



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Evaluierung der phenolischen Inhaltsstoffe und der antioxidativen
Aktivität von Weintraubentrester, -kernen und -schalen der Sorte Uhdler

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Verfasserin:	Birgit Hartl
Matrikel-Nummer:	0104487
Studienrichtung (lt. Studienblatt):	Ernährungswissenschaften
Betreuer:	Ao.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.techn. Gerhard Kroyer Technische Universität Wien Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften

Wien, im Mai 2009

Danksagung

Besonders bedanken möchte ich mich bei Herrn Ao. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. Gerhard Kroyer für die Bereitstellung dieses sehr interessanten Themas, sowie für die hervorragende Betreuung während der Durchführung dieser Diplomarbeit.

Ich möchte mich auch beim Vorsteher des Institutes für Ernährungswissenschaften an der Universität Wien, Herrn Univ. Prof. Dr. Elmadfa Ibrahim, für die Möglichkeit diese Diplomarbeit am Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften der Technischen Universität Wien durchführen zu können, bedanken.

Danken möchte ich ebenfalls allen Mitarbeitern des Institutes für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften der Technischen Universität Wien.

Einen sehr großen Dank möchte ich meinen Eltern aussprechen, die mir durch ihre moralische und finanzielle Hilfe dieses Studium ermöglicht haben.

Außerdem danke ich meiner gesamten Familie für die aufbauenden Worte, die sie mir während des Studierens immer aufgebracht haben.

Einen herzlichen Dank spreche ich auch meinen lieben Studienkolleginnen und Freundinnen Eva, Birgit, Claudia, Julia und Monica aus, die mich mit Worten und Taten stets unterstützt haben.

Schließlich möchte ich mich bei Markus bedanken, der mir während meines gesamten Studiums immer hilfreich zu Seite gestanden ist.

Inhaltsverzeichnis	I
Liste der Abbildungen	V
Liste der Tabellen	IX
Liste der Abkürzungen	XV
1. Einleitung und Literaturübersicht	1
1.1. Antioxidantien allgemein	3
1.1.1 Lipidperoxidation	3
1.1.2 Einteilung der Antioxidantien	4
1.1.3 Regeln für den Gebrauch von Antioxidantien	4
1.1.4 Anforderungen an ein Antioxidans	5
1.1.5 Vitamin E	6
1.1.6 Vitamin C	6
1.1.7 Bestimmung der antioxidativen Aktivität	7
1.1.8 Gesundheitliche Auswirkungen von Antioxidantien	7
1.1.8.1 Antioxidantien und Immunfunktion	7
1.1.8.2 Antioxidantien und koronare Herzerkrankungen	8
1.1.8.3 Antioxidantien und Diabetes mellitus	8
1.2 Polyphenole	8
1.2.1 Struktur	9
1.2.2 Vorkommen der Polyphenole	9
1.2.3 Aufgaben der Polyphenole	9
1.2.4 Antikarzinogene Wirkung	10
1.3 Flavonoide	11
1.3.1 Struktur	11
1.3.2 Vorkommen der Flavonoide	11
1.3.3 Einteilung der Flavonoide	12
1.3.4 Anthocyane	12
1.3.5 Flavonole	12
1.3.6 Flavanone	13
1.3.7 Flavanole	13
1.3.7.1 Catechine	13
1.3.8 Dihydroflavonole	13
1.3.9 Isoflavonoide, Neoflavonoide	13
1.3.10 Flavonoide im Wein	13
1.3.10.1 Anthocyane in Weintrauben	14
1.3.10.2 Flavanole in Weintrauben	14
1.3.10.3 Flavonole in Weintrauben	14
1.3.11 Extraktion von Flavonoiden aus Weintrauben und Wein	15
1.3.12 Antioxidative Aktivität von Flavonoiden	15

1.4 Weinanbau in Österreich	16
1.4.1 Geschichte des Weinbaus in Österreich	16
1.4.2 Unterschiede zwischen wilder Rebe und Kulturrebe	18
1.4.3 Die Herstellung von Wein	19
1.4.3.1 Herstellung von Weißwein	19
1.4.3.2 Herstellung von Rotwein	19
1.4.4 Qualität des Weines	20
1.4.5 Zusammensetzung des Weines	20
1.4.6 Vitamine im Wein	21
1.4.7 Alkohol im Wein	21
1.4.8 Die Mainzer Weinstudie	21
1.4.9 Säuregehalt von Wein	21
1.4.10 Immunmodulatorische Wirkung	21
1.4.11 Französisches Paradoxon	22
1.4.12 Nebenprodukte der Weinherstellung	22
1.4.12.1 Weintraubentrester	22
1.4.12.2 Weinessig	22
1.4.12.3 Tresterbrand	23
1.4.12.4 Weinbrand	23
1.4.12.5 Hefebrand	23
1.4.12.6 Verjus	23
1.4.12.7 Most	23
1.4.12.8 Sturm	23
1.4.13 Das Burgenland	24
1.4.14 Der Uhdler	24
1.4.14.1 Riparia-Gruppe	25
1.4.14.2 Labruska-Gruppe	26
1.4.14.3 Erzeugnisse aus Uhdler	29
1.4.15 Der Zweigelt	30
1.4.16 Der Blaufränkische	30
1.5 Studien über den Polyphenolgehalt und die antioxidative Aktivität verschiedener Weinsorten	31
1.5.1 "Determination of Antioxidant Activity of Wine Byproducts and its Correlation with Polyphenolic Content"	31
1.5.2 "Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts"	32
1.5.3 "Polyphenols, anthocyanins, and trans-resveratrol in red wines from the Hungarian Villany region"	33
1.5.4 "Major Flavonoids in Grape Seeds and Skins: Antioxidant Capacity of Catechin, Epicatechin, and Gallic Acid"	35
1.5.5 "Antioxidant activities of five Chinese rice wines and the involvement of phenolic compounds"	36
1.5.6 "Polyphenol constituents and antioxidant activity of grape pomace extracts from five Sicilian red grape cultivars"	36

1.5.7 “Polyphenol Content and Total Antioxidant Activity of Vini Novelli (Young Red Wines)”	37
2. Problemstellung	38
3. Material und Methoden	39
3.1 Material	39
3.1.1 Uhudler Trester	39
3.1.2 Blaufränkisch Trester	40
3.1.3 Zweigelt Trester	40
3.1.4 Uhudler Kerne	41
3.1.5 Blaufränkisch Kerne	41
3.1.6 Uhudler Schalen	41
3.1.7 Vergleichsstandardsubstanzen	42
3.2 Methoden	42
3.2.1 Aufarbeitung der Proben	42
3.2.2 Auswertung	42
3.2.3 Extraktion der Proben	42
3.2.4 Bestimmung des Gesamtpolyphenolgehaltes nach Folin-Ciocalteu	43
3.2.5 Bestimmung des Gesamtflavonoidgehaltes mit Hilfe einer Quercetin-Eichgerade	45
3.2.6 Bestimmung des Gesamtflavonoidgehaltes mit Hilfe einer Rutin-Eichgerade	47
3.2.7 Bestimmung des Gehaltes an Proanthocyanidinen mittels Butanol-HCl-Assay	49
3.2.8 Bestimmung des Gehaltes an Catechinen mit Hilfe einer Catechin-Eichgerade	51
3.2.9 Bestimmung der antioxidativen Aktivität mittels DPPH-Methode	53
3.2.10 Bestimmung der antioxidativen Aktivität mittels FRAP-Methode	56
4. Versuchsergebnisse	58
4.1 Ausbeute nach der Lyophilisation	58
4.2 Ausbeute nach dem Trocknen	58
4.3 Extraktausbeuten	59
4.4 Gesamtpolyphenolgehalte	61
4.5 Gesamtflavonoidgehalte (Quercetin)	66
4.6 Gesamtflavonoidgehalte (Rutin)	71
4.7 Proanthocyanidingehalte	76
4.8 Catechingehalte	81

4.9 Antioxidative Aktivität (DPPH-Methode)	86
4.10 Antioxidative Aktivität (FRAP-Methode)	104
5. Diskussion der Versuchsergebnisse	117
5.1 Lyophilisationsausbeute/Trocknungsausbeute	117
5.2 Extraktausbeute	118
5.3 Gehalt an Gesamtpolyphenolen	118
5.4 Gehalt an Gesamtflavonoiden	119
5.5 Gehalt an Proanthocyanidinen	120
5.6 Gehalt an Catechinen	120
5.7 Antioxidative Aktivität	121
6. Conclusio	124
7. Zusammenfassung	125
8. Abstract	127
9. Literaturverzeichnis	129
10. Anhang: Curriculum vitae	

Liste der Abbildungen

Abb. 1: Struktur α -Tocopherol

Abb. 2: Struktur Vitamin C

Abb. 3: Struktur Phenol

Abb. 4: Struktur Quercetin

Abb. 5: Struktur Catechin

Abb. 6: Struktur Gallussäure

Abb. 7: Struktur Flavone

Abb. 8: Struktur Myricetin

Abb. 9: Struktur Kämpferol

Abb. 10: Struktur Rutin

Abb. 11: Die Weinbaugebiete Österreichs

Abb. 12: Struktur Resveratrol

Abb. 13: Aripa-Trauben

Abb. 14: Campbell-Early-Trauben

Abb. 15: Delaware-Trauben

Abb. 16: Concord-Trauben

Abb. 17: Noah-Trauben

Abb. 18: Elvira-Trauben

Abb. 19: Delaware-rot-Trauben

Abb. 20: Othella-Trauben

Abb. 21: Ripatella-Trauben

Abb. 22: Uhdler Trester getrocknet

Abb. 23: Blaufränkisch Trester getrocknet

Abb. 24: Zweigelt Trester getrocknet

Abb. 25: Uhdler Kerne getrocknet

Abb. 26: Uhudler Schalen getrocknet

Abb. 27: Graphische Darstellung der Extraktausbeuten von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

Abb. 28: Eichgerade für die Gesamtpolyphenolbestimmung nach Folin Ciocalteu

Abb. 29: Graphische Darstellung des Gehaltes an Gesamtpolyphenolen in mg/g Extrakt von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

Abb. 30: Eichgerade für die Gesamtflavonoidbestimmung (Quercetin)

Abb. 31: Graphische Darstellung des Gehaltes an Flavonoiden in mg/g Extrakt (Bezugssubstanz Quercetin) von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

Abb. 32: Eichgerade für die Gesamtflavonoidbestimmung (Rutin)

Abb. 33: Graphische Darstellung des Gehaltes an Flavonoiden in mg/g Extrakt (Bezugssubstanz Rutin) von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

Abb. 34: Eichgerade für die Proanthocyanidinbestimmung (Cyanidinchlorid)

Abb. 35: Graphische Darstellung des Gehaltes an Proanthocyanidinen in mg/g Extrakt von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

Abb. 36: Eichgerade für die Catechinbestimmung (Catechin)

Abb. 37: Graphische Darstellung des Gehaltes an Catechinen in mg/g Extrakt von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

Abb. 38: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Probe/g DPPH): Uhudler Trester

Abb. 39: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Probe/g DPPH): Uhudler Kerne

Abb. 40: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Probe/g DPPH): Uhudler Schalen

Abb. 41: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Probe/g DPPH): Blaufränkisch Trester

Abb. 42: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Probe/g DPPH): Blaufränkisch Kerne

Abb. 43: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Probe/g DPPH): Zweigelt Trester

Abb. 44: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Vergleichssubstanz/g DPPH): BHA

Abb. 45: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Vergleichssubstanz/g DPPH): BHT

Abb. 46: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Vergleichssubstanz /g DPPH): Ascorbylpalmitat

Abb. 47: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Vergleichssubstanz /g DPPH): Tocopherol

Abb. 48: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Bezugssubstanz/g DPPH): Trolox

Abb. 49: Graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität in Trolox-Äquivalenten von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

Abb. 50: Graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität in Trolox-Äquivalenten der Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat und Tocopherol

Abb. 51: Graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität in EC-50 Werten von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

Abb. 52: Graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität in EC-50 Werten der Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat und Tocopherol und der Bezugssubstanz Trolox

Abb. 53: Eichgerade zur Bestimmung der antioxidativen Aktivität ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

Abb. 54: Antioxidative Aktivität in Trolox-Äquivalenten von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester (FRAP)

Abb. 55: Antioxidative Aktivität in Trolox-Äquivalenten der Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat und Tocopherol

Abb. 56: Graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität in $\mu\text{M Fe}^{2+}/\text{mg}$ von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

Abb. 57: Graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität in $\mu\text{MFe}^{2+}/\text{mg}$ der Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat und Tocopherol und der Bezugssubstanz Trolox

Abb. 58: Graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität (EC 50-Wert, Trolox-Äquivalente, Fe^{2+}/mg) der zu untersuchenden Proben Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

Abb. 59: Graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität (EC 50-Wert, Trolox-Äquivalente, Fe^{2+}/mg) der zu untersuchenden Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat und Tocopherol, sowie der Bezugssubstanz Trolox

Liste der Tabellen

Tab. 1: Polyphenolgehalt des Tresters der Weinsorten Syrah, Tempranillo, Cabernet Sauvignon, Moscatel, Palomino in GAE/100 (mg/l) (Alonso et al.)

Tab. 2: Polyphenolgehalt der Stängel der Weinsorten Syrah, Tempranillo, Cabernet Sauvignon in GAE/100 (mg/l) (Alonso et al.)

Tab. 3: Antioxidative Aktivität des Tresters der Weinsorten Syrah, Tempranillo, Cabernet-Sauvignon, Moscatel, Palomino in Trolox-Äquivalenten (mM) (Alonso et al.)

Tab. 4: Antioxidative Aktivität der Stängel der Weinsorten Syrah, Tempranillo, Cabernet-Sauvignon in Trolox-Äquivalenten (mM) (Alonso et al.)

Tab. 5: Gesamtphenole, Flavonoide, Anthocyane, Proanthocyanidine, freie Anthocyane, kondensierte Tannine in Kernen, Trester und Schalen der Sorte Negro amaro (Negro et al.)

Tab. 6: Antioxidative Aktivität der Kerne, Trester und Schalen der Sorte Negro Amaro, sowie von BHT (Negro et al.)

Tab. 7: Polyphenole (Gallussäure mg/l) und Polyphenole (Quercetin mg/l) der Weinsorten Cabernet franc, Cabernet-Sauvignon, Cabernet sau, Cuvee, Kadarko, Kekfrankos, Merlot, Zweigelt (Pour Nikfardjam et al.)

Tab. 8: Polyphenole (Catechin mg/l) und Polyphenole (Rutin mg/l) der Weinsorten Cabernet franc, Cabernet-Sauvignon, Cabernet sau, Cuvee, Kadarko, Kekfrankos, Merlot, Zweigelt (Pour Nikfardjam et al.)

Tab. 9: Polyphenole (Gallussäure mg/100g) der Kerne und Schalen der Weinsorten Muscadine, Chardonnay, Merlot (Yilmaz et al.)

Tab. 10: Polyphenole (Catechin mg/100g) der Kerne und Schalen der Weinsorten Muscadine, Chardonnay, Merlot (Yilmaz et al.)

Tab. 11: Polyphenole (Epicatechin mg/100g) der Kerne und Schalen der Weinsorten Muscadine, Chardonnay, Merlot (Yilmaz et al.)

Tab. 12: Peroxyl radical scavenging capacity von Resveratrol, Catechin, Epicatechin, Gallocatechin, Gallussäure, Ellagsäure (Yilmaz et al.)

Tab. 13: Gesamtphenole (Gallussäure, Quercetin) der Weinsorten Guyuelongshan, Hongqu, Shousheng, Foshou, Nuomi (Que et al.)

Tab. 14: Antioxidative Aktivität (DPPH, TEAC) der Weinsorten Nero d'Avola, Nerello Mascalese, Nerello Cappuccio, Frappato, Cabernet-Sauvignon (Ruberto et al.)

Tab. 15: Gesamtpolyphenole, Gesamtflavanole, totale antioxidative Aktivität acht junger Rotweine (Pellegrini et al.)

Tab. 16: Uhdler Trester (Gesamtpolyphenole) Absorptionen bei verschiedenen Konzentrationen

Tab. 17: Uhdler Trester (Gesamtflavonoide/Quercetin) Absorptionen bei verschiedenen Konzentrationen

Tab. 18: Uhdler Trester (Gesamtflavonoide/Rutin) Absorptionen bei verschiedenen Konzentrationen

Tab. 19: Uhdler Trester (Proanthocyanidine) Absorptionen bei verschiedenen Konzentrationen

Tab. 20: Uhdler Trester (Catechine) Absorptionen bei verschiedenen Konzentrationen

Tab. 21: Uhdler Trester (DPPH) Absorptionen bei verschiedenen Konzentrationen

Tab. 22: Uhdler Trester (FRAP) Absorptionen bei verschiedenen Konzentrationen

Tab. 23: Ausbeute in g und H₂O-Gehalt in % von Uhdler Trester 1, Uhdler Trester 2, Blaufränkisch Trester 1, Blaufränkisch Trester 2, Blaufränkisch Kerne 1, Blaufränkisch Kerne 2 nach der Lyophilisation

Tab. 24: Ausbeute in g von Uhdler Kerne, Uhdler Schalen, Zweigelt Trester: nach dem Trocknen

Tab. 25: Ausbeute in % und Arbeitsmethodik zur Trocknung von Uhdler Trester, Uhdler Kerne, Uhdler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

Tab. 26: Ausbeute in g von Uhdler Trester, Uhdler Kerne, Uhdler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne, Zweigelt Trester: Ausbeute nach der Extraktion

Tab. 27: Extraktionsausbeuten von Uhdler Trester, Uhdler Kerne, Uhdler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester in %

Tab. 28: Extinktionswerte E der Eichkurve (Gallussäure)

Tab. 29: Gesamtpolyphenolgehalt Uhdler Trester

Tab. 30: Gesamtpolyphenolgehalt: Uhdler Kerne

Tab. 31: Gesamtpolyphenolgehalt: Uhdler Schalen

Tab. 32: Gesamtpolyphenolgehalt: Blaufränkisch Trester

Tab. 33: Gesamtpolyphenolgehalt: Blaufränkisch Kerne

Tab. 34: Gesamtpolyphenolgehalt: Zweigelt Trester

Tab. 35: Gesamtpolyphenolgehalt in mg/g Extrakt von Uhdler Trester, Uhdler Kerne, Uhdler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne, Zweigelt Trester

Tab. 36: Extinktionswerte E der Eichkurve (Quercetin)

Tab. 37: Gesamtflavonoidgehalt (Quercetin): Uhdler Trester

Tab. 38: Gesamtflavonoidgehalt (Quercetin): Uhdler Kerne

Tab. 39: Gesamtflavonoidgehalt (Quercetin): Uhdler Schalen

Tab. 40: Gesamtflavonoidgehalt (Quercetin): Blaufränkisch Trester

Tab. 41: Gesamtflavonoidgehalt (Quercetin): Blaufränkisch Kerne

Tab. 42: Gesamtflavonoidgehalt (Quercetin): Zweigelt Trester

Tab. 43: Gesamtflavonoidgehalt (Bezugssubstanz Quercetin) in mg/g Extrakt von Uhdler Trester, Uhdler Kerne, Uhdler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne, Zweigelt Trester

Tab. 44: Extinktionswerte E der Eichkurve (Rutin)

Tab. 45: Gesamtflavonoidgehalt (Rutin): Uhdler Trester

Tab. 46: Gesamtflavonoidgehalt (Rutin): Uhdler Kerne

Tab. 47: Gesamtflavonoidgehalt (Rutin): Uhdler Schalen

Tab. 48: Gesamtflavonoidgehalt (Rutin): Blaufränkisch Trester

Tab. 49: Gesamtflavonoidgehalt (Rutin): Blaufränkisch Kerne

Tab. 50: Gesamtflavonoidgehalt (Rutin): Zweigelt Trester

Tab. 51: Gesamtflavonoidgehalt (Bezugssubstanz Rutin) in mg/g Extrakt von Uhdler Trester, Uhdler Kerne, Uhdler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne, Zweigelt Trester

Tab. 52: Extinktionswerte E der Eichkurve (Cyanidinchlorid)

- Tab. 53: Proanthocyanidingehalt: Uhudler Trester
- Tab. 54: Proanthocyanidingehalt: Uhudler Kerne
- Tab. 55: Proanthocyanidingehalt: Uhudler Schalen
- Tab. 56: Proanthocyanidingehalt: Blaufränkisch Trester
- Tab. 57: Proanthocyanidingehalt: Blaufränkisch Kerne
- Tab. 58: Proanthocyanidingehalt: Zweigelt Trester
- Tab. 59: Proanthocyanidingehalt in mg/g Extrakt von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne, Zweigelt Trester
- Tab. 60: Extinktionswerte E der Eichkurve (Catechin)
- Tab. 61: Catechingehalt Uhudler Trester
- Tab. 62: Catechingehalt: Uhudler Kerne
- Tab. 63: Catechingehalt: Uhudler Schalen
- Tab. 64: Catechingehalt: Blaufränkisch Trester
- Tab. 65: Catechingehalt: Blaufränkisch Kerne
- Tab. 66: Catechingehalt: Zweigelt Trester
- Tab. 67: Catechingehalt in mg/g Extrakt von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne, Zweigelt Trester
- Tab. 68: Bestimmung der antioxidativen Aktivität: g Probe/g DPPH, umgesetztes % DPPH: Uhudler Trester
- Tab. 69: Antioxidative Aktivität (DPPH): Uhudler Trester
- Tab. 70: Bestimmung der antioxidativen Aktivität: g Probe/g DPPH, umgesetztes % DPPH: Uhudler Kerne
- Tab. 71: Antioxidative Aktivität (DPPH): Uhudler Kerne
- Tab. 72: Bestimmung der antioxidativen Aktivität: g Probe/g DPPH, umgesetztes % DPPH: Uhudler Schalen
- Tab. 73: Antioxidative Aktivität (DPPH): Uhudler Schalen

Tab. 74: Bestimmung der antioxidativen Aktivität: g Probe/g DPPH, umgesetztes % DPPH: Blaufränkisch Trester

Tab. 75: Antioxidative Aktivität (DPPH): Blaufränkisch Trester

Tab. 76: Bestimmung der antioxidativen Aktivität: g Probe/g DPPH, umgesetztes % DPPH: Blaufränkisch Kerne

Tab. 77: Antioxidative Aktivität (DPPH): Blaufränkisch Kerne

Tab. 78: Bestimmung der antioxidativen Aktivität: g Probe/g DPPH, umgesetztes % DPPH: Zweigelt Trester

Tab. 79: Antioxidative Aktivität (DPPH): Zweigelt Trester

Tab. 80: Bestimmung der antioxidativen Aktivität: g Vergleichssubstanz/g DPPH, umgesetztes % DPPH: BHA

Tab. 81: Antioxidative Aktivität (DPPH): BHA

Tab. 82: Bestimmung der antioxidativen Aktivität: g Vergleichssubstanz /g DPPH, umgesetztes % DPPH: BHT

Tab. 83: Antioxidative Aktivität (DPPH): BHT

Tab. 84: Bestimmung der antioxidativen Aktivität: g Vergleichssubstanz /g DPPH, umgesetztes % DPPH: Ascorbylpalmitat

Tab. 85: Antioxidative Aktivität (DPPH): Ascorbylpalmitat

Tab. 86: Bestimmung der antioxidativen Aktivität: g Vergleichssubstanz /g DPPH, umgesetztes % DPPH: Tocopherol

Tab. 87: Antioxidative Aktivität (DPPH): Tocopherol

Tab. 88: Bestimmung der antioxidativen Aktivität: g Bezugssubstanz/g DPPH, umgesetztes % DPPH: Trolox

Tab. 89: Antioxidative Aktivität (DPPH): Trolox

Tab. 90: AA (DPPH) der zu untersuchenden Extrakte und Vergleichssubstanzen als EC-50 Wert und in Trolox-Äquivalenten

Tab. 91: Extinktionswerte E der Eichkurve ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

Tab. 92: Antioxidative Aktivität (FRAP): Uhudler Trester

Tab. 93: Antioxidative Aktivität (FRAP): Uhudler Kerne

- Tab. 94: Antioxidative Aktivität (FRAP): Uhudler Schalen
- Tab. 95: Antioxidative Aktivität (FRAP): Blaufränkisch Trester
- Tab. 96: Antioxidative Aktivität (FRAP): Blaufränkisch Kerne
- Tab. 97: Antioxidative Aktivität (FRAP): Zweigelt Trester
- Tab. 98: Antioxidative Aktivität (FRAP): BHA
- Tab. 99: Antioxidative Aktivität (FRAP): BHT
- Tab. 100: Antioxidative Aktivität (FRAP): Ascorbylpalmitat
- Tab. 101: Antioxidative Aktivität (FRAP): Tocopherol
- Tab. 102: Antioxidative Aktivität (FRAP): Trolox
- Tab. 103: AA (FRAP) der zu untersuchenden Extrakte und Vergleichssubstanzen in Trolox-Äquivalenten
- Tab. 104: Wassergehalt (%), Extraktausbeute (w/w%), Gesamtpolyphenole (mg/g), Flavonoide [Quercetin (mg/g)], Flavonoide [Rutin (mg/g)], Proanthocyanidine (mg/g), Catechine (mg/g) von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester
- Tab. 105: Antioxidative Aktivität in Trolox-Äquivalenten und EC-50 (DPPH), sowie in Trolox-Äquivalenten (FRAP) der zu untersuchenden Extrakte und Vergleichssubstanzen

Liste der Abkürzungen

AA: Antioxidative Aktivität

Abb.: Abbildung

ABS: Absorption

ABTS+: Diammonium-2,2'-azinobis-(3-ethylenbenzthiazolin-6-sulfonsäure)

ADI: acceptable daily intake

Aids: acquired immunodeficiency syndrome

AlCl₃: Aluminiumchlorid

AlCl₃·6H₂O: Aluminiumchlorid-Hexahydrat

Antiox.: Antioxidans

BHA: Butylhydroxyanisol

BHT: Butylhydroxytoluol

bzw.: beziehungsweise

c: Konzentration

ca.: zirka

CE: Calvin-Equivalent

CyE: Cyanidinchloride-equivalents

DAC: Dimethylaminocinnamaldehyd

DM: dry mass

DPPH: 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl

E: Extinktion

EC 50: mittlere effektive Konzentration

effekt.: effektiv

FeCl₃·6H₂O: Eisenchlorid-Hexahydrat

FRAP: ferric reducing antioxidant power

g: Gramm

GA: gallic acid

GAE: gallic acid equivalent

H₂O₂: Wasserstoffperoxid

HCl: Salzsäure

HDL: high density lipoprotein

HIV: humane immunodeficiency virus

hl: Hektoliter

HPLC: high pressure liquid chromatography

K⁺: Kalium

KG: Körpergewicht

kg: Kilogramm

l: Liter

LDL: low density lipoproteins

M: molar

ME: Malvin equivalent

mg: Milligramm

ml: Milliliter

mM: Millimolar

n. Chr.: nach Christus

Na₂CO₃: Natriumcarbonat

NaOH: Natriumhydroxid

NH₄Fe(SO₄)₂·12H₂O: Ammoniumeisen(III)-sulfat-12-hydrat

nm: Nanometer

O₂: Sauerstoff

O₂[•]: Sauerstoff-Radikal

OH[•]: Hydroxyl-Radikal

PC: personal computer

PGI₂: Prostaglandin 2

ppm: parts per million

PK: Probenkonzentration

RNS: Reaktive Stickstoff-Spezies

ROS: reactive oxygen species

RP-HPLC: reverse phase high pressure liquid chromatographie

SC50: Konzentration an Probe, bei der 50% der DPPH-Radikale ab- gefangen werden

TAA: total antioxidant activity

Tab.: Tabelle

TE: Trolox-equivalent

TEAC: Trolox-equivalent antioxidant capacity

TPTZ: 2,4,6-Tri(2-pyridyl)-s-triazin

Trolox-Äqu.: Trolox-Äquivalent

TS: Trockensubstanz

umges.: umgesetzt

UV: Ultraviolett

UV-vis: Ultraviolett-visible

z. B. zum Beispiel

µg: Mikrogramm

µMol: Mikromol

µl: Mikroliter

°C: Grad Celsius

σ: Standardabweichung

%: Prozent

α : alpha

β : beta

γ : gamma

δ : delta

1.EINLEITUNG UND LITERATURÜBERSICHT

Wein erfreut sich in Österreich großer Beliebtheit. Den meisten Lebensmittelkonsumenten ist allerdings nicht bewusst, dass auch die Nebenprodukte der Weinherstellung zur Nahrungsaufnahme verwendet werden können. Denn besonders diese Produkte (Weintraubentrester, Weintraubenkerne, Weintraubenschalen), die auch gern als „Abfall“ bezeichnet werden, können besonders große Mengen an gesundheitsfördernden Stoffen, wie Flavonoide enthalten. Weintrauben der kultivierten Rebe *Vitis vinifera* zählen zu den weltweit am meisten vermarkteten Früchten. Jährlich werden etwa 58 Millionen Tonnen Weintrauben produziert [1]. Die „Abfälle“ der Weinherstellung, zu denen der Treber bzw. Trester und Stängel zählen, [2] gewinnen heutzutage immer mehr an Bedeutung, da sie besonders reich an Polyphenolen sind. Diese Inhaltsstoffe wirken antioxidativ und sind aufgrund der gesundheitsfördernden Wirkung als funktionelles Lebensmittel in der Ernährung des Menschen als sehr interessant zu bewerten. Polyphenole zählen zu einer sehr wichtigen Gruppe der sekundären Pflanzenstoffe und besitzen nicht nur eine besondere Rolle im Schutz von Pflanzen vor Pilzen und UV-Schädigungen, sondern auch im Hinblick auf äußerst positive Effekte auf die Gesundheit des menschlichen Körpers [3]. Die gesundheitsfördernden Wirkungen dieser Polyphenole beruhen auf ihren antioxidativen Eigenschaften. Das heißt, sie sind in der Lage, verschiedene freie Radikale abzufangen, und somit die biologischen Moleküle vor Oxidationen zu schützen [4]. Vor allem in den letzten Jahren stieg das Interesse an Antioxidantien, die in der täglichen Ernährung Anwendung finden können, enorm an. Eine besondere Gruppe der Polyphenole, die Flavonoide, stellen dabei eine wichtige Gruppe von Antioxidantien dar. Flavonoide findet man in Früchten, Gemüse und Produkten dieser, wie Weine, Säfte und auch Bier [5]. Daher sollten diese Nebenprodukte der Weinherstellung nicht länger als Abfälle bezeichnet werden, sondern mehr in die Ernährung des Menschen integriert werden. Die Weinsorte Uhudler ist ein Direktträgerwein und wird unter Anderem aus den unveredelten Edelrebsorten Noah Grün, Othello Blau, Isabella, Elvira und Concord hergestellt [6]. Er wird regional ausschließlich im Süden des Burgenlandes angebaut.

Ziel dieser Arbeit war es, den Gehalt an polyphenolischen Inhaltsstoffen, sowie auch die antioxidative Aktivität des Weintraubentresters, der Weintraubenkerne und der Weintraubenschalen der Weinsorte Uhudler aufzuzeigen. Der Weintraubentrester entsteht während der Weinproduktion durch das Pressen der Weintrauben. Er besteht aus Weintraubenschalen, Weintraubenkernen, sowie den Stielen der Weintrauben. Da der Trester besonders reich an Polyphenolen ist, ist die Einführung dessen als funktionelles Lebensmittel als besonders interessant zu bewerten, und gewinnt auch eine steigende Bedeutung als gesundheitsförderndes Nahrungsergänzungsmittel. Die Ergebnisse der Versuchsdurchführungen sollten mit den

Versuchsergebnissen der Weinsorten Zweigelt und Blaufränkisch verglichen werden, um damit die gesundheitlichen Vorteile dieses Direktträgerweines zu bewerten.

1.1. Antioxidantien allgemein

Antioxidantien, auch als Radikalfänger oder Scavenger bezeichnet, sind verschiedene Stoffe, die durch Radikale verursachte Reaktionen vermindern oder aber auch beseitigen können [7].

Freie Radikale sind Sauerstoffverbindungen, denen 1 Elektron fehlt. Das fehlende Elektron versuchen sie aus den Körperzellen zu erlangen. Dadurch werden die Zellen geschädigt oder auch zerstört. Diesen Vorgang bezeichnet man auch als Oxidation [8].

Freie Radikale und ROS werden entweder durch äußere Einflüsse, wie eine unausgewogene Ernährung, Rauchen, Überanstrengungen Lebensmittelkontaminationen und bestimmte Umwelteinflüsse produziert, oder endogen synthetisiert [9]. Daher ist es sehr wichtig unseren Körper vor freien Radikalen zu schützen.

1.1.1 Lipidperoxidation

Die Lipidoxidation wird initiiert durch oxidativen Stress, der durch exogene Faktoren, wie Zigarettenrauch, UV- Strahlung, exzessiver Alkoholgebrauch oder durch eine verbesserte endogene Produktion von ROS, als beispielsweise eine Folge von Entzündungen, entsteht. Sie ist eine Kettenreaktion, die LDL- Partikel zerstören kann [10]. Die Oxidation von Lipiden kann durch Radikale wie Hydroxyl- oder Superoxid-Radikale eingeleitet werden. Dadurch kann eine Kettenreaktion ausgelöst werden. Den Polyenfettsäuren wird ein Wasserstoff-Atom entzogen und somit entstehen Radikale. Durch die Aufnahme von Sauerstoff bilden diese Peroxyl-Radikale. Diese Peroxyl-Radikale entfernen von weiteren Fettsäuren Wasserstoff-Atome. Dadurch bilden sich neue Fettsäure-Radikale und Hydroperoxide. Eines der Endprodukte der Lipidperoxidation ist Malondialdehyd. Dieses kann man zur Bestimmung des Oxidationsausmaßes verwenden [11].

Stufen der Lipidoxidation: [12]

- | | |
|----------------|--|
| 1. Einleitung | $LH + O_2 \rightarrow L^\circ + HOO^\circ$ |
| 2. Übertragung | $L^\circ + O_2 \rightarrow LO_2^\circ$
$LO_2^\circ + LH \rightarrow LOOH + L^\circ$ |
| 3. Beendigung | $LO_2^\circ + LO_2^\circ \rightarrow$ verschiedene Produkte
$L^\circ + LO_2^\circ \rightarrow L-O-O-L$
$L^\circ + L^\circ \rightarrow L-L$ |

Wirkungsweise von Antioxidantien anhand des Vitamin E [11]



Es ist möglich ca. 90% der Peroxyl-Radikale abzufangen.

Die Lipidoxidation entsteht immer, wenn Fette Sauerstoff ausgesetzt sind. Lediglich Fettsäuren mit mehr als einer Doppelbindung unterlaufen einer rapiden Autoxidation. [13]

1.1.2 Einteilung der Antioxidantien [7]

Nach BORS [7] kann man die Mechanismen, die für die antioxidativen Wirkungen zuständig sind, in sechs Reaktionstypen einteilen:

- Das Abfangen von Radikalen und die daraus folgende Entstehung von neuen Radikalen
- Das Reagieren von Radikalen untereinander und die daraus entstehende Bildung von stabilen Endprodukten
- Die Oxidation oder Reduktion der Radikale mittels Elektronentransfer, sodass stabile Endprodukte entstehen
- Die Komplexierung oder auch Chelatierung von Metallionen, damit die radikalische Schädigung der Hydroperoxide nicht stattfinden kann
- Die enzymatische Reduktion der Hydroperoxide zu Alkoholen
- Die Induktion und Steigerung der Aktivität von detoxifizierenden Enzymen

Antioxidantien lassen sich auch in enzymatische und nicht enzymatische Antioxidantien unterteilen:

Zu den nicht enzymatischen Antioxidantien zählen unter anderem die Vitamine (Vitamin A, Vitamin E und deren Derivate, Vitamin C, β -Carotin und deren Derivate), Flavonoide, Phenolsäuren, Anthocyane, Tannine, Lignane, Mannit, Ellagsäure, Hydroxyterpene, Phenolester, Sesamolderivate, Harnsäure, L-Cystein, Taurin, L-Methionin, Selenomethionin, Coenzym Q, reduziertes Glutathion und Glutathionderivate, synthetische Antioxidantien (BHA, BHT, N,N-Diphenyl-p-Phenylendiamin, Ethoxyquin, Tetramethyl-p-phenylendiamin), synthetische Medikamente (Heterozyklen, Dimethylsulfoxid).

Zu den enzymatischen Antioxidantien gehören die Superoxid-Dismutasen, Katalasen, Peroxidasen, Enzyme des Glutathionsystems, sowie Enzyme zur Bereitstellung der Reduktionsäquivalente.

1.1.3 Regeln für den Gebrauch von Antioxidantien [14]

Antioxidantien können Oxidationen hemmen oder sie auch verzögern. Allerdings können Antioxidantien ein bereits oxidiertes Produkt nicht mehr verbessern. Oxidationen benötigen Sauerstoff und die Reaktionen müssen durch Energiezufuhr eingeleitet werden.

Infolgedessen ist es besonders wichtig:

- Die exogenen Aktivatoren der Oxidation zu minimieren: kühle Lagerung und Schutz vor unnötigem Licht, vor allem vor UV-Licht
- Die endogenen Aktivatoren der Oxidation zu eliminieren: Vermeidung oder Reduzierung von Metallspuren, Peroxiden und Phytinpigmenten
- Die Eliminierung des Sauerstoffes, soweit dies im Bereich des Möglichen liegt
- Die Benutzung von Packmaterialien

Antioxidantien, wie Vitamin E, Vitamin C und Carotinoide, können freie Radikale neutralisieren und die LDL-Oxidation hemmen. Somit kann das Risiko einer koronaren Herzerkrankung vermindert werden [15].

Der Organismus besitzt selbst auch einige Mechanismen um Radikale abwehren zu können. Hierzu werden die Katalase, Glutathionperoxidase, Superoxiddismutase, Glutathion und Harnsäure gezählt [16]. Außerdem als Antioxidantien wirksam sind einige sekundäre Pflanzenstoffe, wie z.B. Polyphenole, Phytinsäure und Allicin, das man im Knoblauch findet [17]. Antioxidativ wirksam sind ebenfalls Zink und Selen, die zu den Spurenelementen gezählt werden [8].

Es konnte nachgewiesen werden, dass Zink in vitro protektiv auf Thiolgruppen wirkt. Ebenfalls wurde eine Reduzierung von Malondialdehyd, sowie weiterer konjugierter Dien-Verbindungen und eine Vorbeugung der OH[•]- und O₂[•] Produktion nachgewiesen. Selen ist ein Bestandteil der Glutathionperoxidase und wirkt somit ebenfalls protektiv gegenüber oxidativer Schädigungen. Sowohl Selen als auch Vitamine, die antioxidative Wirkungen haben, sind effektive Stimulatoren der zellulären und humoralen Immunität [11].

Antioxidantien, die den Lebensmitteln zugesetzt werden dürfen, sind Ascorbate, Lactate, Citrate, Zitronensäureester, Lecithine, Orthophosphate, Palmitoyl-Ascorbinsäure, Tocopherole, Tartrate, L-Ascorbinsäure, natürliche Extrakte mit Tocopherolen, Zitronensäure, Milchsäure, L(+)-Weinsäure und synthetisches α -Tocopherol. Einigen bestimmten Lebensmitteln dürfen in einer definierten Menge Gallate, Butylhydroxytoluol (BHT) und Butylhydroxyanisol (BHA) zugesetzt werden. Diese synthetischen Stoffe werden mit Ausnahme von BHT Suppen, Kartoffelprodukten, Kartoffeltrockenerzeugnissen, Brühen, Knabberprodukten aus Getreide, Marzipan und Aromen zugesetzt. In Tierversuchen konnte festgestellt werden, dass BHA eine krebsschutzprotektive Wirkung hat, sofern BHA vor den Karzinogenen verabreicht wurde [18]. Alle Antioxidantien, die einem Lebensmittel zugesetzt werden dürfen, sind in der Lebensmittel-Verordnung aufgelistet.

1.1.4 Anforderungen an ein Antioxidans [14]

1. Es sollte sich keinesfalls toxisch auf den Konsumenten auswirken
2. Es sollte schon in geringen Konzentration wirksam sein
3. Es sollte das Lebensmittel sensorisch nicht negativ beeinflussen
4. Es sollte kompatibel mit dem Substrat sein

1.1.5 Vitamin E

Vitamin E kann vom menschlichen Körper nicht selbst synthetisiert werden und ist daher ein essentielles Vitamin, das mit der Nahrung zugeführt werden muss [19]. Dieses Vitamin lässt sich in Tocopherol α , β , γ , δ , sowie Tocotrienole einteilen. Grundstruktur ist das 2-Methyl-6-Hydroxy-Chroman, das mit einer Phytyl-Seitenkette verbunden ist. [11]

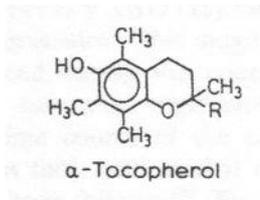


Abb. 1: Struktur: α -Tocopherol [14]

Mit der Nahrung werden hauptsächlich α -, und γ -Tocopherole aufgenommen. Mit zunehmender Dosis vermindert sich die Rate der Absorption. Gespeichert wird Vitamin E vorwiegend im Fettgewebe und in den Nebennieren. Die Menge an Vitamin E, die im erwachsenen Körper gespeichert wird, beträgt 3,4-8,0g. Vitamin E ist ein sehr wichtiger fettlöslicher Radikalfänger. Es besitzt eine radikalkettenabbrechende Funktion und kann somit mehrfach ungesättigte Fettsäuren vor der Oxidation schützen. Im LDL-Partikel ist Vitamin E ebenfalls ein sehr wichtiges Antioxidans. Es kann die LDL-Oxidation vermindern. Außerdem wirkt es sich protektiv auf das Nervensystem aus [11]. Vitamin E befindet sich vor allem in Kernen, Weizenhefe, Nüssen, Erdnüssen, Süßkartoffeln, Margarine und Avocados [20]. Der Bedarf an Vitamin E für den Menschen ist eng verbunden mit der Aufnahme von ungesättigten Fettsäuren. Das Vitamin wird beim Schutz vor Peroxidation verbraucht. Daher muss bei vermehrtem Verzehr von ungesättigten Fettsäuren eine größere Menge an Vitamin E dem Körper zugeführt werden [16]. Der Grundbedarf eines Erwachsenen muss 4mg α -Tocopherol pro Tag betragen, um ihn vor einer vermehrten Lipidoxidation zu schützen. Wenn man den Grundbedarf und die Empfehlungen für die Aufnahme von essentiellen Fettsäuren addiert, erhält man eine angemessene Zufuhr von 6,0-8,0mg Tocopherol-Äquivalenten täglich [21].

