

Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung und der objektiven beziehungsweise subjektiven Farbqualität von Rotweinen

OLGA BOSENKO und REINHARD EDER

Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74
E-Mail: olga.bosenko@aon.at

Ziel dieser Arbeit war es festzustellen, welche Weinparameter einen Einfluss auf die Rotweinfarbe ausüben und welche nachweisbaren Zusammenhänge zwischen chemischer Zusammensetzung und objektiver bzw. subjektiver Farbqualität existieren. 41 verschiedene Rotweine von in Österreich, Moldawien und Georgien repräsentativen Sorten wurden hinsichtlich ihrer Farbeigenschaften sensorisch (visuell) sowie physikalisch nach O.I.V.-Vorschriften getestet und auch mithilfe von RAL-Tafeln farblich identifiziert. Außerdem wurden die chemische Zusammensetzung der Weine und der Gehalt an Phenolen analysiert. Auch die Weintrübung wurde mithilfe eines Trübungsmessgerätes gemessen. Alle Weineigenschaften und Farbparameter wurden nach Jahrgang und Herkunftsland getrennt beurteilt. Danach wurden die Weinparameter und die sensorisch bestimmten Kennzahlen miteinander korreliert sowie die Zusammenhänge auf ihre Signifikanz hin untersucht. Die fünf sensorisch attraktivsten bzw. unattraktivsten Rotweine wurden auf ihre Farbeigenschaften und ihre Farbzusammensetzung geprüft. Auf Grund der erwiesenen Zusammenhänge zwischen den analytischen Werten und den visuellen bzw. RAL-Farbbeurteilungen wurde gezeigt, dass die Kontrolle der Weinparameter während des Reifungsprozesses eine wichtige Maßnahme bei der Erzeugung attraktiver Rotweine ist.

Schlagwörter: Rotweinfarbe, Phenolanalysen, Tanninanalysen, RAL-Farbanalysen, Farbbeschreibung, Beliebtheitsprüfung

Correlations between the chemical composition and objective or subjective colour quality of red wines.

The objective of this study was to determine parameters which affect the colour of red wine as well as to investigate verifiable correlations between chemical composition and objective and subjective colour quality as well. 41 different Austrian, Moldovan and Georgian wines from varieties representative for their origin were tested for their colour properties sensorily (visually) and physically according to OIV regulations and also identified using RAL colour panels. In addition, the chemical composition of the wines and the phenolic contents were analyzed. Wine turbidity was also measured using a turbidity meter. All wine properties and colour parameters were assessed separately by vintage year and country of origin. After that, the wine parameters and the sensory parameters were correlated and the correlations were analysed for their significance. The five most and the five least attractive red wines were tested for their colour properties and colour composition. Due to the proven correlations between analytical values and visual (RAL colour panels) evaluations it can be stated, that controlling the wine parameters during the maturation process is an important measure in the production of attractive red wines.

Keywords: red wine colour, phenolics, tannins, RAL colour panel analysis, colour description, consumer acceptance check

Les rapports entre la composition chimique et la qualité objective et/ou subjective de la couleur des vins rouges. *Le présent travail avait pour objectif de déterminer les paramètres du vin exerçant une influence sur la couleur du vin rouge et les rapports vérifiables existant entre la composition chimique et la qualité objective et/ou subjective de la couleur. Les caractéristiques chromatiques de 41 différents vins rouges produits à partir de cépages représentatifs en*

Autriche, en Moldavie et en Géorgie ont fait l'objet de tests sensoriels (visuels) et physiques conformément aux règlements de l'O.I.V., les couleurs ayant été identifiées à l'aide d'un nuancier RAL. En outre, la composition chimique des vins et leur teneur en phénols ont été analysées. La turbidité des vins a également été mesurée à l'aide d'un turbidimètre. Toutes les caractéristiques du vin et les paramètres chromatiques ont été évalués séparément en fonction du millésime et du pays de provenance. Par la suite, les paramètres du vin et les valeurs obtenues par évaluation sensorielle ont été mis en corrélation et la signification des relations a été contrôlée. Les caractéristiques chromatiques et la composition chromatique des cinq vins rouges les plus et les moins attractifs du point de vue sensoriel ont été examinées. Sur la base des relations avérées entre les valeurs analytiques et les évaluations des couleurs visuelles et/ou selon RAL, il a été démontré que le contrôle des paramètres du vin au cours de la maturation est une mesure importante dans la production de vins rouges attractifs.

Mots clés : couleur du vin rouge, analyses phénoliques, analyses des tanins, analyses des couleurs selon RAL, description de la couleur, test de popularité

Die Qualität eines Weines beruht wesentlich auf dem Reifegrad der Trauben, dem Mostgewicht und dem Gehalt vieler Inhaltsstoffe, wie z. B. Zucker, Alkohol, Säuren, Phenole, Aromen und andere. Die im Vegetationsjahr herrschende Wetterlage und die dadurch bedingte Reife und der Gesundheitszustand der Trauben bestimmen den Jahrgangscharakter. Zeitpunkt und Art der Ernte bestimmen den Lesecharakter der Weine. Die Verschiedenheit der Gärverfahren ist von erheblichem Einfluss auf das Charakterbild des werdenden Weines. Die Rotwein-Gärtechnik wird weitgehend vom traditionellen Geschmacksbild beherrscht. Allgemein besteht der Wunsch nach einem möglichst tiefen, rubinroten Farbton, der sowohl in seiner Intensität, d. h. Farbmenge, als auch in der Qualität, im Farbwert oder -ton, zufrieden stellen muss. Mangelhafte Qualität äußert sich sowohl in einer generell zu geringen Farbintensität als auch in einem raschen Verlust der frischen rot-violetten Rotweinfarbe und dem frühzeitigen Auftreten von unerwünschten gelb-braunen Farbnuancen. Gerade beim Rotwein ist die Farbe ein wichtiges Qualitätsmerkmal, und gut gefärbter Rotwein sollte das ehrgeizige Ziel jedes Produzenten sein. Chemisch betrachtet ist die Rotweinfarbe im Wesentlichen auf den Gehalt von Anthocyanen zurückzuführen (primäre Farbbildung). Hierbei handelt es sich um phenolische Inhaltsstoffe, die zu der Gruppe der Flavonoide gezählt werden. In Weinen der Gattung *Vitis vinifera* ("Europäerreben") sind üblicherweise bis zu 16 verschiedene Anthocyane vorhanden, wobei in den letzten Jahren zusätzliche Minorpigmente entdeckt wurden (MATEO et al., 2003). Der Hauptfarbstoff der meisten Rebsorten ist das Malvidin-3-Glucosid (Synonym: Oenin). Auf Grund ihrer hohen Reaktivität sind die Anthocyane sehr instabil, wodurch Farbverluste und Veränderun-

gen des Farbtones bis hin zu unerwünschten Braunfärbungen bedingt sind (EDER, 1994). Im Wein liegen nur 20 bis 30 % der Anthocyane in der kationischen Form vor (EDER et al., 1990). Im pH-Wert-Bereich des Weines, also zwischen 3 und 4, führen Änderungen von 0,1 pH-Wert-Einheiten bereits zu deutlich sichtbaren Farbänderungen (SIMS und MORRIS, 1984). Der Rotweinfarbstoff ist innerhalb der mikroskopisch kleinen Hülsenzellen der Beerenhülle in den Cyanoplasten vom lebenden Zellplasma eingeschlossen und kann aus der Zelle erst austreten, wenn das Zellplasma zerstört wird (SCHNEIDER, 1985). Bei der Weinbereitung werden Anthocyane durch das Schwefeldioxid besser aus der Rotweirmaische extrahiert, da die Zellen der Beerenhülle effizienter aufgebrochen werden. Gleichzeitig hat aber SO₂ auch farbvermindernde Wirkung. Diese wird durch Reaktion von Bisulfit mit den Anthocyanen verursacht, wobei farblose Verbindungen entstehen. Auch der Zucker und seine Abbauprodukte, die bei Erhitzung zuckerhaltiger Lösungen in Gegenwart von Säuren entstehen, bewirken eine Beschleunigung des Anthocyanabbaus. Die Einwirkung hoher Temperaturen auf Rotweirmaischen kann daher eine Verringerung der Farbstabilität verursachen. Hingegen haben Carbonylverbindungen, wie z. B. Acetaldehyd, infolge der Bildung von polymeren Pigmenten eine farbverstärkende Wirkung (EDER et al., 1997).

