

ATW – Ausschuss für Technik im Weinbau

Deutscher Weinbauverband ■ Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft

Technischer Einsatz und Eignung von reflektierenden Unterstockfolien zur Produktion von hochwertigen Weinen in Hang- und Direktzuglagen

Hans R. Schultz
Christian Deppisch

Abschlussbericht zum ATW-Vorhaben 121

Durchführung

Forschungsanstalt Geisenheim
Fachgebiet Weinbau
Blaubachstraße 19 ■ 65366 Geisenheim

KTBL-Titel: I/09 ■ 2000 bis 2002
Förderländer: Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz



Herausgeber

Kuratorium für Technik und Bauwesen
in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) ■ Darmstadt

ATW-Vorstand

Vorsitzender

Peter Jost ■ Hahnenhof
Oberstraße ■ 55422 Bacharach
Tel.: +49 (0) 6743/1216 ■ Fax: +49 (0) 6743/1076
E-Mail: tonijost@debitel.net

2. Vorsitzender

Dr. Rainer Jung
Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Kellerwirtschaft
Blaubachstraße 19 ■ 65366 Geisenheim
Tel.: +49 (0) 6722/502-177 ■ Fax: +49 (0) 6722/502-170
E-Mail: r.jung@fa-gm.de

Dr. Jürgen Dietrich ■ Staatsweingut Meersburg
88701 Meersburg
Tel.: +49 (0) 7532/356 ■ Fax: +49 (0) 7532/358
eMail: JD@Staatsweingut-Meersburg.de

ATW-Beirat

Obmann

MinR Hermann Fischer
Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau
PF 3269 ■ Bauhofstraße 4 ■ 55116 Mainz
Tel.: +49 (0) 6131/16-5252 ■ Fax: +49 (0) 6131/16-5270
E-Mail: Hermann.Fischer@mwvwlw.rlp.de

Geschäftsführer

Dr. Albrecht Achilles
KTBL ■ Bartningstraße 49 ■ 64289 Darmstadt
Tel.: +49 (0) 6151/7001-139 Fax: +49 (0) 6151/7001-204
E-Mail: a.achilles@ktbl.de

2003 by Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL)
Bartningstraße 49 ■ 64289 Darmstadt
Tel.: +49 (0) 6151/7001-0 ■ www.ktbl.de

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministers für Verbraucherschutz,
Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) sowie des Deutschen Weinbauverbandes
(DWV). Nachdruck, auszugsweise Wiedergabe, Vervielfältigung, Übernahme auf
Datenträger und Übersetzung nur mit Genehmigung des ATW.

Redaktion
Dr. Albrecht Achilles ■ KTBL

Titelbild
Reflektierende Unterstockfolien in der Versuchsanlage (s. Abb. 10)

Printed in Germany

**Inhalt**

1	Einleitung und Literaturübersicht	5
1.1	Wirkungsweise der Folien	6
2	Material und Methoden	7
2.1	Folientypen	8
2.2	Versuchsstandorte	9
2.3	Klimatische Bedingungen der Versuchsjahre 1999 bis 2002	9
2.3.1	Temperatur	10
2.3.2	Niederschlag	10
2.3.3	Sonnenscheindauer	11
2.4	Messungen des reflektierten Lichtes	11
2.4.1	Reflexionseigenschaften im Globalstrahlungsbereich	11
2.4.2	Reflexionseigenschaften im photosynthetisch aktiven Bereich	11
2.5	Oberflächentemperaturen von Trauben, Boden und Folien	12
2.6	Probennahme	12
2.6.1	Reifeparameter	12
2.6.2	Beerengewicht	12
2.6.3	Glycosyl-Glucose	13
2.7	Bestimmung verschiedener Messparameter an Reben und Trauben	13
2.7.1	Krankheitsbefall	13
2.7.2	Glycosyl-Glucose-Analyse	13
2.7.3	Aminosäuregehalt	14
2.7.4	Farbzusammensetzung (L, a, b) der Beeren	14
2.7.5	Anthocyanzusammensetzung der Beeren	15
2.8	Bestimmung verschiedener Messparameter in Most und Wein	15
2.8.1	Mostgewicht und Zuckergehalt	15
2.8.2	Gesamtphenole	15
2.8.3	Einzelphenolbestimmungen	15
2.8.4	Co-Pigmente, monomere und polymere Anthocyane	15
2.8.5	Glycosyl-Glucose	16
2.8.6	pH-Wert und Gesamtsäure	16
2.8.7	Handelsanalyse der Weine	16
2.8.8	Sensorik	16
2.9	Ausbau der Versuchsweine	16
3	Ergebnisse und Diskussion	17
3.1	Reflexionseigenschaften im Globalstrahlungsbereich	17
3.2	Reflexionseigenschaften im photosynthetisch aktiven Bereich	17
3.2.1	Standort Johannisberg	17
3.2.2	Standort Remich (Luxemburg)	19
3.3	Oberflächentemperatur von Boden, Folien und Trauben	19
3.4	Ernteergebnisse	21
3.4.1	Geisenheim	21
3.4.2	Privatbetriebe	22
3.4.3	Standorte in Luxemburg	22
3.5	Reifeverlauf	22
3.6	Farbzusammensetzung (L, a, b) der Beeren	23

3.7	Trauben- und Mostinhaltsstoffe	23
3.7.1	Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe	23
3.7.2	Anthocyane in Trauben	25
3.7.3	Kalium, Calcium und Magnesium	26
3.7.4	Aminosäuregehalte im Most	26
3.8	Botrytisanfälligkeit	26
3.9	Weinanalysen und Sensorik	27
3.9.1	Anthocyane, Co-Pigmente und Einzelphenole im Wein	27
3.9.2	Handelsanalysen der Weine	27
3.9.3	Sensorische Beurteilung der Weine	28
3.9.3.1	Versuchsstandorte in Deutschland	28
3.9.3.1.1	Riesling und Spätburgunder	28
3.9.3.2	Versuchsstandort Luxemburg	30
3.9.3.2.1	Chardonnay	30
3.9.3.2.2	Weißburgunder	32
3.9.3.2.3	Grauburgunder	33
3.9.3.2.4	Riesling	34
3.9.3.2.5	Spätburgunder	35
4	Kosten-Nutzen	36
5	Abschließende Diskussion und Schlussfolgerung	37
6	Literatur	37