1.1.6 Vitamin C

Vitamin C steht für die gesamten Bestandteile, welche die Aktivität der Ascorbinsäure durchführen. Bei Ascorbinsäure handelt es sich um einen einfachen Zucker, der eine weiße kristalline Form hat [11].

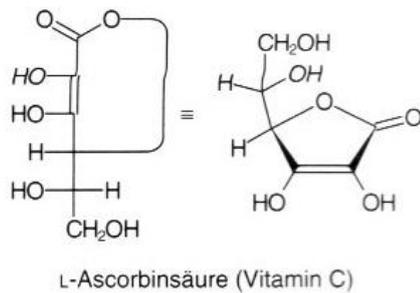


Abb. 2: Struktur Vitamin C [22]

Täglich werden bis zu 180mg Vitamin C aufgenommen. Davon werden etwa 80-90% absorbiert. Ca. 1500mg werden im menschlichen Körper gespeichert. Wichtige Speicher sind die Hypophyse, Pankreas, Milz, Leber, Nebenniere, Augenlinse und vor allem das Gehirn. Vitamin C stellt wohl das wichtigste Antioxidans dar. Es ist ein bedeutender Radikalfänger von Hypochlorsäure, Superoxid, H_2O_2 , O_2 , Hydroxyl-Radikalen und weiteren reaktiven Stoffen [11]. Vitamin C ist enthalten in Zitrusfrüchten, Brokkoli, Erdbeeren, Kartoffeln, grünem Pfeffer, Kiwi, Salat, Rotkohl Papaya, Kohlrabi und Pfirsichen [20]. Die Olive ist eine von wenigen Früchten, die zwar kein Vitamin C enthalten, aber große Mengen an fettlöslichen Phenolen aufweisen [23].

1.1.7 Bestimmung der antioxidativen Aktivität

Es gibt verschiedene Methoden, um die in vitro antioxidative Aktivität von isolierten Komponenten, Mischungen von Komponenten, biologische Fluiden und Geweben zu evaluieren. Beispiele wären chemische Methoden, oder Methoden wie ABTS+ und DPPH. Es gibt auch chemische Methoden, die auf das Abfangen von ROS und RNS basieren. Eine weitere Methode ist die FRAP-Methode kurz für ferric reducing/antioxidant power method [5]. Die DPPH-Methode beruht auf der Abnahme des freien Radikals 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyls. Diese Abnahme kann mit Hilfe eines Photometers beobachtet werden [59]. Das Prinzip der FRAP-Methode geht aus der Reduktion eines Eisen-Tripyridyltriazin-Komplexes zur eisenhaltigen, färbigen Form in der Anwesenheit von Antioxidantien hervor [60].

1.1.8 Gesundheitliche Auswirkungen von Antioxidantien [15]

1.1.8.1 Antioxidantien und Immunfunktion

Antioxidantien sind in der Lage die Immunantwort zu vergrößern. Das geschieht, indem sie die Menge an freien Radikalen in den Zellen überwachen. Es konnte auch herausgefunden werden, dass eine Supplementation von Vitamin C und Vitamin E

die reduzierten chemotaktischen und bakteriziden Aktivitäten von Neutrophilen bei Menschen mit einer vererbten Störung der Phagozytose normalisieren können. Bei HIV-infizierten Menschen konnte ein niedrigerer Plasma Vitamin E Spiegel als bei einer Kontrollgruppe nachgewiesen werden. Durch die Gabe von Vitamin E Supplementen kann das Fortschreiten zu Aids bei HIV-positiven Patienten verlangsamt werden.

1.1.8.2 Antioxidantien und koronare Herzerkrankungen [15]

Kardiovaskuläre Erkrankungen sind wohl eine der häufigsten Todesursachen in den Industrieländern. Dabei steht die zelluläre Zerstörung durch freie Radikale an oberer Stelle. Antioxidantien, wie Vitamin E, Vitamin C und Carotinoide besitzen die Fähigkeit diese freien Radikale zu neutralisieren, die LDL-Oxidation zu hemmen, und vermindern somit das Risiko eine koronare Herzerkrankung zu erleiden.

1.1.8.3 Antioxidantien und Diabetes mellitus [24]

Aus mehreren Studien geht hervor, dass Vitamin E unterschiedliche zelluläre Abläufe hemmt, die an der Entstehung von diabetischen Komplikationen der Gefäße beteiligt sind. Vitamin E und andere Fänger des oxidativen Stresses wirken folgenderweise protektiv:

- Hemmung der Lipidperoxidation
- Hemmung der LDL-Oxidation
- Steigerung des antioxidativen Potentials
- Hemmung der Aktivierung von Blutplättchen
- Hemmung der Glykosylierung
- Steigerung der PGI₂-Synthese

Es gibt viele Beweise dafür, dass Vitamin E protektiv auf die Blutplättchen und das Endothel wirkt. Außerdem vermindert es die zytotoxischen Auswirkungen von oxidierten Lipoproteinen. Dadurch wird das Risiko einer Thromboembolie für den Diabetiker verringert. Allerdings ist es nötig längerfristig kontrollierte klinische Studien durchzuführen, um die bisherigen Daten zu festigen.

1.2 Polyphenole

Polyphenole werden zu den Antioxidantien gezählt, weil sie freie Radikale abfangen können und somit biologische Moleküle vor Oxidation schützen können [4]. Phenole zählen zu den sekundären Pflanzenstoffen. Dabei sind eine oder aber auch mehrere Hydroxy-Gruppen oder deren Derivate mit einem aromatischen Ring verbunden [25]. Die phenolischen Komponenten können in zwei Untergruppen unterteilt werden. Dies sind im Wein zum Einen die Flavonoide, wie Flavan-3-ole, Quercetin und Anthocyane und zum Anderen die Nicht-Flavonoide, wie Hydroxybenzoate,

Hydroxycinnamate und Stilbene [26]. Im Allgemeinen handelt es sich bei Polyphenolen um Substanzen mit der Grundstruktur eines Phenols [27].

1.2.1 Struktur [22]



Abb. 3: Struktur Phenol

1.2.2 Vorkommen der Polyphenole [28]

Polyphenole sind verschiedene Stoffe, die eine ähnliche chemische Grundstruktur besitzen. Zu den wichtigsten Polyphenolen zählen die Flavonoide, die Phytoöstrogene und die Phenolsäuren. Das in den Pflanzen am meisten vorkommende Flavonoid ist das Quercetin. Dieses findet man in Grünkohl, Äpfeln oder aber auch Zwiebeln. Es bedingt die gelbe Färbung dieser Gemüse- und Obstsorten. Anthocyane rufen eine blau-violette Färbung der Pflanzen hervor, wie es bei roten Trauben, Auberginen, Heidelbeeren und Kirschen der Fall ist. Den Anthocyanen verdankt der Rotwein seinen guten Ruf. In Pflanzen befinden sich die Polyphenole in den Zellen der Randschichten. Sie schützen die Pflanzen vor oxidativer Schädigung.

1.2.3 Aufgaben der Polyphenole

Um Lebensmittel vor dem Verderb zu schützen werden oft kleine Mengen phenolischer Verbindungen zugesetzt, da diese eine besonders gute Wirkung als Antioxidantien aufweisen. Sie können gefährliche Radikale, wie Sauerstoff, rasch beseitigen [25]. Polyphenole schützen den menschlichen Körper vor Mikroorganismen, können Krebs vorbeugen und wirken außerdem schützend auf das Herz-Kreislauf-System. Besonders die Flavonoide wirken sich positiv auf das Herz aus. Sie schützen die Gefäße vor LDL-Cholesterin [28].

1.2.4 Antikarzinogene Wirkung

Eine antikarzinogene Wirkung kann folgenden Substanzen zugeschrieben werden:

Quercetin:

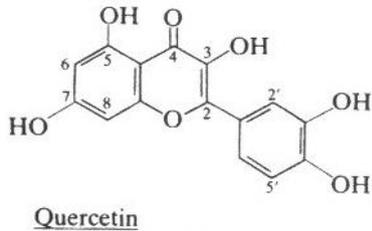


Abb. 4: Struktur Quercetin [14]

Quercetin ist das Flavan 3-ol [2-(3,4-dihydroxyphenyl)] -3,5,7-trihydroxy-4H-1-benzopyran-4-on. Dieses besitzt einige antikarzinogene Eigenschaften, wie die Hemmung des Wachstums von Krebszellen von Magen, Dickdarm und Hautkrebs bei Versuchen mit Mäusen [29].

(+)-Catechin:

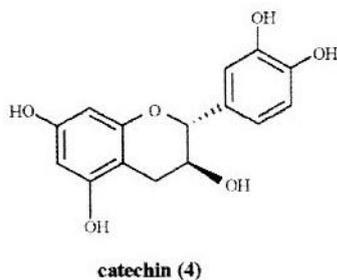


Abb. 5: Struktur Catechin [4]

Hier handelt es sich um das Flavan 3-ol [2-(3,4-dihydroxyphenyl)] 3,4-dihydro-2H-1-benzopyran-3,5,7-triol. Es konnte nachgewiesen werden, dass (+)-Catechin die Tabak-induzierte Karzinogenese bei Hepatozyten von Ratten hemmen kann [29].

Gallussäure:

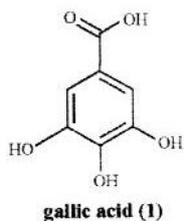


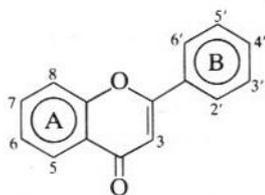
Abb. 6: Struktur Gallussäure [4]

Lauryl-Gallate oder auch andere Alkyl-Ester besitzen die Fähigkeit durch Apoptose tierische Tumorzellen abzutöten. Ähnliche Effekte wurden im Bezug auf menschliche Krebszellen, im Speziellen in Krebszellen der Lunge, des Magens und des Dickdarms, sowie in Leukämiezellen gefunden [29].

1.3 Flavonoide

1.3.1 Struktur

Flavonoide zählen wohl zur wichtigsten Gruppe der Polyphenole, deren Grundstruktur aus dem aromatischen Heterozyklus Flavon besteht [9].



Flavones

Quercetin 3,5,7,3',4'-penta OH
 Fisetin 3,7,3',4'-tetra OH
 Luteolin 5,7,3,4-tetra OH
 Quercitrin 5,7,3,4-tetra OH
 3-O rhamnoside

Abb. 7: Struktur Flavone [14]

Bei den Flavonoiden handelt es sich um natürliche Polyphenole, die im größten Teil der Gemüsesorten, Obstsorten und Getränken vorkommen [9]. Einige Flavonoide besitzen eine tiefe Färbung, wie es beispielsweise bei den Anthocyanen der Fall ist. Andere wiederum sind farblos [30]. In vivo liegen viele pflanzliche Flavonoide als Glykoside vor [25]. Einige Flavonoide wurden früher auch Vitamin P genannt, weil sie Einfluss auf Blutgefäße haben [11]. Flavonoide selbst sind allerdings keine Vitamine, unterstützen jedoch die Aktivität von Vitamin C. Zurzeit zählt man etwa 5000 verschiedene Flavonoide [17].

1.3.2 Vorkommen

Da sich Flavonoide hauptsächlich in den Randschichten von Obst und Gemüse befinden, sollte man die Schale nicht entfernen. Bei der Herstellung von klarem Apfelsaft bleiben mehr als 80% der Flavonoide im Pressrückstand zurück, was natürlich einen großen Verlust bedeutet [17]. Flavonoide sind vor allem in Zitrusfrüchten, Äpfeln, Sojabohnen, Zwiebeln, vielen Kräutern, Erdnüssen, Leinsamen, Süßholz, Linsen, Reis, Blaubeeren, Preiselbeeren, Kamillentee,

Rotwein, Olivenöl, Tee, Loganbeeren und schwarzen, sowie roten Johannisbeeren enthalten [20].

1.3.3 Einteilung der Flavonoide [14]

Laut Maridonneau-Parini et al. [14] lassen sich Flavonoide in vier Gruppen unterteilen:

- jene, welche die durch die freien Radikale K⁺ stimulierte Permeabilität vermindern, wie Kämpferol, Naringenin, Apigenin und Naringin
- jene, die den zerstörenden Effekt durch Sauerstoff-freie Radikale erhöhen, wie Myricetin, Delphinidin und Quercetin
- jene, die charakterisiert sind durch gegensätzliche Effekte, abhängig von der Konzentration, wie Phloretin, Cyanin, Catechin und Morin
- die übrigen Inaktiven wie Rutin und Phloridizin

1.3.4 Anthocyane

Anthocyane zählen zu den Flavonoiden und sind natürliche Pflanzenfarbstoffe. Vor allem rote Weintrauben und Rotweine beinhalten eine große Menge an Anthocyanen. Die Färbung der Lebensmittel ist abhängig vom pH-Wert. Bei einem pH-Wert von 1-3 sind sie rötlich gefärbt, bei einem pH-Wert von 7-8 blau [9]. Jungweine besitzen eine viel kräftigere Rotfärbung als ältere Weine, da die Pigmente jüngerer Weine noch wesentlich stabiler sind als die älterer Weine [31]. Anthocyane können mit Säuren und Basen Salze bilden. Im Falle der Säure entsteht dann eine rote Färbung, bei der Base eine blaue Färbung. Anthocyanidine werden die Aglykone der Anthocyane bezeichnet. Hierzu zählt unter anderem das Cyanidin, welches man in der Kornblume findet, oder aber auch das Delphinidin, das sich unter anderem im Rittersporn befindet [32].

1.3.5 Flavonole [33]

Flavonole besitzen eine weiße bis gelbe Färbung. Zu ihnen zählen beispielsweise Kämpferol, Myricetin, Quercetin, aber auch Isorhamnetin. Wahrscheinlich ist, dass sie Lipid-Alkoxyl und Peroxyl-Radikale abfangen können, indem sie wie Antioxidantien wirken. Studien über Flavonole in Weintrauben sind noch mangelhaft. In Weintrauben wurde Isorhamnetin nur in Form der Glukose-Derivate nachgewiesen, während Kämpferol, Myricetin und Quercetin auch als Glukuronide existieren.

1.3.6 Flavanone [25]

Naringin und Poncirin sind Vertreter dieser Art, die einen bitteren Geschmack aufweisen. Sie findet man vor allem in Zitrusfrüchten. Es gibt aber auch andere, die keinen spezifischen Geschmack erzeugen.

1.3.7 Flavanole [25]

Zu dieser Gruppe der Flavonoide zählen Flavan-3-ole, Epicatechine, sowie Catechine. Gemeinsam mit den Flavan-3,4-diolen zählen sie zur Gruppe der kondensierten Gerbstoffe.

1.3.7.1 Catechine [34]

Catechin wurde im Jahre 1821 zum ersten Mal beschrieben, als es vom Extrakt des indischen *Acacia catechu* isoliert wurde. Catechin wird unter Anderem für technische Zwecke verwendet. Lange Zeit wurden damit Fischernetze imprägniert.

1.3.8 Dihydroflavonole [30]

Dihydroflavonole entstehen durch oxidative Addition einer Hydroxyl-Gruppe an der dritten Position der Flavanone. Beispiele für Dihydroflavonole wären Dihydroquercetin (Taxifolin), Dihydrokämpferol (Aromadendrin) und Dihydromyricetin (Ampelopsin). Sie besitzen zwei asymmetrische Carbone am C2 und C3. Dihydroquercetin wurde bereits in vielen Koniferen entdeckt, vor allem im Kernholz und in der Rinde der Bäume. Als besonders wichtig zu bewerten ist ihre Fähigkeit der antimikrobiellen Aktivität. Es existieren auch einige Dihydroflavonole, die sehr süß im Geschmack sind.

1.3.9 Isoflavonoide, Neoflavonoide [30]

Isoflavonoide zählen zu einer großen Subklasse der Flavonoide. Sie besitzen ein 3-Phenylchroman Skelett. Ein typisches Isoflavonoid ist beispielsweise Genistein, während ein typisches Beispiel eines Neoflavonoids Melanin ist.

1.3.10 Flavonoide im Wein [35]

Flavonoide sind wichtige Bestandteile der Weintrauben und haben eine wichtige Bedeutung in der Qualität von Wein. Sie sind verantwortlich für den bitteren Geschmack und die Färbung des Weines. Möglicherweise sind sie für die positive Wirkung von moderatem Weingenuss auf die Gesundheit verantwortlich. In den Weintrauben setzen sich die Flavonoide vorwiegend aus Flavonolen und Anthocyanen zusammen.

1.3.10.1 Anthocyane in Weintrauben [35]

Die Anthocyane in den Trauben unterteilen sich in Cyanidin, Malvidin, Petunidin, Peonidin und Delphinidin. *Vitis vinifera* beinhalten zumeist 3-Monoglukoside, nicht-*vinifera* hingegen 3,5-Diglukoside. Sie befinden sich in der Haut der Trauben. Dort sind sie im hypodermalen Gewebe, sowie den Vakuolen eingelagert.

1.3.10.2 Flavanole in Weintrauben [35]

Flavanole zeigen sich in den Trauben als Monomere, Oligomere, und Polymere. Sie befinden sich hauptsächlich in den Kernen und der Haut, aber auch im Fruchtfleisch. Die wichtigsten zu nennenden Monomere sind (-)-Epicatechin 3-Gallate, (+)-Catechin, (-)-Epicatechin. *Vitis vinifera* beinhalten hauptsächlich Catechin-3-Gallate und Gallocatechine, während bei nicht-*vinifera* Gallocatechin-3-Gallate zu finden sind. In den Weintrauben befinden sich Flavanole häufiger in den Kernen als in den Häuten.

1.3.10.3 Flavonole in Weintrauben

Flavonole konnten in den Häuten der Trauben als 3-Glukoside von Quercetin, Myricetin, Kämpferol und Isorhamnetin nachgewiesen werden. Sie befinden sich vor allem in der Haut der Trauben. Die bedeutendsten hierfür sind Quercetin-3-Glukoside und Quercetin-3-Glukuronide. Weitere Flavonole, die in Weintrauben zu finden sind, wären Kämpferol-3-Glukoside, Myricetin-3-Glukoside, Kämpferol-Glukuronide, Myricetin-Glukuronide, Isorhamnetin-Glukoside, Kämpferol-Galaktoside, Quercetin-Glukosylgalaktoside, Kämpferol-Glukosylarabinside, Quercetin-Glukosylxyloside und Quercetin-3-Rhamnosylglukoside, welches auch als Rutin bezeichnet wird [35]. Rote Jungweine beinhalten eine relativ große Menge an Proanthocyanidinen, wie Tannine und Anthocyane, welche dem Rotwein die rote Farbe verleihen. Resveratrol hat einen antithrombotischen Effekt, welcher die LDL-Oxidation *in vitro* verringert [36].

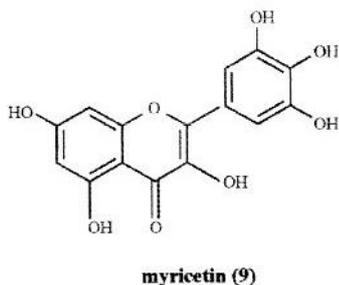


Abb. 8: Struktur Myricetin [4]

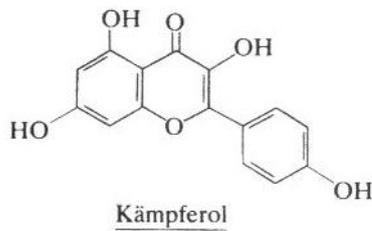


Abb. 9: Struktur Kämpferol [14]

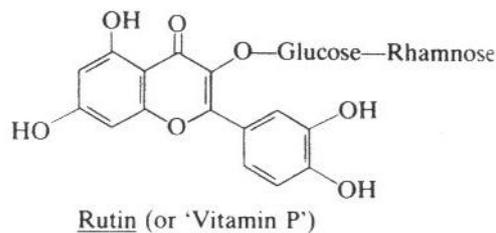


Abb. 10: Struktur Rutin [14]

1.3.11 Extraktion von Flavonoiden aus Weintrauben und Wein [35]

Der Übergang der Flavonoide aus der Haut, den Kernen und dem Fruchtfleisch in den Wein erfolgt durch Mazeration. Während der Quetschung der Trauben beginnt bereits die Diffusion und setzt sich bis zum Pressen der Trauben fort. Der Übertritt der Flavonoide in den Wein wird dabei durch ihre Lokalisation in den Trauben, durch die Löslichkeit der Komponenten, durch den Alkoholgehalt, durch Schwefeldioxid in der löslichen Phase, durch die Temperatur, sowie durch Homogenisierung der Bestandteile beeinflusst. Ohne Mazeration hergestellte Weißweine besitzen nur geringe Mengen an Flavonoiden. Bei Rotweinen steigt die Konzentration von Anthocyanen nach einigen Tagen an. Wächst der Gehalt an Alkohol, so beginnt auch die Extraktion von Proanthocyanidinen. Zur Extraktion verwendet werden können trockene, lyophilisierte oder gefrorene Proben. Flavonoide, die nur eine geringe Polarität aufweisen, werden mit Hilfe von Chloroform, Diethylether, Dichlormethan oder Ethylacetat extrahiert. Flavonoide, die eine größere Polarität aufweisen, sowie glykosidische Flavonoide, werden mit Hilfe von Alkohol oder Alkohol-Wasser-Lösungen extrahiert.

1.3.12 Antioxidative Aktivität von Flavonoiden [37]

Damit ein Flavonoid effektiv als Antioxidans wirken kann, benötigt es drei Eigenschaften. Zum Einen muss es eine Hydroxylgruppe an der dritten Position am ungesättigten C-Ring besitzen. Dadurch entsteht eine höhere Stabilität. Zum Zweiten benötigt es eine 2,3-Doppelbindung konjugiert mit der OXY- Gruppe an der dritten und fünften Position. Dies bedeutet eine erhöhte Rate Radikale abzufangen. Und

zum Dritten muss es eine ortho-Dihydroxy Struktur im B-Ring besitzen. Quercetin besitzt alle diese Eigenschaften. Es ist somit eines der stärksten in der Natur vorkommenden Antioxidantien.

1.4 Weinanbau in Österreich

1.4.1 Geschichte des Weinbaus in Österreich

Weinanbau in Österreich gibt es schon seit mehr als 2000 Jahren. Bereits die Kelten und Illyrer hatten einen primitiven Weinanbau im Bereich der heutigen Steiermark und des Burgenlandes. Unter der römischen Herrschaft des Kaisers Probus (276 n.Chr.) wurde die uns bekannte Weinkultur betrieben. Einen Aufschwung gab es auch im Mittelalter. Der Weinanbau wurde durch die Adeligen, Klöster und Stifte verstärkt betrieben und ausgeweitet. Zu dieser Zeit war das Gebiet des Weinbaus in Österreich etwa zehnmal so groß wie heute. Einen Rückschlag der Weinwirtschaft gab es im 15. und 16. Jahrhundert durch die hohe Besteuerung, sowie durch Einfälle der Hussiten, Türken und Ungarn. Ende des 19. Jahrhunderts gab es eine der letzten großen Krisen durch die Einschleppung der Reblaus aus Amerika. Erst nach dem 2. Weltkrieg erholte sich der Weinanbau durch rationale Produktionsmethoden, sowie durch Beschränkung der Rebsorten [6]. Schon Hippokrates verabreichte seinen Patienten Wein zur Verbesserung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Depressionen und Fieber. Auch die Römer verwendeten Wein zur Linderung von Fieber und zur Desinfektion von Wunden [8]. Weintrauben sind eine der meist erzeugten Früchte der Welt. Die jährliche Produktion beträgt in etwa 58 Millionen Tonnen [1]. Heutzutage gibt es Weinbau in Österreich fast ausschließlich im Osten und Südosten. Hier existiert das pannonische Klima. Im Sommer ist es trocken und reich an Sonne, im Winter streng. In Niederösterreich wird Wein im Weinviertel, Carnuntum, Kamptal, in der Thermenregion, Donauland, Kremstal, Traisental und in der Wachau angebaut. Im Burgenland wird der Weinbau am Neusiedlersee, im Neusiedlersee-Hügelland, im Mittelburgenland und im Südburgenland betrieben. Die Steiermark besitzt Weinanbaugebiete in der Süd-, Südost-, und in der Weststeiermark. Außerdem gibt es noch Weinanbaugebiete in Wien. Weinbauern in Kärnten, Vorarlberg, Tirol, Salzburg und Oberösterreich können keinem Weinbaugebiet zugeteilt werden. In diesen Bundesländern wird Wein nur sehr gering angebaut. Hier beträgt die Anbaufläche nur 0,05% von ganz Österreich [38].

Produktion nach Art der Rebsorte: [38]

1. Grüner Veltliner:	37%
2. Welschriesling:	9%
3. Müller-Thurgau:	7%
4. Pinot blanc:	3%
5. Riesling:	3%
6. Andere Weißweine:	18%
7. Zweigelt:	8%
8. Blaufränkisch:	5%
9. Blauer Portugieser:	5%
10. Andere Rotweine:	5%



Abb. 11: Die Weinanbauggebiete Österreichs [6]

1.4.2 Unterschied zwischen wilder Rebe und Kulturrebe [39]

Es lassen sich zwei Arten von Reben unterscheiden: die Wildrebe *Vitis silvestris* Gmel und die Kulturrebe *Vitis vinifera* L. Bei der Kulturrebe sind die Kerne dünn, groß und lang, während sie bei der Wildrebe dick, kurz und klein sind. Die wilde Rebe wächst normalerweise in Gegenden mit Sommertemperaturen um 20°C bis 25°C und Wintertemperaturen um 5°C und 0°C. Die Sommer sollten dabei lange und trocken sein, während die Winter nicht zu kalt werden dürfen.

1.4.3 Die Herstellung von Wein

Es ist besonders wichtig den richtigen Zeitpunkt für die Lese der Weintrauben zu finden. Dafür muss der Zustand der Trauben, sowie der Zucker- und Säuregehalt der Trauben schon im Vorfeld beachtet werden [40]. Ende September bis Ende Oktober, bei Eiswein noch später, werden die Weintrauben geerntet [17].

1.4.3.1 Herstellung von Weißwein

Die Weißweintrauben werden zumeist entstielt. Bei der Herstellung von Weißwein muss der Winzer beachten, ob er den Wein vor Oxidation schützen will, oder ob er den Wein der Oxidation aussetzt und somit die sekundären Geschmacksnuancen der Trauben erwerben will. Bei der zweiten Methode wird des Öfteren eine Maischung der Schalen angewendet. Dadurch treten weitere Geschmacksstoffe in den Traubensaft über. Dies sollte allerdings nicht zulange passieren, da der Weißwein sonst sehr streng wird [40]. Damit es zu keiner Oxidation des Saftes kommt, müssen die Trauben in sehr gutem Zustand sein. Bei der Mazeration werden die angedrückten Weintrauben für eine gewisse Zeit liegen gelassen. So können dann die Aromen aus den Schalen in das Fruchtfleisch gelangen. Damit die Gärung dabei nicht zu früh einsetzt, muss gekühlt werden. Mazeration kann, muss aber nicht durchgeführt werden. Die Maische wird heutzutage meist in Horizontalpressen gebracht. Nach dem Pressen wird der Saft mit Hilfe von Separatoren, Vakuumdrehfiltern oder durch Schönungsmittel geklärt [38]. Die Gärung darf während der Klärung noch nicht eingesetzt haben. Darum ist es besonders wichtig bei niedrigen Temperaturen und mit Schwefeleinsatz zu arbeiten [40].

1.4.3.2 Herstellung von Rotwein

Die Trauben für den Rotwein werden vor der Gärung nicht gepresst, sondern gemahlen. Da die Farbe des Rotweines von den Pigmenten der Schale kommt, darf man die Schale nicht entfernen [38]. Zur Unterstützung der Färbung des Weines werden auch einige Stiele, die Tannine enthalten, mit in die Gärtanks eingebracht. Rotwein kann in offenen Gärtanks gären. Der Wein besitzt obenauf eine dicke Schichte aus Schalen und schützt sich dadurch selbst. Je länger die Gärung beim Rotwein andauert, desto mehr Farb- und Geschmacksstoffe können gewonnen werden [40]. Nach der Gärung wird die Maische entfernt bzw. abgepresst. Beim Rotwein erfolgt auch noch eine zweite Gärung. Sie wird als biologischer Säureabbau bezeichnet. Gute Weine werden in Holzfässern gelagert. Dadurch bekommt der Wein mehr Geschmack und Qualität. Bei der Klärung werden Schönungsmittel eingesetzt. Oftmals wird er auch filtriert. Bei der Herstellung von Rotwein wird häufig die sogenannte Kohlensäuremazeration angewendet. Durch diese Methode gelangen die Trauben ganz in die Behälter und werden vorher nicht entrappt oder gemahlen. In diese Behälter wird danach Kohlendioxid geleitet und sie werden fest verschlossen. Der bereits ausgetretene Saft der Trauben beginnt sogleich zu gären. Die

Kohlensäure, die dadurch entsteht, oder bereits vorhanden ist, schützt vor der Oxidation. Außerdem entsteht während dieses Vorganges Wärme. Nach einiger Zeit wird der Wein abgesaugt und die Maische gepresst. Der Saft dieser Pressung wird wieder im Vorlauf hinzugegeben. Der Grund, weshalb man diese Art der Mazeration anwendet, ist, dass diese Weine besonders rasch zum Trinken geeignet sind. Eine Eigenschaft dieser Art von Wein ist auch, dass er besonders fruchtig ist [38].

Ein wesentliches Kriterium für die Qualität eines Weines ist die Gärungstemperatur. Die Erhöhung der Temperatur, die während der Gärung durch biochemische Aktivitäten entsteht, darf nicht allzu hoch sein, da der Wein dadurch geschmacklich negativ verändert werden kann. Zu niedrig darf die Temperatur allerdings auch nicht sein, da dadurch die Aromen und Tannine nicht ausreichend extrahiert werden können [41].

1.4.4 Qualität des Weines [39]

Das österreichische Weingesetz unterteilt die Qualität des Weines anhand des Gehaltes an Mindestzucker im Traubensaft. So haben Tafelweine einen Zuckergehalt von mindestens 13%, Qualitätsweine einen Mindestzuckergehalt von 15%, Kabinett einen Mindestzuckergehalt von 17% und Prädikatsweine verschiedener Stufen einen Mindestzuckergehalt von 19-30%.

1.4.5 Zusammensetzung des Weines

Der Wein setzt sich hauptsächlich aus Wasser, Ethanol, organischen Säuren, Kohlenhydraten, Farbstoffen, Gerbstoffen, Mineralstoffen und Aromastoffen zusammen. Bei den organischen Säuren handelt es sich im Wesentlichen um Apfelsäure, Milchsäure und Weinsäure, bei den Kohlenhydraten um Glukose und Fruktose und bei den Mineralstoffen um Jod, Eisen, Kalium und Magnesium [17]. Wein enthält in größeren Mengen Polyphenole, vor allem das Resveratrol [8]. Resveratrol vermindert die Produktion von Fetten durch die Leber und inhibiert die Prostaglandin-Synthese. Außerdem hemmt es die Blutplättchenaggregation und vermindert somit das Verkleben von Herzerarterien [20].

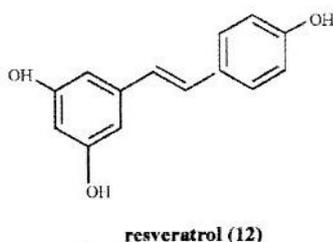


Abb. 12: Struktur Resveratrol [4]

1.4.6 Vitamine im Wein [42]

Der als Sturm bezeichnete Jungwein beinhaltet den höchsten Gehalt an Vitaminen. Der Gesamtgehalt von Vitaminen in Weinen ist aber im Allgemeinen so niedrig, dass er nur von geringer Bedeutung ist. Mehr als eine Nahrungsergänzung stellt er für den Menschen nicht dar.

1.4.7 Alkohol im Wein [42]

Der Alkohol im Wein verbessert den Cholesterinhaushalt. Er erhöht das gute HDL-Cholesterin und senkt das schlechte LDL-Cholesterin. Fibrinogen, das die Blutgerinnung fördert, wird ebenfalls durch den Alkohol verringert. Das stellt eine Prävention von Infarkten, Embolien und Thrombosen dar. Jedoch kann der Wein nur prophylaktisch und keinesfalls therapeutisch wirken.

1.4.8 Die Mainzer Weinstudie [42]

Die Mainzer Weinstudie, durchgeführt von Prof. Dr. K. Jung von der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz, bekräftigte die schützende Wirkung von Wein auf das Herz-Kreislaufsystem. Mit dieser Studie konnte nachgewiesen werden, dass sich sowohl Rotwein, wie schon im französischen Paradoxon dokumentiert, als auch Weißwein schützend auf das Herz auswirkt. Der Weißwein soll günstiger auf die Elastizität der Aorta, Thrombosegefahr und Bildung bestimmter Krebsarten wirken.

1.4.9 Säuregehalt von Wein [42]

Der pH-Wert von Weinen liegt zwischen 3 und 4. Da die Magensäure einen pH-Wert von 3 hat, wird der Genuss von Wein oft als angenehm empfunden. Um die Verdauung anzuregen, wird Wein oft als Aperitif getrunken. Regelmäßiger Weinkonsum kann auch Reisediarrhön vorbeugen.

1.4.10 Immunmodulatorische Wirkung [43]

In den westlichen Industrieländern ist das Risiko eine kardiovaskuläre Erkrankung zu erleiden besonders hoch. Risikofaktoren sind unter anderem Rauchen, ein erhöhter Cholesterinspiegel, ein schlechter Lebensstil mit wenig Bewegung und schlechter Ernährung, immunologische Faktoren, sowie Oxidativer Stress. Thrombosen können durch die Einnahme von Medikamenten, wie Aspirin, Betablocker, Statine und nichtsteroidalen Antirheumatikern, gehemmt werden. Diese beinhalten jedoch auch immer Nebenwirkungen. Entzündliche Reaktionen spielen in der Atherogenese eine wesentliche Rolle. Monozyten wandern durch die beschädigte Zellwand und nehmen Lipide auf, wodurch es zur Entstehung von Plaque kommt. Eine Folge von entzündlichen Reaktionen ist auch die gesteigerte Koagulabilität, welche zur Thrombenbildung führt. Dies führt in weiterer Folge zu Gefäßverschlüssen. Antioxidativ wirksame Substanzen, wie z.B. Proanthocyanidine, Anthocyane,

Flavonole, Flavanole, Phenolsäuren und Stilbene-Derivate könnten oxidativen Prozessen entgegenwirken.

1.4.11 Das französische Paradoxon

1992 beobachteten die Franzosen Renauld und De Lorgeril [44], dass es in Frankreich eine niedrigere Rate an koronaren Herzerkrankungen gibt als in den nördlichen europäischen Ländern, vor allem als in Großbritannien, obwohl dort ähnlich viele hochungesättigte Fettsäuren verzehrt werden wie in Frankreich. Diese Beobachtung wurde unter dem Namen „Das französische Paradoxon“ bekannt. Renauld und De Lorgeril begründeten dies mit der mediterranen Diät, die viel Gemüse, Obst, Olivenöl und vor allem auch Rotwein enthält [44]. Das französische Paradoxon besagt, dass vor allem Südfranzosen durch ihren Genuss von Rotwein bessere Blutfettwerte besitzen und seltener Herz-Kreislauf-Erkrankungen erleiden, obwohl sie sich fettreich und ungesund ernähren. Außerdem betreiben sie so gut wie keinen Sport und sind starke Raucher. Zu den Mahlzeiten trinken Südfranzosen ein bis zwei Gläser Rotwein. Der bessere Schutz vor Herz-Kreislauf-Erkrankungen wird den in den Weinen vorkommenden Polyphenolen zugeschrieben. Allerdings essen sie auch viel Gemüse und Knoblauch. Die Cholesterinwerte sollen durch die in den Schalen von roten Weintrauben vorkommenden Anthocyanen positiv beeinflusst werden [8].

1.4.12 Nebenprodukte der Weinherstellung

1.4.12.1 Weintraubentrester

Ca. 13% des Gewichts der Weintrauben bei der Herstellung von Wein enden in der Industrie als Nebenprodukte nach dem Pressen. Der Weintraubentrester beinhaltet die Schalen, Kerne und Stängel der Weintrauben, die reich an Polyphenolen sind [45]. In den letzten paar Jahren haben diese Nebenprodukte der Weinherstellung, sowie auch andere landwirtschaftliche Abfälle pflanzlicher Herkunft aufgrund ihrer bioaktiven Phenole, die in der Pharmazie, Kosmetik und Lebensmittelindustrie eingesetzt werden können, an großer Bedeutung gewonnen [2]. Dieser industrielle „Abfall“ kann in der Tierfütterung, als nutritive Inhaltsstoffe, in der Produktion von Zitronensäure und in der Benutzung der Anthocyane als Farbstoffe eingesetzt werden [46].

1.4.12.2 Weinessig [62]

Wenn der Wein weiter gärt, entsteht sogenannter Weinessig. Bei diesem Vorgang wird der Alkohol des Weines in Essigsäure umgewandelt. Es gibt viele verschiedene Arten von Weinessig, da bei der Erzeugung von Weinessig die Aromastoffe der unterschiedlichsten Weinsorten im Essig erhalten bleiben.

1.4.12.3 Tresterbrand [62]

Rotweintrester enthält bereits Alkohol, Weißweintrester hingegen unvergorenen Zucker. Je geringer der Druck beim Pressen der Weintrauben ist, desto höher ist auch die Qualität des Brandes. Ein sehr bekannter Tresterbrand wäre der Grappa.

1.4.12.4 Weinbrand [62]

Weinbrand entsteht, wenn man Wein destilliert. Man erhält einen Stoff von ca. 52-90% Alkohol. Diesen verdünnt man noch mit destilliertem Wasser und färbt ihn mit Zuckercouleur. Je nachdem in welcher Gegend der Weinbrand erzeugt wird, bezeichnet man ihn auch als Brandy oder Cognac.

1.4.12.5 Hefebrand [62]

Hefebrand wird aus abgestorbener Hefe und Wein hergestellt. Die Aromen der Hefe sind dabei auch im Hefebrand erhalten.

1.4.12.6 Verjus [62]

Verjus wird der Saft der grünen Trauben genannt. Eine andere Bezeichnung für Verjus wäre auch Agrest.

2.4.12.7 Most [17]

Beim Most handelt es sich um angegorenen, aber noch nicht vollständig vergorenen Traubensaft. Er ist die Grundlage für die Bereitung von Wein.

1.4.12.8 Sturm [6]

Hierbei handelt es sich um einen süßen, spritzigen Wein, der sich noch in der Gärung befindet. Es ist also kein Traubenmost mehr, aber auch noch kein Wein.

1993 wurde das österreichische Weingesetz verschärft, indem ab diesem Zeitpunkt der Weinertrag höchstens 9000kg, das sind etwa 60hl Wein pro Hektar betragen durfte. Qualitätswein aus Österreich darf heutzutage auch nicht mehr gezuckert werden. Die Weinsorte, die in Österreich am meisten angebaut wird, ist der Grüne Veltliner. Zurzeit überwiegt der Anbau von weißen Weintrauben, wobei allerdings die Roten an Beliebtheit zulegen [40].

1.4.13 Das Burgenland

Im Burgenland werden mehr verschiedene Rebsorten angebaut, als im übrigen Österreich. Dazu zählen der Grüne Veltliner, Welschriesling, Zweigelt, Blaufränkisch, Neuburger, Weißburgunder, Muskateller, Müller-Thurgau, St. Laurent, Sämling 88, der Chardonnay und der Cabernet Sauvignon [40]. Der Neusiedlersee im Burgenland liefert den Weintrauben in der näheren Umgebung ständig Feuchtigkeit. So bekommen die Trauben leichter die Edelfäule, die auch Botrytis bezeichnet wird. Durch diese Edelfäule entstehen dann edelsüße Weine. Den Uhdler findet man ausschließlich im Südburgenland [38].

1.4.14 Der Uhdler

Der Begriff „Uhdler“ ist ein Sammelbegriff für Direktträger, das heißt, er wird aus unveredelten Edelrebsorten wie zum Beispiel Othello Blau, Noah Grün, Elvira, Isabella, Concord erzeugt, und wird in Österreich im Südburgenland angebaut [6]. Bis zum Jahre 1992 durften die Weinbauern den Uhdler lediglich für den Eigengebrauch anbauen [47]. Seit dem 1. August 1992 darf der Wein in den Gemeinden Eberau, Strem-Moschendorf, Neustift bei Güssing, Heiligenbrunn, Eltendorf, Burgauberg- und Heiligenkreuz verkauft werden. Waren die Männer betrunken, sagten die Winzerfrauen: „du siehst aus wie ein Uhu.“ Aus diesem Ausspruch wurde der Name Uhdler abgeleitet. Dem Aussehen nach ähnelt der Uhdler einem rosèfärbigen Schilcher. Er hat einen nicht zu verwechselnden Geruch nach schwarzen Johannisbeeren und Erdbeeren. Er schmeckt scharf und erinnert ein wenig an einen trockenen Erdbeerwein [6].

Der Foxtton wird auch als Fuchsgeschmack bezeichnet. Der Geruch und Geschmack erinnert an Erdbeeren und Himbeeren [6].

Folgende Rebsorten bilden die wichtigste Grundlage für den Uhdler: [48]

1.4.14.1 Riparia-Gruppe

Aripa: ist eine Kreuzung aus *Vitis riparia* x *Vitis vinifera*. Die Beeren dieser Traube sind klein, rund und bläulich-violett. Diese Sorte diente in früheren Zeiten als Unterlagsrebe. Später wurde sie auch Verschnitten zugesetzt.

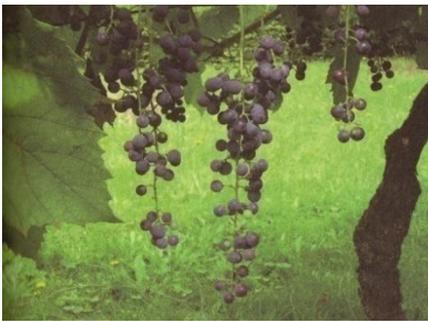


Abb. 13: Aripa-Trauben [48]

Baco Noir:

Diese Sorte ist ebenfalls eine Kreuzung aus *Vitis riparia* x *Vitis vinifera*. Die Beeren sind nahezu schwarz und klein. Sind die Beeren vollständig ausgereift, schmecken sie nach Brombeeren.