Durch die Kondensation verschiedener monomerer Anthocyane kommt es zu einer Farbstoffstabilisierung im Wein (CHEYNIER et al., 1992). Bei der Copigmentierung, die auf Wasserstoff-Brückenbindungen beruht und somit reversibel ist (MAURER und SWORSKI, 1998a), werden die Anthocyane in der gefärbten Form stabilisiert und die Umwandlung in die farblose Carbinol-Pseudobase reduziert (MACHEIX et al.,

1990). Von sekundärer Farbbildung spricht man, wenn es durch Kondensationsreaktionen zur Bildung polymerer Farbstoffe kommt (WANG et al., 2003; DE FREITAS und MATEUS, 2010; MATEUS et al., 2002). Die polymeren Anthocyane sind gegen chemische Einflüsse stabiler. Sie sind zudem stärker gefärbt als die monomeren, ihr Absorptionsmaximum verschiebt sich in den längerwelligen Bereich, und infolge dessen steigt der blaurote Farbanteil an (MAURER und SWORSKI, 1998b; BOULTON, 2001).

Polyphenole kommen in allen Pflanzenteilen der Rebe vor und erreichen zum Teil beträchtliche Konzentrationen (GOLDBERG et al., 1999; POUR-NIKFARDJAM, 2002). Sie tragen viel zu den sensorischen Eigenschaften, wie Farbe, Herbheit und Bitterkeit der Früchte, bei und bestimmen damit auch ihre Qualität entscheidend mit (POUR-NIKFARDJAM, 2002). Für den Winzer ist von Interesse, dass die Rotweinfarbe durch Phenole stabilisiert und verstärkt wird. Anthocyane bilden gemeinsam mit den Phenolen, insbesondere den Flavonoiden (Catechin, Quercetin u. a.), sehr beständige Copigmente (BISHOP und NAGEL, 1984; SUN et al., 2007, AGUIRRE et al., 2011).

Tannine sind Polyphenole, die multiple biologische Aktivitäten aufweisen. Sie sind wasserlösliche Polymere mit einer Vielfalt von phenolischen Gruppen. In Weintrauben befinden sich kondensierte Tannine (Proanthocyanidine) als polymere Flavan-3-ole, die in der Beerenhaut und in den Kernen eingelagert sind. Diese Gruppe beinhaltet Flavonoide mit gesättigter C₃-Kette (EDER und WENDELIN, 2002), die auch oft als Catechine bezeichnet werden. In ihrer Struktur weisen sie zwei asymmetrische C-Atome auf, welche vier Stereoisomere bedingen (ZOECHKLEIN et al., 1995). Die Mehrheit der phenolischen Verbindungen in Rotweinen sind Bestandteile einer sehr komplexen Mischung von Proanthocyanidinen (VRHOVSEK et al., 2001). Traubenkerne gelten als wichtige Quelle für Tannine mit relativ niedrigem Molekulargewicht (NICOLINI et al., 1998). Durch die Kondensation der Proanthocyanidine mit monomeren Anthocyanen zu polymeren Strukturen kommt es zur Stabilisierung der Farbe im Rotwein (PENG et al., 2002). Diese polymeren Strukturen verbessern im Allgemeinen die Lagerstabilität (EDER, 2003), spielen aber gleichzeitig auch eine wichtige Rolle im Oxidations- und Bräunungsprozess (VRHOVSEK et al., 2001). Auf Grund der Erkenntnisse der Forschung über die chemische Zusammensetzung von Farbstoffen in Rotweinen wird weltweit die Ansicht vertreten, dass es bei richtiger

Interpretation der gewonnenen Ergebnisse möglich ist, den Anthocyangehalt und die Anthocyanzusammensetzung zur objektiven Beschreibung verschiedener Weintypen heranzuziehen (EDER et al., 1994; BERENTE et al., 2000). Die Beziehung zwischen dem Farbstoffgehalt, der Farbkraft und der Gesamtqualität ist nicht einfach zu erklären. Daher ist es notwendig, deren wechselseitigen Zusammenhänge gründlich zu beurteilen und zu werten (BAKKER et al., 1986; GONZALES CARTAGENA et al., 1994).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Zusammenhänge zwischen der Phenolzusammensetzung und der visuell bestimmten Farbqualität von verschiedenen Rotweinen zu untersuchen. Im Detail sollte ermittelt werden, welche phenolischen Parameter am stärksten mit einer positiv beurteilten Rotweinfarbe übereinstimmen.

Material und Methoden

Untersucht wurden 41 Rotweine aus Österreich, Georgien und Moldawien. Sie unterschieden sich nach Jahrgang, Sorte und Weinbaugebiet.

Die Weine wurden in österreichische und ausländische Weine eingeteilt, wobei bei der relativ großen Gruppe der österreichischen Weine nach dem Alter drei Untergruppen gebildet wurden.

Österreichische Weine

Gruppe 1: Jungweine, ein bis drei Jahre alt

Gruppe 2: Mittelalte Weine, vier bis sechs Jahre alt

Gruppe 3: Altweine, sieben bis neun Jahre alt

Weine aus Moldawien und Georgien

Gruppe 4: Jungweine, ein bis drei Jahre alt

Von den Weinen wurden die Grundparameter (Schwefeldioxidgehalt, pH-Wert, Säuregehalt, Alkoholgehalt, relative Dichte, Zuckergehalt) sowie der Gehalt an Gesamtphenolen, monomeren Anthocyanen, Gesamtanthocyanen und Tanninen analysiert. Zusätzlich wurden die Rotweinfarbe und die Brillanz bzw. Trübung gemessen. Die Rotweine wurden von 20 Fachleuten des LFZ Klosterneuburg und von Studenten der Universität für Bodenkultur visuell beurteilt. Zudem wurde jede Weinprobe mit den Farbtafeln des RAL-Design-Farbatlas verglichen und der Weinfarbe

die RAL-Kennzahlen zugeordnet. Alle Ergebnisse wurden statistisch ausgewertet.

Bestimmung des freien und gesamten SO₂-Gehalts

Die Bestimmung des freien und gesamten SO₂ erfolgte mithilfe des Destillationsapparates mit Rückflusskühler, Absorptionsvorlage und Druckregler nach Liebzacherl (EDER und BRANDES, 2003).

Bestimmung verschiedener Weininhaltsstoffe mittels FTIR

Die Messung der unverdünnten Proben erfolgte mittels fouriertransformierter Infrarot-spektroskopie (FTIR) mit einem FTIR-Gerät (Wine Scan 120, Fa. Foss, Hillerod, Dänemark). Die Proben wurden filtriert und in FTIR-Glasprobengefäße gefüllt (50 ml).

Bestimmung des Gesamtphenolgehaltes nach Folin-Ciocalteu

Die Bestimmung erfolgte photometrisch nach der modifizierten Methode von ZOECKLEIN et al. (1995). Um störende Inhaltsstoffe abzutrennen, erfolgte zuvor eine Reinigung mittels RP-C18 Festphasenextraktionsröhrchen (Bond Elut, 500 mg C-18, Fa. Varian, Wien).

Anthocyanbestimmung mittels HPLC

Die Bestimmung erfolgte nach der Methode von EDER et al. (1990) und EDER et al. (1994).

Die Anthocyane wurden mit Festphasenextraktions-säulchen gereinigt. Das Laufmittel A bestand aus 0,5 mM KH₂PO₄, die Lösung wurde mit Phosphorsäure auf den pH-Wert von 1,8 eingestellt. Das Laufmittel B war Methanol. Die Proben wurden nach der Vorreinigung nicht mehr filtriert. Die Separierung erfolgte auf einer RP-C18 Trennsäule (LiChroCART 250 x 4 mm) und einer Vorsäule (LiChroCART 4 x 4 mm), beide gefüllt mit Lichrospher 100 RP 18 (5 µm), mittels eines linearen Gradientenprogramms.

