

Evaluierung der generativen und vegetativen Leistung sowie der Blatt-nährstoffgehalte von *Vitis vinifera* ‘Gewürztraminer’, ‘Roter Traminer’ und ‘Gelber Traminer’ im Langzeitfreilandversuch

Martin Mehofer*, Bernhard Schmuckenschlager, Karel Hanak, Norbert Vitovec, Memish Braha, Thaci Cazim, Ingrid Hofstetter, Susanne Schneider, Michael Doberer, Christian Hödl, Sezer Sari

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg
Wiener Straße 74
3400 Klosterneuburg, Austria

*Corresponding author: martin.mehofer@weinobst.at

Zusammenfassung

In einem Langzeitfreilandprojekt wurden die Traminerspielarten ‘Gewürztraminer’, ‘Roter Traminer’ und ‘Gelber Traminer’ hinsichtlich ihrer Anbaueignung unter sich ändernden klimatischen Bedingungen untersucht. Dazu wurden über mehrere Jahre Reife- und Ertragsparameter, Schnittholzgewicht und Blatt-nährstoffgehalte erhoben. Ergänzend wurden die Gehalte an Stickstoff, Kalium, Magnesium und Gesamtphenolen im Most analysiert sowie Mikrovinifikationen, sensorische Weinbewertungen und Terpenanalysen durchgeführt. ‘Gelber Traminer’ zeigte mit 19,5 °KMW und 5,7 g/l titrierbarer Säure signifikant höhere Mostgewichts- und Säuregehaltsmittelwerte als ‘Gewürztraminer’ mit 18,5 °KMW und 5,0 g/l sowie ‘Roter Traminer’ mit 18,8 °KMW und 4,9 g/l. Gleichzeitig wies ‘Gelber Traminer’ den signifikant niedrigsten pH-Wert im Most (3,3) und den geringsten Mostkaliumgehalt (1569 mg/l) auf. Auch bei den Blatt-nährstoffgehalten zeigten sich Unterschiede zwischen den Traminerspielarten, nämlich signifikant geringere Magnesium-, Calcium- und Mangangehalte bei ‘Gelber Traminer’ und den signifikant höchsten Stickstoffgehalt bei ‘Gewürztraminer’. Das Schnittholzgewicht war bei ‘Gelber Traminer’ mit 2468 kg/ha signifikant geringer als bei ‘Roter Traminer’ mit 3314 kg/ha. Das Entwicklungsstadium “Weichwerden der Beeren” trat bei ‘Gelber Traminer’ in allen Beobachtungsjahren am frühesten ein. Die Weine von ‘Gewürztraminer’ und ‘Gelber Traminer’ wurden sensorisch signifikant besser bewertet als jene von ‘Roter Traminer’, wobei ‘Gelber Traminer’ in vier Jahren die höchste Bewertung erzielte. Zudem wurden in den Weinen von ‘Gelber Traminer’ signifikant höhere Gehalte an trans-Linalooloxid, cis-Linalooloxid, Linalool, Hotrienol, alpha-Terpineol und gamma-Terpineol nachgewiesen. Insgesamt sprechen insbesondere die höheren Säuregehalte, die niedrigeren pH-Werte und die sehr guten sensorischen Bewertungen dafür, dass ‘Gelber Traminer’ unter den geprüften klimatischen Bedingungen eine besonders interessante Traminerspielart darstellt.

Schlagwörter: Ertragsparameter, Reifeparameter, Schnittholzgewicht, Blatt-nährstoffgehalte, Terpengehalte

Abstract

Evaluation of the generative and vegetative performance and the nutrient content in the leaves of *Vitis vinifera* ‘Gewürztraminer’, ‘Roter Traminer’ und ‘Gelber Traminer’ in a long-term field trial. In a long-term field trial, the Traminer varieties ‘Gewürztraminer’, ‘Roter Traminer’ and ‘Gelber Traminer’ were investigated for their suitability for cultivation under changing climatic conditions. To this end, ripening and yield parameters, pruning wood weight and leaf nutrient contents were recorded over several years. In addition, the levels of nitrogen, potassium, magnesium and total phenols in the must were analysed, and microvinifications, sensory wine evaluations and terpene analyses were carried out. With 19.5 °KMW must weight and 5.7 g/l titratable acidity, ‘Gelber Traminer’ had significantly higher average values than ‘Gewürztraminer’ with 18.5 °KMW and 5.0 g/l as well as ‘Roter Traminer’ with 18.8 °KMW and 4.9 g/l. At the same time, ‘Gelber Traminer’ had the significantly lowest pH value in the must (3.3) and the lowest potassium content in the must (1569 mg/l). Differences were also observed in leaf nutrient contents between the Traminer varieties, in particular significantly lower magnesium, calcium and manganese levels with ‘Gelber Traminer’ and the significantly highest nitrogen content with ‘Gewürztraminer’. Pruning wood weight of ‘Gelber Traminer’ was 2468 kg/ha, which was significantly lower than that of ‘Roter Traminer’ with 3314 kg/ha. The phenological stage “Time of beginning of berry ripening” occurred earliest with ‘Gelber Traminer’ in all years of observation. In terms of sensory characteristics the wines of ‘Gewürztraminer’ and ‘Gelber Traminer’ were rated significantly higher than those of ‘Roter Traminer’, with the wines from ‘Gelber Traminer’ receiving the highest ratings in four years. In addition, significantly higher levels of trans-linalool oxide, cis-linalool oxide, linalool, hotrienol, alpha-terpineol and gamma-terpineol were detected in the wines of ‘Gelber Traminer’. Overall, in particular the higher acidity levels, lower pH values and excellent sensory ratings of ‘Gelber Traminer’ suggest that, under the climatic conditions studied, this variation of ‘Traminer’ is of particular interest.

Keywords: yield, maturity, pruning wood weight, nutrient content in the leaves, terpene content

Einleitung

Die Rebsorte ‘Traminer’ ist in Österreich auf einer Fläche von etwa 264 Hektar gepflanzt. Das entspricht zirka 0,6 % der österreichischen Weinbaufläche (Österreich Wein Marketing GmbH 2026). Somit stellt diese Rebsorte eine Nischensorte dar. Ihre Aromatik ist allerdings bei Weinkennern beliebt und daher kann damit eine hohe Wertschöpfung erzielt werden. ‘Traminer’ zählt zu den ältesten europäischen Rebsorten und ist vermutlich bereits während der Römerzeit unter der Bezeichnung ‘*Vitis aminea*’ verbreitet gewesen (HBLA und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg 2026). Die genetische Variabilität innerhalb dieser Rebsorte ist hoch (Regner und Kaserer 2002). Für den Wuchs der Reben und für die Reife der Trauben sind die klimatischen Bedingungen wesentlich. In Bezug darauf zeigen

aktuelle Messungen und Statistiken, dass sich die globale Mitteltemperatur im Vergleich zur vorindustriellen Zeit um mindestens 1,1 °C erhöht hat und sich die Geschwindigkeit der Erwärmung seit den 1980er-Jahren sogar verdreifacht hat. Die Jahre 2015 bis 2024 waren die zehn wärmsten der Messgeschichte und die Temperaturen von Jänner bis September des Jahres 2024 lagen im Schnitt um 1,54 °C über dem vorindustriellen Niveau. In Österreich war die Temperaturzunahme etwa doppelt so stark. Die durchschnittliche Jahrestemperatur stieg hier seit vorindustrieller Zeit (1851 – 1900) bis zum Jahr 2023 um 2,9 °C. Hauptursache dafür war die schnellere Erwärmung der Luft über Landflächen als über den thermisch trägeren Ozeanen (Umweltbundesamt GmbH 2026). Die Auswirkungen dieser klimatischen Veränderungen auf

das Rebenwachstum, die Traubenreife und die Weintypizität können beträchtlich sein (Jones und Webb, 2010, Moriondo et al., 2013, Kovács et al., 2018). Um diesen Auswirkungen entgegenzutreten beziehungsweise diese zu mildern, können verschiedene weinbauliche Maßnahmen wie beispielsweise die Reduktion der Blattfläche oder die Applikation von Antitranspirantien auf die Laubwand zur Reifeverzögerung (Gatti et al., 2016, Heßdörfer 2018, Weinmann und Klodt, 2021, Mehofer et al., 2024) eingesetzt werden. Generell werden Maßnahmen zur Gesunderhaltung der Trauben, zur Reduktion von Trockenstress und zur Optimierung der Wasser- und Nährstoffaufnahme der Reben, wie beispielsweise die (Tropf)bewässerung (Mehofer 2025) oder Methoden zur Reifeverzögerung immer bedeutsamer (Becker, 2019). Auch eine entsprechende Klonenselektion, wie sie beispielsweise bei der Rebsorte ‘Grüner Veltliner’ Verwendung findet (Gangl et al., 2023), steht als Adaptionsmaßnahme an klimatische Veränderungen zur Verfügung. Bei der Rebsorte ‘Traminer’ besteht eine wesentliche Eigenschaft darin, dass

insbesondere bei zunehmenden Hitzeperioden gepaart mit Trockenphasen die Säuregehalte in den Beeren und im Most und in weiterer Folge im Wein sehr gering werden. Im Zuge dieses Projektes wurde daher über einen Zeitraum von elf Jahren evaluiert, welcher der drei Traminertypen ‘Gewürztraminer’, ‘Roter Traminer’ und ‘Gelber Traminer’ unter den sich ändernden klimatischen Bedingungen die stabilsten beziehungsweise höchsten Säuregehalte zeigte. Außerdem wurden weitere Reife- und Ertragsparameter bestimmt, sowie das Schnittholzgewicht und die Blattnährstoffgehalte erhoben und analysiert. Zusätzlich erfolgten über einen Zeitraum von fünf Jahren Analysen der Gehalte an Stickstoff, Kalium und Magnesium im Most. Desweiteren wurden über einen Zeitraum von sechs Jahren die Gehalte an Gesamtphenolen im Most analysiert sowie Weinausbauten im Kleinmaßstab (Mikrovinifikationen) und sensorische Weinbewertungen durchgeführt. Ergänzend wurden die Terpenegehalte der mikrovinifizierten Weine analysiert.

