte Pinot gris (n=17) des 23er Jahrgangs.

Die quantitativ deskriptive Analyse der Pinot gris Crémants 23 zeigt dasselbe Bild wie für die Auxerrois Varianten. Auch hier unterscheidet sich die früh gelesene Variante (PG 1) signifikant in der Wahrnehmung der Säure zu den anderen Varianten (vgl. Abbildung 41). Bei den anderen Attributen gibt es teilweise kleine Unterschiede zwischen den Varianten, jedoch sind diese nicht signifikant.

3.4 Anbaueignung spätreifender Rebsorten

3.4.1 Phänologie

Tabelle 14: Tag des Jahres beim Erreichen der phänologischen Stadien 01 bis 85 nach BBCH Code (Lorenz et al., 1995) im Jahr 2022.

	Grü ner Vel tlin er	Gel ber Orle ans	Alva rin ho	Mal vasi a	Mos cate l	Viog nier	Pino t blan c	Pino t noir	C. sau vign on	Tou riga Naci onal	Tem pran illo	Zinf and el	C. fran c	Syra h
01	84	89	94	92	88	87	84	86	96	87	87	96	87	93
03	87	100	96	100	93	93	87	89	105	93	96	105	93	100
05	101	108	103	109	108	106	100	100	110	109	103	110	105	109
07	106	114	108	113	114	109	106	105	116	112	109	114	108	113

09	110	119	113	119	119	116	110	110	119	117	116	119	111	117
11	116	123	119	122	123	121	116	115	123	120	119	122	117	122
12	118	124	121	123	123	123	120	119	125	123	120	123	119	125
13	121	126	123	126	127	126	122	121	127	126	123	125	123	127
14	125	128	126	128	129	128	126	123	128	128	126	128	126	129
15	128	130	129	130	131	129	129	127	129	129	128	130	128	131
16	130	135	132	134	136	131	131	129	132	132	130	135	131	134
17	132	137	137	136	141	134	133	131	137	137	135	138	135	138
18	137	142	140	140	146	142	136	134	141	139	138	142	137	140
19	142	146	142	143	152	145	140	139	144	141	144	146	142	145
53	128	132	124	132	134	129	124	124	130	129	132	132	124	132
55	137	142	137	138	138	134	131	132	142	134	138	137	133	142
57	153	157	152	155	156	142	149	145	155	151	155	155	150	155
61	158	160	156	160	163	155	154	153	156	155	156	158	154	160
63	160	162	158	162	164	158	155	154	160	158	158	159	155	161
65	161	163	160	164	165	159	156	155	162	159	160	160	156	162
68	162	164	161	165	166	160	157	156	165	161	161	161	159	164
69	166	165	163	168	168	161	160	160	167	162	162	162	162	165
71	169	169	167	171	172	163	162	163	169	167	166	164	165	168
73	175	172	170	172	176	169	165	166	172	169	169	168	169	171
75	180	178	175	176	180	175	175	179	178	175	177	172	177	175
77	211	196	198	200	218	183	176	182	201	194	205	190	198	194
79	219	229	222	222	222	212	192	192	226	228	210	212	226	218
81	220	230	223	223	223	219	217	219	227	229	211	223	227	219
83	222	233	227	228	230	223	219	223	229	232	222	227	229	223
85	229	236	229	230	235	229	223	226	231	235	226	229	230	226

Der Austrieb (BBCH 09) erfolgte im Jahr 2022 in den meisten Rebsorten später als in der Vergleichssorte Pinot noir. Vor allem Gelber Orleans, Malvasia, Moscatel, Cabernet sauvignon und Zinfandel trieben 9 Tage später aus. Der Blütebeginn (BBCH 61) erfolgte bei allen getesteten spätreifenden Sorten später als beim Pinot noir. Der späteste Blütebeginn (10 Tage nach dem Pinot noir) wurde beim Moscatel erfasst. Auch der Reifebeginn (BBCH 81) wurde bei allen Sorten bis auf den Pinot blanc nach dem Pinot noir ermittelt. Dieser wurde bei Touriga Nacional 10 Tage später als beim Pinot noir verzeichnet (Tabelle 14).

Tabelle 15: Tag des Jahres beim Erreichen der phänologischen Stadien 01 bis 85 nach BBCH-Code (Lorenz et al., 1995) im Jahr 2023.

BBCH	Grün er Veltli ner	Gelber Orlean s	Alvari nho	Malva sia	Mosca tel	Vioigni er	Pinot blanc	Pinot noir	C. sauvig non	Tourig a Nacio nal	Tempr anillo	Zinfan del	C. franc	Syrah
------	-----------------------------	-----------------------	---------------	--------------	--------------	---------------	----------------	---------------	---------------------	-----------------------------	-----------------	---------------	-------------	-------

01	82	87	86	86	85	85	82	85	100	85	86	87	85	86
03	85	105	88	88	87	86	87	88	108	87	88	100	87	88
05	105	110	108	105	108	104	105	107	114	107	108	107	107	106
07	112	114	114	114	117	112	113	113	120	115	114	115	113	113
09	119	120	120	120	122	117	120	117	123	120	121	121	120	121
11	122	125	125	125	127	123	124	123	127	124	126	125	123	125
12	126	127	127	127	129	125	127	126	129	126	128	127	125	127
13	129	128	129	129	133	127	129	128	135	129	129	128	127	129
14	133	130	134	133	137	129	133	135	139	135	132	135	130	134
15	137	135	139	137	142	135	142	139	141	137	135	142	135	137
16	142	142	142	142	150	141	145	141	147	140	141	147	141	140
17	145	148	145	147	154	144	148	145	150	145	148	150	148	144
18	148	152	149	150	154	149	152	148	152	148	152	156	151	148
19	156	158	155	155	158	156	156	152	156	151	156	158	155	152
53	135	137	134	135	135	131	133	133	135	135	135	135	133	135
55	145	142	141	141	144	141	141	140	142	141	142	140	141	141
57	163	163	161	159	164	158	160	158	159	158	163	161	161	161
61	165	165	164	165	168	164	163	163	165	164	164	164	164	165
63	168	167	165	167	169	165	164	164	166	165	165	165	165	167
65	169	168	167	168	171	166	165	165	168	167	167	167	166	168
68	170	169	168	169	172	167	167	167	169	168	168	168	168	169
69	171	170	169	170	174	168	168	168	172	170	169	169	170	170
71	174	171	172	172	176	170	169	170	174	173	171	170	172	172
73	176	175	174	174	180	171	171	172	176	175	174	172	175	174
75	185	183	176	176	185	175	175	180	184	177	180	175	183	176
77	202	199	194	199	212	185	182	184	211	199	201	190	199	194
79	220	221	221	222	233	202	198	199	222	233	227	204	226	221
81	221	226	228	225	234	226	221	220	223	234	228	223	229	223
83	228	229	229	227	242	230	222	223	226	238	232	230	232	230
85	232	232	231	230	248	232	227	228	231	245	236	238	237	234

Im Jahre 2023 erfolgte der Austrieb (BBCH 09) in allen Rebsorten bis auf den Pinot blanc später (bis zu 5 Tage beim Moscatel) als in der Vergleichssorte Pinot noir. Der Blütebeginn (BBCH 61) erfolgte mit Ausnahme des Pinot blanc bei allen getesteten spätreifenden Sorten später als beim Pinot noir. Der späteste Blütebeginn (5 Tage nach dem Pinot noir) wurde beim Moscatel erfasst. Der Reifebeginn (BBCH 81) wurde bei allen Sorten nach dem Pinot noir ermittelt. Beim Moscatel wurde der Reifebeginn 14 Tage später als beim Pinot noir verzeichnet (Tabelle 15).

Tabelle 16: Tag des Jahres beim Erreichen der phänologischen Stadien 01 bis 85 nach BBCH-Code (Lorenz et al., 1995) im Jahr 2024.

BBCH	Grüner Veltliner	Gelber Orleans	Alvarinho	Malvasia	Moscatel	Viognier	Pinot blanc	Pinot noir	Cabernet sauvignon	Touriga Nacional	Tempranillo	Zinfandel	Cabernet franc (2016)	Syrah
01	75	78	79	77	78	76	77	78	85	80	79	81	80	81
03	78	89	81	81	81	79	80	81	96	90	81	90	85	91
5	90	94	94	93	94	91	93	94	99	95	95	95	94	97
07	95	97	97	98	98	95	96	97	103	100	98	97	97	99
09	97	100	100	100	104	98	100	101	112	104	103	103	99	104
11	102	103	111	104	116	103	108	112	120	117	116	112	103	117
12	104	106	118	116	121	116	117	123	121	120	120	119	105	121
13	110	119	121	121	124	120	121	122	126	124	122	122	119	125
14	121	122	125	124	131	124	126	127	130	130	126	126	122	127
15	126	128	131	128	136	128	133	131	136	133	133	133	126	135
16	133	136	135	135	138	135	137	136	139	137	137	137	135	138
17	138	138	138	138	141	138	139	138	141	139	139	140	137	141
18	140	141	140	141	148	141	141	140	148	141	141	146	140	146
19	142	148	143	148	153	148	148	145	153	145	150	152	148	150
53	124	126	126	128	133	126	126	126	133	131	133	128	125	128
55	138	140	140	138	141	138	137	137	142	141	141	139	137	141
57	161	163	161	165	165	155	156	155	165	161	162	159	154	155
61	166	170	167	167	171	169	165	162	167	167	167	167	166	168
63	169	171	170	170	173	171	167	164	171	172	171	171	168	171
65	171	172	172	172	176	172	169	167	173	173	172	172	169	172
68	173	174	174	174	178	173	172	169	175	175	174	173	171	174
69	175	175	177	176	179	174	173	173	179	177	175	174	173	175
71	178	180	182	180	182	177	174	175	184	179	178	177	175	179
73	181	183	188	184	185	183	180	181	188	152	181	181	182	184
75	189	192	188	187	196	189	191	193	196	194	189	187	188	192
77	205	205	206	206	211	203	201	201	211	206	206	203	205	206
79	222	223	235	230	236	210	215	205	230	231	230	223	223	223
81	223	234	236	231	237	234	224	224	231	243	231	231	239	234
83	228	237	239	237	242	239	229	230	238	244	236	237	243	241
85	233	243	244	242	243	243	231	234	242	247	241	242	244	244
89	248	261	254	261	254	254	248	248	261	254	248	268	254	261

Im Jahr 2024 erfolgte der Austrieb (BBCH 09) vom Grünen Veltliner und von Cabernet franc früher als in den Vergleichssorten Pinot blanc und Pinot noir, die anderen Sorten trieben etwa zum gleichen Zeitpunkt oder später aus (Tabelle 16). Der Blühbeginn (BBCH 61) ist in allen Sorten später zu verzeichnen als in den Vergleichssorten. Der späteste Blühbeginn wurde beim Moscatel erfasst (9 Tage später als Pinot noir). Der Reifebeginn (BBCH 81) wurde beim Grünen Veltliner einen Tag vorm Pinot noir ermittelt, der Reifebeginn der anderen Sorten lag hinter dem Pinot noir. Der späteste Reifebeginn wurde bei Touriga Nacional erfasst (9 Tage später als Pinot noir).

BBCH	Grüner Veltliner	Gelber Orleans	Alvarinho	Malvasia	Moscatel	Viognier	Pinot blanc	Pinot noir	C. sauvignon	Touriga Nacional	Tempranillo	Zinfandel	Cabernet franc	Syrah
01	-1	2	1	1	1	1	0	0	8	2	3	5	1	4
03	-4	4	3	3	3	0	0	0	10	4	3	6	2	5
5	-4	2	1	3	3	1	0	0	5	2	2	3	0	2
07	-1	2	1	3	4	1	0	0	5	2	1	3	1	2
09	-1	2	1	3	5	1	0	0	5	3	3	3	0	3
11	-3	0	1	3	7	0	0	0	7	3	4	3	-2	3
12	-4	0	0	4	6	1	1	0	6	3	4	3	-3	3
13	-4	2	1	5	7	2	1	0	7	3	3	2	-2	4
14	-3	0	0	2	4	0	0	0	4	2	1	1	-2	1
15	-2	1	1	2	4	0	1	0	4	1	1	1	-2	2
16	-2	2	1	2	3	0	0	0	4	1	1	2	-1	1
17	-2	2	2	2	4	0	1	0	4	1	2	3	0	2
18	-1	2	1	2	5	1	1	0	5	0	2	3	0	2
19	-1	3	1	2	7	3	2	0	5	0	3	4	1	3
53	0	2	1	3	5	2	0	0	4	2	3	2	0	2
55	0	2	2	2	3	1	0	0	3	1	2	2	0	2
57	3	5	4	5	5	-1	1	0	5	2	4	4	2	2
61	3	5	3	6	9	2	1	0	4	3	4	4	3	6
63	4	6	5	7	9	3	1	0	5	4	5	5	3	6
65	5	6	4	7	9	3	0	0	6	4	5	5	4	6
68	3	4	3	6	8	2	0	0	5	3	4	3	3	5
69	3	4	3	5	7	1	-1	0	5	3	3	2	3	4
71	3	4	4	6	8	1	-1	0	5	3	3	2	3	4
73	4	6	4	7	9	2	0	0	7	0	4	2	4	5
75	-1	1	-4	0	5	-3	-3	0	2	-2	-2	-5	-1	-2
77	6	7	9	15	21	1	-1	0	12	4	8	2	7	10
79	10	14	19	26	31	5	0	0	25	12	13	7	19	15
81	3	12	12	7	13	7	0	0	7	12	5	7	14	6
83	2	10	11	7	12	6	-1	0	7	11	5	6	12	6
85	3	10	10	7	12	6	-2	0	7	12	6	7	11	6
89	3	15	8	11	17	5	-2	0	7	13	6	14	7	10

Abbildung 42: Durchschnittliche Verzögerung des Termins des Erreichens der verschiedenen phänologischen Entwicklungsstadien in den untersuchten spätreifenden Sorten im Vergleich zur Vergleichssorte Pinot noir in den Jahren 2017 bis 2024. BBCH 89 wurde erst ab 2018 erfasst. Sorten mit einem frühen Erreichen der jeweiligen Stadien sind grün unterlegt, Sorten mit einem späten Erreichen rot.

Im Mittel der Jahre 2017 bis 2024 erfolgte der Austrieb (BBCH 09) bei den meisten Rebsorten später (bis zu 5 Tage beim Moscatel und Cabernet sauvignon) als in der Vergleichssorte Pinot noir. Lediglich beim Grünen Veltliner wurde der Austrieb einen Tag früher als in der Vergleichssorte erfasst. Der Blütebeginn (BBCH 61) erfolgte bei allen getesteten spätreifenden Sorten später als beim Pinot noir. Der im Mittel späteste Blütebeginn (9 Tage nach dem Pinot noir) wurde beim Moscatel erfasst. Der Reifebeginn (BBCH 81) wurde im Mittel bei allen Sorten, mit Ausnahme des Pinot blanc nach dem Pinot noir ermittelt. Beim Cabernet franc wurde der Reifebeginn durchschnittlich 14 Tage später als beim Pinot noir verzeichnet. (Abbildung 42).

3.4.2 Ergebnisse der Fäulnisbonituren, der Reifemessungen und der Ertragserfassungen

3.4.2.1 Jahrgang 2022

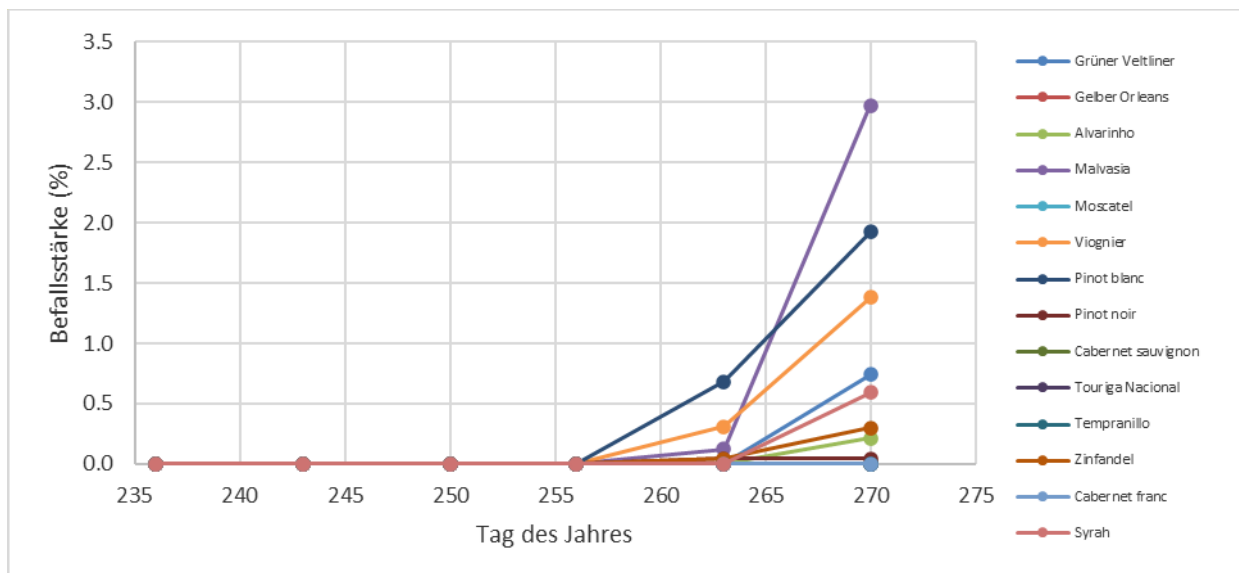


Abbildung 43: Entwicklung der *Botrytis cinerea*-Befallsstärke in den untersuchten Rebsorten im Versuchsjahr 2022.

Im Jahr 2022 bewegten sich die Befallsstärken durch *Botrytis cinerea* auf einem sehr niedrigen Niveau. Lediglich in den Rebsorten Malvasia, Viognier und Pinot blanc wurde am Erntetermin eine durchschnittliche Befallsstärke von 1,0 % überschritten (Abbildung 43). Die höchste Befallsstärke betrug 3,0 % beim Malvasia.

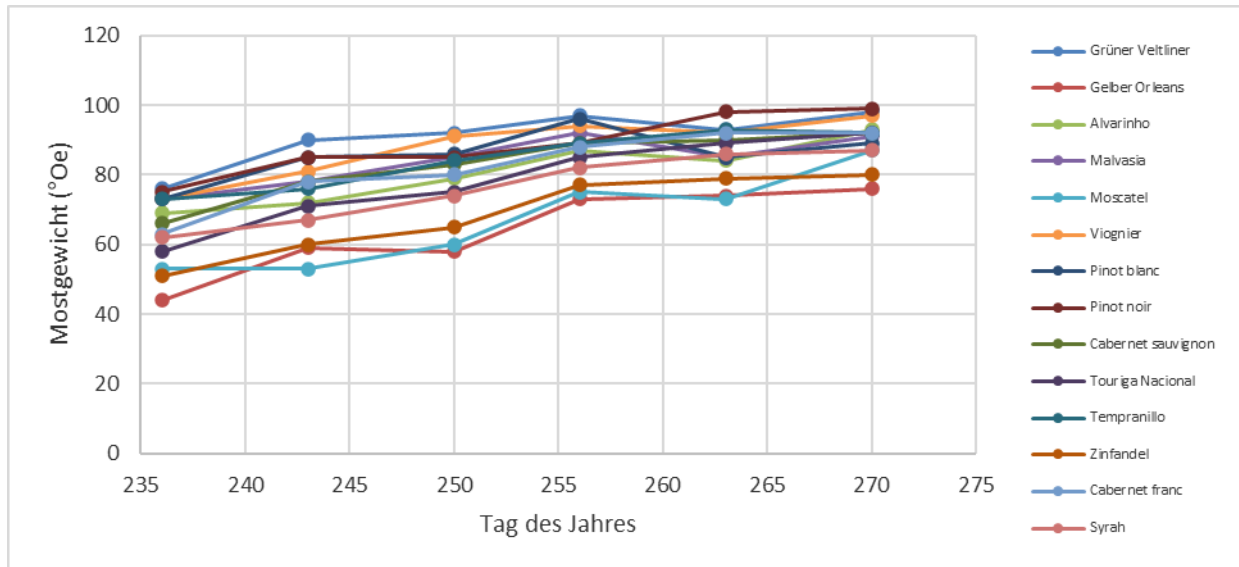


Abbildung 44: Entwicklung des Mostgewichtes in den untersuchten Rebsorten im Versuchsjahr 2022.

Die Mostgewichte bewegten sich im Versuchsjahr 2022 auf einem mittleren bis hohem Niveau. So überschritten am letzten Boniturtermin (27.09.2022) alle Sorten außer Gelber Orleans, Moscatel, Pinot Blanc, Zinfandel und Syrah, die 90 °Oechsle-Marke. Die übrigen Rebsorten erreichten zumeist Mostgewichte von 80 bis 90 °Oe. Lediglich bei Gelber Orleans wurde am letzten Boniturtermin ein Mostgewicht unter 80 °Oe gemessen sowie genau 80 °Oe bei Zinfandel (Abbildung 44).

Tabelle 17: Ergebnisse der Versuchslese am 28.09.2022. Für jede Rebsorte sind der durchschnittliche Ertrag, das Mostgewicht sowie der Gesamtsäuregehalt angegeben.

Rebsorte	Ertrag (kg/Rebe)	Mostgewicht (°Oe)	Gesamtsäure (g/l)
Grüner Veltliner	0,37	96,6	5,7
Gelber Orleans	1,15	82,2	8,6
Alvarinho	1,04	93,8	8,7
Malvasia	1,50	97,2	7,4
Moscatel	0,57	78,4	7,3
Viognier	0,87	102,8	6,6
Pinot blanc	1,44	99,6	7,9
Pinot noir	1,47	91,5	9,3
C. sauvignon	0,92	92,9	9,6
Touriga Nacional	0,98	93,7	8,2
Tempranillo	1,15	100,0	7,6
Zinfandel	2,44	73,4	11,3
Cabernet franc	0,90	88,9	9,2
Syrah	2,43	87,2	8,0

Die Stockerträge bewegten sich im Versuchsjahr 2022 Niveau zwischen 0,37 kg (Grüner Veltliner) und 2,44 kg (Zinfandel) pro Pflanze. Das höchste Erntemostgewicht wurde in der Sorte Viognier mit 102,8 °Oe erzielt, das geringste im Moscatel (78,4 °Oe). Die Gesamtsäuregehalte bewegten sich zwischen 5,7 bei Grüner Veltliner und 11,3 g/l beim Zinfandel (Tabelle 17).

3.4.2.2 Jahrgang 2023

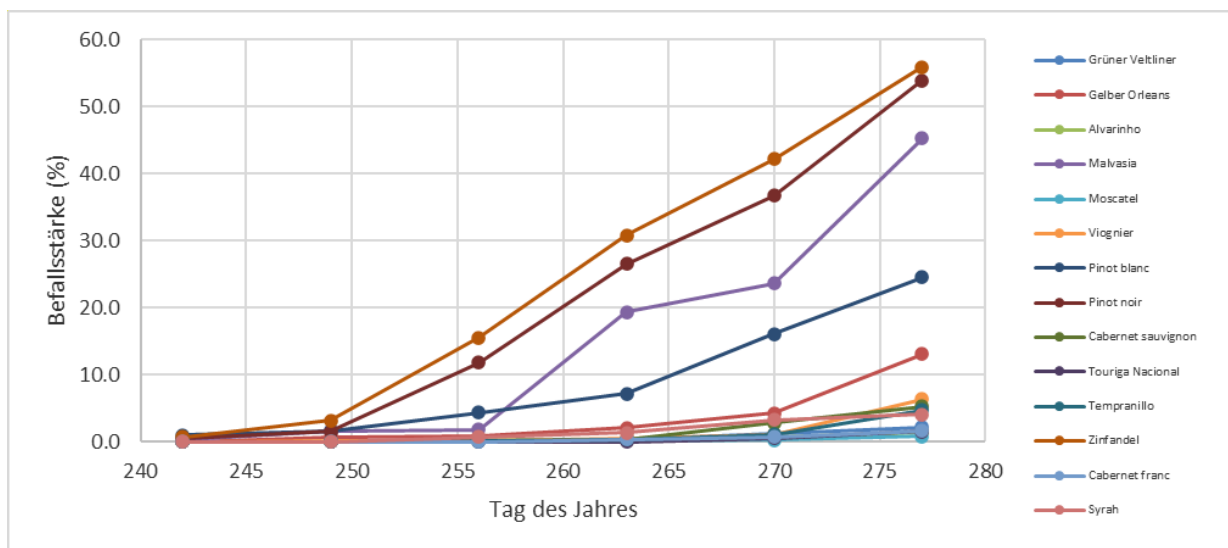


Abbildung 45: Entwicklung der *Botrytis cinerea*-Befallsstärke in den untersuchten Rebsorten im Versuchsjahr 2023.

Im Jahr 2023 bewegten sich die Befallsstärken durch *Botrytis cinerea* teilweise auf einem relativ hohen Niveau. Die Sorten Gelber Orleans, Pinot blanc, Malvasia, Pinot noir und Zinfandel überschritten 10% Befallsstärke. Die höchste Befallsstärke zeigte sich im Zinfandel (56 %), gefolgt von Pinot noir (54 %) und Malvasia (45 %). Die niedrigste Befallsstärke war 0,9 % im Moscatel. (Abbildung 45).

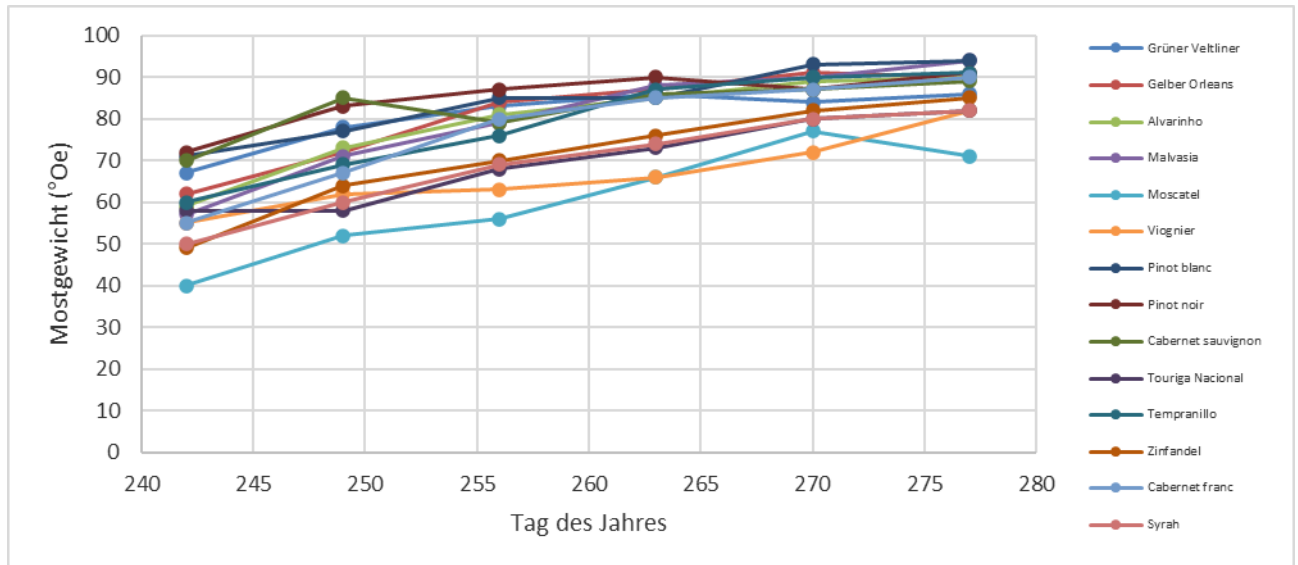


Abbildung 46: Entwicklung des Mostgewichtes in den untersuchten Rebsorten im Versuchsjahr 2023.