1 Einleitung und Literaturübersicht

Weinbaulichen Maßnahmen werden in den letzten Jahren im Zusammenhang mit der Herstellung von hohen Weinqualitäten wieder sehr viel mehr Bedeutung beigemessen. Letztendlich laufen die meisten qualitätsorientierten pflanzenbaulichen Eingriffe im Weinberg wie z. B. Anschnitt, Wahl des Erziehungssystems, Ausdünnung oder Entblätterung auf die Etablierung eines möglichst großen Blatt-Fruchtverhältnisses und/oder auf die Verbesserung der mikroklimatischen Bedingungen in der Traubenzone hinaus. Manchmal verlaufen diese Eingriffe auch gegenläufig. So reduziert eine Entblätterung z. B. das Blatt-Fruchtverhältnis, verbessert aber das Traubenzonemikroklima. Um die mikroklimatischen Bedingungen für Früchte zu verbessern, hat man in der Vergangenheit vor allem im Intensivobstbau aber auch im Gemüsebau versucht, über die Verwendung von unterschiedlich farbigen Folien gewisse positive Effekte im Bezug auf die Inhaltsstoffbildung, Fruchtgröße und

die Ausfärbung zu erzielen. So führen sogenannte reflektierende Folien zu besserer Ausfärbung und Aromausprägung bei Äpfeln, Orangen, Erdbeeren und Tomaten (MORESHET et al. 1975, JU et al. 1999, LOUGHRIN und KASPERBAUER 2001, DIAZ-PEREZ und BATAL 2002). Bereits 1992 begannen Versuche in Süd-Frankreich mit reflektierenden Metallfolien im Unterstockbereich, um auch bei Trauben (Sorten Syrah und Grenache) über Veränderungen der Licht- und Temperaturverhältnisse in der Traubenzone positive inhalt-

stoffliche Veränderungen herbeizuführen und eine bessere Ausfärbung zu erreichen (SAUVAGE et al. 1995, IGOUNET et al. 1995). Dies sollte möglichst ohne gleichzeitige Änderungen im Anbausystem, wie z. B. im Erziehungssystem oder in der Anbautechnik (z. B. Entblätterung mit positiven und negativen Aspekten) erzielt werden. Die ersten Ergebnisse bezüglich der Ertragskomponenten, der analytischen Veränderungen in Trauben und Wein, sowie deren sensorische Auswirkungen waren durchweg positiv (SAUVAGE et al. 1995) (Tab. 1–3), worauf diese Unterstockmetallfolien auch großtechnisch hergestellt wurden (Bsp. VITEXSOL von der Firma Texinov, Frankreich).

Basierend auf diesen Versuchen wurden über den Zeitraum 1996–2002 in Geisenheim und im Rahmen eines ATW-Forschungsprojektes, 1999–2002 mit verschiedenen Praxisbetrieben in Deutschland sowie dem Institut Viti-Vinicole in Remich, Luxemburg, eine grosse Anzahl an Versuchen bei verschiedenen Sorten und mit verschiedenen Folientypen durchgeführt. Es

Tab. 1: Ergebnisse der Ertragskomponenten der ersten Versuche mit verschiedenen (reflektierenden und schwarzen) Unterstockfolien in Süd-Frankreich bei der Sorte Syrah (nach SAUVAGE et al. 1995)

	Jahrgang	Folie (reflektierend)	Folie (schwarz)	Kontrolle
Zuckergehalt (g/l)	1992	192	173	178
	1993	192	178	183
Mostgewicht (°Oechsle)	1992	84	76	78
	1993	84	78	81
Ertrag (kg/a)	1992	65,2	65,0	68,1
	1993	62,2	42,9	56,3

Tab. 2: Analysewerte der phenolischen Inhaltsstoffe im Wein nach dem Einsatz verschiedener Unterstockfolien in Süd-Frankreich bei der Sorte Syrah (nach SAUVAGE et al. 1995)

		Folie reflektierend	Folie (schwarz)	Kontrolle
Ges. Anthocyangehalt (mg/l)		640	577	543
Freie Anthocyane (mg/l)		459	410	382
Procyanidine (g/l)		3,39	2,99	2,68
Optische Dichte bei 280 nm		57,4	49,8	47,6
Ges. Phenole (nach Folin)		266	226	211

Tab. 3: Farb- und Weinbeurteilung bei der Sorte Syrah aus dem Folienversuch des Jahrgangs 1993 in Süd-Frankreich (nach SAUVAGE et al. 1995)

Farbton	Rangfolge Farbton	Rangfolge Sensorik	Aromaintensität	Aromaqualität	Adstringenz	Nachhaltigkeit
Braun	Schwarz	1	Reflekt.	Reflekt.	Reflekt.	Schwarz
	Kontrolle	2	Schwarz	Kontrolle	Schwarz	Reflekt.
	Reflekt.	3	Kontrolle	Schwarz	Kontrolle	Kontrolle
Violett						

sollte geprüft werden, ob Qualitätseffekte unter unseren Standort- und Klimabedingungen überhaupt nachzuvollziehen sind und wie die technische Handhabung solcher Folien in Hang- und Direktzuglagen unter Praxisbedingungen erfolgen kann.

1.1 Wirkungsweise der Folien

Die Idee, dass unterschiedliche Farbgegebenheiten vom Boden das Mikroklima im Weinberg und somit auch die Traubenqualität beeinflussen, ist sehr alt. So war früher die „Schieferung“ von Weinbergen z. B. an der Mosel eine Maßnahme zur Verbesserung des Mikroklimas und damit der Wärmeeigenschaften. In Frankreich werden bis zum heutigen Tag auf Standorten mit Kalkgestein die Steine im Weinberg belassen und dort zerkleinert, auch hier mit dem Argument, dass positive mikroklimatische Veränderungen bewirkt würden. Um den Einfluss der Farbeigenschaften eines Bodens zu demonstrieren, ohne dabei gleichzeitig verschiedene Bodentypen und -arten mit unterschiedlichem Wasserhaushalt zu verwenden, beschrieb RAVAZ (1905) schon anfangs des letzten Jahrhunderts ein mit der Sorte Aramon beständiges Versuchsfeld in Montpellier, Frankreich, mit weißer, roter und schwarzer Farbe und stellte fest, dass sich Wachstum und Entwicklung der Triebe unterschieden und die Temperaturen in einiger Entfernung über dem Boden stark differierten (Abb. 1).