Campbell Early:

Auch bei dieser Sorte handelt es sich um eine Kreuzung aus *Vitis riparia* x *Vitis vinifera*. Die Beeren sind sehr groß, rund und haben eine dunkle blaue Färbung. Sie werden zu Saft verarbeitet und dienen auch als Tafeltraube.



Abb. 14: Campbell-Early-Trauben [48]

Clinton:

Bei dieser Sorte handelt es sich um mittelfrühreifende, kleine, schwarze Beeren, die einen Rotwein mit starkem Foxtton-Geschmack ergeben. Sie wächst vorliegend auf mäßig kalkhaltigem Boden.

Taylor:

Diese Sorte ist eine nicht besonders fruchtbare Sorte. Die Trauben sind eher klein und kompakt und die Beeren leicht bernsteinfärbig. Aus den Beeren entsteht ein Weißwein mit intensivem Foxton-Geschmack. Sie ist empfindlich gegenüber hohem Kalkgehalt im Boden.

1.4.14.2 Labruska-Gruppe:

York- Madeira:

Diese Sorte ist äußerst wertvoll und wird zur direkten Produktion von roten Weinen herangezogen. Der junge Wein, der aus dieser Traube erzeugt wird, schmeckt stark nach Himbeeren. Der ältere Wein hat ein wohlige Aroma. Er hat eine dunkle Färbung und einen hohen Gehalt an Alkohol. Die Trauben sind kompakt, die Beeren tiefschwarz und klein.

Delaware:

Diese Sorte wächst eher schwach und ist besonders anspruchsvoll was die Bodenqualität betrifft. Sie ist außerdem sehr empfindlich gegenüber Winterfrost. Die Trauben sind von mittlerer Größe, kompakt und die Beeren haben eine rosa Färbung. Der Geschmack der Beeren erinnert an Himbeeren.



Abb. 15: Delaware-Trauben [48]

Concord:

Diese Sorte stammt ursprünglich von der *Vitis labrusca* ab. Die Trauben sind groß und kompakt, die Beeren kugelförmig und blau. Ihre Haut ist dünn und sehr empfindlich. Die Beeren schmecken besonders süß und fruchtig. Diese Rebe ist sehr beliebt bei den Winzern.



Abb. 16: Concord-Trauben [48]

Isabella:

Diese Sorte wurde nach einer gewissen Isabella Gibbs benannt. Sie übergab diese Rebe einem Mister Prince, der sie vermutlich im Jahre 1850 nach Europa überführt hat. Die Trauben sind groß und die Beeren haben eine ovale Form und eine dunkle purpurne Färbung. Das Besondere an dieser Sorte ist, dass die Trauben nicht zur gleichen Zeit reif werden. Daher enthält sie gleichzeitig noch grüne, sowie auch reife Beeren.

Noah:

Die Trauben der Sorte Noah sind mittelgroß, kompakt und die Beeren haben eine gelbliche Färbung. Die Rebe besitzt einen leichten Foxton und hat auch einen Walderdbeerengeschmack. Sie wird größtenteils zu einem sortenreinen weißen Wein verarbeitet.



Abb. 17: Noah-Trauben [48]

Elvira:

Diese Rebe wurde von Jakob Rommel gezüchtet. Jahrelang war sie eine der besten Weißweinsorten. Die Trauben dieser Sorte sind von mittlerer Größe und äußerst kompakt. Die Beeren besitzen eine nahezu durchsichtige, sehr dünne Haut. Diese Rebe ist besonders resistent gegenüber Rebläusen.



Abb. 18: Elvira-Trauben [48]

Delaware rot:

Diese Traube findet man nur im Gebiet Heiligenbrunn. Die Trauben sind ähnlich der vom roten Veltliner und die Beeren sind von mittlerer Größe, rund und haben eine rötlich-violette Färbung. Delaware-rot ist die einzige bekannte Rosé Traube, die von Direktträgern abstammt.



Abb. 19: Delaware-rot-Trauben [48]

Honigler:

Diese Sorte kommt ausschließlich im Gebiet des südlichen Burgenlandes vor. Die Trauben sind mittelgroß, kompakt und die Beeren rund und von rötlich-violetter Färbung.

Othella:

Diese Rebe entstammt wahrscheinlich einer Kreuzung aus Clinton mit den Pollen der Black Hamburg. Die Trauben sind groß und die Beeren schwarz. Sie besitzen eine dünne Schale und haben einen leicht säuerlichen Geschmack. Diese Sorte ist nicht besonders widerstandsfähig gegenüber Rebläusen.



Abb. 20: Othella-Trauben [48]

Ripatella:

Diese Sorte ist der Concord-Sorte ähnlich. Die Beeren haben eine etwas ovale Form. Vermutlich entstammt diese Rebe aus einer Kreuzung zwischen Riparia und Teylor.

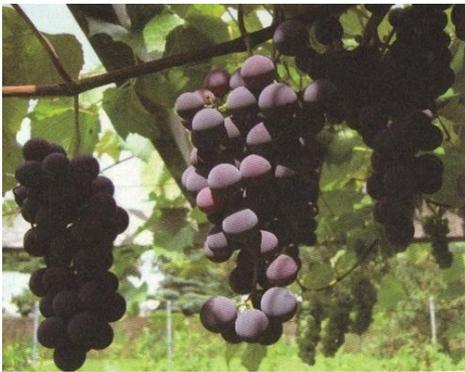


Abb. 21: Ripatella-Trauben [48]

Ferdinand Lesseps:

Hierbei handelt es sich um eine neue Sorte aus der Kreuzung Chasselas dorè x Isabella. Eingeführt wurde sie aus England. Dort wurde sie zum größten Teil für die Produktion von Glashaustrauben gezüchtet [48].

1.4.14.3 Erzeugnisse aus Uhdler [48]

Aus dem Uhdler wird heute nicht nur Wein erzeugt, sondern auch zahlreiche andere Produkte. Beispiele wären der Uhdler-Frizzante, Uhdlersekt, Uhdlerbrand, Uhdlermet, Uhdleressig, Uhdler-Traubensaft, Uhdlergelee, Uhdlermarmelade, Uhdlerschokolade, Uhdlerpralinen, Blauhudler, sowie eine Uhdler- Kosmetikserie. Beim Blauhudler handelt es sich um einen mit Blauschimmel und Uhdler veredelten Schnittkäse.

Roter Uhdler hat eine tiefrote Farbe, ist trocken und besitzt eine milde Säure. Er hat einen angenehmen Duft nach Waldbeeren und Himbeeren. Der Abgang ist lang und sehr harmonisch [63].

Weißer Uhudler hat eine goldene Farbe, ist ebenfalls trocken und besitzt auch eine angenehme Säure. Der Geschmack ist kräftig, fast harzig [63].

1.4.15 Der Zweigelt

Der Zweigelt stammt aus dem Jahre 1922 und ist eine Kreuzung aus Blaufränkisch und St. Laurent. In Österreich wird er außerdem noch als Blaue Zweigeltrebe, Blauer Zweigelt, Rotburger oder Zweigelt blau bezeichnet. Der Wein wurde nach Dr. Zweigelt benannt, da dieser an der Züchtung vorrangig mitgewirkt hat. Der Wein ist qualitativ besser, je weniger Ertrag man hat. Die Menge des Anbaus an Zweigelt steht in Österreich unter den Rotweinsorten an erster Stelle. Vorwiegend wird der Wein im Burgenland und in Niederösterreich angebaut. Zweigelt guter Qualität hat eine sehr starke rubinrote Färbung. Der Geruch ist fruchtig-würzig. Er schmeckt gerbstoffreich, säuerlich und leicht würzig [6]. Im Alter hat er ein Bukett, das deutlich an Beeren, Zwetschken oder einen Rumtopf erinnert [47].

1.4.16 Der Blaufränkische

Die Sorte Blaufränkisch wächst in windgeschützten, warmen, südlichen Hanglagen. Der größte Teil wird im Burgenland angebaut. Er hat eine leichte bis dunkle rubinrote Färbung. Der Geruch ist fruchtig bis grasig und erinnert an Brombeeren. Er schmeckt leicht säuerlich, frisch, etwas gerbstoffhaltig und nicht allzu alkoholreich [6]. Der Blaufränkische ist in Österreich mit einem Anbau von ca. 3000ha einer der wichtigsten Rotweine. In Deutschland wird er als Limberger bezeichnet, in Ungarn Kekfrankos. In den USA, Kroatien und Tschechien nennt man den Blaufränkischen Lemberger [38].

1.5 Studien über den Polyphenolgehalt und die antioxidative Aktivität verschiedener Weinsorten

1.5.1 “Determination of Antioxidant Activity of Wine Byproducts and Its Correlation with Polyphenolic Content” [49]

Diese Studie wurde 2002 in Spanien von der Universität Cadiz durchgeführt. Untersucht wurde der Zusammenhang zwischen der antioxidativen Aktivität und dem Gehalt an Polyphenolen unter anderem des Tresters und der Stängel der Weinsorten Syrah, Tempranillo, Cabernet Sauvignon und Moscatel. Zur Bestimmung der Polyphenole setzte man die Folin-Ciocalteu-Methode ein und verwendete zum Erhalt der Kalibrierkurve Gallussäure. Zur Bestimmung der antioxidativen Aktivität wurde die HPLC-Methode eingesetzt.

Der Gehalt an Polyphenolen (GAE) des Tresters der Trauben betrug:

	Gesamtpolyphenole GAE/100 (mg/l)
Syrah (nicht gewässert)	~46
Tempranillo (nicht gewässert)	~40
Cabernet Sauvignon (nicht gewässert)	~18
Moscatel (nicht gewässert)	~20
Palomino Fino (nicht gewässert)	~19

Tab. 1: Polyphenolgehalt des Tresters der Weinsorten Syrah, Tempranillo, Cabernet Sauvignon, Moscatel, Palomino in GAE/100 (mg/l)

Ergebnisse Stängel (GAE):

	Gesamtpolyphenole GAE/100 (mg/l)
Syrah (nicht gewässert)	~50
Tempranillo (nicht gewässert)	~39
Cabernet Sauvignon (nicht gewässert)	~25

Tab. 2: Polyphenolgehalt der Stängel der Weinsorten Syrah, Tempranillo, Cabernet Sauvignon in GAE/100 (mg/l)

Es zeigte sich, dass sich in den Trestern vor allem Gallussäure, Catechine und Epicatechine befanden. Untersucht wurden außerdem die Stängel und der Bodensatz dieser Weinsorten. In den Stängeln konnte in einigen, allerdings nicht allen Proben Catechine und Epicatechine nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse der antioxidativen Aktivität des Tresters lauteten:

	AA (Trolox Äqu. mM)
Syrah (nicht gewässert)	~ 50
Tempranillo (nicht gewässert)	~ 49
Cabernet Sauvignon (nicht gewässert)	~ 22
Moscatel (nicht gewässert)	~ 24
Palomino Fino (nicht gewässert)	~ 23

Tab. 3: Antioxidative Aktivität des Tresters der Weinsorten Syrah, Tempranillo, Cabernet-Sauvignon, Moscatel, Palomino in Trolox-Äquivalenten (mM)

Ergebnisse Stängel

	AA (Trolox Äqu. mM)
Syrah (nicht gewässert)	~ 130
Tempranillo (nicht gewässert)	~ 70
Cabernet Sauvignon (nicht gewässert)	~ 85

Tab. 4: Antioxidative Aktivität der Stängel der Weinsorten Syrah, Tempranillo, Cabernet-Sauvignon in Trolox-Äquivalenten (mM)

Der Trester und die Stängel hatten eine höhere antioxidative Aktivität als der Bodensatz. Das ist eigentlich logisch, da z.B. der Trester wesentlich mehr polyphenolische Inhaltsstoffe enthält, als z.B. der Bodensatz. Beim Bodensatz handelt es sich um die festen Bestandteile, die sich während der Weinherstellung am Boden absetzen. Syrah besaß die größte antioxidative Aktivität. Die HPLC-Methode wurde angewendet und dabei wurden einige polyphenolischen Komponenten identifiziert. Dabei zeigte sich keinerlei Korrelation zwischen den einzelnen polyphenolischen Komponenten und der antioxidativen Aktivität. Der Grund dafür ist wahrscheinlich, dass es zwar eine Korrelation zwischen antioxidativer Aktivität und dem Gehalt an Gesamtpolyphenolen im Allgemeinen gibt, nicht allerdings zwischen antioxidativer Aktivität und speziellen Komponenten der polyphenolischen Inhaltsstoffe.

1.5.2 “ Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts“ [50]

2002 untersuchte man an der Universität Lecce in Italien den Gehalt an Gesamtpolyphenolen, Flavonoiden, Anthocyanen, kondensierten Tanninen und Proanthocyanidinen in den ethanolischen Extrakten von Trester, Kernen und Schalen der Sorte Negro Amaro aus Südapulien. Zur Bestimmung der antioxidativen Aktivität wurde die β -bleaching-Methode eingesetzt, zur Bestimmung der Gesamtpolyphenole die Folin-Ciocalteu-Methode. Auch der Gehalt an Gesamtflavonoiden und Anthocyanen

wurde photometrisch bestimmt und durch Catechin-Äquivalente und Malvin-Äquivalente ausgedrückt.

Die Ergebnisse lauteten wie folgt:

	Trester (g/100g DM)	Kerne (g/100g DM)	Schalen (g/100g DM)
Gesamtphenole GAE	4,19±0,04	8,58±0,03	3,33±0,03
Flavonoide CE	3,94±0,08	8,36±0,04	3,15±0,05
Anthocyane ME	0,98±0,04	0	1,92±0,04
Proanthocyanidine CyE	1,29±0,16	5,95±0,17	0,25±0,08
Freie Anthocyane ME	0,31±0,05	0	0,68±0,07
Kondensierte Tannine CE	2,23±0,08	6,41±0,08	0,86±0,08

Tab. 5: Gesamtphenole, Flavonoide, Anthocyane, Proanthocyanidine, freie Anthocyane, kondensierte Tannine in Kernen, Trester und Schalen der Sorte Negro amaro

Phenole (ppm)	Antioxidative Aktivität (%)			
	Tresterextrakt	Kernextrakt	Schalenextrakt	BHT
10	20,21±0,25	25,12±0,53	11,75±1,02	48,79±1,58
20	47,55±1,53	48,75±2,52	36,00±2,68	70,14±1,25
40	64,67±0,29	67,97±0,91	59,40±1,04	76,74±0,12
80	73,50±0,26	74,50±0,26	73,07±0,38	79,22±0,76
160	89,47±0,27	89,97±1,57	86,33±0,64	87,14±0,13

Tab. 6: Antioxidative Aktivität der Kerne, Trester und Schalen der Sorte Negro Amaro, sowie von BHT

Der Gehalt an Gesamtphenolen und Gesamtflavonoiden war in den Kernen der Trauben höher als im Trester und in den Schalen. Die höchste Menge an freien und Gesamtanthocyanen zeigte sich in den Schalen. Dabei konnten in den Kernen keinerlei Anthocyane nachgewiesen werden. Es zeigte sich, dass die Weintraubenkerne die höchste antioxidative Aktivität aufwiesen, da sie einen besonders hohen Gehalt an Proanthocyanidinen enthielten.

1.5.3 “Polyphenols, anthocyanins, and trans-resveratrol in red wines from Hungarian Villany region” [3]

Diese Studie wurde 2005 an der Universität Pecs und dem Forschungsinstitut für Vinologie in Ungarn durchgeführt. Es sollte der Polyphenolgehalt in 67 Rotweinen der ungarischen Villany Region bestimmt werden.

Dabei wurde die RP-HPLC /UV-Vis Methode eingesetzt.

Einige Ergebnisse der Studie waren:

	Mittelwert	Mittelwert
	Polyphenole (Gallussäure mg/l)	Polyphenole (Quercetin mg/l)
Cabernet franc	45,3	3,7
Cabernet Sauvignon	57,8	5,6
Cabernet Sau	70,9	2,4
Cuvee	60,3	3,5
Kadarka	57,9	8,7
Kekfrankos	46,0	11,3
Merlot	65,9	11,2
Zweigelt	58,3	6,0

Tab. 7: Polyphenole (Gallussäure mg/l) und Polyphenole (Quercetin mg/l) der Weinsorten Cabernet franc, Cabernet-Sauvignon, Cabernet sau, Cuvee, Kadarko, Kekfrankos, Merlot, Zweigelt

	Mittelwert	Mittelwert
	Polyphenole (Catechin mg/l)	Polyphenole (Rutin mg/l)
Cabernet franc	62,1	9,5
Cabernet Sauvignon	81,8	13,1
Cabernet Sau	69,0	17,2
Cuvee	73,8	20,2
Kadarka	77,0	12,1
Kekfrankos	71,5	13,6
Merlot	89,1	16,9
Zweigelt	73,4	6,8

Tab. 8: Polyphenole (Catechin mg/l) und Polyphenole (Rutin mg/l) der Weinsorten Cabernet franc, Cabernet-Sauvignon, Cabernet sau, Cuvee, Kadarko, Kekfrankos, Merlot, Zweigelt

Einen besonders hohen Gehalt an Polyphenolen enthielten die Sorten: Kekfrankos, Merlot und Zweigelt. Der Gehalt an Anthocyanen war im Shiraz, Kekfrankos und Zweigelt am höchsten.

1.5.4 “Major Flavonoids in Grape Seeds and Skins: Antioxidant Capacity of Catechin, Epicatechin, and Gallic Acid“ [51]

2004 wurde am Department of Food Science and Technology, an der Universität Georgia in Athens, Georgia die Studie zur Bestimmung des Gehalts an Flavonoiden und der antioxidativen Aktivität der Weintrauben von Merlot und Chardonnay, sowie der Weintraubenkerne der Sorte Muscadine durchgeführt.

Zur Bestimmung wurde die HPLC-Methode herangezogen.

	Polyphenole (Gallussäure mg/100g)	
	Kerne	Schalen
Muscadine	99	-
Chardonnay	15	5
Merlot	10	3

Tab. 9: Polyphenole (Gallussäure mg/100g) der Kerne und Schalen der Weinsorten Muscadine, Chardonnay, Merlot

	Polyphenole (Catechin mg/100g)	
	Kerne	Schalen
Muscadine	12	-
Chardonnay	358	60
Merlot	127	16

Tab. 10: Polyphenole (Catechin mg/100g) der Kerne und Schalen der Weinsorten Muscadine, Chardonnay, Merlot

	Polyphenole (Epicatechin mg/100g)	
	Kerne	Schalen
Muscadine	96	-
Chardonnay	421	44
Merlot	115	13

Tab.11: Polyphenole (Epicatechin mg/100g) der Kerne und Schalen der Weinsorten Muscadine, Chardonnay, Merlot

Wie sich zeigte, war der Gehalt an Gesamtpolyphenolen in den Kernen bei allen Weinsorten wesentlich höher als in den Schalen. Bei Gallussäure befand sich die größte Menge in den Kernen von Muscadine, bei Catechin in den Kernen von Chardonnay und bei Epicatechin ebenfalls in den Kernen von Chardonnay.

Komponenten	Peroxy radical scavenging capacity (μMol of TE/mg)
Resveratrol	29,06 \pm 3,54
Catechin	20,53 \pm 0,1
Epicatechin	10,20 \pm 0,87
Gallocatechin	11,58 \pm 0,71
Gallussäure	4,26 \pm 1,57
Ellagsäure	3,88 \pm 1,04

Tab. 12: Peroxy radical scavenging capacity von Resveratrol, Catechin, Epicatechin, Gallocatechin, Gallussäure, Ellagsäure

Die Peroxy-radical-scavenging-capacity zeigte bei Resveratrol mit 29,06 μMol TE/mg den größten Wert.

1.5.5 “Antioxidant activities of five Chinese rice wines and the involvement of phenolic compounds“ [52]

2005 wurde diese Studie an der Zhejiang Universität in Hangzhou, China durchgeführt. Dabei wurden die antioxidative Aktivität und der Gehalt an phenolischen Komponenten in Reisweinen untersucht.

Die Ergebnisse lauteten wie folgt:

	Guyuelongshan	Hongqu	Shousheng	Foshou	Nuomi
Phenolische Komponenten					
Gallussäure ($\mu\text{g/ml}$)	2,07 \pm 0,58	1,31 \pm 0,22	3,12 \pm 0,48	1,01 \pm 0,42	2,43 \pm 0,78
Quercetin ($\mu\text{g/ml}$)	1,02 \pm 0,22	-	0,88 \pm 0,38	1,51 \pm 0,47	-

Tab. 13: Gesamtphenole (Gallussäure, Quercetin) der Weinsorten Guyuelongshan, Hongqu, Shousheng, Foshou, Nuomi

Die Sorte Nuomi beinhaltet die größte Menge an Polyphenolen und wies auch die höchste antioxidative Aktivität auf. Foshou hatte eine geringe Menge an Gesamtphenolen.

1.5.6 “Polyphenol constituents and antioxidant activity of grape pomace extracts from five Sicilian red grape cultivars“ [53]

2005 führten die Universitäten von Santuario, Catania und Salerno in Italien eine Studie zur Untersuchung der antioxidativen Aktivität und des Polyphenolgehaltes durch. Die antioxidative Aktivität wurde mittels DPPH und ABTS-radical-scavenging-capacity-Methode bestimmt.

Sämtliche Methanol-Extrakte zeigten eine signifikante antioxidative Aktivität. Der Wein Nerello Mascalese hatte die höchste Aktivität.

	Nero d'Àvola	Nerello Mascalese	Nerello Cappuccio	Frappato	Cabernet Sauvignon
DPPH (µg/ml) als SC50	38,93±0,24	14,45±0,13	23,99±1,80	15,90±0,89	34,20±1,48
TEAC (Trolox Äqu.)	1,58±0,01	2,24±0,05	1,66±0,03	1,59±0,02	2,21±0,04

Tab. 14: Antioxidative Aktivität (DPPH, TEAC) der Weinsorten Nero d'Àvola, Nerello Mascalese, Nerello Cappuccio, Frappato, Cabernet-Sauvignon

1.5.7 "Polyphenol Content and Total Antioxidant Activity of Vini Novelli (Young Red Wines)" [54]

Diese Studie über die antioxidative Aktivität und den Gehalt an Polyphenolen in acht italienischen Rotweinen wurde im Jahre 2000 an der Universität Mailand und am National Research Council Mailand, Italien, durchgeführt. Zur Bestimmung der Gesamtpolyphenole wurde dabei die Folin-Ciocalteu-Methode und zur Bestimmung der antioxidativen Aktivität die HPLC-Methode verwendet.

Ergebnisse:

Wein	Gesamtpolyphenole (GAE mg/l)	Gesamtflavanole (CE mg/l)	TAA (Trolox mmol/l)	TAA Gesamtpolyphenole	TAA Gesamtflavanole
1	1842,6±63,8	399,3±11,1	18,5±0,6	0,010	0,046
2	1599,3±64,4	496,4±16,0	17,2±0,8	0,011	0,035
3	2143,3±48,2	640,1±19,0	22,9±0,9	0,011	0,036
4	1154,0±5,1	311,6±11,6	11,8±0,4	0,010	0,038
5	1617,2±8,5	456,1±15,3	17,6±0,6	0,011	0,039
6	1715,5±7,6	373,1±6,6	18,3±0,9	0,011	0,049
7	1648,9±59,0	475,0±32,6	17,5±0,7	0,011	0,037
8	1122,4±69,4	246,1±14,2	10,9±0,6	0,010	0,044

Tab. 15: Gesamtpolyphenole, Gesamtflavanole, totale antioxidative Aktivität acht junger Rotweine

Die Weine beinhalten 1605,4±337,4 mg/l GAE Gesamtpolyphenole. Der Gehalt an Gesamtflavanolen betrug 424,7±121,3 mg/l CE. Die TAA (totale antioxidative Aktivität) der Weine machte im Schnitt 16,8±3,8 mmol/l Trolox Äquivalente aus.

2. Problemstellung

Ziel dieser Arbeit war es, aus dem Weintraubentrester, den Weintraubenkernen und den Weintraubenschalen der Direktträgersorte Uhudler antioxidativ wirksame Inhaltsstoffe zu extrahieren und zu bewerten. Die Ergebnisse der Versuchsdurchführungen sollten mit den Resultaten der Extraktion von Weintraubentrester und Weintraubenkerne der Weinsorte Blaufränkisch, sowie Weintraubentrester der Weinsorte Zweigelt verglichen werden. Dabei wurde der Weintraubentrester, die Weintraubenkerne und die Weintraubenschalen des Uhudlers in gekühlter Form von Winzern aus dem Südburgenland angeliefert, während der Weintraubentrester, die Weintraubenkerne der Sorte Blaufränkisch und der Weintraubentrester der Sorte Zweigelt ebenfalls in gekühlter Form aus dem Nordburgenland stammen. Als Vergleichssubstanzen für die Bestimmung der antioxidativen Aktivität sollten außerdem die handelsüblichen Antioxidantien BHA, BHT, Ascorbylpalmitat, Tocopherol, sowie als Bezugssubstanz das Vitamin E-Derivat Trolox herangezogen werden. Im Besonderen sollte die ernährungsphysiologisch bedeutsame antioxidative Wirkung des Weintraubentresters, der Weintraubenkerne und der Weintraubenschalen des Direktträgerweines Uhudler aus dem Südburgenland durchleuchtet werden. Zur Untersuchung auf den Gehalt der Gesamtpolyphenole sollte die Methode nach Folin-Ciocalteu mit Hilfe der Bezugssubstanz Gallussäure herangezogen werden. Die Bestimmung der Flavonoide sollte mit Hilfe der Erstellung von Eichgeraden mit den Bezugssubstanzen Rutin und Quercetin, die Bestimmung der Proanthocyanidine mit Hilfe der Erstellung einer Eichgerade mit der Bezugssubstanz Cyanidinchlorid und die Bestimmung der Catechine mit Hilfe der Erstellung einer Eichgerade mit der Bezugssubstanz Catechin durchgeführt werden. Im Anschluss sollte die antioxidative Aktivität der Proben und Vergleichssubstanzen bestimmt und ausgewertet werden. Hierfür sollte die DPPH-Methode und die FRAP-Methode verwendet werden. Das synthetisch hergestellte gesetzlich geregelte Antioxidans Trolox sollte bei beiden Methoden als Bezugssubstanz benützt werden. Zum besseren Verständnis sollten die Ergebnisse in Trolox-Äquivalente ausgedrückt werden. Dabei beruht die DPPH-Methode auf der Abnahme des freien Radikals 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyls. Diese Abnahme kann mit Hilfe eines Photometers beobachtet werden. Das Prinzip der FRAP-Methode geht aus der Reduktion eines Eisen-Tripyridyltriazin-Komplexes zur eisenhaltigen, färbigen Form in der Anwesenheit von Antioxidantien hervor.

3. Material und Methoden

3.1 Material

Bei den Proben handelt es sich um den Weintraubentrester, die Weintraubenkerne und die Weintraubenschalen der Weinsorte Uhdler, den Weintraubentrester der Weinsorte Zweigelt, sowie den Weintraubentrester und die Weintraubenkerne der Weinsorte Blaufränkisch. Alle Proben der Sorte Uhdler stammen aus einem Weinbaubetrieb im Südburgenland, wobei die Ernte im Jahre 2007 erfolgte. Die Proben der Sorten Zweigelt und Blaufränkisch wurden aus einem Weinbaubetrieb im Nordburgenland zur Verfügung gestellt, wobei auch hier die Ernte im Jahre 2007 erfolgte.

Als Tresterprobenmaterial standen zur Verfügung:

3.1.1 Uhdler Trester



Abb. 22: Uhdler Trester getrocknet

Der ungetrocknete Trester der Sorte Uhdler hatte eine violett-rötliche Färbung, und wies einen besonderen Geruch nach Beeren auf.

3.1.2 Blaufränkisch Trester



Abb. 23: Blaufränkisch Trester getrocknet

Der Trester der Sorte Blaufränkisch hatte im ungetrockneten Zustand einen neutralen Geruch und eine bräunliche Färbung.

3.1.3 Zweigelt Trester



Abb. 24: Zweigelt Trester getrocknet

Der ungetrocknete Trester der Sorte Zweigelt hatte eine violett-rötliche Färbung und einen kräftigen würzigen Geruch.

Als Kernprobenmaterial standen zur Verfügung:

3.1.4 Uhudler Kerne

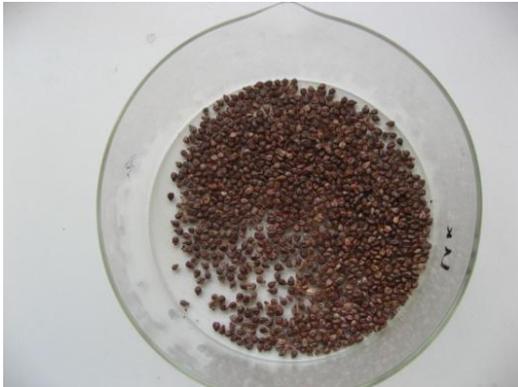


Abb. 25: Uhudler Kerne getrocknet

Die Kerne der Sorte Uhudler waren klein, länglich und hatten eine braune Färbung.

3.1.5 Blaufränkisch Kerne

Die Kerne der Sorte Blaufränkisch waren klein, länglich und hatten eine braune Färbung.

Als Schalenprobematerial stand zur Verfügung:

3.1.6 Uhudler Schalen



Abb. 26: Uhudler Schalen getrocknet

Die Schalen der Sorte Uhudler hatten im ungetrockneten Zustand eine violett-bläuliche Färbung und einen beerigen Geruch.

3.1.7 Vergleichs-Standardsubstanzen

Als Vergleichs–Standardsubstanzen standen die gesetzlich geregelten synthetisch hergestellten Antioxidantien Butylhydroxyanisol (BHA), Butylhydroxytoluol (BHT), Ascorbylpalmitat und Trolox, sowie das natürliche Antioxidans Tocopherol zur Verfügung.

3.2 Methoden

3.2.1 Aufarbeitung der Proben

Die Proben wurden in gekühlter Form geliefert. Uhudler Weintraubentrester, Blaufränkisch Weintraubentrester und Blaufränkisch Weintraubenkerne wurden zunächst eingewogen und anschließend über Nacht für ca. 16 Stunden bei -30°C tiefgekühlt. Danach konnten sie mit Hilfe eines Lyophilisators gefriergetrocknet werden. Dabei wurden die Proben nacheinander alle 15 Minuten aus dem Gefrierschrank geholt und am Lyophilisator angeschlossen.

Der Uhudler Weintraubentrester musste nach dem Gefriertrocknen aufgrund der verbliebenen Feuchtigkeit über Nacht für 16 Stunden im Trockenschrank bei 60°C nachgetrocknet werden. Die getrockneten bzw. lyophilisierten Proben wurden anschließend mit Hilfe einer Präzisionswaage abgewogen. Durch Abzug der Ausbeute vom Einsatz konnte auf den Wassergehalt der Proben geschlossen werden.

3.2.2 Auswertung:

Einsatz (g) – Ausbeute (g) = Extrakt (w/w%)

100% - Extrakt (w/w%) = H₂O–Gehalt%

Zweigelt Weintraubentrester, Uhudler Weintraubenschalen und Uhudler Weintraubenkerne wurden nicht gefriergetrocknet, sondern über Nacht für 16 Stunden im Trockenschrank bei 60 °C getrocknet.

Nach dem Trocknen wurden die Proben mit Hilfe eines Mixers pulverisiert.

3.2.3 Extraktion der Proben

Eine Mischung aus Ethanol/destilliertes Wasser (70:30) wurde hergestellt. Jeweils etwa 20g der pulverisierten Proben wurden mit 200ml der Ethanol/destilliertes Wasser–Mischung versetzt und über Nacht in ein Schüttelbad bei 60°C gegeben. Anschließend wurden die Lösungen durch Einsatz einer Wasserstrahlpumpe und

eines Filterpapiere abfiltriert, und danach mit Hilfe eines Rotavapors bei 60 °C eingedampft.

3.2.4 Bestimmung des Gesamtpolyphenolgehaltes nach Folin–Ciocalteu [55]

Prinzip:

Das Prinzip dieser Methode beruht auf der Oxidation phenolischer Hydroxylgruppen. Dabei wird ein blauer Farbkomplex gebildet. Im leicht basischen Milieu reagieren die phenolischen Verbindungen mit dem Folin-Ciocalteu-Reagenz. Mittels Photometer kann die Extinktion bei 750nm gemessen werden. Mit Hilfe der Erstellung einer Eichgerade (Gallussäure) kann ausgewertet werden.

Chemikalien / Substanzen:

Folin–Ciocalteu-Reagenz, destilliertes Wasser, Na_2CO_3 , Gallussäure, Methanol

Geräte / Gebrauchsgegenstände:

10ml Messkolben, Kolbenhubpipetten, Analysen-Waage, Spachtel, Photometer, Küvetten, PC für die Auswertung

Herstellung der Lösungen:

Es wurde eine 177g Na_2CO_3 /l Lösung hergestellt. Hierfür wurden in einen 250ml Messkolben 44,25g Na_2CO_3 eingewogen und dann mit destilliertem Wasser bis zur Ringmarke aufgefüllt.

Herstellung der Standardlösungen für die Eichgerade:

Gallussäure wurde im Messkolben eingewogen und mit Methanol aufgefüllt.

Aus der Stammlösung wurden Lösungen folgender Konzentrationen hergestellt:

50mg/l , 100mg/l, 150mg/l, 200mg/l, 1000mg/l

Durchführung:

Ca. 7 ml destilliertes Wasser wurden in einen 10ml Messkolben pipettiert. 0,5ml der methanolischen Probe und 0,5ml des Folin–Ciocalteu–Reagenzes wurden hinzugefügt und kräftig miteinander vermischt. 1ml der Na_2CO_3 –Lösung wurde nach exakt drei Minuten zugefügt und die Lösung wieder kräftig durchgemischt. Der Messkolben wurde danach mit destilliertem Wasser bis zur Ringmarke aufgefüllt und abermals gut durchmischt. Die resultierende Lösung wurde anschließend für 60 Minuten an einem dunklen Platz inkubiert. Nach einer Stunde wurde die Lösung bei 750nm gegen destilliertes Wasser gemessen. Dieser Vorgang wurde mit allen

Proben dreimal bei unterschiedlichen Konzentrationen, sowie mit der Standardreihe durchgeführt.

Berechnungsmodus:

Zur Auswertung des Gehaltes an Gesamtpolyphenolen wurde die Geradengleichung der Eichgerade mit der Bezugssubstanz Gallussäure herangezogen:

$$\text{Geradengleichung: } y = 0,0054x + 0,0675 \quad x = (y - 0,0675) / 0,0054$$

Nachfolgend wird ein Beispiel zur Berechnung des Gehaltes an Gesamtpolyphenolen aufgezeigt:

Uhudler Trester

Gemessene Absorption (750nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Verdünnung	E
(1:10)	1,919
(1:50)	0,808
(1:80)	0,512
(1:100)	0,335

Tab. 16: Absorptionen bei verschiedenen Konzentrationen

ursprüngliche Konzentration: $2,385\text{g}/50\text{ml} = 47,7\text{mg/ml}$

$$\text{Verdünnung (1:100) } x = (y - 0,0675) / 0,0054 \quad x = (0,335 - 0,0675) / 0,0054$$

$$x = 49,54\text{mg/l}$$

$$\text{Verdünnung (1:50) } x = (0,808 - 0,0675) / 0,0054 \quad x = 137,13\text{mg/l}$$

$$\text{Verdünnung (1:80) } x = (0,512 - 0,0675) / 0,0054 \quad x = 82,31\text{mg/l}$$

Einwaage bei Verdünnung (1:100): 472mg/l

Berechnung (mg/g): $49,54/472 = 105\text{mg/g}$

Einwaage bei Verdünnung (1:50): 954mg/l

Berechnung (mg/g): $137,13/954 = 140,5\text{mg/g}$

Einwaage bei Verdünnung (1:80): 596,25mg/l

Berechnung (mg/g): $82,31/596,25 = 138,05\text{mg/g}$

Mittelwert: $(105\text{mg/g} + 140,5\text{mg/g} + 138,05\text{mg/g}) / 3 = \underline{127,85\text{mg/g}}$

Standardabweichung: $\sigma = \frac{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2}}{n-1} = \underline{\underline{19,83}}$

3.2.5 Bestimmung des Flavonoidgehaltes mit Hilfe einer Quercetin–Eichgerade [56]

Prinzip:

Der Gehalt an Gesamtflavonoiden kann mit Hilfe der Geradengleichung einer Eichgerade mit der Bezugssubstanz Quercetin berechnet werden. Es handelt sich um eine photometrische Methode.

Chemikalien:

2% AlCl₃·6H₂O, Quercetin, Methanol

Geräte / Gebrauchsgegenstände:

Messkolben, Kolbenhubpipetten, Analysen-Waage, Spachtel, Photometer, Küvetten, PC für die Auswertung

Herstellung der Lösungen:

2g 2% AlCl₃·6H₂O wurden in einen 100ml Messkolben gegeben und dann bis zur Ringmarke mit Methanol aufgefüllt.

Herstellung der Standardlösungen für die Eichgerade:

Zur Herstellung der Standardlösungen wurde Quercetin im Messkolben eingewogen und mit Methanol aufgefüllt. Die Lösungen wurden in den Konzentrationen 50mg/l, 100mg/l, 150mg/l und 200mg/l hergestellt.

Durchführung:

1,5ml der 2%igen AlCl₃·6H₂O–Lösung wurden in einen Messkolben pipettiert. Die gleiche Menge an der methanolischen Probe bzw. an der Quercetin - Standardlösung wurde hinzugefügt. Die daraus resultierende Lösung wurde kräftig geschüttelt und für 10 Minuten in dunkler Umgebung inkubiert. Danach wurde die Extinktion bei 367,5nm gemessen.

Berechnungsmodus:

Zur Auswertung des Gehaltes an Flavonoiden wurde die Geradengleichung der Eichgerade mit der Bezugssubstanz Quercetin herangezogen:

Eichgerade: $y = 0,0069x + 0,0225$

$x = (y - 0,0225) / 0,0069$

Nachfolgend wird ein Beispiel zur Berechnung des Gehaltes an Flavonoiden aufgezeigt:

Uhudler Trester

Gemessene Absorption (367.5nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Verdünnung	E
(1:25)	0,79
(1:50)	0,425
(1:101)	0,226

Tab. 17: Absorptionen bei verschiedenen Konzentrationen

Ursprüngliche Konzentration: 47,7mg/ml

Verdünnung (1:25): $x = (y-0,0225)/0,0069 = (0,79-0,0225)/0,0069 = 111,23\text{mg/l}$

Verdünnung (1:50): $x = (0,425-0,0225)/0,0069 = 58,33\text{mg/l}$

Verdünnung (1:101): $x = (0,226-0,0225)/0,0069 = 29,49\text{mg/l}$

Einwaage bei Verdünnung (1:25): 1908mg/l

Berechnung (mg/g): $111,23/1908 = 58,3\text{mg/g}$

Einwaage bei Verdünnung (1:50): 954mg/l

Berechnung (mg/g): $58,33/954 = 61,14\text{mg/g}$

Einwaage bei Verdünnung (1:101): 472,28mg/l

Berechnung (mg/g): $29,49/472,28 = 62,44\text{mg/g}$

Mittelwert: $(58,5+61,14+62,44)/3 = 60,69\text{mg/g}$

Standardabweichung: $\sigma = \frac{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2}}{n-1} = 2,12$

3.2.6 Bestimmung des Flavonoidgehaltes mit Hilfe einer Rutin–Eichgerade [57]

Prinzip:

Der Gehalt an Flavonoiden kann mit Hilfe der Geradengleichung einer Eichgerade mit der Bezugssubstanz Rutin berechnet werden. Es handelt sich um eine photometrische Methode.

Chemikalien / Substanzen:

Destilliertes Wasser, 5% NaNO₂, 10% AlCl₃, 4% NaOH

Geräte / Gebrauchsgegenstände:

Messkolben, Kolbenhubpipetten, Analysen-Waage, Spachtel, Photometer, PC für die Auswertung

Herstellung der Lösungen:

5g NaNO₂ wurden in einen 100ml Messkolben eingewogen und mit destilliertem Wasser bis zur Ringmarke aufgefüllt. Zur Herstellung der AlCl₃–Lösung wurden 10g AlCl₃ eingewogen und in einem 100ml Messkolben bis zur Ringmarke mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Außerdem wurden 4g NaOH in einen 100ml Messkolben gegeben und mit destilliertem Wasser bis zur Ringmarke aufgefüllt.

Herstellung der Standardlösungen für die Eichgerade

Rutin–Standardlösungen wurden in den Konzentrationen 50mg/l, 100mg/l, 150mg/l, 200mg/l und 1000mg/l hergestellt.

Durchführung:

0,5ml der methanolischen Probelösung wurde mit 2ml destilliertem Wasser und 0,15ml 5% NaNO₂–Lösung in einem 5ml Messkolben vermischt. Nach sechs Minuten wurde 0,15ml der 10% AlCl₃–Lösung hinzugefügt und vermischt. Nach abermals sechs Minuten wurden 2ml 4% NaOH–Lösung zugegeben. Danach wurde der Messkolben mit destilliertem Wasser bis zur Ringmarke aufgefüllt. Die Lösung wurde für 15 Minuten im Dunklen inkubiert und anschließend bei 510nm gegen destilliertes Wasser photometrisch gemessen.

Berechnungsmodus:

Zur Auswertung des Gehaltes an Flavonoiden wurde die Geradengleichung der Eichgerade mit der Bezugssubstanz Rutin herangezogen:

$$\text{Eichgerade: } y = 0,0008x + 0,0297$$

$$x = (y - 0,0297) / 0,0008$$

Nachfolgend wird ein Beispiel zur Berechnung des Gehaltes an Flavonoiden aufgezeigt:

Uhudler Trester

Gemessene Absorption (510nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 47,7mg/ml

Verdünnung	E
(1:50)	0,378
(1:81)	0,245
(1:101)	0,186

Tab. 18: Absorptionen bei verschiedenen Konzentrationen

Verdünnung (1:50): $x = (y - 0,0297) / 0,0008$ $x = (0,378 - 0,0297) / 0,0008$

$x = 435,38 \text{ mg/l}$

Verdünnung (1:81): $x = (0,245 - 0,0297) / 0,0008 = 269,13 \text{ mg/l}$

Verdünnung (1:101): $x = (0,186 - 0,0297) / 0,0008 = 195,38 \text{ mg/l}$

Einwaage bei Verdünnung (1:50): 954mg/l

Berechnung (mg/g): $435,38 / 954 = \mathbf{456,37 \text{ mg/g}}$

Einwaage bei der Verdünnung (1:81): 588,89mg/l

Berechnung (mg/g): $269,13 / 588,89 = \mathbf{457,01 \text{ mg/g}}$

Einwaage bei der Verdünnung (1:101): 472,28mg/l

Berechnung (mg/g): $195,38 / 472,28 = \mathbf{413,70 \text{ mg/g}}$

Mittelwert: $(456,37 + 457,01 + 413,7) / 3 = \mathbf{442,36 \text{ mg/g}}$

Standardabweichung: $\sigma = \frac{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2}}{n-1} = \mathbf{24,82}$

3.2.7 Bestimmung des Gehalts an Proanthocyanidinen mittels Butanol-HCL-Assay [56]

Prinzip:

Der Gehalt an Proanthocyanidinen kann mit Hilfe der Geradengleichung einer Eichgerade mit der Bezugssubstanz Cyanidinchlorid berechnet werden. Es handelt sich um eine photometrische Methode.