Die Mostgewichte bewegten sich im Versuchsjahr 2023 auf einem hohen Niveau. So erreichten bzw. überschritten am letzten Boniturtermin (02.10.2023) die Sorten Malvasia, Alvarinho, Pinot blanc, Pinot noir, Cabernet franc, Gelber Orleans und Tempranillo die 90 °Oechsle-Marke. Lediglich im Moscatel wurden am letzten Boniturtermin Mostgewichte unter 80 °Oe gemessen (Abbildung 46).

Tabelle 18: Ergebnisse der Versuchslese am 03.10.2023. Für jede Rebsorte sind der durchschnittliche Ertrag, das Mostgewicht sowie der Gesamtsäuregehalt angegeben.

Rebsorte	Ertrag (kg/Rebe)	Mostgewicht (°Oe)	Gesamtsäure (g/l)
Grüner Veltliner	0,53	89,3	6,9
Gelber Orleans	0,84	96,2	9,4
Alvarinho	1,40	94,7	14,4
Malvasia	2,17	98,6	8,3
Moscatel	1,17	66,6	8,1
Viognier	3,32	80,1	9,3
Pinot blanc	2,41	94,5	7,1
Pinot noir	1,75	98,6	10,8
C. sauvignon	1,03	95,6	11,7
Touriga Nacional	1,24	84,7	10,7
Tempranillo	1,20	95,3	9,5
Zinfandel	2,87	89,9	12,5
Cabernet franc	1,73	93,7	10,0
Syrah	4,51	82,5	10,0

Die Stockerträge bewegten sich im Versuchsjahr 2023 auf einem hohen Niveau zwischen 1,03 kg (Cabernet sauvignon) und 4,51 kg (Syrah) pro Pflanze. Lediglich die Erträge von Grüner Veltliner und Moscatel lagen unter 1 kg pro Rebe. Das höchste Erntemostgewicht wurde in der

Sorte Pinot blanc mit 97,4 °Oe erzielt, das geringste im Moscatel (72,8 °Oe). Die Gesamtsäuregehalte bewegten sich zwischen 6,9 bei Grüner Veltliner und 14,4 g/l beim Alvarinho (Tabelle 18).

3.4.2.3 Jahrgang 2024

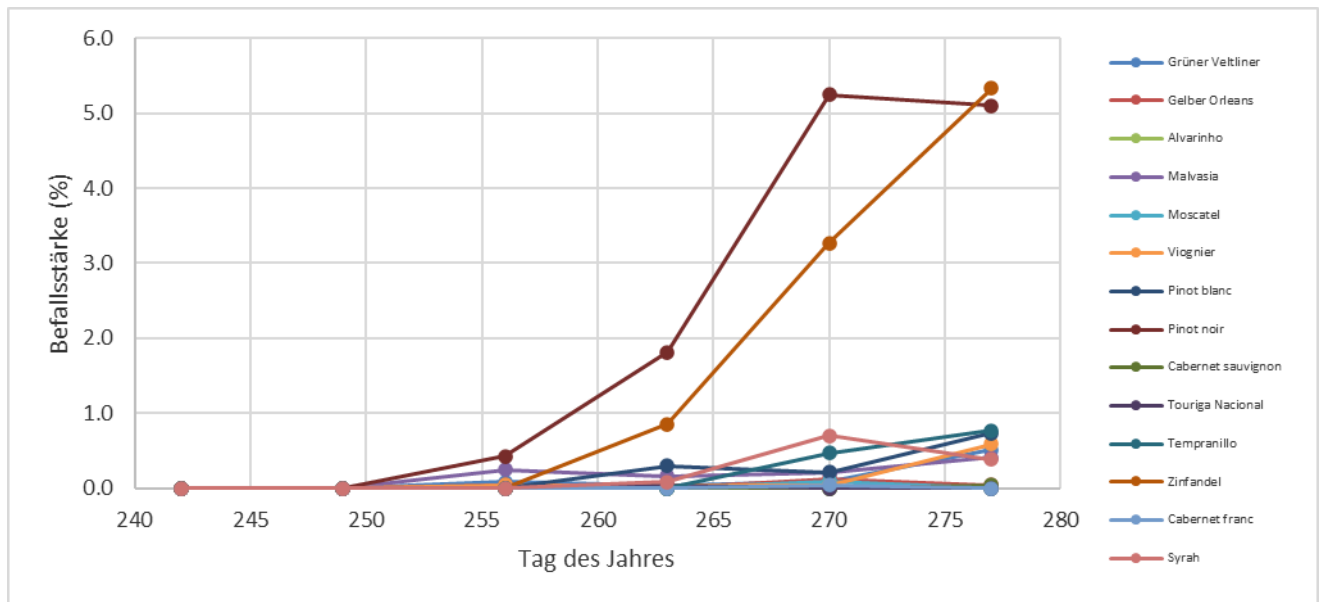


Abbildung 47: Entwicklung der *Botrytis cinerea*-Befallsstärke in den untersuchten Rebsorten im Versuchsjahr 2024.

Die Befallsstärken durch *Botrytis cinerea* lagen 2024 auf einem geringen Niveau, mit Ausnahme von Zinfandel und Pinot noir, hier lag die Befallsstärke bei 5,3 bzw. 5,1% (Abbildung 47). Grund dafür war bei beiden Sorten der Befall durch *Drosophila suzukii*, der zu einem Anstieg mit Essigfäule führte. Bei allen anderen Sorten war die Befallsstärke geringer als 1%.

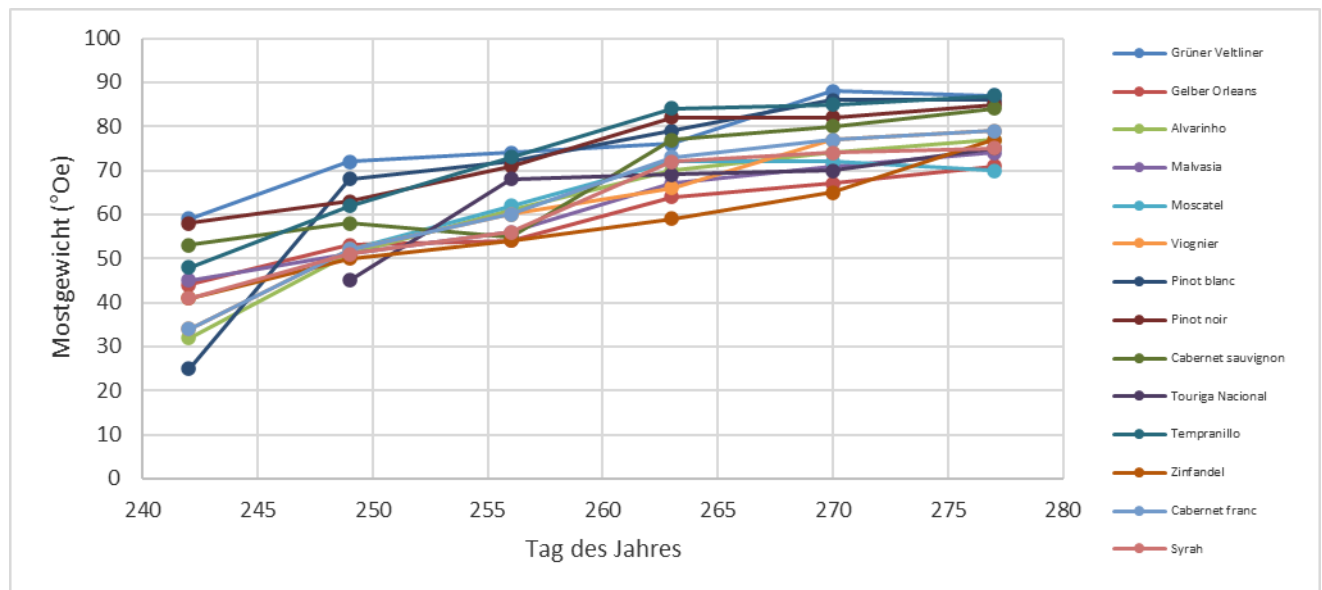


Abbildung 48: Entwicklung des Mostgewichtes in den untersuchten Rebsorten im Versuchsjahr 2023

Die Mostgewichte der letzten Reifemessung lagen im Jahr 2024 zwischen 70 und 90 °Oe (Abbildung 48). Die folgenden Sorten erreichten am letzten Boniturtermin (2.10.2024) über 80°Oe: Grüner Veltliner und Tempranillo (87°Oe), Pinot blanc (86 °Oe), Pinot noir (85 °Oe) und Cabernet sauvignon (84 °Oe).

Tabelle 19: Ergebnisse der Versuchslese am 08.10.2024. Für jede Rebsorte sind der durchschnittliche Ertrag, das Mostgewicht sowie der Gesamtsäuregehalt angegeben.

Rebsorte	Ertrag (kg/Rebe)	Mostgewicht (°Oe)	Gesamtsäure (g/l)
Grüner Veltliner	0,46	93,6	9,2
Gelber Orleans	1,02	70,7	15,4
Alvarinho	0,65	82,0	18,9
Malvasia	2,08	76,1	10,1
Moscatel	0,40	79,2	9,4
Viognier	1,44	74,9	11,7
Pinot blanc	1,48	91,5	11,1
Pinot noir	1,65	89,7	13,1
C. sauvignon	0,71	83,1	17,6
Touriga Nacional	0,75	76,6	15,8
Tempranillo	1,09	88,0	13,0
Zinfandel	2,81	69,0	14,8
Cabernet franc	1,08	81,9	12,6
Syrah	1,53	76,9	14,8

Die Erträge im Jahr 2024 bewegten sich auf einem geringen bis mittleren Niveau. Die geringsten Stockerträge waren bei Grüner Veltliner und Moscatel zu verzeichnen (0,46 kg und 0,40 kg). Der höchste Stockertrag lag bei 2,81 kg bei der Sorte Zinfandel (vgl. Tabelle 19). Das

höchste Erntemostgewicht wurde in der Sorte Grüner Veltliner erzielt (93,6 °Oe), das Geringste bei Zinfandel (69,0 °Oe). Die Gesamtsäurewerte zur Ernte lagen teilweise auf einem hohen Niveau, vor allem bei Alvarinho (18,9 g/l) und Cabernet Sauvignon (17,6 g/l).

3.5 Machbarkeitsstudie zur Erfassung von Trockenstress an Reben

3.5.1 Pinot gris Monitoring in 2023

The vineyards depict substantial differences in the magnitude of the sap flow velocity during the growing period (Abbildung 49). The mean sap flow velocity (i.e., box plot centre) of the young vines (i.e., three years old) has a bimodal trend with peaks happening at 10 and 15 hours, a diminution happening around noon, and a large standard deviation (i.e., dotted vertical lines). The velocities in the young vines reach 7.0 cm hr^{-1} , with a difference of one order of magnitude than the mature (i.e., 14 years) and old (i.e., 29 years) vines that do not surpass 0.8 cm hr^{-1} . The high sap flow velocity in these plants results from the high efficiency of a young plant hydraulic system and the high sapwood area ratio. However, the diurnal cycle of the young vines shows how the plants are affected by the noon meteorological conditions, where the high environmental stress of the growing season affects the water transport by closing the stomata. The mature (i.e., 14 years) and old (i.e., 29 years) vines have slower sap flow velocities than the young vines and do not exceed 1.0 cm hr^{-1} . The old vines double the sap flow velocities of the mature ones during the noon period (from 11:00 to 15:00). The diurnal pattern of both older vines does not show the stressed conditions of the young vineyards, and the plants can keep a continuous water movement through the plant.

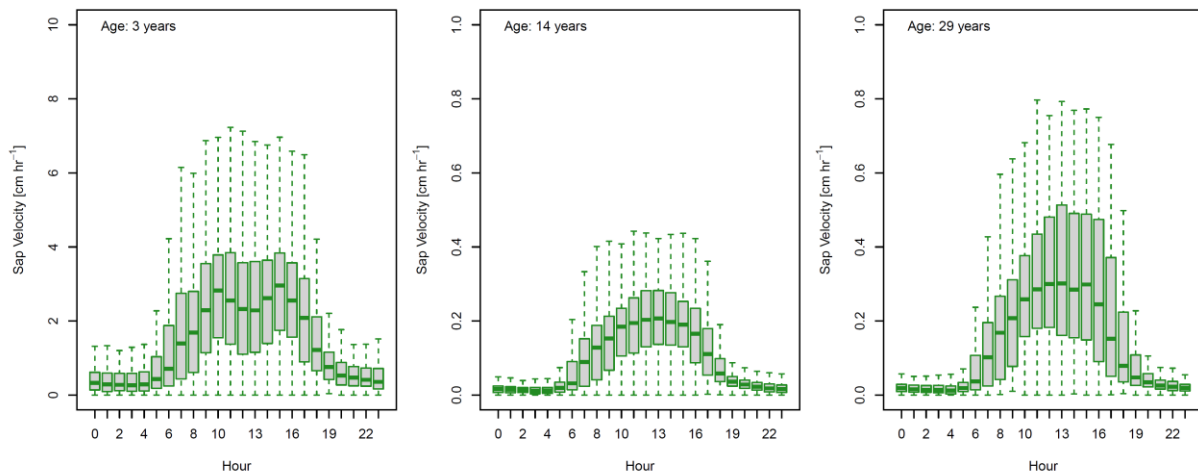


Abbildung 49: Diurnal cycle of the sap flow velocities of the young (i.e., 3 years), mature (i.e., 14 years), and old (i.e., 29 years) vineyards of Pinot gris measured during the growing season 2023 at Remich, Luxembourg.

The hourly transpiration rates (E_T) of the three vines (Abbildung 50) did not show the substantial differences observed with the sap flow velocities. This is the effect of the larger sap wood area of the mature (i.e., 14 years) and old (i.e., 29 years) vines that compensates the slower velocities. The old vines transpired more than the young and mature vines, while the E_T of the young vines exceed the E_T from the mature vines. The young vines have an erratic diurnal pattern of E_T across the growing season depicting the effect of environmental stress on the transpiration of young plants. On the other hand, the mature and old vines keep constant transpiration rates during the noon period without the erratic pattern of the young plants, with the mature plants transporting up to 0.2 mm hr^{-1} and the old vines up to 0.4 mm hr^{-1} . However, the old vines are the only plants that show a peak on the transpiration rates during July with a strong decline towards the end of the monitoring period. The erratic pattern of the young plants shows how the plants are influenced by water stress conditions, meanwhile the diurnal response of the older vines is less erratic. Despite the differences in diurnal patterns, the differences in transpiration rates among vine ages can be affected by specific site conditions. The location close to the edge of the route of the mature vines expose them to more drier conditions than the young and old vines. This feature may induce the difference in total water transport (Abbildung 50).

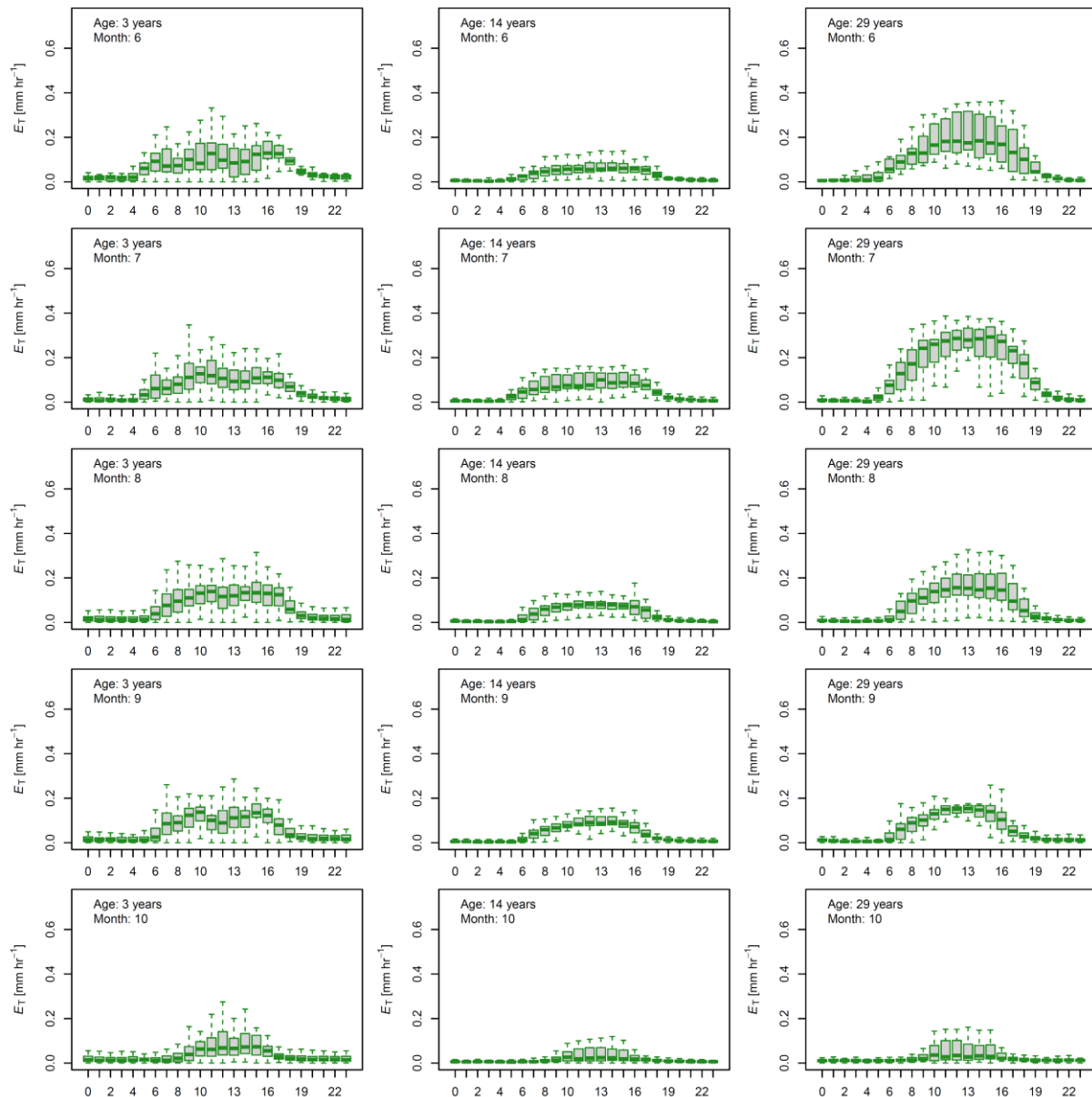


Abbildung 50: Monthly variation of the diurnal cycle of the estimated transpiration of the young (i.e., 3 years), mature (i.e., 14 years), and old (i.e., 29 years) vineyards of Pinot gris measured during the growing season 2023 at Remich, Luxembourg.

The transpiration (E_T) response to environmental drivers in an hourly basis (**Abbildung 51**) shows a low dependency for the young vines, where the air temperature and vapor pressure deficit have the largest correlation coefficients (0.242 and 0.221, respectively). However, the low correlation values show how erratic is the transpiration response of the young vines. The mature and old vines show larger Pearson correlation values for air temperature (0.521 and 0.702, respectively), vapor pressure deficit (0.502 and 0.804, respectively) and wind speed (0.281 and 0.268, respectively) than the young vines. Therefore, these plants response more effectively to changes in atmospheric conditions than the young plants. It is important to

highlight how the correlation coefficient of the soil temperature increases according to the following order young < mature < old (0.137, 0.267, and 0.376, respectively).

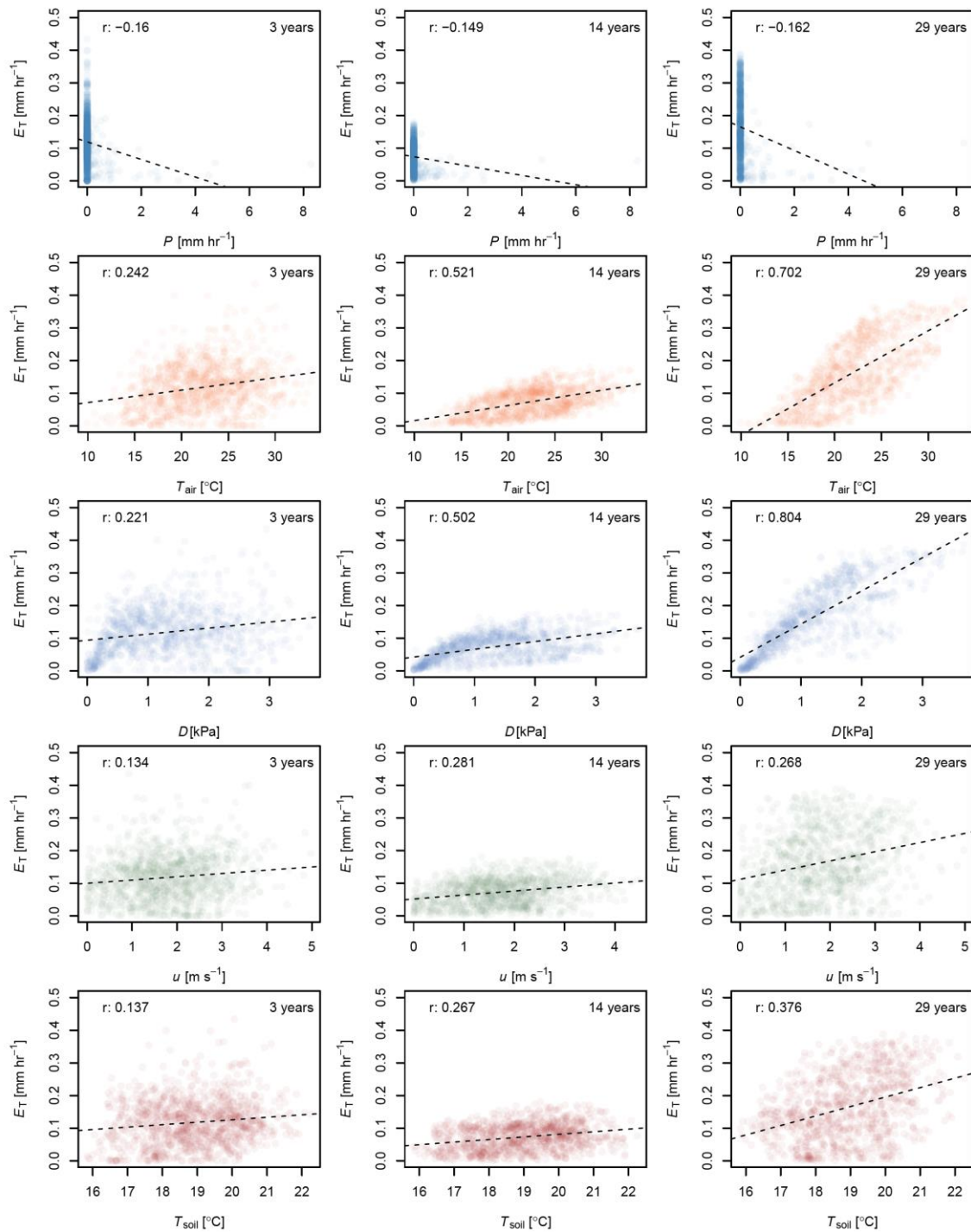


Abbildung 51: Density plots of day-time transpiration (ET) response to precipitation (P), air temperature (T_{air}), vapor pressure deficit (D), wind speed (u), and soil temperature (T_{soil}) of the young (i.e., 3 years), mature (i.e., 14 years), and old (i.e., 29 years) vines of Pinot gris measured during the growing season 2023 at Remich, Luxembourg. The correlations between hourly ET and environmental variables covers only the period between 6:00 and 18:00 hours. The available meteorological data covers the period from May until August.

Abbildung 52 shows the phenological response variability among vines. The young vines (i.e., 3 years) have low variability during the different phenological phases. Meanwhile, the mature (i.e., 14 years) and old (i.e., 29 years) vines have the largest transpiration rates during the berry growth phase with a clear diminution of transpiration when this phase has finished. Additionally, the shooting cut practice at the beginning of the berry growth phase shows an effect increasing the transpiration rates of all the plants.

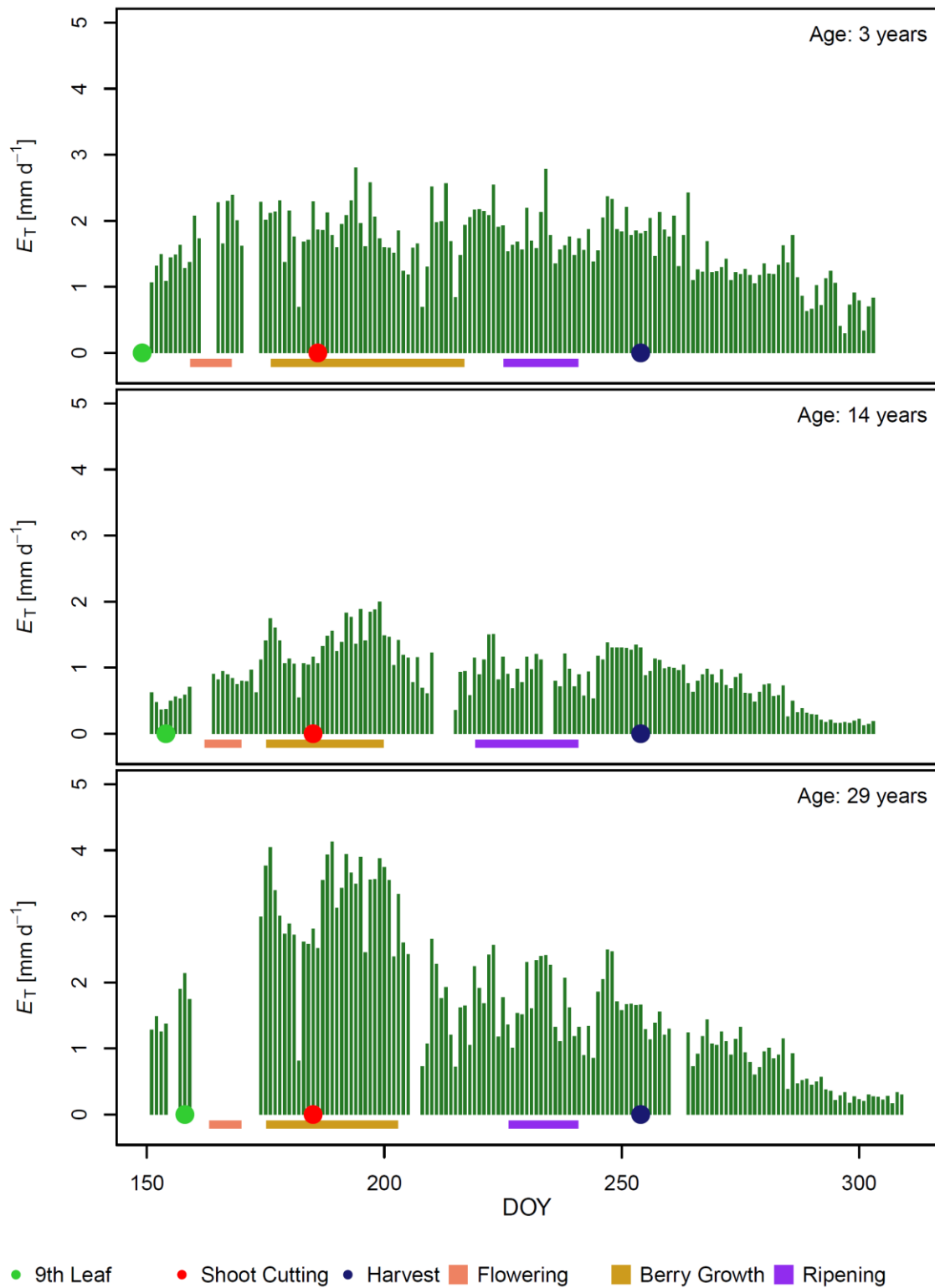


Abbildung 52: Phenological status and daily transpiration (E_T) of the young (i.e., 3 years), mature (i.e., 14 years), and old (i.e., 29 years) vineyards of Pinot gris measured during the growing season 2023 at Remich, Luxembourg.