Dieser Temperatureffekt wirkt direkt auf das Wachstum, wie von RAVAZ (1905) beschrieben, indirekt aber auch auf den Wasserhaushalt des Standortes durch Anregung der Bodenevaporation bzw. der Pflanzentranspiration. Abgesehen vom Einfluss auf die vegetative Entwicklung, ist auch ein Ein-

fluss auf die Inhaltsstoffe der Trauben zu erwarten, deren Bildung und Einlagerung in den meisten Fällen temperaturabhängig ist. So zeigten die seit 1992 in Frankreich laufenden Versuche mit reflektierenden Folien im Unterstockbereich bei den roten Sorten Syrah und Grenache, dass die Einstrahlungsenergie im Bereich der Traubenzone um bis zu 20 % gesteigert werden konnte, was zu einer Erhöhung der Traubentemperatur von im Schnitt 1,5 bis 2,0 °C führte (IGOUNET et al. 1995b). Gleichzeitig wurde der Gehalt an Zucker, Anthocyanen, Tanninen, den gesamten Phenolen sowie den Aminosäuren erhöht und generell wurde auch die Weinqualität besser bewertet (IGOUNET et al. 1995b, ROBIN et al. 1996). Die positivsten Effekte beim Einsatz solcher Folien wurden bisher aber bei Tafeltrauben nachgewiesen, wobei sich hier die mikroklimatische Verbesserung vor allem auf die Erhöhung des Ertrages und der Beerengröße auswirkte (SAUVAGE et al. 1998, SAUVAGE et al. 1999). Letztere war bedingt durch eine größere Kernausbildung.

Die Effekte auf die Inhaltsstoffkonzentration werden vor allem einer Temperaturwirkung zugeschrieben (IGOUNET et al. 1995). Allerdings scheint es, dass unter unseren weinbaulichen Bedingungen die meisten Effekte von den Reflektionseigenschaften der Folien, also der Menge, aber auch der Zusammensetzung des zurückgestrahlten Lichts abhängen (SCHULTZ 1998). Die Zusammensetzung des reflektierten Lichtspektrums hat einen direkten Einfluss auf die Aktivität verschiedener Enzyme in den Trauben und Blättern. So liegt z. B. bei hellen, weißen oder metallischen Oberflächen ein sehr hohes Verhältnis von hellrotem (660 nm) zu dunkelrotem (730 nm) Licht vor (im Sonnenlicht beträgt dieses Verhältnis etwas mehr als 1:1) während dies bei einer braunen, dunklen Oberfläche sehr viel geringer ist. Dieses Verhältnis von Hell- zu Dunkelrot ist bedeutend für die Steuerung eines Pigmentsystems, dem sogenannten Phytochrom, welches in Trauben vor allem die Enzyme *Nitratreduktase* (Aminosäurestoffwechsel), *Invertase* (Zuckereinlagerung) und *Phenylalanin-Ammonium-Lyase* (PAL) (Farbstoff-, Phenol- und Tanninbildung) beeinflusst. Die Nitratreduktase spielt im Aminosäurehaushalt eine große Rolle. Da Aminosäuren (AS) wichtig für den Nährstoffhaushalt der Hefe sind, liegt hier ein Zusammenhang zur Qualität nahe. SAUVAGE et al. (1998) fanden bei

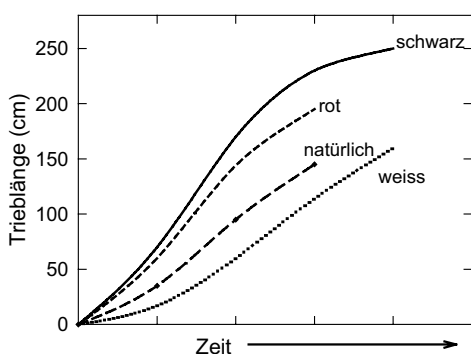


Abb. 1: Triebentwicklung bei unterschiedlicher Bodenfarbe bei der Sorte Aramon in Süd-Frankreich (verändert nach RAVAZ 1905)

Folieneinsatz eine Steigerung der Gehalte an freien AS bei Tafeltrauben auf der Westseite der Laubwand um 90 % und auf der Ostseite der Laubwand von 16 %. Etwas geringere Steigerungen wurden bei verschiedenen Weißwein- und Rotweinsorten gefunden (ROBIN et al. 1996).

Die Invertase spaltet Saccharose zu Glukose und Fructose und ist dadurch am Zuckertransport in die Beeren beteiligt. Der von den Blättern produzierte Zucker wird in Form von Saccharose zu den Beeren transportiert. Wenn dort keine Invertase aktiv wäre, würde die Saccharose nicht gespalten und der Nachtransport von den Blättern wäre blockiert, weil nur solange Saccharose in Richtung Beeren wandert, solange diese am Einlagerungsort „entladen“ (in diesem Fall gespalten) wird (OLLAT 1997). Auch hier gilt, dass die Aktivität durch das verbesserte Lichtspektrum angeregt wird (KLIEWER und SMART 1989). Demzufolge war auch in den meisten Versuchen bei unterschiedlichen Sorten eine erhöhte Zuckerkonzentration zu beobachten (ROBIN et al. 1996, SAUVAGE et al. 1998).