Oligo- und polymere Anthocyanbestimmung

Die Bestimmung erfolgte nach der Methode von SOMERS und EVANS (1977). Durch Zusatz von Acetal-

dehyd wurde das im Wein vorhandene SO₂ gebunden, so konnte man den gesamten Status an Anthocyanen ermitteln. Durch Zusatz von Kaliumpyrosulfit wurden die monomeren Anthocyane entfärbt, die noch übrige Farbe stammte von den polymeren Formen. Durch Zusatz von 1 M HCl wurde der pH-Wert auf < 1 gesenkt und der Gesamtgehalt der nun rot gefärbten Flavylumionen bestimmt. Die polymeren Formen wurden durch den niedrigen pH-Wert (< 1) weniger beeinflusst als die monomeren Anthocyane. Das wurde durch den Faktor 5/3 ausgedrückt. Mit dem filtrierten Wein wurden folgende Bestimmungen durchgeführt:

a) 5,0 ml 1M HCl wurden 50 µl Probe zugesetzt. Die Messung der Extinktion erfolgte nach drei bis vier Stunden bei einer Wellenlänge von 520 nm in der 10 mm-Küvette.

$$\text{Extinktion} = E_{520,\text{HCl}} \times 101$$

b) 2,0 ml Probe wurden 20 µl einer 10 %igen Acetaldehydlösung (3,0 ml Deionat und 0,63 ml Acetaldehyd, T < 4 °C) zugesetzt. Die Messung der Extinktion erfolgte nach 45 min bei einer Wellenlänge von 520 nm in der 1 mm-Küvette.

$$\text{Extinktion} = E_{520,\text{CH}_3\text{CHO}} \times 10$$

c) 2,0 ml Probe wurden 30 µl einer 20 %igen Kaliumpyrosulfitlösung (0,2 g/ml) zugesetzt. Die Messung der Extinktion erfolgte nach genau 1 min bei 520 nm in der 1 mm-Küvette.

$$\text{Extinktion} = E_{520,\text{SO}_2} \times 10$$

Die Messung der Extinktion der unverdünnten Probe erfolgte bei 420 nm, 520 nm und 620 nm in der 1 mm-Küvette.

$$\text{Extinktionen: } E_{420}, E_{520}, \text{ und } E_{620} \times 10$$

Alle Werte wurden für 10 mm-Küvetten und die Kennzahlen wie folgt berechnet:

$$1. \text{ Farbintensität: } E_{420} + E_{520} + E_{620}$$

$$2. \text{ Farbton: } E_{420} / E_{520}$$

$$3. \text{ Ionisationsgrad der Anthocyane (a):}$$

$$100 \times (E_{520} - E_{520,\text{SO}_2}) / (E_{520,\text{HCl}} - 5/3 \times E_{520,\text{SO}_2})$$

$$4. \text{ Gesamtanthocyane (mg/l): } 20 \times (E_{520,\text{HCl}} - 5/3 \times E_{520,\text{SO}_2})$$

$$5. \text{ Ionisierte Anthocyane (mg/l): } 20 \times (E_{520} - E_{520,\text{SO}_2})$$

$$6. \text{ Chemisches Alter 1: } E_{520,\text{SO}_2} / E_{520,\text{CH}_3\text{CHO}}$$

$$7. \text{ Chemisches Alter 2: } E_{520,\text{SO}_2} / E_{520,\text{HCl}}$$

$$8. \text{ \% Polymere Farbstoffe: } 100 \times E_{520,\text{SO}_2} / E_{520}$$

$$9. \text{ \% Polymere Farbstoffe (mit SO}_2\text{-Korrektur):}$$

$$100 \times E_{520,\text{SO}_2} / E_{520,\text{CH}_3\text{CHO}}$$

Analyse des Tanningehaltes mithilfe der Proteinpräzipitationsmethode

Die Tanninbestimmung erfolgte mit einer modifizierten Proteinpräzipitationsmethode nach HABERTSON et al. (2003). Die Weinproben wurden nach Zugabe von BSA (Bovin Serum Albumin) zentrifugiert, der Niederschlag wurde mit dem 0,20 M Acetatpuffer langsam und vorsichtig gewaschen. Dann wurde der Niederschlag in einer SDS-Triethanolaminlösung gelöst und nach Zugabe von 0,01 M Eisenchlorid mit einem Spektrophotometer bei 510 nm auf seinen Tanningehalt bestimmt. Die Weinproben wurden durch einen Faltenfilter filtriert. Zu je 1,0 ml Weinprobe erfolgte die Zugabe von 2,0 ml BSA (Formelmass: 67.000). Die Herstellung der Standardproteinlösung geschah folgendermaßen: 1,0 mg BSA/ml in 0,20 M Acetatpuffer mit pH-Wert = 5,0 auflösen und 0,99 g Natriumchlorid/100,0 ml zugeben. Mit dieser Lösung wurden 15 ml-Röhrchen gefüllt und die Lösungen auf dem Reagenzglasschüttler gemischt, dann ca. 15 min bei Raumtemperatur stengelassen. Die Lösungen wurden 15 min bei maximaler Geschwindigkeit bei ca. 10.000 g zentrifugiert. Jeder Niederschlag wurde mit dem 0,20 M Acetatpuffer langsam gewaschen, dann wurde der Puffer vorsichtig abdekantiert und der Niederschlag in 4,0 ml SDS-Triethanolaminlösung, bestehend aus dem 1 %igen (SDS) Sodiumdodecylsulfat (1 g) und 5 %igen (v/v) Triethanolamin (5 ml = 5,6 g), in 100,0 ml destilliertem Wasser gelöst. Danach folgte eine Zugabe von je 1,0 ml 0,01 M Eisenchlorid (in 0,01 N Salzsäure). Diese Lösung wurde auf dem Reagenzglasschüttler gut gemischt. Nach 15 bis 30 min Ruhezeit wurde die Lösung in eine 10 mm-Küvette gegeben und der Tanningehalt bei einer Wellenlänge von 510 nm mit einem UV-VIS-Spektrophotometer gemessen. Für die externe Kalibrierung wurde 1,0 ml Standardtanninlösung (Tanninsäure 15,0 mg /15,0 ml Methanol in 50,0 ml destilliertem Wasser) verwendet (JENSEN et al., 2008).

Instrumentelle Messung der Farbe und Trübung

Die Farbmessungen erfolgten nach der Methode von RICHTER (1981). Die Weine wurden in 10 mm-Glas-küvetten gefüllt. Die Messung wurde mit dem Colorimeter (Flüssigkeitsfarbmessgerät Lico 200, Fa. Hach Lange, Wien) durchgeführt und die Ergebnisse im L*,

a*,b*-Farbraum nach Hunter angegeben.

L* = Helligkeit

a* = positive Werte: rot; negative Werte: grün, „Rot-ton“

b* = positive Werte: gelb; negative Werte: blau, „Gelb-ton“

Die Brillanz- bzw. Trübungsanalyse erfolgte mithilfe eines Trübungsmessgerätes (Turbidimeter Typ 2100P, Fa. Hach Lange, Wien). Vor den Messungen wurde eine Kalibrierung mit einem stabilisierten Formazin-Primärstandard vorgenommen. Die 15 ml-Glasküvette wurde vor jeder Messung gründlich gereinigt, dann wurden ca. 15,0 ml unverdünnte Weinprobe hineingegeben und die Küvette verschlossen. Die Küvette wurde in das Küvettenfach des Trübungsmessgerätes gebracht und der Trübungswert in FNU/NTU-Einheiten gemessen.

Sensorische (visuelle) Farbbeurteilung

Die 41 Weine wurden bezüglich ihrer Farbe im LFZ Klosterneuburg einer sensorischen Untersuchung unterzogen. Die Prüfungskommission bestand aus 20 erfahrenen Fachleuten. Die Weine wurden in randomisierter Reihenfolge einzeln nach den Parametern Farbton, Farbbrillanz, Beliebtheit und Farbintensität auf unstrukturierten Skalen (WEISS, 1981; WEISS, 1982), modifiziert durch KOBLER (1996), bewertet. Jedes Ergebnis wurde auf die Reproduzierbarkeit seiner sensorischen Bewertungen nach der Methode von KOBLER (1996) geprüft.

Außerdem wurde eine Weinfarbanalyse mithilfe des RAL-Design-Farbenatlas (RAL, 1999) durchgeführt. Er bestand aus den standardisierten RAL-Tafeln und bot eine systematische und übersichtlich geordnete Auswahl von Farben an. Seine Systematik ordnete sich nach der Farbart (Bunnton), weitere Ordnungsmerkmale waren Helligkeit und Buntheit (CIE Lab; RICHTER, 1991). Hierfür wurden die einzelnen Weinproben in neue 50 ml-Glasfläschchen randvoll gefüllt und verschlossen. Diese mit Weinproben gefüllten Röhrchen wurden sodann im Sensoriklabor des LFZ Klosterneuburg von den 20 erfahrenen Fachleuten im Licht von Leuchtstoffröhren mit den Farben der RAL-Tafeln verglichen, und jeder Probe wurde die am besten passende RAL-Farbnummer zugeteilt. Die Ergebnisse der visuellen Zuordnung der Weinfarbe zu den RAL-Farben wurden aufgelistet und nach Häufigkeiten der Nennung geordnet.