Chemikalien / Substanzen:

n-Butanol, 37% HCl, $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, 2M HCl, Cyanidinchlorid, destilliertes Wasser

Geräte / Gebrauchsgegenstände:

Teströhrchen mit Verschluss, Vollpipetten, Kolbenhubpipetten, Bechergläser, Analysen-Waage, Spachtel, Photometer, Küvetten, PC für die Auswertung

Herstellung der Lösungen:

Zur Verfügung stand eine 12 Mol/l HCL (37%). Aus dieser musste eine 2M HCL hergestellt werden. Allerdings wurden anstatt 1 Liter lediglich 100ml 2M HCL hergestellt.

1000ml.....2Mol	12Mol.....1000ml
100ml.....x	0,2Mol.....x
X= 0,2 Mol	x= 16,66ml

16,66ml 37% HCL wurden in einen 100ml Messkolben pipettiert und mit destilliertem Wasser bis zur Ringmarke aufgefüllt. Außerdem musste eine n-Butanol / HCL (95:5 v/v)-Lösung hergestellt werden. Dazu wurden in einen 100ml Messkolben 95ml n-Butanol und 5ml HCL pipettiert und durchgemischt.

Herstellung der Lösungen zur Erstellung der Eichgerade:

In einen 1ml Messkolben wurden 1mg Cyanidinchlorid überführt und mit destilliertem Wasser bis zur Ringmarke aufgefüllt. Diese Lösung musste noch einmal 1:10 verdünnt werden. Danach stellte man Lösungen in den Konzentrationen 0,1ml/ml, 0,03mg/ml und 0,006mg/ml her.

Durchführung:

In verschließbare Teströhrchen wurden zunächst 3ml der n-Butanol / HCL (95:5 v/v)-Lösung überführt und dann 0,25ml der methanolischen Probe dazugegeben. Danach wurden noch 0,1ml der $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ in 2M HCL-Lösung hinzugefügt. Die

3.2.8 Bestimmung des Gehaltes an Catechinen mit Hilfe einer Catechin-Eichgerade [58]

Prinzip:

Der Gehalt an Catechinen kann mit Hilfe der Geradengleichung einer Eichgerade mit der Bezugssubstanz Catechin berechnet werden. Es handelt sich um eine photometrische Methode.

Chemikalien / Substanzen:

DAC-Lösung, 37% HCl, Methanol, destilliertes Wasser

Geräte / Gebrauchsgegenstände:

Kolbenhubpipetten, Küvetten, Messkolben, Photometer, PC für die Auswertung

Herstellung der Lösungen:

In einen 100ml Messkolben wurden 0,1g DAC gegeben und in 25ml 37% HCl aufgelöst. Danach wurde der Kolben bis zur Ringmarke mit Methanol aufgefüllt.

Herstellung der Lösungen für die Eichgerade:

Für die Eichgerade wurden Lösungen in den Konzentrationen 5mg/l, 10mg/l, 20mg/l, 30mg/l und 100mg/l hergestellt.

Durchführung:

2,5ml DAC-Lösung wurden mit 0,5ml der methanolischen Probe in einer Küvette gemischt und für 10 Minuten im Dunklen inkubiert. Anschließend wurden die Lösungen mit dem Photometer bei 640nm gemessen.

Berechnungsmodus:

Zur Auswertung des Gehaltes an Catechinen wurde die Geradengleichung der Eichgerade mit der Bezugssubstanz Catechin herangezogen:

$$\text{Eichgerade: } y = 0,04x - 0,024$$

$$x = (y + 0,024) / 0,04$$

Nachfolgend wird ein Beispiel zur Berechnung des Gehaltes an Catechinen aufgezeigt:

Uhudler Trester

Gemessene Absorption (640nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 47,7mg/ml

Verdünnung	E
(1:81)	0,851
(1:150)	0,411
(1:200)	0,286

Tab. 20: Absorptionen bei verschiedenen Konzentrationen

Verdünnung (1:81): $x = (y+0,024)/0,04$ $x = (0,851+0,024)/0,04$

$x = 21,88\text{mg/l}$

Verdünnung (1:150): $x = (0,411+0,024)/0,04 = 10,88\text{mg/l}$

Verdünnung (1:200): $x = (0,286+0,024)/0,04 = 7,75\text{mg/l}$

Einwaage bei Verdünnung (1:81): 588,89mg/l

Berechnung (mg/g): $21,88/588,89 = \mathbf{37,15\text{mg/g}}$

Einwaage bei der Verdünnung (1:150): 318mg/l

Berechnung (mg/g): $10,88/318 = \mathbf{34,21\text{mg/g}}$

Einwaage bei der Verdünnung (1:200): 238,5mg/l

Berechnung (mg/g): $7,75/238,5 = \mathbf{32,49\text{mg/g}}$

Mittelwert: $(37,15+34,21+32,49)/3 = \mathbf{34,62\text{mg/g}}$

Standardabweichung: $\sigma = \frac{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2}}{n-1} = \mathbf{2,36}$

3.2.9 Bestimmung der antioxidativen Aktivität mittels DPPH– Methode [59]

Prinzip:

Durch die DPPH-Methode wird die Fähigkeit der zu untersuchenden Substanz als Radikalfänger zu agieren angezeigt. Das freie Radikal 2,2–Diphenyl–1–picrylhydrazyl befindet sich in methanolischer Lösung. Die Abnahme des freien Radikals wird nach dem Zusatz der Probe mit Hilfe eines Photometers beobachtet. Dabei wird die Extinktion bei 515nm gemessen. Die Reaktion mit einem weiteren Radikal oder einem Antioxidans hat den Verlust der radikalischen Eigenschaft zur Folge. Das Absorptionsmaximum verschiebt sich aufgrund der Reaktion mit einem Antioxidans in einen geringeren Wellenlängenbereich. Diese Abnahme der Extinktion bei einem Wellenlängenbereich von 515nm kann mit Hilfe eines Photometers beobachtet werden.



Chemikalien:

Methanol, DPPH

Geräte / Gebrauchsgegenstände:

Küvetten, Kolbenhubpipetten, Analysen-Waage, Spachtel, Photometer, Küvetten, PC für die Auswertung, Messkolben

Herstellung der Lösungen:

25,6mg DPPH wurden in einen 100ml Messkolben überführt und bis zur Ringmarke mit Methanol aufgefüllt. Für die Messung mit dem Photometer musste diese Lösung noch einmal 1:10 verdünnt werden.

Durchführung:

50-300µl der methanolischen Probe wurde in eine Küvette pipettiert und mit Methanol auf 300µl aufgefüllt. Danach wurden 2,7ml der methanolischen DPPH–Lösung hinzugefügt.

Die so hergestellten Lösungen wurden in Dunkelheit für 60 Minuten inkubiert und danach sofort bei 515nm mit einem Photometer gegen Methanol gemessen.

Auswertung:

Die Konzentration von DPPH wurde mit folgender Formel berechnet:

$$E_{515} = 12509 \times c_{\text{DPPH}} - 0,00258$$

Um den EC50-Wert (efficient concentration) bestimmen zu können, muss die Menge an Probe ermittelt werden, die man braucht, um 50% des vorhandenen DPPH zu stabilisieren.

$$EC50 = g \text{ Probe} / g \text{ DPPH}$$

Mit Hilfe eines Diagramms wird die Konzentration der Probe (g Probe/g DPPH) gegen die antioxidative Aktivität (% des umgesetzten DPPH) aufgebracht, die man benötigt, um 50% von DPPH umzusetzen.

Berechnung:

$$c_{\text{DPPH}} \text{ (mol/l)} = (E_{515} + 0,00258) / 12509$$

$$EC50 = [(g/l) \text{ Antiox.}] / (g/l) \text{ DPPH}$$

Nachfolgend wird ein Beispiel zur Berechnung der antioxidativen Aktivität aufgezeigt:

Uhudler Trester (Konzentration: 472mg/l)

Verdünnungen: Absorption von DPPH: 0,51

c mg/l	Verdünnung 1:x	c in Küvette mg/l	E (t=1h)
472	10	47,2	0,047
472	20	23,6	0,116
472	30	15,73	0,19
472	60	7,87	0,283

Tab. 21: Absorptionen bei verschiedenen Konzentrationen

$$c_{\text{DPPH}} \text{ (mol/l)} = (0,047 + 0,00258) / 12509 = 3,96 \times 10^{-6}$$

1 Mol DPPH....394,3g

$$3,96 \times 10^{-6} \dots\dots x \quad x = 1,56 \text{ mg/l}$$

DPPH: $4,1 \times 10^{-5}$

1 Mol DPPH.....394,3g

$$4,1 \times 10^{-5} \dots\dots\dots x \quad x = 16,17 \text{ mg/l}$$

Effekt. PK (g/g) = c Probe/c DPPH = (47,2mg/l)/(16,17mg/l) = 2,92

umgesetztes DPPH % = [c Probe(DPPH)/ c DPPH] x 100 =

(1,56mg/l)/(16,17mg/l) x100 = 9,65%

Rest DPPH % = 100%-umgesetztes DPPH% = 100%-9,65% = 90,35%

EC50 : Berechnung mit Hilfe der Geradengleichung $y = 33,55x+28,54$

$y = 50$

$x = (50-28,54)/33,55 = 0,64$

Trolox-Äquivalente: EC50 Probe / EC50 Trolox

Zum besseren Verständnis werden alle Ergebnisse in Trolox-Äquivalente angegeben. Trolox ist ein Derivat von Vitamin E und dient bei dieser Bestimmung als Referenzsubstanz.

3.2.10 Bestimmung der antioxidativen Aktivität mittels FRAP-Methode [60]

Prinzip:

Das Prinzip dieser Methode beruht auf die Reduktion des Eisen-Tripyridyltriazin-Komplexes zur eisenhaltigen, färbigen Form bei Anwesenheit von Antioxidantien.

Chemikalien / Substanzen:

Acetat-Puffer (300mM, ph: 3.6), TPTZ- Lösung (10mM in 40mM HCl), $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -Lösung (20mM), destilliertes Wasser

Geräte / Gebrauchsgegenstände:

Kolbenhubpipetten, Messkolben, Analysen-Waage, Spachtel, Ph-Meter, Küvetten, Bechergläser

Herstellung der Lösungen:

1 Liter eines 300mM Acetat-Puffers wurden hergestellt und der ph-Wert auf 3.6 eingestellt. 3,1g Natrium-Acetat-Trihydrat wurden mit 16ml Eisessig vermischt und in einem 1000ml Messkolben bis zur Ringmarke mit destilliertem Wasser aufgefüllt. 100ml einer 10mM in 40mM HCL-Lösung wurden hergestellt. 40ml wurden in einem 100ml Messkolben mit destilliertem Wasser bis zur Ringmarke aufgefüllt. 0,31g TBTZ wurden mit der 40mM HCL im Messkolben gemischt. Danach wurde die 20mM $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -Lösung hergestellt, indem man 0,54g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ in einem 100ml Messkolben mit destilliertem Wasser bis zur Ringmarke auffüllte. Die FRAP-Lösung musste vor der Verwendung frisch hergestellt werden.

Durchführung:

25ml des Acetat-Puffers wurden mit 2,5ml TPTZ-Lösung und 2,5ml $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -Lösung vermischt und für 10 Minuten bei 37°C inkubiert. Danach wurden 3,8ml mit 200µl der methanolischen Probe vereinigt und mit dem Photometer bei 593nm gemessen.

Berechnungsmodus:

Zur Auswertung der antioxidativen Aktivität wurde die Geradengleichung der Eichgerade mit der Bezugssubstanz $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ herangezogen:

$$\text{Eichgerade: } y = 0,0014x + 0,012 \quad x = (y - 0,012) / 0,0014$$

Nachfolgend wird ein Beispiel zur Berechnung der antioxidativen Aktivität aufgezeigt:

Uhudler Trester

Gemessene Absorption (593nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 47,7mg/ml

Verdünnung	E
(1:100)	1,088
(1:150)	0,863
(1:200)	0,584

Tab. 22: Absorptionen bei verschiedenen Konzentrationen

Verdünnung (1:100): $x = (y - 0,012) / 0,0014$ $x = (1,088 - 0,012) / 0,0014 = 768,57 \mu\text{M/l}$

Verdünnung (1:150): $x = (0,863 - 0,012) / 0,0014 = 607,86 \mu\text{M/l}$

Verdünnung (1:200): $x = (0,584 - 0,012) / 0,0014 = 408,57 \mu\text{M/l}$

Einwaage bei Verdünnung (1:100): $477 \text{mg/l} = 477000 \mu\text{M/mg}$

Berechnung (mg/g): $768,57 / 477000 = 1,611 \mu\text{M/mg}$

Einwaage bei der Verdünnung (1:150): $318000 \mu\text{M/mg}$

Berechnung (mg/g): $607,86 / 318000 = 1,912 \mu\text{M/mg}$

Einwaage bei der Verdünnung (1:200): $238500 \mu\text{M/mg}$

Berechnung (mg/g): $408,57 / 238500 = 1,713 \mu\text{M/mg}$

Mittelwert: $(1,611 + 1,912 + 1,713) / 3 = 1,745 \mu\text{M/mg}$

Standardabweichung: $\sigma = \frac{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}}{n-1} = 0,15$

4. VERSUCHSERGEBNISSE

4.1 Ausbeute nach der Lyophilisation

Nachfolgende Trockensubstanzen und Wassergehalte nach der Lyophilisation konnten ermittelt werden (Tab. 23)

Lyophilisation				
	Einsatz g	Ausbeute g	TS (w/w%)	H2O-Gehalt %
Uhudler Trester 1	52,803	20,166	38,19	61,81
Uhudler Trester 2	51,419	19,803	38,51	61,49
Blaufr. Trester 1	49,85	47,957	96,2	3,8
Blaufr. Trester 2	47,256	41,298	87,39	12,61
Blaufr. Kerne 1	26,241	24,179	92,14	7,86
Blaufr. Kerne 2	26,589	24,01	90,3	9,7

Tab. 23: Ausbeute in g und H2O-Gehalt in % von Uhudler Trester 1, Uhudler Trester 2, Blaufr. Trester 1, Blaifränkisch Trester 2, Blaifränkisch Kerne 1 und Blaifr. Kerne 2 nach der Lyophilisation

Für nachfolgende Bestimmungen wurden jeweils Uhudler Trester 1, Blaifränkisch Trester 1 und Blaifränkisch Kerne 1 verwendet.

4.2 Ausbeute nach dem Trocknen

Die Ausbeute und der Wassergehalt nach dem Trocknen werden in nachfolgender Tabelle angeführt (Tab. 24)

Trocknung				
	Einsatz g	Ausbeute g	TS (w/w%)	H2O-Gehalt %
Uhudler Kerne	58,832	41,221	70,07	29,93
Uhudler Schalen	89,718	36,278	40,44	59,56
Zweigelt Trester	199,122	76,864	38,6	61,4

Tab. 24: Ausbeute in g von Uhudler Kerne, Uhudler Schalen und Zweigelt Trester nach dem Trocknen

In der nachfolgenden Tabelle ist die Ausbeute (%) und die Art der Arbeitsmethode zur Trocknung von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester zusammengefasst dargestellt (Tab. 25)

	Ausbeute TS %	Methode
Uhudler Trester 1	38,19	Lyophilisation
Uhudler Trester 2	38,51	Lyophilisation
Blaufr. Trester 1	96,2	Lyophilisation
Blaufr. Trester 2	87,39	Lyophilisation
Blaufr. Kerne 1	92,14	Lyophilisation
Blaufr. Kerne 2	90,3	Lyophilisation
Uhudler Kerne	70,07	Trocknung
Uhudler Schalen	40,44	Trocknung
Zweigelt Trester	38,6	Trocknung

Tab. 25: Ausbeute in % und Arbeitsmethodik zur Trocknung von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

4.3 Extrakt ausbeuten

Folgende Ausbeuten nach der Extraktion konnten festgestellt werden (Tab. 26)

Extraktion	Ethanol / H2O (70:30)		
	Einsatz g	Ausbeute g	Extrakt (w/w%)
Uhudler Trester	19,705	2,385	12,1
Uhudler Kerne	20,053	1,549	7,72
Uhudler Schalen	20,001	3,659	18,29
Blaufr. Trester	20,003	1,483	7,41
Blaufr. Kerne	20,065	1,839	9,16
Zweigelt Trester	20,019	0,81	4,05

Tab. 26: Ausbeute in g von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester nach der Extraktion

In der nachfolgenden Tabelle sind die Extraktionsausbeuten in % dargestellt (Tab. 27)

	(w/w%)
Uhudler Trester	12,1
Uhudler Kerne	7,72
Uhudler Schalen	18,29
Blaufr. Trester	7,41
Blaufr. Kerne	9,16
Zweigelt Trester	4,05

Tab. 27: Extraktionsausbeuten von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester in %

Nachfolgende Abbildung zeigt die graphische Darstellung der Extraktausbeute von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester (Abb. 27)

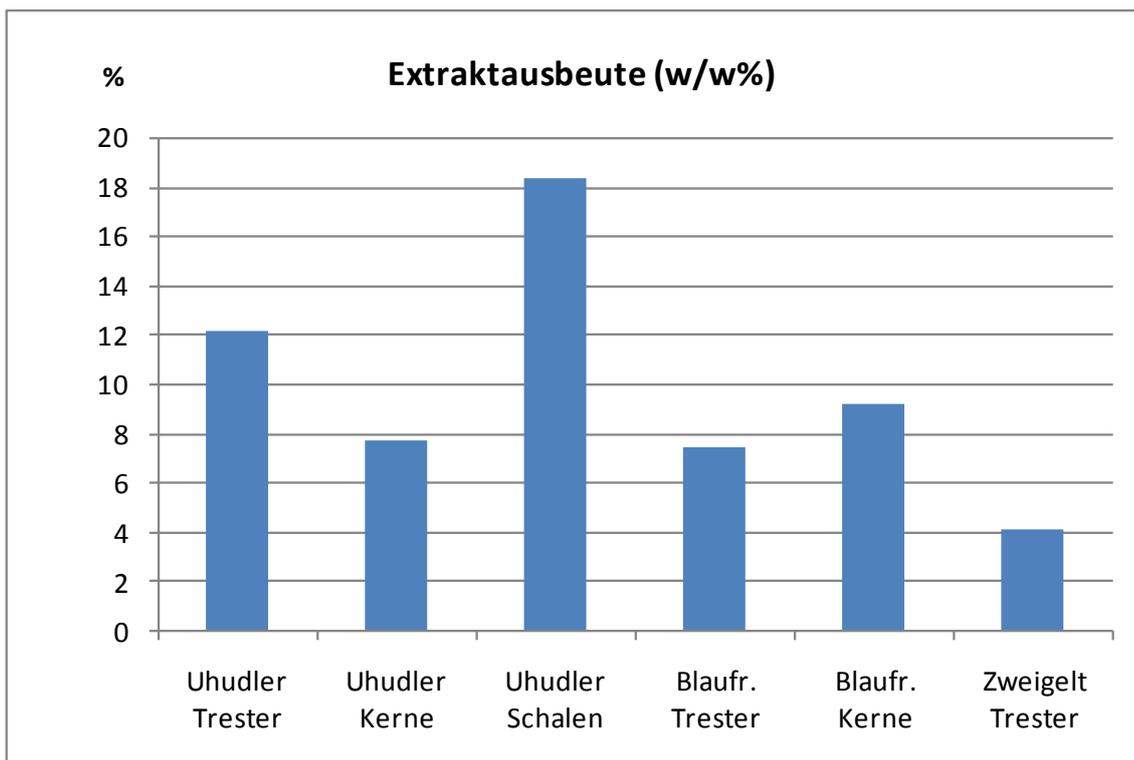


Abb. 27: Graphische Darstellung der Extraktausbeute von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

4.4 Gesamtpolyphenolgehalte (Folin–Ciocalteu)

Mit Hilfe der Erstellung einer Eichgerade (Gallussäure) konnten die polyphenolischen Inhaltsstoffe nach der Methode Folin-Ciocalteu ermittelt werden.

Geradengleichung (Gallussäure)

mg Gallussäure/l	E
50	0,347
100	0,604
150	0,865
200	1,163

Tab. 28: Extinktionswerte E der Eichkurve

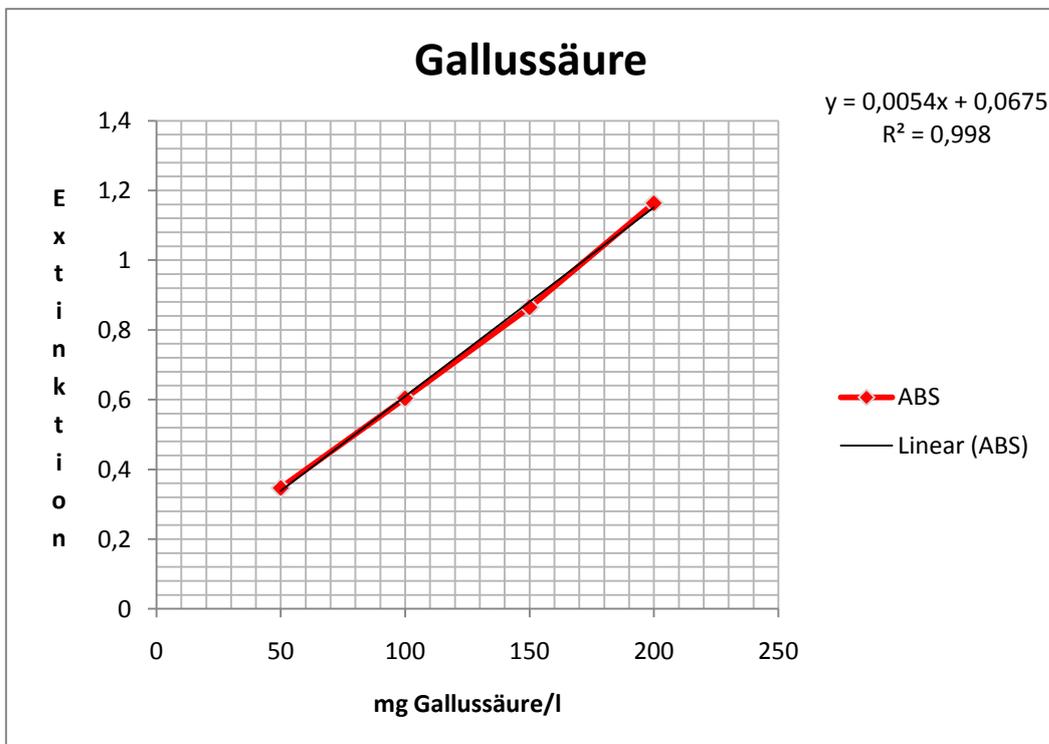


Abb. 28: Eichgerade für die Gesamtpolyphenolbestimmung nach Folin-Ciocalteu

Uhudler Trester

Gemessene Absorption (750nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 2,385g/50ml = 47,7mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamt- polyphenole/l	mg Gesamt- polyphenole/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
47700	(1:50)	954,00	0,808	137,10	140,50		
47700	(1:80)	596,30	0,512	82,31	138,05		
47700	(1:100)	477,00	0,335	49,54	105,00	127,85	19,83

Tab. 29: Gesamtpolyphenolgehalt Uhudler Trester

Es befanden sich **127,85mg/g \pm 19,83** Gesamtpolyphenole im Trester der Weinsorte Uhudler.

Uhudler Kerne

Gemessene Absorption (750nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 0,5g/50ml = 10mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamt- polyphenole/l	mg Gesamt- polyphenole/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
10000	(1:25)	400,00	0,676	112,70	281,70		
10000	(1:50)	200,00	0,385	58,80	294,00		
10000	(1:80)	125,00	0,254	34,54	276,30	284,02	9,06

Tab. 30: Gesamtpolyphenolgehalt: Uhudler Kerne

Die Kerne der Weinsorte Uhudler beinhalten **284,02mg/g \pm 9,06** Gesamtpolyphenole.

Uhudler Schalen

Gemessene Absorption (750nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 0,5g/50ml = 10mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamt- polyphenole/l	mg Gesamt- polyphenole/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
10000	(1:10)	1000,00	0,695	116,20	116,20		
10000	(1:20)	500,00	0,346	51,57	103,10		
10000	(1:25)	400,00	0,294	41,94	104,90	108,10	7,10

Tab. 31: Gesamtpolyphenolgehalt: Uhudler Schalen

Die Schalen der Weinsorte Uhudler beinhalten **108,10mg/g \pm 7,10** Gesamtpolyphenole.

Blafränkisch Trester

Gemessene Absorption (750nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 1,483g/50ml = 29,66mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamt- polyphenole/l	mg Gesamt- polyphenole/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
29660	(1:30)	988,67	0,652	108,20	109,50		
29660	(1:40)	741,50	0,429	66,94	90,28		
29660	(1:50)	593,20	0,278	38,98	65,71	88,49	21,94

Tab. 32: Gesamtpolyphenolgehalt: Blafränkisch Trester

Der Trester der Weinsorte Blafränkisch beinhaltet **88,49mg/g \pm 21,94** Gesamtpolyphenole.

Blafränkisch Kerne

Gemessene Absorption (750nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 1,839mg/40ml = 45,975mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamt- polyphenole/l	mg Gesamt- polyphenole/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
45975	(1:80)	574,69	0,741	124,70	217,00		
45975	(1:90)	510,83	0,624	103,10	201,80		
45975	(1:100)	459,75	0,64	106,00	230,60	216,50	14,43

Tab. 33: Gesamtpolyphenolgehalt: Blafränkisch Kerne

Die Kerne der Weinsorte Blaufränkisch beinhalteten **216,50mg/g±14,43** Gesamtpolyphenole.

Zweigelt Trester

Gemessene Absorption (750nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 0,81g/50ml = 16,2mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamt- polyphenole/l	mg Gesamt- polyphenole/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
16200	(1:80)	202,50	0,521	83,98	414,70		
16200	(1:90)	180,00	0,507	81,39	452,20		
16200	(1:100)	162,00	0,498	79,72	492,10	453,00	38,70

Tab. 34: Gesamtpolyphenolgehalt: Zweigelt Trester

Im Trester der Weinsorte Zweigelt konnten **453,00mg/g±38,70** Gesamtpolyphenole nachgewiesen werden.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Werte für den Gehalt an Gesamtpolyphenolen in mg Gesamtpolyphenole/g Extrakt verzeichnet (Tab. 35)

	Gesamtpolyphenole mg/g Extrakt
Uhudler Trester	127,85±19,83
Uhudler Kerne	284,02±9,06
Uhudler Schalen	108,06±7,1
Blaufränkisch Trester	88,49±21,94
Blaufränkisch Kerne	216,00±14,43
Zweigelt Trester	453,00±38,7

Tab.35: Gesamtpolyphenolgehalte in mg/g Extrakt von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne, Zweigelt Trester

Die folgende Abbildung zeigt den Gesamtpolyphenolgehalt von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kernen und Zweigelt Trester in mg/g Extrakt an (Abb. 29)

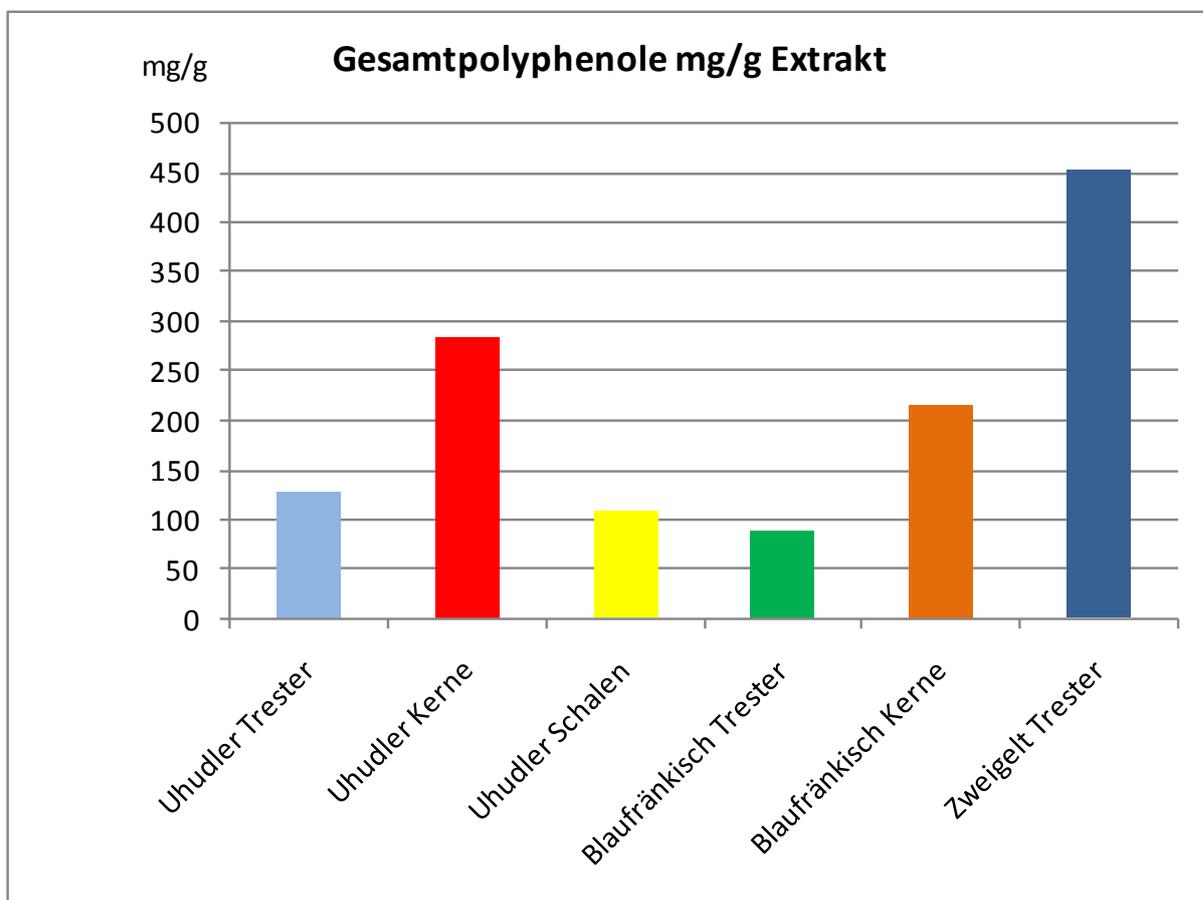


Abb.29: Graphische Darstellung des Gehaltes an Gesamtpolyphenolen in mg/g von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester.

4.5 Gehalt an Flavonoiden (Quercetin-Eichgerade)

mg Quercetin/l	E
50	0,363
100	0,726
150	1,031
200	1,407

Tab. 36: Extinktionswerte der Eichkurve (Quercetin)

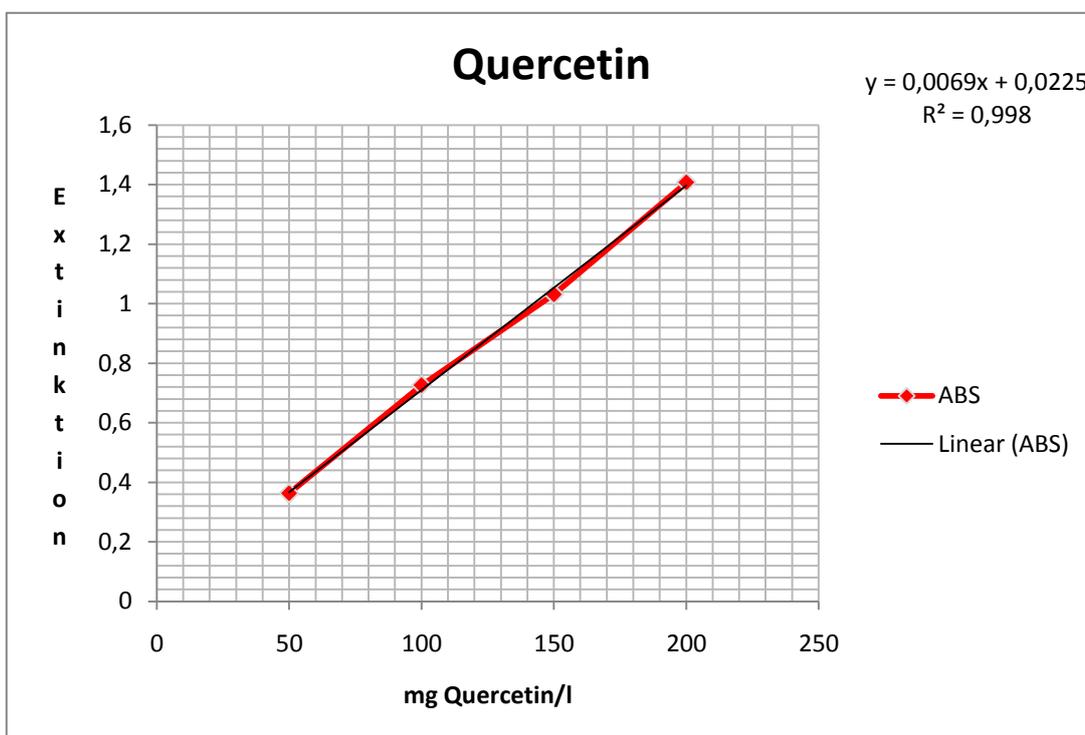


Abb. 30: Eichgerade für die Gesamtflavonoidbestimmung (Quercetin)

Uhudler Trester

Gemessene Absorption (367.5nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 2,385g/50ml = 47,7mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamt- flavonoide/l	mg Gesamt- flavonoide/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
47700	(1:25)	1908,00	0,79	111,23	58,30		
47700	(1:50)	954,00	0,425	58,33	61,14		
47700	(1:101)	472,28	0,226	29,49	62,44	60,63	2,12

Tab. 37: Gesamtflavonidgehalt Uhudler Trester

Der Gehalt an Gesamtflavonoiden des Tresters der Weinsorte Uhudler betrug **60,63mg/g \pm 2,12**.

Uhudler Kerne

Gemessene Absorption (367.5) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 0,5g/50ml = 10mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamt- flavonoide/l	mg Gesamt- flavonoide/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
10000	(1:2)	5000,00	1,206	171,52	34,30		
10000	(1:5)	2000,00	0,474	65,43	32,72		
10000	(1:10)	1000,00	0,265	35,14	35,14	34,05	1,23

Tab. 38: Gesamtflavonidgehalt: Uhudler Kerne

Die Kerne der Weinsorte Uhudler beinhalteten **34,05mg/g \pm 1,23** Gesamtflavonoide.

Uhudler Schalen

Gemessene Absorption (367.5) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 0,5g/50ml = 10mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamt- flavonoide/l	mg Gesamt- flavonoide/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
10000	(1:10)	1000,00	0,663	92,83	92,83		
10000	(1:20)	500,00	0,270	35,87	71,74		
10000	(1:25)	400,00	0,254	33,55	83,88	82,82	10,59

Tab. 39: Gesamtlavonidgehalt: Uhudler Schalen

Der Gehalt an Gesamtflavonoiden in den Schalen der Weinsorte Uhudler betrug **82,82mg/g±10,59**.

Blaifränkisch Trester

Gemessene Absorption (367.5nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 1,483g/50ml = 29,66mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamt- flavonoide/l	mg Gesamt- flavonoide/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
29660	(1:10)	296,60	0,482	66,59	22,45		
29660	(1:10)	296,60	0,465	64,13	21,62		
29660	(1:25)	1186,40	0,201	25,87	21,81	21,96	0,43

Tab. 40: Gesamtflavonoidgehalt: Blaifränkisch Trester

Der Trester der Weinsorte Blaifränkisch beinhaltetete **21,96mg/g±0,43** Gesamtflavonoide.

Blaifränkisch Kerne

Gemessene Absorption (367.5nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 1,839mg/40ml = 45,975mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamt- flavonoide/l	mg Gesamt- flavonoide/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
45975	(1:10)	459,75	0,792	111,50	24,26		
45975	(1:25)	1839,00	0,398	54,42	29,59		
45975	(1:25)	1839,00	0,372	50,65	27,54	27,13	2,69

Tab. 41: Gesamtflavonoidgehalt: Blaifränkisch Kerne

Der Gehalt an Gesamtflavonoiden in den Kernen der Weinsorte Blaifränkisch betrug **27,13mg/g±2,69**.

Zweigelt Trester

Gemessene Absorption (367.5nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 0,81g/50ml = 16,2mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamt- flavonoide/l	mg Gesamt- flavonoide/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
16200	(1:20)	810,00	0,71	99,64	123,00		
16200	(1:25)	648,00	0,596	83,12	128,30		
16200	(1:50)	324,00	0,303	40,65	125,50	125,58	2,63

Tab. 42: Gesamtflavonoidgehalt: Zweigelt Trester

Der Trester der Weinsorte Zweigelt beinhaltet **125,58mg/g \pm 2,63** Gesamtflavonoide.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Gehalte an Gesamtflavonoiden (Bezugssubstanz Quercetin) verzeichnet (Tab. 43)

	Flavonoidgehalt mg/g Extrakt
Uhudler Trester	60,63 \pm 2,12
Uhudler Kerne	34,05 \pm 1,23
Uhudler Schalen	82,82 \pm 10,59
Blaifränkisch Trester	21,96 \pm 0,43
Blaifränkisch Kerne	27,13 \pm 2,69
Zweigelt Trester	125,58 \pm 2,63

Tab. 43: Gesamtflavonoidgehalt (Bezugssubstanz Quercetin) von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaifränkisch Trester, Blaifränkisch Kerne, Zweigelt Trester in mg/g Extrakt.

Folgende Abbildung zeigt die graphische Darstellung des Gehaltes an Flavonoiden in mg/g Extrakt (Bezugssubstanz Quercetin) von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester (Abb. 31)

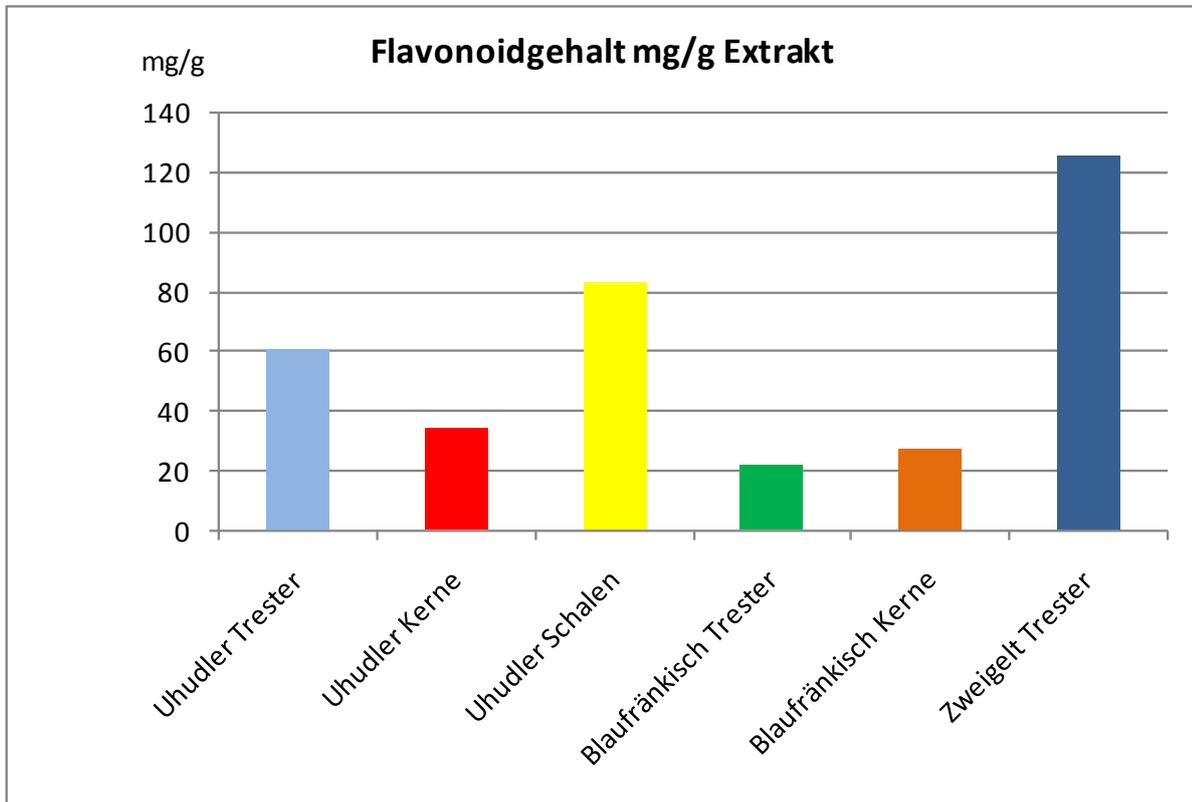


Abb. 31: Graphische Darstellung des Gehaltes an Flavonoiden in mg/g Extrakt (Bezugssubstanz Quercetin) von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

4.6 Gehalt an Flavonoiden (Rutin-Eichgerade)

mg Rutin/l	E
50	0,049
150	0,16
200	0,212
1000	0,847

Tab. 44: Extinktionswerte E der Eichkurve (Rutin)

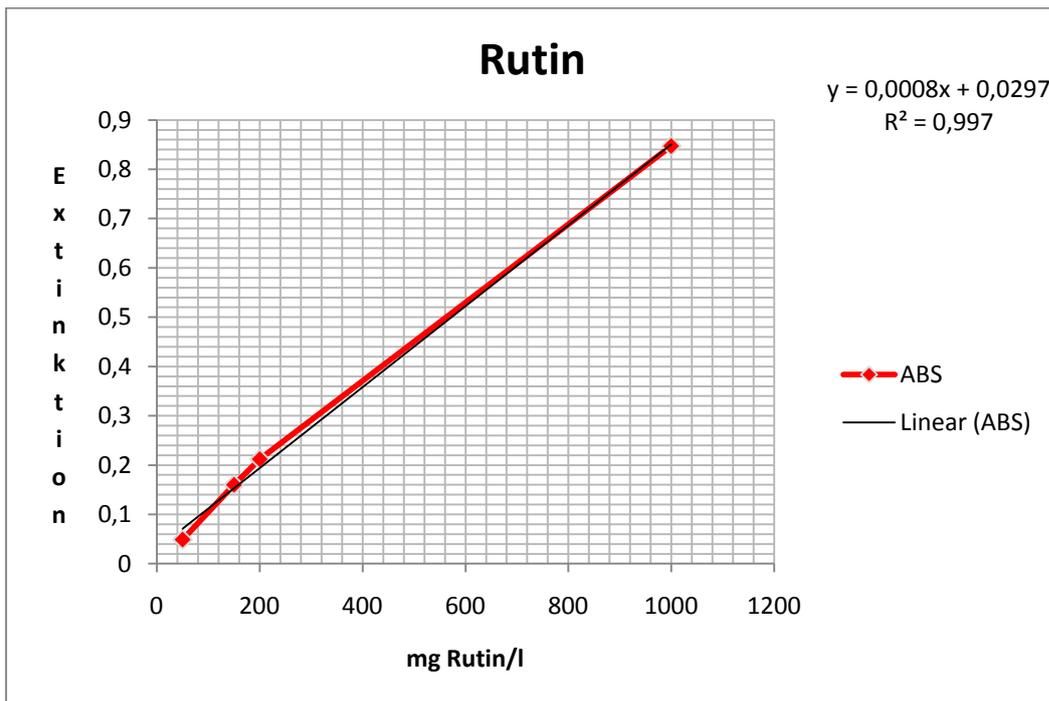


Abb. 32: Eichgerade für die Gesamtflavonoidbestimmung (Rutin)

Uhudler Trester

Gemessene Absorption (510nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 2,385g/50ml = 47,7mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamt- flavonoide/l	mg Gesamt- flavonoide/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
47700	(1:50)	954,00	0,378	435,38	456,4		
47700	(1:81)	588,89	0,245	269,13	457,0		
47700	(1:101)	472,28	0,186	195,38	413,7	442,40	24,82

Tab. 45: Gesamtflavonidgehalt Uhudler Trester

Der Trester der Weinsorte Uhdler beinhaltetete **442,40mg/g±24,82** Gesamtflavonoide.