Die PAL spielt eine bedeutende Rolle vor allem für die Farbstoff-(Anthocyan) und Phenolsynthese (HRAZDINA et al. 1984). PAL reagiert sehr empfindlich auf Veränderungen im Lichtspektrum und in der Temperatur und ist verantwortlich dafür, dass gut belichtete Trauben allgemein höhere Phenolgehalte und, spezifisch bei Rotweinsorten, höhere Anthocyan- und Tanningehalte haben. Diese Effekte wurden ebenfalls beim Einsatz von reflektierenden Folien im Obst- (MORESHET et al. 1975, ANDRIS und CRISOSTO 1996) und Weinbau nachgewiesen (SAUVAGE et al. 1995 (Tab. 2), IGOUNET et al. 1995, ROBIN et al. 1996, SAUVAGE et al. 1998) unter anderem auch für die Sorte Spätburgunder (KELLER 1999). Allgemein gilt, je höher das Verhältnis von hell- zu dunkelrotem Licht, desto höher ist die Aktivität dieser Enzyme und desto positiver ist die Auswirkung auf die Inhaltsstoffe. Die bisher in verschiedenen Regionen im Obst- und Weinbau getesteten reflektierenden Folien unterscheiden sich zwar im Grundmaterial, haben aber die Erhöhung des Verhältnisses von hell- zu dunkelrotem Licht gemeinsam (Abb. 2).

Zusätzlich zu den lokalisierten Temperatur- und Lichteffekten auf die Inhaltsstoffkonzentration wurde ein starker Einfluss auf die

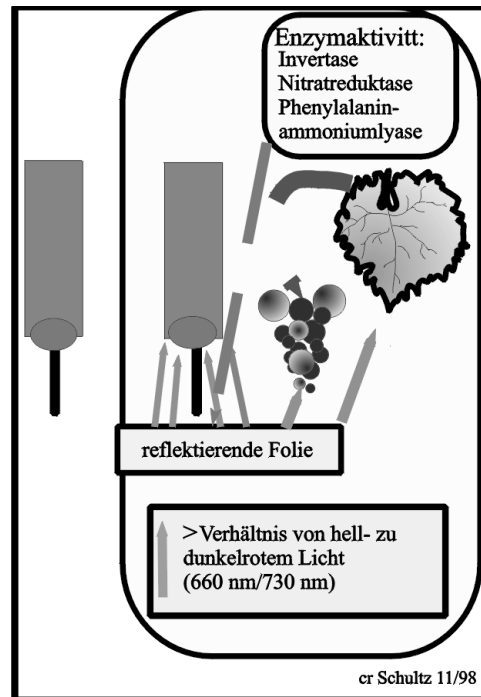


Abb. 2: Wirkungsweise der reflektierenden Folien auf die Enzymaktivitäten von Trauben und Rebblättern

Zusammensetzung der natürlichen Hefepopulationen festgestellt (SALMON et al. 1997), wobei die Hefen in ihrer Populationsstärke stark reduziert wurden. Dies hätte eventuell Konsequenzen für Betriebe, die mit Spontangärung arbeiten.

Ein nur wenig untersuchter Aspekt ist der des Einflusses dieser Folien auf den Wasserhaushalt. Zumindest bei einem Typ dieser Folien ist eine Verbesserung möglich, da die Porosität des Gewebes Wasser eindringen lässt, aber trotzdem der Aufwuchs von Beikraut total unterbunden und die Evaporationsrate des bedeckten Bodens sichtlich reduziert wird. FOX und KAST (2002) vermuten aber auch, dass unter feuchten Bedingungen sich eher Nachteile in Bezug auf eine größere Fäulnisanfälligkeit ergeben können. Derzeit werden Folien vor allem bei Tafeltrauben in größerem Umfang eingesetzt.

2 Material und Methoden

In den von Geisenheim koordinierten Versuchen kamen drei verschiedene Folien zum Einsatz (Abb. 3).



Abb. 3: Einsatz verschiedener Unterstockfolien im Weinbau. (a) VITEXSOL Metallgewebefolie, die beidseitig zum Stock in der Zeile ausgelegt wird, (b) Einsatz von VITEXSOL in Anlagen in Luxemburg, (c) auf Schloss Johannisberg, Rheingau, (d) TYVEK-Unterstockfolie in einem Weinberg in Luxemburg

2.1 Folientypen

Neben einer Metallfolie der Firma Texinov (F-38358, Saint-Didier-de-la-Tour, Frankreich) wurden eine weiße und eine metallbedampfte Folie der Firma DuPont (DuPont Nonwovens, F-75334 Paris, Frankreich) getestet.

Die Eigenschaften der verwendeten Folien sind nachstehend aufgeführt.

VITEXSOL

- Die Folie der Firma Texinov besteht aus ineinander verflochtenen aluminiumbeschichteten Streifen, die durch starke rote (physiologische Effekte hervorrufend) Nylonfäden zusammengehalten werden. Ihr Gewicht beträgt 150 g/m^2 bei einer Stärke von 1,3 mm (Abb. 4).
- Sie ist reißfest (längs 850 daN/m , quer 500 daN/m), mit dem Traktor befahrbar und wiederverwendbar. Die gleiche Folie wird in den beschriebenen Versuchen bereits seit 1996 verwendet!
- Die Folie ist wasserdurchlässig, hemmt die Verdunstung, Beikraut kommt nicht auf.
- Die Reflexion erfolgt gleichmäßig in alle Richtungen.
- Der Endproduktionspreis, der angestrebt wird, liegt bei ca. $0,7\text{--}0,85 \text{ € pro m}$ mit 50 cm Breite. Dies ergibt einen Preis pro ha von ca. $7\,500\text{--}8\,500 \text{ €/ha}$.
- Die Ausbringungszeit (einschließlich Befestigen) beträgt ca. 50 Std./ha, teilweise etwas mehr im Steilhang. Die 0,50 m breiten aluminiumbeschichteten Streifen wurden links und rechts der Stöcke auf den Boden gelegt und unter den Stöcken zusammengebunden (alle 1 m 1 Bindung), so dass die abgedeckte Fläche 1 m breit ist, bei 2,00 m Zeilenbreite bleibt 1 m Breite offen.
- Während des Einsatzes gilt es, die Oberfläche sauber zu halten von Erde und von herabfallenden Blättern.
- Im Herbst vor oder nach der Lese erfolgt das Einrollen und Säubern.