Material und Methoden

Rebanlage, Bodenart, Lage und klimatische Bedingungen

Tab. 1: Rebanlage am Versuchsgut Agneshof.

Standort // Koordinaten	Quartier Rothäcker XV // 48.294767, 16.324779
Traminertypen	‘Gewürztraminer’ [KI 48] (Abb. 1) ‘Roter Traminer’, [A 19-2] (Abb. 2) ‘Gelber Traminer’ [Sel. Gangl] (Abb. 3)
Unterlagsrebsorte	SO4
Pflanzjahr	2012
Pflanzweite	2,60 m x 1,00 m
Erziehungssystem	Mittelhohe Spaliererziehung (Stammhöhe = 90 cm) mit einem Kordondrahtpaar auf 90 cm und drei Heftdrahtpaaren auf 120 cm, 160 cm und 200 cm Höhe
Schnittart	1 Stecker á 11 - 12 Augen und 1 Zapfen á 2 Augen
Schnittstärke	5 – 6 Augen pro m²

Der in Tab. 1 beschriebene Versuchsweingarten befindet sich in der Katastralgemeinde Klosterneuburg in der Ried Rothäcker in einem ebenen Quartier unmittelbar neben dem Weidlingbach. Von jedem Traminertyp sind sechs Rebzeilen mit einer Stockanzahl von 18 bis 36 Stöcken pro Zeile (= pro Wiederholung) beziehungsweise aufsummiert 545 Reben gepflanzt worden. Die Bodenart am Versuchsstandort ist ein kolluvialer, entwässerter primärbrauner Auboden, der aus sandigem, primärbraunen Ausgangsmaterial entstanden ist. Der Boden enthält gerundete Kiesel, die vom Weidlingbach angeschwemmt worden sind. Die kantigeren Flyschmergelbruchstücke sind durch

kolluviale Prozesse an den Hangfuß gelangt (Fitz, 2011). In Abhängigkeit von der Bodentiefe beträgt laut aktueller Bodenanalyse der Sandanteil 49 bis 71 %, der Schluffanteil 21 bis 36 % und der Tonanteil 8 bis 15 %. Somit handelt es sich um einen leichten Boden. Der Kalkgehalt ist mit einer CaCO_3 -Konzentration von 11 bis 11,5 % gering. Der pH-Wert liegt in Abhängigkeit von der Bodentiefe zwischen 7,4 und 7,8. Auffallend bei der Kationenaustauschkapazität sind die hohe extrahierbare Eisenkonzentration und die niedrige extrahierbare Magnesiumkonzentration. Der Humusgehalt im Oberboden beträgt 2,9 %.



Abb. 1: Traube von `Gewürztraminer´ am 04.09.2025.

Abb. 2: Traube von `Roter Traminer´ am 04.09.2025.

Abb. 3: Traube von `Gelber Traminer´ am 04.09.2025.

Tab. 2: Jahresniederschlagsmengen, Niederschlagsmengen in den Monaten April bis September und Huglin-Index der Jahre 2015 bis 2025 am Versuchsstandort.

Jahr	Jahresniederschlagsmengen (l/m²)	Niederschlagsmengen in den Monaten April bis September (l/m²)	Huglin-Index
2015	582	279	2200
2016	836	484	2076
2017	542	329	2066
2018	576	339	2452
2019	593	370	2123
2020	587	380	2030
2021	453	314	1915
2022	386	287	2105
2023	592	344	2110
2024	595	429	2362
2025	491	319	2133

In Tab. 2 sind die Niederschlagsmengen am Projektstandort im Projektzeitraum angeführt. Dabei sind Unterschiede zwischen den Jahren sowohl bei den Jahresgesamtniederschlagsmengen als auch bei den Niederschlagsmengen während der jeweiligen Vegetationsperioden (April bis September) zu erkennen.

Der in Tab. 2 ebenfalls angeführte Huglin-Index des jeweiligen Versuchsjahrs sollte laut Prettenthaler und Formayer (2013) für eine entsprechende Reife der Rebsorte 'Gewürztraminer' mindestens 1600 betragen, wobei ein Idealbereich von 1600 bis 1700 angegeben wird. In Tab. 2 ist erkennbar, dass sowohl der Mindestwert als auch der Idealbereich in allen Jahren deutlich überschritten wurde. Die deutlich höchsten Werte konnten im Jahr 2018 mit 2452 und im Jahr 2024 mit 2362 gemessen beziehungsweise errechnet werden.

Bodenbearbeitung und Pflanzenschutz

Die Bodenbewirtschaftung in den Fahrgassen erfolgte in den Jahren 2016, 2017, 2018, 2019, 2021, 2022 und 2023 mittels Rotationsbegrünung bestehend aus Sommerwicke (25 kg/ha), Buchweizen (20 kg/ha) und Phacelia (3 kg/ha). Dazu wurde die Gründüngung jedes Jahr im Frühjahr im April mittels Kreiselegge und APV-Sägerät abwechselnd in jeder zweiten Fahrgasse neu angelegt.

Der Umbruch des Altbestandes erfolgte im Herbst davor oder im selben Frühjahr mit dem Grubber und eine entsprechende Saatbeetvorbereitung mittels Fräse unmittelbar vor dem Anbau. Im weiteren Jahresverlauf wurde der Gründüngungsbestand gemulcht beziehungsweise gewalzt. Die nicht umgebrochenen Fahrgassen wurden im Spätherbst mit dem Ratoonpflug tiefengelockert. Aufgrund der starken Wüchsigkeit der Reben und zur Reduktion der Stickstoffmobilisierung erfolgte in den Jahren 2015, 2020, 2024 und 2025 kein Bodenumbruch. Die Fahrgassen wurden mehrmals im Jahr gemulcht und jede zweite Fahrgasse im Spätherbst mittels Ratoonpflug tiefengelockert. Der Unterstockbereich wurde mittels Kombination aus ein- bis zweimaligem Herbizideinsatz und Mähen beziehungsweise Abschlagen des Bewuchses mittels Fadenrotor bearbeitet. Damit die Blätter beziehungsweise die Laubmasse gesund und leistungsfähig blieben und um hochwertiges und gesundes Traubenmaterial zu erhalten, wurde die Laubwand fachgerecht bearbeitet (Jäten, Entgeizen, Einstricken, Teilentblättern, Triebeinkürzen). Weiters erfolgten in Abhängigkeit vom Vegetationsjahr und vom Pilzinfektionsdruck jährlich fünf bis acht Applikationen mit chemischen und biotechnischen Pflanzenschutzmitteln gemäß den Richtlinien der Integrierten Produktion. Als Beispiel dafür sind in Tab. 3 die durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen anhand des Jahres 2024 abzulesen.

Tab. 3: Applikationstermine der Pflanzenschutzmaßnahmen und ausgebrachte Wirkstoffe samt Indikationen am Beispiel des Jahres 2024.

Datum	Wirkstoffe / Organismen	Aufwandmengen	Schadfaktoren laut Zulassung
28.03.2024	Netzschwefel	7,5 kg/ha	Kräusel- und Pockenmilben
06.05.2024	Netzschwefel; Fungizid mit Oxathiapiprolin und Zoxamid; Fungizid mit Proquinazid, Tetraconazol; Fungizid mit Kaliumphosphonat	2,0 kg/ha; 0,27 l/ha; 0,3 l/ha; 3,0 l/ha	Echter Mehltau; Falscher Mehltau; Echter Mehltau; Falscher Mehltau
28.05.2024	Netzschwefel; Fungizid mit Metiram; Fungizid mit Difenconazol und Spiroxamin	2,0 kg/ha; 1,6 kg/ha; 0,17 l/ha	Echter Mehltau; Falscher Mehltau und Schwarzfäule; Echter Mehltau
14.06.2024	Netzschwefel; Fungizid mit Cyazofamid und Folpet; Fungizid mit Pyriofenon; Fungizid mit Kupferoxychlorid	3,0 kg/ha; 2,5 l/ha; 0,3 l/ha; 1,0 l/ha	Echter Mehltau; Falscher Mehltau; Echter Mehltau; Falscher Mehltau
01.07.2024	Netzschwefel; Fungizid mit Proquinazid und Tetraconazol; Fungizid mit Oxathiapiprolin und Zoxamid; Fungizid mit Kaliumphosphonat	3,0 kg/ha; 0,4 l/ha; 0,33 l/ha; 3,0 l/ha	Echter Mehltau; Echter Mehltau; Falscher Mehltau; Falscher Mehltau
15.07.2024	Fungizid mit Cymoxanil und Zoxamid; Fungizid mit Proquinazid und Tetraconazol; Fungizid mit Kupferoxychlorid; Fungizid mit Gliocladium catenulatum, Stamm: J1446	0,4 kg/ha; 0,4 l/ha; 1,0 l/ha; 2,0 kg/ha	Falscher Mehltau; Echter Mehltau; Falscher Mehltau; Graufäule (Botrytis)
08.08.2024	Fungizid mit Kupferoxychlorid und Cymoxanil; Fungizid mit Kaliumhydrogencarbonat	2,5 kg/ha; 5,0 kg/ha	Falscher Mehltau; Echter Mehltau und Grauschimmel

Phänologische Erhebungen

In den Jahren 2015 bis 2025 wurde das Eintreten der Entwicklungsstadien "Knospenaufbruch" (BBCH 09), "Blühbeginn" (BBCH 61) und "Blühende" (BBCH 69) sowie "Weichwerden der Beeren" (BBCH 85) bei den drei Traminertypen bestimmt. Dazu wurde die BBCH-Skala nach Meier (2001), die zur einheitlichen Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien dient, verwendet.