Uhdler Kerne

Gemessene Absorption (510nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 0,5g/50ml = 10mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamtflavonoide/l	mg Gesamtflavonoide/g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
10000	(1:10)	1000,00	0,878	1060,40	1060,0		
10000	(1:25)	400,00	0,323	366,63	916,6		
10000	(1:50)	200,00	0,169	174,13	870,7	949,20	98,98

Tab. 46: Gesamtflavonidgehalt: Uhdler Kerne

Der Gehalt an Gesamtflavonoiden in den Kernen der Weinsorte Uhdler betrug **949,20mg/g±98,98** Gesamtflavonoide.

Uhdler Schalen

Gemessene Absorption (510nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 0,5g/50ml = 10mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamtflavonoide/l	mg Gesamtflavonoide/g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
10000	(1:2)	5000,00	1,14	1387,90	277,6		
10000	(1:5)	2000,00	0,471	551,63	275,8		
10000	(1:10)	1000,00	0,276	307,88	307,9	287,09	18,02

Tab. 47: Gesamtflavonidgehalt: Uhdler Schalen

Die Schalen der Weinsorte Uhdler beinhalteten **287,09mg/g±18,02** Gesamtflavonoide.

Blaufränkisch Trester

Gemessene Absorption (510nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 1,483g/50ml = 29,66mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamt- flavonoide/l	mg Gesamt- flavonoide/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
29660	(1:10)	2966,00	0,844	1017,90	343,2		
29660	(1:25)	1186,40	0,346	395,38	333,3		
29660	(1:40)	741,50	0,218	235,38	317,4	331,29	12,98

Tab. 48: Gesamtflavonoidgehalt: Blaufränkisch Trester

Der Gehalt an Gesamtflavonoiden im Trester der Weinsorte Blaufränkisch betrug **331,29mg/g \pm 12,98**.

Blaufränkisch Kerne

Gemessene Absorption (510nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 1,839mg/40ml = 45,975mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamt- flavonoide/l	mg Gesamt- flavonoide/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
45975	(1:81)	567,59	0,371	426,60	751,7		
45975	(1:91)	505,22	0,31	350,40	693,5		
45975	(1:100)	459,75	0,354	405,40	881,7	775,64	96,38

Tab. 49: Gesamtflavonoidgehalt: Blaufränkisch Kerne

Der Gehalt an Gesamtflavonoiden in den Kernen der Weinsorte Blaufränkisch ergab einen Wert von **775,64mg/g \pm 96,38**.

Zweigelt Trester

Gemessene Absorption (510nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 0,81g/50ml = 16,2mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Gesamt- flavonoide/l	mg Gesamt- flavonoide/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
16200	(1:50)	324,00	0,358	410,38	1267		
16200	(1:80)	202,50	0,246	270,38	1335		
16200	(1:90)	180,00	0,242	265,38	1474	1358,70	105,84

Tab. 50: Gesamtflavonoidgehalt: Zweigelt Trester

Der Trester der Weinsorte Zweigelt beinhaltet **1358,70mg/g±105,84** Gesamtflavonoide.

Bei der endgültigen Berechnung der Gesamtflavonoide wurde nur auf Quercetin bezogen.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Gesamtflavonoidbestimmung der Extrakte in einer Tabelle zusammengefasst (Tab. 51)

	Flavonoidgehalt mg/g Extrakt
Uhudler Trester	440,3±26,56
Uhudler Kerne	949,2±98,79
Uhudler Schalen	287,1±18,02
Blaifränkisch Trester	331,3±12,98
Blaifränkisch Kerne	775,5±96,38
Zweigelt Trester	1359,0±105,84

Tab. 51: Gesamtflavonoidgehalt (Bezugssubstanz Rutin) in mg/g Extrakt von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaifränkisch Trester, Blaifränkisch Kerne, Zweigelt Trester

Nachfolgende Abbildung zeigt die graphische Darstellung des Gehaltes an Flavonoiden in mg/g Extrakt (Bezugssubstanz Quercetin) von Uhdler Trester, Uhdler Kerne, Uhdler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester (Abb. 33)

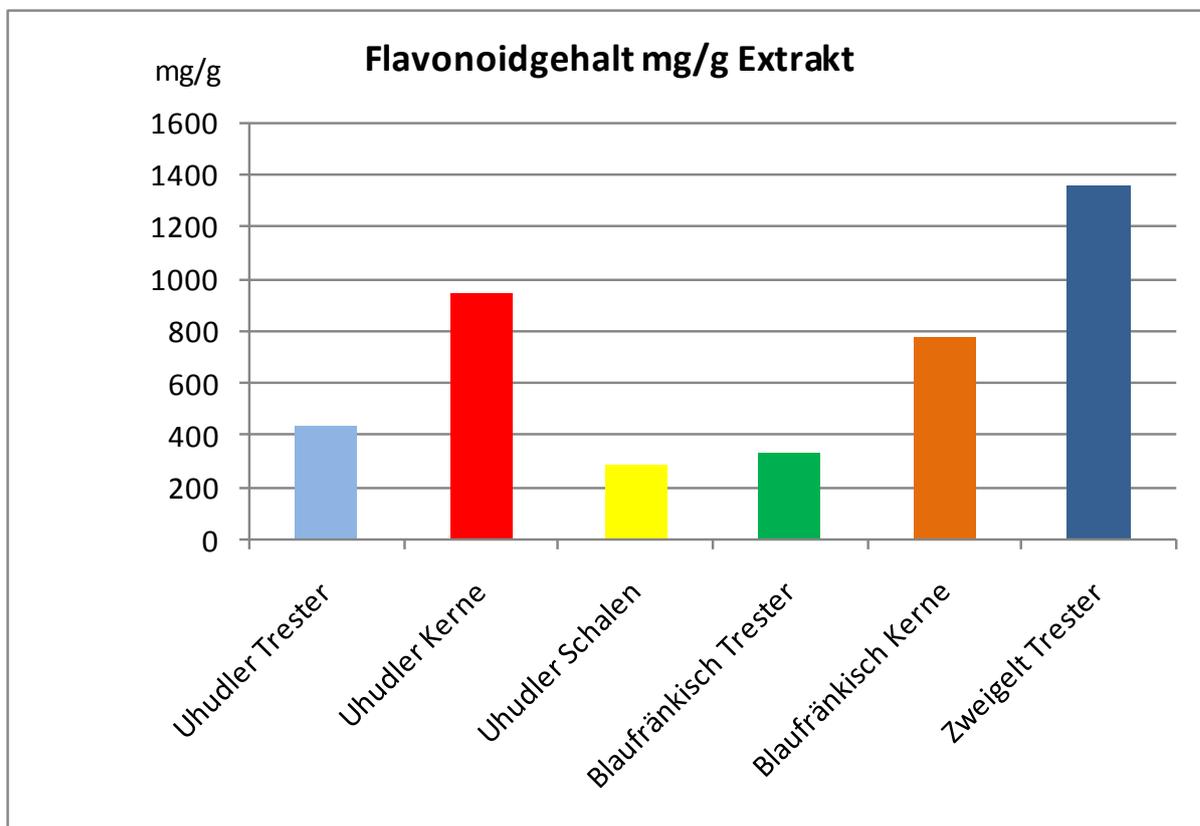


Abb. 33: Graphische Darstellung des Gehaltes an Flavonoiden in mg/g Extrakt (Bezugssubstanz Rutin) von Uhdler Trester, Uhdler Kerne, Uhdler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

4.7 Gehalt an Proanthocyanidinen (Cyanidinchlorid-Eichgerade)

mg Cyanidinchlorid/ml	E
0,1	0,828
0,03	0,278
0,006	0,054

Tab. 52: Extinktionswerte E der Eichkurve (Cyanidinchlorid)

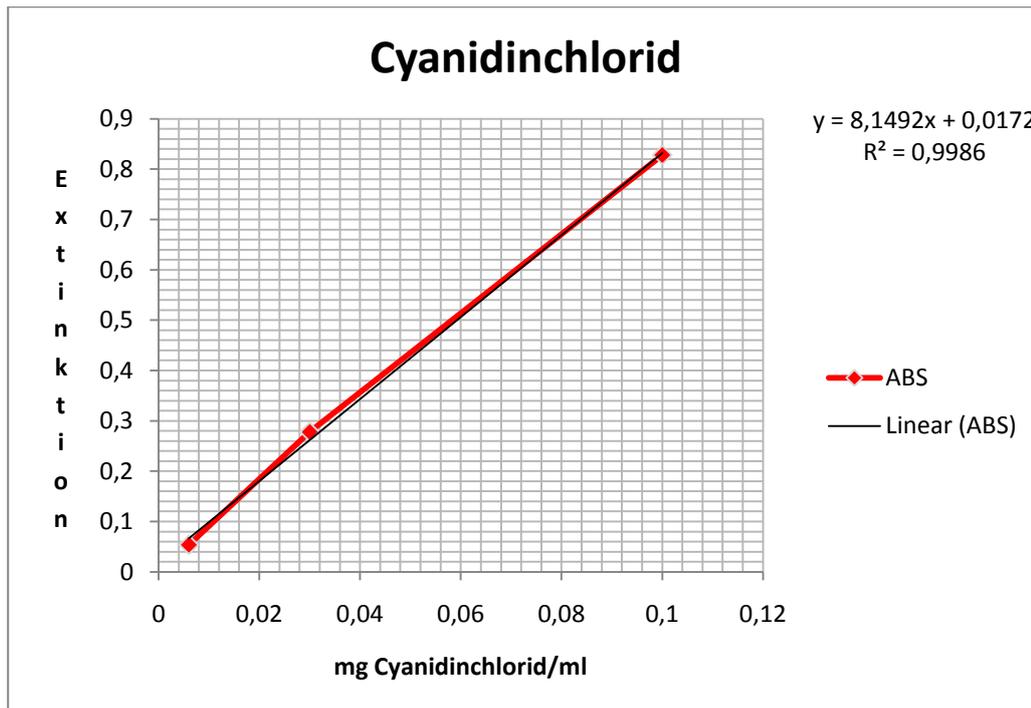


Abb. 34: Eichgerade für die Proanthocyanidinbestimmung (Cyanidinchlorid)

Uhudler Trester

Gemessene Absorption (550nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 2,385g/50ml = 47,7mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Proanthocyanidine/l	mg Proanthocyanidine/g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
47700	(1:25)	1908,00	0,658	78,66	41,23		
47700	(1:50)	954,00	0,424	49,94	52,35		
47700	(1:81)	588,89	0,282	32,52	55,22	49,60	7,39

Tab. 53: Proanthocyanidingehalt Uhudler Trester

Der Trester der Weinsorte Uhudler enthielt **49,60mg/g±7,39** Proanthocyanidine.

Uhudler Kerne

Gemessene Absorption (550nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 0,5g/50ml = 10mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Proantho- cyanidine/l	mg Proantho- cyanidine/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
10000	(1:10)	1000,00	0,572	68,11	68,11		
10000	(1:25)	400,00	0,264	30,31	75,78		
10000	(1:50)	200,00	0,15	16,32	81,60	75,16	6,77

Tab. 54: Proanthocyanidingehalt: Uhudler Kerne

Der Gehalt an Proanthocyanidinen in den Kernen der Weinsorte Uhudler betrug **75,16mg/g±6,77**.

Uhudler Schalen

Gemessene Absorption (550nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 0,5g/50ml = 10mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Proantho- cyanidine/l	mg Proantho- cyanidine/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
10000	(1:5)	2000,00	0,724	86,76	43,38		
10000	(1:10)	1000,00	0,438	51,66	51,66		
10000	(1:20)	500,00	0,195	21,84	43,68	46,24	4,70

Tab. 55: Proanthocyanidingehalt: Uhudler Schalen

Die Schalen der Weinsorte Uhudler enthielten **46,24mg/g±4,70** Proanthocyanidine.

Blaufränkisch Trester

Gemessene Absorption (550nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 1,483g/50ml = 29,66mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Proantho- cyanidine/l	mg Proantho- cyanidine/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
29660	(1:10)	2966,00	0,886	106,60	35,95		
29660	(1:25)	1186,40	0,386	45,28	38,17		
29660	(1:50)	593,20	0,164	18,04	30,41	34,84	4,00

Tab. 56: Proanthocyanidingehalt: Blaufränkisch Trester

Der Trester der Weinsorte Blaufränkisch beinhaltet **34,84mg/g \pm 4,00** Proanthocyanidine.

Blaufränkisch Kerne

Gemessene Absorption (550nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 1,839mg/40ml = 45,975mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Proantho- cyanidine/l	mg Proantho- cyanidine/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
45975	(1:25)	1839,00	1,070	129,22	70,27		
45975	(1:81)	567,59	0,404	47,49	83,67		
45975	(1:100)	459,75	0,387	45,40	98,75	84,23	14,25

Tab. 57: Proanthocyanidingehalt: Blaufränkisch Kerne

Die Kerne der Weinsorte Blaufränkisch enthielten **84,23mg/g \pm 14,25** Proanthocyanidine.

Zweigelt Trester

Gemessene Absorption (550nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 0,81g/50ml = 16,2mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Proantho- cyanidine/l	mg Proantho- cyanidine/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
16200	(1:25)	648,00	0,804	96,58	149,04		
16200	(1:50)	324,00	0,391	45,90	141,67		
16200	(1:100)	162,00	0,231	26,26	162,10	150,90	10,35

Tab. 58: Proanthocyanidingehalt: Zweigelt Trester

Der Trester der Weinsorte Zweigelt enthielt **150,90mg/g \pm 10,35** Proanthocyanidine.

Die folgende Tabelle zeigt zusammenfassend die Gehalte an Proanthocyanidinen (Tab. 59)

	Proanthocyanidingehalt mg/g Extrakt
Uhudler Trester	49,60 \pm 7,39
Uhudler Kerne	75,16 \pm 6,77
Uhudler Schalen	46,24 \pm 4,70
Blaufränkisch Trester	34,84 \pm 4,00
Blaufränkisch Kerne	84,23 \pm 14,25
Zweigelt Trester	150,94 \pm 10,35

Tab. 59: Proanthocyanidingehalt in mg/g Extrakt von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne, Zweigelt Trester

Folgende Abbildung zeigt die graphische Darstellung des Gehaltes an Proanthocyanidinen in mg/g Extrakt von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester (Abb. 35)

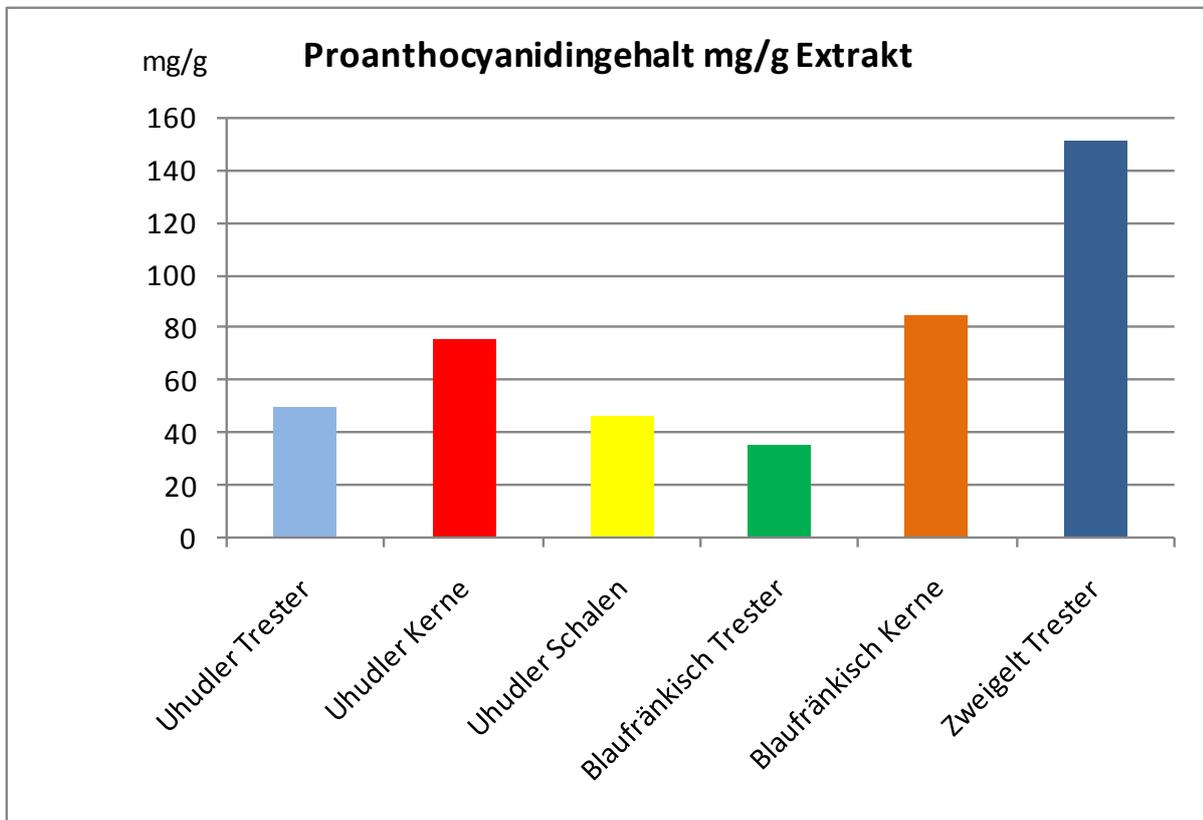


Abb. 35: Graphische Darstellung der Proanthocyanidingehalte in mg/g Extrakt von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

4.8 Gehalt an Catechinen (Catechin-Eichgerade)

mg Catechin/l	E
5	0,179
10	0,391
20	0,745
30	1,199

Tab. 60: Extinktionswerte E der Eichkurve (Catechin)

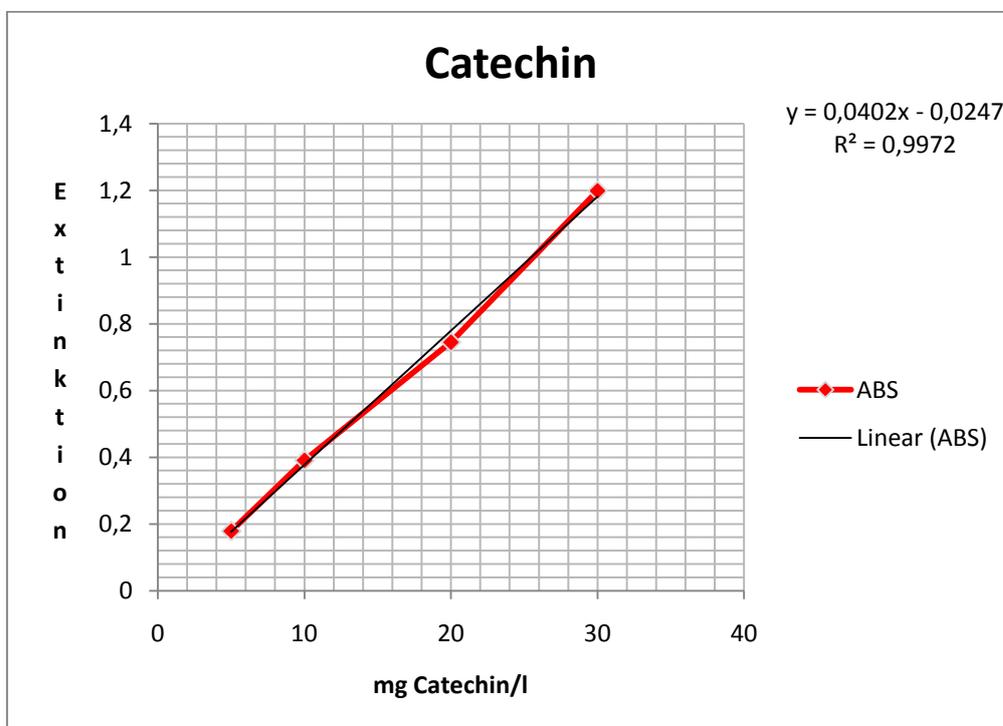


Abb. 36: Eichgerade für die Catechinbestimmung (Catechin)

Uhudler Trester

Gemessene Absorption (640nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 2,385g/50ml = 47,7mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Catechin/l	mg Catechin/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
47700	(1:81)	588,89	0,851	21,88	37,15		
47700	(1:150)	318	0,411	10,88	34,21		
47700	(1:200)	238,5	0,286	7,75	32,49	34,62	2,36

Tab. 61: Catechingehalt Uhudler Trester

Der Gehalt an Catechinen im Trester der Weinsorte Uhudler betrug **34,62mg/g \pm 2,36**.

Uhudler Kerne

Gemessene Absorption (640nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 0,5g/50ml = 10mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Catechin/l	mg Catechin/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
10000	(1:50)	200	1,033	26,43	132,15		
10000	(1:80)	125	0,637	16,53	132,24		
10000	(1:150)	66,67	0,322	8,65	129,74	131,38	1,42

Tab. 62: Catechingehalt: Uhudler Kerne

Die Kerne der Weinsorte Uhudler enthielten **131,38mg/g \pm 1,42** Catechine.

Uhudler Schalen

Gemessene Absorption (640nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: 0,5g/50ml = 10mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Catechin/l	mg Catechin/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
10000	(1:20)	500	0,31	8,35	16,7		
10000	(1:25)	400	0,256	7	17,5		
10000	(1:30)	333,33	0,267	7,28	21,84	18,68	2,77

Tab. 63: Catechingehalt: Uhudler Schalen

Der Gehalt an Catechinen in den Schalen der Weinsorte Uhudler betrug **18,68mg/g±2,77**.

Blaufränkisch Trester

Gemessene Absorption (640nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: = 1,483g/50ml = 29,66mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Catechin/l	mg Catechin/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
29660	(1:25)	1186,4	1,325	33,73	28,43		
29660	(1:100)	296,6	0,484	12,7	42,82		
29660	(1:150)	197,73	0,295	7,98	40,36	37,20	7,70

Tab. 64: Catechingehalt: Blaufränkisch Trester

Der Trester der Weinsorte Blaufränkisch enthielt **37,20mg/g±7,70** Catechine.

Blaufränkisch Kerne

Gemessene Absorption (640nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: = 1,839g/40ml = 45,975mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Catechin/l	mg Catechin/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
45975	(1:150)	306,5	1,048	26,8	87,44		
45975	(1:200)	229,88	0,746	19,25	83,74		
45975	(1:300)	153,25	0,472	12,4	80,91	84,03	3,27

Tab. 65: Catechingehalt: Blaufränkisch Kerne

Der Gehalt an Catechinen in den Kernen der Weinsorte Blaufränkisch betrug **84,03mg/g±3,27**.

Zweigelt Trester

Gemessene Absorption (640nm) bei verschiedenen Verdünnungen

Ursprüngliche Konzentration: = 0,81g/50ml = 16,2mg/ml

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg Catechin/l	mg Catechin/ g Extrakt	Mittelwert (mg/g)	σ
16200	(1:100)	162	0,783	20,18	124,57		
16200	(1:150)	108	0,44	11,6	107,41		
16200	(1:200)	81	0,376	10	123,46	118,50	9,60

Tab. 66: Catechingehalt: Zweigelt Trester

Der Trester der Weinsorte Zweigelt enthielt **118,50mg/g±9,60** Catechine.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Untersuchung auf Catechine aufgezeigt (Tab. 67)

	Catechingehalt mg/g Extrakt
Uhudler Trester	34,62±2,36
Uhudler Kerne	131,38±1,42
Uhudler Schalen	18,68±2,77
Blaifränkisch Trester	37,20±7,70
Blaifränkisch Kerne	84,03±3,27
Zweigelt Trester	118,48±9,60

Tab. 67: Catechingehalte in mg/g Extrakt von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaifränkisch Trester, Blaifränkisch Kerne, Zweigelt Trester

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine graphische Darstellung des Gehaltes an Catechinen in mg/g der zu untersuchenden Extrakte Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester (Abb. 37)

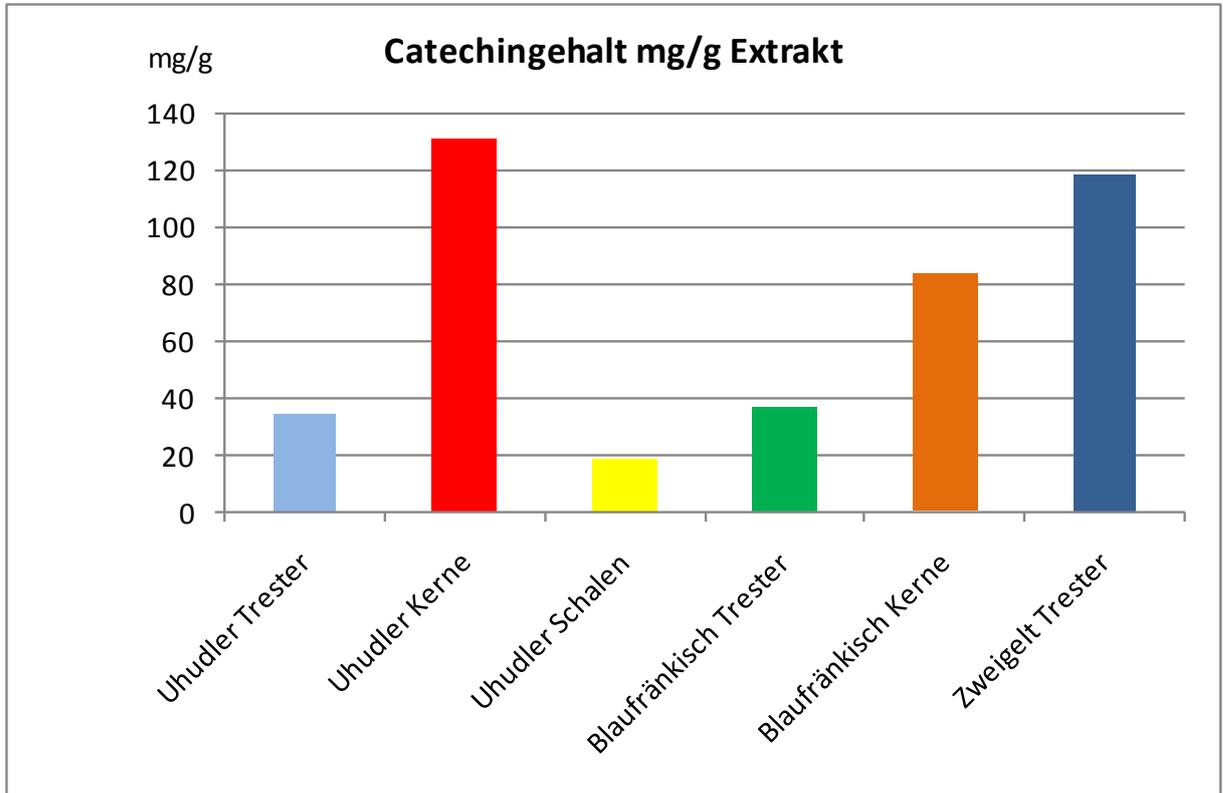


Abb. 37: Graphische Darstellung der Gehalte an Catechinen in mg/g Extrakt von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

4.9 Antioxidative Aktivität (DPPH-Methode)

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Bestimmung der antioxidativen Aktivität mit Hilfe der DPPH-Methode aufgezeigt.

Uhudler Trester

Uhudler Trester	
g Probe/g DPPH	% umgesetztes DPPH
1,46	76,86
0,97	62,44
0,49	44,3

Tab. 68: Bestimmung der antioxidativen Aktivität (g Probe/g DPPH, %umgesetztes DPPH): Uhudler Trester

Der EC-50-Wert wird jeweils in g Extrakt/g DPPH und die Trolox-Äquivalente jeweils in (g Extrakt/g DPPH) / (g Trolox/g DPPH) angegeben.

c mg Extrakt/l	Verd.1:x	c in Küvette mg/l	eff.PK (g/g)	ABS (t=1h)	cDPPH mg/l	umges. DPPH	Rest DPPH%	EC-50	Trolox Äqu.
	10			0,51	16,16	0	100		
472	10	47,2	2,92	0,047	1,56	90,35	9,65	0,64	4
472	20	23,6	1,46	0,116	3,74	76,86	23,14		
472	30	15,73	0,97	0,19	6,07	62,44	37,56		
472	60	7,87	0,49	0,283	9	44,31	55,69		

Tab 69: Antioxidative Aktivität (DPPH): Uhudler Trester

Der EC-50-Wert des Tresters der Weinsorte Uhudler betrug **0,64g Extrakt/g DPPH**. Die antioxidative Aktivität betrug **4,00 Trolox-Äquivalente**.

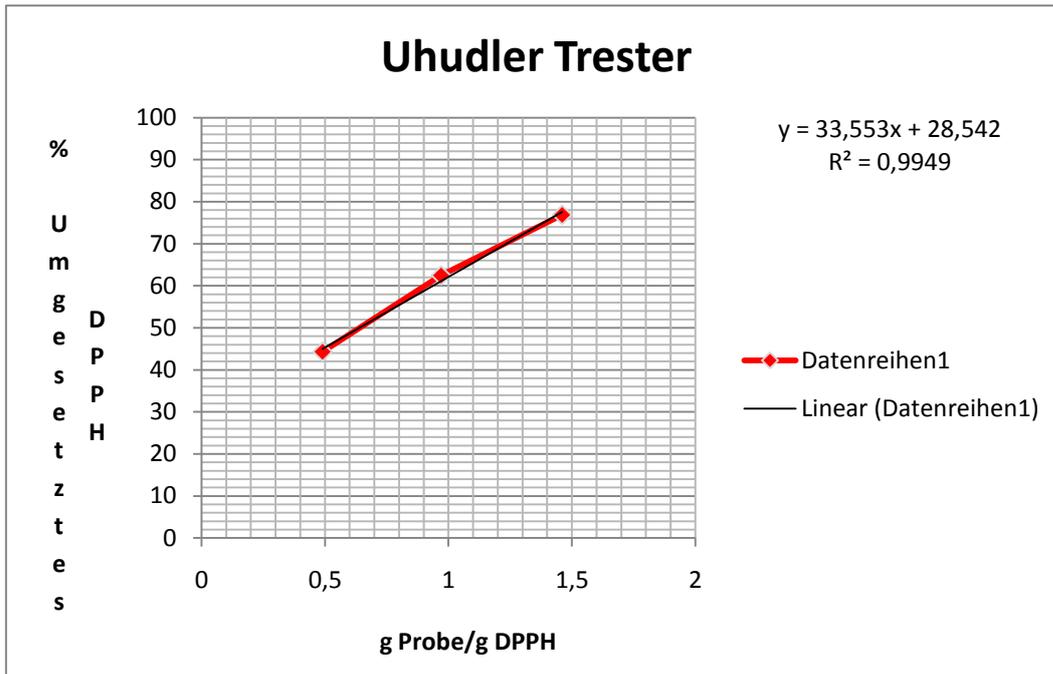


Abb. 38: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Probe/g DPPH)

Uhudler Kerne

Uhudler Kerne	
g Probe/g DPPH	% umges. DPPH
0,54	79,77
0,36	56,08
0,22	32,88

Tab. 70: Bestimmung der antioxidativen Aktivität (g Probe/g DPPH, %umges. DPPH): Uhudler Kerne

c mg Extrakt/l	Verd. 1:x	c in Küvette mg/l	eff.PK (g/g)	ABS (t=1h)	cDPPH mg/l	umges. DPPH%	Rest DPPH%	EC-50	Trolox Äqu.
	10			0,584	18,49	0	100		
200	10	20	1,08	0,047	1,56	91,56	8,44	0,33	2,06
200	20	10	0,54	0,116	3,74	79,77	20,23		
200	30	6,67	0,36	0,255	8,12	56,08	43,92		
200	60	3,33	0,18	0,391	12,41	32,88	67,12		

Tab. 71: Antioxidative Aktivität (DPPH): Uhudler Kerne

Der EC-50-Wert der Kerne der Weinsorte Uhudler betrug **0,33g Extrakt/g DPPH**.

Die antioxidative Aktivität betrug **2,06 Trolox-Äquivalente**.

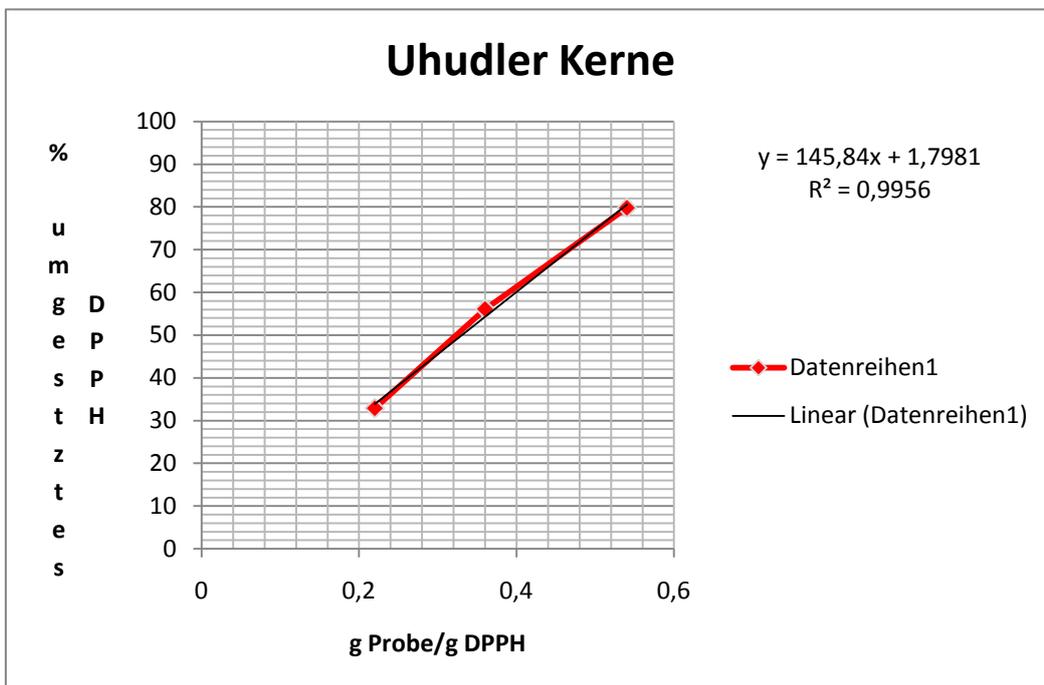


Abb. 39: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Probe/g DPPH)

Uhudler Schalen

Uhudler Schalen	
g Probe/g DPPH	% umges. DPPH
1,29	65,74
0,86	49,68
0,43	28,06

Tab. 72: Bestimmung der antioxidativen Aktivität (g Probe/g DPPH, %umges. DPPH): Uhudler Schalen

c mg Extrakt/l	Verd. 1:x	c in Küvette mg/l	eff.PK (g/g)	ABS (t=1h)	cDPPH mg/l	umges. DPPH%	Rest DPPH%	EC-50	Trolox Äqu.
	10			0,489	15,5	0	100		
400	10	40	2,58	0,074	2,41	84,45	15,55	0,91	5,69
400	20	20	1,29	0,166	5,31	65,74	34,26		
400	30	13,33	0,86	0,245	7,8	49,68	50,32		
400	60	6,67	0,43	0,351	11,15	28,06	71,94		

Tab. 73: Antioxidative Aktivität (DPPH): Uhudler Schalen

Der EC-50-Wert der Schalen der Weinsorte Uhudler betrug **0,91g Extrakt/g DPPH**. Die antioxidative Aktivität betrug **5,69 Trolox-Äquivalente**.

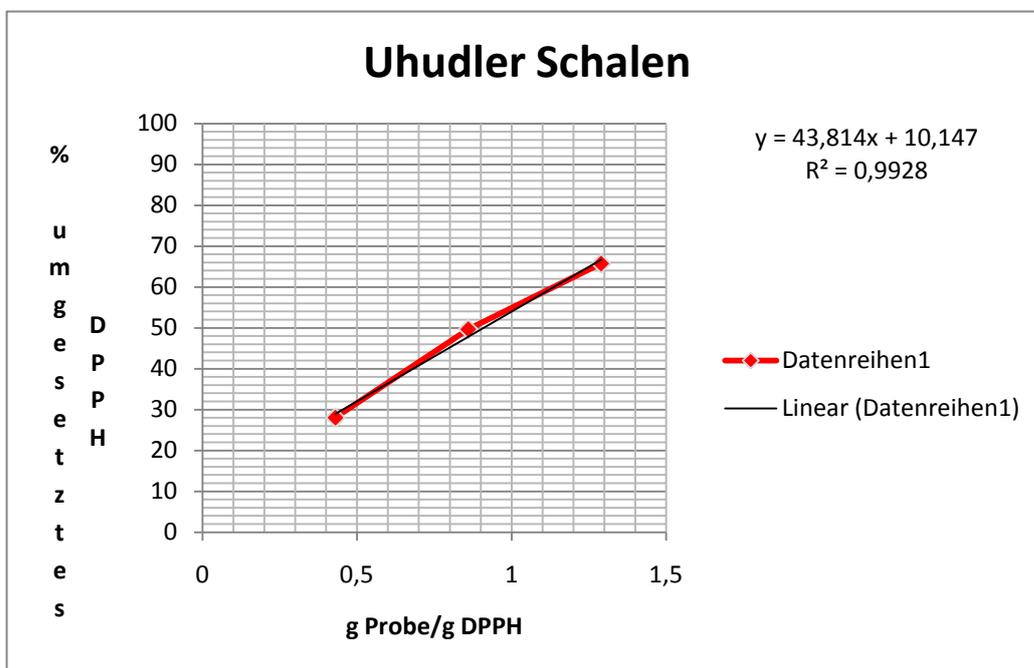


Abb. 40: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Probe/g DPPH)

Blaifränkisch Trester

Blaifränkisch Trester	
g Probe/g DPPH	% umges. DPPH
1,68	78,08
1,12	59,97
0,57	31,52

Tab. 74: Bestimmung der antioxidativen Aktivität (g Probe/g DPPH, %umges. DPPH):

c mg Extrakt/l	Verd. 1:x	c in Küvette mg/l	eff.PK (g/g)	ABS (t=1h)	cDPPH mg/l	umges. DPPH%	Rest DPPH%	EC-50	Trolox Äqu.
	10			0,556	17,61	0	100		
593,2	10	59,32	3,37	0,039	1,31	92,56	7,44	0,97	6,06
593,2	20	29,66	1,68	0,12	3,86	78,08	21,92		
593,2	30	19,77	1,12	0,221	7,05	59,97	40,03		
593,2	60	9,89	0,56	0,38	12,06	31,52	68,48		

Tab. 75: Antioxidative Aktivität (DPPH): Blaufränkisch Trester

Der EC-50-Wert des Tresters der Weinsorte Blaufränkisch betrug **0,97g Extrakt/g DPPH**. Die antioxidative Aktivität betrug **6,06 Trolox-Äquivalente**.