Statistische Auswertung

Die Daten der chemischen und sensorischen Analysen wurden mithilfe der statistischen Methoden mit Hilfe des Programmpaketes SPSS ausgewertet. Der Zusammenhang zwischen Gesamtphenolgehalt, monomeren Anthocyanengehalt, gesamtem Anthocyanengehalt, Tanningehalt, SO₂-Gehalt, reduzierenden Zuckern, Alkoholgehalt, relativer Dichte, titrierbarer Säure, pH-Wert und Trübung, Klarheit, Farbbrillanz, Farbintensität, Farbton und Beliebtheit wurde mittels Varianzanalyse von allen Weinsorten und mit der bivariaten Korrelationsanalyse nach Jahrgängen und Sorten getrennt berechnet. Das Ausmaß der Zusammenhänge zwischen chemischer Zusammensetzung und objektiver bzw. subjektiver Farbqualität wurde ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

Chemische Phenol- und Farbestimmungen

Die österreichischen Jungweine (ein bis drei Jahre alt) hatten im Unterschied zu den Weinen der anderen Jahrgangsgruppen einen hohen Gesamtanthocyanengehalt (Abb. 1). Die ausländischen Weine desselben Weinalters wiesen hingegen einen sehr niedrigen Gesamtanthocyanengehalt auf. Der Gehalt monomerer Anthocyane war in den österreichischen Weinen hoch, wobei die jüngeren Weine die höchsten Gehalte hatten. Konträr dazu wiesen die ausländischen Weine mit einer Ausnahme keine monomeren Anthocyane mehr auf (Abb. 2).

Die Gruppe der jungen österreichischen Weine wies einen auffallend niedrigen polymeren Farbstoffgehalt auf. Die ausländischen Weine hatten hingegen einen hohen polymeren Farbstoffgehalt (Abb. 3). Die in Abbildung 4 dargestellten Gesamtphenole zeigen, dass alle österreichischen Weine einen niedrigeren Gesamtphenolgehalt aufwiesen als die ausländischen (Abb. 4). Bezüglich des Tanningehalts (Abb. 5) ergab die Analyse generell niedrige Werte für die österreichischen Weine und einen sehr hohen Wert für die ausländischen Weine.

Die Trübung war bei allen Weinen sehr gering, die ausländischen Weine waren besonders klar (Abb. 6.).

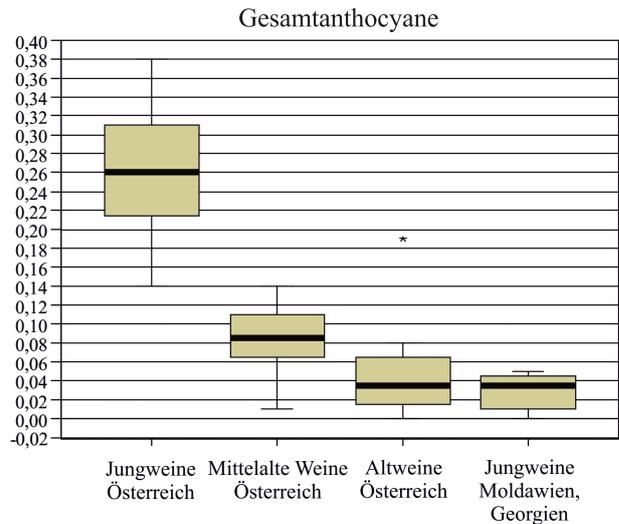


Abb. 1: Boxplot-Darstellung der Gesamtanthocyanengehalte der Weine der vier Gruppen

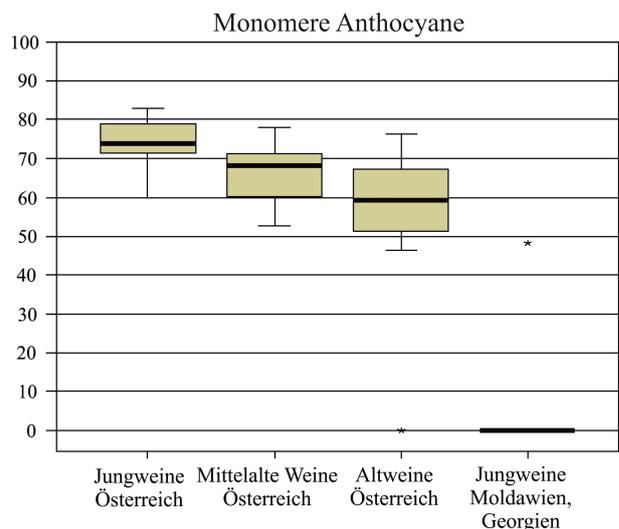


Abb. 2: Boxplot-Darstellung der Gehalte an monomeren Anthocyanen der Weine der vier Gruppen

Ausgehend davon, dass die Farbbrillanz der reziproke Wert der Trübung ist, kann postuliert werden, dass die ausländischen Weine brillanter als die österreichischen waren.

Die Prüfung der Farbintensität ergab einen deutlich höheren Wert für die ausländischen Weine. Bei den österreichischen Weinen sank mit dem Alter die Farbintensität (Abb. 7). Hinsichtlich Farbton zeigten alle Weine gute Rotwerte (Abb. 8). Die jüngsten österreichischen Rotweine waren die röttesten.

Die Überprüfung des Rottons (OIV; <http://www.oiv.int/oiv/info/deplublicationoiv#analysevin>) zeigte, dass die jüngeren Weine durchwegs einen stärkeren Rotton

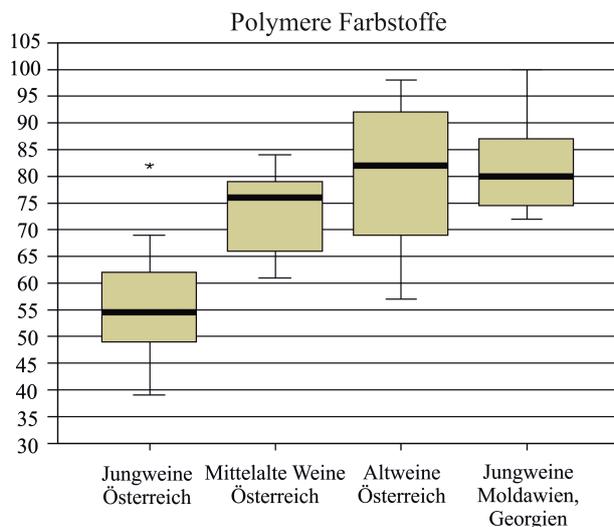


Abb. 3: Boxplot-Darstellung der Gehalte an polymeren Anthocyanen der Weine der vier Gruppen