Erntetermine und Bestimmung der Ertrags- und Reifeparameter

Die Trauben wurden an folgenden Terminen geerntet: 14.09.2015, 07.09.2016, 11.09.2017, 05.09.2018, 16.09.2019, 06.10.2020, 27.09.2021, 21.09.2022, 21.09.2023, 18.09.2024 und 10.09.2025. Die Bestimmungen von Ertrag, Traubengewicht, 100-Beerengewicht, Mostgewicht, Gehalt an titrierbarer Säure, pH-Wert und Stickstoff-, Kalium-, Magnesium- und Gesamtphenolgehalt im Most erfolgten jährlich laut Versuchsplan in Form von gepoolten Proben aus allen

Stöcken pro Wiederholung. Zur Bestimmung der Reifeparameter und des Beerengewichts wurden unmittelbar vor der Lese Beerenproben entnommen. Der Probenumfang betrug zirka 250 Beeren pro Wiederholung. Die Beeren wurden gleichmäßig verteilt von beiden Seiten der Laubwand, von der Vorder- und Rückseite der Trauben und jeweils vom oberen, mittleren und unteren Drittel der einzelnen Trauben entnommen. Das Gewicht von einhundert Beeren wurde mit Hilfe der Präzisionswaage Modell Kern 440-49N (Swiss Waagen DC GmbH, Bertschikon, Schweiz) bestimmt. Die Entsaftung der entnommenen Beeren erfolgte mittels Saftzentrifuge Santos Anneé 90 (SANTOS SAS, Vaulx-en-Velin, Frankreich) und die Filtration mit Hilfe von Faltenfiltern 3 hw (Sartorius, Göttingen, Deutschland). Der Zuckergehalt wurde mittels Handrefraktometer, der Säuregehalt durch Titration mit 2/15 normaler Blaulauge bis zum Umschlagpunkt (pH = 7) und der pH-Wert mittels elektronischem pH-Messgerät (Mettler-Toledo GmbH, Gießen, Deutschland) ermittelt.

Die Ertragsbestimmung erfolgte unmittelbar nach der Ernte in der Projektanlage mittels Waage Typ Wedo – Paket 50 (Werner Dorsch GmbH, Münster/Dieburg, Deutschland) entsprechend dem Versuchsplan für jede Wiederholung. Der durchschnittliche Einzelstockertrag wurde im Anschluss daran rechnerisch ermittelt, indem der erhobene Ertrag durch die entsprechende Stockanzahl dividiert wurde. Während der Ernte wurde das Gewicht von einhundert zufällig ausgewählten Trauben pro Wiederholung gewogen. Das Einzeltraubengewicht wurde anschließend rechnerisch ermittelt.

Bestimmung der Stickstoff-, Kalium-, Magnesium- und Gesamtphenolgehalte im Most

Die Bestimmungen der Stickstoff-, Kalium-, Magnesium- und Gesamtphenolgehalte im Most erfolgten jährlich von gepoolten Proben aus allen Stöcken pro Wiederholung laut Versuchsplan. Der Stickstoffgehalt im Most wurde fotometrisch bestimmt. Die freien α -Aminogruppen bildeten mit dem Reagenz o-Phtalaldehyd/N-Acetyl-Cystein (OPA/NAC) einen blauen Farbstoff, dessen Intensität im Fotometer Konelab 20 (Thermo Fisher Scientific Oy Clinical Diagnostics, Vantaa, Finnland) bei 340 nm gemessen wurde. Der Kalium- und Magnesiumgehalt wurde mittels Atomabsorptionsspektrometer (AAS) Thermo iCE 3000 (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, USA) bestimmt. Dazu wurden die verdünnten Mostproben mit dem Probengeber in die Zerstäuberkammer des AAS gesaugt. Das dort gebildete feine Aerosol wurde in einer Luft/Acetylflamme atomisiert. Die Extinktion der K-Linie wurde bei 769,9 Nanometer und bei einer Brenneinstellung von 90 Grad und die Extinktion der Mg-Linie bei 285,2 Nanometer und bei einer Brenneinstellung von 90° gemessen. Der Gehalt an Gesamtphenolen (als Kaffeesäureäquivalent) wurde nach einer Vorreinigung auf C18-Kartuschen mittels Folin-Ciocalteu-Reagenz, welche durch Reaktion mit Wolframatophosphorsäure und Molybdatophosphorsäure phenolische Substanzen reduziert, am Fotometer bei einer Wellenlänge von 765 nm bestimmt.

Bestimmung der Blatt Nährstoffgehalte

Zur Analyse der Nährstoffgehalte in den Blättern wurden jeweils im Juli der Jahre 2015 bis 2025, also während der phänologischen Entwicklungsstadien "Erbsengröße" (BBCH 75) bis "Traubenschluss" (BBCH 77-79), Blätter aus der Traubenzone entnommen. Die Blattentnahme erfolgte vom ersten, zweiten oder dritten grünen Trieb der Rebbögen. Entnommen wurden jene Blätter, die sich gegenüber der ersten oder zweiten Traube am Trieb befanden. Für eine repräsentative Durchschnittsprobe wurden 20 – 30 Blätter gesammelt. Die Blattspreiten wurden bei 105 °C im Trockenschrank (Memmert, Schwabach, Deutschland) getrocknet und anschließend gemahlen. Das getrocknete und gemahlene Blattprobenmaterial (600 mg) wurde mit einem Multiwave Aufschlussgerät (Anton Paar, Graz, Österreich) mit 8 ml Salpetersäure und 2 ml Wasserstoffperoxid aufgeschlossen und auf 25 ml verdünnt. Anschließend wurde mittels ICP (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, USA) Bor bestimmt. Um Kalium, Magnesium, Calcium, Eisen, Kupfer, Zink und Mangan mittels ICP zu bestimmen, mussten die Proben 1:8 verdünnt und gemischt werden. Phosphat wurde aus der Verdünnung mit Hilfe der Molybdänblau-Methode am Photometer (Agilent, Santa Clara, USA) analysiert. Die Stickstoffbestimmung erfolgte mittels Kjeldahl-Methode (Büchi, Flawil, Schweiz).

Bestimmung des Schnittholzgewichts

Das Schnittholzgewicht wurde nach dem Rebschnitt entsprechend dem Versuchsplan mit einer transportfähigen mechanischen Zugwaage (Spiral Reih & Co. KG, Wien, Österreich) abgewogen. Dabei wurde das ein- und zweijährige Holz, also der ein- und zweijährige Zuwachs, der im Zuge des Ertragschnitts entfernt wurde, berücksichtigt. Das Schnittholz wurde in der Projektanlage in den Fahrgassen abgelegt und jährlich im Frühjahr mittels Schlegelmulcher gehäckselt.

Weinausbau und Weinbewertung

In sechs Jahren wurde pro Traminerspielart und Jahr je ein Wein im Kleinmaßstab hergestellt. Dazu wurde jährlich eine repräsentative Traubenprobe von zirka 90 kg pro Traminertyp verwendet. Die geernteten Trauben wurden mittels Rebler abgebeert, mittels Hydropresse entsaftet und nach der Mostvorklärung mittels Enzym Novoclar Speed (2 g/hl; Novozymes, Bagsvaerd, Dänemark) und Zusatz der Reinzuchtheife Oenoferm Freddo (Erbslöh, Geisenheim, Deutschland) unter kontrollierten Temperaturbedingungen in Glasballons vergoren. Danach wurden die Weine zentrifugiert und geschwefelt. Die Vorfiltration erfolgte mittels Filterschichten Seitz K 150 (Pall Seitz-Schenk Filtersystems GmbH, Bad Kreuznach, Deutschland). Unmittelbar vor der Abfüllung wurde der Schwefelgehalt auf 45 mg/l freies SO₂ eingestellt und mittels 3M Filtermodul Z08PA 80MH 05 (Cuno/3M) (3M Österreich GmbH, Wien, Österreich) eine Entkeimungsfiltration durchgeführt. Die Weine jedes Jahrgangs wurden in verdeckten Verkostungen viermal in unterschiedlicher Reihenfolge vorgelegt und von mindestens sechs geschulten Verkostern mit Hilfe einer unstrukturierten Skala bewertet. Anschließend wurden die Verkostungsergebnisse am PC erfasst und statistisch verrechnet.