TYVEK

- Die Folie der Firma DuPont ist ein Polyethylenvlies und wird eigentlich als Baufolie zur Isolierung eingesetzt, bzw. wird vielfältig in der Industrie verwendet. Sie existiert mit verschiedenen Oberflächenbeschichtungen in weiß (Abb. 5) bzw. mit Metallbedampfung (Abb. 6).
- Das Eigengewicht beträgt je nach Typ 45–105 g/m².
- Die Folie ist ebenfalls reißfest, jedoch nicht unbedingt befahrbar.
- Die Folie ist wasserundurchlässig und es muss deshalb auf angemessene Freiflächen geachtet werden um Probleme mit partieller Erosion zu verhindern.
- Im Gegensatz zur Folie VITEXSOL wird die TYVEK-Folie in der Gassenmitte ausgebracht (Abb. 3).
- Der Preis im Einsatzbereich Landwirtschaft ist noch unbekannt.



Abb. 5: Draufsicht auf die TYVEK-Folie weiß im Weinberg.

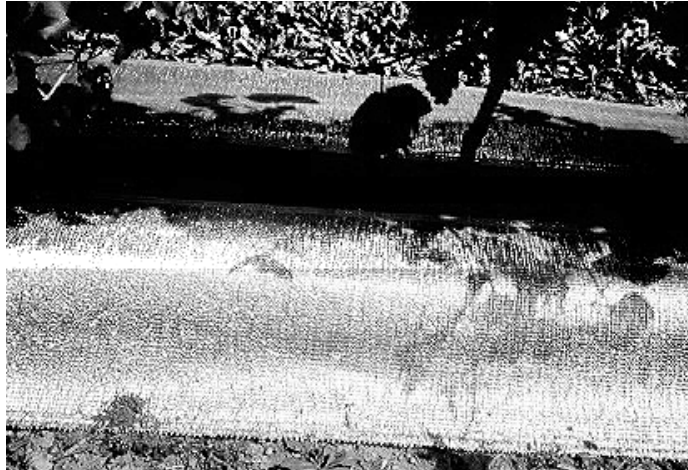


Abb. 4: Struktur der Folie VITEXSOL. Ins Metallgewebe sind rotgefärbte Nylonfäden eingepasst um die physiologisch gewünschten Effekte zu verstärken

2.2 Versuchsstandorte

Zusammen mit verschiedenen Praxisbetrieben und den Forschungsinstitutionen in Geisenheim und Remich wurden die Untersuchungen durchgeführt. Dabei wurden Versuchsflächen an den Standorten Geisenheim (1996–1999, 2001–2002), Remich, Luxemburg (1999–2000), Flörsheim-Dalsheim (Rheinhessen, Weingut Keller, 1998), Spay (Mittelrhein, Weingut Weingart 1999–2002), Bürgstadt und Würzburg (Franken, Weingut Fürst 1999–2002 und Weingut-am-Stein 2002), Assmannshausen (Rheingau, Staatweingut Assmannshausen 2000–2001) und Johannisberg (Rheingau, Schloss Johannisberg 2000) einbezogen. Die Folien wurden jeweils zu Beginn der Reifephase ausgelegt. Dadurch wurde gewährleistet, dass keine Beschmutzung durch Befahren mehr erfolgte und keine Beeinträchtigung der Reflexionseigenschaften der Metallfolien durch Pflanzenschutzmaßnahmen gegeben war. Die getesteten Sorten sind in Tabelle 4 aufgeführt.

2.3 Klimatische Bedingungen der Versuchsjahre 1999 bis 2002

Da die beteiligten Betriebe bereits 1999 die Folien einsetzten, konnten Ergebnisse von einem zusätzlichen Jahr gewonnen werden (ATW-Projekt-Zeitraum war 2000–2002). Die klimatischen Verhältnisse der Versuchsjahre sind in den Tabellen 5 bis 8 dargestellt.



Abb. 6: Draufsicht auf die TYVEK-Folie mit metallbeschichteter Oberfläche im Weinberg

2.3.1 Temperatur

Alle drei Versuchsjahre lagen in der Temperaturentwicklung teilweise deutlich über dem langjährigen Mittel. Insbesondere war dies für die Winter- und Frühjahrsmonate zu beobachten (Tab. 5). Mit Ausnahme des Julis

erschläge (Januar bis April) stärker als im Mittel, blieben aber im Sommer und Herbst, mit Ausnahme des Juli teilweise deutlich unter den Durchschnittswerten zurück. Hierzu muss angeführt werden, dass die hohen Juli-Niederschläge fast ausschließlich auf einen einzelnen Starkregen zurückzuführen

im Jahr 2000 und des Septembers in 2001, die deutlich kühler als der Durchschnittswert waren, waren auch im Sommer und Herbst höhere Temperaturen zu verzeichnen (Tab. 5).

2.3.2 Niederschlag

Die Versuchsjahre waren im Hinblick auf den Niederschlagsverlauf als sehr heterogen zu bezeichnen. Im Jahr 1999 waren die Winter- Frühjahrsnieder-

Tab. 4: Untersuchungen zur Verwendung verschiedener reflektierender Unterstockfolien auf verschiedenen Standorten bei unterschiedlichen Rebsorten

Standort/Sorte	Geisenheim	Johannisberg	Assmannshausen	Flörsheim-Dalsheim	Spay	Remich	Bürgstadt	Würzburg
Riesling	1996-1999 2001-2002	2000			1999-2002	1999-2000		
Weißburgunder	1996-1999					1999-2000		
Spätburgunder	1996-1999		2000-2001	1998		1999-2000	1999-2002	
Chardonnay						1999-2000		
Grauburgunder						1999-2000		
Müller-Thurgau								2002
Silvaner								2002
Auxerrois	2002							
St. Laurent	2002							

Tab. 5: Durchschnittliche Temperaturentwicklung in den Versuchsjahren im Vergleich zum langjährigen Mittel (1971–2000) (Daten: Deutscher Wetterdienst Geisenheim)

Monat	Lufttemperatur (°C)				
	langjähriges Mittel (1971–2000)	1999	2000	2001	2002
Januar	1,7	3,8	3,0	2,4	1,4
Februar	2,5	2,7	5,1	4,7	6,8
März	6,3	7,1	7,6	6,6	7,3
April	9,5	10,8	11,5	8,7	10,2
Mai	14,2	15,5	16,0	16,9	14,8
Juni	17,0	17,0	18,4	16,3	19,2
Juli	19,1	20,7	16,3	20,2	18,8
August	18,8	18,6	19,4	19,9	19,7
September	14,7	18,1	15,4	12,8	14,4
Oktober	9,9	10,2	11,0	13,1	10,2
November	5,2	4,9	7,0	5,0	8,0
Dezember	3,0	3,8	4,3	2,0	3,7

waren (Tab. 6). Auch in den Jahren 2000, 2001 und 2002 war der Juli der regenreichste Monat; wobei auch der Herbst 2000 durch seine hohen Niederschläge im September und Oktober zu einem hohen Krankheitsdruck führte und für eine problematische Traubenernte sorgte. Dies war im Jahr 2002 bis Ende Oktober sehr viel unproblematischer.