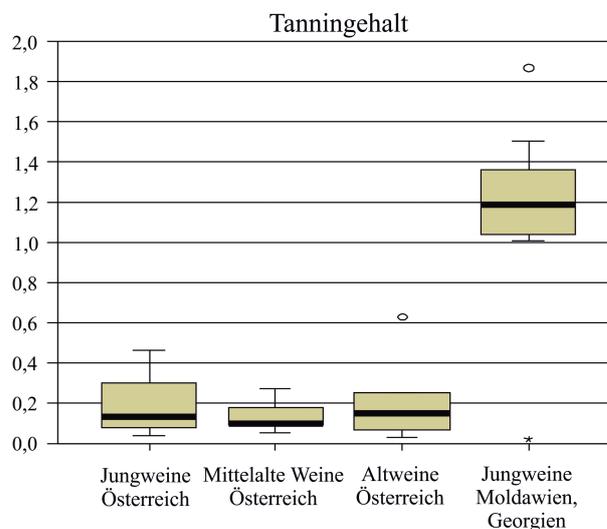


Abb. 5: Boxplot-Darstellung der Tanningehalte der Weine der vier Gruppen

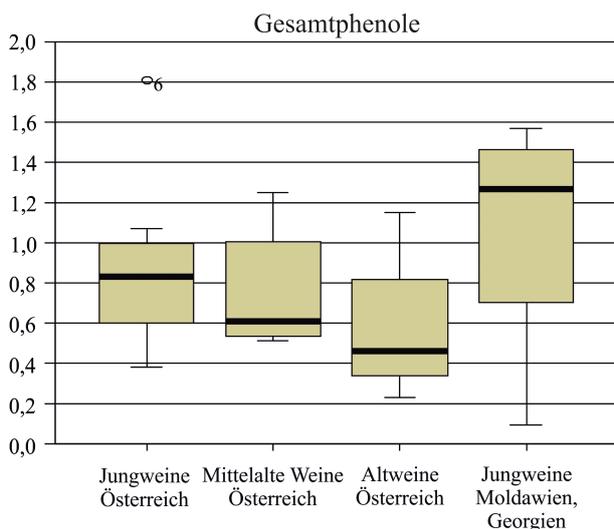


Abb. 4: Boxplot-Darstellung der Gesamtphenolgehalte der Weine der vier Gruppen

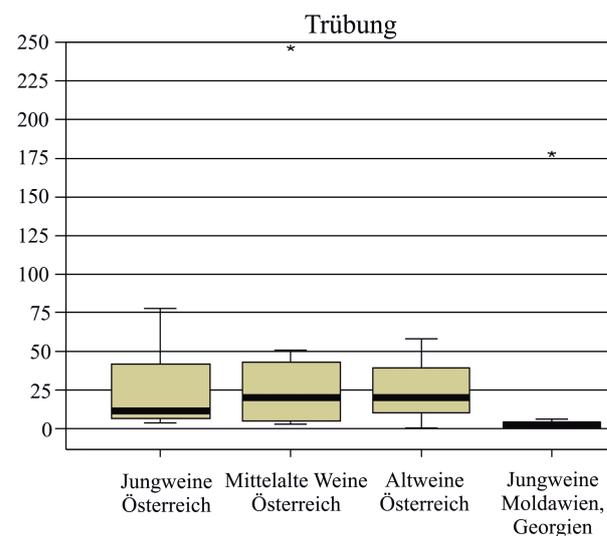


Abb. 6: Boxplot-Darstellung der analytisch erfassten Trübung der Weine der vier Gruppen

aufwiesen (Abb. 9). Die ausländischen Weine wiesen auch einen hohen Gelbton (OIV) auf, die österreichischen einen deutlich niedrigeren (Abb. 10).

Sensorische Farbbeurteilung

Die sensorische Prüfung der Farbintensität ergab einen hohen Wert bei den ausländischen Weinen. Bei den österreichischen Weinen nahm mit zunehmendem

Weinalter die Farbintensität ab (Abb. 11). Die visuelle Beurteilung der Weine ergab, dass die ausländischen Weine stärker rot gefärbt waren als die österreichischen. Die visuelle Beurteilung der Farbbrillanz ergab im Gegensatz zur analytischen Bestimmung der Trübung, dass die ausländischen Weine als weniger brillant eingestuft wurden als die heimischen. Die Ursache für dieses Urteil dürfte in dem geringen Gehalt monomerer und dem hohen Gehalt polymerer Anthocyane liegen. Der dadurch entstehende höhere Gelbton wurde scheinbar bei der visuellen Beurteilung

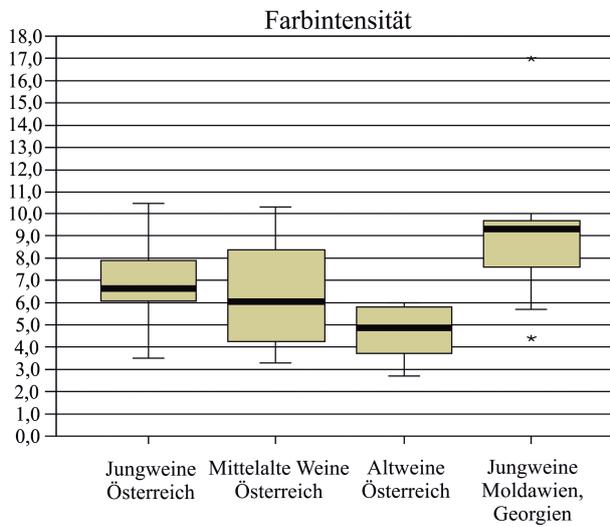


Abb. 7: Boxplot-Darstellung der analytisch erfassten Farbintensität (OIV) der Weine der vier Gruppen

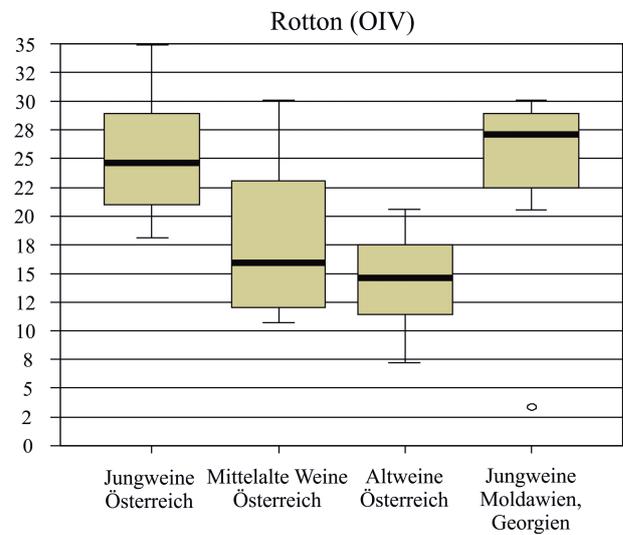


Abb. 9: Boxplot-Darstellung des analytisch erfassten Rottons (OIV) der Weine der vier Gruppen

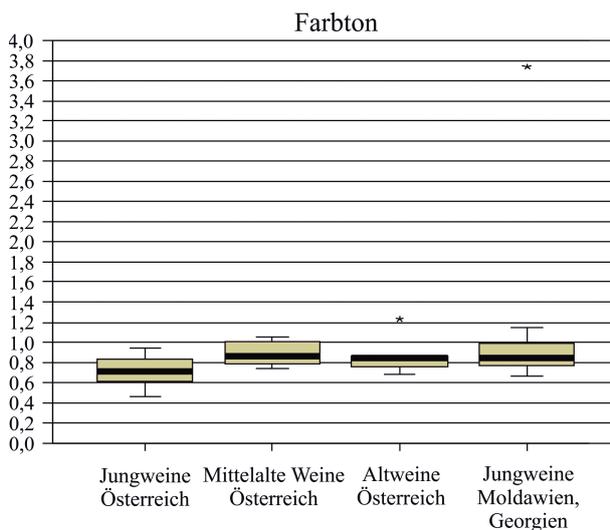


Abb. 8: Boxplot-Darstellung des analytisch erfassten Farbtons (OIV) der Weine der vier Gruppen

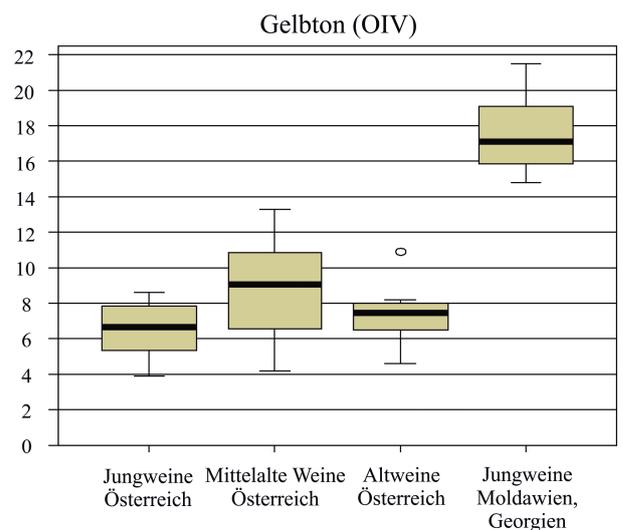


Abb. 10: Boxplot-Darstellung des analytisch erfassten Gelbtons (OIV) der Weine der vier Gruppen

als weniger brillant bewertet (Abb. 12). Das wichtigste Ergebnis der visuellen Beurteilung war das des Beliebtheitstests, bei dem die Weinfarbe der jungen ausländischen Weine die höchste Zustimmung bekam. Auf den weiteren Rängen folgten die mittelalten und die jungen österreichischen Weine (Abb. 13). Die Bestimmung des Bunttons mithilfe der RAL-Tafeln zeigte, dass die österreichischen Weine mit zunehmendem Alter bunter und gelber waren (Abb. 14). Die ausländischen Weine hatten einen niedrigen Buntton, sie

waren röter als die österreichischen Weine. Die Analyse der Helligkeit mit den RAL-Tafeln ergab, dass die österreichischen Weine mit zunehmendem Alter heller waren, die ausländischen Weine waren die dunkelsten (Abb. 15). Die größere Buntheit (Chroma) wurde mit den RAL-Tafeln für die älteren Weine gemessen, wobei die ausländischen Weine am wenigsten bunt waren (Abb. 16). Dieses Phänomen lässt sich dadurch erklären, dass die ausländischen Weine nur durch relativ junge Jahrgänge vertreten waren.