Analyse der Terpenegehalte der Weine

Die Quantifizierung der Monoterpene erfolgte mittels Headspace-Festphasenmikroextraktion in Kombination mit Gaschromatographie und massenspektrometrischer Detektion im Selected-Ion-Monitoring-Modus (HS-SPME-GC-SIM-MS) in Anlehnung an die von Philipp et al. (2020) publizierte Methode. Analysiert wurden trans-Linalooloxid, cis-Linalooloxid, Linalool, Hotrienol, cis-Rosenoxid, trans-Rosenoxid, trans-Limonenoxid, cis-Limonenoxid, β -Terpineol, Neroloxid, Lavandulol, α -Terpineol, γ -Terpineol, Nerol, Citronellol und Geraniol.

Für die Probenvorbereitung wurden jeweils 5 ml Wein in ein 20-ml-Headspace-Vial pipettiert und mit 1,5 g Natriumchlorid sowie 50 μ l einer methanolischen Lösung von 3,4-Dimethylanisol als internem Standard versetzt. Die Endkonzentration des internen Standards betrug 20 μ g/l. Die Anreicherung der flüchtigen Verbindungen erfolgte mittels einer 65- μ m-PDMS/DVB-Faser bei 50 °C über einen Zeitraum von 30 Minuten.

Die gaschromatographische Analyse wurde mit einem Gaschromatographen 7890A durchgeführt, der an ein massenselektives 5975C-Inert-Detektionssystem mit Triple-Axis-Detektor gekoppelt war (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA). Die quantitative Auswertung erfolgte anhand substanzspezifischer Kalibrierungen unter Verwendung des internen Standards. Die Flächenintegrationen wurden kontrolliert und bei Bedarf manuell korrigiert. Weitere Einzelheiten zu den chromatographischen und massenspektrometrischen Bedingungen sind Philipp et al. (2020) zu entnehmen.

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten und die grafische Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit Hilfe des Programms SPSS (Version 30.0; IBM, Wien, Österreich). Die Daten wurden mittels Varianzanalyse in Verbindung mit dem F-Test aufbereitet. Danach wurden die Mittelwerte mittels Grenzdifferenz nach Tukey beurteilt ($P < 0,05$). Varianzhomogenität und Normalverteilung wurden überprüft.

Ergebnisse und Diskussion

Entwicklungsstadien “Knospenaufbruch”, “Blühbeginn”, “Blühende” und “Weichwerden der Beeren”

Tab. 4: Eintritt (Monatsdatum) der Entwicklungsstadien “Knospenaufbruch” (BBCH 09), “Blühbeginn” (BBCH 61), “Blühende” (BBCH 69) und “Weichwerden der Beeren” (BBCH 85) in den Jahren 2015 bis 2025 in Abhängigkeit von der Traminerspielart (hellgrün hinterlegt: frühestes Eintrittsdatum je Stadium und Spielart; rot hinterlegt: spätestes Eintrittsdatum je Stadium und Spielart).

Jahr BBCH	`Gewürztraminer`				`Roter Traminer`				`Gelber Traminer`			
	09	61	69	85	09	61	69	85	09	61	69	85
2015	17.04.	04.06.	10.06.	26.08.	17.04.	04.06.	10.06.	26.08.	16.04.	06.06.	12.06.	24.08.
2016	09.04.	10.06.	16.06.	23.08.	10.04.	11.06.	16.06.	23.08.	09.04.	09.06.	14.06.	23.08.
2017	03.04.	03.06.	08.06.	10.08.	03.04.	04.06.	08.06.	12.08.	02.04.	02.06.	07.06.	09.08.
2018	15.04.	23.05.	29.05.	25.08.	13.04.	23.05.	28.05.	25.08.	13.04.	24.05.	28.05.	16.08.
2019	06.04.	10.06.	13.06.	15.08.	06.04.	09.06.	14.06.	13.08.	05.04.	09.06.	13.06.	07.08.
2020	18.04.	07.06.	15.06.	23.08.	15.04.	07.06.	14.06.	22.08.	17.04.	06.06.	16.06.	20.08.
2021	22.04.	18.06.	22.06.	20.08.	21.04.	17.06.	20.06.	18.08.	19.04.	16.06.	20.06.	08.08.
2022	24.04.	05.06.	09.06.	18.08.	23.04.	04.06.	08.06.	16.08.	25.04.	05.06.	10.06.	13.08.
2023	13.04.	18.06.	23.06.	24.08.	14.04.	17.06.	22.06.	23.08.	12.04.	18.06.	22.06.	22.08.
2024	01.04.	28.05.	03.06.	07.08.	01.04.	27.05.	03.06.	09.08.	04.04.	29.05.	04.06.	03.08.
2025	14.04.	06.06.	12.06.	18.08.	15.04.	07.06.	13.06.	17.08.	17.04.	08.06.	14.06.	08.08.

In Tab. 4 ist ein deutlicher Jahreseinfluss auf den Eintritt der Entwicklungsstadien “Knospenaufbruch” (BBCH 09), “Blühbeginn” (BBCH 61), “Blühende” (BBCH 69) und “Weichwerden der Beeren” (BBCH 85) erkennbar. Der Einfluss des Traminertyps war hingegen sehr gering. Der Unterschied beim Entwicklungsstadium “Knospenaufbruch” betrug zwischen den Traminerspielarten ein bis vier Tage. Dabei trat dieses Stadium in sieben Jahren beim `Gelben Traminer`, in vier Jahren beim `Roten Traminer` und in drei Jahren beim Gewürztraminer als erstes ein. Auch bei der Blüte zeigten sich starke Jahreseinflüsse, während keine eindeutigen Einflüsse der Traminertypen feststellbar waren. Im extrem frühen Jahr 2018 begann die Blüte bereits am 23. Mai und endete am 29. Mai. Auch im Jahr 2024 war der Blühbeginn bereits im Mai, und zwar am 27. Mai und das Blühende am 4. Juni. Die spätesten Blühphasen im Beobachtungszeitraum zeigten sich in den Jahren 2021 und 2023 mit einem Blühbeginn am 16. beziehungsweise

17. Juni und einem Blühende am 22. beziehungsweise 23. Juni. Der Unterschied zwischen den Rebsorten betrug sowohl beim Blühbeginn als auch beim Blühende ein bis drei Tage. Dabei begann die Blüte beim `Roten Traminer` in sechs Jahren, beim `Gelben Traminer` in fünf Jahren und beim `Gewürztraminer` in drei Jahren als erstes. Das Blühende trat beim `Roten Traminer` in sieben Jahren, beim `Gelben Traminer` in sechs Jahren und beim `Gewürztraminer` in vier Jahren als erstes ein. Faber et al. (2018) konnten ebenfalls keine Unterschiede zwischen den drei Traminerspielarten bei den Stadien “Knospenaufbruch” und “Blüte” feststellen. Im gegenständigen Projekt waren auch beim Entwicklungsstadium “Weichwerden der Beeren” deutlich Jahreseinflüsse erkennbar. Am frühesten begann dieses Stadium im Jahr 2024, und zwar am 3. August beim `Gelben Traminer` und am spätesten im Jahr 2015, und zwar am 26. August beim `Gewürztraminer`. Der Unterschied zwischen den Rebsorten betrug

jahresabhängig bis zu zwölf Tage, wobei dieses Stadium in allen Beobachtungsjahren beim ‘Gelben Traminer’ als erstes eintrat. Faber et al. (2018) konnten hingegen beim Eintreten des Stadiums “Weichwerden der Beeren“ keine Unterschiede zwischen den drei Traminertypen feststellen.

Ertrags- und Reifeparameter

Tab. 5: Mittelwerte von Ertrag (kg/m²), Traubengewicht (g), 100-Beerengewicht (g), Mostgewicht (°KMW), Säuregehalt (g/l) und pH-Wert im Most der drei Traminertypen im Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2025 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede; $p < 0,05$; *n. s.* = nicht signifikant).

	Ertrag (kg/m²)	Trauben- gewicht (g)	100-Beeren- gewicht (g)	Mostgewicht (°KMW)	Säuregehalt (g/l)	pH- Wert
‘Gewürztraminer’	1,12 b	152 b	172	18,5 a	5,0 a	3,5 b
‘Roter Traminer’	0,99 a	130 a	165	18,8 a	4,9 a	3,5 b
‘Gelber Traminer’	1,01 ab	135 a	164	19,5 b	5,7 b	3,3 a
Signifikanz	$p < 0,05$	$p < 0,5$	<i>n. s.</i>	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$

In Tab. 5 sind signifikante Unterschiede bei den Mittelwerten der Ertrags- und Reifeparameter zwischen den drei Traminertypen im Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2025 erkennbar. ‘Gewürztraminer’ hatte mit 1,12 kg/m² einen signifikant höheren Durchschnittsertrag als ‘Roter Traminer’ mit 0,99 kg/m². Der Wert von ‘Gelber Traminer’ lag dazwischen. Dieselben Ertragsverhältnisse zeigten sich bei Faber et al. (2018). Reynolds et al. (1996) ermittelten bei ‘Gewürztraminer’ gebietsabhängig durchschnittliche Ertragswerte zwischen 0,85 und 1,21 kg/m². Das durchschnittliche Traubengewicht war bei Gewürztraminer mit 152 g signifikant höher als bei den beiden anderen Traminertypen mit 130 beziehungsweise 135 g. Beim 100-Beerengewicht waren keine Unterschiede vorhanden. Laut Reynolds (1996) erzielte ‘Gewürztraminer’ gebietsabhängige Traubengewichte zwischen 89 und 129 g und ein durchschnittliches 100-Beerengewicht von 133 g. Die Mostgewichts- und Säuregehaltsmittelwerte waren bei ‘Gelber Traminer’ mit 19,5 °KMW und 5,7 g/l Säure signifikant höher als bei ‘Gewürztraminer’ mit 18,5 °KMW und 5,0 g/l Säure sowie bei ‘Roter Traminer’ mit 18,8 °KMW und 4,9 g/l Säure. Ebenso stellten Faber et al. (2018) bei ‘Gelber Traminer’ signifikant höhere Mostgewichte sowie signifikant höhere Säuregehalte als bei den beiden anderen Traminerspielarten fest. Der durchschnittliche pH-Wert war bei ‘Gelber Traminer’ mit 3,3 signifikant geringer als bei den beiden anderen Traminertypen mit pH-Werten von je 3,5. Im Vergleich dazu hatte ‘Gewürztraminer’ laut Reynolds et al. (1996) in allen Jahren Säuregehalte unter 6 g/l und pH-Werte über 3,5.