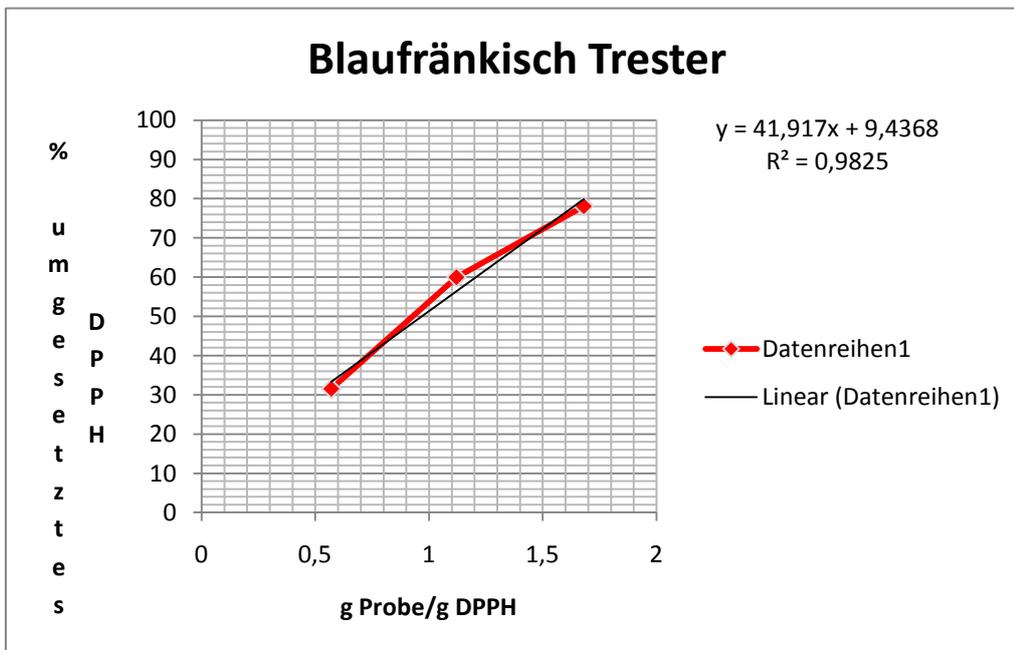


Abb. 41: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Probe/g DPPH)

Blaufränkisch Kerne

Blaufränkisch Kerne	
g Probe/g DPPH	% umges. DPPH
1,54	80,09
1,03	54,04
0,51	25,5

Tab. 76: Bestimmung der antioxidativen Aktivität (g Probe/g DPPH, %Rest DPPH): Blaufränkisch Kerne

c mg Extrakt/l	Verd. 1:x	c in Küvette mg/l	eff.PK (g/g)	ABS (t=1h)	cDPPH mg/l	umges. DPPH%	Rest DPPH%	EC-50	Trolox Äqu.
	10			0,582	18,43	0	100		
568	10	56,8	3,08	0,047	1,56	91,54	8,46	0,97	6,06
568	20	28,4	1,54	0,114	3,67	80,09	19,91		
568	30	18,93	1,03	0,266	8,47	54,04	45,96		
568	60	9,47	0,51	0,433	13,73	25,5	74,5		

Tab. 77: Antioxidative Aktivität (DPPH): Blaufränkisch Kerne

Der EC-50-Wert der Kerne der Weinsorte Blaufränkisch betrug **0,97g Extrakt/g DPPH**. Die antioxidative Aktivität betrug **6,06 Trolox-Äquivalente**.

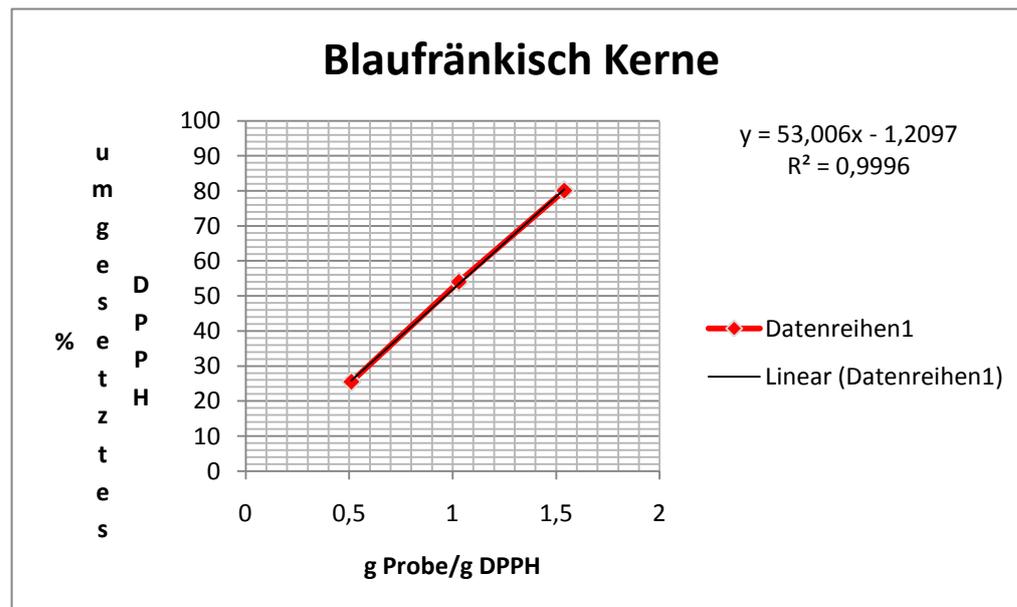


Abb. 42: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Probe/g DPPH)

Zweigelt Trester

Zweigelt Trester	
g Probe/g DPPH	% umges. DPPH
0,46	85,3
0,31	73,57
0,15	44,91

Tab. 78: Bestimmung der antioxidativen Aktivität (g Probe/g DPPH, %umges. DPPH): Zweigelt Trester

c mg Extrakt/l	Verd. 1:x	c in Küvette mg/l	eff.PK (g/g)	ABS (t=1h)	cDPPH mg/l	umges. DPPH%	Rest DPPH%	EC-50	Trolox Äqu.
	10			0,552	17,48	0	100		
162	10	16,2	0,93	0,038	1,28	92,68	7,32	0,17	1,06
162	20	8,1	0,46	0,079	2,57	85,3	14,7		
162	30	5,4	0,31	0,144	4,62	73,57	26,43		
162	60	2,7	0,15	0,303	9,63	44,91	55,09		

Tab. 79: Antioxidative Aktivität (DPPH): Zweigelt Trester

Der EC-50-Wert des Tresters der Weinsorte Zweigelt betrug **0,17g Extrakt/g DPPH**. Die antioxidative Aktivität betrug **1,06 Trolox-Äquivalente**.

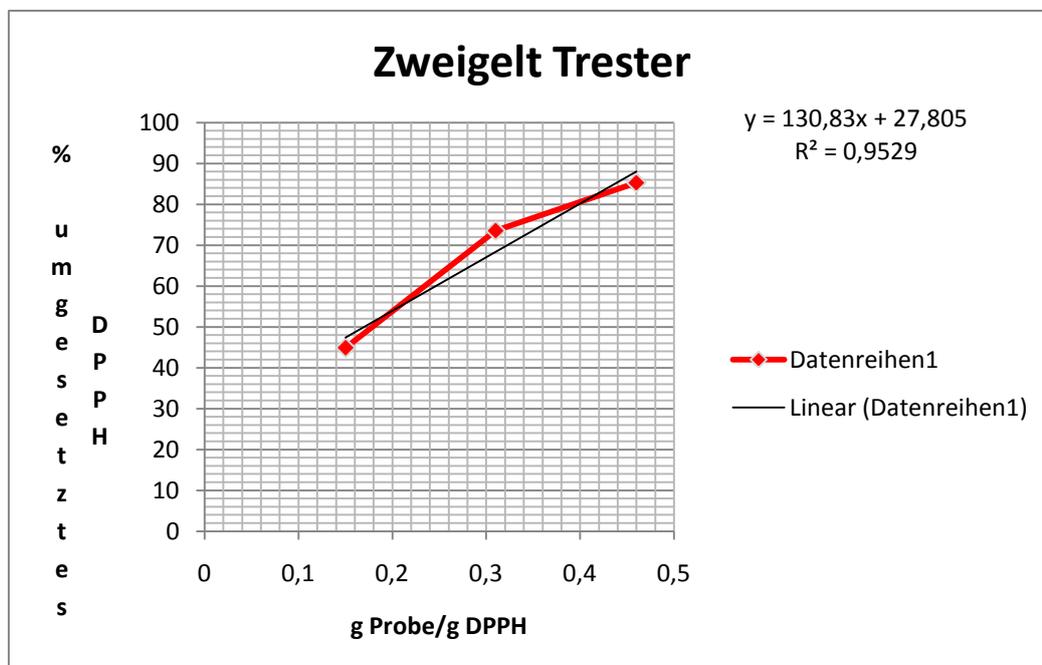


Abb. 43: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Probe/g DPPH)

Nachfolgend wurden die Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat und Tocopherol, sowie die Bezugssubstanz Trolox auf die antioxidative Aktivität untersucht.

BHA

BHA	
g Probe/g DPPH	% umges. DPPH
0,31	81,04
0,16	56,46
0,1	47,6

Tab. 80: Bestimmung der antioxidativen Aktivität (g Vergleichssubstanz/g DPPH, %umges. DPPH): BHA

c mg AO/l	Verd. 1:x	c in Küvette mg/l	eff.PK (g/g)	ABS (t=1h)	cDPPH mg/l	umges. DPPH%	Rest DPPH%	EC-50	Trolox Äqu.
	10			0,506	16,03	0	100		
50	10	5	0,31	0,094	3,04	81,04	18,96	0,12	0,75
50	20	2,5	0,16	0,219	6,98	56,46	43,54		
50	30	1,67	0,1	0,264	8,4	47,6	52,4		
50	60	0,83	0,05	0,405	12,85	19,84	80,16		

Tab. 81: Antioxidative Aktivität (DPPH): BHA

Der EC-50-Wert der Vergleichssubstanz BHA betrug **0,12g Extrakt/g DPPH**. Die antioxidative Aktivität betrug **0,75 Trolox-Äquivalente**.

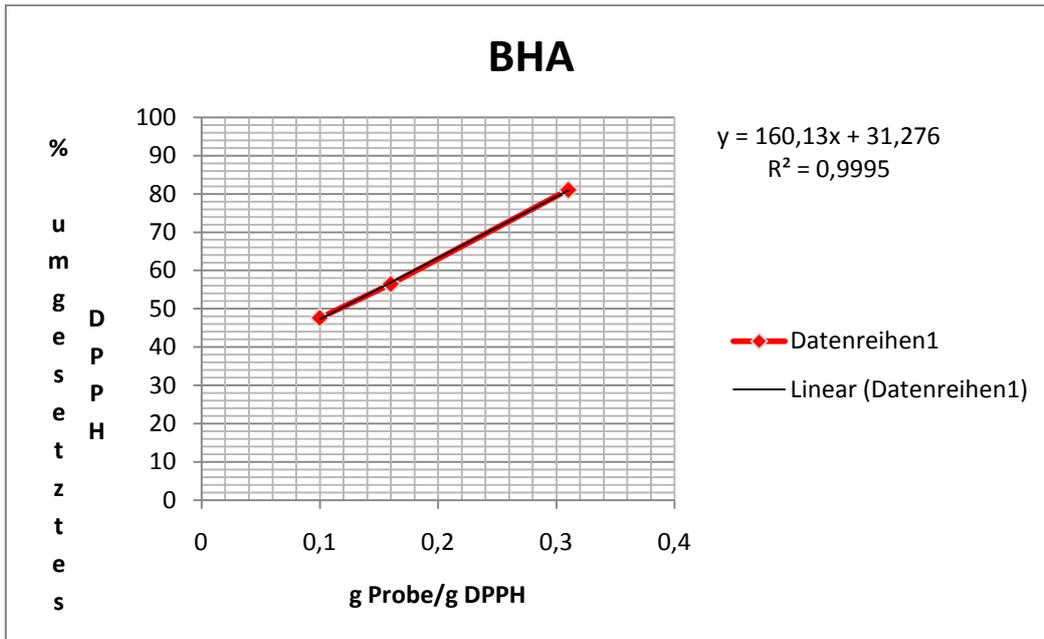


Abb. 44: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Vergleichssubstanz/g DPPH)

BHT

BHT	
g Probe/g DPPH	% umges. DPPH
0,67	56
0,33	35,89
0,11	12,08

Tab. 82: Bestimmung der antioxidativen Aktivität (g Vergleichssubstanz/g DPPH, %umges. DPPH): BHT

c mg AO/l	Verd. 1:x	c in Küvette mg/l	eff.PK (g/g)	ABS (t=1h)	cDPPH mg/l	umges. DPPH%	Rest DPPH%	EC-50	Trolox Äqu.
	10			0,474	15,02	0	100		
100	10	10	0,67	0,207	6,61	55,99	44,01	0,57	3,56
100	20	5	0,33	0,303	9,63	35,89	64,11		
100	30	3,33	0,22	0,408	12,94	13,85	86,15		
100	60	1,67	0,11	0,412	13,07	12,08	87,02		

Tab. 83: Antioxidative Aktivität (DPPH): BHT

Der EC-50-Wert der Vergleichssubstanz BHT betrug **0,57g Extrakt/g DPPH**. Die antioxidative Aktivität betrug **3,56 Trolox-Äquivalente**.

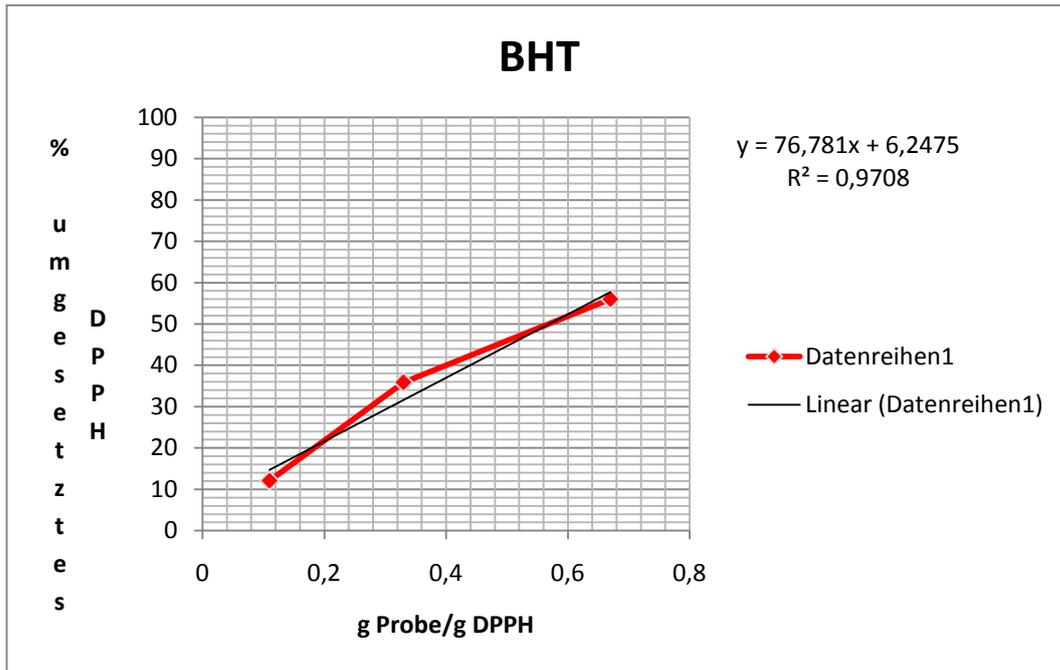


Abb. 45: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Vergleichssubstanz/g DPPH)

Ascorbylpalmitat

Ascorbylpalmitat	
g Probe/g DPPH	% umges. DPPH
0,31	57,1
0,15	28,95
0,1	18,6
0,05	7,63

Tab. 84: Bestimmung der antioxidativen Aktivität (g Vergleichssubstanz/g DPPH, %umges. DPPH): Ascorbylpalmitat

c mg AO/l	Verd. 1:x	c in Küvette mg/l	eff.PK (g/g)	ABS (t=1h)	cDPPH mg/l	umges. DPPH%	Rest DPPH%	EC-50	Trolox Äqu.
	10			0,509	16,13	0	100		
50	10	5	0,31	0,217	6,92	57,1	42,9	0,27	1,69
50	20	2,5	0,15	0,361	11,46	28,95	71,05		
50	30	1,67	0,1	0,414	13,13	18,6	81,4		
50	60	0,83	0,05	0,47	14,9	7,63	92,37		

Tab. 85: Antioxidative Aktivität (DPPH): Ascorbylpalmitat

Der EC-50-Wert der Vergleichssubstanz Ascorbylpalmitat betrug **0,27g Extrakt/g DPPH**. Die antioxidative Aktivität betrug **1,69 Trolox-Äquivalente**.

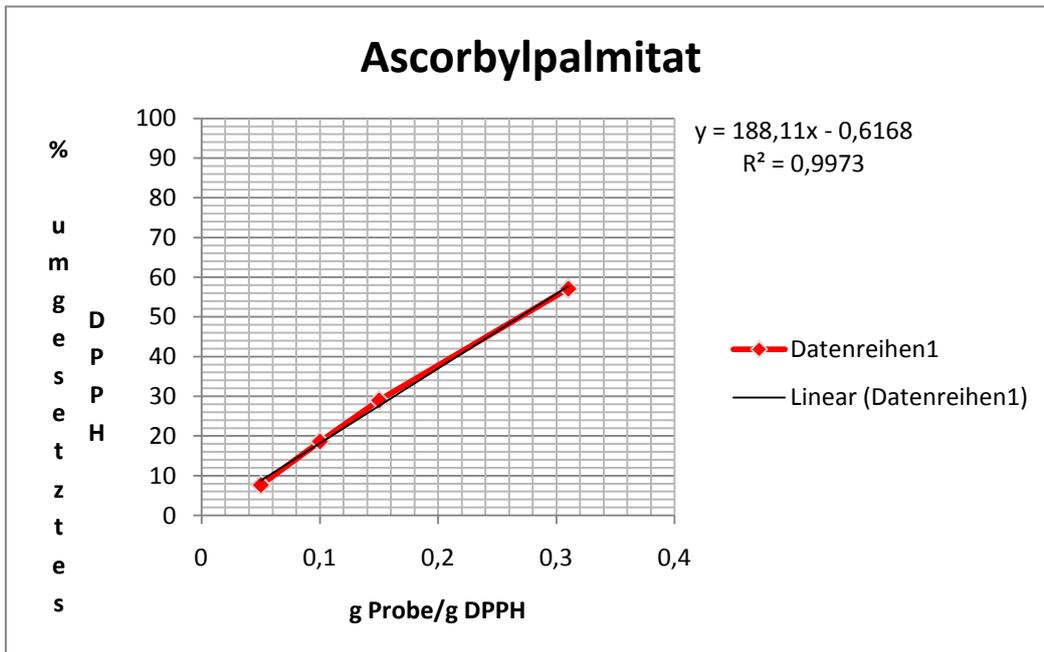


Abb. 46: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Vergleichssubstanz/g DPPH)

Tocopherol

Tocopherol	
g Probe/g DPPH	% umges. DPPH
0,31	64,56
0,16	32,56
0,1	18,97
0,05	11,08

Tab. 86: Bestimmung der antioxidativen Aktivität (g Vergleichssubstanz/g DPPH, %umges. DPPH): Tocopherol

c mg AO/l	Verd. 1:x	c in Küvette mg/l	eff.PK (g/g)	ABS (t=1h)	cDPPH mg/l	umges. DPPH%	Rest DPPH%	EC- 50	Trolox Äqu.
	10			0,504	15,97	0	100		
50	10	5	0,31	0,177	5,66	64,56	35,44	0,24	1,50
50	20	2,5	0,16	0,339	10,77	32,56	67,44		
50	30	1,67	0,1	0,408	12,94	18,97	81,03		
50	60	0,83	0,05	0,448	14,2	11,08	88,92		

Tab. 87: Antioxidative Aktivität (DPPH): Tocopherol

Der EC-50-Wert der Vergleichssubstanz Tocopherol betrug **0,24g Extrakt/g DPPH**. Die antioxidative Aktivität betrug **1,50 Trolox-Äquivalente**.

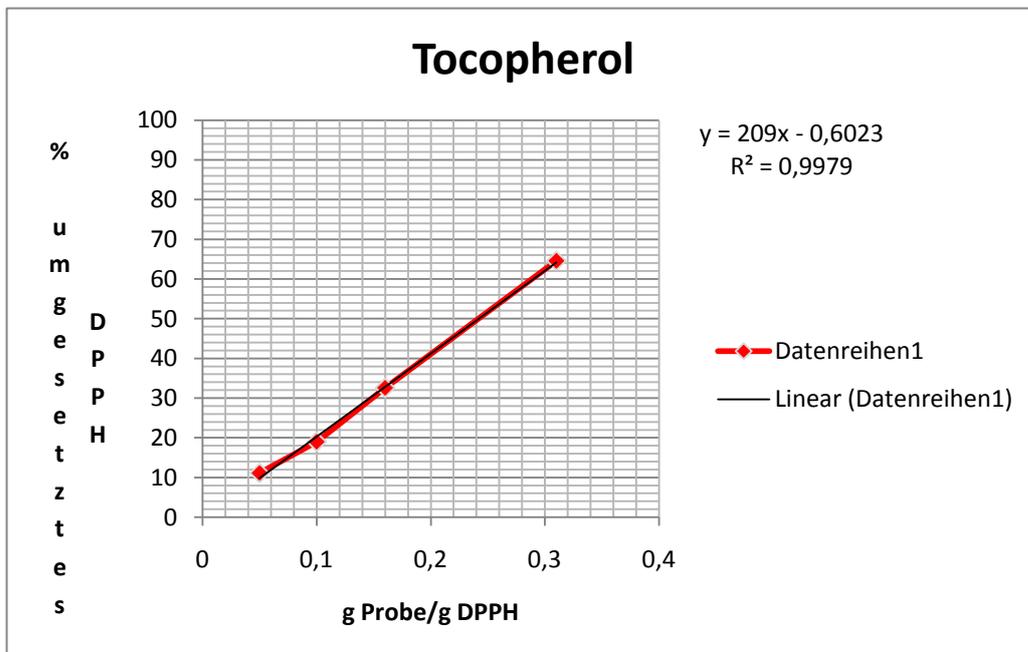


Abb. 47: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Vergleichssubstanz/g DPPH)

Trolox

Trolox	
g Probe/g DPPH	% umges. DPPH
0,27	86,88
0,16	48,73
0,11	27,57
0,05	13,01

Tab. 88: Bestimmung der antioxidativen Aktivität (g Bezugssubstanz/g DPPH, %umges. DPPH): Trolox

c mg Bezugss./l	Verd. 1:x	c in Küvette mg/l	eff.PK (g/g)	ABS (t=1h)	cDPPH mg/l	umges. DPPH%	Rest DPPH%	EC-50	Trolox Äqu.
	10			0,498	15,78	0	100		
50	10	5	0,27	0,063	2,07	86,88	13,12	0,16	
50	20	2,5	0,16	0,254	8,09	48,73	51,27		
50	30	1,67	0,11	0,36	11,43	27,57	72,43		
50	60	0,83	0,05	0,428	13,57	13,01	86,99		

Tab. 89: Antioxidative Aktivität (DPPH): Trolox

Der EC-50-Wert des Tresters der Bezugssubstanz Trolox betrug **0,16g Extrakt/g DPPH**.

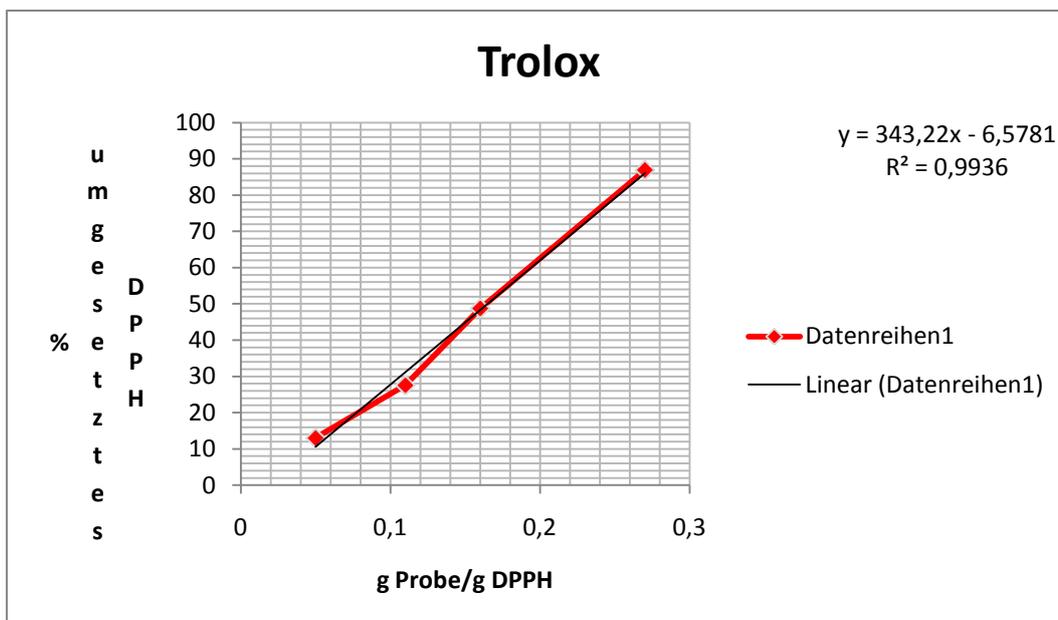


Abb. 48: umgesetztes DPPH% in Abhängigkeit der Probenkonzentration (g Bezugssubstanz/g DPPH)

Nachfolgend ist die antioxidative Aktivität (EC-50, Trolox-Äquivalente) in einer Tabelle zusammengefasst (Tab. 90)

		EC-50 (g/g DPPH)	AA Trolox- Äqu. (g/g)
	Uhudler Trester	0,64	4,00
	Uhudler Kerne	0,33	2,06
Extrakte	Uhudler Schalen	0,91	5,69
	Blaufränkisch Trester	0,97	6,06
	Blaufränkisch Kerne	0,97	6,06
	Zweigelt Trester	0,17	1,06
	BHA	0,12	0,75
	BHT	0,57	3,56
handelsübliche AO	Ascorbylpalmitat	0,27	1,69
	Tocopherol	0,24	1,50
Bezugssubstanz	Trolox	0,16	

Tab. 90: Antioxidative Aktivität der zu untersuchenden Extrakte und Vergleichssubstanzen als EC-50 Wert und in Trolox-Äquivalenten (DPPH)

Die folgende Abbildung zeigt zusammenfassend eine graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität der zu untersuchenden Extrakt (Abb. 49)

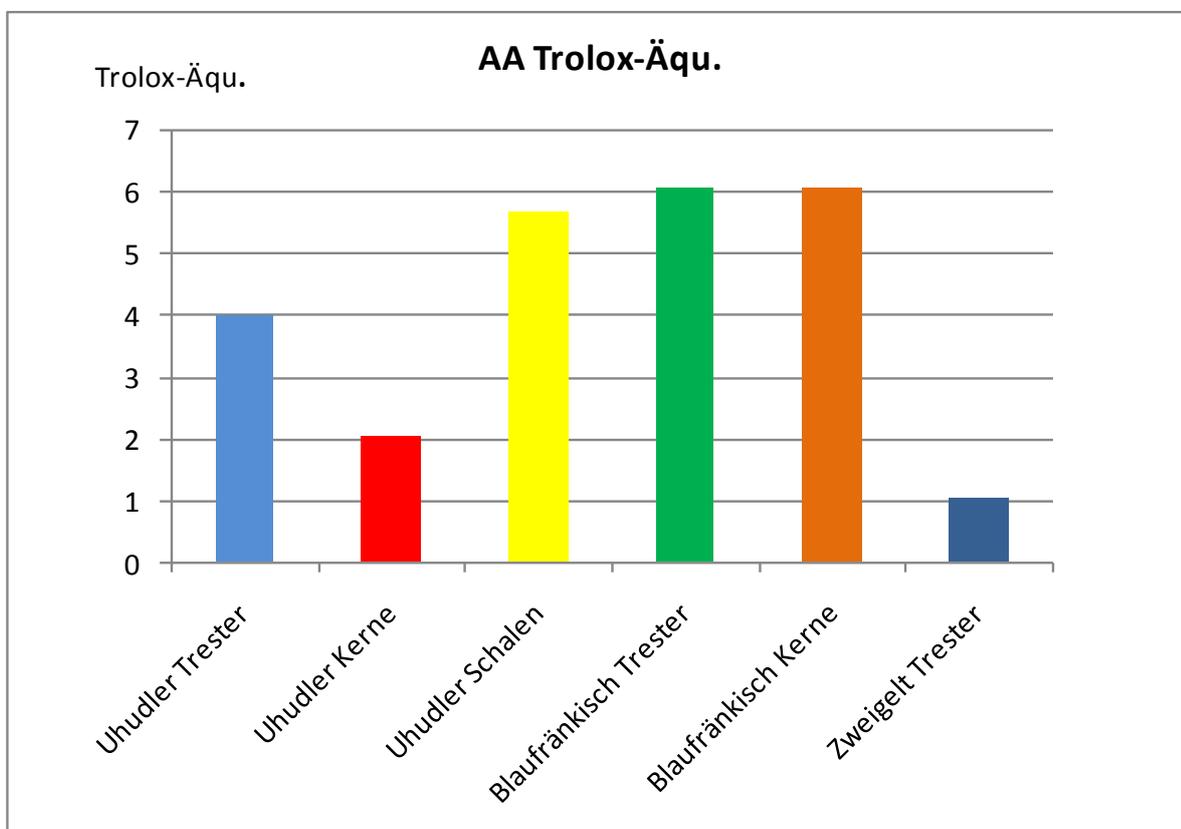


Abb. 49: Graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität in Trolox-Äquivalenten von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch, Kerne und Zweigelt Trester

In der nachfolgenden Abbildung ist die antioxidative Aktivität der Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat und Tocopherol zusammengefasst (Abb. 50)

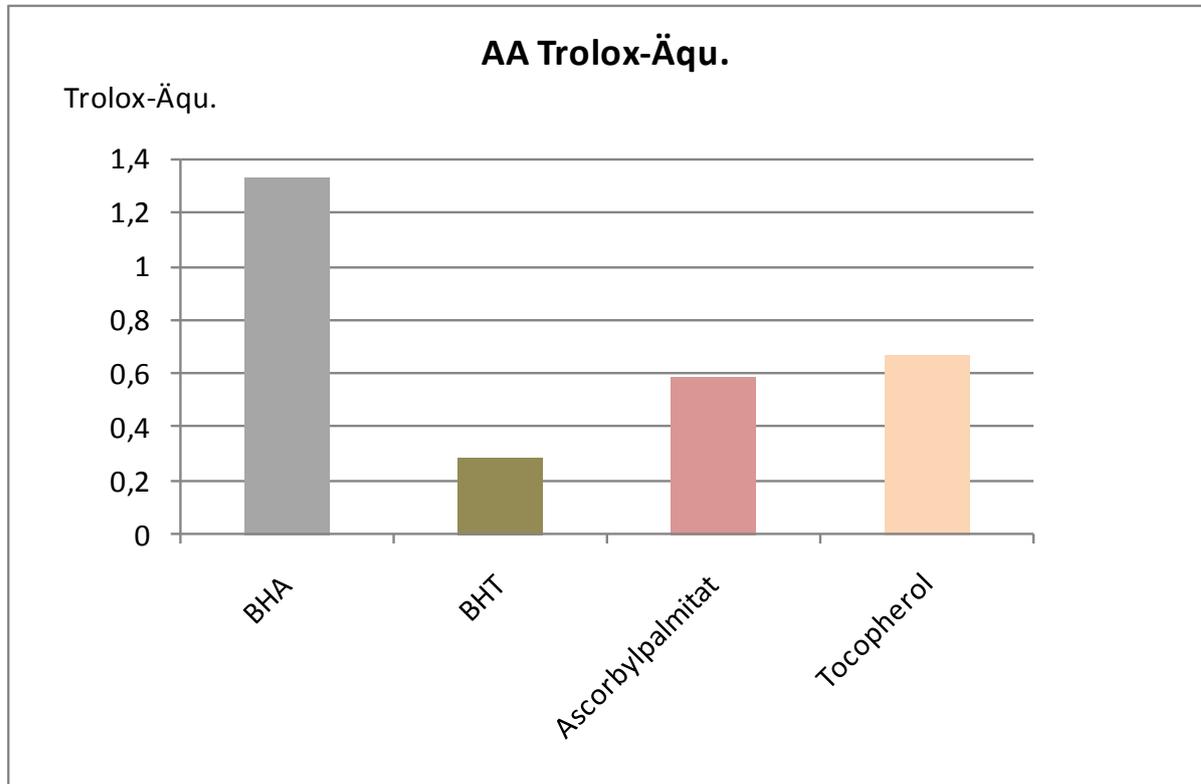


Abb. 50: Graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität in Trolox-Äquivalenten der Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat und Tocopherol

Folgende Abbildung zeigt eine Zusammenfassung der EC-50 Werte der zu untersuchenden Extrakte (Abb. 51)

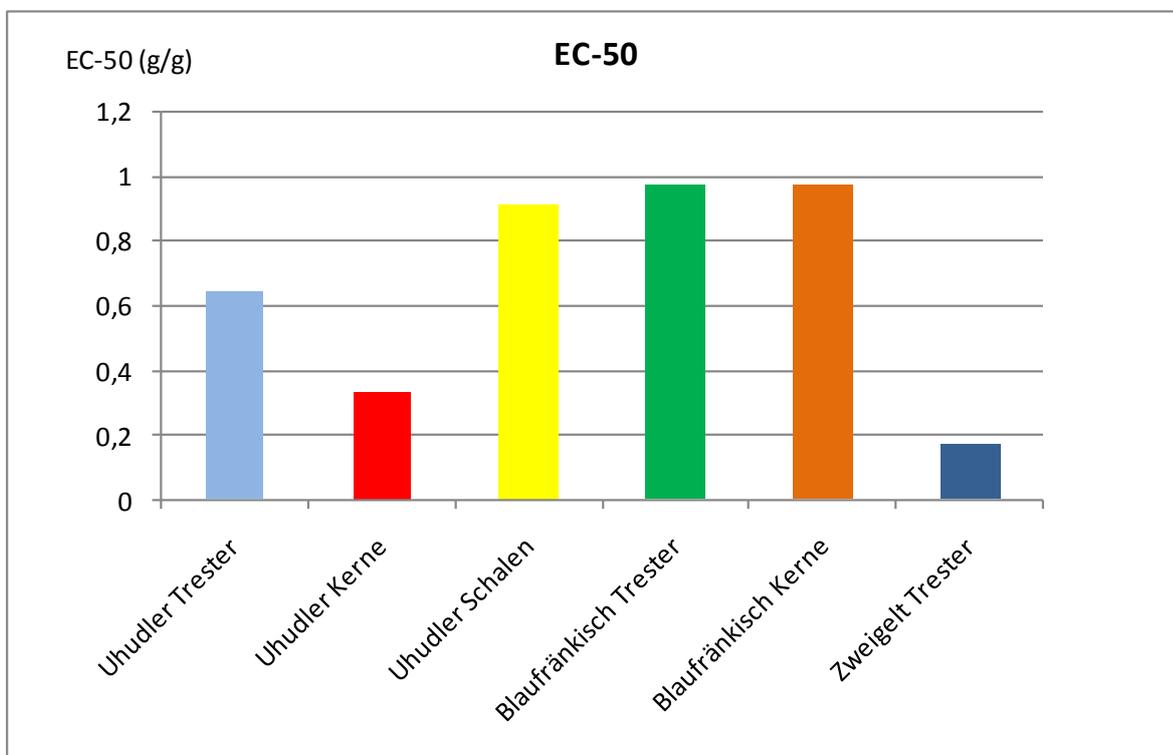


Abb.51: Graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität in EC-50 Werten von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufr. Trester, Blaufr. Kerne und Zweigelt Trester

In der folgenden Abbildung sind die EC-50 Werte der Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat und Tocopherol, sowie der Bezugssubstanz Trolox zusammengefasst (Abb. 52)

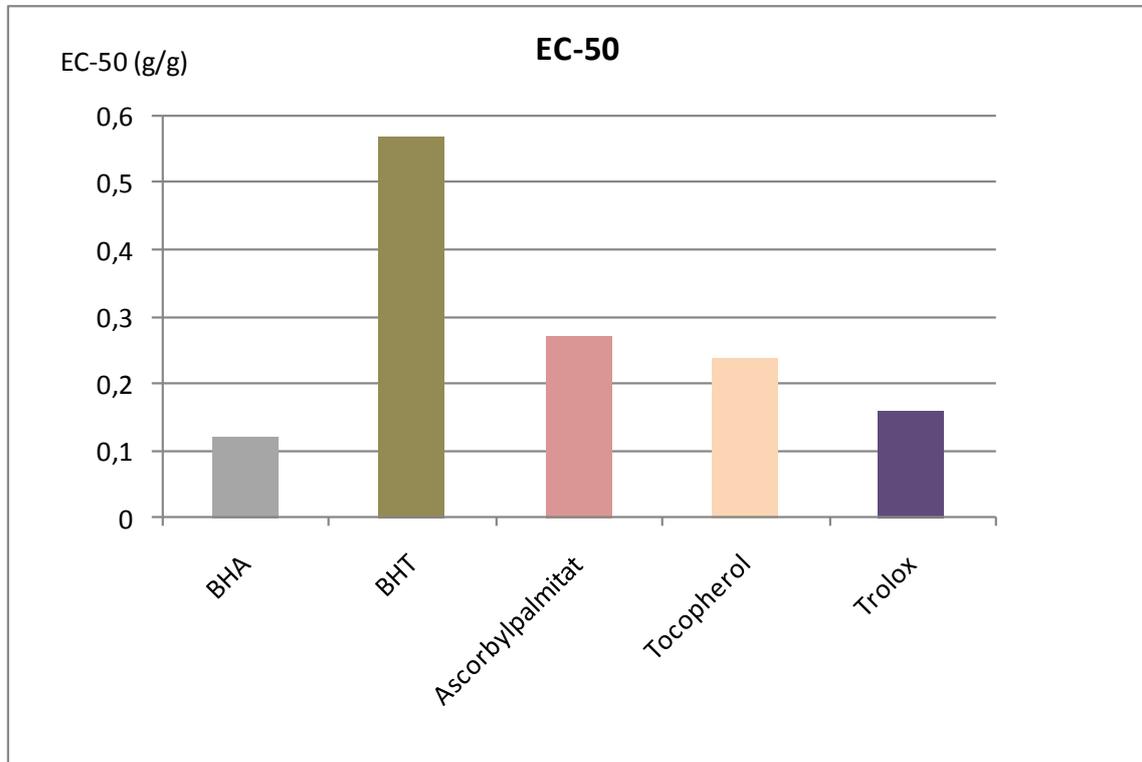


Abb. 52: Graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität in EC-50 Werten der Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat, Tocopherol und der Bezugssubstanz Trolox

4.10 Antioxidative Aktivität (FRAP-Methode)

Nachfolgend sind die Ergebnisse der antioxidativen Aktivität mittels FRAP-Methode dargestellt.

μM $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/l}$	E
1000	1,46
800	1,155
600	0,884
300	0,458
150	0,234
100	0,142

Tab 91: Extinktionswerte E der Eichkurve ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

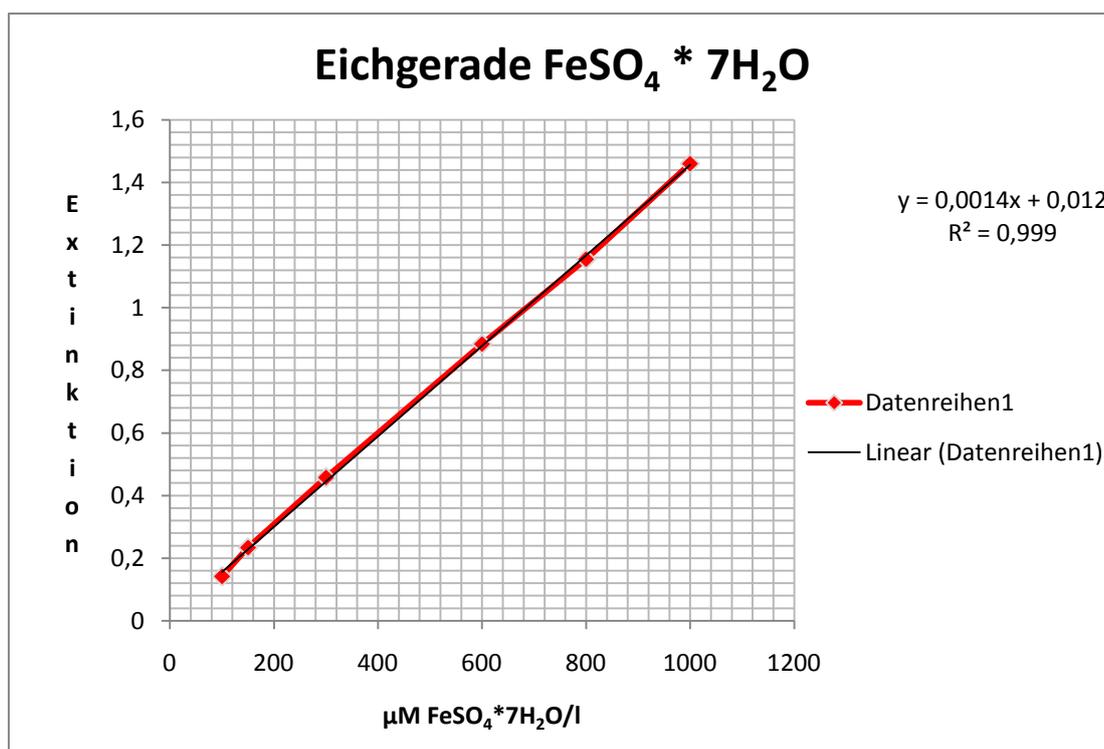


Abb. 53: Eichgerade zur Bestimmung der antioxidativen Aktivität ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

Uhudler Trester

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg FeSO ₄ * 7H ₂ O/l	µM FeSO ₄ * 7H ₂ O/ mg	Mittelwert (µM/mg)	σ	Trolox-Äqu.
47700	(1:100)	477	1,088	768,57	1,63			
47700	(1:150)	318	0,863	607,86	1,93			
47700	(1:200)	239	0,584	408,57	1,73	1,76	0,15	3,71

Tab. 92: Antioxidative Aktivität (FRAP) Uhudler Trester

Der Trester der Weinsorte Uhudler konnte eine antioxidative Aktivität von **1,76µM/mg±0,15 FeSO₄*7H₂O** bzw. **3,71 Trolox-Äquivalenten** aufweisen.

Uhudler Kerne

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg FeSO ₄ * 7H ₂ O/l	µM FeSO ₄ * 7H ₂ O/ mg	Mittelwert (µM/mg)	σ	Trolox-Äqu.
10000	(1:50)	200	1,102	779	3,89			
10000	(1:100)	100	0,523	365	3,65			
10000	(1:150)	66,7	0,414	287	4,31	3,95	0,33	1,65

Tab. 93: Antioxidative Aktivität (FRAP): Uhudler Kerne

Die Kerne der Weinsorte Uhudler konnten eine antioxidative Aktivität von **3,95µM/mg±0,33 FeSO₄*7H₂O** bzw. **1,65 Trolox-Äquivalenten** aufweisen.