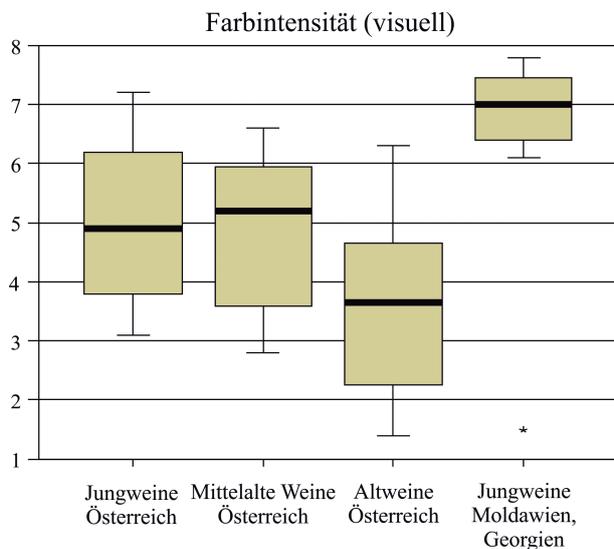


Abb. 11: Boxplot-Darstellung der visuell erfassten Farbintensität der Weine der vier Gruppen

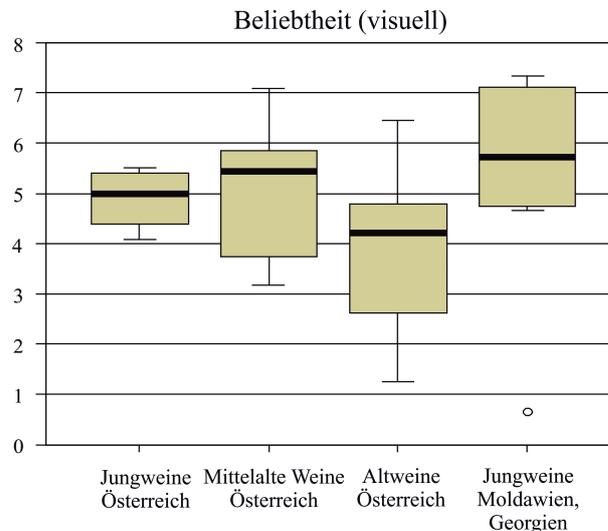


Abb. 13: Boxplot-Darstellung der visuell erfassten Beliebtheit der Weine der vier Gruppen

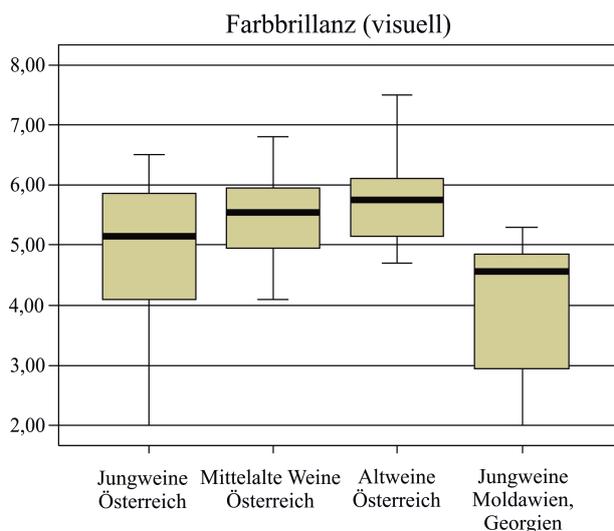


Abb. 12: Boxplot-Darstellung der visuell erfassten Brillanz der Weine der vier Gruppen

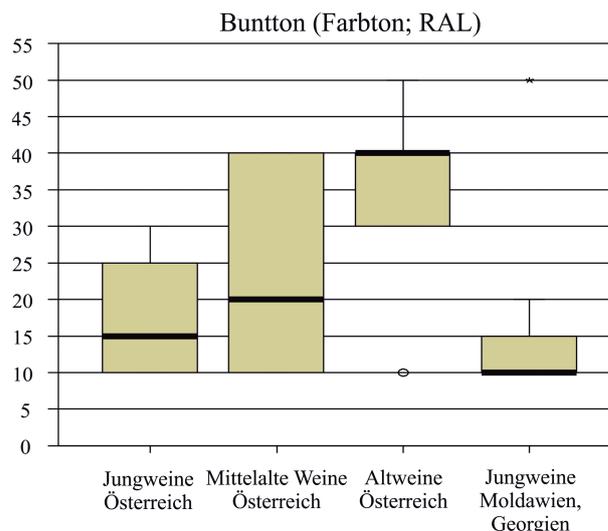


Abb. 14: Boxplot-Darstellung des visuell erfassten Buntons (Farbton, RAL) der Weine der vier Gruppen

Zusammenhänge zwischen analytischen und visuellen Parametern

Ausgehend von allen Messergebnissen, wurden die Korrelationen zwischen den analytisch und sensorisch ermittelten Parametern bestimmt.

Die Ergebnisse des instrumentell ermittelten Parameters Farbintensität ergaben eine hohe negative Korrelation mit dem Gelbton ($R^2 = 0,7602$) sowie eine

positive Korrelation mit dem Rotton ($R^2 = 0,7682$). Außerdem nahm die Buntheit zu (Chroma $R^2 = 0,7065$). Mit zunehmendem Gesamtanthocyangehalt ging der Farbton in Richtung rot ($R^2 = 0,6893$), und der Wert der Farbintensität stieg an ($R^2 = 0,7052$). Die monomeren Anthocyane zeigten eine negative Korrelation mit dem Farbton ($R^2 = 0,6912$) und dem Gelbton (b^* , $R^2 = 0,7708$). Die polymeren Farbstoffe wiesen eine signifikante Korrelation mit der Helligkeit (L^* , $R^2 = 0,6531$), dem Rotton (a^* , $R^2 = 0,6242$)

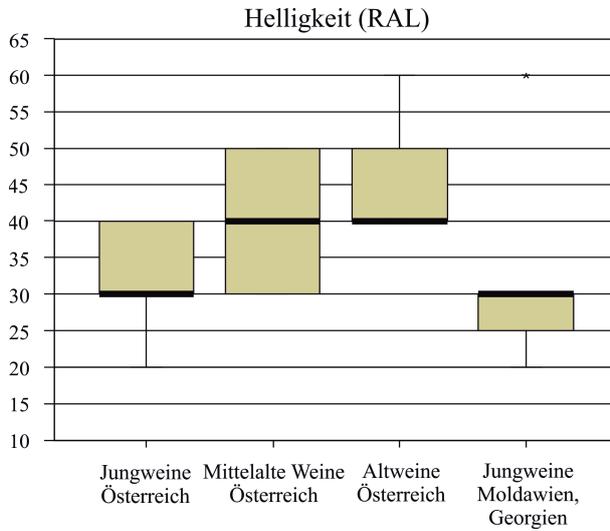


Abb. 15: Boxplot-Darstellung der visuell erfassten Helligkeit (RAL) der Weine der vier Gruppen

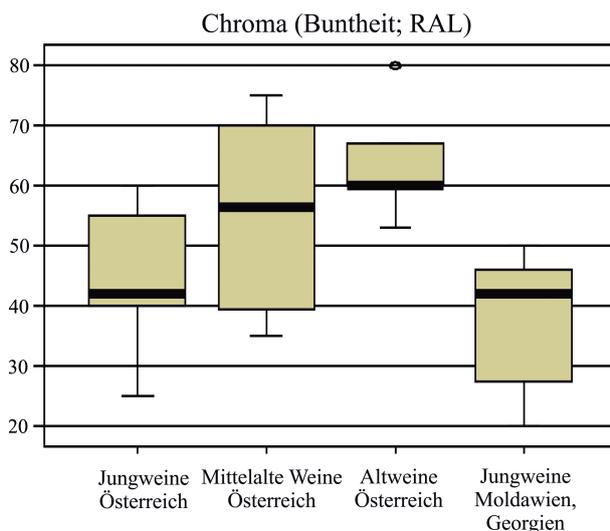


Abb. 16: Boxplot-Darstellung der visuell erfassten Buntheit (Chroma, RAL) der Weine der vier Gruppen

und dem Farbton ($R^2 = 0,6653$) auf. Mit zunehmendem polymeren Farbstoffgehalt verstärkte sich der Gelbanteil (Zunahme $+b^*$) und die Weine wurden heller (Zunahme von L^*). Es konnte festgestellt werden, dass Weine mit höherem Tanningehalt gelber waren (höherer $+b^*$ -Wert) und subjektiv reifer aussahen ($R^2 = 0,7135$). Signifikante Korrelationen gab es auch zwischen dem pH-Wert und dem Gelbton (b^* , $R^2 = 0,6913$) sowie der Farbintensität ($R^2 = 0,6913$). Mit steigendem pH-Wert änderte sich der Farbton