Stickstoff-, Kalium-, Magnesium und Gesamtphenolgehalte im Most

Tab. 6: NOPA-Gehaltsmittelwerte (mg/l) und Mittelwerte der Gehalte an Ammonium (mg/l), Gesamtstickstoff (mg/l), Kalium (mg/l) und Magnesium (mg/l) im Durchschnitt der Jahre 2021 bis 2025 sowie Mittelwerte der Gesamtphenolgehalte (g/l) im Durchschnitt der Jahre 2020 bis 2025 in den Mosten der Traminertypen 'Gewürztraminer', 'Roter Traminer' und 'Gelber Traminer' (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede; $p < 0,05$; n. s. = nicht signifikant).

	NOPA (mg/l)	Ammonium (mg/l)	Gesamt- stickstoff (mg/l)	Kalium (mg/l)	Magnesium (mg/l)	Gesamt- phenole (g/l)
'Gewürztraminer'	145	89	234	1672 b	54	0,03
'Roter Traminer'	138	81	220	1690 b	56	0,03
'Gelber Traminer'	146	86	232	1569 a	57	0,03
Signifikanz	n. s.	n. s.	n. s.	$p < 0,05$	n. s.	n. s.

In Tab. 6 ist erkennbar, dass sich die Gehalte an hefeverfügbarem Stickstoff (NOPA), Ammonium, Gesamtstickstoff und Magnesium sowie die Gesamtphenolgehalte im Most zwischen den drei Traminertypen nicht signifikant unterschieden haben. Der Durchschnittsgehalte über fünf beziehungsweise sechs Jahre lagen in folgenden Bereichen: NOPA: 138 bis 146 mg/l; Ammonium: 81 bis 89 mg/l; Gesamtstickstoff: 220 bis 234 mg/l; Magnesium: 54 bis 57 mg/l; Gesamtphenole: 0,03 g/l. Hingegen war der Kaliumgehalt im Most von 'Gelber Traminer' mit 1569 mg/l signifikant geringer als in den Mosten von 'Gewürztraminer' und 'Roter Traminer' mit 1672 beziehungsweise 1690 mg/l. Reynolds et al. (1996) ermittelten in den Jahren 1988 bis 1992 bei 'Gewürztraminer'

deutlich höhere Kaliumgehalte im Most. Die Werte lagen zwischen 1907 und 4507 mg/l.

Während zwischen den Traminertypen nur beim Kaliumgehalt ein signifikanter Unterschied vorhanden war, zeigten sich im Durchschnitt der drei Traminertypen, wie in Tabelle 7 abzulesen ist, signifikante Jahrgangseinflüsse sowohl auf den Kaliumgehalt, als auch auf den NOPA-Gehalt und auf die Gehalte an Ammonium, Gesamtstickstoff, Magnesium und Gesamtphenolen im Most. Auch Reynolds et al. (1996) stellten massive Jahreswitterungseinflüsse auf den Kaliumgehalt im Most fest.

Tab. 7: NOPA-Gehaltsmittelwerte (mg/l) und Mittelwerte der Gehalte an Ammonium (mg/l), Gesamtstickstoff (mg/l), Kalium (mg/l), Magnesium (mg/l) und Gesamtphenolen (g/l) im Most im Durchschnitt der drei 'Traminertypen' in den Jahren 2021 bis 2025 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede; $p < 0,05$; n. s. = nicht signifikant).

Jahr	NOPA (mg/l)	Ammonium (mg/l)	Gesamt- stickstoff (mg/l)	Kalium (mg/l)	Magnesium (mg/l)	Gesamt- phenole (g/l)
2021	180 d	104 b	184 c	1592 ab	48 a	0,038 c
2022	104 a	68 a	172 a	1529 a	52 a	0,026 ab
2023	133 b	78 a	211 b	1883 c	60 bc	0,026 a
2024	143 bc	76 a	218 b	1646 b	62 c	0,031 b
2025	158 c	107 b	265 c	1556 ab	57 b	0,031 b
Signifikanz	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$

Blattnährstoffgehalte

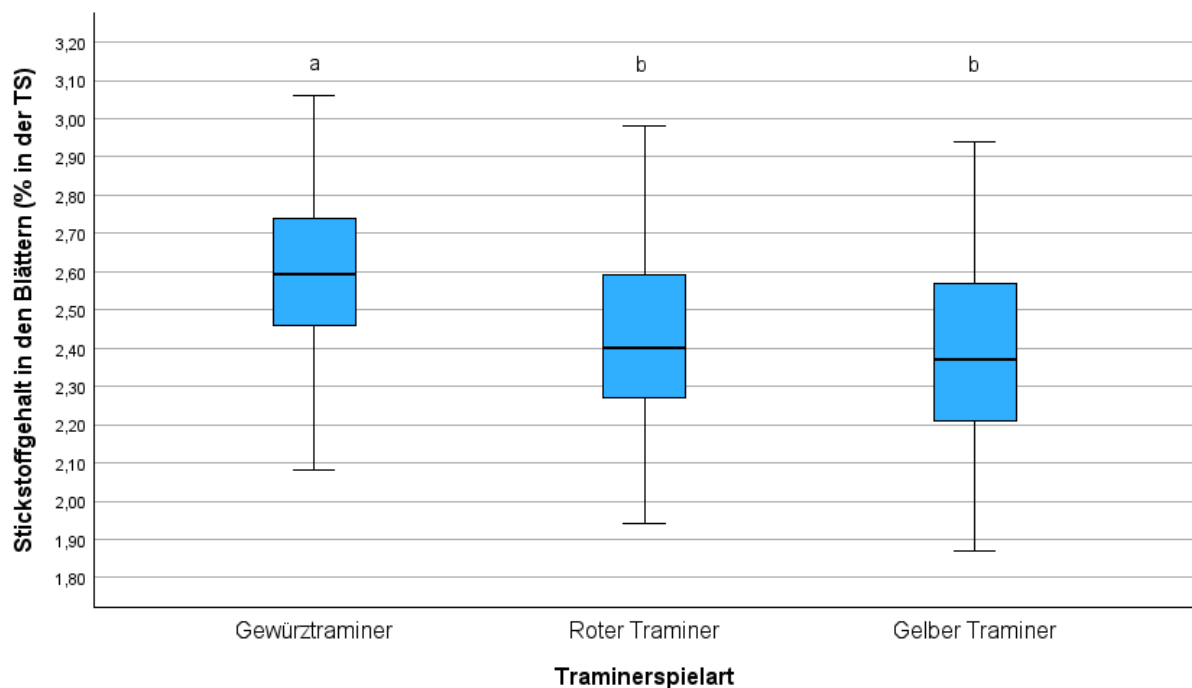


Abb. 4: Stickstoffgehalte (% in der TS) in den Blättern der drei Traminertypen im Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2025 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede; $p < 0,05$; $n = 64$).

Bei den in Abb. 4 dargestellten Stickstoffgehalten in den Blättern zeigte sich in der Varianzanalyse, dass der Mittelwert von 'Gewürztraminer' mit 2,57 % signifikant höher war, als die Mittelwerte

von 'Roter Traminer' und 'Gelber Traminer' mit 2,43 und 2,41 %. Nach Fardossi (2002) lagen alle Werte im optimalen Gehaltsbereich.