3.5.2 PIWIs Monitoring

The meteorological conditions during 2024 did not show long dry spells or heat waves (Abbildung 53). During this year (Tabelle 27), the annual precipitation (until 7th November 2024) accounted for 834.1 mm yr⁻¹ with a homogeneous distribution all over the year, almost 200 mm more than the mean annual precipitation for the site (696.3 mm yr⁻¹). The wet atmospheric conditions during the growing season 2024 prevented the vines to experience stress linked to extremely dry or hot conditions. The high humidity experienced by the vines decreased the transpiration fluxes from the vines due to a low atmospheric dryness. By defining the growing season as the between BBCH 09 (DOY 104) and BBCH 89 (DOY 260) of Riesling in Remich. The precipitation during the growing (419.3 mm) equals the precipitation of the rest of the year (414.8), while the air (T_a) and shallow soil temperatures (T_{s015}) of the growing season double the non-growing season values (Tabelle 20).

Tabelle 20: Seasonal summary of precipitation (P), potential evaporation (E_o), air (T_a) and soil temperature at 15 and 100 cm depth (T_{s015} and T_{s100}, respectively). This summary is based on the data up to 7th November 2024.

Period	P [mm]	E_o [mm d ⁻¹]	T_a [°C]	T_{s015} [°C]	T_{s100} [°C]
Non-Growing Season	414.8	0.5	8.7	8.9	9.9
Growing Season	419.3	1.0	16.8	17.2	15.0
Annual	834.1	0.78	12.8	13.1	12.5

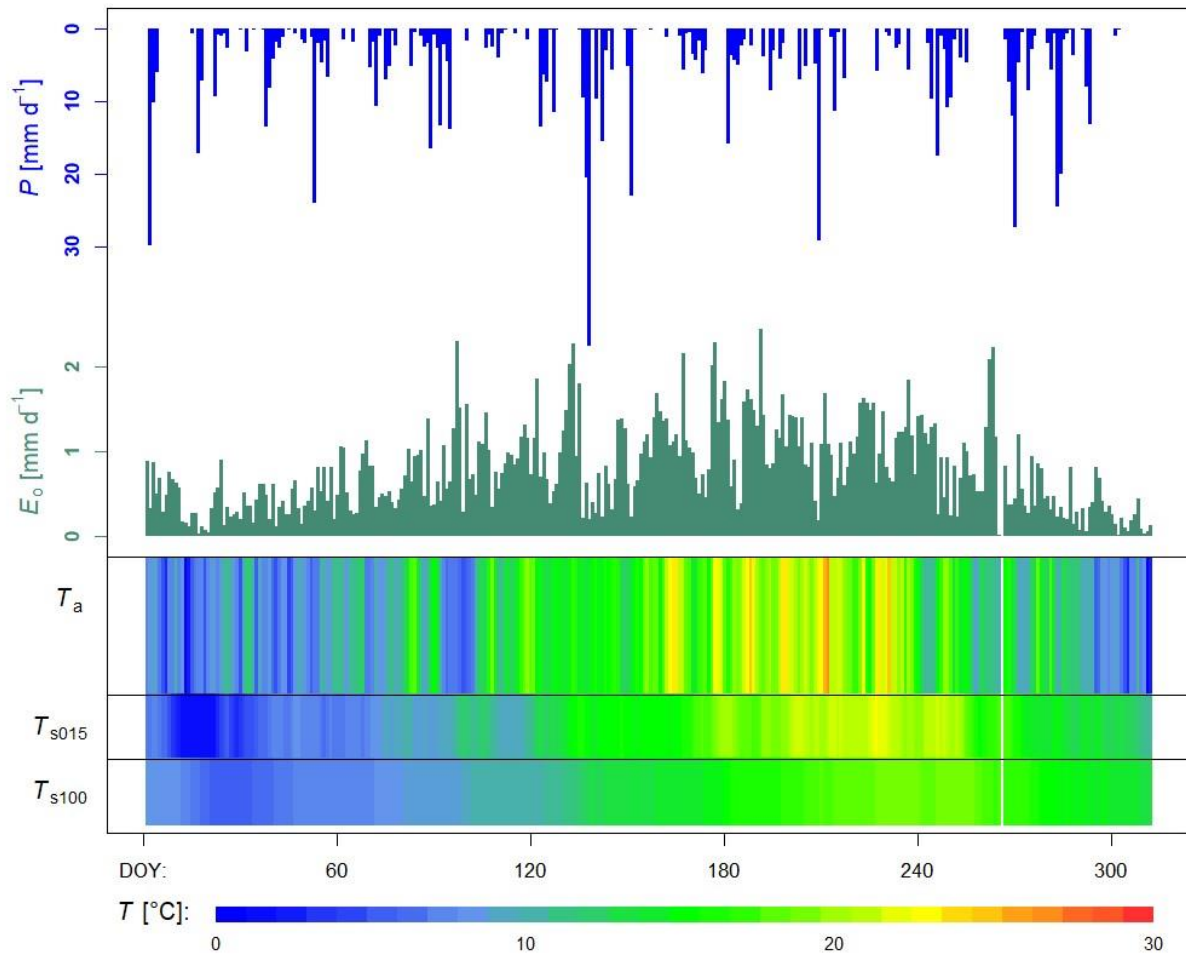


Abbildung 53: Daily variability of precipitation (P), air (T_a) and soil temperatures at 15 and 100 cm depth (T_{s015} and T_{s100} , respectively) during the 2024 monitoring season at Remich, Luxembourg.

The sap flux (Q_{sap}) of PIWI cultivars showed a large variability linked to individual plant responses during the growing season (**Abbildung 54**). The Q_{sap} peak in all cultivars occur after a large wet period before DOY 180, followed by the warmest period of 2024 where air temperature does not exceed 30 °C. Muscaris is the cultivar with the largest Q_{sap} with a median of 326 cm³ d⁻¹ plant⁻¹ followed by Solaris (229 cm³ d⁻¹ plant⁻¹) and Souvignier gris (203 cm³ d⁻¹ plant⁻¹). The three cultivars peaked the sap flux during the DOY 180 when the mean daily air temperature reached 20 °C in 2024, depicting a tendency to decrease the Q_{sap} during the rest of the year.

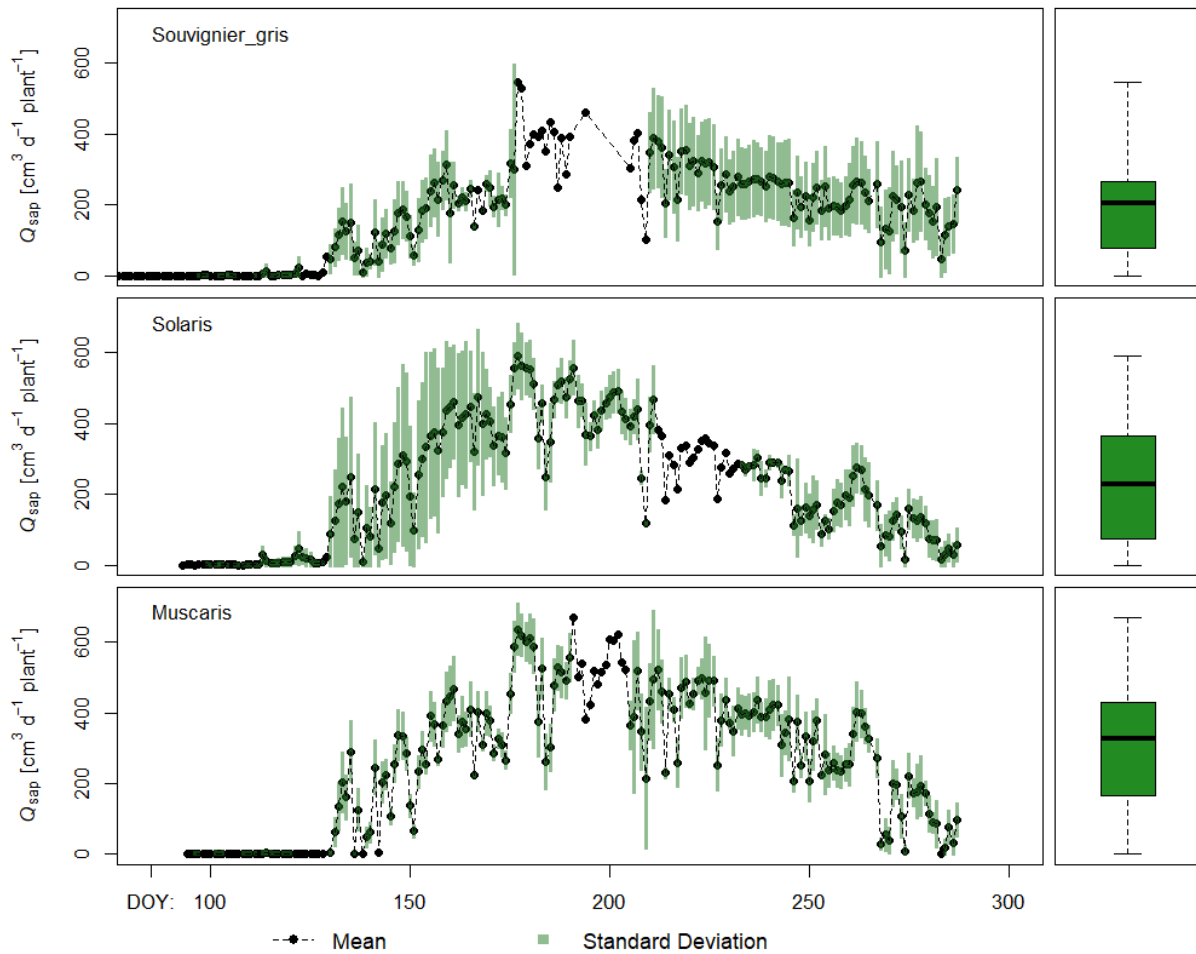


Abbildung 54: Daily sap flux (Q_{sap}) variability of three PIWI cultivars during the 2024 monitoring period at Remich, Luxembourg.

The potential evaporation rates occasionally exceeded 2 mm d^{-1} (Abbildung 54) because of the low temperatures and continuously wet conditions. These conditions affected the water consumption of the cultivars that did not exceed 0.3 mm d^{-1} . Muscaris shows the largest transpiration rates during 2024, followed by Solaris and Souvignier gris (Abbildung 55). However, Souvignier gris shows larger estimates at the end of the season with respect to the other two cultivars.

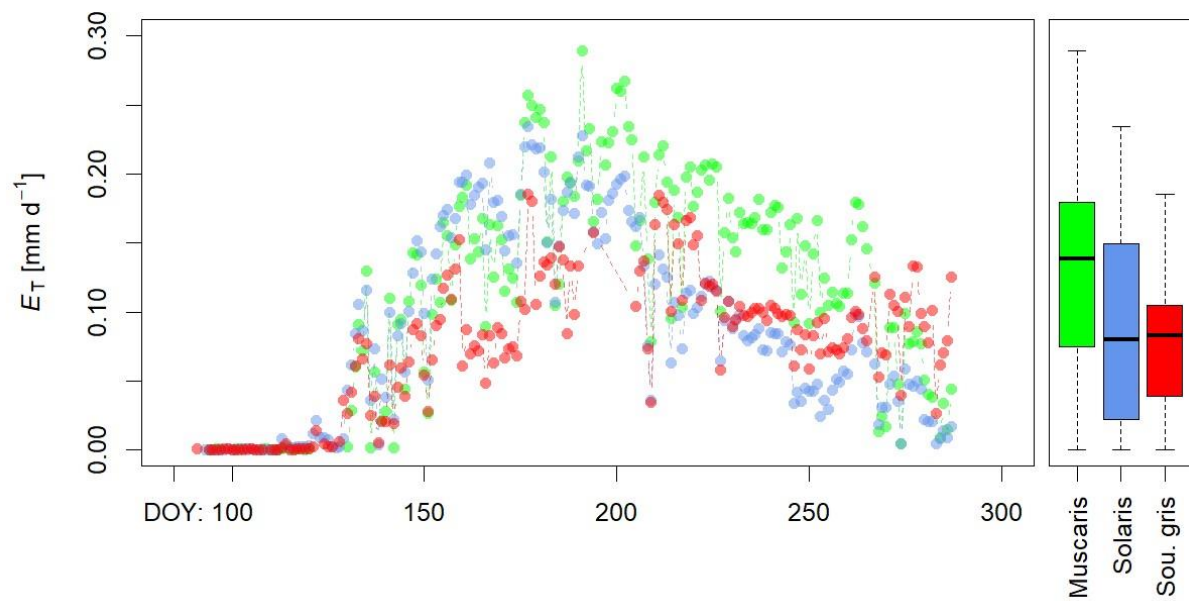


Abbildung 55: Daily transpiration (E_T) of three PIWI cultivars during 2024 monitoring period at Remich, Luxembourg.

3.6 Einfluss der gestaffelten Lese auf Fäulnisepidemie und Ernteparameter

3.6.1 Jahrgang 2022

3.6.1.1 Pinot gris

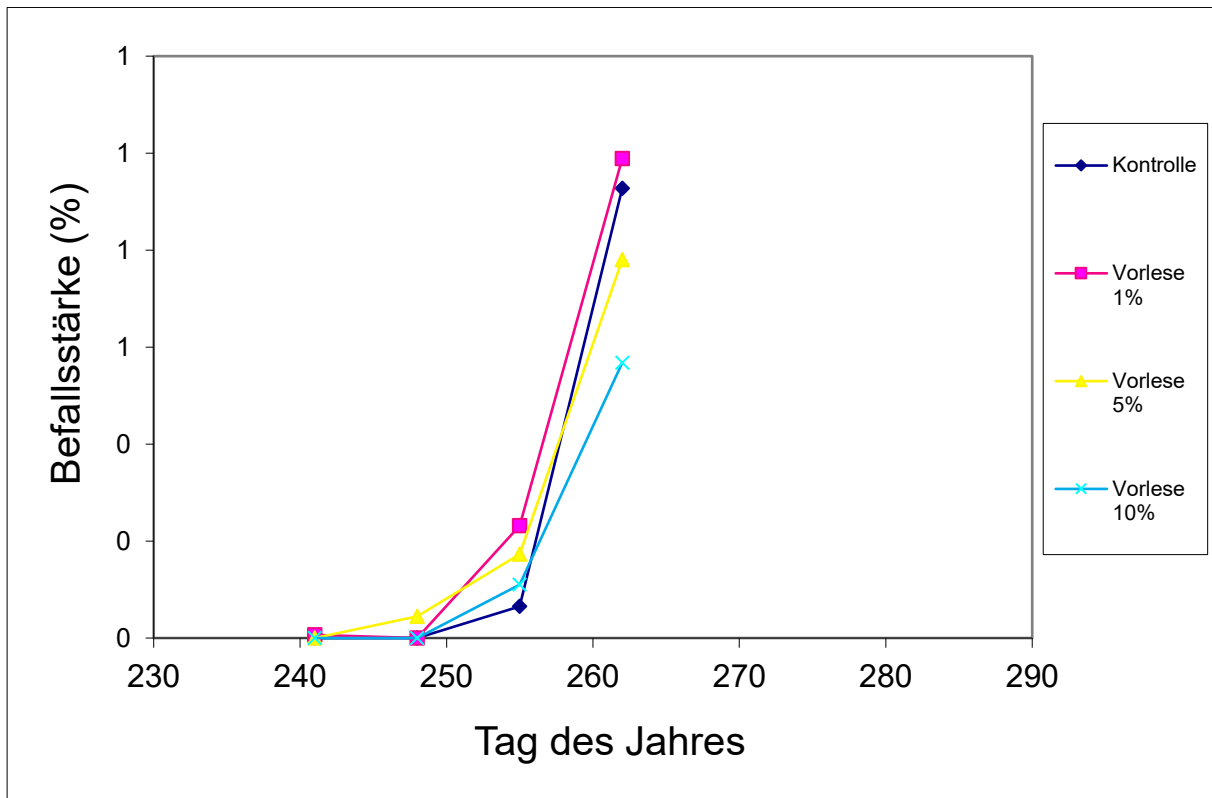


Abbildung 56: Entwicklung der *Botrytis cinerea*-Befallsstärke im Pinot gris im Versuchsjahr 2022.

Im Jahr 2022 lag die Befallsstärke von *Botrytis cinerea* in allen Versuchsgliedern unter 1% (Abbildung 56), daher konnte keine Vorlese und Ertragserfassung durchgeführt werden und der Versuch endete für die Sorte Pinot gris am 19.09.22.

3.6.1.2 Riesling

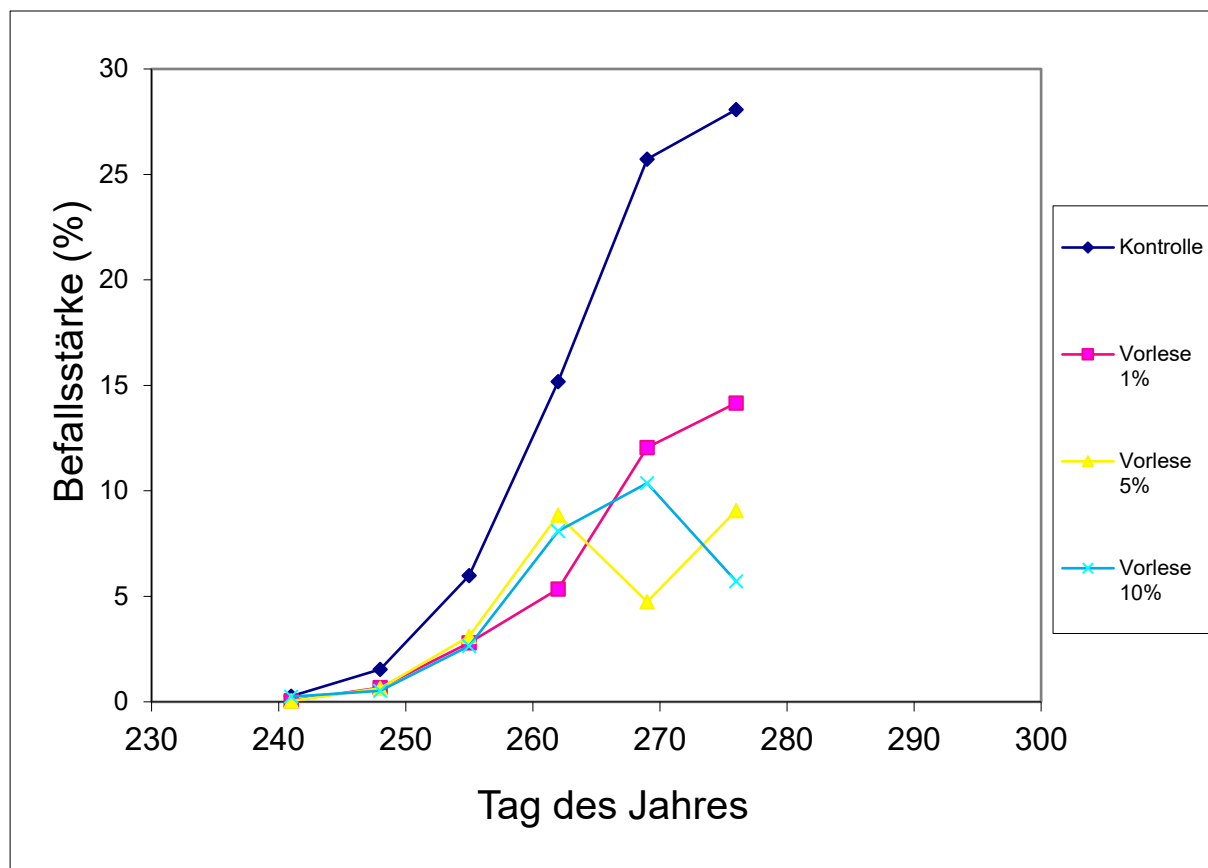


Abbildung 57: Entwicklung der *Botrytis cinerea*-Befallsstärke im Riesling im Versuchsjahr 2022.

Im Jahr 2022 führten die Vorlesen im Riesling im Vergleich zur Kontrolle unmittelbar nach der Massnahme zu reduzierten Befallsstärken. Alle Vorlesen blieben unter dem Niveau der Kontrolle. Die Vorlesen bei 5% und 10% Befallsstärke konnten die Befallsstärke um mehr als 50 % reduzieren (Abbildung 57).

Tabelle 21: Ergebnisse der Versuchslese in der Rebsorte Riesling im Jahre 2022. Angegeben sind die durchschnittlichen Erträge pro Rebe der negativen Vorlese, der negativen Hauptlese und der positiven Hauptlese sowie der Gesamtertrag.

Versuchsglied	Ertrag (kg/Rebe)			gesamt
	Vorlese negativ	Hauptlese negativ	Hauptlese positiv	
Kontrolle		1,29	1,92	3,21
Vorlese 1%	0,36	0,61	2,69	3,30
Vorlese 5%	1,15	0,21	2,50	2,71
Vorlese 10%	1,38	0,16	2,42	2,58

Die Erträge lagen im Jahr 2022 im mittleren Bereich. Mit dem Zeitpunkt der Vorlese nahm der Ertrag der negativen Fraktion der Vorlese zu und der Ertrag der negativen und der positiven Fraktion der Hauptlese sowie der Gesamtertrag ab (Tabelle 21).

3.6.2 Jahrgang 2023

3.6.2.1 Pinot gris

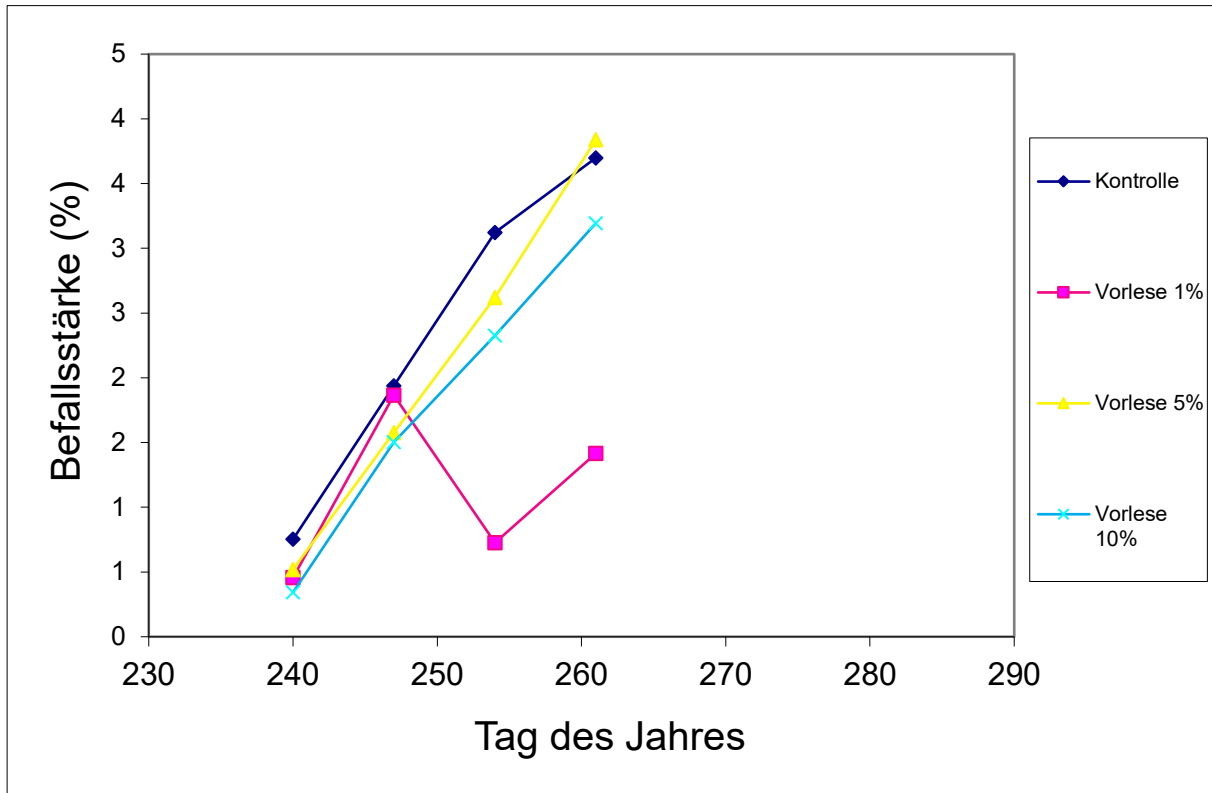


Abbildung 58: Entwicklung der *Botrytis cinerea*-Befallsstärke im Pinot gris im Versuchsjahr 2023.

Im Jahr 2023 führte die Vorlese bei 1% im Pinot gris im Vergleich zur Kontrolle unmittelbar nach der Massnahme zu reduzierter Befallsstärke. Die 5% und 10% Grenze wurde sowohl in den Versuchsgliedern 3 und 4 als auch in der Kontrolle nicht überschritten, daraufhin wurde der Pinot gris am 20.09.23 geerntet und der Versuch wurde beendet (Abbildung 58).

Tabelle 22: Ergebnisse der Versuchslese in der Rebsorte Pinot gris im Jahre 2023. Angegeben sind die durchschnittlichen Erträge pro Rebe der negativen Vorlese, der negativen Hauptlese und der positiven Hauptlese sowie der Gesamtertrag.