Uhudler Schalen

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg FeSO ₄ * 7H ₂ O/l	µM FeSO ₄ * 7H ₂ O/ mg	Mittelwert (µM/mg)	σ	Trolox-Äqu.
10000	(1:20)	500	1,125	795	1,59			
10000	(1:25)	400	0,421	292	0,73			
10000	(1:50)	200	0,294	201	1,01	1,11	0,44	5,88

Tab. 94: Antioxidative Aktivität (FRAP): Uhudler Schalen

Die Schalen der Weinsorte Uhudler konnten eine antioxidative Aktivität von **1,11µM/mg±0,44 FeSO₄*7H₂O** bzw. **5,88 Trolox-Äquivalenten** aufweisen.

Blaufränkisch Trester

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg FeSO ₄ * 7H ₂ O/l	µM FeSO ₄ * 7H ₂ O/ mg	Mittelwert (µM/mg)	σ.	Trolox- Äqu.
29660	(1:50)	593	1,005	709,3	1,2			
29660	(1:100)	297	0,85	598,6	2,02			
29660	(1:150)	198	0,515	359,3	1,82	1,68	0,43	3,89

Tab. 95: Antioxidative Aktivität (FRAP): Blaufränkisch Trester

Der Trester der Weinsorte Uhudler konnte eine antioxidative Aktivität von **1,68µM/l±0,43 FeSO₄*7H₂O** bzw. **3,89 Trolox-Äquivalenten** aufweisen.

Blaufränkisch Kerne

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg FeSO ₄ * 7H ₂ O/l	µM FeSO ₄ * 7H ₂ O/ mg	Mittelwert (µM/mg)	σ	Trolox- Äqu.
45975	(1:150)	307	1,259	890,7	2,91			
45975	(1:200)	230	0,943	665	2,89			
45975	(1:300)	153	0,863	607,9	3,97	3,26	0,62	2,00

Tab. 96: Antioxidative Aktivität (FRAP): Blaufränkisch Kerne

Die Kerne der Weinsorte Blaufränkisch konnten eine antioxidative Aktivität von **3,26µM/mg±0,62 FeSO₄*7H₂O** bzw. **2,00 Trolox-Äquivalenten** aufweisen.

Zweigelt Trester

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg FeSO ₄ * 7H ₂ O/l	µM FeSO ₄ * 7H ₂ O/ mg	Mittelwert (µM/mg)	σ	Trolox- Äqu.
16200	(1:100)	162	1,2	848,6	5,24			
16200	(1:150)	108	0,836	588,6	5,45			
16200	(1:200)	81	0,692	485,7	6	5,56	0,39	1,17

Tab. 97: Antioxidative Aktivität (FRAP): Zweigelt Trester

Der Trester der Weinsorte Zweigelt konnte eine antioxidative Aktivität von **5,56µM/mg±0,39 FeSO₄*7H₂O** bzw. **1,17 Trolox-Äquivalenten** aufweisen

Nachfolgend wurden auch die Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat und Tocopherol, sowie die Bezugssubstanz Trolox auf die antioxidative Aktivität mittels FRAP-Methode ermittelt.

BHA

urspr. c mg Extrakt/l	Verd.	c mg/l	E	c mg FeSO ₄ * 7H ₂ O/l	µM FeSO ₄ * 7H ₂ O/ mg	Mittelwert (µM/mg)	σ	Trolox-Äqu.
500	(1:5)	100	1,376	974,29	9,74			
500	(1:10)	50	0,762	535,71	10,7			
500	(1:20)	25	0,424	294,29	11,8	10,74	1,02	0,61

Tab. 98: Antioxidative Aktivität (FRAP): BHA

Die Vergleichssubstanz BHA konnte eine antioxidative Aktivität von **10,74µM/mg±1,02 FeSO₄*7H₂O** bzw. **0,61 Trolox-Äquivalenten** aufweisen.

BHT

urspr. c mg AO/l	Verd.	c mg/l	E	c mg FeSO ₄ * 7H ₂ O/l	µM FeSO ₄ * 7H ₂ O/ mg	Mittelwert (µM/mg)	σ	Trolox-Äqu.
500	(1:5)	100	0,719	505	5,05			
500	(1:10)	50	0,445	309,3	6,19			
500	(1:20)	25	0,273	186,4	7,46	6,23	1,21	1,05

Tab. 99: Antioxidative Aktivität (FRAP): BHT

Die Vergleichssubstanz BHT konnte eine antioxidative Aktivität von **6,23µM/mg±1,21 FeSO₄*7H₂O** bzw. **1,05 Trolox-Äquivalenten** aufweisen.

Ascorbylpalmitat

urspr. c mg AO/l	Verd.	c mg/l	E	c mg FeSO ₄ * 7H ₂ O/l	µM FeSO ₄ * 7H ₂ O/ mg	Mittelwert (µM/mg)	σ	Trolox-Äqu.
500	(1:5)	100	0,629	440,71	4,41			
500	(1:10)	50	0,248	168,57	3,37			
500	(1:20)	25	0,202	135,71	5,43	4,40	1,03	1,48

Tab. 100: Antioxidative Aktivität (FRAP): Ascorbylpalmitat

Die Vergleichssubstanz Ascorbylpalmitat konnte eine antioxidative Aktivität von **4,40µM/mg±1,03 FeSO₄*7H₂O** bzw. **1,48 Trolox-Äquivalenten** aufweisen.

Tocopherol

urspr. c mg AO/l	Verd.	c mg/l	E	c mg FeSO ₄ * 7H ₂ O/l	μM FeSO ₄ * 7H ₂ O/ mg	Mittelwert (μM/mg)	σ	Trolox- Äqu.
500	(1:2)	250	1,287	910,7	3,64			
500	(1:5)	100	0,595	416,4	4,16			
500	(1:10)	50	0,402	278,6	5,57	4,46	1,00	1,46

Tab. 101: Antioxidative Aktivität (FRAP): Tocopherol

Die Vergleichssubstanz Tocopherol konnte eine antioxidative Aktivität von **4,46 μM/mg ± 1,00 FeSO₄*7H₂O** bzw. **1,46 Trolox-Äquivalenten** aufweisen.

Trolox

urspr. c mg AO/l	Verd.	c mg/l	E	c mg FeSO ₄ * 7H ₂ O/l	μM FeSO ₄ * 7H ₂ O/ mg	Mittelwert (μM/mg)	σ	Trolox- Äqu.
500	(1:5)	100	0,792	557,1	5,57			
500	(1:10)	50	0,443	307,9	6,16			
500	(1:20)	25	0,287	196,4	7,86	6,53	1,19	

Tab. 102: Antioxidative Aktivität (FRAP): Trolox

Die Bezugssubstanz Trolox konnte eine antioxidative Aktivität von **6,53 μM/mg ± 1,19 FeSO₄*7H₂O** aufweisen.

In der folgenden Tabelle ist die antioxidative Aktivität (Trolox-Äquivalente) zusammengefasst (Tab. 103)

		$\mu\text{M Fe}^{2+}/\text{mg}$	Trolox-Äqu.
	Uhudler Trester	1,76±0,15	3,71
	Uhudler Kerne	3,95±0,33	1,65
Extrakte	Uhudler Schalen	1,11±0,44	5,88
	Blaufränkisch Trester	1,68±0,43	3,89
	Blaufränkisch Kerne	3,26±0,62	2
	Zweigelt Trester	5,56±0,39	1,17
	BHA	10,74±1,02	0,61
handelsübliche AO	BHT	6,23±1,21	1,05
	Ascorbylpalmitat	4,40±1,03	1,48
	Tocopherol	4,46±1,00	1,46
Bezugssubstanz	Trolox	6,53±1,19	

Tab. 103: Antioxidative Aktivität der zu untersuchenden Extrakte und Vergleichssubstanzen in Trolox-Äquivalenten (FRAP)

Folgende Abbildung zeigt eine Zusammenfassung der antioxidativen Aktivität der zu untersuchenden Extrakte Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester (Abb. 54)

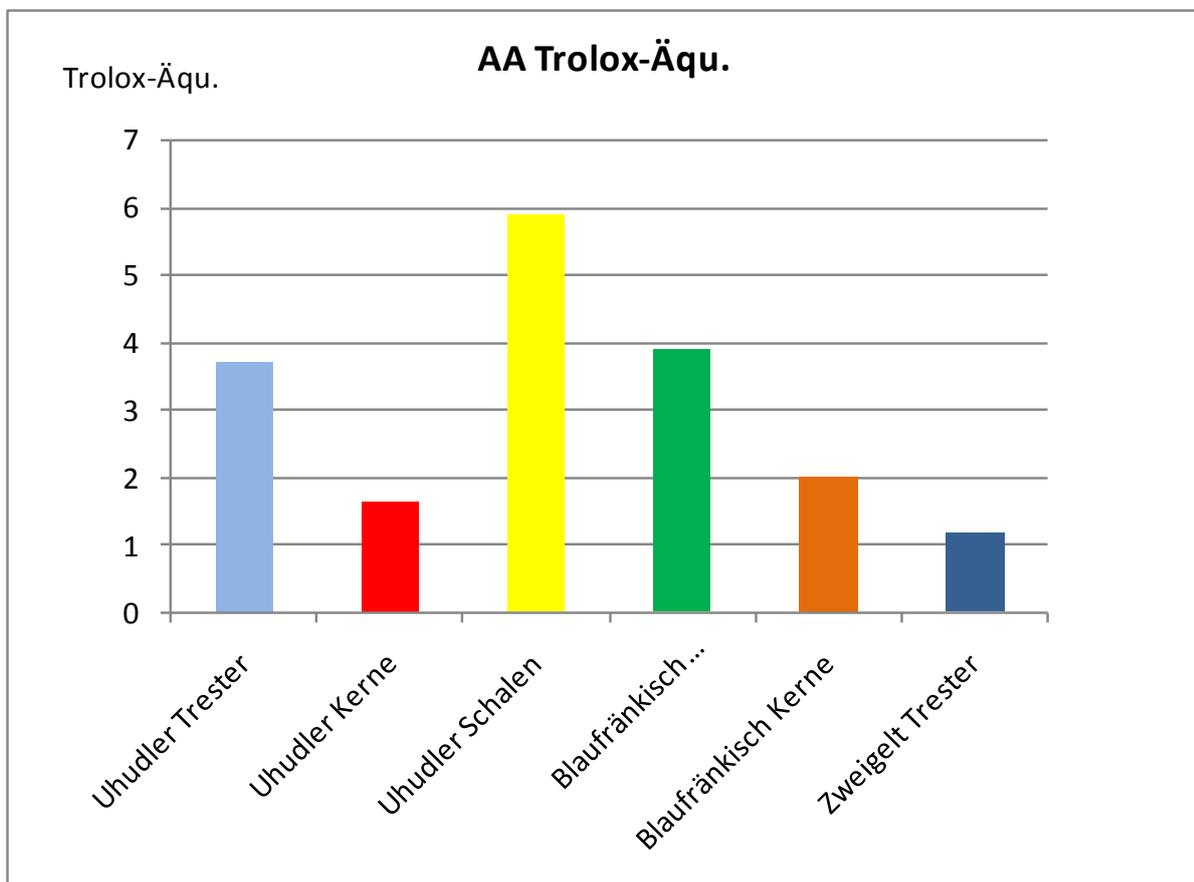


Abb. 54: Antioxidative Aktivität in Trolox-Äquivalenten von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

Nachfolgend ist die antioxidative Aktivität der Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat und Tocopherol zusammengefasst (Abb. 55)

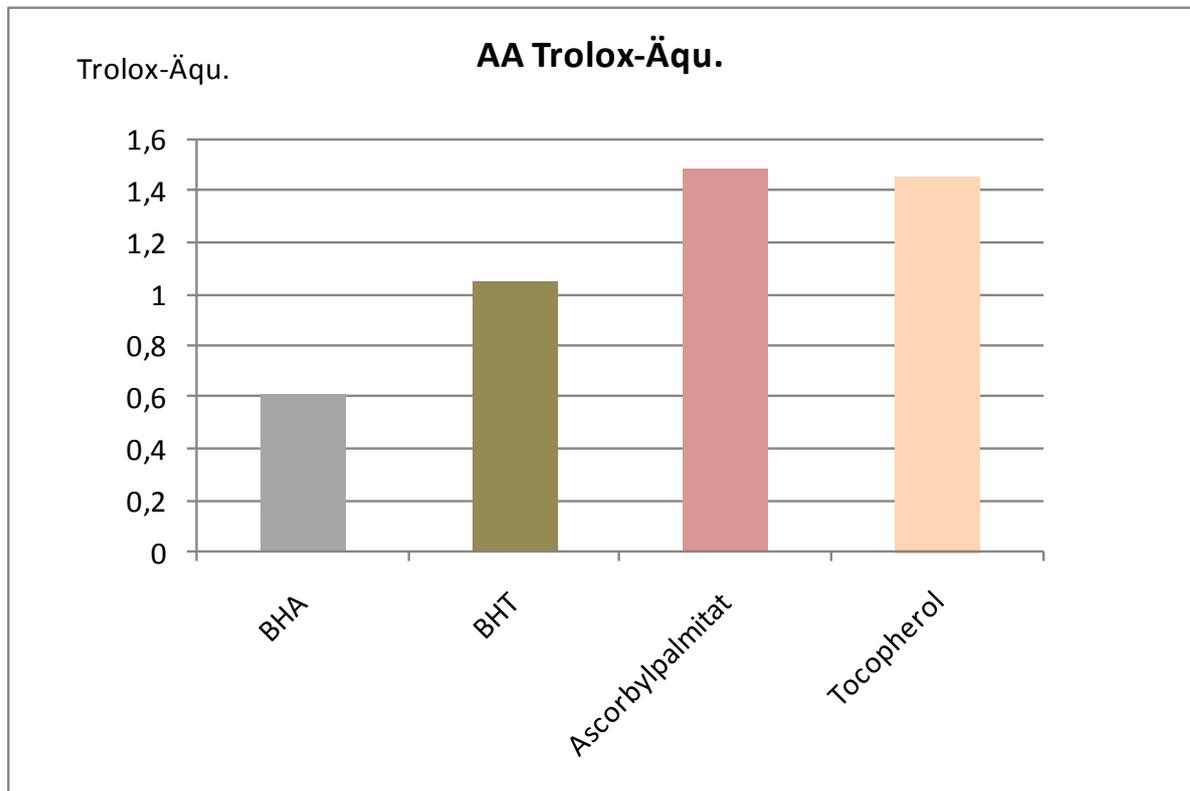


Abb.55: Antioxidative Aktivität in Trolox-Äquivalenten der Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat und Tocopherol

Folgende Abbildung zeigt die antioxidative Aktivität in $\mu\text{M Fe}^{2+}/\text{mg}$ von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester (Abb. 56)

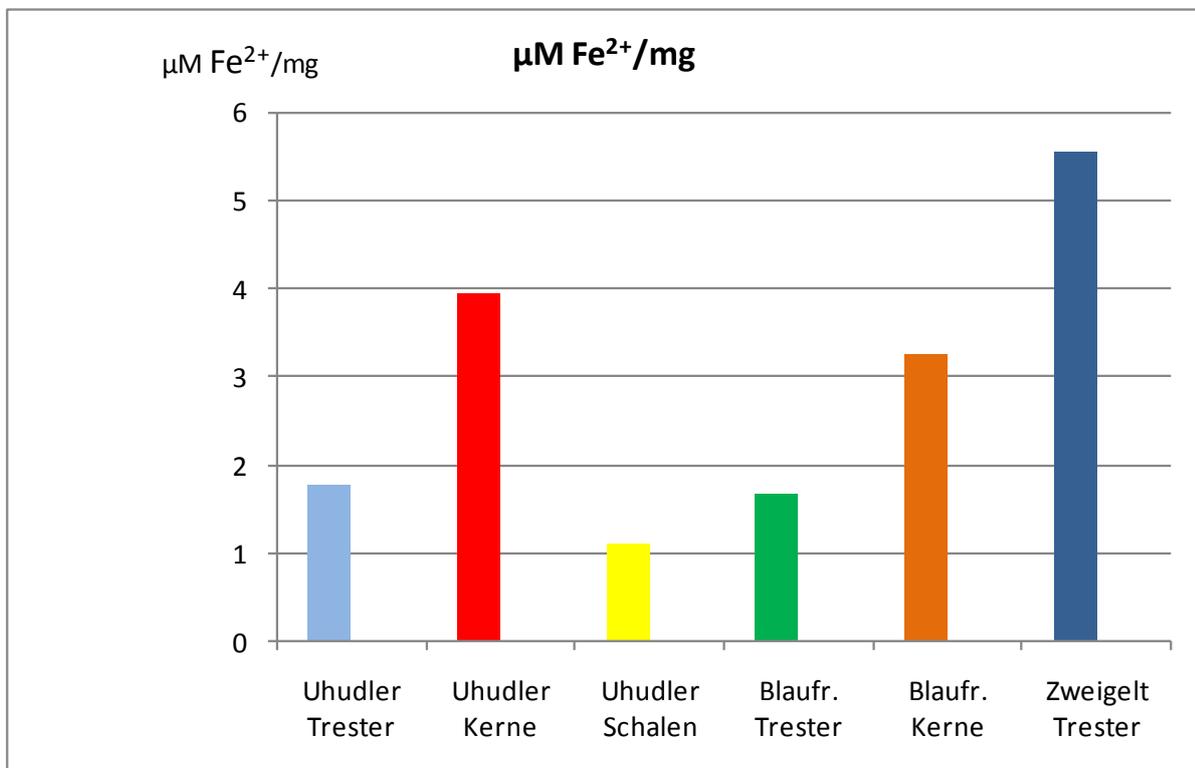


Abb. 56: Graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität in $\mu\text{M Fe}^{2+}/\text{mg}$ von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaufränkisch Trester, Blaufränkisch Kerne und Zweigelt Trester

Die folgende Abbildung zeigt die antioxidative Aktivität der Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat, Tocopherol, sowie der Bezugssubstanz Trolox (Abb. 57)

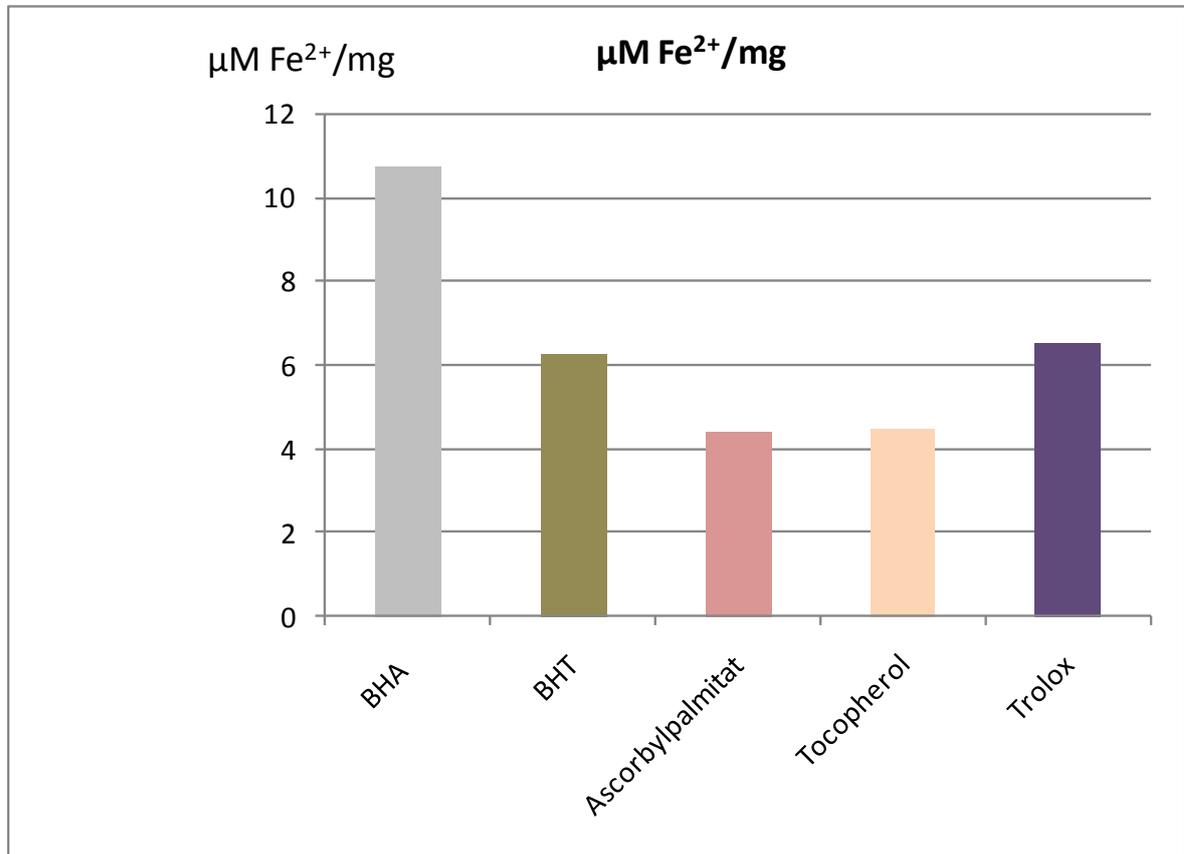


Abb. 57: Graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität in $\mu\text{M Fe}^{2+}/\text{mg}$ der Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat und Tocopherol, sowie der Bezugssubstanz Trolox

Die folgende Tabelle zeigt zusammenfassend die Gehalte an Wasser, Gesamtpolyphenole, Flavonoide (Bezugssubstanz Quercetin), Proanthocyanidine, Catechine und die Extraktausbeute der zu untersuchenden Proben (Tab. 104)

	H ₂ O-Geh.%	Extrakt Ausb. (w/w%)	Gesamtpolyphenole mg/g Extrakt	Flavonoide mg/g Extrakt	Proanthocyanidine mg/g Extrakt	Catechine mg/g Extrakt
Uhudler Trester	61,81	12,1	127,85±19,83	60,63±2,12	49,60±7,39	34,62±2,36
Uhudler Kerne	29,93	7,72	284,02±9,06	34,05±1,23	75,16±6,77	131,38±1,42
Uhudler Schalen	59,56	18,3	108,06±7,10	82,82±10,59	46,24±4,70	18,68±2,77
Blaufr. Trester	3,80	7,41	88,49±21,94	21,96±0,43	34,84±4,00	37,20±7,70
Blaufr. Kerne	7,86	9,16	216,00±14,43	27,13±2,69	84,23±14,25	84,03±3,27
Zweigelt Trester	61,40	4,05	453,00±38,7	125,58±2,63	150,94±10,35	118,48±9,60

Tab. 104: Wassergehalt(%), Extraktausbeute(w/w%), Gesamtpolyphenole(mg/g), Flavonoide [Quercetin (mg/g)], Proanthocyanidine (mg/g), Catechine (mg/g) von Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaifränkisch Trester, Blaifränkisch Kerne und Zweigelt Trester

Nachfolgend sind die Ergebnisse der antioxidativen Aktivität zusammengefasst (Tab. 105)

	EC50 (g/g DPPH)	Trolox-Äqu. (g/g DPPH)	µMol Fe ²⁺ /mg (FRAP)	Trolox-Äqu. (FRAP)
Uhudler Trester	0,64	4	1,76±0,15	3,71
Uhudler Kerne	0,33	2,06	3,95±0,33	1,65
Uhudler Schalen	0,91	5,69	1,11±0,44	5,88
Blaufr. Trester	0,97	6,06	1,68±0,43	3,89
Blaufr. Kerne	0,97	6,06	3,26±0,62	2
Zweigelt Trester	0,17	1,06	5,56±0,39	1,17
BHA	0,12	0,75	10,74±1,02	0,61
BHT	0,57	3,56	6,23±1,21	1,05
Ascorbylpalmitat	0,27	1,69	4,40±1,03	1,48
Tocopherol	0,24	1,5	4,46±1,00	1,46
Trolox	0,16		6,53±1,19	

Tab. 105: Antioxidative Aktivität in Trolox-Äquivalenten und EC-50 (DPPH), sowie in Trolox-Äquivalenten (FRAP) der zu untersuchenden Proben und Vergleichssubstanzen

Die folgende Abbildung zeigt eine graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität der zu untersuchenden Extrakte Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Blaifränkisch Trester, Blaifränkisch Kerne und Zweigelt Trester (Abb. 58)

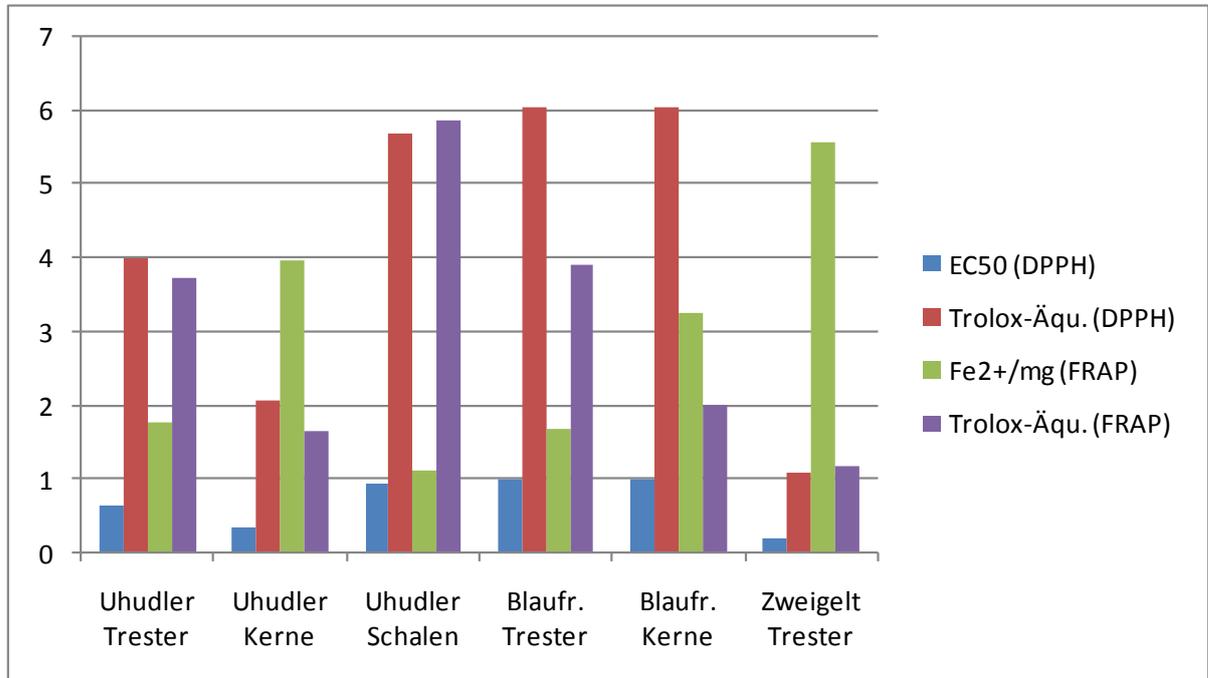


Abb. 58: Graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität (EC 50-Wert, Trolox-Äquivalente, Fe²⁺/mg) der zu untersuchenden Extrakte Uhudler Trester, Uhudler Kerne, Uhudler Schalen, Blaifränkisch Trester, Blaifränkisch Kerne und Zweigelt Trester

Die folgende Abbildung zeigt eine graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität der Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat und Tocopherol, sowie der Bezugssubstanz Trolox (Abb. 59)

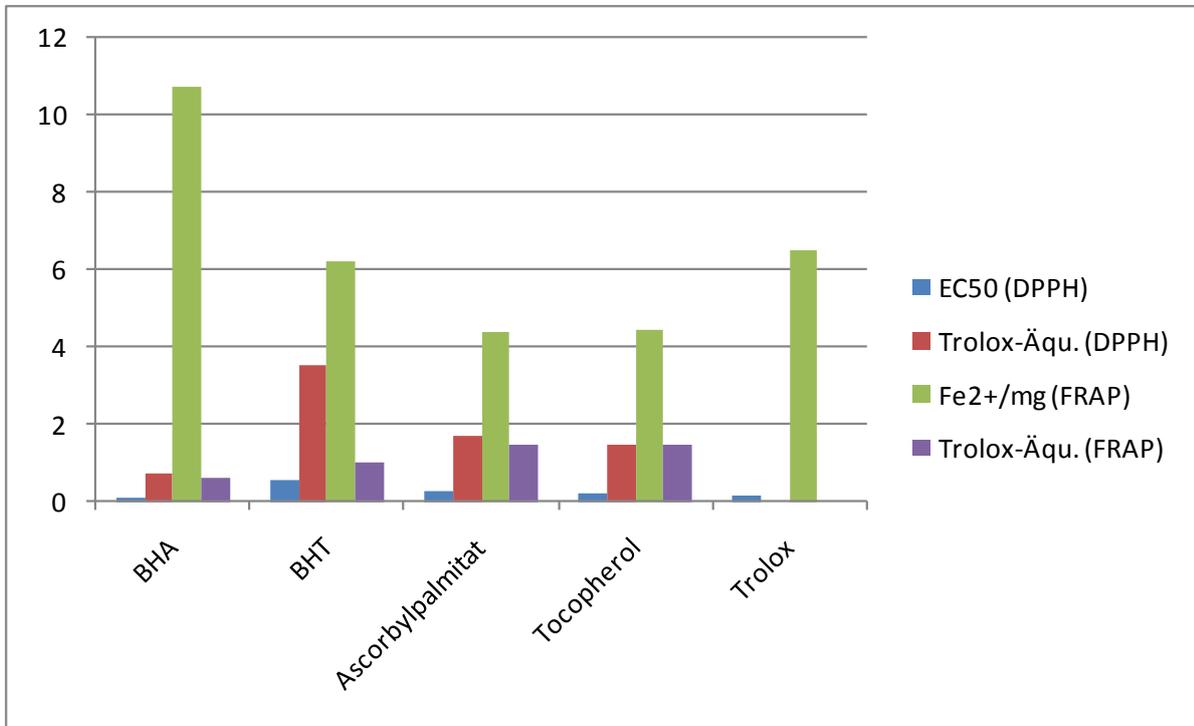


Abb. 59: Graphische Darstellung der antioxidativen Aktivität (EC 50-Wert, Trolox-Äquivalente, Fe²⁺/mg) der zu untersuchenden Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat und Tocopherol und der Bezugssubstanz Trolox

5. DISKUSSION DER VERSUCHSERGEBNISSE

Diese Arbeit beschäftigte sich mit der Bestimmung des Gesamtpolyphenolgehaltes, des Flavonoidgehaltes, des Proanthocyanidingehaltes, des Catechingehaltes und der antioxidativen Aktivität. Im Speziellen wurden darauf der Weintraubentrester, die Weintraubenkerne und die Weintraubenschalen des Direktträgerweines *Uhudler* untersucht. Außerdem wurden diese Bestimmungen beim Weintraubentrester und den Weintraubenkernen des Vergleichsweines *Blaufränkisch*, dem Weintraubentrester des Vergleichsweines *Zweigelt*, sowie den gesetzlich geregelten Antioxidantien BHA, BHT, Ascorbylpalmitat, Tocopherol und Trolox durchgeführt. Für die günstigen Effekte eines moderaten Weingenusses werden vor allem Polyphenole verantwortlich gemacht. Im Besonderen Rotweine können im Blutserum den Oxidationsschutz erhöhen. Das erklärt sich dadurch, dass weiße Weine wesentlich weniger phenolische Verbindungen enthalten als rote Weine [61]. Die Versuchsergebnisse der Sorte *Uhudler* sollten anschließend mit den Vergleichsweinen *Zweigelt* und *Blaufränkisch*, sowie mit Ergebnissen anderer Weinsorten aus Literaturstudien verglichen werden.

5.1 Lyophilisationsausbeute / Trocknungsausbeute

Der Weintraubentrester, die Weintraubenkerne, die Weintraubenschalen der Weinsorte *Uhudler*, der Weintraubentrester, die Weintraubenkerne der Weinsorte *Blaufränkisch* und der Weintraubentrester der Weinsorte *Zweigelt* wurden in gekühlter Form angeliefert und mussten zunächst getrocknet werden. Dabei wurden der Trester der Sorte *Uhudler* und *Blaufränkisch* und die Kerne der Sorte *Blaufränkisch* zunächst lyophilisiert. Da der *Uhudler* Trester nach der Lyophilisation noch eine erhebliche Restfeuchtigkeit aufwies, musste dieser mit Hilfe eines Trockenschrankes für 16 Stunden bei 60°C nachgetrocknet werden. Die Kerne und Schalen der Sorte *Uhudler* und der Trester der Sorte *Zweigelt* wurden ebenfalls mit Hilfe des Trockenschrankes getrocknet. Die höchste Trocknungsausbeute der Weinsorte *Uhudler* konnte bei den Kernen (70,07%) aufgezeigt werden, gefolgt von den Schalen (40,44%) und dem Trester (38,19%). Dadurch ist ersichtlich, dass der höchste Wassergehalt mit 61,81% im Trester nachgewiesen werden konnte. Bei den Vergleichsweinen zeigte sich die größte Trocknungsausbeute im Trester der Sorte *Blaufränkisch* mit 96,20%. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Trester dieser Sorte bereits vorgetrocknet angeliefert wurde. Einen ähnlichen Wert wiesen die Kerne des Vergleichsweines *Blaufränkisch* mit einer Trocknungsausbeute von 92,14% auf. Der Trester der Sorte *Zweigelt* (38,6%) hatte annähernd dieselbe Ausbeute wie der Trester des *Uhudlers*. Verständlicherweise enthielten die Kerne des *Uhudlers* (29,93%), sowie die Kerne des *Blaufränkischen* (7,86%) geringe Mengen an Wasser.

5.2 Extraktausbeuten

Die unterschiedlichen Proben wurden für die Extraktion zunächst einer Ethanol/H₂O (70:30) Lösung zugefügt und mit Hilfe eines Schüttelbades über Nacht kräftig geschüttelt. Anschließend wurden die Lösungen durch den Einsatz einer Wasserstrahlpumpe und eines Filterpapiers abfiltriert und danach durch einen Rotavapor eingedampft.

Die größte Ausbeute konnte bei den Schalen der Sorte *Uhudler* mit 18,29% belegt werden. Darauf folgte der *Uhudler* Trester mit 12,10%. Die Kerne der Sorte *Uhudler* hatten eine Extraktausbeute von 7,72%. Diese Ausbeute konnte mit der Ausbeute des *Blaufränkisch* Trester verglichen werden (7,41%). Die Kerne des *Blaufränkischen* konnten mit 9,16% eine etwas größere Extraktausbeute als die Kerne des *Uhudlers* aufweisen.

5.3 Der Gehalt an Gesamtpolyphenolen

Zur Bestimmung des Gehaltes an Gesamtpolyphenolen wurde die Folin-Ciocalteu-Methode herangezogen. Diese Methode stellte sich als geeignet heraus. Da es über die Weinsorte *Uhudler* noch keine wesentlichen Studien gibt, konnten die Versuchsergebnisse der Gesamtpolyphenolbestimmung nicht mit bereits vorhandenen Literaturstudien über den Gesamtpolyphenolgehalt des *Uhudlers* verglichen werden. Zum Vergleich dienten die Resultate der Weinsorte *Zweigelt* und *Blaufränkisch*, sowie verschiedener anderer Weinsorten aus unterschiedlichen Literaturstudien.

Auf den Gehalt an Gesamtpolyphenolen untersucht wurde der Trester, die Kerne und die Schalen der Sorte *Uhudler*. Die Kerne des *Uhudlers* beinhalteten im Mittel 284,02 mg/g Extrakt und enthielten daher mehr als doppelt so viele Gesamtpolyphenole als der Trester (127,85 mg/g Extrakt) und die Schalen (108,06 mg/g Extrakt). Überhaupt kann gesagt werden, dass die Kerne im Vergleich zu den anderen Bestandteilen der Weintrauben am polyphenolreichsten sind. Dies konnte auch durch die Ergebnisse der Sorte *Blaufränkisch* bestätigt werden. Auch hier wurden die Kerne, als auch der Trester auf den Gehalt an Gesamtpolyphenolen untersucht. Die Kerne des *Blaufränkischen* waren ebenfalls besonders reich an Polyphenolen (216,46 mg/g Extrakt), lagen jedoch noch um etwa 60mg/g Extrakt unter den Werten der Sorte *Uhudler*. Der Trester des *Blaufränkischen* lag um etwa 40mg/g Extrakt (88,49 mg/g Extrakt) unter den Ergebnissen des *Uhudler*-Tresters. Getestet wurde auch der Trester der Weinsorte *Zweigelt*. Hier konnte ein ungewöhnlich hoher Wert an Polyphenolen (453,00 mg/g Extrakt) nachgewiesen werden. Vergleicht man diesen Wert mit bereits vorhandenen Werten aus verschiedenen Studien, so konnte gezeigt werden, dass der untersuchte *Zweigelt* Trester einen außergewöhnlich hohen Gehalt an Gesamtpolyphenolen enthielt. Dies ist als besonders positiv zu erachten, da Polyphenole zu den Antioxidantien, die besonders gut Radikale abfangen können und infolgedessen den menschlichen Körper vor oxidativen Schäden schützen können, zählen. [4] Freie Radikale sind involviert in zahlreichen Erkrankungen, wie Arthritis, Alzheimer, Parkinson, gastrointestinale Dysfunktionen, Atherosklerose und Aids. Außerdem fördern sie den Alterungsvorgang, und wirken als Promotoren für Tumore. [49] Es kann gesagt

werden, dass die Nebenprodukte der Weinherstellung des Uhudlers gute Lieferanten für die besonders wichtigen Polyphenole sind.

In einer Studie von Alonso et al [49] wurde der Trester der Weinsorten *Syrah*, *Tempranillo*, *Cabernet Sauvignon*, *Moscatel* und *Palomino Fino* auf den Gehalt an Polyphenolen untersucht. Hier wurden die Ergebnisse allerdings in mg/l angegeben. Den höchsten Gehalt wies der Trester der Weinsorte *Tempranillo* mit 2,26 mg/l auf, gefolgt vom Trester der Sorte *Syrah* mit 1,14 mg/l. Der Trester des *Cabernet Sauvignon* und *Moscatel* wiesen Werte von 0,84 mg/l und 0,66 mg/l auf. Im Trester des *Palomino Fino* konnten mittels Analyse durch die HPLC-Methode keine Polyphenole nachgewiesen werden. Die Ergebnisse dieser Literaturstudie kann man aufgrund der Angabe in mg/l nicht unbedingt mit den Versuchsergebnissen des Uhudlers vergleichen. Dennoch kann gesagt werden, dass die Sorte *Uhudler* im Vergleich zu anderen Weinsorten im Allgemeinen einen hohen Gehalt an Gesamtpolyphenolen aufweist, und somit als guter Lieferant für Polyphenole bezeichnet werden kann.

5.4 Gehalt an Gesamtflavonoiden

Zur Erfassung der Mengen an Gesamtflavonoiden wurden Eichgeraden mit Quercetin und Rutin als Bezugssubstanzen erstellt. Mit Hilfe der Geradengleichung konnte anschließend der Gehalt an Flavonoiden berechnet werden. Es stellte sich heraus, dass die Ergebnisse nach der Methode mit Rutin als Bezugssubstanz nicht zu verwenden waren. Es wurden viel zu hohe Werte gemessen. So kann es unmöglich sein, dass der Trester von *Zweigelt* im Mittel 1358,71 mg/g Extrakt Gesamtflavonoide enthält. Ebenso verhält es sich mit *Uhudler* Trester (442,36 mg/g Extrakt), *Uhudler* Kerne (949,20 mg/g Extrakt), *Uhudler* Schalen (287,09 mg/g Extrakt), *Blaifränkisch* Trester (331,29 mg/g Extrakt) und *Blaifränkisch* Kerne (775,64 mg/g Extrakt). Diese Werte sind allesamt viel zu hoch. Bei einer Wiederholung des Versuches konnte keine Verbesserung der Ergebnisse festgestellt werden. Somit wurden diese Versuchsergebnisse verworfen. Der Grund, warum die Methode mit Rutin als Vergleichssubstanz nicht erfolgreich angewendet werden konnte, ist wahrscheinlich der, dass Rutin als Bezugssubstanz ungeeignet war. Mit Quercetin als Vergleichssubstanz zeigte sich für *Uhudler* Trester ein mittlerer Gehalt von 60,63 mg/g Extrakt, für *Uhudler* Kerne 34,05 mg/g Extrakt und *Uhudler* Schalen 82,82 mg/g Extrakt. Man erkennt deutlich, dass die Schalen den höchsten Gehalt an Flavonoiden aufwiesen, gefolgt vom Trester und an dritter Stelle von den Kernen.

Diese Ergebnisse decken sich nicht mit den Werten einer Studie von Negro et al. [50]. Hier beinhalteten die Kerne der Sorte *Negro amado* 8,36 g/100g (83,6mg/g) Trockensubstanz und die Schalen lediglich 3,15g/100g (31,4mg/g) TS. Dazu muss aber gesagt werden, dass der Gehalt an Flavonoiden sortenspezifisch ist, und daher nicht unbedingt miteinander verglichen werden kann.

5.5 Gehalt an Proanthocyanidinen

Vor allem Rotweine können große Konzentrationen an Proanthocyanidinen enthalten. Sie können als Antioxidantien wirksam sein, indem sie Komplexe mit Abfängern der Radikale oder metallischen Ionen bilden. Außerdem haben sie eine adstringierende Wirkung in Lebensmitteln, bewirken zusammen mit anderen Anthocyanen die rote Färbung der Weine und können möglicherweise vor Erkrankungen wie Krebs und koronaren Herzerkrankungen schützen. [37] Zur Bestimmung des Gehaltes an Proanthocyanidinen wurde eine Eichgerade mit Cyanidinchlorid als Bezugssubstanz erstellt. Mit Hilfe der Geradengleichung konnte die Menge an Proanthocyanidinen berechnet werden. Auch bei der Analyse der Proanthocyanidine wurde die größte Menge im Trester der Weinsorte *Zweigelt* gefunden. Er beinhaltet im Durchschnitt 150,94 mg/g Extrakt Proanthocyanidine. Auch in den Kernen der Sorte *Blaufränkisch* wurde ein hoher Gehalt mit durchschnittlich 84,23 mg/g Extrakt nachgewiesen. Nur knapp darunter lagen die Kerne der Sorte *Uhudler*, die im Mittel 75,16 mg/g Extrakt Proanthocyanidine enthielten. *Uhudler* Trester (49,60 mg/g Extrakt) enthielt allerdings mehr Proanthocyanidine als *Blaufränkisch* Trester (34,84 mg/g Extrakt). Vergleicht man die Ergebnisse mit den Werten aus der Studie von Negro et al. [50]. zeigt sich, dass der Trester des *Uhudlers* mit durchschnittlich 4,96g/100g TS wesentlich mehr Proanthocyanidine enthält als der Trester der Sorte *Negro amado* mit 1,29g/100g TS. Auch die Kerne des *Uhudlers* enthalten um 1,56g/100g TS und die Schalen um ganze 4,37g/100g TS mehr Proanthocyanidine. Es konnte in etwa dieselbe Menge an Proanthocyanidinen in den Schalen des *Uhudlers* wie im Trester des *Uhudlers* dokumentiert werden. Es kann gesagt werden, dass der Trester, die Kerne und Schalen des *Uhudlers* gute Lieferanten für Proanthocyanidine sind.