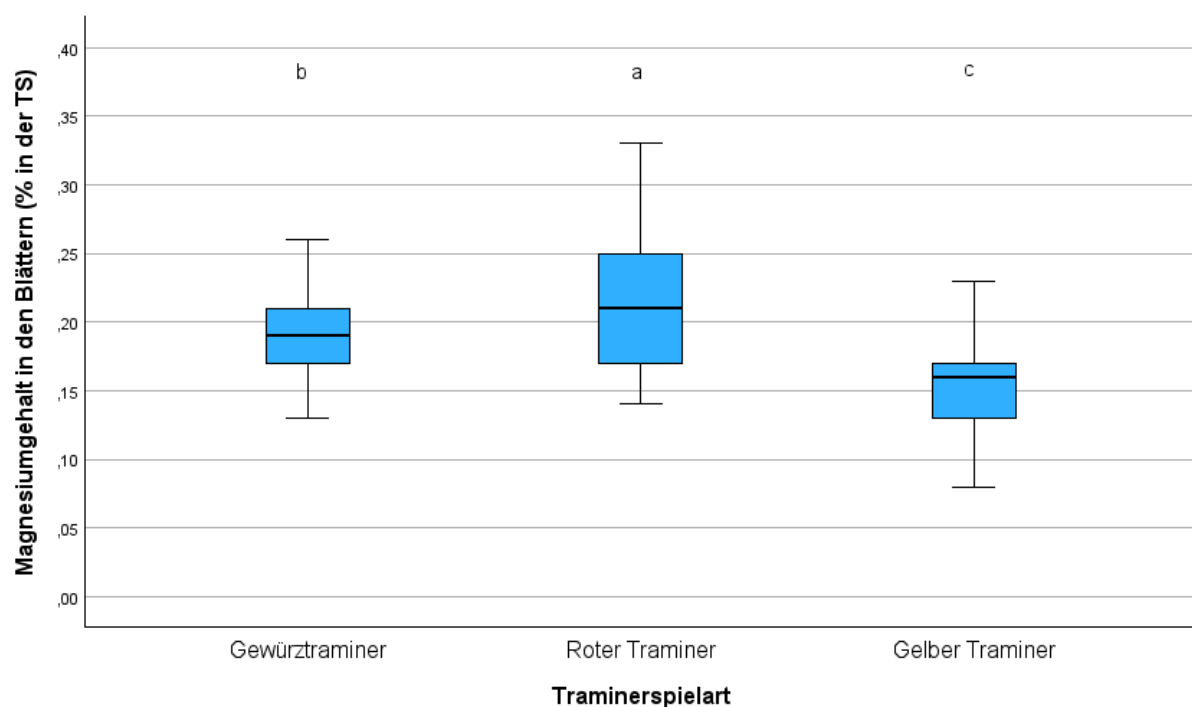


Abb. 5: Magnesiumgehalte (% in der TS) in den Blättern der drei Traminertypen im Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2025 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede; $p < 0,05$; $n = 64$).

Bei den in Abb. 5 dargestellten Magnesiumgehalten in den Blättern zeigte die Varianzanalyse signifikante Unterschiede zwischen allen drei Traminertypen. Der Mittelwert von 'Gelber Traminer' war am niedrigsten und lag bei 0,15 %.

Beim 'Gewürztraminer' betrug der Wert 0,19 %. Den höchsten Gehalt zeigte 'Roter Traminer' mit 0,22 %. Alle Werte lagen nach Fardossi (2002) im niedrigen Gehaltsbereich.

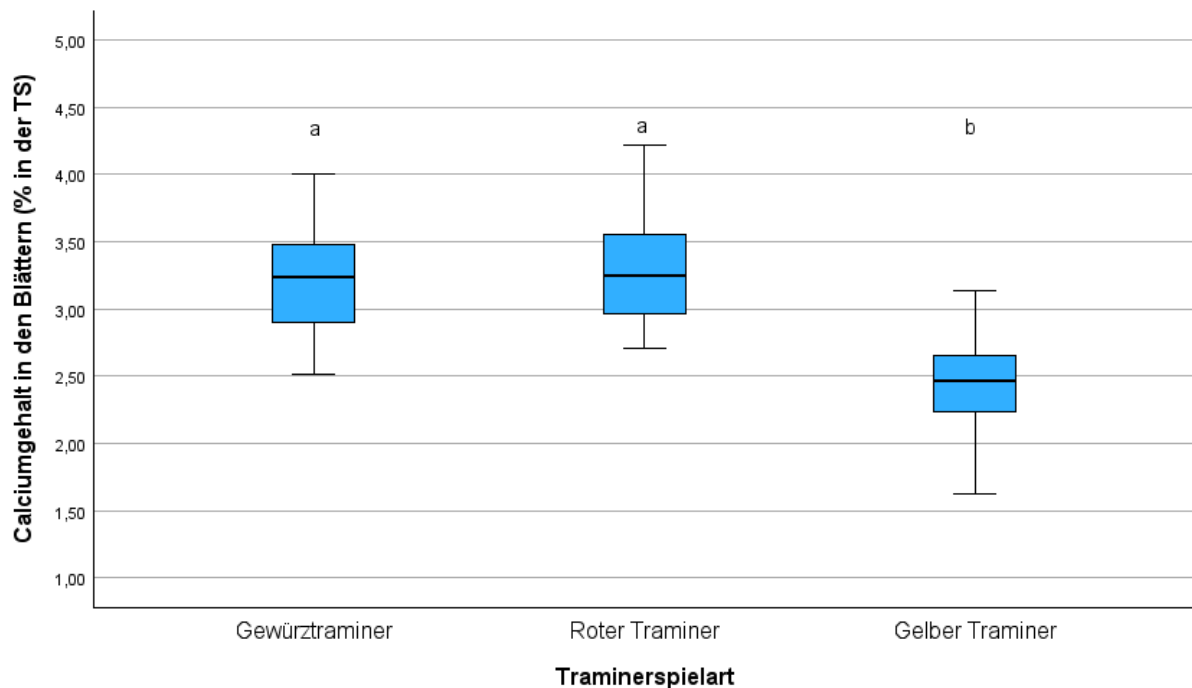


Abb. 6: Calciumgehalte (% in der TS) in den Blättern der drei Traminertypen im Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2025 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede; $p < 0,05$; $n = 64$).

Bei den in Abb. 6 dargestellten Calciumgehalten in den Blättern ergab die Varianzanalyse den signifikant geringsten Mittelwert beim 'Gelben Traminer' mit 2,42 %. Die Mittelwerte von 'Gewürztraminer' und 'Roter Traminer' lagen bei 3,23 und 3,26 % und unterschieden sich nicht signifikant voneinander. Nach Fardossi (2002) lagen die Werte damit bei 'Gelber Traminer' im niedrigen und bei 'Gewürztraminer' und 'Roter Traminer' im optimalen Gehaltsbereich.

Bei den Gehalten an Kalium und Phosphor in den Blättern zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Traminertypen. Der Kaliumgehalt lag zwischen 1,03 und 1,07 % der Trockenmasse und der Phosphorgehalt zwischen 0,22 und 0,24 % der Trockenmasse. Nach Fardossi (2002) waren somit die Kaliumgehalte dem niedrigen und die Phosphorgehalte dem optimalen Gehaltsbereich zuzuordnen. Fardossi et al. (1993) stellten bei Untersuchungen von 'Traminer' auf verschiedenen Unterlagsrebsorten ebenfalls niedrige Kaliumgehalte in den Blättern fest.

Tab. 8: Mittelwerte der Gehalte (mg/kg Trockensubstanz) an Eisen, Kupfer, Zink, Mangan und Bor in den Blättern der Rebsorten 'Gewürztraminer', 'Roter Traminer' und 'Gelber Traminer' im Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2025 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede; $p < 0,05$; *n. s.* = nicht signifikant).

Versuchsvariante	Eisen (mg/kg TS)	Kupfer (mg/kg TS)	Zink (mg/kg TS)	Mangan (mg/kg TS)	Bor (mg/kg TS)
'Gewürztraminer'	95	156	59	124 b	44
'Roter Traminer'	93	155	59	139 b	45
'Gelber Traminer'	93	151	58	102 a	43
Signifikanz	<i>n. s.</i>	<i>n. s.</i>	<i>n. s.</i>	$p < 0,05$	<i>n. s.</i>

In Tab. 8 ist zu erkennen, dass sich bei den Mittelwerten der Gehalte an Eisen, Kupfer, Zink und Bor in den Blättern keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Traminertypen gezeigt hatten. Die mittleren Gehalte betrugen 93 bis 95 mg/kg bei Eisen, 151 bis 156 mg/kg bei Kupfer, 58 bis 59 mg/kg bei Zink und 43 bis 45 mg/kg bei Bor. Der Manganblattgehalt war mit 102 mg/kg bei 'Gelber Traminer' signifikant geringer als bei

'Gewürztraminer' und 'Roter Traminer' mit 124 beziehungsweise 139 mg/kg. Damit lagen die Mittelwerte von Eisen, Zink und Mangan nach Fardossi (2002) in den optimalen Gehaltsbereichen, während die Borgehalte dem hohen Gehaltsbereich zuzuordnen waren. Die Kupfergehalte waren aufgrund der Verwendung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln extrem hoch.