Versuchsglied	Ertrag (kg/Rebe)			
	Vorlese negativ	Hauptlese negativ	Hauptlese positiv	gesamt
Kontrolle		0,07	2,45	2,52
Vorlese 1%	0,15	0,02	2,22	2,24
Vorlese 5%	-	-	-	-
Vorlese 10%	-	-	-	-

Die Erträge lagen im Jahr 2023 im mittleren Bereich. Da die 5% und 10% Grenze nicht überschritten wurde, konnten für diese Versuchsglieder keine Erträge erfasst werden. Auch bei Versuchsglied 1 war die negative Fraktion nur sehr gering (Tabelle 22).

3.6.2.2 Riesling

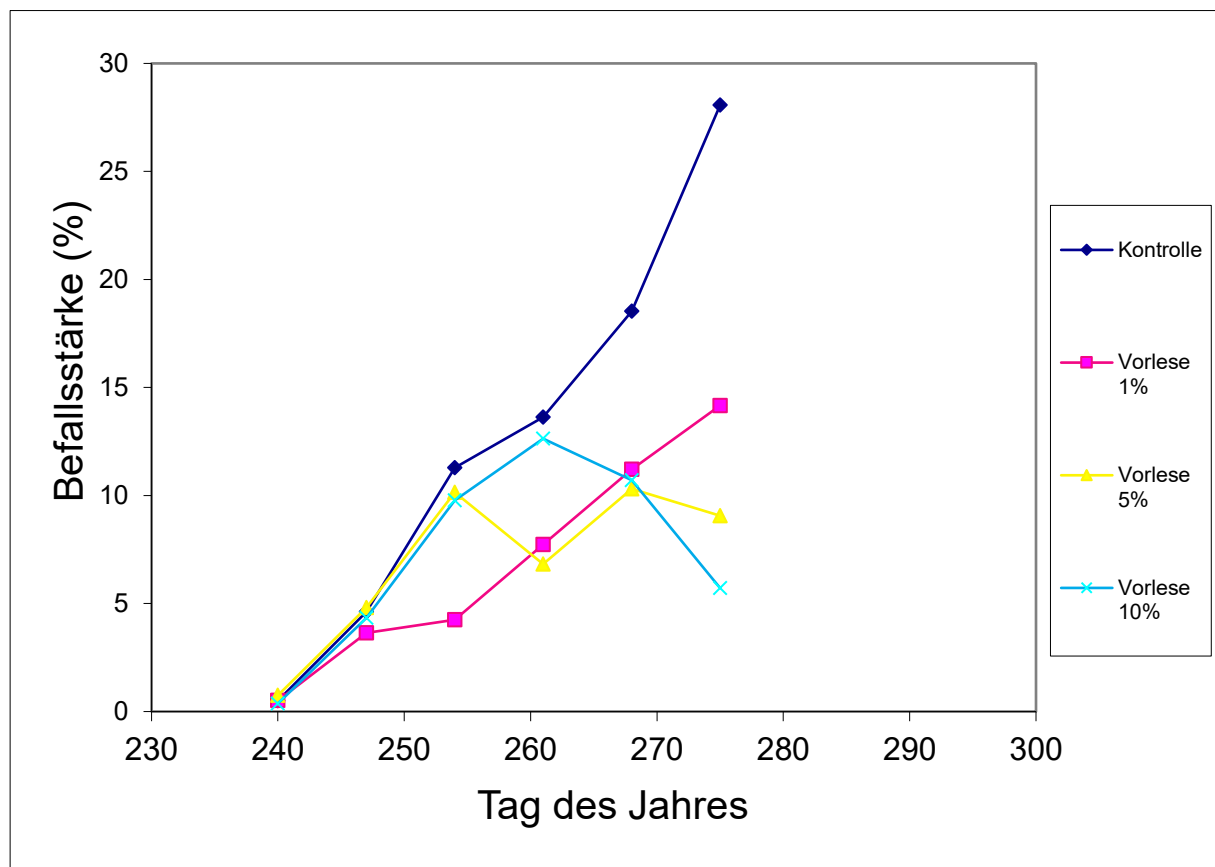


Abbildung 59: Entwicklung der *Botrytis cinerea*-Befallsstärke im Riesling im Versuchsjahr 2023.

Im Jahr 2023 führten die Vorlesen im Riesling im Vergleich zur Kontrolle unmittelbar nach der Maßnahme zu reduzierten Befallsstärken. Die frühe Vorlese konnte den Befall am Erntetermin

um ca. 50% reduzieren, die beiden späten Vorlese (5%, 10%) um mehr als 50% (Abbildung 59).

Tabelle 23: Ergebnisse der Versuchslese in der Rebsorte Riesling im Jahre 2023. Angegeben sind die durchschnittlichen Erträge pro Rebe der negativen Vorlese, der negativen Hauptlese und der positiven Hauptlese sowie der Gesamtertrag.

Versuchsglied	Ertrag (kg/Rebe)			
	Vorlese negativ	Hauptlese negativ	Hauptlese positiv	gesamt
Kontrolle		0,66	3,43	4,09
Vorlese 1%	0,79	0,28	3,23	3,51
Vorlese 5%	0,81	0,24	3,36	3,60
Vorlese 10%	0,60	0,75	2,66	3,41

Die Erträge lagen im Jahr 2023 im mittleren bis hohen Bereich. Mit dem Zeitpunkt der Vorlese nahm der Ertrag der negativen Vorlese zu und der Ertrag der negativen Fraktion der Hauptlese ab (Tabelle 23).

3.6.3 Jahrgang 2024

Der Botrytis Befall im Jahr 2024 bewegte sich auf einem sehr geringen Niveau, weshalb keine Vorlese durchgeführt wurde. Der Versuch wurde daher am 24.09.2024 in beiden Sorten beendet.

4 Fazit

Untersuchungen zur **Phänologie pilzwiderstandsfähiger Rebsorten** am Standort Remich zeigten deutliche Unterschiede zwischen den Sorten hinsichtlich des Austriebstermins und der Lesereife. Inzwischen sind die Auswertungen auf weitere Standorte ausgeweitet und ein Piwi-Netzwerk initiiert worden. Sollte sich das Verhalten einzelner Sorten über die Jahre und alle Standorte des Netzwerks als stabil erweisen, könnten z.B. früh austreibende Sorten in Lagen mit hoher Spätfrostgefahr vermieden oder Sorten mit spätem Austrieb und früher Reife für Regionen mit relativ kurzer Vegetationsperiode zurückbehalten werden. Im Rahmen des Projektes konnten die Temperatursummengrenzwerte für das Erreichen aller BBCH-Stadien zwischen Knospenschwellen und Lesereife für 13 PIWI-Sorten, basierend auf einem internationalen Netzwerk erarbeitet und in das UniPhen Modell integriert werden. Ein wissenschaftliches Manuskript hierzu wurde zur Veröffentlichung eingereicht und wird aktuell begutachtet.

Untersuchungen zur **Entwicklung des Mostgewichts** beim Riesling am Standort Remich zeigen, dass sich dieses sehr gut in Form einer sigmoidalen Funktion in Abhängigkeit von der Temperatursumme nach der Rebblüte (BBCH 68) simulieren lässt. In den nächsten Jahren werden die Auswertungen auf andere Rebsorten ausgeweitet. Mittelfristiges Ziel ist es darüber hinaus, eine Plattform für die Simulation des Reifeverlaufes auf Basis der Temperaturbedingungen zu erstellen. Die Analysen zum **potentiellen Ertrag** in der Zukunft deuten für den Riesling stabile bis leicht steigende potentielle Erträge an.

Freilandversuche zu potentiellen Strategien zur **Sonnenbrandvermeidung** zeigen deutlich, dass späte Entblätterungsmaßnahmen im Hinblick auf Sonnenbrand möglichst unterlassen werden sollten. Hingegen zeigten sich zwischen nicht entblätterter und früh entblätterter Variante kaum Unterschiede im Sonnenbrandschaden. Jedoch wurde durch eine frühe Entblätterung der Fäulnisbefall in allen Jahren deutlich reduziert. Der Einsatz von CutiSan konnte in 2021 den Sonnenbrandbefall deutlich und in den Jahren 2022 und 2023 nur

tendenziell reduzieren. Ein Einsatz in der Praxis kann also noch nicht allgemein empfohlen werden.

Die Freilandversuche zum **Einfluss des Lesetermins** auf die **Crémant-Typizität** sind in den Jahrgängen 2022 und 2023 in Pinot gris und Auxerrois durchgeführt worden. Es zeigte sich der gewünschte Anstieg des Mostgewichtes in Abhängigkeit vom Lesetermin. Im Jahr 2022 bei beiden Sorten sowie 2023 bei Auxerrois wurde das Ziel erreicht, am letzten Lesetermin Mostgewichte deutlich über dem optimalen Bereich für die Crémant-Erzeugung zu erhalten. Die 2022er Grundweine der späten Lese wurden Alkohol-reduziert und zur Flaschengärung abgefüllt. Im Februar 2024 wurde degorgiert und die sensorische Analyse erfolgte im April 2024 durch ein Panel an der Hochschule Geisenheim University. Bei beiden Sorten wurde das Attribut „bitter“ in der Intensität signifikant höher in der dritten Variante (später Lesetermin) bewertet. Die Verkoster präferierten in beiden Rebsorten den Crémant der Variante 1 (früher Lesetermin). Die 2023er Grundweine der zweiten und dritten Variante wurden im Februar 2024 Alkohol-reduziert und im März 2024 abgefüllt, das Degorgieren erfolgte im Februar 2025. Bei der quantitativ deskriptiven Analyse wurden bei beiden Sorten in den früh gelesenen Varianten (AUX 1 und PG 1) des Jahrgangs 2023 das Attribut Säure signifikant intensiver als bei den anderen Varianten wahrgenommen.

Hinsichtlich möglicher **Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel** zeigte sich in den Jahren 2017 bis 2024, dass die geprüften **spätreifenden Sorten** tatsächlich zumeist später in die Reifephase eintreten. Die Verschiebung des Reifebeginns im Vergleich zum Pinot noir betrug bis zu 13 Tage im Durchschnitt der sechs Jahre (Moscatel). Bis auf die Sorte Zinfandel, der sich als relativ anfällig gegenüber einem Befall durch die Kirschessigfliege erweist, zeigten sich die Trauben-geteilten spätreifenden Sorten in den Jahrgängen 2018 bis 2024 wenig fäulnisanfällig. Nur im Jahr 2023 zeigte sich zusätzlich zum Zinfandel hoher Fäulnisbefall bei der Sorte Malvasia. Der Reifeverlauf der spätreifenden Sorten ist zumeist gegenüber der Vergleichssorte Pinot noir verzögert und die erreichten Erntemostgewichte liegen in der Regel etwas unter denen der Vergleichssorte. Dennoch wurden in den warmen Jahrgängen 2018 bis

2020 und 2022 bis 2024 häufig Erntemostgewichte im Bereich zwischen 80 und 90 °Oe erreicht – bei allerdings einem zumeist moderaten bis niedrigen Ertragsniveau. Im späten Jahrgang 2021 reichte der Wärmegenuss in vielen der untersuchten spätreifenden Rebsorten nicht für eine vollständigen Ausreifung aus. 80°Oe wurde neben den Vergleichssorten Pinot noir und Pinot blanc nur bei den Sorten Cabernet sauvignon, Tempranillo, Cabernet franc und Viognier erreicht. Im Jahr 2024 wurden die 80 °Oe durch folgende Sorten nicht erreicht: Syrah, Zinfandel, Touriga Nacional, Viognier, Moscatel, Malvasia und Gelber Orleans.

Sap flow measurements to detect **drought stress** in Pinot gris plants of different ages during 2023 showed, that young vines (i.e., three years) are more susceptible to dryer atmospheric conditions, affecting their transpiration rates during noon hours and do not keep constant transpiration during this period like the mature (i.e., 14 years) and old (i.e., 29 years) vines. The larger differences in transpiration between young and old vines show the effect of stand age; however, the fact that the mature vines show lower transpiration rates may be linked to local site conditions (i.e., edge effect) rate than an age effect. Nonetheless, the soil temperature plays an important role in influencing transpiration concerning the vine age. The monitoring carried out during 2024 for the PIWI cultivars showed limited differences in transpiration estimates due to the meteorological conditions. The lack of strong dry periods did not allow to evaluate the water use differences among the PIWI cultivars. However, during this monitoring we observed that Muscaris has the largest water use with respect to Solaris and Souvignier gris. Finally, we show how the use of sap flow sensors helps in the monitoring of plant water use. Also, their use in parallel with the phenological monitoring helps to differentiate the role of the phenological stages for the plant water use, where the mature and old vines have increased the water use during the berry growth stage. The gained knowledge on sap flow measurements will be applied in the research project DryVineyard, which started in 2025.

Die Untersuchungen zum Einfluss einer **gestaffelten Lese** mit negativer Vorlese fäulnisbefallener Trauben/-teile deuten an, dass bei einer frühen Vorlese (1% Befallsstärke) bis zum Erntetermin in der Regel nur noch ein geringer Wirkungsgrad feststellbar ist.

Erfolgreicher zum Erntetermin zeigten sich die Varianten mit einer Vorlese bei 5% und 10% Befallsstärke. Jedoch war hier häufig der Anteil früh vorgelesener Trauben bereits recht hoch.

5 Danksagung

Die Autoren bedanken sich beim Institut Viti-Vinicole und deren Mitarbeitern für die finanzielle Unterstützung sowie für die Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchungen im Weinberg, im Labor und im Keller. Den beteiligten Winzern sei für die Bereitstellung der Untersuchungsflächen sowie des Traubenmaterials für den Versuchsausbau gedankt. Weiterhin gilt ein besonderer Dank Mareike Schultz, Christopher Simon, Doriane Dam, Paula Lopes, Hanna Cordier und Andreas Sonnen für die Mitarbeit bei der Durchführung und Auswertung der Versuche sowie bei der Versuchslese und Mikrovinifikation.

6 Literaturverzeichnis

- ASTA. (1969). Pedology of Luxembourg. 1:100 000. Administration des Services techniques de l'Agriculture. [Map]. <http://g-o.lu/3/IUGr>
- Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A., & Wood, E. F. (2018). Present and future Koppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *SCIENTIFIC DATA*, 5, 180214. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>
- Caffara, A., & Eccel, E. (2010). Increasing the robustness of phenological models for *Vitis vinifera* cv. Chardonnay. *International Journal of Biometeorology*, 54(3), 255–267. <https://doi.org/10.1007/s00484-009-0277-5>
- EEA. (2016). *Elevation map of Europe based on GTOPO30*. Prod-ID: DAT-36-en [Map]. European Environment Agency (EEA). <https://www.eea.europa.eu/en/datahub/datahubitem-view/357f686f-1939-4652-8e79-c9ac7a1c5da6>
- Fabiani, G., Schoppach, R., Penna, D., & Klaus, J. (2022). Transpiration patterns and water use strategies of beech and oak trees along a hillslope. *ECOHYDROLOGY*, 15(2), e2382. <https://doi.org/10.1002/eco.2382>
- Ipach, R., Huber, B., Hofmann, L., & Baus, O. (2005). *Richtlinie zur Prüfung von Wachstumsregulatoren zur Auflockerung der Traubenstruktur und zur Vermeidung von Fäulnis an den Trauben. Outline for an EPPO-guideline*.
- Lorenz, D. H., Eichhorn, K. W., Bleiholder, H., Klose, R., Meier, U., & Weber, E. (1995). Growth stages of the grapevine: Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *Vinifera*)—Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 1(2). <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.1995.tb00085.x>
- Molitor, D., Baus, O., Hoffmann, L., & Beyer, M. (2016). Meteorological conditions determine the thermal-temporal position of the annual *Botrytis* bunch rot epidemic on *Vitis*

- vinifera* L. cv. Riesling grapes. *OENO ONE*, 50(4), 231–244.
<https://doi.org/10.20870/oeno-one.2016.50.4.36>
- Molitor, D., Fraga H., & Junk, J. (2020). UniPhen—a unified high resolution model approach to simulate the phenological development of a broad range of grape cultivars as well as a potential new bioclimatic indicator. *Agricultural and Forest Meteorology*, 291.
<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108024>
- Molitor, D., & Junk, J. (2019). Climate change is implicating a two-fold impact on air temperature increase in the ripening period under the conditions of the Luxembourgish grapegrowing region. *OENO One*, 53, 409–422.
<https://doi.org/10.20870/oeno-one.2019.53.3.2329>
- Molitor, D., Junk, J., Evers, D., Hoffmann, L., & Beyer, M. (2014). A high-resolution cumulative degree day-based model to simulate phenological development of grapevine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 66(1), 72–80.
<https://doi.org/10.5344/ajev.2013.13066>
- Molitor, D., & Keller, M. (2016). Yield of Müller-Thurgau and Riesling grapevines is altered by meteorological conditions in the current and previous growing seasons. *OENO One*, 50(4), 245–258. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2016.50.4.1071>
- Royston, P. (1995). A Remark on Algorithm as-181—The W-Test for Normality. *Applied Statistics*, 44(4), 547–551. <https://doi.org/10.2307/2986146>
- Schoppach, R., Chun, K. P., He, Q., Fabiani, G., & Klaus, J. (2021). Species-specific control of DBH and landscape characteristics on tree-to-tree variability of sap velocity. *AGRICULTURAL AND FOREST METEOROLOGY*, 307, 108533.
<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108533>

7 Anhang

7.1 Tageswitterungsbedingungen in der Vegetationsperiode

7.1.1 Jahrgang 2021**Tabelle 24: Tagesmitteltemperaturen (t_m) sowie Tagesniederschläge (N) im Zeitraum 01. April bis 30. September 2021 an der Wetterstation Remich (Quelle: IVV).**

Tag	Monat											
	April		Mai		Juni		Juli		August		September	
	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)
1	14,6	0,0	8,4	0,0	18,1	0,0	14,8	0,7	16,3	0,1	15,7	0,1
2	7,7	0,0	7,7	0,0	18,9	0,0	16,5	4,9	16,0	6,1	16,9	0,0
3	7,4	0,0	8,0	0,0	19,8	3,7	19,3	0,1	15,4	11,4	18,2	0,0
4	6,5	0,0	9,1	4,7	19,5	0,7	17,5	11,5	17,0	0,9	18,2	0,1
5	2,6	2,2	6,7	2,6	16,3	0,8	17,5	8,0	17,7	0,1	18,7	0,0
6	1,0	1,0	6,0	8,3	15,9	0,0	17,7	13,6	17,4	2,6	19,2	0,0
7	2,0	0,6	8,0	0,3	17,4	0,0	18,1	0,1	17,8	0,0	19,7	0,0
8	3,5	0,0	10,7	0,0	19,4	0,0	15,8	7,5	16,1	0,6	20,3	0,0
9	8,1	0,6	18,6	0,0	20,4	0,0	17,2	0,9	16,8	0,0	18,6	14,2
10	8,7	14,1	15,5	0,4	21,1	0,0	18,1	1,6	17,6	0,2	18,6	1,6
11	6,2	16,2	12,0	2,5	22,0	0,0	17,6	0,5	19,7	0,0	18,0	1,5
12	3,9	1,0	12,1	0,3	19,6	0,0	17,6	0,0	20,8	0,0	15,4	0,3
13	3,7	0,0	10,4	0,0	18,4	0,0	16,4	17,6	21,6	0,0	17,5	0,0
14	3,4	0,0	11,0	3,9	20,4	0,0	15,6	70,3	20,7	0,0	17,2	0,0
15	3,9	0,0	9,8	8,3	22,2	0,0	17,9	1,2	20,9	0,0	18,6	6,6
16	4,6	0,0	11,1	14,6	24,0	0,0	18,3	0,4	16,1	1,3	15,9	0,5
17	7,8	0,0	10,7	9,9	24,8	0,0	19,6	0,3	13,2	1,6	14,5	0,2
18	8,8	0,0	9,9	6,2	25,1	0,0	21,0	0,0	16,3	1,1	15,0	0,2
19	8,6	1,3	9,8	2,0	24,6	1,2	20,3	0,0	17,7	0,5	15,3	0,0
20	9,8	0,4	11,9	0,8	21,6	5,3	18,7	0,0	17,4	0,1	15,4	2,8
21	11,4	0,0	13,2	2,0	20,5	0,1	19,3	0,0	19,2	3,0	13,5	0,0
22	9,2	0,0	10,3	5,1	15,4	1,6	19,9	0,0	18,0	1,0	12,3	0,0
23	9,5	0,0	11,4	0,3	18,1	8,4	20,9	0,0	17,8	5,2	13,5	0,3
24	10,9	0,0	10,2	12,3	15,7	17,2	18,5	23,9	16,8	0,0	14,3	0,0
25	9,7	0,0	9,1	7,7	17,4	1,4	18,0	14,1	16,4	0,0	14,9	1,7
26	9,8	0,0	9,8	11,8	18,4	0,3	18,7	0,7	15,0	0,0	15,6	0,5
27	10,8	0,0	10,8	0,6	20,7	1,2	16,8	27,2	14,5	0,7	15,2	2,3
28	11,4	0,0	12,9	0,5	21,1	0,6	17,5	1,1	14,3	3,8	12,9	0,7
29	10,2	0,0	15,0	0,0	16,8	15,6	17,5	0,2	14,8	1,3	10,6	3,8
30	6,8	0,0	15,6	0,0	14,2	8,4	18,1	0,2	16,3	0,6	9,3	0,3
31			16,3	0,0			17,3	0,0	15,3	0,1		

7.1.2 Jahrgang 2022

Tabelle 25: Tagesmitteltemperaturen (t_m) sowie Tagesniederschläge (N) im Zeitraum 01. April bis 30. September 2022 an der Wetterstation Remich (Quelle: agrimeteo.lu).

Tag	Monat											
	April		Mai		Juni		Juli		August		September	
	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)
1	1,7	1,0	10,5	0,0	14,7	0,0	16,7	0,1	20,4	0,0	18,7	0,1
2	1,1	0,1	13,6	0,0	15,8	0,0	19,4	0,0	22,5	0,0	20,4	0,0
3	1,6	0,0	15,1	0,0	16,6	1,2	20,8	0,0	25,5	0,0	19,5	0,9
4	3,0	0,1	14,7	0,0	20,2	0,5	19,4	0,0	27,3	1,3	19,9	0,1
5	7,2	0,6	13,8	0,0	18,1	9,3	20,0	0,0	21,1	10,6	21,5	0,0
6	9,4	0,4	14,6	0,0	17,6	0,3	17,3	0,0	18,2	0,0	21,9	14,1
7	9,90	10,0	14,8	0,0	16,4	5,3	16,9	0,0	20,3	0,0	19,0	0,6
8	3,6	27,2	15,7	0,0	15,1	5,5	17,7	0,0	22,0	0,0	17,0	7,1
9	3,8	0,9	17,0	0,0	15,1	0,5	20,0	0,0	23,8	0,0	16,2	3,8
10	4,8	0,1	18,0	0,0	16,7	0,1	17,8	0,0	24,6	0,0	15,4	7,0
11	9,9	0,0	20,5	0,0	20,4	0,0	20,8	0,0	24,5	0,0	16,5	0,3
12	14,9	0,0	17,4	0,0	20,2	0,0	21,9	0,0	24,4	0,0	17,0	0,3
13	15,0	0,0	14,9	0,0	17,1	0,0	24,9	0,0	24,1	0,0	18,8	0,0
14	15,1	0,0	15,6	0,0	18,3	0,0	23,3	0,0	24,0	0,1	19,0	28,0
15	13,6	0,0	20,1	0,0	21,6	0,0	19,5	0,0	20,8	1,8	16,6	0,2
16	11,4	0,0	18,2	5,2	22,3	0,0	19,5	0,0	21,7	0,0	12,9	1,3
17	11,0	0,0	18,8	0,1	22,1	0,0	21,8	0,0	22,2	0,0	10,5	0,2
18	11,4	0,0	21,7	0,0	26,1	0,0	25,4	0,0	21,5	0,0	11,8	0,1
19	12,1	0,0	23,0	0,0	26,9	0,0	28,5	0,0	21,5	0,0	10,7	0,3
20	11,7	0,0	20,1	1,5	17,2	3,1	24,2	6,3	20,4	0,1	10,3	0,3
21	12,0	0,0	25,5	0,0	19,1	0,0	20,9	0,3	20,1	0,0	10,9	0,1
22	12,7	0,0	16,5	0,3	21,4	0,8	21,9	0,0	22,3	0,0	11,3	0,0
23	12,7	0,0	17,0	7,7	23,7	0,9	22,4	1,1	22,3	0,0	11,4	0,1
24	11,9	5,4	13,8	10,7	18,9	10,0	24,0	0,0	24,8	0,0	12,1	0,0
25	9,9	3,4	14,6	0,4	20,2	0,8	23,4	0,1	25,1	0,0	12,4	0,1
26	8,5	2,5	16,5	0,0	17,1	2,1	19,5	0,0	20,9	0,5	9,2	9,1
27	10,5	0,1	15,2	0,0	17,2	0,3	19,7	0,0	19,4	0,0	9,7	1,6
28	13,9	0,0	12,5	0,0	19,9	0,0	20,8	0,0	20,4	0,0	9,8	1,2
29	13,4	2,1	11,0	0,1	22,2	0,0	21,9	0,0	21,5	0,0	7,6	3,3
30	10,4	0,4	11,6	0,0	19,4	0,5	21,4	0,0	22,6	0,0	8,1	0,4
31			14,2	0,0			22,9	0,0	19,2	10,6		

7.1.3 Jahrgang 2023

Tabelle 26: Tagesmitteltemperaturen (t_m) sowie Tagesniederschläge (N) im Zeitraum 01. April bis 30. September 2023 an der Wetterstation Remich (Quelle: agrimeteo.lu).