5.6 Gehalt an Catechinen

Ein hoher Gehalt an Catechinen in Lebensmittel ist als positiv zu bewerten, da sie antioxidative Aktivität im menschlichen Plasma zeigen, indem sie die Oxidationen der Plasma-Lipide hemmen und den Abbau von endogenen α -Tocopherol und β -Carotin verzögern. Sie haben Peroxyl-, Superoxid-, Hydroxyl- und DPPH-Radikal-abfangende Wirkungen [51] Zur Analyse des Gehaltes an Catechinen wurde eine Eichgerade mit Catechin als Bezugssubstanz erstellt. Mit Hilfe der Geradengleichung konnte man wiederum die Konzentrationen an Catechinen in den zu untersuchenden Extrakten berechnen. Der höchste Gehalt an Catechinen wurde in den Kernen des *Uhudlers* nachgewiesen. Sie enthielten im Mittel 131,38 mg/g Extrakt Catechine. Dicht gefolgt wird der Wert von der Menge an Catechinen im Trester der Weinsorte *Zweigelt*. Dieser enthielt durchschnittlich 118,48 mg/g Extrakt Catechine, und liegt daher nur knapp unter dem Wert der *Uhudler* Kerne. Am wenigsten Catechine konnten in den Schalen des *Uhudlers*

aufgezeigt werden. Sie enthielten im Mittel lediglich 18,68 mg/g Extrakt Catechine. Dies ist etwa die Hälfte der Menge, die im Trester des *Uhudlers* aufgezeigt werden konnte. Vergleicht man die Ergebnisse der Sorte *Uhudler*, *Blaufränkisch* und *Zweigelt* mit bereits vorhandenen Studien, so konnte gezeigt werden, dass diese Sorten im Vergleich eine große Menge an Catechinen enthielten. Wenn man diese Werte mit Ergebnissen aus einer Studie von Yilmaz et al. [51] gegenüberstellt, so kann ein wesentlich höherer Gehalt an Catechinen angezeigt werden. Yilmaz et al. untersuchten die Kerne der Weinsorten *Muscadine*, *Chardonnay* und *Merlot*, sowie die Schalen der Weinsorten *Chardonnay* und *Merlot*. Die Kerne der Sorte *Muscadine* enthielten lediglich 12mg Catechine/100g TS. Stellt man diesen Wert dem mittleren Ergebnis der Kerne des *Uhudlers* (131,38mg/g Extrakt) gegenüber, so sieht man, dass die Kerne des *Uhudlers* doch erheblich mehr Catechine enthalten. Dies könnte allerdings auch auf die unterschiedlich angewandten Methoden zurückzuführen sein. So verwendeten Yilmaz et al. zur Bestimmung des Catechingehaltes die HPLC-Methode, während für die Bestimmung des Catechingehaltes der *Uhudler* Kerne der Gehalt mit Hilfe einer Eichgerade photometrisch bestimmt wurde. Daran wird erkenntlich, dass auch weiße Weine höhere Gehalte an Catechinen beinhalten können als rote Weine, da ja *Chardonnay* bekanntlich ein Weißwein und *Merlot* beispielsweise ein Rotwein ist. Vergleicht man diese Werte mit dem Ergebnis der Kerne des *Uhudlers*, so kann man sehen, dass die Kerne der Sorte *Uhudler* in etwa 35mal so viel Catechine enthalten als die Kerne der Sorte *Chardonnay*. Man erkennt dadurch, dass die Kerne des *Uhudlers* außergewöhnlich reich an Catechinen sind.

5.7 Antioxidative Aktivität

Zur Bestimmung der antioxidativen Aktivität wurde die DPPH radical scavenging assay-Methode, sowie die ferric reducing/antioxidant power assay-Methode (FRAP) angewendet. Beide Methoden erwiesen sich dabei als geeignet. Bestimmt wurden nicht nur die Trester der Sorten *Uhudler*, *Blaufränkisch* und *Zweigelt*, die Kerne der Sorten *Uhudler* und *Blaufränkisch*, sowie die Schalen der Sorte *Uhudler*, sondern auch die gesetzlich geregelten Antioxidantien Butylhydroxyanisol (BHA), Butylhydroxytoluol (BHT), Ascorbylpalmitat, Tocopherol und Trolox. Um die Ergebnisse der Bestimmung zur antioxidativen Aktivität besser nachvollziehen zu können, wurden alle Resultate in Trolox-Äquivalenten ausgedrückt. Hierbei diente das Vitamin E-Derivat Trolox als Referenz. Mittels DPPH-Methode konnte eine besonders hohe antioxidative Aktivität des Tresters der Sorte *Zweigelt* bestimmt werden. Hier betrug die antioxidative Aktivität 1,06 Trolox-Äquivalente. Eine halb so hohe antioxidative Aktivität, nämlich 2,06 Trolox-Äquivalente, hatten die Kerne der Sorte *Uhudler*, gefolgt vom Trester des *Uhudlers* mit 4,00 Trolox-Äquivalenten und den Schalen des *Uhudlers* mit 5,69 Trolox-Äquivalenten. An letzter Stelle lagen der Trester und

die Kerne der Weinsorte *Blaufränkisch* mit jeweils 6,06 Trolox-Äquivalenten. Wenn man nun die Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat und Tocopherol hinzuzieht, so sieht man, dass die Kerne des *Uhudlers* eine etwas höhere antioxidative Aktivität besitzen als BHT (3,56 Trolox-Äquivalente). Sie ist etwas geringer als die antioxidative Aktivität der Vergleichssubstanz Ascorbylpalmitat (1,69 Trolox-Äquivalente). Der Trester des *Uhudlers* hat in etwa eine gleich hohe antioxidative Aktivität wie BHT. Der *Zweigelt* Trester allerdings hat eine annähernd gleiche antioxidative Aktivität wie die Vergleichssubstanz BHA (0,75 Trolox-Äquivalente). Dies ist besonders hoch und daher sicherlich auch als außerordentlich positiv für den menschlichen Körper zu betrachten. Im Allgemeinen kann aufgezeigt werden, dass bei der zu untersuchenden Weinsorte *Uhudler* die höchste antioxidative Aktivität in den Kernen nachgewiesen werden konnte, gefolgt vom Trester und den Schalen. Bei der FRAP-Methode wurde neben den Kernen, dem Trester, den Schalen des *Uhudlers*, den Kernen, dem Trester des *Blaufränkischen* und dem Trester des *Zweigelt* ebenfalls die antioxidative Aktivität der Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat, Tocopherol und Trolox bestimmt. Auch hier wurden die Versuchsergebnisse zum besseren Verständnis in Trolox-Äquivalente ausgedrückt. Bei den zu untersuchenden Extrakten der Sorten *Uhudler*, *Blaufränkisch* und *Zweigelt* war die antioxidative Aktivität mittels FRAP-Bestimmung beim Trester der Sorte *Zweigelt* mit durchschnittlich 1,17 Trolox-Äquivalenten abermals am höchsten, gefolgt von den Kernen der Sorte *Uhudler* mit 1,65 Trolox-Äquivalenten im Durchschnitt und den Kernen der Weinsorte *Blaufränkisch* mit 2,00 Trolox-Äquivalenten. Am niedrigsten war die antioxidative Aktivität mit 5,88 Trolox-Äquivalenten bei den Schalen der Sorte *Uhudler*. Stellt man nun diese Ergebnisse den Werten der Vergleichssubstanzen BHA, BHT, Ascorbylpalmitat, Tocopherol und Trolox gegenüber, so erkennt man, dass die Kerne des *Uhudlers* in etwa eine gleich hohe antioxidative Aktivität besitzen wie die Vergleichssubstanz Ascorbylpalmitat (1,48 Trolox-Äquivalente) und Tocopherol (1,46 Trolox-Äquivalente), wobei diese Werte noch etwas höher liegen. Die antioxidative Aktivität des *Uhudler* Tresters kann mit der des *Blaufränkisch* Tresters nahezu gleichgesetzt werden. Bei den Kernen des *Uhudlers* konnte allerdings eine etwas höhere antioxidative Aktivität als bei den Kernen des *Blaufränkischen* aufgedeckt werden. Im Wesentlichen kann man sagen, dass die Extrakte der Weinsorte *Uhudler*, mit Ausnahme der Schalen, stets die höchste antioxidative Aktivität der zu untersuchenden Weinsorten zeigte. Nur der Trester der Sorte *Zweigelt* konnte eine höhere antioxidative Aktivität aufweisen.

Im Allgemeinen kann gesagt werden, dass besonders die Kerne der Sorte *Uhudler* eine hohe antioxidative Aktivität besitzen, während diese bei den Schalen des *Uhudlers* deutlich niedriger liegt. Auch konnte eine direkte Korrelation zwischen der Menge an Gesamtpolyphenolen und der Größe der antioxidativen

Aktivität in Hinsicht auf die in dieser Arbeit untersuchten Weine nachgewiesen werden. Die Studie von Ruberto et al. [53] konnte ebenfalls eine Korrelation zwischen dem Gesamtpolyphenolgehalt und der antioxidativen Aktivität bestätigen. In dieser Studie wurden sieben italienische Weine untersucht, wobei der Wein mit dem höchsten Gehalt an Gesamtpolyphenolen gleichzeitig auch der Wein mit der höchsten antioxidativen Aktivität war. Eine Korrelation zwischen dem Gehalt an Proanthocyanidinen und Catechinen in Bezug zur antioxidativen Aktivität konnte ebenfalls bestätigt werden. Somit befand sich in den Kernen des *Uhudlers* die größte Menge an Proanthocyanidinen und Catechinen, was auch die höchste antioxidative Aktivität zur Folge hatte. Auch die Menge an Proanthocyanidinen und Catechinen im Trester und den Schalen des *Uhudlers* korrelierte mit der Größe der antioxidativen Aktivität. Daran wird erkenntlich, dass Produkte mit einem hohen Gehalt an Proanthocyanidinen und Catechinen eine besonders gute antioxidative Wirkung besitzen. In dieser Arbeit konnte somit aufgezeigt werden, dass es durchaus interessant wäre, Weintraubentrester, Weintraubenschalen und im Besonderen die Weintraubenkerne des Direktträgerweines *Uhudler* aufgrund der hohen antioxidativen Aktivität als funktionelles Nahrungsergänzungsmittel in die Ernährung des Menschen zu integrieren.

6. Conclusio

Das Hauptziel dieser Arbeit war die Untersuchung des Tresters, der Kerne und der Schalen der Weinsorte *Uhudler* auf den Gehalt an Gesamtpolyphenolen, Flavonoiden, Catechinen und Proanthocyanidinen. Anschließend sollte die antioxidative Aktivität mittels DPPH-Methode und FRAP-Methode ermittelt werden. Die Versuchsergebnisse sollten mit den Ergebnissen des Tresters der Sorte *Zweigelt*, sowie des Tresters und der Kerne der Sorte *Blaifränkisch* verglichen und ausgewertet werden. Im Besonderen sollte das Angebot an gesundheitsfördernden Inhaltsstoffen des *Uhudlers* analysiert werden. Einen wesentlichen Anteil an der antioxidativen Aktivität nehmen der Gehalt an Gesamtpolyphenolen und damit auch der Gehalt an Flavonoiden ein. Da die Ergebnisse der Gesamtpolyphenolbestimmung und Flavonoidbestimmung beim Trester *Zweigelt* immer außerordentlich hoch waren, verwundert es nicht, dass sich auch die antioxidative Aktivität hier am höchsten zeigte. Der Gesamtpolyphenolgehalt, Proanthocyanidingehalt und Catechingehalt war stets bei den Kernen des *Uhudlers* am höchsten. *Uhudler* Schalen und *Uhudler* Trester beinhalteten annähernd dieselbe Menge an Proanthocyanidinen, während sich im Trester der Sorte *Uhudler* rund doppelt so viele Catechine befanden wie in den Schalen der Weinsorte *Uhudler*. Sowohl bei den Kernen, als auch den Schalen und dem Trester des *Uhudlers* konnte eine direkte Korrelation zwischen der Menge an Proanthocyanidinen und Catechinen zur Größe der antioxidativen Aktivität dokumentiert werden. Betrachtet man die Konzentrationen der Catechine und Proanthocyanidine in den einzelnen Extrakten, so kann nicht aufgezeigt werden, dass dabei ein bestimmtes Flavonoid in den unterschiedlichen Weinsorten überwiegt. Während die Konzentration von Catechinen in den *Uhudler* Kernen mit 130,84mg/g Extrakt im Durchschnitt wesentlich höher als die Konzentration von Proanthocyanidinen in den Kernen des *Uhudlers* mit durchschnittlich 75,1mg/g Extrakt war, so war die Konzentration von Catechinen in den Kernen der Sorte *Blaifränkisch* mit 83,7mg/g Extrakt im Mittel etwas niedriger als die Konzentration der Proanthocyanidinen in den Kernen dieser Sorte mit 84,19mg/g Extrakt im Durchschnitt. Zusammenfassend konnte festgestellt werden, dass die Kerne wohl die Bestandteile der Weintrauben sind, die die größte Menge an Gesamtpolyphenolen und Gesamtflavonoiden enthalten und damit auch die höchste antioxidative Aktivität besitzen. Daraus kann man schließen, dass die Kerne ernährungsphysiologisch als wichtig zu erachten sind, und beim Genuss von Weintrauben nicht entfernt werden sollten. Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Nebenprodukte (Trester, Kerne, Schalen) der Weinproduktion gut in die Ernährung integriert werden können, da sie reich an ernährungsphysiologisch relevanten Inhaltsstoffen sind.

7.Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden gesundheitsfördernde Wirkstoffe der Sorte *Uhudler* (Weintraubentrester, Weintraubenkerne, Weintraubenschalen) untersucht, die antioxidative Aktivität bestimmt, und mit den Ergebnissen von *Zweigelt* (Weintraubentrester), *Blaufränkisch* (Weintraubentrester, Weintraubenkerne), den Vergleichssubstanzen *BHA*, *BHT*, *Ascorbylpalmitat*, *Trolox*, sowie bereits existierenden Studienergebnissen verglichen und bewertet.

Die zu untersuchenden Proben wurden in gekühlter Form angeliefert. Der Weintraubentrester des *Uhudlers*, sowie der Weintraubentrester und die Weintraubenkerne des *Blaufränkischen* wurden eingewogen und danach für etwa 16 Stunden bei einer Temperatur von -30°C tiefgekühlt. Anschließend wurden diese Proben lyophilisiert. Der *Uhudler* Trester musste noch aufgrund einer verbliebenden Restfeuchtigkeit bei 60°C für 16 Stunden im Trockenschrank nachgetrocknet werden. Die Schalen und die Kerne des *Uhudlers*, sowie der Trester des *Zweigelt* wurden ebenfalls für 16 Stunden bei 60°C im Trockenschrank getrocknet. Die größte Trocknungsausbeute der Weinsorte *Uhudler* zeigten die Kerne mit 70,07%. Schalen und Trester des *Uhudlers* wiesen eine ähnliche Trocknungsausbeute mit 40,44% und 38,19% auf. Anschließend wurden alle Proben pulverisiert und mit einer Ethanol/destilliertes Wasser-Mischung (70:30) versetzt. Diese Lösungen wurden im Schüttelbad geschüttelt und danach mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe und Filterpapieren abfiltriert. Nachfolgend wurden die Lösungen mit einem Rotavapor abgedampft. Dadurch wurden die Extrakte zum Einsatz für die weiteren Bestimmungen gewonnen. Die größte Extraktausbeute konnte bei den Schalen des *Uhudlers* mit 18,29% nachgewiesen werden. *Uhudler* Trester und *Uhudler* Kerne hatten eine Extraktausbeute von 12,10% bzw. 7,72%.

Die Bestimmung der Gesamtpolyphenole erfolgte hierbei mit Hilfe der Folin-Ciocalteu-Methode. Dabei wiesen die Kerne des *Uhudlers* Ergebnisse um 284,02 mg/g Extrakt auf und besaßen dabei wesentlich höhere Werte als die Schalen (108,06 mg/g Extrakt) und der Trester (127,85 mg/g Extrakt) des *Uhudlers*. Allerdings waren die Werte der *Uhudler* Kerne noch fast um die Hälfte geringer als die Werte des *Zweigelt* Tresters (453,00 mg/g Extrakt). Die Kerne des *Blaufränkischen* zeigten mit 216,46 mg/g Extrakt einen geringeren Wert als die Kerne des *Uhudlers* auf. Auch der Trester des *Blaufränkischen* beinhaltete mit 88,49 mg/g Extrakt einen deutlich niedrigeren Wert als der *Uhudler* Trester.

Ebenfalls analysiert wurden die Gehalte an den Gesamtflavonoiden. Hierbei handelte es sich um photometrische Methoden. Zur Auswertung wurden hierbei Eichgeraden mit Quercetin und Rutin als Bezugssubstanzen erstellt. Mit Hilfe der Geradengleichungen konnten somit die Gehalte an Flavonoiden berechnet werden. Der Einsatz von Rutin als Bezugssubstanz erwies sich allerdings als ungeeignet. Somit wurden die endgültigen Berechnungen nur auf Quercetin bezogen.

Für den Trester des *Uhudlers* stellte sich dabei ein mittlerer Wert von 60,63 mg/g Extrakt heraus. Überboten wurde dieser Wert von den Ergebnissen der *Uhudler* Schalen (82,82 mg/g Extrakt) und dem Trester der Sorte *Zweigelt* mit durchschnittlich 125,58 mg/g Extrakt. Die Kerne des *Uhudlers* besaßen im Mittel um ca. die Hälfte weniger Flavonoide (34,05 mg/g Extrakt) als der *Uhudler* Trester. Auch die Kerne des *Blaufränkischen* (27,13 mg/g Extrakt) und der Trester des *Blaufränkischen* (21,96 mg/g Extrakt) lagen weit unter den Werten des *Uhudler* Tresters und des

Zweigelt Tresters, vor allem aber unter den Schalen des *Uhudlers*. Man erkennt deutlich, dass die Schalen der Sorte *Uhudler* bei dieser Analyse am flavonoidreichsten waren.

Mit Hilfe der Erstellung von Eichgeraden wurden die Konzentrationen von Catechinen und Proanthocyanidinen ausgewertet. Hierbei dienten Catechin und Cyanidinchlorid als Bezugssubstanzen. Dabei handelte es sich um photometrische Methoden. Mit Hilfe der Geradengleichungen konnten die Catechingehalte und Proanthocyanidingehalte berechnet werden. Dabei überwogen in den Kernen des *Uhudlers* die Catechine mit einem Wert um 130,84 mg/g Extrakt im Mittel. Der Gehalt an Proanthocyanidinen war dafür im Trester des *Uhudlers* um ca. 15mg/g Extrakt höher als der Gehalt an Catechinen. Die Schalen beinhalteten auch wesentlich mehr Proanthocyanidine (46,22 mg/g Extrakt) als Catechine (18,63 mg/g Extrakt). Der Trester des *Zweigelt* enthielt mit 150,94 mg/g Extrakt Proanthocyanidine und 118,48 mg/g Extrakt Catechine wiederum die höchsten Werte. Es konnte nachgewiesen werden, dass es einen Zusammenhang zwischen dem Gehalt an Polyphenolen und der Höhe der antioxidativen Aktivität gibt. Je mehr Polyphenole die verschiedenen Bestandteile der Weintrauben enthielten, desto höher war auch die antioxidative Aktivität. Dabei war der Gehalt in den Kernen aller Sorten stets der höchste.

Die antioxidative Aktivität wurde mittels DPPH-Methode und FRAP-Methode bestimmt. Dabei stellte sich eine Korrelation zwischen der antioxidativen Aktivität und der Menge an Proanthocyanidinen und Catechinen heraus. Die DPPH-Methode zeigt die Fähigkeit der zu untersuchenden Substanz als Radikalfänger zu agieren an. Das freie Radikal 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl befindet sich in methanolischer Lösung. Es wird nach dem Zusatz der Probe reduziert. Dies kann mit einem Photometer beobachtet werden. Die Ergebnisse wurden in g/g DPPH (EC 50) und Troloxäquivalenten ausgedrückt. Die höchste antioxidative Aktivität, ermittelt mittels DPPH-Methode, konnte in den Kernen des *Uhudlers* (2,06 Trolox-Äquivalente) aufgezeigt werden. Die antioxidative Aktivität der *Uhudler* Schalen (5,69 Trolox-Äquivalente) konnte annähernd mit der antioxidativen Aktivität des Tresters oder der Kerne des *Blaufränkischen* (6,06 Trolox-Äquivalente) verglichen werden. Der *Uhudler* Trester (4,00 Trolox-Äquivalente) zeigte in etwa die gleiche antioxidative Aktivität wie die Vergleichssubstanz BHT (3,56 Trolox-Äquivalente).

Auch die Versuchsergebnisse, ermittelt mittels FRAP-Methode, zeigten im Wesentlichen die gleichen Werte, wie die Ergebnisse, ermittelt mittels DPPH-Methode. Die FRAP- Methode beruht auf der Reduktion des Eisen-Tripyridyltriazin-Komplexes zur eisenhaltigen, färbigen Form bei Anwesenheit von Antioxidantien. Die Ergebnisse wurden in $\mu\text{M Fe}^{2+}/\text{mg}$ und Troloxäquivalenten ausgedrückt. Hierbei zeigte sich wiederum bei den Kernen des *Uhudlers* (1,65 Trolox-Äquivalente) die höchste antioxidative Aktivität. Auch die Schalen des *Uhudlers* (5,88 Trolox-Äquivalente), sowie der Trester des *Uhudlers* (3,71 Trolox-Äquivalente) zeigten annähernd dieselbe antioxidative Aktivität, wie die Werte, die durch die DPPH-Methode ermittelt werden konnten.

Aus den Untersuchungen kann gefolgert werden, dass die größte Menge an Gesamtpolyphenolen, Flavonoiden, Proanthocyanidinen und Catechinen beim *Uhudler* und somit auch die höchste antioxidative Aktivität stets in den Kernen nachgewiesen werden konnte. Bisher wurden Untersuchungen an *Uhudler* Trester, *Uhudler* Kernen und *Uhudler* Schalen in der Literatur kaum beschrieben und wurden in dieser Studie erstmalig in umfassender Weise durchgeführt.

8. ABSTRACT

In this diploma thesis, health-promoting active substances of the sort *Uhudler* (pomace, seeds, skins) were examined, the anti-oxidative activity determined, compared and evaluated with the results from already existing studies about *Zweigelt* (pomace), *Blaufränkisch* (pomace, seeds), the comparison substances *BHA*, *BHT*, *ascorbyl palmitate* and *trolox*.

The samples to be examined were delivered in cooled form. The *Uhudler* pomace, the pomace and seeds of the *Blaufränkisch* were weighted and then frozen for 16 hours at -30°C. After that the samples were lyophilized. The *Uhudler* pomace had to be dried at 60°C for 16 hours with the drier due to the remaining residual moisture. The skins and seeds of the *Uhudler* and the pomace of the *Zweigelt* were also dried for 16 hours at 60°C with a drier. The biggest dry yield rate of the wine sort *Uhudler* was attained by the seeds with 70,07%. Skins and pomace of the *Uhudler* had a similar dry yield rate with 40,44% and 38,19%. Afterwards all samples got pulverised and mixed with an ethanol/distilled water-solution (70:30). The solutions were shaken in a shaking bath and filtered out with the aid of a water jet pump and filter paper. Thereafter the solutions were vaporized with an evaporator. Thereby the extracts for the further examinations were won. The biggest extraction yield rate was determined by the skins of the *Uhudler* with 18,29%. *Uhudler* pomace and *Uhudler* seeds had an extraction yield rate of 12,10% and 7,72%.

The determination of total phenols took place with the help of the Folin-Ciocalteu-method. Exhibited *Uhudler* seed results around 284,02mg/g extract which were higher than the results of the skins (108,06mg/g extract) and the pomace (127,85mg/g extract). The results of the *Uhudler* seeds were nearly half of the results of the *Zweigelt* pomace (453,00 mg/g extract). The seeds of the *Blaufränkisch* (216,46 mg/g extract) showed a lower value than the seeds of the *Uhudler*. Also the *Blaufränkisch* pomace (88,49 mg/g extract) had a clearly lower value than the *Uhudler* pomace.

Also the concentrations of the total flavonoids were analysed. They were photometric methods. For the analysis a straight calibration line with quercetin and rutin as comparison substances were used. With the aid of the linear equations the concentration of the flavonoid could be figured out. The application of rutin as a comparison substance was proved to be inappropriate. Consequently it was applied only to quercetin for the definite calculation.

The mean value for the *Uhudler* pomace was 60,63mg/g extract, while the mean value for the *Uhudler* skins (82,82 mg/g extract) and the *Zweigelt* pomace (125,58 mg/g extract) were much higher. The mean value of the *Uhudler* seed flavonoids reached only the half of the mean value from the *Uhudler* pomace flavonoids. The values of the seeds (27,13 mg/g extract) and especially the pomace (21,96 mg/g extract) of the *Blaufränkisch* were much lower than the results of the *Uhudler* and the *Zweigelt*. It is clearly recognized that the skins of the wine sort *Uhudler* had the highest flavonoid values of this analysis.

With the aid of the preparation of straight calibration lines the concentrations of catechins and proanthocyanins could be evaluated. Catechin and cyanidinchloride acted as reference substances. They were photometric methods. By linear equations the concentrations of catechins and proanthocyanidins were figured out. Thereby in the seeds of the *Uhudler* the catechins were prevailed with an extract mean value of

130,84 mg/g. The concentration of proanthocyanins in the pomace of the *Uhudler* (15 mg/g extract) was higher than the concentration of catechins. The skins included much more proanthocyanins (46,22 mg/g extract) than the catechins (18,63 mg/g extract). The *Zweigelt* pomace contained 150,94 mg/g extract proanthocyanins and 118,48 mg/g extract catechins on the other hand. It could be demonstrated that a correlation between the concentration of polyphenols and the rate of the antioxidant activity exists. The higher the concentration of polyphenols in the different components of the grapes, the higher was the antioxidant activity. Thereby the concentration was always the highest in the seeds.

The antioxidant activity was appropriated by the DPPH-method and the FRAP-method. A correlation between the antioxidant activity and the concentration of proanthocyanins and catechins was exposed. The DPPH-method shows the ability of the analyzed samples to act as a scavenger. The free radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl is in methanolic solution. It is reduced after adding the sample. This can be observed with a photometer. The results were expressed in g/g DPPH (EC 50) and in Trolox-equivalents. The highest antioxidant activity evaluated with the DPPH-method was determined in the *Uhudler* seeds (2,06 Trolox-equivalents). The antioxidant activity of the *Uhudler* skins (5,69 Trolox-equivalents) could be compared with the antioxidant activity of the pomace and the seeds of the *Blaufränkisch* (6,06 Trolox-equivalents). The *Uhudler* pomace (4,00 Trolox-equivalents) showed a similar antioxidant activity as the comparison substance *BHT* (3,56 Trolox-equivalents).

Also the experimental results of the FRAP-method demonstrated mainly the same values as the values of the DPPH-method. The FRAP-method is based on the reduction of the ferric-tripyridyltriazine-complex to a ferrous, coloured form with the presence of antioxidants. The results were expressed in $\mu\text{M Fe}^{2+}/\text{mg}$ and in Trolox-equivalents. With this the highest antioxidant activity was again shown by the *Uhudler* seeds (1,65 Trolox-equivalents). Also the *Uhudler* skins (5,88 Trolox-equivalents), and the *Uhudler* pomace (3,71 Trolox-equivalents) demonstrated nearly the same antioxidant activity as the calculation of the antioxidant activity with the DPPH-method.

From the verifications it can be concluded that the highest concentrations of total polyphenols, flavonoids, proanthocyanins and catechins are the ones of the *Uhudler* and therefore the highest antioxidant activity could always be verified in the seeds. Verifications of *Uhudler* pomace, *Uhudler* seeds and *Uhudler* skins were barely described in literature as yet and were realized in this study firstly in comprehensive manner.

9. Literaturverzeichnis

- [1] MURTHY, K. N. C.; SINGH, R. P.; JAYAPRAKASHA, G. K.: Antioxidant Activities of Grape (*Vitis vinifera*) Pomace Extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (2002) 50: 5909-5914
- [2] MAKRIS, D. P.; BOSKOU, G.; ANDRIKOPOULOS, N. K.: Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. *Journal of Food Composition and Analysis* (2007) 20: 125-132
- [3] POUR NIKFARDJAM, M. S.; MÁRK, L.; AVAR, P.; FIGLER, M.; OHMACHT, R.: Polyphenols, anthocyanins, and trans-resveratrol in red wines from the Hungarian Villány region. *Food Chemistry* (2006) 98: 453-462
- [4] RASTIJA, V.; MEDIC-SARIC, M.: QSAR study of antioxidant activity of wine polyphenols. *European Journal of Medicinal Chemistry*, xx (2008) 1-9
- [5] MUSELIK, J.; GARCIA-ALONSO, M.; MARTIN-LOPEZ, M. P.; ZEMLICKA, M.; RIVAS-GONZALO, J. C: Measurement of Antioxidant Activity of Wine Catechins, Procyanidins, Anthocyanins and Pyranoanthocyanins. *International Journal of Molecular Sciences* (2007) 8: 797-809
- [6] STEURER, R.: Österreichischer Weinführer. Band 1. Weinkultur 1992/93. Ueberreuter Verlag. Wien (1992) 18, 24, 117-119, 130-132, 139-140, 268, 276
- [7] OHLENSCHLÄGER, G.: Freie Radikale, Oxidativer Stress und Antioxidantien Krankheitsverursachende, präventive und reparative Prinzipien in lebenden Systemen. 2. erweiterte Auflage. Ralf Reglin Verlag, Köln (2000) 42, 46-47
- [8] WINNEWISSER, S.: Gesund und vital durch Weintrauben. TRIAS natürlich gesund. Georg Thieme Verlag. Stuttgart (1999) 11, 15, 25-26
- [9] KUMPULAINEN, J. T.; SALONEN, J. T.: Natural Antioxidants and Anticarcinogens in Nutrition, Health and Disease. The Royal Society of Chemistry. UK (1999) 3, 137, 141, 151
- [10] KUMPULAINEN, J. T.; SALONEN, J. T.: Natural Antioxidants and Food Quality in Atherosclerosis and Cancer Prevention. The Royal Society of Chemistry. UK (1996) 3
- [11] ELMADFA, I.; LEITZMANN, C.: Ernährung des Menschen. 3. Auflage. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart (1998) 247, 255-256, 309, 313, 318, 387-397, 410
- [12] WAGNER, K.-H.: Lipid Oxidation In Food Substrates And Human Metabolism And Its Response To Or Delay By Antioxidants. Effects of α -, γ - and δ -tocopherols in in vitro studies and human intervention trials. Habilitationsschrift. Wien (2003) 3

- [13] FREI B.: Natural Antioxidants In Human Health And Disease. Academic Press, Inc. San Diego, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, Toronto (1994) 7-8
- [14] HUDSON, B. J. F: Food Antioxidants. Elsevier Science Publishers LTD. London, Florida (1990) 70, 100-101, 130, 175, 201
- [15] GAREWAL, H. S.: Antioxidants and Disease Prevention. CRC Press LLC, Boca Raton New York. (1997) 26, 34, 131
- [16] KASPER, H.: Ernährungsmedizin und Diätetik. 10. neubearbeitete Auflage. Urban & Fischer Verlag, München, Jena. (2004) 37, 47
- [17] DER BROCKHAUS ERNÄHRUNG Gesund essen, bewusst leben. 2. überarbeitete Auflage. F. A. Brockhaus GmbH. Mannheim. (2004) 35, 468, 523, 677-680
- [18] BIESALSKI, H-K.; FÜRST, P.; KASPER, H.; KLUTHE, R.; PÖLERT, W.; PUCHSTEIN, C.; STÄHELIN, H. B. :Ernährungsmedizin nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer. 3. Erweiterte Auflage. Georg Thieme Verlag. Stuttgart, New York (2004) 682
- [19] SEN, C. K.; SIES, H.; BÄUERLE, P. A.: Antioxidant and Redox Regulation of Genes. Academic Press. San Diego, London, Boston, New York, Sydney, Tokyo, Toronto. (2000) 360
- [20] SMYTHIES, J. R.: every person`s guide to antioxidants. Rutgers University Press. New Brunswick, New Jersey, London (1998) 13, 109-110
- [21] DACH Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 1.Auflage. Umschau-Braus GmbH. Frankfurt am Main (2000) 90
- [22] KEPPLER, B. K.; DING, A.: Chemie für Biologen. Spektrum Akademischer Verlag GmbH. Heidelberg, Berlin, Oxford. (1997) 333, 457
- [23] SCOTT, G.: Antioxidants in Science, Technology, Medicine and Nutrition. Albion Publishing Limited. International Publishers. Coll House, Westergate, Chichester, West Sussex, PO20 6QL England (1997) 233
- [24] GRIES, F. A.; WESSEL, K.: The role of anti-oxidants in Diabetes mellitus Oxygen radicals and anti-oxidants in Diabetes. Universimed Verlag. Frankfurt am Main (1993) 144, 147-148
- [25] RICHTER, G.: Stoffwechselphysiologie der Pflanzen, Physiologie und Biochemie des Primärstoffwechsels. 6. Völlig neubearbeitete Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York. (1998) 365, 382, 386-387

- [26] WORARATPHOKA, J.; INTARAPICHET, K-O; INDRAPICHATE, K.: Phenolic compounds and antioxidative properties of selected wines from the northeast of Thailand. *Food Chemistry* (2007) 104: 1485-1490
- [27] WATZL, B.; LEITZMANN, C.: *Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln*. Hippokrates Verlag, Stuttgart.(1995) 24
- [28] LEITZMANN, C.; DITTRICH, K.: *Ihr Einkaufsführer: Bioaktive Substanzen-Pflanzenpower für das Immunsystem*. Haug Verlag (2003) 28-29
- [29] SOLEAS, G. J.; GRASS, L.; JOSEPHY, P. D.; GOLDBERG, D. M.; DIAMANDIS, E. P.: A comparison of the anticarcinogenic properties of four red wine polyphenols. *Clinical Biochemistry* (2002) 35: 119-124
- [30] HARBORNE. J. B.; BAXTER, H.: *The Handbook of Natural Flavonoids*. John Wiley & Sons. Chichester, New York, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto (1999) vii-xiv
- [31] FULCRAND, H.; BENABDELJALIL, C; RIGAUD, J.; CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M: A new class of wine pigments generated by reaction between pyruvic acid and Grape anthocyanins. *Phytochemistry* Vol.47. (1998) 7: 1401-1407
- [32] NULTSCH, W.: *Allgemeine Botanik*. 11. Völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage. Georg Thieme Verlag. Stuttgart, New York (2001) 346
- [33] MAKRIS, D. P.; KALLITHRAKA, S.; KEFALAS, P.: Flavonols in grapes, grape products and wines: Burden, profile and influential parameters. *Journal of Food Composition and Analysis, Inc.* (2006) 19: 396-404
- [34] GEISSMAN, T. A.: *The Chemistry Of Flavonoid Compounds*. Pergamon Press, Oxford, London, New York, Paris (1962) 198, 214
- [35] ANDERSEN, O. M; MARKHAM, K. R.: *Flavonoids Chemistry, Biochemistry and Applications*. Taylor & Francis Group (2006) 2, 263-278
- [36] DREOSTI, I. E.: Antioxidant Polyphenols in Tea, Cocoa, and Wine. *Nutrition* Volume 16, (2000) 7/8: 693
- [37] COOPER, K. A.; CHOPRA, M.; THURNHAM, D. I.: Wine polyphenols and promotion of the cardiac health. *Nutrition Research Reviews* (2004) 17: 111-129
- [38] DUIJKER H.; EHRLICH, D.: *Wein Eine Entdeckungsreise für Genießer*. Hallwag AG, Bern (1999) 8-11, 126, 216-217, 220
- [39] KULTURREFERAT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG: *Weinkultur*. Druck: Carinthia Klagenfurt. Graz (1990) 21, 75

- [40] JOHNSON, H.; ROBINSON, J.: Der Weinatlas. Fünfte Ausgabe. Hallwag Verlag. (2002) 34-35, 242-243, 247
- [41] DESSEAUVE, T.: Das große Buch vom Wein Anbau-Kelterung- Lagen. Delius Verlag, Klasing & Co, Bielefeld (1999) 110
- [42] STEURER, R.: Gesundheit & Wein. Ueberreuter Verlag. Wien (2000) 26, 36-38, 40, 42
- [43] SCHRÖCKSNADEL, K.; NEURAUTER, G.; WIRLEITNER, B.; FUCHS, D.: Immunmodulatorische Wirkung von Wein und Traubensaft. Journal Ernährungsmedizin (2004) 3: 14-18
- [44] DE LANGE, D. W.: From red wine to polyphenols and back: A journey through the History of the French Paradox. Thrombosis Research (2007) 119: 403-406
- [45] TORRES, J. L.; VARELA, B.; GARCIA, M. T.; CARILLA, J.; MATITO, C.; CENTELLES, J. J.; CASCANTE, M.; SORT, X.; BOBET, R.: Valorization of Grape (*Vitis vinifera*) Byproducts. Antioxidant and Biological Properties of Polyphenolic Fractions Differing in Procyanidin Composition and Flavonol Content. Journal of Agricultural And Food Chemistry (2002) 50: 7548-7555
- [46] LU, Y.; FOO, L. Y.: The polyphenol constituents of grape pomace. Food Chemistry (1999) 65: 1-8
- [47] TRAGSEIL, F.: Ein Taschenwörterbuch des österreichischen Weins. Verleger und Herausgeber Franz Tragseil. Wien (2000) 64, 73
- [48] ECKHART, W.; SOMMER, R.: Es war die Reblaus Die Uhudler-Legende. Vom Wein der Gesetzlosen zur regionalen Köstlichkeit. Mandelbaum Verlag. 1.Auflage. Wien (2008) 40-56, 68, 156-157
- [49] ALONSO, A. M; GUILLÉN, D. A.; BARROSO, C. G.; PUERTAS, B.; GARCIA, A.: Determination of Antioxidant Activity of Wine Byproducts and Its Correlation with Polyphenolic Content. Journal of Agricultural and Food Chemistry (2002) 50: 5832-5832-5836
- [50] NEGRO, C.; TOMMASI, L.; MICELI, A.: Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts. Bioresource Technology (2003) 87: 41-44
- [51] YILMAZ, Y.; TOLEDO, R. T.: Major Flavonoids in Grape Seeds and Skins: Antioxidant Capacity of Catechin, Epicatechin, and Gallic Acid. Journal of Agricultural And Food Chemistry (2004) 52: 255-260
- [52] QUE, F.; MAO, L.; PAN, X.: Antioxidant activities of five Chinese rice wines and the involvement of phenolic compounds. Food Research International (2006) 39: 581-587

- [53] RUBERTO, G.; RENDA, A.; DAQUINO, C.; AMICO, V.; SPATAFORA, C.; TRINGALI, C.; DE TOMASSI N.: Polyphenol constituents and antioxidant activity of grape pomace extracts from five Sicilian red grape cultivars. *Food Chemistry* (2007) 100: 203-210
- [54] PELLEGRINI, N.; SIMONETTI, P.; GARDANA, C.; BRENNA, O.; BRIGHENTI, F.; PIETTA, P.: Polyphenol Content and Total Antioxidant Activity of Vini Novelli (Young Red Wines) *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. (2000) 48: 732-735
- [55] MÖBIUS, C. H.; GÖRTGES, S.: Polyphenolbestimmung für die Praxis. *Die Weinwissenschaft*. (1974) 29(5): 241-253
- [56] LUXIMON-RAMMA, A.; BAHORUN, T.; SOOBTRATTEE, M. A.; ARUOMA, O. I.: Antioxidant Activities of Phenolic, Proanthocyanidin, and Flavonoid Components in Extracts of *Cassia fistula*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. (2002) 50: 5042-5047
- [57] ZOU, Y. P.; LU, Y. H.; WEI, D. Z.: Antioxidant activity of a flavonoid-rich extract of *Hypericum perforatum* L. in vitro. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. (2004) 52: 5032-5039
- [58] ZIRONI, R.; BUIATTI, S.; CELOTTI, E.: Evaluation of a new colourimetric method for the determination of catechins in musts and wine. *Vitic. Enol. Sci.* (1992) 47: 1-7
- [59] BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C.: Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* (1995) 28: 25-30
- [60] CHANGJIANG, G.; JIJUN, Y.; JINGYU, W.; YUNFENG, L.; JING, X.; YUGANG, J.: Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research* (2003) 23: 1719-1726
- [61] WINTERHALTER, P.: in vino veritas-in vino sanitas? Den Geheimnissen des Weines auf der Spur. *Carolo-Wilhelmina*. (2000) 2: 6-9

Internetquellen

- [62] www.swr.de/landesschau-rp/ratgeber (Stand 10.09.2008)
- [63] www.weinritter-steiermark.at (Stand 28.08.2008)

10. Curriculum vitae

Name: Hartl Birgit

Anschrift: Jakling 152 9433 St. Andrä

Telefon: +436605569116

e-Mail: birgithartl@gmx.at

Geburtsdatum: 27.12.1981

Geburtsort: Wolfsberg, Kärnten

Eltern: Hartl Josef
Hartl Liesbeth

Ausbildung: 1988-1992 Volksschule Jakling
1992-2001 Stiftsgymnasium St. Paul
25. Juni 2001 Matura am Stiftsgymnasium St. Paul
Seit 2001 Studium der Ernährungswissenschaften an der
Universität Wien

Ferialarbeit: Sommer 2000 Ferialpraxis bei der Firma Draukraft
Sommer 2003 Ferialpraxis bei Stadtgemeinde St. Andrä

Praktikum: September 2004 Praktikum am Institut für Mikrobiologie
und Hygiene in Wien
Juli / August 2006 Praktikum bei Mondi Packaging
Frantschach GmbH im Research, Development und
Innovation Center
Mai 2007 – Februar 2008 Praktikum am Institut für
Ernährungswissenschaften der Universität Wien

Besondere Kenntnisse: Englisch und Italienisch, EDV

Hobbies: schwimmen, lesen, Natur