Schnittholzgewicht

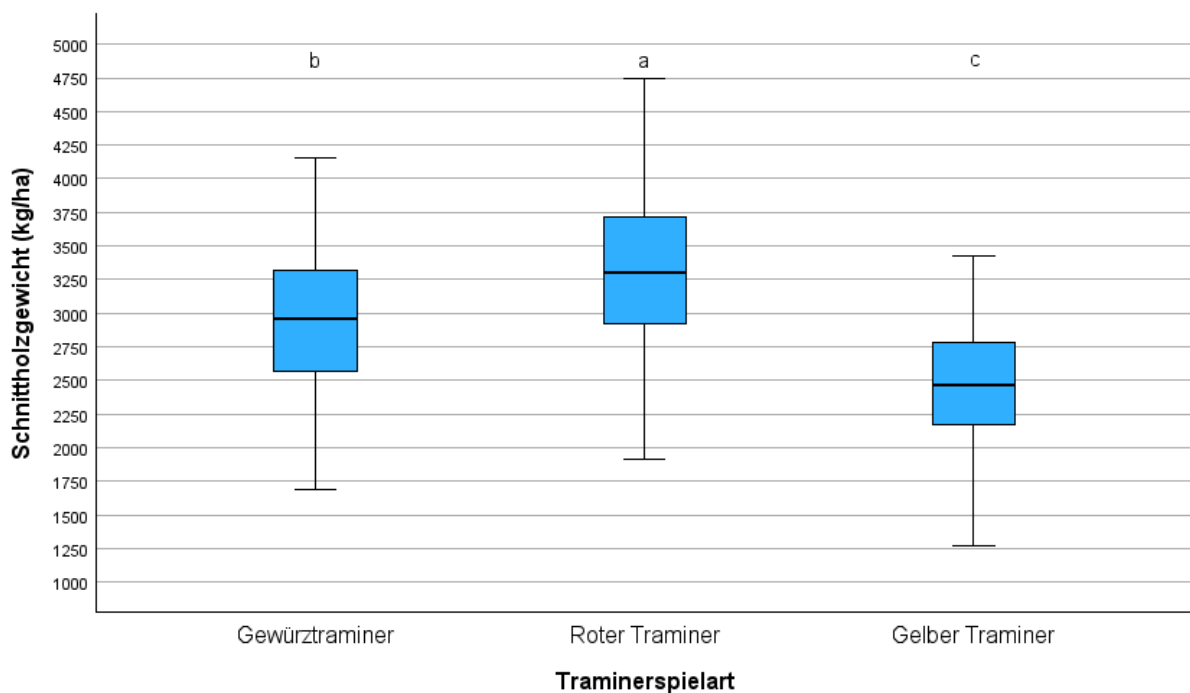


Abb. 7: Schnittholzgewicht (hochgerechnet in kg/ha) von 'Gewürztraminer', 'Roter Traminer' und 'Gelber Traminer' im Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2025 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede; $p < 0,05$; $n = 78$).

Bei den in Abb. 7 dargestellten Mittelwerten der Schnittholzgewichte zeigte die Varianzanalyse signifikante Unterschiede zwischen allen drei Traminertypen. Den signifikant geringsten Wert hatte 'Gelber Traminer' mit hochgerechnet 2468 kg/ha und den signifikant höchsten 'Roter Traminer' mit 3314 kg/ha. Das Schnittholzgewicht von 'Gewürztraminer' lag mit 2932 kg/ha zwischen diesen

beiden Werten. Im Vergleich dazu lagen laut Mehofer et al. (2016) die hochgerechneten Schnittholzgewichte der Rebsorten 'Blauer Burgunder', 'Blauburger', 'Blaufränkisch', 'Zweigelt' ('Rotburger'), 'Grüner Veltliner', 'Riesling' und 'Roesler' in Abhängigkeit von der Rebsorte, der Wüchsigkeit der Reben und dem Alter des Weingartens zwischen 1027 und 4044 kg/ha.

Sensorische Weinbewertung

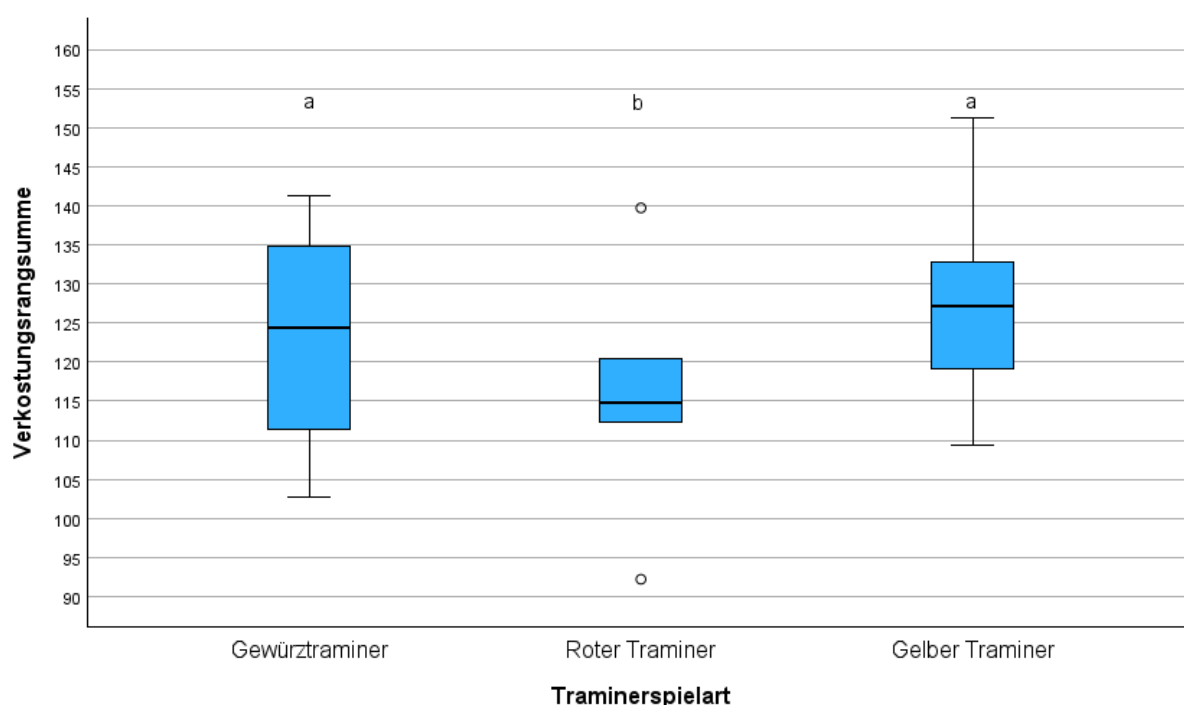


Abb. 8: Mittels unstrukturierter Skala ermittelte Rangsummen (0 bis 180 Punkte) der sensorischen Gesamtbewertungen der Weine im Durchschnitt der Jahre 2019 bis 2024 in Abhängigkeit vom Traminertyp (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede; $p < 0,05$; $n = 144$).

Bei den in Abb. 8 dargestellten Rangsummen der sensorischen Gesamtbewertungen der Weine ist erkennbar, dass im Durchschnitt der Jahre 2019 bis 2024 die Weine von 'Gewürztraminer' und 'Gelber Traminer' besser bewertet wurden, als die Weine von 'Roter Traminer'. Die Varianzanalyse

zeigte, dass die Unterschiede insbesondere in den Jahren 2021, 2022, 2023 und 2024 signifikant waren. Eindeutig am besten wurden dabei in vier Jahren die Weine der Spielart 'Gelber Traminer' bewertet.

Terpengehalte der Weine

Tab. 9: Terpengehalte ($\mu\text{g/l}$) der mikrovinierten Weine im Durchschnitt der Jahre 2019 bis 2024 in Abhängigkeit vom Traminertyp (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede; $p < 0,05$; n. s. = nicht signifikant).

Terpene ($\mu\text{g/L}$)	‘Gewürztraminer’	‘Roter Traminer’	‘Gelber Traminer’	Signifikanz
trans-Linalooloxid	26,37 ab	23,08 a	41,57 b	$p < 0,05$
cis-Linalooloxid	10,26 ab	8,56 a	15,98 b	$p < 0,05$
Linalool	49,62 a	49,60 a	79,74 b	$p < 0,05$
Hotrienol	29,88 a	28,45 a	42,94 b	$p < 0,05$
cis-Rosenoxid	0,19	0,17	0,24	n. s.
trans-Rosenoxid	1,14	1,09	1,46	n. s.
trans-Limonenoxid	4,18	4,12	4,59	n. s.
cis-Limonenoxid	0,06	0,06	0,08	n. s.
beta-Terpineol	0,06	0,07	0,08	n. s.
Neroloxid	28,32	26,02	39,33	n. s.
Lavandulol	0,05	0,04	0,12	n. s.
alpha-Terpineol	43,09 ab	39,98 a	74,18 b	$p < 0,05$
gamma-Terpineol	0,65 ab	0,43 a	0,96 b	$p < 0,05$
Nerol	3,69	4,15	5,80	n. s.
Citronellol	5,84	5,09	5,77	n. s.
Geraniol	19,10	22,22	26,17	n. s.

Der Tab. 9 ist zu entnehmen, dass sich bei sechs der sechzehn in den Weinen analysierten chemischen Verbindungen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den drei Traminertypen gezeigt hatten. Die Weine von ‘Gelber Traminer’ hatten signifikant höhere Gehalte an trans-Linalooloxid (41,6 $\mu\text{g/l}$), cis-Linalooloxid (16,0 $\mu\text{g/l}$), Linalool (79,7 $\mu\text{g/l}$), Hotrienol (42,9 $\mu\text{g/l}$), alpha-Terpineol (74,2 $\mu\text{g/l}$) und gamma-Terpineol (1,0 $\mu\text{g/l}$) als die Weine von ‘Gewürztraminer’ und ‘Roter Traminer’. Auch Faber et al. (2018) ermittelten bei ‘Gelber Traminer’ signifikant höhere Gehalte an cis- und trans-Linalooloxid, alpha-Terpineol und Hotrienol als bei den beiden anderen Traminerspielarten. Marais und Rapp (1991) konnten bei fünf verschiedenen Gewürztraminer-Klonen folgende Terpengehalte analysieren: Citronellol: 0,54 bis 19,77 $\mu\text{g/l}$, Nerol: 0,99 bis 31 $\mu\text{g/l}$, Geraniol: 5,11 bis 235,08 $\mu\text{g/l}$, Linalool: 0 bis 0,14 $\mu\text{g/l}$ und alpha-Terpineol: 0,58 bis 1,81 $\mu\text{g/l}$. Nach Black et al. (2015) hatte nur eine relativ geringe Anzahl an

Terpenen, wie beispielsweise Linalool, cis-Rosenoxid oder 1,8-cineol, markant zum Wein Aroma beigetragen. Demnach lagen die Geruchsschwellenwerte in Wasser bei diesen Substanzen zwischen 0,087 $\mu\text{g/l}$ bei Linalool und 350 $\mu\text{g/l}$ bei alpha-Terpineol. Nach Untersuchungen von Philipp et al. (2022) lag die „Summe der freien Monoterpene – wie beispielweise Geraniol, Linalool oder Nerol – im Most“ von ‘Traminer’ in Abhängigkeit von der Maischestandzeit zwischen 380 $\mu\text{g/l}$ und 1000 $\mu\text{g/l}$. Marais und Rapp (1991) stellten bei ‘Gewürztraminer’ folgende Terpengehalte in Weinen nach verschiedenen Verarbeitungsvarianten mit und ohne Maischestandzeit sowie mit und ohne Hitzebehandlung fest: Linalool: 14,08 bis 29,69 $\mu\text{g/l}$, alpha-Terpineol: 6,94 bis 15,00 $\mu\text{g/l}$, Citronellol: 4,61 bis 33,70 $\mu\text{g/l}$ und Geraniol: 9,90 bis 17,87 $\mu\text{g/l}$.