Tag	Monat											
	April		Mai		Juni		Juli		August		September	
	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)
1	9,2	2,5	11,9	5,5	20,0	0,0	16,6	0,0	17,9	15,9	17,4	7,4
2	7,3	3,6	10,8	0,4	16,1	0,0	17,5	0,0	18,5	15,7	19,1	0,1
3	5,2	0,2	11,7	0,0	17,8	0,0	17,7	0,0	15,9	4,3	19,6	0,0
4	3,8	0,0	16,3	0,0	18,9	0,0	18,1	0,6	16,3	3,1	20,1	0,0
5	4,7	0,0	15,0	1,2	19,5	0,0	17,0	0,7	15,2	4,6	22,4	0,0
6	5,4	3,0	15,0	0,1	19,9	0,0	17,6	0,0	14,1	6,9	21,1	0,0
7	8,2	0,4	15,2	0,0	19,2	4,0	22,0	0,0	15,0	0,0	21,6	0,0
8	8,7	0,0	16,4	0,0	20,4	0,1	25,4	0,0	15,5	0,0	21,6	0,0
9	9,4	0,0	13,8	7,9	21,8	0,0	24,0	2,8	18,3	0,0	21,7	0,0
10	10,8	1,2	12,4	2,0	23,8	0,0	22,8	0,0	18,7	0,0	22,3	0,0
11	9,6	3,3	11,7	1,5	24,2	0,0	23,7	0,1	21,9	0,0	23,0	0,1
12	8,7	11,2	12,8	3,1	22,9	0,0	21,7	0,0	20,9	2,5	21,0	23,0
13	7,9	1,8	14,1	0,1	21,5	0,0	19,3	0,0	20,0	0,0	19,0	0,0
14	7,3	0,1	14,1	0,0	20,5	0,0	21,7	0,0	19,8	1,4	16,4	4,7
15	10,6	0,0	14,2	0,0	20,3	0,0	21,4	2,3	20,1	8,9	17,4	0,0
16	10,3	0,6	11,1	1,3	20,8	0,0	19,4	0,0	20,3	9,2	18,9	1,4
17	10,5	0,9	11,2	0,0	21,2	0,0	18,9	0,0	20,6	0,0	21,0	0,2
18	10,0	0,0	12,1	0,0	22,4	1,5	20,8	0,0	23,9	0,0	19,9	3,0
19	11,2	0,0	14,1	0,0	21,6	3,6	20,8	0,0	23,3	0,2	16,8	0,0
20	5,4	2,2	16,7	0,0	22,5	0,7	18,9	0,0	23,4	0,0	19,2	0,0
21	10,1	0,1	18,8	0,0	22,8	0,6	18,2	0,9	23,6	0,0	17,4	9,5
22	12,7	10,4	19,0	3,1	21,0	7,9	18,7	0,0	21,7	0,0	13,5	4,6
23	11,9	9,0	14,8	0,0	20,6	0,0	20,2	0,1	21,5	0,0	11,6	0,0
24	8,7	3,4	11,8	0,0	22,0	0,0	20,1	2,9	20,4	2,2	11,6	0,2
25	7,5	1,0	14,6	0,0	23,9	0,0	15,3	17,6	20,5	6,8	13,5	0,0
26	7,0	0,0	16,1	0,0	20,6	0,0	16,0	0,3	17,6	0,0	14,1	0,2
27	11,2	0,7	17,4	0,0	18,6	0,0	17,0	11,2	15,7	0,1	15,6	0,1
28	15,2	2,7	19,1	0,0	19,6	0,0	18,8	4,7	13,5	0,1	18,3	0,0
29	11,3	1,7	18,8	0,0	20,5	0,0	20,6	6,1	14,7	0,0	17,0	0,5
30	13,2	2,1	17,4	0,0	18,6	0,0	18,4	1,2	13,5	5,5	13,6	0,2
31			19,4	0,0			17,9	5,2	13,5	13,3		

7.1.4 Jahrgang 2024

Tabelle 27: Tagesmitteltemperaturen (t_m) sowie Tagesniederschläge (N) im Zeitraum 01. April bis 30. September 2024 an der Wetterstation Remich (Quelle: agrimeteo.lu). Aufgrund eines Datenausfalls liegen keine Werte für den 8.04.2024, 8.09.2024 und 21/22.09.2024 vor.

Tag	Monat											
	April		Mai		Juni		Juli		August		September	
	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)	$t_m(^{\circ}\text{C})$	N (mm)
1	8,9	13,3	18,9	0,0	15,6	0,0	16,9	4,4	21,1	11,3	24,6	0,0
2	9,8	2,1	14,0	15,2	16,1	0,0	14,2	4,9	21,1	0,4	20,4	17,6
3	10,5	4,6	11,2	4,6	14,7	0,0	14,2	2,3	20,1	0,0	21,7	1,9
4	11,8	13,9	10,6	7,4	15,1	0,0	17,0	1,3	18,6	6,9	19,6	1,8
5	15,0	0,0	13,3	0,1	15,9	0,3	17,6	0,0	20,3	0,0	20,4	14,8
6	17,8	0,0	13,7	11,6	15,5	0,0	18,0	2,3	21,6	0,0	16,8	5,6
7	18,3	0,0	11,7	0,2	16,2	0,0	15,4	0,0	19,9	0,0	20,6	1,5
8			13,5	0,0	16,5	0,0	18,0	0,0	18,9	0,0		
9	11,4	1,7	14,8	0,0	16,1	0,0	23,3	0,0	20,9	0,0	16,3	3,8
10	8,6	0,0	16,5	0,0	12,7	1,2	21,9	3,9	21,8	0,0	15,2	0,1
11	10,2	0,0	18,1	0,0	12,0	0,0	21,2	0,0	22,9	0,0	12,3	4,7
12	13,1	0,0	19,6	0,0	12,5	0,0	17,9	8,4	25,8	0,0	10,2	0,0
13	15,4	0,0	18,1	0,0	13,9	0,0	15,9	2,9	26,9	0,0	10,7	0,0
14	15,4	0,0	18,7	0,3	15,6	0,9	17,4	0,0	20,4	5,8	10,2	0,1
15	9,8	2,5	14,4	22,0	15,9	5,6	19,9	4,1	20,9	0,1	10,9	0,1
16	7,4	0,8	15,1	7,6	15,3	0,8	19,0	2,1	21,9	0,0	15,1	0,0
17	5,5	2,5	12,3	43,6	17,8	0,4	19,7	0,0	21,0	0,5	16,8	0,0
18	6,5	0,0	13,5	0,1	19,4	5,0	21,8	0,0	19,4	0,8	19,2	0,0
19	6,8	4,1	13,4	9,6	16,9	2,8	23,2	0,0	18,5	0,0	19,1	0,0
20	6,8	0,6	15,5	0,2	18,3	1,6	24,6	0,0	18,8	5,0	17,3	0,0
21	5,3	0,2	14,4	15,7	17,8	6,0	22,3	7,0	16,2	0,1		
22	4,4	0,0	14,6	2,6	15,0	3,0	20,0	0,0	16,5	0,0		
23	5,1	0,0	14,0	0,4	17,6	0,0	19,0	5,1	19,0	0,0	16,7	1,4
24	5,8	0,7	14,0	5,5	20,7	0,0	18,0	0,0	23,2	5,5	13,8	7,1
25	6,1	0,0	14,9	0,0	22,6	0,0	19,6	0,	16,0	0,0	14,7	13,3
26	9,1	0,0	16,5	0,0	23,4	0,0	19,8	5,1	15,1	0,0	15,5	26,1
27	12,4	0,0	15,7	0,0	23,7	0,0	18,9	29,1	18,7	0,0	12,9	4,7
28	12,4	1,4	14,3	0,1	20,6	0,0	18,4	0,1	22,0	0,0	10,4	0,3
29	12,0	0,0	14,8	7,8	21,2	15,9	20,9	0,0	23,7	0,0	8,2	0,1
30	16,5	0,1	13,3	20,6	18,4	3,6	23,3	0,0	21,5	1,9	12,1	8,5
31			14,1	0,0			23,3	1,1	22,3	9,8		

7.2 Veröffentlichungen

7.2.1 Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Journalen

Jiménez-Rodríguez C.D., Heilemann K., Junk J., Molitor D. (2025): Age-related variations in the water use and phenological status of Pinot gris grapevines in Luxembourg. Submitted to Agricultural Water Management

Waber J., Heilemann K.K., Stoll M., Heilemann K., Schultz M., Simon C., Buchholz G., Losantos R., Bermejo I.A., Sampedro D., Petgen M., Fischer U., Winterhagen P., Zörb C., Molitor D., Friedel M., Bogs J. (2025); Photo- and thermoprotective strategies to minimize sunburn necroses on *Vitis vinifera* L. 'Riesling' grapes considering their agronomic impacts. Submitted to OENO One

Molitor D., Heilemann K., Jiménez-Rodríguez C.D., Hüther S., Trapp O., Stalport A., Louvieux J., Viret O., Ladach M., Schumacher S., Lindner B., Dubuis P.-H., Fabre A.-L., Weber M., Schmid A., Terleth J., Renner W., Foerg B., Mackie-Haas K., Junk J. (2025): UniPhen "Piwi" – high resolution-simulation of the phenological development of 13 fungus-resistant cultivars based on a broad international observation data set. Submitted to OENO One.

Fraga H., Freitas T.R., Moriondo M., Molitor D., Santos J.A. (2024): Determining the climatic drivers for wine production in the Cão region (Portugal) using a machine learning approach. Land 13: 749. DOI: 10.3390/land13060749.

Molitor D., Schultz M., Dam D., Pallez-Barthel M., Friedel M., Beyer M. (2022): Partial double-pruning after bloom delays bunch rot epidemics in *Vitis vinifera* L. cvs. Riesling and Pinot gris. Oeno One 56 (3): 271-279. DOI: 10.20870/oeno-one.2022.56.3.4713

Yang C., Menz C., Simoes De Abrue Jaffe M., Costafred-Aumedes S., Moriondo M., Leolinie L., Torres-Matallana A., Molitor D., Junk J., Fraga H., van Leeuwen C., Santos J.A. (2022): Projections of Climate Change Impacts on Flowering-Veraison Water Deficits for Riesling and Müller-Thurgau in Germany. Remote Sensing 15 (6): 1519. DOI: 10.3390/rs14061519.

7.2.2 Repositories

Jiménez-Rodríguez C.D. (2024): Vine-Tools: a set of simple tools developed with R for the analysis of vineyard data (1.0.0). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14408480>.

7.2.3 Fachartikel

Molitor D., Schultz M., Junk J. (2023): Klimawandel im Luxemburger Weinbau – ein Blick auf die letzten fünf Jahrzehnte. In: Schultz H.R. und Stoll M.: Deutsches Weinbau Jahrbuch 2023. Ulmer Verlag, Stuttgart: 49-59.

Permesang G., Molitor D., Junk J. (2023): Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Weinbau im Kreis Trier-Saarburg. Jahrbuch Kreis Trier-Saarburg 2023: 15-23.

Molitor D., Junk J., Schultz M. (2022): Das Klima im Weinbau in den letzten 50 Jahre. De Letzeburger Bauer (5): 10-11.

Molitor D., Junk J., Schultz M. (2022): Klimawandel im Luxemburger Weinbau – Teil 2. Die Winzer-Zeitschrift (2): 36-38.

Molitor D., Junk J., Schultz M. (2022): Klimawandel im Luxemburger Weinbau – Teil 1. Die Winzer-Zeitschrift (1): 36-37.

7.2.4 Fachvorträge

Molitor D. (2025): Auswirkungen des Klimawandels auf den Weinbau und potentielle Anpassungsstrategien – Forschungsergebnisse aus Luxemburg. JKI Kolloquium, Siebeldingen, 28.01.2025.

Heilemann K., Molitor D., Schmitt M. (2025): VinoManAOP2: Weinbauliches Management unter sich ändernden klimatischen Bedingungen. 17. Lëtzebuerger Wäibaudag, Wormeldange, 05.02.2025.

Fischer S., Molitor D., Machwitz M. (2024). Applied viticultural research for Luxembourg: A long-lasting success story of the strategic triangle between Research (LIST), Advisory Service (IVV) and Grape growers. Conference “Science and Technology meet Policy. Bridging the gap for an evidence-based governance”, Luxembourg, 07.10.2024.

Molitor D., Heilemann K. (2024): Viticultural management in the “Appellation d’origine protégée (AOP) – Moselle Luxembourgeoise“ under changing climatic conditions. MONTEVITIS workshop “Regionality in adaptation measures in European viticulture”, Belvaux, 12.06.2024.

Molitor D., Eickermann M. (2024): Klimawandel, Landwirtschaft und Weinbau. Cycle ‘Changement climatique et impact sur les ressources naturelles au Luxembourg’ Luxembourg, Institut Grand-Ducal, Section des Sciences, Luxembourg, 11.06.2024.

Heilemann K., Molitor D. (2023): Collection of phenological data for phenology modelling. MONTEVITIS workshop “Consolidating an EU approach in climate change mitigation and adaptation: cases for Montenegro viticulture“, Podgorica, Montenegro, 08.06.2023.

Molitor D. (2023): Weinbauliches Management unter sich ändernden klimatischen Bedingungen – Ergebnisse des Forschungsprojektes „VinoManAOP“. 15. Lëtzebuerger Wäibaudag, Wormeldange, 01.02.2023.

Yang C., Menz C., Fraga H., Costafreda-Aumedes S., Leolini L., Ramos M.C., Molitor D., van Leeuwen C., Santos J. (2022): Modelling vine water stress during a critical period and potential yield reduction rate in European wine regions: a retrospective analysis. Terclim 2022, Bordeaux, France, 03.-08.07.2022.

Costafreda-Aumedes S., Leolini L., Menz C., Yang C., Argenti G., Dibari C., Bindi M., Santos J.A., Molitor D., Torres A., Moriondo M. (2022): Uncertainty of the future bud-break occurrence of grapevine (*Vitis vinifera* L.) in Europe. Phenology 2022 – Phenology at the crossroads, Avignon, France, 20.-24.06.2022.

Santos J., Menz C., Fraga H., Costafreda-Aumedes S., Leolini L., Ramos M.C., Molitor D., van Leeuwen C., Chenyao Y. (2022): Modelling vine water stress during a critical period and potential yield reduction rate in European wine regions: a retrospective analysis. EGU General Assembly 2022, Vienna, Austria, 03.-08.04.2022.

Molitor D., Junk J., Schultz M. (2022): Klimawandel im Luxemburger Weinbau – Vergangenheit und Zukunft. 14. Lëtzebuurger Wäibaudag, Wormeldange, 02.02.2022.

7.2.5 Wissenschaftliche Poster

Molitor D., Heilemann K., Simon C., Fiedler M., Fischer S., Witte P., Khalil I., Junk J. (2024). Photovoltaics and viticulture – a new testbed at the IVV in Remich. Conference “Science and Technology meet Policy. Bridging the gap for an evidence-based governance”, Luxembourg, 07.10.2024.

7.3 Pressemeldungen

Destaque (21. September 2022)

8 | contacto 21 de setembro de 2022

Destaque

21 de setembro de 2022 | contacto | 9

Destaque



Como a seca está a mudar o Luxemburgo

Este verão foi o mais seco dos últimos 100 anos no Grão-Ducado. E o segundo mais quente desde que há registos. Na floresta, rios e riachos secaram e árvores morreram. Na cidade, jardins perderam a relva e o verde deu lugar ao castanho mais cedo do que o habitual. As reservas de água potável podem estar em risco em algumas comunas. Até a produção do vinho poderá mudar devido ao novo clima. Especialistas admitem que estes fenómenos vão continuar a acontecer nos próximos anos. E que vão mudar o Luxemburgo tal como o conhecemos.

Tiago Rodrigues

10 | contacto 21 de setembro de 2022

Destaque



(Continuação da página 14)

Quando dizemos que estamos numa fase crítica da perda de água potável, existe uma contextualização e a pensar não mais o cotidiano", afirma.

Essa gestão não depende, no entanto, apenas do comportamento da cidade comum. As autoridades governamentais e as instituições também têm um papel importante a cumprir. Então, reflete a parte educacional, lembrando que existe uma água nas nossas torneiras e nas nossas torneiras para falar sobre a água, como se pode poupar e o que se pode fazer para não a poluir. Depois, há também o trabalho em conjunto com os municípios. "Isso está muito relacionado com a eficiência do próprio sistema técnico que não deve perder de vista. É em que temos de investir, porque estamos bem cientes de que não há água está a desenvolver-se, além do responsável.

A Administração tem também um "plano muito ambicioso" para os seus grandes complexos habitacionais a fim de reduzir o consumo per capita por dia. A ideia passa por reduzir a água que nos chega a casa pelo menos "duas ou mesmo três vezes", antes de ir para a estação de tratamento. "Por exemplo, posso consumir água que é de qualidade potável, mas, se tenho um banho, também posso tratar rapidamente esta água e utilizá-la para a descarga". Desta forma, observa Llorenç, poupa-se água, mas também dinheiro. "Porque o preço da água lá é provavelmente superior aos preços atuais ou futuros. É uma forma de recuperar mais este produto de ter esta ideia de economia circular".

“É um grande desafio ter o solo gerido onde é possível produzir mais de alta qualidade, tanto em anos secos como húmidos”

Daniel Mollet, investigador da IRT

preciso da superfície do qual se irá retirar ainda poderiam entrar recursos. No entanto, se nos dedicarmos mais para lá, o quadro surgiu de forma diferente. "Mas não é mais desconvolvida em solos argilosos e extremamente secos, a maioria de água é limitada. Por outras palavras, temos certamente atingido o

O investigador Daniel Mollet tem a ideia de trabalhar numa vinha experimental em Ramich. Nas vinhas mais jovens, as folhas caem e as uvas não amadurecem.

Foto: Terry Harty

alternar para Espanha ou Portugal, mesmo que plantar uvas seja em muitos casos e talvez se tenha de ter uma transição. Mesmo água não significa que não possa haver floresta. Mas este tipo de floresta não é adequado para o tipo de clima que temos hoje em dia", afirma Schumann. O problema é que o tipo de floresta que estamos a ter é diferente da floresta que tínhamos há 100 anos para que o solo se adaptasse a uma nova floresta. Temos de ter muito cuidado quando mudamos de um tipo de floresta para outro.

Por se tratar de uma floresta plantada, não é automaticamente o problema não se relacionar, afirma o especialista. Agora, está decidido para onde queremos ir. "Se decidirmos as coisas como estão, é muito lento e o que há acontece, porque durante o tempo até que as nossas árvores se adaptem, podemos apertar um pouco e as coisas podem ir de uma forma descontrolada", alerta. Além disso, é também importante pensar no valor social dentro da floresta. "Queremos ser capazes de ver a floresta e desfrutar. Pense que há uma forma de manter um equilíbrio". Agora que o verão chegou ao fim, o Luxemburgo pode respirar de alívio. Mas a luta contra a seca está apenas no início.

Chronicle.lu (4. Februar 2023)

Monday, 13 Feb 2023

Chronicle.lu

HOME (/) / NEWS (/NEWS)

/ AGRICULTURE & VITICULTURE (/CATEGORY/AGRICULTURE-VITICULTURE/PAGE)

/ 15TH LUXEMBOURG WINE DAY ADDRESSES SUSTAINABLE VITICULTURE, CLIMATE CHANGE, SUBSIDIES, REGULATIONS

15th Luxembourg Wine Day Addresses Sustainable Viticulture, Climate Change, Subsidies, Regulations

Published on Saturday, 04 Feb 2023 11:39 by ED

SHARE THIS ARTICLE: 

TRENDING NEWS

Luxembourg Pledges €1m to Support Humanitarian Efforts in Turkey, Syria

(/category/abroad/44293-luxembourg-pledges-eur1m-to-support-humanitarian-efforts-in-turkey-syria)

Abroad (/category/abroad/page)

10 Feb, 2023 17:09



Luxembourg

Winegrowers' Association and the Institut viti-vinicole (IVV), took place on Wednesday 1 February 2023 at the Center Culturel in Wormeldange, in the presence of Claude Haagen, Luxembourg's Minister of Agriculture, Viticulture and Rural Development.

The wine-growing / viticulture day is considered an important event and platform for information exchange for the winegrowers. In addition to a look back at the 2022 wine year, this year's conference addressed, among other things, investment subsidies and regulations provided for in the new agricultural law, viticultural management under climate change, the results of the "VinoManAOP" research project, and other current topics in viticulture, in discussion with international scientists and experts.

In his speech, Minister Haagen emphasised the exciting exchange of experience and knowledge at the Luxembourg Wine Day. According to the minister, the family businesses on the Luxembourg Moselle are unique and the political goal is to keep them going. Furthermore, he also made the winegrowers aware of the importance of young people in the wine industry and underlined the diverse training opportunities in the neighbouring countries, between which the cooperation was to be fostered extremely positively.

With regard to the new funding period (2023 to 2027), Minister Haagen also underlined the importance of LEADER projects, such as "Interprofession viticole", which the ministry supports in order to strengthen cross-border strategies and cooperation. In this area it is particularly important to promote the commitment of each individual "bottom up" in order to stand out as a modern role model for other countries.

The minister continued to focus on important issues for the future, such as the reduced use of pesticides, which Luxembourg winegrowers have been implementing for a number of years. He underlined the great importance of constant dialogue to prepare for new guidelines, diseases and climatic conditions and of the research carried out by the LIST (Luxembourg Institute of Science and Technology), the IVV (Institut viti-vinicole) and the ASTA (Administration of the services techniques de l'agriculture).



Extreme weather is increasingly dominating what is happening in the wine industry. The 2022 wine year has proven that the subject of drought in viticulture has long been the rule, even in northern regions. According to Minister Haagen, saving water thanks to infrastructure such as retention basins and making it usable in summer is a high priority.

De Letzeburger Bauer (10. Februar 2023)

Wäibaudag mit dem Reizthema Pflanzenschutz

System mit Höchstpunktzahl pro Spritzsaison steht im Raum

Der mit 150 angemeldeten Teilnehmern sehr gut besuchte 15. Letzeburger Wäibaudag, welcher am 1. Februar im Kulturzentrum von Wonneldingen stattfand, wartete mit einem großen Themenspektrum auf. Die Änderungen bei den Fördermaßnahmen im Agrar- und Umweltbereich nahmen anlässlich des Startjahrs für das neue Agrargesetz recht breiten Raum ein. Zudem hielt der ASTA-Pflanzenschutzexperte Jacques Engel einen Vortrag über die neue Pflan-



zenschutzrichtlinie. Für Aufregung im Saal sorgte diesbezüglich der Vorschlag der EU-Kommission, dass in allen von Naturschutz betroffenen Zonen (Natura2000, FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete, Naturschutzgebiete allgemein) sowie in Wasserschutzgebieten ein Pflanzenschutz-Totalverbot gelten soll, sprich auch ein Verbot von Applikationen mit im Bioweinbau zugelassenen Mitteln. Diesbezüglich wäre auch ein Teil der nationalen flächendeckenden, insbesondere in den beiden Gemeinden Schengen und Wormeldingen. In den nachfolgenden Ausführungen geht es vor allem um die Fachvorträge zu Low-Risk-Pflanzenschutzstrategien, die Forschungsprojekte VinoManAOP und Monesca, die Unterauswahl im Weinbau sowie den Einsatz von Sensoren und Drohnen im Weinbau. Daneben werden spezifisch auf den Weinbau bezogene Beihilfen thematisiert, welche vom Landwirtschafts- bzw. vom Umweltministerium getragen werden.

Green Deal und Pflanzenschutz

Der Pflanzenschutzexperte Othmar Baus vom der Hochschule Geisenheim widmete sich den potenziellen Auswirkungen des sogenannten „Green Deal“ der EU-Kommission auf den künftigen Weinbau. Der in der Pflanzenschutzmittelprüfung tätige Fachmann präsentierte diesbezüglich konkrete Vorschläge der EU-Kommission im Hinblick auf die generische Reduzierung des Pflanzenschutzes. Bekanntlich soll künftig der Einsatz chemischer Pflanzenschutzpräparate um 50% reduziert werden, wahrscheinlich bezogen auf die Verkaufserlöse. Der Weinbau als Intensivkultur ist hiervon sehr stark betroffen. Die von Baus genannten Vorschläge sollen nach Vorstellung der EU-Kommission für die Zeit nach 2030 zum Einsatz kommen.

Der Experte betonte, dass die EU-Kommission in ihren Vorschlägen eine „Gefahrenbewertung“ vornimmt und die Mittel in ver-



Der fällige Klimawandel wird Anpassungen unumgänglich machen, und der Reifeprozess künftig unter viel mehrwärmere Bedingungen als heute zu erwarten sein. Foto: Fabian Lutz

schiedene Stufen einsortiert, welchen wiederum eine bestimmte Punktzahl zugeworfen wird. Angedacht ist, dass der Winzer künftig mit seiner Spitzeldolche während eines Weinjahrs in der Summe nicht mehr als 100 Punkte „sammeln“ darf. Ein besonderes Augenmerk richtete der Geisenheimer Experte auf die sogenannten „Low-Risk“-Mittel, für die vorgesehen ist, dass sie künftig aus Gründen des Schutzes der natürlichen Umwelt in Schutzgebieten selbst bei Intensivkulturen im Zentrum aller Pflanzenschutzstrategien stehen sollen. Diese Mittel haben eine kurze Wartezeit und gelten als ungefährlich. Ihnen wird die Ziffer 1 zugeordnet, sprich man dürfte laut dem Modell der EU-Kommission rein rechnerisch 100 Applikationen pro Jahr mit solchen Mitteln vornehmen.

In Stufe 2 sind die normal zugelassenen Mittel vorgesehen. Diesen werden 8 Punkte zugeworfen. Substitutionskandidaten, d.h. Pflanzenschutzmittel, die als gefährlich für die Umwelt angesehen und deshalb auf kurz oder lang durch weniger gefährliche Mittel ersetzt werden sollen, würden 16 Punkte geben. Dazu gehören die im Bioweinbau als unerlässlich geltenden Kupfermittel, für die es jedoch nach wie vor keinen Ersatz gibt. Und schließlich die Mittel mit Notfallzulassung, welche die höchste Stufe markieren und mit 64 Punkten belegt werden. Bei solchen Mitteln wäre also nur eine einzige Applikation pro Jahr möglich. Der Experte merkte darüber hinaus an, dass mit moderner

Applikationstechnik gegenüber früheren Jahren eine große Mittelreduzierung möglich ist. Im Kommissionsvorschlag ist allerdings im Augenblick nicht vorgesehen, solche Einsparungen zu berücksichtigen, z.B. über eine Verringerung der Punktzahl.

Baus erwähnte, dass in Deutschland derzeit nur zwei Low-Risk-Mittel zugelassen sind, nämlich Pyrethrin und Kaliumhydrogencarbonat. Als weiteres Mittel, dessen Zulassung in Deutschland für dieses Jahr erwartet wird, nannte er Proflor.

Im Folgenden ging der Experte auf Resultate von Wirksamkeitsprüfungen in verschiedenen Weinjahren bei den Prüfsorten Riesling und Riesling am Standort Geisenheim ein und machte dabei deutlich, wie groß die Wirkungsumschiede je nach Weinjahr sein können. Gegen Peronospora hätte im Weinjahr 2016 – ein extremes „Peco“-Jahr – in den Wirksamkeitsstudien nur Zorveo ausreißend gewirkt. „Dieses Mittel müssen wir hüten wie unseren Augapfel“, betonte der Redner.

Der Geisenheimer Experte empfahl aufgrund der Erfahrungen, Low-Risk-Mittel eher zu Beginn oder am Ende der Saison einzusetzen, da sie keine ausreichende Wirksamkeit hätten. Im kritischen Stadium, sprich im Zeitraum kurz vor der Blüte bis Traubenschluss, sollte man auf andere, deutlich besser wirksame Mittel zurückgreifen. Er hob hervor, dass einerseits hochwirksame Mittel für besonders

kritische Phasen, andererseits zuverlässige Alternativen gebraucht werden, um Resistenzgefahren zu mindern.

Bezüglich der im Bioweinbau zugelassenen Mittel gab Baus zu bedenken, dass diese viel häufiger eingesetzt werden müssen als konventionelle Mittel. Die hohe Spritzhäufigkeit im Bioweinbau sei vielen in der Politik nicht klar, so der Redner.