Richtung gelb (Zunahme $+b^*$). Es wurde zwischen den reduzierenden Zuckern und dem Farbton ($R^2 = 0,8537$) auch ein signifikanter Zusammenhang gefunden. Zuckerhaltige Weine waren meist deutlich gelber (Zunahme von $+b^*$), weniger rot (Abnahme von $+a^*$) und bunter. Auch die Zusammenhänge zwischen der Farbintensität und dem Gesamtphenolgehalt ($R^2 = 0,6608$) sowie zwischen der Farbbrillanz und dem monomeren Anthocyangehalt ($R^2 = 0,7663$) waren signifikant. Dies bedeutet, dass mit steigendem Gehalt monomere Anthocyane auch die Brillanz der Rotweine zunahm. Ein interessanter direkter Zusammenhang bestand zwischen Alkoholgehalt und Farbintensität, je höher der Alkoholgehalt, desto höher war die Farbintensität. Zwischen der Farbintensität und dem Gesamtphenolgehalt wurde ebenfalls ein signifikanter Zusammenhang festgestellt. Mit steigendem Gesamtphenolgehalt zeigte sich bei der Weinfarbe eine höhere Intensität.

Auch bei den sensorisch ermittelten Ergebnissen zeigten sich einige signifikante Korrelationen, zunächst einmal zwischen folgenden Ergebnissen der visuellen Beurteilung: Farbton und Farbbrillanz, Beliebtheit und Farbintensität sowie Beliebtheit und Farbton. Zwischen den visuell ermittelten Parametern und den analytischen Farbparametern gab es nur andeutungsweise Zusammenhänge, insbesondere für das wichtige sensorische Ergebnis Beliebtheit konnten keine eindeutigen statistischen Zusammenhänge mit Ergebnissen der instrumentellen Farb- und Phenolanalyse festgestellt werden.

Die Suche nach Zusammenhängen zwischen instrumentell ermittelten Analysenparametern und den Zuordnungen der Weine zu RAL-Tafelwerten ergab bei folgenden Parametern signifikante Korrelationen: zwischen dem Buntton und dem Gesamtanthocyangehalt ($R^2 = 0,6627$) sowie zwischen Buntheit und

Tab. 1: Kennzahlen der fünf visuell am besten beurteilten Weine

Parameter	1.	2.	3.	4.	5.
Beliebtheit	7,34	7,33	7,25	7,09	6,98
Farbton	7,5	7,2	7,7	7,2	7,4
Farbintensität	6,8	7,1	7,2	6,8	6,7
Farbbrillanz	4,8	5,4	4,6	5,1	4,5
<i>Beliebtheit:</i>	<i>1 = unattraktiv</i>		<i>10 = attraktiv</i>		
<i>Farbton:</i>	<i>1 = gelb</i>		<i>10 = rot</i>		
<i>Farbintensität:</i>	<i>1 = wenig intensiv</i>		<i>10 = intensiv</i>		
<i>Farbbrillanz:</i>	<i>1 = matt</i>		<i>10 = glänzend</i>		

monomerem Anthocyangehalt ($R^2 = 0,7638$). Es wurde festgestellt, dass die jüngeren österreichischen Weine mit hohem Gehalt monomerer Anthocyane bunter waren. Die Weine mit hohem Gesamtanthocyangehalt waren röter.

Einfluss der Farbqualität auf das Verhalten bei der Rotweinauswahl (Beliebtheitstest)

Alle 41 untersuchten Rotweine wurden nach ihrer Beliebtheit gereiht. Danach wurden die fünf attraktivsten (1 = attraktivste Rotweinfarbe) und die fünf unattraktivsten Weine (41 = am wenigsten attraktiv) ausgewählt und ihre Eigenschaften dargestellt. Die Tabelle 1 zeigt die Kennzahlen (1 bis 10) der fünf attraktivsten Rotweine und Tabelle 2 die korrespondierenden Werte der RAL-Tafeln für diese Weine.

Tab. 2: RAL-Werte der fünf visuell am besten beurteilten Weine

Parameter	1.	2.	3.	4.	5.
Bunton H	10	20	10	10	10
Helligkeit L	30	30	30	30	30
Buntheit C	40	48	35	40	44

Bunton 0 = gelb-rot 360 = bläulich-rot
Helligkeit 0 = schwarz 100 = weiß
Buntheit 5 = niedrigste 50 = hohe Buntheit

Bei der visuellen Beurteilung nach der Beliebtheit wurden die Jungweine am besten bewertet. Der beste und attraktivste Rotwein hatte nicht nur die röttesten Töne, sondern war auch wenig bunt und hatte auch einen leichten Gelbschimmer. Auf Grund dessen wirkte er attraktiver, erschien reifer und teurer und versprach zugleich einen vollmundigen und unvergesslichen Geschmack und ebensolches Flavour.

Außerdem zeigten die Ergebnisse, dass das Herkunftsland beim blinden Beliebtheitstest keine bestimmende Rolle spielte. Die besten fünf Weine stammten aus Österreich und Moldawien. Das Alter der Weine hatte sich als sehr bedeutsam erwiesen. Es verursachte bei allen Weinen eine deutliche Farbmindering.

Schlussfolgerungen

Auf Grund der erwiesenen Zusammenhänge zwischen den analytischen Werten und den visuellen Farbbeurteilungen wurde gezeigt, dass die Kontrolle der Weinparameter während des Reifungsprozesses eine hilfreiche Maßnahme bei der Erzeugung attraktiver Rotweine darstellt. Die in der Arbeit verwendeten RAL-Tafeln sind ein gut geeignetes Instrument zur raschen und preisgünstigen Farbbeschreibung von Weinen. Auch konnte festgestellt werden, dass farblich attraktive Weine einen hohen Grad an Klarheit und Brillanz aufwiesen. Die Bestimmung der Trübung mit tragbaren Trübungsmessgeräten stellt eine einfach durchzuführende und preiswerte Methode zur Erfassung dieses wichtigen Parameters dar. Zusätzlich können in größeren Betrieben aufwändigere analytische Techniken, wie spektralphotometrische Farbmessungen und Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC), zur objektiven Bestimmung der Farbe und Gerbstoffgehalte eingesetzt werden.

Die Grundlage für die Produktion von farblich entsprechenden Rotweinen wird gleichsam im Weingarten bei der Traubenproduktion wie auch im Keller bei der Vinifizierung gelegt. Bereits kleine Unachtsamkeiten können zu nicht wieder gutzumachenden Mängeln der Rotweinfarbe führen. Eine häufige Ursache für eine unattraktive Rotweinfarbe ist das Auftreten von Fäulnisinfektionen, da durch die Pilzinfektionen, insbesondere durch *Botrytis cinerea*, die Farb- und Gerbstoffgehalte teilweise zerstört werden. Das durch den Botrytis pilz gebildete farbstoffzerstörende Oxidationsenzym para-Diphenoloxidase ("Laccase") wirkt auch noch im Most und im Jungwein farbvermindernd. Um das Vorkommen dieses weinschädigenden Enzyms in Qualitätsrotweinen zu verhindern, sollte faules Lesegut mittels Sortierung ausgeschieden werden. Um bei der Maischegärung die wertvollen Traubenfarbstoffe möglichst vollständig und unverändert in die Weinflasche zu bekommen, muss ein rascher Gärbeginn angestrebt oder eine Überschichtung der Maische mit einem inerten Gas (z. B. Kohlensäure) zur Vermeidung von bräunungsinduzierenden Oxidationen durchgeführt werden. Durch die Verwendung spezieller Rotweinhaefen können die Farbwerte der Rotweine gesteigert werden. Eine geringfügige Erhöhung der Farbstoffausbeute kann auch durch den Einsatz von pektolytischen Enzympräparaten erreicht

werden. Die Vorentsaffung von Maischen bewirkt ebenfalls eine Farbstoffanreicherung bei Rotweinen (EDER et al., 1992). Eine Minimierung der Farbverluste während des Ausbaues kann durch möglichst geringe Behandlung des Weines sowie tiefe Lagerungstemperaturen (Temperaturen < 8 °C) erzielt werden.