Schlussfolgerungen

Die klimatischen Veränderungen insbesondere in Form von Hitze und Trockenheit stellen die Winzerinnen und Winzer vor zahlreiche Herausforderungen. Antworten darauf können verschiedene Kurz- und Langzeitstrategien bieten. Als kurzfristige Maßnahmen stehen beispielsweise die Ertragsreduktion zur Reduzierung des Wasserbedarfs, die Blattflächenverringering mittels Laubwandeinkürzung oder Entblätterung zur Reduktion der Transpiration, das Unterfahren oder Umbrechen des Bodens zur Unterbrechung der Bodenkapillarkwirkung oder die Bodenbedeckung mit Stroh, niedergewalzten Gründüngungspflanzen oder Kompost zur Verdunstungsreduktion zur Verfügung. Beispiele für Langzeitstrategien sind die Änderung beziehungsweise Anpassung des Bodenbearbeitungssystems, die Erhöhung des Humusgehalts zur Erhöhung der

Bodenwasserspeicherkapazität, die Installation eines Bewässerungssystems oder die Verwendung entsprechender Unterlagsrebsorten beziehungsweise Rebsorten sowie deren Spielarten. Aus den Ergebnissen der aktuellen Arbeit lässt sich ableiten, dass bei der Rebsorte 'Traminer' die Spielart 'Gelber Traminer' aufgrund der stabileren beziehungsweise höheren Säuregehalte und der niedrigeren pH-Werte am besten mit den klimatischen Veränderungen zurechtkommt, auch wenn das Stadium "Weichwerden der Beeren" bei dieser Spielart in allen Jahren am frühesten eingetreten ist. Desweiteren sind die hervorragenden sensorischen Bewertungen der Weine von 'Gelber Traminer' und deren signifikant höhere Werte an trans-Linalooloxid, cis-Linalooloxid, Linalool, Hotrienol, alpha-Terpineol und gamma-Terpineol hervorzuheben.

Literatur

Becker, A. 2019: Strategien für den Klimawandel. Teil 2. Weinbau im Wandel. Das Deutsche Weinmagazin (12): 30-33.

Black, C. A., Parker, M., Siebert, T. E., Capone, D. L. and Francis, I. L. 2015: Terpenoids and their role in wine flavour: recent advances. Australian Journal of Grape and Wine Research 21: 582-600.

Faber, F., Neuherz, M. und Märzweiler, L. 2018: Gelber-, Roter- und Gewürztraminer im Vergleich. Phänologische und önologische Unterschiede. Der Winzer 74 (07): 11-13.

Fardossi, A., Hepp, E., Mayer, Ch. und Kalchgruber, R. 1993: Vergleichende Untersuchungen zum Ernährungszustand der Rebsorte *Traminer* in Abhängigkeit von Unterlagsrebsorten und Edelreisklonen. Mitteilungen Klosterneuburg 43: 189-193.

Fardossi, A. 2002: Bedeutung und Interpretation von Blattanalysen im Weinbau. Der Winzer 58 (5): 6-12.

Fitz, W. 2011: Beschreibung der Bodenarten und Bodenprofile der Rieden Harrer, Franzhauser, Haseldorfer und Rothäcker am Versuchsgut Agneshof der Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg. Eigenverlag.

Gangl, H., Leitner, G., Hack, C., Probst, A. und Tiefenbrunner, W. 2023: Mehrjähriger Klonenvergleich anhand der Reife- und Leseparameter sowie der Untersuchung der Rebvitalität: Grüner Veltliner am Standort Langenlois. Mitteilungen Klosterneuburg 73: 71-97.

Gatti, M., Galbignani, M., Garavani, A., Bernizzone, F., Tombesi, S., Palliotti, A. and Poni, S. 2016: Manipulation of ripening via antitranspirants in cv. Barbera (*Vitis vinifera* L.). Australian Journal of Grape and Wine Research 22: 245-255.

HBLA und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, 2026: www.weinobst.at/service/rebsortenkatalog/qualitaetsweinrebsorten/weissweinrebsorten.html (13.03.2026).

- Heßdörfer, D.** 2018: Zuckergehalte in den Beeren reduzieren. Es ist Zeit zum Umdenken. *Rebe&Wein* (08): 36-38.
- Jones, G. V. and Webb L. B.** 2010: Climate Change, Viticulture and Wine: Challenges and Opportunities. *Journal of Wine Research* 21 (2-3): 103-106. doi: 10.1080/09571264.2010.530091.
- Kovács, E., Puskas, J., Pozsgai, A. and Kozma, K.** 2018: Shift in the annual growth cycle of grapevines (*Vitis vinifera* L.) in West Hungary. *Applied Ecology and Environmental Research* 16 (2): 2029-2042. doi: 10.15666/aeer/1602_20292042
- Marais, J. und Rapp, A.** 1991: The Selection of Aroma-Rich Clones of *Vitis vinifera* L. cv. Gewürztraminer and Weißer Riesling by Means of Terpene Analyses. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 12 (1): 51-56.
- Mehofer, M., Hanak, K., Hofstetter, I., Schmuckenschlager, B., Vitovec, N., Braha, M. und Christiner, F.** 2016: Untersuchungen zum Nährstoffgehalt im Schnittholz von Reben der Rebsorten 'Blauer Burgunder', 'Blauburger', 'Blaufränkisch', 'Zweigelt' ('Rotburger'), 'Grüner Veltliner' 'Riesling' und 'Roesler'. *Mitteilungen Klosterneuburg* 66: 300-314.
- Mehofer, M., Hanak, K., Schmuckenschlager, B., Vitovec, N., Braha, M., Cazim, T., Schober, V., Schneider, M. und Winkler, M.** 2024: Evaluierung weinbaulicher Maßnahmen zur Reifeverzögerung bei der Rebsorte 'Grüner Veltliner'. *Mitteilungen Klosterneuburg* 74: 102-115.
- Mehofer, M.** 2025: Tropf- und Unterflurbewässerung im Test. Erträge stabilisieren und Qualität sichern. *Der Winzer* 81 (03): 6-10.
- Meier, U.** 2001: Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen – BBCH Monografie der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin und Braunschweig: 93-95.
- Moriondo, M., Jones, G. V., Bois, B., Dibari, C., Ferrise, R., Trombi, G., Bindi, M.** 2013: Projected shifts of wine regions in response to climate change. *Climatic Change* 119: 825-839. doi: 10.1007/s10584-013-0739-y.
- Österreich Wein Marketing GmbH** 2026: <https://www.oesterreichwein.at/unser-wein/reb-sorten/weisswein> (13.03.2026)
- Philipp, C., Eder, P., Sari, S., Hussain, N., Patzl-Fischerleitner, E. und Eder, R.** 2020: Aromatypicity of Austrian Pinot Blanc Wines. *Molecules* 25 (23): 5705. <https://doi.org/10.3390/molecules25235705>
- Philipp, Ch., Eder, R., Schlögl, N., Jagschitz, P., Langmann, V., Riegelneegg, P. und Suchel, T.** 2022: Trubrühren im Most zur Aroma-Intensivierung? Neuartiges Verfahren am Prüfstand. *Der Winzer* 78 (01): 38-41.
- Prettenthaler, F. und Formayer, H.** 2013: Studien zum Klimawandel in Österreich, Band IX: Weinbau und Klimawandel. Erste Analysen aus Österreich und führenden internationalen Weinbaugebieten: 123. ISBN 978-3-7001-7385-4.
- Regner, F. und Kaserer, H.** 2002: Investigations into the genetic variability of traminer clones. *Mitteilungen Klosterneuburg* 52: 177-186.
- Reynolds, A. G., Wardle, D. A. and Dever, M.** 1996: Vine Performance, Fruit Composition and Wine Sensory Attributes of Gewürztraminer in Response to Vineyard Location and Canopy Manipulation. *Am. J. Enol. Vitic.* 47 (1): 77-92.
- Umweltbundesamt GmbH, Spittelauer Lände 5, 1090 Wien** 2026: www.klimawandelanpassung.at/kwa-allgemein/kwa-aenderung/kwa-beobacht-temp (13.03.2026).
- Weinmann, E. und Klodt, F.** 2021: Klimawandel. Laubwand-Management als Methode der Reifeverzögerung. *Der Badische Winzer* (04): 14-17.

Eingelangt am 26. Jänner 2026