Herausforderung Klimawandel

Myriam Machwitz und Daniel Molitor vom Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST) kamen während des Weinbautags auf die Projekte VinoManAOP sowie Monesca zu sprechen.

Im Rahmen von VinoManAOP soll u.a. geklärt werden, wie sich der Weinbau im Zuge des Klimawandels verändern wird bzw. verändern muss. Daniel Molitor zeigte auf, welche Annahmen bezüglich der Phänologie-Modellierung im Hinblick auf den Klimawandel getroffen wurden. Für die Tagesdurchschnittstemperaturen wurde ein unterer Schwellenwert von 10°C und ein oberer Schwellenwert von 20°C angenommen. Als „zu hoch“ wurde der Schwellenwert von 30°C fixiert. Zehn Szenarien wurden bislang modelliert. Molitor zeigte für den Standort des Institut viti-vinicole auf, was der Klimawandel praktisch bedeutet. Bis Ende des Jahrhunderts wird eine Steigerung der Jahresdurchschnittstempera-

tur gegenüber dem aktuellen Klimawert von 2,6°C angenommen. Dies bedeutet ein früherer Austrieb und vor allem ein sehr früher Reifebeginn, wobei durch Klimaerwärmung plus Verrückung gegenüber heute statistisch 5,2°C wärmere Temperaturwerte für dieses Stadium zu erwarten sind.

Botrytis, die in Befallsjahren heute statistisch am 13. Oktober in starkem Ausmaß zu erwarten ist, wird Ende des Jahres bereits am 8. September in diesem schädigenden Ausmaß auftreten.

In Rahmen des Projekts VinoManAOP wurde von 2019-21 ein Versuch mit den Rebsorten Pinot gris und Chardonnay in Sechen Steuerung von Ertrag, Qualität und Weinstil durch Weinbauliche Maßnahmen durchgeführt. Je nach Variante ergab sich bei Pinot gris eine Erntemenge von 1,6 bis 5,4 kg pro Rebstock. Molitor hob hervor, dass sich die Heftung, durch eine Vorlese, bei der sauerfaules Material entfernt wurde, einen langsameren Verlauf bei der Botrytis-Epidemie herbeiführen, nicht erfüllt hat.

Ein weiterer Teil des Projekts bezieht sich auf, spätreife Sorten für eine Premiumverwendung zu testen. Die Pflanzungen wurden von 2018-22 durchgeführt. Erste Resultate zeigen, dass in den trockenen Jahren die Qualität oftmals ausreichend ist, jedoch nicht überall. Im späten Weinjahr 2021 hingegen war die Qualität insgesamt zu schlecht für eine Premiumverwendung.

► Fortsetzung nächste Seite

jekt VitoManACOP2 speziell daran gehen wird, wo beim Weinbau-Management in der AOP unter sich ändernden klimatischen Bedingungen an Stellschrauben gedreht werden kann. U.a. soll ein Verfahren entwickelt werden, um den Wasserversorgungsstatus der Rebe erfassen zu können.

Überwachung mittels Technik

Machwitz ging in ihrem Fachvortrag auf die Überwachungsmöglichkeiten durch Drohen und Sensoren ein. Dies mache man sich u.a. im Rahmen des Projekts Monesa zunutze. Aus speziell angefertigten Bildern lässt sich unter anderem ermitteln, wo mit Esca befallene Rebsteile zu finden sind. Diese gefährliche Krankheit nimmt immer mehr zu. Auf der betroffenen Fläche zeigten 13% der Rebsteile Symptome. Die LBST-Wissenschaftlerin kam auch auf den zweiten Teil des Projekts zu sprechen und zeigte die Möglichkeiten auf, wie man einerseits präventiv mit sanfterm Schnitt vorgehen und andererseits bei befallenen Stöcken mit drastischen Maßnahmen reagieren kann. Darüber hinaus ist geplant, ein Entscheidungshilfssystem zum Umgang mit befallenen Stöcken zu entwickeln. Bei vorbeugenden Maßnahmen ergab sich hierzulande eine Erfolgsquote von 50%. Aus Frankreich wird von einer Erfolgsquote von rund 72% berichtet.

Die Wissenschaftlerin wies auf zwei weitere Dinge im Bereich der Weiterbildung hin. So wird am 16. und 17. Februar ein Kursus zum sanften Rebschnitt stattfinden. Des Weiteren soll die Rebschurung mit einer Ausbildung interessierter Winzer zu „Chirurgie-Experten“ fortgesetzt werden. In Südtirol empfiehlt man dies, um eine gute Erfolgsquote erzielen zu können.

Zur Peronospora wurden hierzu ebenfalls präventive Beobachtungen per Drohne durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass auch geringe Befallswerte erkannt werden. Ein weiterer Untersuchungsgegenstand war Trockenstress. Hierbei ergab sich letztes Jahr am IVV-Standort, dass innerhalb der Rebzeilen ein großer Temperaturunterschied auftreten kann.

Machwitz kam schließlich auf künftige digitale Möglichkeiten zu sprechen, die den Winzer bei ausstehenden Weinbaulichen Maßnahmen unterstützen sollen. Die benötigten Parameter wären Peronospora, Bewässerung und Trockenstress sowie Düngung. Sie stellte hierzu eine Umfrage im Rahmen des EU-Projekts COMBECT vor, welches dazu dienen soll, Bedarfe von Praxisseite zu ermitteln und daraus Rückschlüsse für die Entwicklung künftiger digitaler Tools zu ziehen. In Luxemburg gibt es nur im Weinbau eine diesbezügliche Befragung. Darin enthalten sind u.a. Fragestellungen zum Bedarf an Blattsensoren und Lufttemperaturmessung im Bestand bzgl. der Peronospora-Prognose, Dechnemaßnahmen bzgl. Ermittlung der Wuchskraft der Anlagen und hochauflösende Daten bzgl. Boden und Bodenwasserstatus. Die Autoren interessieren sich zudem dafür, ob der Winzer ein Interesse daran hat, Beratungsempfehlungen auf Basis der Sensordaten auf sein Handy übermitteln zu bekommen.

Die passende Unterlage finden

Die Unterlagenauswahl ist quasi „eine Wissenschaft für sich“. Als Redner hatten die Organisatoren des Weinbaus mit Gerd Götz einen Experten vom DLR Rheinpfalz ein-



Die künftige Ausgestaltung des Green Deal im Weinbau ist noch nicht fixiert worden; es sind aber Risiken im Pflanzenverlust zu erwarten.

geladen. Götz machte auf die allgemeinen Faktoren Boden, Klima und Pflanzendichte aufmerksam, ging jedoch auch auf eine Reihe von weiteren Einflussgrößen ein.

Die Blatt- und Wurzelreblaus sei auch heute noch in den Rebflächen vorhanden, aber es gebe keine größeren Schäden mehr, so der Experte. Es gelte dennoch aufzupassen, dass es nicht durch Nachlässigkeiten zu Epidemien komme. Die Reblaus werde häufig nicht erkannt. Heute habe man in der Praxis hauptsächlich reblaus-tolerante Unterlagen im Einsatz. Nur Vitis cinerea-Unterlagen seien wirklich resistent, für Kalkstandorte aber nur bedingt geeignet. Der Redner zeigte ein Beispielfoto mit einem Bestand auf Basis einer reblaus-toleranten Unterlage und erläuterte, dass Wuchseigenschaften bei auftretenden Reblausbefällen auch heutzutage noch möglich sind. Selbst an den Unterlagen seien Schäden nicht auszuschließen, allerdings nur wenn noch weitere Wurzelkranke vorhanden seien.

Als sehr wichtige Größen für die Wahl der Unterlage nannte er Kalktoleranz, Trockentoleranz und angepasste Wuchskraft. Des Weiteren zählte der Experte vom DLR Rhein-

Angedacht ist, dass der Winzer künftig mit seiner Spritzfolge während eines Weinjahres in der Summe nicht mehr als 100 Punkte „sammeln“ darf.

Ottmar Baus, DLR Rheinpfalz

pfalz Widerstandsfähigkeit gegen Nematoden und Reblaus, Freiheit von Vergiftungskrankheiten sowie das Fehlen auf Schadvinen als wichtige Größen auf. Chlorose sei oft auf eine Kalkmangelkrankheit der Unterlage zurückzuführen. In solchen Fällen rät Götz zu Blatt- bzw. Boden düngung mit Eisenbläuen als Sofortmaßnahme und Bodensäuerung sowie Humusaufbau als langfristige Maßnahmen.

Der Redner erwähnte, dass im deutschen Weinbau aktuell fünf Unterlagsorten 95% der Rebfläche ausmachen. Diese fünf Unterlagen spiegeln jedoch nur einen Bruchteil des Angebots wider. Bei hohen bis sehr hohen Kalkgehalten können nur wenige Unterlagen in Frage, betonte Götz. Im weiteren Verlauf seiner Ausführungen kam

er jedoch auf zwei Neuzüchtungen zu sprechen, die gleichermaßen kalktolerant und reblausresistent sind und deren Zulassung in Deutschland für 2024 erwartet wird.

Der Experte ging des Weiteren auf die von der Unterlage beeinflusste Parameter Reifezeit, Ertrags- und Wuchsstärke ein. Er hob diesbezüglich hervor, dass der Ertragsinfluss des Weinjahres stärker ist als derjenige der Unterlage. Mittlere Wuchsstärken würden für ausgeglichene Bestände sorgen.

Die Rebe ist nicht per se trockenheitsempfindlich. Dennoch gibt es Unterlagsorten, die als empfindlich gelten und deshalb auf sehr trockenen Böden nicht zum Einsatz kommen sollten. Als Bei-

spiel zum Anpflanzen der Veredlungsstelle im Frühjahr sowie im zweiten Standjahr. Erkann auf Hoch- und Halbstämme (30 bis 50 cm Veredlungshöhe) zu sprechen, welche folgende Vorteile bieten: leichtere Jungfeldpflege, oft früherer Vollreife und zumeist keine Ausbildung von Bodentrieben. Nachteile sind die Nichteignung für Frostlagen, die höhere Trockenheitsempfindlichkeit sowie der deutlich höhere Preis, der rund das Doppelte gegenüber einer Standardveredlung beträgt. Der Redner machte darauf aufmerksam, dass ein sehr frühes Bestellen erforderlich ist, wenn man sich solche Veredlungsformen entscheidet.

Zum Abschluss nannte er ein Beispiel für eine Beratung bzgl. Unterlagen-Ertragsstufen-Kombination, bei der für eine Rieslinganlage an einen sauren Standort mit einem Ertragsziel von 8.000 Liter pro Hektar und bei normaler Pflanzdichte die passende Kombination gesucht wurde.

Förderung in Sachen Umwelt

Zwei Vertreter der Gemeindegemeinschaft SLAS, Marc Thiel und Tom Dall Armellina, sprachen über Programme in Sachen Biodiversität im Weinbau, bei denen eine Förderung über das Umweltministerium bzw. einen spezifischen Umweltfonds möglich ist. Neu ist ein Bestäubungsprojekt, welches zu 100% gefördert wird. Nisthilfen, extensive Nutzung von Randflächen, Halbstamm- oder Hochstammobstbäume sowie bestäuberfreundliche Hecken, Sträucher oder Rosen kommen als Möglichkeiten in Frage. Die Förderung von Trockenmauern ist nicht neu. Aber die Höhe der Förderung wurde von 850 auf 1.100 Euro pro km angehoben. Weitere Informationen sind an der Biologischen Station des SLAS in Semmerberg erhältlich.

Über die neuen Ökologien und die Nachfolgeregelung zur Landschaftspflegeprämie im Weinbau referierte Serge Fischer, der Leiter der IVV-Weinbaustellung. Neu ist in diesem Bereich u.a. die Förderung von Agroforestry. Weinbäume 15 Jahre Standzeit nutzt, braucht keine Einstufung der betroffenen Fläche als Biotop zu befrachten. Ebenfalls neu ist ein Programm zum Ersetzen der sogenannten Big Movers, worunter auch Kupfer fällt. Dieses Programm wird mit 70 Euro pro ha gefördert. Bei der neuen Landschaftspflegeprämie im Weinbau, die jetzt „Förderprämie zum Einstieg in einen nachhaltigen und umweltfreundlichen Weinbau“ genannt wird, gibt es laut Fischer wenig Änderungen. Der Fördereinstieg für diese Prämie kann nur online über my-Güchert getätigt werden.

Verkostung moderner Weintypen

Den Abschluss bildete wie immer eine Verkostung von Weinprodukten. Diesmal gab es zwei Einzelaspekte, auf die das Augenmerk gerichtet wurde: zum einen der neu-thalgeprägte Stil beim Rivaner, wo zwei deutsche Weine zur Verkostung bereitstanden, zum anderen die sogenannte moderne Weinstilistik mit Weinen, die „anders sind“ und laut Doris Goethert von der Önologie-Abteilung des Weinbaustituts bewusst anecken und polarisieren sollen. Darunter fielen u.a. Pinot-Weine und sehr fruchtige, aromatische Weine, bei denen der Fokus beim Weinbau auf der Esterbildung liegt.



Im Zuge des Klimawandels sind auch Änderungen bei den Weintypen zu erwarten, also wie zum Beispiel für nördliche Anbaugebiete.

Foto: Pflanz

Helmut Lutz

Alcovit (04. Mai 2023)

15. Lëtzebuenger Wäibaudag

Nachdem der Weinbautag pandemiebedingt in den letzten zwei Jahren nur digital stattfinden konnte, traf sich in diesem Jahr erstmals wieder der gesamte Sektor im Centre culturel in Wormeldange. Die Veranstaltung wurde gut angenommen und neben vielen interessierten Winzern nahmen Berater, Wissenschaftler, Politiker aus dem In- und auch benachbarten Ausland teil.

Der Minister des Landwirtschaftsministeriums Claude Haagen, bedankte sich für die gemeinsame Organisation des Weinbautages durch den Winzerverband und das Weinbauinstitut und unterstrich die Bedeutung eines solchen Events, das Gelegenheit zur Information und zum Austausch bietet. Er spricht in seiner Rede von der familiären Betriebsstruktur an der Mosel und kommuniziert, dass es Ziel der Agrarpolitik sei, diese Betriebe auch zukünftig und insbesondere die Jugend zu unterstützen. Neben der Agrarpolitik fokussiert er sich in seiner Ansprache auf die aktuellen Herausforderungen wie zum Beispiel den Entwurf zur neuen EU-Verordnung zur nachhaltigen Verwendung von Pflanzenschutzmitteln oder auch extreme Witterungsverhältnisse. Themen wie diese erfordern Austausch und enge Zusammenarbeit der Beratung und Forschung. Im Bereich Pflanzenschutz betont er, dass bereits viele Fortschritte gemacht wurden, er nennt in diesem Zusammenhang Einsparung von Herbiziden und Insektiziden. Luxemburg sei also bereits auf dem richtigen Weg bei dem Vorhaben Pflanzenschutzmittel einzusparen. Starkregenereignisse und hohe Niederschlagsmengen wie in 2021 gefolgt von extremer Trockenheit im Jahr 2022 als Folge des Klimawandels stellen die Winzer vor völlig neue Probleme. Das Landwirt-

schaftsministerium unterstützt die Forschung darin, Lösungsansätze für die Region zu erarbeiten.

**Text: Mareike Schultz,
IVV**

Auf die Rede des Ministers folgten Fachvorträge von nationalen und internationalen Experten. Behandelt wurde auch hier die Agrarpolitik und aktuelle Forschungsprojekte rund um den Klimawandel. Daniel Molitor (LIST) stellte aktuelle Erkenntnisse aus dem Projekt VinoManAOP vor, in dem bereits untersucht wird, welche weinbaulichen Anpassungen erforderlich sind, um auf veränderte klimatische Bedingungen reagieren zu können. Miriam Machwitz (LIST) gab einen Einblick, welche Möglichkeiten Remote sensing (Fernerkundung) für den Weinbau bietet, um den Zustand der Reben in Bezug auf Trockenstress oder auch Rebkrankheiten wie Esca einschätzen zu können.

Wie in jedem Jahr gab es auch eine Ausstellung, verschiedene Firmen stellten hier Produktneheiten rund um Wein und Weinbau vor. Abgerundet wurde das Programm von einer Verkostung, die in diesem Jahr unter dem Motto „Moderne Weinstilistik“ lief.



Der Weinbautag fand endlich wieder als Präsenzveranstaltung statt (Quelle: IVV).

Konzer Rundschau (21. Juli 2023)**Wie die globale Erwärmung sich auf unsere Umwelt auswirkt****Reihe „BlickRichtung: Klima“ mit zwei Fachvorträgen beendet**

Die Reihe „BlickRichtung: Klima“ des Kulturreferates Trier-Saarburg (die *Kreis-Nachrichten* berichteten) wurde beendet und mit Fachvorträgen an zwei Abenden in der Kreisverwaltung abgerundet. Prof. Günther Heinemann von der Universität Trier referierte über den enormen Einfluss des Klimawandels auf die Polargebiete und Dr. Daniel Molitor und Gerd Permesang erläuterten, wie der regionale Weinbau durch die erhöhten Temperaturen beeinflusst wird.

Prof. Heinemann stellte in seiner Präsentation die geographischen Gegebenheiten der Polargebiete dar und erklärte die Unterschiede der Meereisentwicklung der beiden Regionen in den letzten 40 Jahren. Dabei demonstrierte er, wie der sogenannte Eis-Albedo-Effekt den Meereisrückgang verstärkt. Basierend auf aktuellen Forschungsergebnissen formulierte der Diplom-Meteorologe eine Prognose, wie die Polargebiete sich in den nächsten 100 bis 500 Jahren verändern werden. Mit eindrucksvollen Fotos und Videos aus eigenen Polarexpeditionen untermalte er seinen Vortrag.

Die Auswirkungen des Klimawandels auf den regionalen Weinbau sind ebenfalls abzusehen. Wie das qualitative Niveau der aktuellen Jahrgänge suggeriert, scheinen hier die positiven Effekte durch die erhöhten Temperaturen zu überwiegen. Doch Daniel Molitor und Gerd Peresang stellten heraus, dass dies keinesfalls dazu führen sollte, den Weinbau als Gewinner der Klimaerwärmung zu sehen. Ganz im Gegenteil: Die bestehenden günstigen Produktionsbedingungen seien durch Wasserknappheit, extreme Unwetterereignisse und Sortenwechsel erheblich gefährdet. Die beiden Referenten verdeutlichten, warum eine weitere Erwärmung unweigerlich negative Auswirkungen auf den Weinbau, die Weinbaubetriebe und die Menschen in der Region hätte.

Mit dem Abschluss der Reihe „BlickRichtung: Klima“ endet auch die Kunstausstellung, die über drei Wochen zahlreiche interessierte Bürgerinnen und Bürger in die Kreisverwaltung gelockt hat.

Tageblatt (24.07.2023)

Weinkultur im Norden

VIANDEN „Les Amis du Château de Vianden“ legen neuen Weingarten an

Herbert Becker

Der gewiegte Weinfreund wird sich wohl eingangs bereits die Frage stellen: „Weinbau im Norden des Großherzogtums, was soll das?“ Dem Ungläubigen sei dabei gerne geholfen, wenn wir erwähnen, dass laut Katasteraufstellung von Vianden aus dem Jahre 1766 gleich 173 Personen einen Weingarten auf insgesamt 40 Hektar Rebfläche bewirtschafteten.

Um den Rebensaft aus dem hohen Norden ranken sich jedoch auch allerlei spöttische Anekdoten über den „Wain aus Veinen“, den man schon damals als wahren Kniebrecher bezeichnete. Grund für diese Charakterisierung war der Umstand, dass bei übermäßigem Genuss nicht der Kopf verwirrt war, vielmehr die Beine ihren Dienst versagten. Hünprache erhielt der Wein aus Vianden allerdings s.a. von Edmond de la Fontaine, als „Dicki“ bekannter Schriftsteller, der treffend bemerkte: „Obwohl der Wein nicht von Spitzenqualität ist, ist er jedoch angenehm zu trinken.“

Seit fast 100 Jahren, genauer gesagt seit 1925, wächst in Vianden kein Wein mehr. Erste harte Winter und die unangenehme Reblaus beendeten dieses Kapitel. So viel zur Geschichte des einstigen Weinbaugeschäftes.

Neue Rebsorten sind gefragt

Am vergangenen Freitag waren wir zu Gast in Vianden, auf Einladung der Schlossfreunde war eine „Visite des vignobles“ angesetzt, denn in Sachen Weinbau hat sich in den letzten Jahren wieder etwas bewegt. Das Interesse an dem, was uns an diesem Tag erwarten sollte, war groß, mit Paulette Leyer (LSAP), Sam Jansen („J&S gring“) Claude Haagen (LSAP) und Claude Tarmes („J&S gring“) waren gleich vier Minister in Gaiterion. Erste Station unserer Visite war Tandel. In seinem Weinberg erwartete uns Marc Roeder, Landwirt mit mehr als 100 Hektar Ackerfläche. Roeder hat sich 2016 dafür entschieden, sich mit der Anpflanzung einer Rebanlage ein zweites Standbein zu schaffen. In Zusammenarbeit mit Serge Fischer vom Wein-



Der neu angepflanzte Weingarten steht auf der Südwest-Seite des Schlosses

bainstitut (IVV) in Remich hat er hier auf einer Fläche von 40 Ar neue, pflanzensfähige Rebsorten, sogenannte „Pweis“, angepflanzt, mit Namen Solaris, Sauvignon gris und Muscaris. Diese Rebsorten sind zudem nicht ganz so sensibel gegen Frost wie die klassischen Rebsorten. „Meine erste Ernte 2021 habe ich bereits 90° Celsius, ich habe erst mal nur einen Federweißen daraus gemacht“, erklärt der Neuwinter. Seinen ersten Wein hat er aus der Ernte von 2022 produziert. Marc Roeder setzt zudem kommerziell Pinot Noir ein.

„Es vu Veinen a soss keen...“

Dr. Daniel Molitor (vom Luxembourg Institute of Science and Technology – LIST), der seit zehn Jahren die Auswirkungen des Klimawandels auf den Weinbau untersucht, beschleunigte den neuen Rebsorten ein großes Potenzial mit stabiler Säure und frischer Aromatik. Beim Kommen jedoch fehlte aktuell noch die Akzeptanz für diese Sorten. Mit uns unterwegs ist auch Laurent Kux, unternehmerischer Weinmacher aus Remich, zicko auf

der Suche nach neuen Herausforderungen in Sachen Weinkultur. Wir besuchen Nico Walisch in Vianden. Der allgodierte „Schulmeester“, ein echter „Fischer Jong“, hat sich 2012 von Laurent Kux breitschlagen lassen, in seinem Refugium in der „Kälschbach“ auf Schieferboden einen Weingarten anzulegen, um die Weinkultur in Vianden wieder aufleben zu lassen. 300 Rebstöcke der Rebsorte Cabernet Sauvignon hat er hier gepflanzt und produziert jährlich ca. 400 Flaschen Wein, die er mit Freunden selbst konsumiert oder verschenkt. Heuer hat er den ersten Cuvée auf die Flasche gegossen, einen „Cuvée de Débutants – Petit Premier Cru“. Fachgerecht und nach alter Champagner-

tradition werden fünf Flaschen mit einem Säckel abgefüllt und zur Verkostung ausgereicht. An Ministerin Sam Jansen gerichtet, meint Nico schmunzelnd: „Madame Minister, ich hoffe, die schmeckt keng Grinsen.“ Nico, viererlei zülf als Musiker unterwegs, schnappt sich sein Akkordeon und intoniert „Kälche, Kälche, bring mir noch e Pütchen – es vu Veinen a soss keen...“

Derart gut gelaunt begleiten wir uns zum eigentlichen Anlass unserer Visite. Im Schatten der mächtigen Burg Vianden haben die Schlossfreunde, abermals auf Initiative von Laurent Kux in Kooperation mit Nico Walisch und Marc Roeder sowie mit dankens-

werten Unterstützung des „Forum de l'emploi“, im Frühjahr einen Weingarten mit 300 Jungpflanzen angelegt. Zur Anlage gehören zudem Rosenstöcke und ein großes Insektenhotel. Zur offiziellen Einweihung der Anlage war es den Regierungsratsmitgliedern vorbehalten, das Projekt seiner Bestimmung zu übergeben. Vor Ort wurde jedoch nicht, wie ansonsten üblich, ein Trikolorenbändchen durchgetrennt, die Dänen und Herren Minister mussten richtig arbeiten. Mit einer Harke angespitzt, mussten sie jeweils drei Meter Boden aufhauen, damit die Reben auch gut gedeihen.

Mit einer von Laurent Kux kommentierten Weinprobe im historischen Keller des Schlosses, mit Weinen von Kux, Roeder, Walisch und vom IVV Remich, fand die spannende Exkursion ihren Abschluss.

Es gibt schlechtere Aussichten auf dieser Welt...



Ein Prosit auf den Wahlkampf

Marc Roeder bewirtschaftet als zweites Standbein 40 Ar Rebfläche in Tandel



Die Trauben hängen auch in Vianden hoch

Luxemburger Wort (25. Juli 2023)

Wein vom „Veiner Schlooss“ wie vor 100 Jahren

Eine Kältewelle um 1920 hat den Weinbau in Vianden zum Erliegen gebracht. Jetzt sind die Bedingungen für die Reben wieder vortrefflich

Von Volker Bingenheimer

Nach 100 Jahren Pause wächst wieder Wein am steilen Hang unterhalb des Schlosses Vianden. Die zierlichen Reben wurden erst vor drei Monaten gepflanzt und sind somit noch Babys, doch in zwei oder drei Jahren sollen sie den ersten Wein vom „Schlooss“ erzeugen.

Der Ertrag des sechs Ar großen Weinbergs mit seinen 300 Stöcken wird voraussichtlich nicht sehr groß sein. Der Renicher Winzer Laurent Kox, der die Wiederbelebung des Weinbergs angeregt hat, geht von einer Ausbeute von etwa 150 Flaschen aus. „Wenn man daraus Federweißer macht, haben ihn die Besucher des Schlosses Vianden an einem Wochenende ausgetrunken“, scherzt Kox bei der Eröffnung des Weinbergs am Freitag.

Tradition bis ins Mittelalter

Die Amis du Château de Vianden wollen den Wein in den kommenden Jahren an der Mosel keltern lassen und ihn dann als Sektwein an die Schlossbesucher verkaufen, erklärt Paul Hoffmann, Vizepräsident des Vereins. Bereits jetzt können die Besucher luxemburger Wein mit dem Etikett des Schlosses kaufen und sich zuhause als Andenken an ihren Ausflug zu Gemüte führen.

Auch wenn der Weinberg am steilen Hang unterhalb der historischen Mauer klein ist, so hat er doch einen hohen symbolischen Wert. Bis in die 1920er-Jahre wuchs unterhalb des Schlosses bereits der Wein, und zwar auf einer wesentlich größeren Fläche. Auch an vielen anderen Hängen in Vianden wuchsen die Reben und prägten das Bild der malerischen Gegend.