2.3.3 Sonnenscheindauer

Bei den Sonnenscheinstunden (h) lagen nur 1999 und 2001 während der Monate Mai bis August am oder über dem langjährigen Schnitt. Im Jahr 2000 waren vor allem der Juli, September und Oktober sehr sonnenarm. Dies traf auch auf Mai und Juli 2002 und den September 2001 zu (Tab. 7).

2.4 Messungen des reflektierten Lichtes

Um die Reflexionseigenschaften der Folien beurteilen zu können; wurden verschiedene Untersuchungen hinsichtlich der zurückgestrahlten Energie in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen durchgeführt.

2.4.1 Reflexionseigenschaften im Globalstrahlungsbereich

Einige Reflexionsmessungen wurden über das gesamte Spektrum der Globalstrahlung (300–2 400 nm) durch das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg an den TYVEK-Folien durchgeführt. Diese Untersuchungen wurden bei nahezu senkrechter Einstrahlung (8° zur Probenormalen) mit einem Fourier-Spektrometer (IFS 66, Bru-

Tab. 6: Durchschnittliche Niederschlagsentwicklung in den Versuchsjahren im Vergleich zum langjährigen Mittel (1971–2000) (Daten: Deutscher Wetterdienst Geisenheim)

Monat	Summe Niederschlag [mm/m ²]				
	langjähriges Mittel (1971–2000)	1999	2000	2001	2002
Januar	37,0	43,8	21,3	60,5	11,0
Februar	31,7	38,3	46,2	51,4	81,8
März	35,5	32,6	53,7	10,4	36,3
April	35,0	56,5	28,5	53,6	30,9
Mai	48,1	15,1	59,6	18,6	53,0
Juni	52,8	33,5	41,0	48,4	39,2
Juli	59,3	131,5	143,8	80,2	81,5
August	43,3	40,4	44,3	41,5	45,0
September	42,7	28,8	74,1	76,6	12,3
Oktober	47,1	40,1	70,5	31,2	90,6
November	45,4	30,4	65,6	83,5	83,1
Dezember	48,4	66,8	44,0	33,0	64,3

Tab. 7: Durchschnittliche Monatsmittel der Sonnenscheinstunden in den Versuchsjahren im Vergleich zum langjährigen Mittel (1971–2000) (Daten: Deutscher Wetterdienst Geisenheim)

Monat	Sonnenscheinstunden (h)				
	langjähriges Mittel (1971–2000)	1999	2000	2001	2002
Januar	43,5	50,5	37,8	80,0	56,0
Februar	77,1	84,3	84,1	86,2	92,7
März	119,8	114,7	89,4	56,0	154,3
April	171,7	165,7	189,5	130,8	185,9
Mai	209,4	205,3	216,8	267,8	182,0
Juni	200,1	204,8	286,8	205,8	225,7
Juli	225,8	263,3	143,5	248,9	164,5
August	219,8	207,3	258,1	230,7	201,9
September	151,0	202,9	105,4	82,1	185,4
Oktober	94,0	117,7	59,8	104,4	83,6
November	52,0	56,1	23,2	79,7	31,6
Dezember	38,7	47,3	46,0	67,4	44,6

ker) durchgeführt. Die Reflexionseigenschaften der VITEXSOL-Folie wurden zu verschiedenen Phasen des Untersuchungszeitraumes in der Traubenzone (nicht entblättert) direkt im Weinberg gemessen. Diese Messungen wurden mit einem tragbaren Spektralphotometer (Li-Cor 1800, Li-Cor, Lincoln, Nebraska, USA) im Wellenlängenbereich von 330–1 100 nm durchgeführt.

2.4.2 Reflexionseigenschaften im photosynthetisch aktiven Bereich

Zur kontinuierlichen Erfassung der zurückgestrahlten Lichtmengen im photosynthetisch aktiven Bereich wurden 6 Quantensensoren (Li-Cor 192) eingesetzt. Diese wurden mit

einem Datenaufzeichnungsgerät verbunden (Li-Cor 1000, Li-Cor, Lincoln, Nebraska, Abb. 7) und so konnten im 10-Minuten-Takt über mehrere Tage kontinuierliche Messungen zu unterschiedlichen Phasen der Reifeperiode durchgeführt werden (Abb. 8). Die Sensoren wurden in unterschiedlichen Positionen fixiert. Ein Sensor diente zur Erfassung der einfallenden Strahlung und wurde horizontal oberhalb der Rebzeile installiert (Abb. 9). Andere Sensoren wurden umgekehrt über der Folie oder dem offenen Boden in Höhe der Traubenzone platziert (Abb. 10):

2.5 Oberflächentemperaturen von Trauben, Boden und Folien

Um den Einfluss der Folien auf die Traubentemperaturen bei verschiedenen Sorten zu bestimmen, wurden Messungen mit einem Infrarot-Thermometer (Raygen ST, Fa. Raytek, Santa Cruz, USA) zu verschiedenen Tageszeiten und in verschiedenen Phasen der Traubenreife durchgeführt. Mit dem gleichen Gerät wurden auch die Oberflächentemperaturen des Bodens und der Folien erfasst.



Abb. 7: Datenaufzeichnungsgerät zur kontinuierlichen Erfassung der photosynthetisch aktiven Strahlung

2.6 Probennahme

Je nach Messparameter wurden Trauben- und Beerenproben zu unterschiedlichen Zeiten genommen und unterschiedlich weiter- bzw. aufgearbeitet.