Literatur

- AGUIRRE, M.J., ISAACS, M., MATSUHIRO, B., MENDOZA, L., SANTOS, L.S. and TORRES, S. 2011: Anthocyanin composition in aged Chilean Cabernet Sauvignon red wines. *Food Chemistry* 129: 514-519
- BAKKER, J., PRESTON, N.W. and TIMBERLAKE, C.F. 1986: The determination of anthocyanins in aging red wines: Comparison of HPLC and spectral methods. *Am. J. Enol. Vitic.* 37(2): 121-126
- BERENTE, B., DE LA CALLE GARCIA A, D., REICHENBACHER, M. and DANZER, K. 2000: Method development for the determination of anthocyanins in red wines by high-performance liquid chromatography and classification of German red wines by means of multivariate statistical analysis. *J. Chromatogr. A* 871: 95-103
- BISHOP, P.D. and NAGEL, C.W. 1984: Characterization of the condensation product of Malvidin-3,5-diglucoside and Catechin. *J. Agric. Food Chem.* 32: 1022-1026
- BOULTON, R. 2001: The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine. A critical review. *Am. J. Enol. Vitic.* 52(2): 67-87
- CHEYNIER, V., RIGAUD, J. and RICARDO DA SILVA, J.M. (1992): Structure of procyanidin oligomers isolated from grape seeds in relation to some of their chemical properties. In: HEMINGWAY, R.W. (Ed.): *Plant phenolics*. – New York: Plenum Press. 1992
- DE FREITAS, V. and MATEUS, N. 2010: Formation of pyranoanthocyanins in red wines: A new and diverse class of anthocyanin derivatives. *Anal. Bioanal. Chem.* 401(5): 1463-1473
- EDER, R. 1994: Welche Faktoren beeinflussen die Rotweinfarbe? *Der Winzer* (3): 7-10
- EDER, R. und BRANDES, W. (2003): *Weinanalysen im eigenen Betrieb : Grundparameter*. – Leopoldsdorf: Ö. Agrarverlag, 2003
- EDER, R., WENDELIN, S. und BARNA, J. 1990: Auftrennung der monomeren Rotweinanthocyane mittels Hochdruck-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) – Methodenvergleich und Vorstellung einer neuen Methode. *Mitt. Klosterneuburg* 40: 68-75
- EDER, R., WENDELIN, S. und BARNA, J. 1994: Klassifizierung von Rotweinsorten mittels Anthocyananalyse. Anwendung multivariater statistischer Methoden zur Differenzierung von Traubenproben. *Mitt. Klosterneuburg* 44: 201-212
- EDER, R., WENDELIN, S., KALCHGRUBER, R., ROSENTHAL, F. und BARNA, J. 1992: Untersuchungen über den Einfluss von Hefe- und Enzympräparaten auf die Rotweinfarbe. *Mitt. Klosterneuburg* 42: 148-157
- EDER, R. (2003): *Weinfehler*. – Leopoldsdorf: Ö. Agrarverlag, 2003
- GOLDBERG, D., M., KARUMANCHIRI, A., SOLAES, G.J. and TSANG, E. 1999: Concentrations of selected polyphenols in white commercial wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 50(2): 185-193
- GONZALES CARTAGENA, L.G., PEREZ-ZUNIGA, F.J. and BRAVO-ABAD, F. 1994: Interactions of some environmental and chemical parameters affecting the color attributes of wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 45(1): 43-48
- HABERTSON, J.F., PICCIOTTO, E.A. and ADAMS, D.O. 2003: Measurement of polymeric pigments in grape berry extracts and wines using a protein precipitation assay combined with bisulfite leaching. *Am. J. Enol. Vitic.* 54: 301-306
- JENSEN, J.S., MALMBORG WERGE, H.H., EGEBO, M. and MEYER, A.S. 2008: Effect of wine dilution on the reliability of tannin analysis by protein precipitation. *Am. J. Enol. Vitic.* 59(1): 103-105
- KOBLER, A. 1996: La valutazione sensoriale degli vini ed il controllo degli assaggiatori mediante l'uso di schede di analisi sensoriale non strutturate. *Riv. Vitic. Enol.* 49(4): 3-18
- MACHEIX, J.J., FLEURIET, A. and BILLOT, J. (1990): *Fruit phenolics*. – Boca Raton: CRC, 1990
- MATEO, N., SILVA, A.M.S., RIVAS-GONZALO, J.C., SANTOS-Buelga, C. and DE FREITAS, V. 2003: A new class of blue anthocyanin-derived pigments isolated from red wines. *J. Agric. Food Chem.* 51: 1919-1923
- MATEUS, N., DE PASCUAL-TERESA, S., RIVAS-GONZALO, J.C., SANTOS-BUELGA, C. and DE FREITAS, V. 2002: Structural diversity of anthocyanin-derived pigments in Port wine. *Food Chemistry* 76(3): 335-342
- MAURER, R. und SWORSKI, E. 1998a: Rot ist Trumpf. *Dt. Weinmagazin* (6): 112-117
- MAURER, R. und SWORSKI, E. 1998b: Phänomen Farbe. *Dt. Weinmagazin* (6): 22-27
- NICOLINI, G., MATTIVI, F., GIMENEZ MARTINEZ, R. and MALOSINI, U. 1998: Importanza dei polifenoli dei vinaccioli nella composizione dei vini rossi del Trentino. *Riv. Vitic. Enol.* 51: 31-50
- PENG, Z., ILAND, P.G., OBERHOLSTER, A., SEFTON, M.A. and WATERS, E.J. 2002: Analysis of pigmented polymers in red wine by reversed phase HPLC. *Australian J. Grape Wine Research* 8(1): 70-75
- POUR-NIKFARDJAM, M.S. (2002): *Polyphenole in Weißweinen und Traubensäften und ihre Veränderung im Verlauf der Herstellung*. – Marburg: Tectum Verlag, 2002
- RAL (1999): *RAL Design System*. – D-53757 Sankt Augustin: Dt. Inst. f. Gütesicherung und Kennzeichnung, 1999
- RICHTER, M. (1991): *Einführung in die Farbmetrik*. – Berlin: de Gruyter, 1991
- SIMS, C.A. and MORRIS, J.R. 1984: Effects of pH, sulphur dioxide, storage time and temperature on the color and stability of red Muscadine grape wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 35(1): 35-39
- SOMERS, T.S. and EVANS, M.E. (1977): Spectral evaluation of young red wines: anthocyanin equilibria, total phenolics; free and molecular SO₂, „chemical age“. *J. Sci. Food Agric.* 28: 279-287
- SUN, B., REIS SANTOS, C.P., LEANDRO, M.C., DE FREITAS, V. and SPRANGER, M.I. 2007: High-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometric charac-

- terisation of new products formed by the reaction between flavonols and malvidin-3-glucoside in the presence of acetaldehyde. *Rapid Comm. Mass. Spect.* 21: 2227-2236
- VRHOSEK, U., MATTIVI, F. and WATERHOUSE, A.L. 2001: Analysis of red wine phenolics: Comparison of HPLC and spectrophotometric methods. *Vitis* 40: 87-91
- WANG, H., FACE, E.J. and SHRIKHANDE, A.J. 2003: Anthocyanin transformation in Cabernet Sauvignon wine during Aging. *J. Agric. Food Chem.* 51: 7989-7994
- WEISS, J. 1981: Rating scales in the sensory analysis of foodstuffs. *Acta Alimentaria* 10(4): 395-405
- WEISS, J. 1982: Bewertende Prüfmethode für die sensorische Beurteilung von Lebensmitteln unter besonderer Berücksichtigung einer Methode mit unstrukturierter Skala. *Confructa* 26(5):130-138
- ZOECKLEIN, W., FUGELANG, K.C., GUMP, B.H. and NURY, F.S. (1995): *Wine analysis and production*. – New York: Chapman and Hall, 1995

Manuskript eingelangt am 22. Februar 2011