Der Weinbau hat in Vianden eine 1.000 Jahre lange Tradition und ist bereits im ersten Urkunden aus dem Mittelalter erwähnt. Nach dem Ersten Weltkrieg und dem Wegfall des Zollvereins bekamen die damaligen Winzer allerdings Schwierigkeiten, ihren Wein nach Deutschland zu exportieren. Eine Kältewelle in den 1920er-Jahren ließ den Weinbau

schließlich vollends unrentabel werden, so dass die Winzer aufgeben mussten.

Die klimatischen Bedingungen haben sich seither allerdings grundlegend geändert. Während die Weinberge an der Luxemburger Mosel zunehmend mit Hitze und Trockenheit zu kämpfen haben und die Voraussetzungen für mediterrane Sorten günstiger werden als für Riesling und Pinot, profitieren die kleinen, verstreut liegenden Weinberge an der Our und bei Tandel vom Klimawandel. Temperatur und Sonnenscheindauer sind ausreichend, um die Trauben zu voller Reife zu bringen.

Der Agrarwissenschaftler Daniel Molitor vom luxemburger Institut of Science and Technology (LIST) hat die Chancen und Risiken des Klimawandels für den Weinbau untersucht. „Hier an der Our haben die Reben nur einen Rückstand von wenigen Tagen bis eine Woche im Vergleich zur Mosel“, erklärt er. „In einer Untersuchung war eine unserer Schlussfolgerungen, dass Winzer mit den standorttypischen Rebsorten in höhere und damit kühleren Lagen ausweichen können oder eben in Gebiete wie hier an der Our.“

Erster „Crémant des débuts“ aus Vianden

Noch sind die kleinen Weinberge rund um Vianden für ihre Besitzer nicht viel mehr als ein Hobby. So hat der pensionierte Grundschullehrer Nico Walisch vor zwölf Jahren einen jahrhundertalten Weinberg hinter seinem Haus wieder bepflanzt. Die jährlich 400 Flaschen Wein daraus verschenkt er zu einem großen Teil an Freunde und Bekannte. In diesem Jahr hat er zum ersten Mal einen Crémant daraus hergestellt, einen „Crémant des débuts“, wie er ihn nennt.

Für Marc Roeder ist der Weinbau ein Nebenberuf geworden. Auf seinem Bauernhof spielen Milchkühe zwar die Hauptrolle, doch vor fünf Jahren wollte er etwas Neues ausprobieren. An einem Hang mit Südausrichtung in Tandel hat er auf drei Parzellen Wein angebaut, daneben hat er noch einen zweiten Weinberg in Fouchers. In Tandel wächst die früheste Sorte Solaris, mit deren Qualität er sehr zufrieden ist. „Es ist eine Top-Rebe, die zuckersüßen Most hervorbringt. Ende August sind wir meistens schon über 90 Grad Celsius, bei der Lese dann über 100 Grad“, schwärmt er. Der Weinbau ist für Marc Roeder ein zweites Standbein geworden. Kunden für seine Weinflaschen versucht er nicht zu suchen, fast alles kommt im Restaurant seiner Frau auf den Tisch.

Vielsprechende Neuzüchtungen

Ungefähr einen Hektar beträgt die Anbaufläche der experimentellen Weinberge rund um Vianden. Die Winzer haben eines gemeinsam: Sie setzen auf neu gezüchtete Rebsorten, die widerstandsfähig gegen die im Weinbau gefährlichsten Pilzkrankheiten sind. So infizieren die Weinreben entweder gar nicht oder nur ein bis zweimal pro Jahr gespritzt werden, was auch dem Besitzer viel Arbeit erspart. An der Luxemburger Mosel sind die pilzwiderstandsfähigen Neuzüchtungen noch Exoten. Ihr Anteil beträgt weniger als ein Prozent.

Es ist eine Top-Rebe, die zuckersüßen Most hervorbringt.

Marc Roeder, Bau-Winzer aus Tandel

Nico Walisch lässt es sich nicht nehmen, den Gläsern des Lied „Kätzche, Kätzche, bring mir noch e Rüttche“ vorzutragen.



Auch der Weinberg am Schloss Vianden ist mit einer neuen Rebsorte bestockt, die den bismarck Namen Floreal trägt. Der kleine Weinberg soll schon bald in die Schlossführungen integriert werden. Auch in den kommenden Jahren soll sich dort einiges tun: Die überwachten Wege sollen freigelegt, die Trockenmauern restauriert werden. Für die Gartenschau LUIGA 2025 werden der Garten und der Weinberg am Schloss eine ausgelagerte Attraktion werden – und vielleicht den Weinbau an der Our wieder zum Blicken bringen.

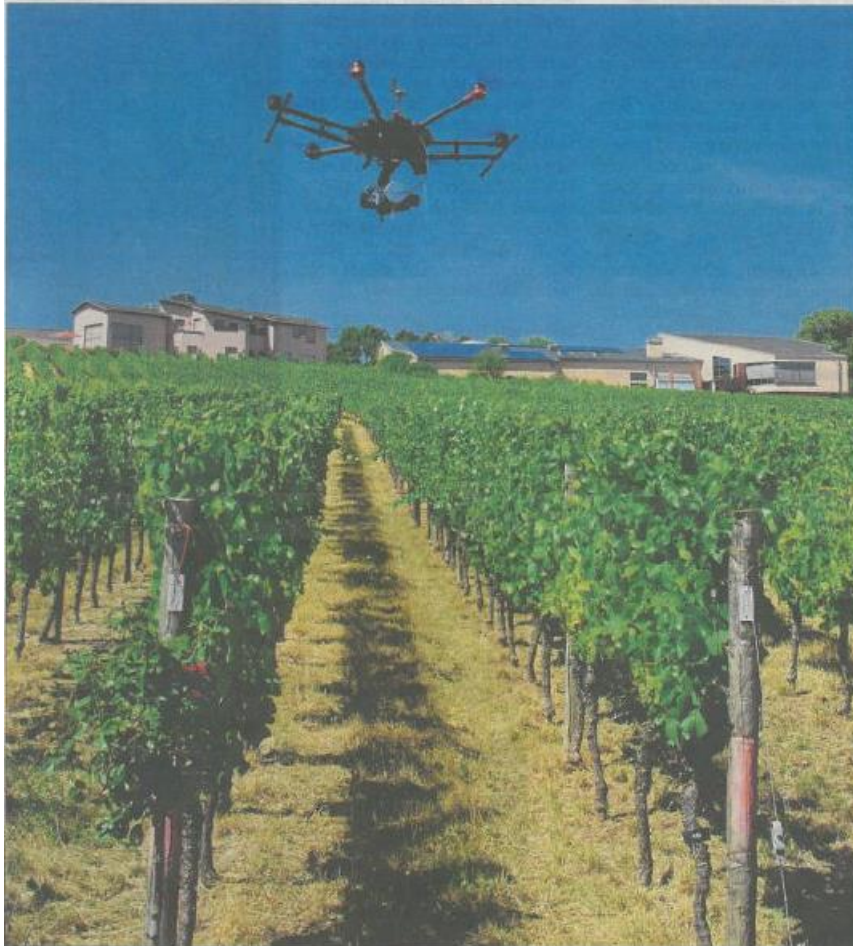
Für Milchbauer Marc Roeder in Tandel ist der Ausflug in den Weinbau eine fröhliche Abwechslung.



Luxemburger Wort (11. August 2023)

Der Rebe geht das Wasser aus

Der Klimawandel war bislang eher gut für den Weinbau – das kann sich bald ändern



Mithilfe einer Drohne und Spezialkameras erforscht das LIST auf den Versuchsfeldern des Weinbauinstituts in Remich die Auswirkungen des Klimawandels auf die Weinstöcke. Foto: Uwe Hentschel

Remich. Die Weißweine der Mosel genießen einen guten Ruf. Und die vergangenen Jahre haben konsequent zur Verbesserung dieses Rufs beigetragen. Zu verdanken ist diese Entwicklung nicht zuletzt auch dem Klimawandel, der dafür sorgt, dass sich der Weinbau insgesamt weiter nach Norden ausbreitet. Das wiederum gilt in weiten Teilen auch für die Qualität – wovon Luxemburg profitiert. Doch ähnlich wie in der Landwirtschaft macht sich inzwischen auch beim Weinbau eine der negativen Folgen des Klimawandels bemerkbar: die Trockenheit. Diese setzt vor allem den jungen Reben zu, da deren Wurzeln zu kurz sind, um in tiefere Schichten an Wasser zu kommen. Das erfordert neue Strategien. Das Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST) erforscht dazu in Zusammenarbeit mit dem Weinbauinstitut (IVV) auf den Versuchsfeldern in Remich zum einen die Auswirkungen auf die Weinstöcke und zum anderen auch mögliche Strategien für die Zukunft. Das Umstellen auf südeuropäische und gegen Trockenheit resistendere Rebsorten wäre eine Option, das Entfernen von Trauben und Blättern zum Entlasten der Reben eine andere. Untersucht wird darüber hinaus auch, wie Trauben sowohl vor Sonnenbrand als auch vor Pilzbefall geschützt werden können. Letzteres ist in diesem Jahr aufgrund der Trockenheit kein Problem. Doch muss trotz der tendenziell immer heißer und trockener werdenden Sommer auch mit heftigen Regenerereignissen gerechnet werden. Als besonders gefährdet gelten vor allem die exponierten Lagen. he

► Wirtschaft, Seite 8

Dominiert bald der Rotwein an der Mosel?

Den immer trockener und heißer werdenden Sommern muss sich auch der Weinbau anpassen

Von Uwe Hentschel

Bislang haben die heimischen Winzer von den Folgen des Klimawandels weitgehend profitiert. So hat der tendenzielle Anstieg der Temperatur unter anderem dazu beigetragen, dass die Qualität der Moselweine mittlerweile deutlich besser ist als noch vor 30 oder 40 Jahren. Nun aber gerät die Angelegenheit so langsam ins Klippen. „Wir sind jetzt an einem Punkt, an dem die positiven Aspekte mit den schädlichen Herausforderungen auf Augenhöhe sind“, sagt Daniel Molitor. Der Agrarwissenschaftler arbeitet am Luzernburg Institut of Science and Technology (LIST) und untersucht dort den Einfluss des Klimawandels auf den Weinbau des Großherzogtums.

Dort wird an den Hängen der Mosel vor allem Riesling (Müller-Thurgau), Auxerrois, Elbling, Riesling sowie Pinot blanc und Pinot gris angebaut, also überwiegend Weißwein. Aufgrund der steigenden Temperaturen und der tendenziell trockener werdenden Sommer könnte sich Luzernburg aber durchaus zum Rotweingebiet entwickeln – gäbe es da nicht eine weitere Begleiterscheinung des Klimawandels.

Vom Klimawandel verschoben

Wenn die Sommer werden tagsüber nicht nur wärmer, sondern vor allem auch trockener. Und auf Dauer macht die extreme Trockenheit alten Weinsorten – egal ob rot oder weiß – zu schaffen. Und das gilt insbesondere für die jüngeren Reben, wie Molitor erklärt. Deren Wurzeln sind noch nicht tief genug, um in tiefere Erdschichten vorzudringen. Wobei auch dort für die älteren Rebstöcke so langsam nichts mehr zu holen ist.

„Wir sehen es bei unseren Klimaprojektionen, dass das, was wir heute als Extrema wahrnehmen, in der Zukunft die Regel sein werden“, sagt Jürgen Junk, Leiter der LIST-Forschungsgruppe Agro-Ökoinformationssysteme. Die Mehrheit der Wissenschaftler habe sich inzwischen von der Vorstellung verabschiedet, dass das mit dem Pariser Klimaabkommen von 2015 definierte Ziel, also die Begrenzung der durch Treibhausgasemissionen verursachten Erderwärmung auf maximal 1,5 Grad, noch zu erreichen sei, so Junk. „Es sieht im Moment danach aus, dass wir uns radikal umstellen müssen“, erklärt er. Und das geht auch für den Weinbau.

Die Umstellung auf eher stilles Weinsteinstoff wäre dennoch eine Option. Auch diese benötigen Wasser, aber eben weniger. „Die Frage ist nur, ob die Kulturschicht das tolerieren wird, wenn die Winzer an der Mosel statt Riesling oder Elbling jetzt tiefenfruchtende Rotweinsorten anbauen“, gibt Junk zu bedenken. Zudem werden wir hier auch in den nächsten Jahren nicht nur mit Trockenheit, sondern auch mit Starkregen oder Spätfrösten zu tun haben“, sagt er. So habe er zum Beispiel in diesem Jahr am 2. April noch geschneit. Genauso genommen sei es sogar der erste Schnee des Jahres



Die spanische Rotweinsorte Tempranillo wird derzeit nur zu Versuchswecken angebaut, könnte zukünftig aber auch an Mosel und Saar die dort klassischen Weißweinsorten ablösen.

erfassen oder aber die Oberflächentemperatur der Blätter messen.

Bislang dient der Einsatz der Drohne rein wissenschaftlichen Zwecken. „Die Idee ist aber, eine Art Frühwarnsystem zur Detektion von Stressfaktoren zu entwickeln“, erklärt Junk. Über das Weinbauminstitut können dann entsprechende Empfehlungen an die Winzer herausgegeben werden, damit diese dann mit Maßnahmen reagieren können. Der Vorteil der Spezialkameras besteht nämlich vor allem darin, dass sie die Reaktionen der Reben auf Stressfaktoren bereits erfassen können, bevor diese für das menschliche Auge sichtbar werden. Eine der großen Herausforderungen besteht laut Runkelmeier derzeit aber noch darin, die gewählten Mengen an Rohdaten auszuwerten.

Schlechte Lage profitieren

Und schließlich muss überlegt werden, wie man auf den Hitze- und vor allem den Trockenstress der Reben reagiert. Eine Möglichkeit ist, einen Teil der Trauben und der Laubwand zu entfernen, um die gestressten Reben – vor allem die jungen – bei zu viel Trockenheit zu entlasten. Die vielleicht naheliegendere Lösung ist indes eine zusätzliche Bewässerung. „Das aber ist nicht so einfach“, sagt Molitor. Abgesehen von technischen Fragen, müsse natürlich auch geklärt werden, wo das Wasser herkommen soll, so der Agrarwissenschaftler. Denn wenn ohnehin schon große Trockenheit herrsche, könne ein zusätzlicher Wasserbedarf nur Bewässerung der Weinanbauflächen durchaus zu Interessenkonflikten führen.

So einfach ist die passende Reaktion auf den Klimawandel für den Weinbau also nicht. Zumal die Auswirkungen auch von der Lage abhängen sind. „Bislang war es so, dass vor allem steile und nach Süden ausgerichtete Weinlagen besonders gute Voraussetzungen für den Wein waren“, sagt Molitor. Angesichts der zunehmenden Trockenheit könne sich das nun auf die tieferliegenden, flacheren Standorte verlagern, fügt er hinzu. Demnach könnten jetzt also vor allem die weniger exponierten Lagen von den Folgen des Klimawandels profitieren. Wobei auch das nur eine vorübergehende Erscheinung sein dürfte – solange, bis Hitze- und Trockenstress auch dort den Reben das Leben so schwer machen.

gewesen, sagt Molitor und verweist zudem auf die extremen Unterschiede bei den Niederschlägen im Sommer. Während man in den Juliemonaten der Jahre 2008, 2019, 2020 und 2022 jeweils weniger als 15 Liter Niederschlag pro Quadratmeter gemessen habe, sei es im Juli des vergangenen Jahres 207 Liter gewesen. Mit extremen Ausschlägen müsse also trotz Hitze und Trockenheit immer gerechnet werden. Von daher sei eine konsequente Umstellung auf südliche Rebsorten nicht empfehlenswert.

Blagenne aus der Luft

Was aber nicht heißt, dass man sich damit nicht auseinandersetzen sollte. Weshalb die Forscher des LIST gemeinsam mit dem Weinbauminstitut (WV) in Bereich auf Versuchsflächen auch Sorten anbauen, die für die Weinregion Mosel eher untypisch sind. Wie zum Beispiel den italienischen Primitivo oder aber die spanische Rotweinsorte Tempranillo. Rund 50 Rebsorten in insgesamt 150 Varietäten stehen auf den gut sechs Hektar Versuchsfläche des Weinbauminstituts.

Das Testen anderer Rebsorten ist aber nur eines der Felder, auf



Trauben droht bei zu wenig Schutz durch Blätter ein Sonnenbrand.

den die LIST-Forscher tätig sind. Ein weiterer Bereich, in dem vor Ort geforscht wird, ist das Laubwandmanagement. Durch ein gezieltes Schneiden der Blätter an den Rebstöcken kann unter anderem die Durchlüftung verbessert und dadurch die Pilzgefahr reduziert werden. In diesem Sommer ist Pilzfall aufgrund der Trockenheit kein Thema. Dafür aber stellt die Sonne seit Wochen ein enormes Problem auf die Reben. „In die Laubwand also zu stark geschneiten, droht den Trauben Sonnenbrand“, sagt Molitor. Je nach Witterung könne die Entblätterung also eher schaden als nutzen.

Untersucht wird deshalb zum Beispiel auch, wie mithilfe von Kaskaden ein Sonnenbrand verhindert werden kann. Das weiße, technologisch unbedenkliche Tunnalmaterial wird im Ober- und Weinbau bereits zum Schutz vor Schädlingen wie der Kirschenfliege eingesetzt – und es könnte möglicherweise auch gegen Sonnenbrand helfen. Molitor zeigt auf Rebstöcke, deren Trauben mit Kaskaden besprüht wurden. Bislang sehen die Früchte noch gut aus.

Erforscht werden die Auswirkungen der Klimaveränderung auf den Weinbau auch aus der Luft. Unter anderem mithilfe einer mehr als 15 Kilogramm schweren Drohne, die vom Runkelmeier über die Versuchsfläche manövriert. Am Bord des Fluggeräts hängt eine Hyperspektralkamera. „Wir haben die Möglichkeit, in verschiedenen Spektralfrequenzen auf die Pflanzen zu schauen, und können über die Absorption des Sonnenlichts Rückschlüsse auf den Gesundheitszustand der Reben ziehen“, erklärt der Umweltwissenschaftler, der ebenfalls am LIST tätig ist.

Je nach Kamera, mit der die Drohne bestückt werde, lasse sich zum Beispiel die Wasserversorgung innerhalb der Zellapertur

chwerwie auch gegen Sonnenbrand helfen. Molitor zeigt auf Rebstöcke, deren Trauben mit Kaskaden besprüht wurden. Bislang sehen die Früchte noch gut aus.

Erforscht werden die Auswirkungen der Klimaveränderung auf den Weinbau auch aus der Luft. Unter anderem mithilfe einer mehr als 15 Kilogramm schweren Drohne, die vom Runkelmeier über die Versuchsfläche manövriert. Am Bord des Fluggeräts hängt eine Hyperspektralkamera. „Wir haben die Möglichkeit, in verschiedenen Spektralfrequenzen auf die Pflanzen zu schauen, und können über die Absorption des Sonnenlichts Rückschlüsse auf den Gesundheitszustand der Reben ziehen“, erklärt der Umweltwissenschaftler, der ebenfalls am LIST tätig ist.

Je nach Kamera, mit der die Drohne bestückt werde, lasse sich zum Beispiel die Wasserversorgung innerhalb der Zellapertur

Die Wein und die Wärme

Anschließend wird für die Qualität eines Weines ist unter anderem der Wärme-Gehalt. Bewiesen wird dies über den vom Weinbauminstitut Pomm Hagen entwickelten Hagen-Index. Hierbei wird ein Durchschnittswert von den Tagesmittel- und Tagesmaximalwerten der Lufttemperatur gebildet und für den Zeitraum April bis September zusammengefasst. Jede Rebsorte benötigt eine bestimmte Wärmesumme und der Index zeigt, wie weiche Rebsorten am besten gedeiht. Während zum Bei-

spiel der Müller-Thurgau bereits mit einem Hagen-Index von 1.500 auskommt, braucht ein Merlot 1.900. In Luxemburg war es noch in den 1970-er Jahren häufig so, dass der jährliche Hagen-Index unterhalb des Grenzwertes für die vollständige Ausreifung der Rebsorten Rebsorten lag. Das bedeutet, dass diese Grenzwert fast in jedem Jahr mindestens überschritten, und meist erreicht er sogar die Grenzwerte für später reifende Rebsorten wie Riesling und Pinot noir. In

Es sieht im Moment danach aus, dass wir uns radikal umstellen müssen.

LIST-Forscher Jürgen Junk

De Letzeburger Bauer (11. August 2023)

Weinbau im Raum Vianden hat Potenzial

List-Experte Daniel Molitor äußert sich zu Chancen, aber auch zu Hindernissen

Herr Molitor, wann ist grob gerechnet zu erwarten, dass es am Standort Vianden-Kalkesbach so warm sein wird wie am Institut Viti-vinicole heute?

Das ist sehr schwer zu sagen. Die Emissionsszenarien sind z.B. unterschiedlich und haben folglich auch verschiedene Temperaturerhöhungen zur Konsequenz. Jedenfalls ist es dort heute bereits wärmer als in Remich vor 20-30 Jahren.

Wird dieser Standort dann auch für Riesling geeignet sein?

2016 und 2017, als dort an der Wetterstation Daten während der Vegetation erhoben wurden, wurde der Schwellenwert für Riesling in etwa erreicht. Ich glaube, dass die klimatischen Bedingungen es in Vianden in Zukunft ermöglichen könnten, auch Riesling anzubauen. Aber so wie an der Mosel nicht jedes Jahr warm genug ist für den Riesling, wird es auf so einem weniger warmen Standort ebenfalls Jahre geben, wo der Riesling zum vollen Ausreifen noch mehr Wärme gebrauchen könnte.

In Tandel hat Marc Roeder nach eigener Aussage auf Pflanzenschutz verzichtet. Das Laub und die Trauben wirken überaus gesund. Sehen Sie solche Standorte als potenzielle Alternative zum Beispiel für die Crémantproduktion der Zukunft an?

Ich glaube, rein vom klimatischen Standpunkt betrachtet, dass das Potenzial für die Crémantproduktion besteht. Was natürlich fehlt, ist die Kultur des Weinbaus, die Erfahrung und die Infrastruktur. Auch müsste geklärt werden, wie

es rechtlich aussieht mit Neuanpflanzungen in größerem Stil.

Und was die Rebkrankheiten angeht, sehe ich es als riskant an, keinen Pflanzenschutz zu betreiben. Die Empfehlungen gehen stets dahin, bei pilzwiderstandsfähigen Sorten wenigstens einen minimalen Pflanzenschutz zu betreiben. Es handelt sich bei Vianden um eine traditionelle Weinbaugegend und man sieht überall noch verwilderte Reben. Marc Roeder ist nur wenige Kilometer Luftlinie entfernt. So weit kommen auch die Pilzsporen.

Wann wäre aus Ihrer Sicht der richtige Zeitpunkt, um Versuchsflächen für spritzige Weißweine dort oben am südlichen Öslingrand anzulegen?

Versuchsflächen könnte man sicherlich schon jetzt anlegen. Es gibt einige Sorten mit einer relativ frühen Reife. Beim Versuchsanbau sollte man sich jedenfalls auf süd-exponierte Standorte in tieferen Lagen beschränken. Im Prinzip sind die jetzigen Standorte schon Versuchsstandorte. (HL)

www.lesfrontaliers.lu (18. August 2023)

Les vignes luxembourgeoises s'adaptent au dérèglement climatique

En 40 ans, la date des vendanges au Grand-Duché a avancé d'une bonne semaine. Et ce n'est là qu'un des signes que le vignoble réagit à la montée des températures. Entretien avec Daniel Molitor, chercheur au LIST.

Publié par Patrick Jacquemot le 18/08/2023 à 06:08

f Je partage

Twitter

in LinkedIn

Restez informé



C'est peut-être un détail pour vous, mais pour **Daniel Molitor** (chercheur en viticulture au [LIST](#)) et les **viticulteurs du Grand-Duché**, voilà qui pose question : les **vendanges sont de plus en plus précoces**... La "faute" au réchauffement climatique qui affecte les vignes autant que le développement des autres végétaux. Mais si la cueillette du raisin se fait plus tôt qu'au siècle dernier, ce n'est rien à côté du début de maturation des grains, la véraison. Là, on ne parle plus de quelques jours d'avance, mais bien de semaines, affirme le spécialiste.

Une parole d'expert qui rappelle aussi qu'aujourd'hui, les raisins ont une « **période de maturation plus longue** qu'il y a quelques décennies ». Du coup, les grappes atteignent « **une maturité plus élevée que par le passé** ».

Comment les conditions météo de 2023 ont-elles influencé les prochaines vendanges ?

Daniel Molitor : « Pour obtenir des vins de grande qualité, il faut combiner deux éléments en été : du soleil (avec des températures chaudes) mais aussi de la pluie. Cette année, nous avons eu les deux ! Il y a eu beaucoup de soleil et chaleur à la floraison des raisins, ainsi que des précipitations suffisantes au cours des trois dernières semaines. Du coup, la plupart des vignobles le long de la Moselle sont très prometteurs.

Si les conditions restent favorables encore quelques semaines, on peut s'attendre à un bon millésime – tant en qualité qu'en quantité. »

On considère parfois le “changement climatique” comme un phénomène lointain. Mais comment affecte-t-il déjà le vignoble luxembourgeois ?

« Les vignes sont très sensibles aux changements même relativement faibles des conditions climatiques. Par conséquent, le développement du raisin et la typicité du vin sont fortement influencés par ces changements. Jusqu'à présent, la qualité du vin au Luxembourg a bénéficié de la montée des températures au cours des dernières décennies. Et nos raisins qui n'atteignaient parfois pas toujours, dans les années 1970-80, leur pleine maturité avant l'automne sont maintenant systématiquement au rendez-vous.

Mais ce dérèglement climatique pose de nouveaux défis aux professionnels de la vigne. Les phénomènes météorologiques extrêmes deviennent de plus en plus fréquents. Je parle là de tempêtes de grêle, vagues de canicule, périodes sèches ou humides de longue durée, ensoleillement extrême provoquant des “coups de soleil” fatals pour les grains. Sans parler des nuisibles et des maladies provenant de régions plus chaudes qui commencent à menacer nos vignobles plus gravement que par le passé.

Techniquement, l'avance temporelle de la maturation des raisins entraîne une augmentation significative des températures de maturation. Cela a son effet sur la typicité du vin : degré d'alcool potentiel plus élevé et acidité plus faible. »

Quelles adaptations les viticulteurs locaux devront-ils mettre en œuvre pour poursuivre leurs activités sous ces “nouveaux climats” ?

« Les variétés de vigne actuellement répandues sont sélectionnées pour les conditions climatiques de notre région. Pour certains cépages (les plus précoces), les conditions de température pourraient devenir trop chaudes à l'avenir. Certaines vigneronnes vont certainement devoir élargir le spectre de ce qu'ils plantent et entretiennent. Cela passera par l'adoption d'espèces originaires de régions plus chaudes.

Mais, parmi les adaptations futures, on pourrait voir des professionnels déplacer leurs ceps vers des versants plus frais (côteaux plus élevés, plus au Nord ou moins exposés au soleil). Il faudra aussi changer les cépages ou les porte-greffes traditionnels. Trouver des pratiques agraires visant à retarder la maturation. Irriguer ou adapter la stratégie de protection des vignes face à la chaleur.