2.6.1 Reifeparameter

Die Größen Mostgewicht ($^{\circ}$ Oechsle), gesamte titrierbare Säure und pH-Wert dienen zur allgemeinen Beschreibung des Reifeverlaufs. Bei der Probennahme wurden hierfür 100 Beeren in 3- bis 4facher Wiederholung entnommen, gewogen und ausgepresst. Am filtrierten Most wurde der pH-Wert mit einer Elektrode gemessen und gleichzeitig mit Lauge einer bekannten Konzentration auf den Neutralpunkt titriert, um die Gesamtsäure zu berechnen (SCHMITT 1983).



Abb. 8: Aufbau verschiedener Quantensensoren im Weinberg

2.6.2 Beerengewicht

Das durchschnittliche Beerengewicht wurde anhand der 3–4 Wiederholungen der Proben zum Reifeverlauf ermittelt.

2.6.3 Glycosyl-Glucose

Die vom Australian Wine Research Institute entwickelte und auch im Rahmen eines ATW-Projektes (FISCHER et al. 2000) bereits detailliert beschriebene Methode des „Glycosyl-Glucose“ Essays (WILLIAMS et al. 1995) wurde verwendet, um die Gesamtheit der gebundenen Sekundärmetaboliten, darunter ein Großteil der potenziell flüchtigen Aromastoffe, in den Beeren und im Most zu quantifizieren. Bei der Probennahme der Beeren wurden jeweils 2 Beeren pro Traube von der Oberseite (1 x Vorderseite, 1 x Rückseite), 2 Beeren aus der Mitte (1 x Vor-, 1 x Rückseite) und eine Beere aus dem unteren Teil der Traube genommen. Der Umfang einer Probe betrug 50 Beeren. Die Probennahme erfolgte in 4- bis 7-facher Wiederholung. Es wurde darauf geachtet, Mischproben aus Sonnen- und Schattentrauben zu erstellen. Teilweise wurden diese Proben auch durch Mitarbeiter der beteiligten Betriebe nach keinem genauen Schema entnommen. Die Proben wurden für die spätere Glycosidanalyse bei -20°C tiefgefroren.



Abb. 9: Position eines Lichtsensors zur Erfassung der Referenzstrahlung horizontal über der Rebzeile



Abb. 10: Position eines Lichtsensors zur Erfassung der von den Folien reflektierten Strahlung

bonitiert. An jeweils 100 Trauben pro Variante wurden Befallshäufigkeit und Befallsstärke nach einem 10-Punkte-Schema beurteilt (0 = kein Befall, 10 = extrem hoher Befall). Andere Rebkrankheiten wurden nicht bonitiert.

2.7 Bestimmung verschiedener Messparameter an Reben und Trauben

Es wurden im Versuchszeitraum sowohl Parameter zur Erfassung der vegetativen als auch der generativen Entwicklung der Reben sowie zur Inhaltsstoffbildung gemessen.

2.7.1 Krankheitsbefall

Jeweils ca. zwei Wochen vor sowie zum Lesezeitpunkt wurde der Befall an Botrytis

2.7.2 Glycosyl-Glucose-Analyse

Zur Isolierung der Aromastoffvorläufer aus den Beeren wurden SEP-Pack Plus C18 RP Festphasen-Extraktionskartuschen mit einem internen Volumen von 0,7 ml und 360 mg Sorbens (Millipore-Waters) eingesetzt. Diese Säulen enthalten als Trägermaterial ein chemisch modifiziertes Silicagel. Es handelt sich um polare Silanolgruppen, an denen sich chemisch gebundene organische Alkyl-Reste befinden (C18-Körper). Zur Probenvorberei-

tung wurden die tiefgefrorenen Beeren entweder als Ganzes oder getrennt nach Beerenhaut und Beerenfleisch ca. 1 Minute bei 24 000 U/min homogenisiert (Ultra Turax). Das anschließend eingewogene Homogenat wurde mit Ethanol (10 ml, 50 Vol%) versetzt und die Lösung 1 Stunde geschüttelt, dann nochmals bei 8 000 U/min 10 Minuten zentrifugiert. Eine Aliquot des klaren Überstands wurde mit Wasser verdünnt und zur Analyse eingesetzt. Die RP-Kartuschen wurden verwendet, um die frei vorliegenden Glycoside zu binden (Abb. 11).

Zunächst wurde die Probe auf die vorher mit Methanol und Wasser konditionierten Kartuschen geladen und bei schwachem Vakuum und mehrmaligem Waschen mit Wasser trockengesaugt. Die auf der Säule zurückgehaltenen Glycoside wurden dann mit reinem Ethanol eluiert, d. h. vollständig vom Trägermaterial gelöst. Dieser ethanolische Extrakt wurde auf zwei unterschiedlichen Wegen weiterverarbeitet. Die Proben wurden einer sauren Hydrolyse (Zusatz von H_2SO_4) unter Hitzeeinwirkung (1 h bei 100 °C) unterzogen und anschließend die vom Glycosid abgespaltene Glucose enzymatisch (HK/G-6-PDH-Testkit) bestimmt. Bei der Kontrolle wurde mittels enzymatischer Bestimmung die Glucose ermittelt, die sich im Extrakt befand, ohne dass eine Hydrolyse durchgeführt wurde. Aus der Differenz der Glycosidemenge in der hydrolysierten Probe und der Kontrolle ergibt sich eine Kennzahl für die Menge der in der Probe vorhandenen glykosidisch gebundenen Substanzen. In Abbildung 11 ist ein Fließschema der Analytik nach WILLIAMS et al. (1995) angegeben. Details der Methode finden sich in dieser und anderen Veröffentlichungen (WILLIAMS et al. 1996, KRAML 1999, WERWITZKE et al. 2000, FISCHER et al. 2000). Bei roten Sorten wurde der Anteil von gebundenen Anthocyanmolekülen nach der Methode von ILAND et al. (1996) bestimmt.