- A lire> [Des vignes à l'assaut du château fort de Vianden](#)

Actuellement, ces diverses stratégies d'adaptation sont étudiées dans le cadre du projet de recherche national **VinoManAOP** en coopération avec l'[Institut Viti-vinicole de Remich](#) et du projet européen [“Montevisis”](#) avec des partenaires de différents pays européens.

De plus, pour conserver la typicité de leur vin, les professionnels devront aussi adapter leurs pratiques de vieillissement et de mélange. Par exemple, le problème des teneurs en sucre/alcool trop élevées pourrait être plus prononcé pour les Pinots.»

De Letzeburger Bauer (12. April 2024)

VinoManAOP biegt auf die Zielgerade ein

Daniel Molitor gibt im Interview Auskunft über die gewonnenen Erkenntnisse

Bei dem sechsjährigen Projekt VinoManAOP – ein Forschungsprojekt in Zusammenarbeit von IVV und LIST – ist das wärmer werdende Klima allgemeiner Dreh- und Angelpunkt. Der LIST-Wissenschaftler und Projektleiter Daniel Molitor geht im nachfolgenden Interview auf das bislang Erreichte ein.



Herr Molitor, das Projekt VinomanAOP lief von 2019-21. Was wurde in dessen Rahmen untersucht?

Es geht bei dem Projekt um die Anpassung des Weinbaus an den Klimawandel und wir haben uns da verschiedene Dinge angeschaut. Im ersten Arbeitspaket stand die Modellierung im Fokus. Wir haben Modelle zur phänologischen, aber auch zur Fäulnisentwicklung ausgearbeitet. Diese Modelle sind temperatur- bzw. witterungsbasiert. Das Phänologie-Modell wurde inzwischen auf der Agrimeteo-Webseite mit integriert. Wir haben dies teilweise mit Klimaprojektionen gekoppelt, um zu sehen, wie sich die Rebphänologie in der Zukunft zeitlich entwickeln wird.

Zu den Veröffentlichungen, die während des Projekts entstanden, zählte jene zur Modellierung der Temperaturentwicklung während der Reifephase, die sehr interessante Ergebnisse lieferte. Wenn wir im Gesamtjahr eine Temperaturerhöhung von 2,5 bis 3 Grad Celsius bis zum Ende des Jahrhunderts haben werden, werden wir in der Reifephase ungefähr den doppelten Temperaturanstieg bekommen. Nach den Projektionen sind es ungefähr 5 Grad Celsius. Das liegt daran, dass sich die phänologische Entwicklung nach vorne verschiebt und wir dann eine



Die Sonnenbrandgefährdung war einer der Untersuchungsgegenstände beim Projekt VinoMan AOP.

Foto: Helmut Lui

Wir haben aber nicht nur modelliert, sondern auch verschiedene Anpassungsstrategien im Weinberg getestet, u.a. verschiedene Erntetermine. Es wurden also zu verschiedenen Terminen Trauben geerntet, um herauszufinden, wie sich dies auf die Weintypizität auswirkt. Was im Moment noch spannender ist für mich, sind die Ernteterminuntersuchungen im Folgeprojekt VinoManAOP2.

Ist bei der Modellierung von Phänologie und Ertrag ein praxisgerechtes Tool entstanden?

Das Phänologietool bei agrimeteo.lu liefert z.B. eine Vorhersage für den Termin der Blüte, wenn man noch eine gezielte Spritzung vor der Blüte oder in die abgehende Blüte machen will. Was ebenfalls dort abgebildet wird, sind die Unterschiede beim Entwicklungsstadium an den verschiedenen Standorten. Ein zusätzliches Modul liefert eine Vorhersage des Ertrags, basierend auf den Witterungsdaten. Im August wird ein erster Wert mit Konfidenzintervall

Die Ernteterminierung und eine gestaffelte, selektive Lese waren ein weiterer Untersuchungsgegenstand. Durch den Erntetermin können wir die Stilistik des Weines verändern. Er verändert die Aromatik der Weine. Der Säure- und der Alkoholgehalt sind anders.

Mit dem Anbau spätreifender Rebsorten als Reaktion auf den Klimawandel gab es einen weiteren Untersuchungsgegenstand. Welche Erfahrungen kann man schon festhalten und was ist noch Zukunftsmusik?

Wir haben diese Sorten 2015 gepflanzt und 2017 war der erste Jahrgang, der zusammenfassend analysiert wurde. Die Charakterisierung erfolgte im Weinberg und nicht önologisch. Wir können sagen, dass – mit Ausnahme des kühlen Jahrgangs 2021 – das Gros dieser spätreifenden Rebsorten in den meisten Jahren reif geworden ist und Mostgewichte über 80°Oechsle erzielt wurden. Diese Sorten wären auch für einen Anbau bei uns geeignet, aber empfehlen möchten wir sie nicht,

dies in Zusammenarbeit mit Kollegen aus Geisenheim und Neustadt. Das ist ein Ringversuch, der auf verschiedenen Standorten durchgeführt wird.

Was kam in Sachen Sonnenbrandvermeidung heraus?

Beim Ringversuch wurden verschiedene Entblätterungsvarianten und zudem der Einfluss eines Kaolinpräparats getestet. Die Ergebnisse sind relativ widersprüchlich. 2021 hatten wir gute Bekämpfungserfolge, die wir jedoch 2022 und 2023 nicht reproduzieren konnten. Jedenfalls hat sich gezeigt, dass bei einer späten Entblätterung immer der höchste Sonnenbrandbefall zu verzeichnen war. Die früh entblätterte Variante hatte häufig keinen höheren Befall als die Variante mit den nicht entblätterten Trauben.

Der Einfluss des Erntetermins auf die Crémantstilistik zählt bei VinoManAOP2 zu den Untersuchungsgegenständen. Gibt es hierzu bereits Resultate?

Wir möchten letztlich die Frage beantworten, ob es für den Charakter Crémants eigentlich besser ist, wenn er früh gelesen wird und er et grüner Aromen mitbringt oder für die Aromatik nicht besser wenn er später gelesen wird – wo momentan aber das Problem hal dass die Alkoholgehalte zu hoch sind und dann teilentalkoholisiert werden muss? Es hat sich so eingest wie wir das erhofft haben. Auch Teilentalkolisierung auf das Niveau des früheren Erntetermins ist geglückt. Was jetzt im April anst ist eine Verkostung der fertigen Crémants im Rahmen einer Masterarbeit an der Hochschule Geisenheim.

Schon jetzt kann man sagen, dass Crémants sehr unterschiedlich sind. Was wir auch festgestellt haben: spät gelesene Varianten, die nicht teilentalkoholisiert wurden, hal zumindest bei einer der beiden Sorten auch Probleme, die Gärung komplett zu beenden. Diese enthalten des 13,5% Alkohol und es ist noch Zucker vorhanden, was sicher nicht das Ziel ist. Für mich ist die Frage, welche Crémants bei schmecken: die früh gelesenen oder die spät gelesenen und alkoholrezierten? Da geht auch die Meinung in der Winzerschaft auseinander. Durch die sensorischen Untersuchungen in Geisenheim werden wir für die Versuchscrémants I file bekommen und dann kann Winzer selber entscheiden, ob er einen Crémantstil eher in die eine oder in die andere Richtung platzieren will.

Wann soll VinoManAOP2 abgeschlossen werden?

Das Projekt läuft noch dieses Jahr. Die finalen Ergebnisse werden wahrscheinlich erst nächstes Jahr vorliegt, weil die Crémants des Jahrgangs 2023 wahrscheinlich erst 2025 verkostet werden können. Ich rechne Mitte 2025.

Helmut

Forbes (29. Mai 2024) (<https://www.forbes.lu/5-projets-rd-a-fort-impact-au-luxembourg/>)

Cultivars PIWI

En explorant les cultivars de vigne résistants aux champignons à l'Institut Viti-Vinicole, des chercheurs du LIST font œuvre de pionniers en matière d'innovation agricole. Le changement climatique affectant les conditions de culture de la vigne, les cultivars PIWI apparaissent comme une solution, s'adaptant aux conditions météorologiques extrêmes. En réduisant la dépendance aux pesticides de synthèse, les cultivars PIWI favorisent les pratiques de viticulture durable, en réduisant les émissions de carbone et en favorisant la biodiversité.

« Les cultivars PIWI constituent une stratégie importante d'adaptation au changement climatique et d'atténuation de ses effets, car leur culture permet une réduction substantielle des pesticides. Cela contribue à la réduction de l'empreinte environnementale et à la réalisation des objectifs de réduction des pesticides fixés par la Commission européenne », détaille Daniel Molitor, chercheur principal dans le groupe des systèmes agro-environnementaux au LIST, qui travaille sur le projet Piwi³ financé par le ministère de l'agriculture, de l'alimentation et de la viticulture.



Daniel Molitor, chercheur principal dans le groupe des systèmes agro-environnementaux au LIST (Photo © LIST)

De Letzeburger Bauer (28. Juni 2024)

Der Klimawandel und der Agrarsektor

Herausforderungen und Chancen in Landwirtschaft und Weinbau

Im Rahmen des vom LIST (Luxembourg Institute of Science and Technology) und der Section des Sciences des Institut Grand Ducal organisierten Konferenzzyklus zum Klimawandel, fand am vergangenen 11. Juni die vierte Konferenz statt. Im Mittelpunkt standen die konkreten Auswirkungen des Klimawandels auf den Weinbau und die Landwirtschaft. Welches der möglichen Klimaszenarien in Zukunft eintreten wird, ist von vielen Faktoren abhängig. Fest steht, die Vegetationsperioden verlängern und verschieben sich. Für die Landwirte und Winzer ergeben sich aus den Vorhersagen neue Herausforderungen.

Michael Eickermann vom LIST stellt unterschiedliche Klimaszenarien vor. Es gibt nicht nur ein einziges, sondern gleich eine Vielzahl. Auf einen gemeinsamen Punkt berufen sich alle Modelle: den Verbrauch von fossilen Energieträgern, und somit die Produktion von CO₂. Entsprechend, ob wir mehr oder weniger fossile Energieträger verwenden und welche Bemühungen in die Wege geleitet werden, wird die durchschnittliche Jahrestemperatur mehr oder weniger stark ansteigen.

Der Temperaturanstieg steht synonym für die Zunahme von Trockenperioden und somit einem steigenden Wasserbedarf für die Bewässerung. Auf der Tagesordnung wird vermutlich das fortschreitende Waldsterben stehen sowie das Auftreten von extremen Wetterereignissen mit kurzzeitigen, aber erheblichen Niederschlägen bis hin zu Sturzfluten. Gleichzeitig kommt es zur Verschiebung der Vegetationsperioden. Diese werden sich je nach eintretendem Szenario um 20 bis 60 Tage verlängern. Mit dem Vegetationsvorsprung, der sich heute bereits bemerkbar macht, nimmt das Risiko von Spätfrostschäden und somit drohenden Ernteaussfällen zu.

Zunahme von Schädlingen

Nicht nur die Temperatur- und Wasserverhältnisse haben einen negativen Einfluss auf die Kulturen. Der potenzielle Zuwanderungstermin von Schädlingen verschiebt sich ebenfalls auf einen früheren Zeitpunkt. Sowohl in der Landwirtschaft als auch im Obst- und Gemüseanbau steht somit eine weitere Herausforderung vor der Tür: der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.

Einerseits nimmt die Belastung der Böden, Kulturen und des Grundwassers durch den frühzeitigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln weiter zu. Auch steht die Frage im Raum, nach welchen Mitteln die Landwirte greifen sollen. Kommt es zu Beginn der Vegetationsperiode zu Frost, so ist die Wirksamkeit der Spritzmittel verringert.

Im Gemüseanbau kann die Gewächshausmottenschildlaus, die sogenannte Weiße Fliege, zu einer Plage werden. Sämtliche Entwicklungsstadien werden vermutlich schneller durchlaufen, was wiederum zu einem schnelleren Populationsaufbau führen wird. Gemüsebauern müssen demnach ihre Bekämpfungsstrategien, beispielsweise mit Schlupfwespen, anpassen. Wie das geschehen soll, weiß man heute noch nicht, so Eickermann.

Mögliche Anpassungsstrategien sind mehrjährige Fruchtfolgeversuche an mehreren Standorten, Untersaaten zur verstärkten Speicherung von Kohlenstoff im Boden sowie die gleichzeitige Vermeidung der Ausgasung klimarelevanter Gase.

Chancen im Weinbau

Im Weinbau stellt man aufgrund der Weinbauchronik von 809 bis 1904 fest, dass es einen Klimawandel schon immer gab und die Weinqualität stark abhängig von den Temperaturbedingungen ist. Es gibt nicht nur Herausforderungen, sondern auch Chancen, so Daniel Molitor vom LIST.

Beim Huglin-Wärmesummenindex, oder kurz Huglin-Index, wird die Temperatursumme über der Temperaturschwelle von 10°C berechnet und diese von April bis September summiert. Bei der Berechnung werden sowohl die Tagesmitteltemperatur als auch die Temperaturmaxima verwendet und die berechnete Summe mit der geografischen Breite geringfügig modifiziert. Jede Rebsorte benötigt demnach eine bestimmte Wärmesumme, um auf Dauer in einem Gebiet mit Erfolg kultiviert werden zu können.

In diesem Bereich sieht der Referent eine wichtige Chance für die Winzer. Denn die zunehmenden Temperaturen erlauben es traditionellen Rebsorten, vollständig auszureifen. Als Beispiel führt Molitor die Sorte

Rivaner auf. Erst ab den 1990er Jahren wird der Huglin-Schwellenwert für Rivaner überschritten. Für die Qualität der Weine spricht auch die Tatsache, dass zwischen 2014 und 2020 alle sieben Jahrgänge wärmer waren als der Jahrhundertjahrgang 1976. Der zunehmende Huglin-Index erlaubt es den Winzern, andere Rebsorten anzubauen, etwa jene aus südlichen Regionen.

Neben Chancen gibt es auch Herausforderungen. Ähnlich wie in der Landwirtschaft sind dies extreme Wetterkonstellationen sowie der Rückgang der Niederschläge in den Sommermonaten und somit dem verstärkten Auftreten von Dürreperioden. Auch kommt es zu einer Verfrühung der phänologischen Entwicklung, einer Verlängerung der Vegetations- und Reifephase sowie einer Zunahme der Mostgewichte und somit erhöhte Alkoholanteile sowie einer Abnahme der Säure. Fazit: Die gewohnte Weintypizität wird sich verändern und kann im extremen Fall sogar gefährdet werden.

Im Weinbau heißt es demnach, über Bewässerungsanlagen nachzudenken, neue Rebsorten, die in wärmeren Regionen gut gedeihen,

anzupflanzen und gegebenenfalls neue Standorte zu definieren. Um den Wetterkapriolen zu resistieren, besteht die Möglichkeit zum Anbau sogenannter „Piwis“, also pilzresistenter Trauben. Zudem muss der Winzer die Pflanzenschutzstrategien anpassen.

Auf zu einer pflanzenbasierten Ernährung

Abschließend ging Sabine Kessler vom „Institut für Biologisches Landwirtschaft an Agrarökologie Luxemburg“, kurz IBLA, auf neue Ansatzpunkte im Kampf gegen den Klimawandel ein. Einerseits gilt es, die Lebensmittelverschwendung massiv einzudämmen. Etwa ein Drittel aller produzierten Lebensmittel kommt nicht mal im Handel an. Der Grund: die Banane ist zu krumm, die Gurke zu gerade, zu groß oder zu klein, so Kessler. Solche unsinnigen Regeln führen zur Verschwendung von Ressourcen, und somit zur Verschwendung von Energie und einem unnützen Ausstoß von CO₂.

Innerhalb der Landwirtschaft ist die Fleischproduktion für 51% der klimaschädlichen Emissionen zuständig, führt Kessler fort. Die Agrarfläche in Luxemburg teilt sich in etwa zu 50% in Graslandschaften und 50% Ackerfläche auf. Die Mehrheit der zu bewirtschaftenden Agrarfläche wird hierzulande für die Futtermittelproduktion genutzt. Jener Anteil für die direkte Humanernährung ist erschreckend gering.

Sabine Kessler vertritt daher die Meinung, dass der Fleischkonsum und die Aufzucht von Tieren für den menschlichen Verzehr sowie zur Milchproduktion schnell verringert werden müsse. Stattdessen müsse der Anteil an Ackerland für die humane Lebensmittelproduktion gesteigert werden. Nur so könne man langfristig die CO₂-Emissionen in der Landwirtschaft eindämmen. Kessler wirbt daher für den Anbau von hochwertiger Nahrung wie Erbsen, Soja, Ackerbohnen, Lupinen, Linsen und Kichererbsen. Diese Erzeugnisse müssten, um einen möglichst geringen ökologischen Fußabdruck zu hinterlassen, dann lokal verarbeitet werden.

Tageblatt (08. Januar 2025)

Boden und Aroma

DOMAINE TAGEBLATT (8) Welche Rolle spielt der Untergrund unseres Weinberges?



Die „Wuermer Koeppchen“ gehört zu den bekanntesten Lagen Luxemburgs. Die steilen Hänge bestehen aus muschelkalkhaltigem Boden.

Chris Schleimer

Wurde früher viel auf Erfahrung und Gefühl gesetzt, wird der Einfluss der Wissenschaft auch im Weinbau immer größer. Für uns angehende Winzer der Domaine Tageblatt eine gute Sache, denn auf Erfahrung können wir nicht zurückgreifen. In Teil 8 geht es um die Bodenstrukturen an der Mosel und wie diese sich auf den Wein auswirken.

Mit dem Anfang des neuen Jahres beginnt für uns die Arbeit im Weinberg. Bevor wir jedoch richtig loslegen, möchten wir mehr über unsere Parzelle erfahren. Bildung wissen wir lediglich, dass auf den rund 30 Ar am Remicher Gälgenberg, Rivaner-Rebstocke stehen. Doch letztendlich beeinflussen viele unterschiedliche Faktoren den Wein. Natürlich spielen der Witter und dessen persönlicher Ausbau eine bedeutende Rolle, ebenso wie das Klima oder der Zeitpunkt der Traubenlese, die sich stark auf den Geschmack des Weines auswirken.

Vor mehr als zwölf Jahren wollte das „Institut viticole“, damals unter der Leitung von Ruby Ley, genauer untersuchen, wie sich die Bodenart der Weinberge auf die sensorischen Eigenschaften des Weines aus-

wirkt. Obwohl die Luxemburger Mosel mit 42 Kilometern Länge zwischen Schengen und Wasserbillig und rund 1.260 Hektar bewirtschafteter Weinberge eine vergleichsweise kleine Weinbauregion ist, gibt es auch hier unterschiedliche Bodenarten.

Man teilt die Region grob in zwei Hauptbodenarten: Von Schengen bis etwa Stadtbredimus dominiert der Keuper, während von Greiveldingen bis Wasserbillig der Muschelkalk vorherrscht, auch wenn einzelne Parzellen auf Sandstein liegen. Unsere Parzelle steht auf Keuper. Doch was bedeutet das konkret für unseren Wein?

„Es gibt Unterschiede zwischen beiden Bodenarten, die sich auch auf das Aroma des Weines auswirken“, erklärt Serge Fischer, Direktor des „Institut viticole“ in Remich. Wie stark dieser Einfluss tatsächlich ist, sollte die Studie „Terroir“ herausfinden. Diese wurde vom Institut in Zusammenarbeit mit dem Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST) und der Hochschule für angewandte Wissenschaften in Hamburg durchgeführt und vom Landwirtschaftsministerium finanziert.

Keuper entstand vor mehr als 200 Millionen Jahren durch Sedimentation und besteht unter anderem aus Sandstein, Gipssteinen, Ton und Mergel. Der Boden ist oft rötlich und zeichnet sich durch eine gute Wasserspeicherung aus. Muschelkalk hingegen ist circa 245 Mio. Jahre alt, eher gelblich und steiniger, was ihm eine hervorragende Wärmespeicherung verleiht. Allerdings speichert dieser Boden weniger Wasser, und die vorhandene Feuchtigkeit wird zudem durch den hohen Tongehalt gebunden. Dadurch müssen Reben auf Muschelkalk tief wurzeln.

Gute Wasserspeicherung

Die gute Wasserspeicherung des Keupers klingt zunächst vorteilhaft. Doch die Studie zeigt, dass sich die Reben auch durch ihren Mineralgehalt unterscheiden. Tendenziell weisen Muschelkalkflächen höhere Gehalte an Magnesium und Calcium sowie niedrigere Gehalte an Kalium, Kupfer und Zink auf als Keuperflächen.

Doch wirkt sich der Boden wirklich auf das Aroma des Weines aus? Diese Frage lässt sich mit einem „Ja, aber“ beantworten. Prinzipiell seien Weine von Muschelkalk spritziger, die vom Keuper dafür runder, sagt Fischer. Soweit die Theorie. Für die „Terroir“-Studie wurden 21 Parzellen entlang der Mosel ausgewählt und über drei Jahrgänge hinweg analysiert. Die Forscher entschieden sich für Riesling-Parzellen, da der Riesling eine der Hauptarten an der Mosel ist und aufgrund seiner späten Lese ideal für die Studie geeignet war.

Im Jahr 2013 wurden alle Parzellen an zwei gleichen Tagen gelesen, 2014 erfolgte die Lese zu größeren zeitlichen Abständen. Die Trauben der beiden Jahrgänge wurden in einem standardisierten Verfahren vom IVV verarbeitet, während 2015 die Verarbeitung den jeweiligen Winzern überlassen wurde.

Vielschichtige Einflussfaktoren

Die Ergebnisse fielen wie folgt aus: 2013. Auf Keuperflächen fanden die Forscher im Durchschnitt höhere Gehalte an Ethyl-2-Methylbutanoat (süßliche Frucht, Apfel) und 2-Phenyl-ethanol (Rose, Honig, würzig, Veilchen). Weine von Muschelkalkflächen wiesen hingegen höhere Konzentrationen an 3-Methylbutylacetat (Banane), Linalool (blumig, Lavendel), Ethylhexanoat (Seife, Trauben) und Ethyldecanoat (Birne) auf. 2014 kam man zu anderen Schlüssen. Weine von Muschelkalkflächen zeigten im Durchschnitt höhere Gehalte an Ethylbutanoat (fruchtig, Apfel, Ananas), 3-Methylbutylacetat (Banane), Ethylhexanoat (grüner Apfel, Apfelschale), Hexylacetat (Bonbon, fruchtig), Ethyldecanoat (Seife, Trauben)

und Ethyldecanoat (Birne). Zudem hatte der Ernteertrag großen Einfluss auf die Konzentrationen der flüchtigen Aromastoffe.

Nach drei Jahren fasste Dr. Daniel Muller vom LIST zusammen: „Die Bodenart wirkt sich auf die Sensorik des Weines aus, allerdings haben Jahrgangseffekte wie das Wetter, der Ausbau durch den Winzer und selbst der Zeitpunkt der Traubenlese einen größeren Einfluss auf den Geschmack des Weines.“

Da diese Faktoren stärker ausgeprägt sind, konnte die Studie keine klare saisonische Profilbildung basierend auf den beiden Bodenarten nachweisen. Hinzu kommt, dass die Jahrgänge 2013 und 2014 aufgrund des hohen Fehlschlags besonders herausfordernd waren.

Das unsichere Ergebnis war möglicherweise der Grund, warum die Studie nicht stärker in der Öffentlichkeit diskutiert wurde. „Hätten wir klare Unterschiede festgestellt, hätte man dies natürlich auch aus Marketinggründen nutzen können“, erklärt Muller, der weitere Forschungsprojekte im Weinbau betreibt, unter anderem zu den Auswirkungen des Klimawandels, die uns in dieser Serie wohl noch häufiger begegnen werden.

Dass keine eindeutige Profilbildung nachweisbar war, zeigt letztlich auch die Besonderheit des Weines: „Kein anderes Produkt wird so stark vom Handwerk des Winzers geprägt wie der Wein“, betont Serge Fischer.



Domaine-Tageblatt-Newsletter

Das Projekt ist ambitioniert und soll Einblicke in die Welt der Winzer verschaffen. Die Tageblatt-Redaktion wird in den kommenden anderthalb Jahren versuchen, ihren eigenen Wein herzustellen, in einer wöchentlichen Serie über Erfolg und Misserfolg berichten und dabei tiefere Einblicke in die Welt des Weinbaus geben. Bleiben Sie über unsere Erfolge und Misserfolge informiert:



Dr. Daniel Muller hat Weinbau und Önologie studiert und führt neben seiner Tätigkeit beim LIST mit seiner Frau ein Weingut in Deutschland.



Serge Fischer, Direktor des IVV

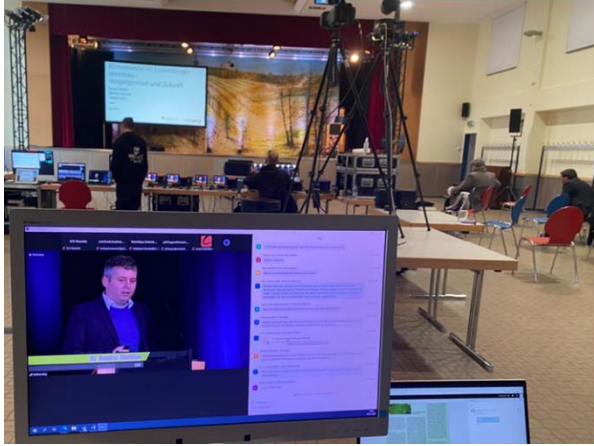


TIPPS UND FEEDBACK

Wollen Sie uns bei unserem Projekt unterstützen, uns Tipps und Feedback geben, dann kontaktieren Sie uns über unsere Facebook-Seite oder per E-Mail an wein@tageblatt.lu.

7.4 Teilnahme an sonstigen Veranstaltungen

Wäibaudag 2022, 2. Februar 2022, Wormeldange



Fotos: Christopher Simon

Wäibaudag 2023, 1. Februar 2023, Wormeldange



On 1st February, 2023, Miriam Machwitz (LIST) and Daniel Molitor (LIST) had the opportunity to present results of the projects VinoManAOP, MonESCA and BioViM2 at the annual assembly of the Luxembourgish wine grower community. This traditional event takes place on the first Wednesday of February every year in the town hall of Wormeldange (LU) and is composed of a series of invited talks covering new legal regulations, technical innovations and latest research results that affect viticulture. Organised by the Luxembourgish wine grower association and the IVV, more than 100 wine growers, politicians, consultants, marketing experts, researchers, various stakeholders of ERIN projects and some guests from Germany attended the event. A small exposition where private companies including a nursery, an assurance, machine -, fertilizer- and bottle-retailers presented their products was arranged in the entrance of the town hall. Miriam presented use cases of various sensors mounted to unmanned aerial vehicles for viticulture and Daniel highlighted potential adaptation strategies to climate change.

Text und Bild: Marco Beyer

Wäibaudag 2025, 5. Februar 2025, Wormeldange

Bilder: Marco Beyer