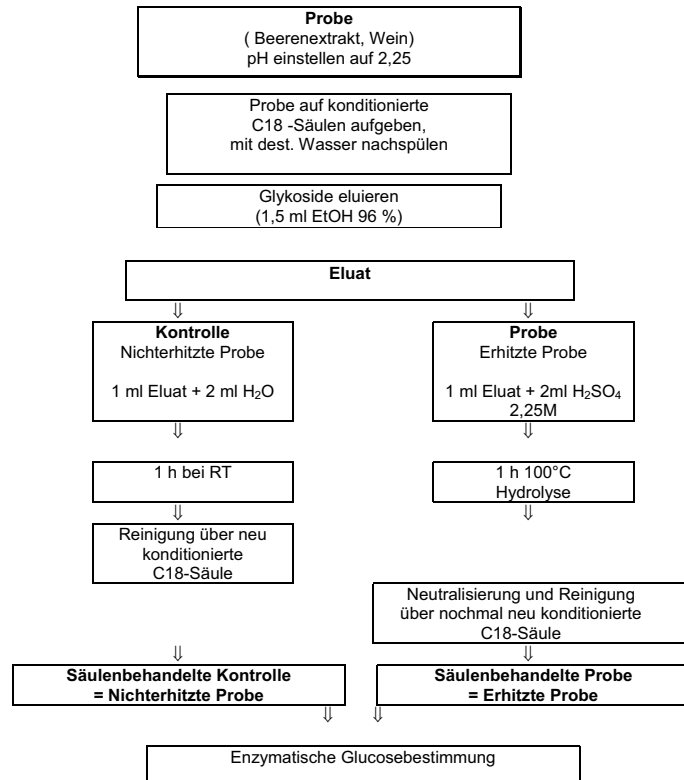


Abb. 11: Fließschema der Glycosyl-Glucose-Analytik nach WILLIAMS et al. (1995)

2.7.3 Aminosäuregehalt

Zur Bestimmung des Aminosäuregehaltes wurden tiefgefrorene (-20 °C) Beeren bzw. Most aufgetaut und mit 4 %iger Sulfo-Salicylsäure (interner Standard L-Norleucin, 0,3523 mM) extrahiert und NaOH zugesetzt (2M). Dansylchloridlösung (1,5 mg x ml⁻¹ Acetonitril) wurde dann zugesetzt und das Ganze für eine Stunde bei 37 °C erhitzt. Die Aminosäureanalyse wurde mit HPLC auf einer Lichrosphere 100 RP-18 (5 µm, 250 x 3 mm) Säule durchgeführt.

2.7.4 Farbzusammensetzung (L, a, b) der Beeren

Mittels einer nicht destruktiven Methode wurde bereits im Beerenstadium die Farbe beurteilt. Das Messsystem beruht auf der Erfassung des Reflexionsspektrums der Frucht im sichtbaren Bereich (400 bis 700 nm) mit einem Spektralphotometer nach Anregung durch eine Lichtquelle.

Im sogenannten Lab System wird dann die Spektralkurve zu einem 3D-Modell reduziert. Das „CIELab“ System (DIN 7174, D65/10°) ist eine von mehreren Methoden,

den „Farbraum“ numerisch darzustellen. Das System wird durch die drei Koordinaten L, a, und b gebildet:

- a* Rot(+a) – grün(-a) Achse
- b* Gelb(+b) – blau(-b) Achse
- L* Helligkeit (zwischen 0 = schwarz und 100 = weiß)

C: Chroma, Abstand von L*, die senkrecht auf der a,b-Ebene steht.

H: Hue, Farbwinkel zwischen 0 und 360°. 0° entspricht einem blautichigen Rot, 180° einem blautichigen Grün.

Die Möglichkeiten dieser Messung wurden 2002 bei Proben aus Versuchen mit reflektierenden Folien getestet. Pro Versuch und Termin wurden jeweils 100 Beeren (50 auf jeder Seite der Zeile) entnommen und jeweils zwei Messungen pro Beere durchgeführt (Sonnenseite und Schattenseite).

2.7.5 Anthocyanzusammensetzung der Beeren

In einem Versuchsjahr wurde die Anthocyanzusammensetzung mittels HPLC (High Performance Liquid Chromatographie) an der SLFA Neustadt bestimmt. Hierzu wurden zu verschiedenen Terminen Traubenschalenextrakte hergestellt. Pro Traube wurden fünf Beeren (insgesamt 50 Beeren pro Wiederholung) gesammelt, 2 von der Oberseite der Traube, 2 aus der Traubenmitte und 1 von der Traubenspitze, analog zur Beprobung für die G-G-Werte. Die Proben wurden bei -20 °C eingefroren. Im Labor wurden an 10 dieser Beeren die Beerenhaut entfernt und aus dieser mit einem Korkbohrer zwei jeweils 7 mm große Blättchen aus der Haut gestanzt. Die 20 Hautblättchen der 10 Beeren wurden dann in einem Reagenzglas mit 1 ml saurem Methanol versetzt und dann bei 0–4 °C im Kühlschrank extrahiert. Anschließend wurden die Hautblättchen entfernt und das Extraktionsgemisch über einen 0,45 µm Filter in ein Drehverschlussglas gefüllt und bis zur Analyse eingefroren (KELLER 1999).

2.8 Bestimmung verschiedener Messparameter in Most und Wein

Bei der Ernte bzw. der Traubenverarbeitung wurden Mostproben entnommen sowie ver-

schiedene Parameter in den resultierenden Versuchsweinen bestimmt.

2.8.1 Mostgewicht und Zuckergehalt

Das Mostgewicht wurde mit einem Refraktometer an der Mischprobe erfasst und die Mostzuckergehalte nach der Methode nach REBELEIN (1971) bestimmt.

2.8.2 Gesamtphenole

Der Phenolgehalt ist eine wichtige Aussagegröße für die Trauben- und Weinqualität. Obwohl der Gesamtphenolgehalt die spezifischen Unterschiede der einzelnen Phenolgruppen im Bezug zur Geschmacksausprägung nicht berücksichtigt, so dient er doch als zusätzlicher Informationsparameter. Ermittelt wurde der Gesamtphenolgehalt nach der Methode von Folin-Ciocalteu. Hierbei gehen phenolische Substanzen im alkalischen Milieu mit dem Folin-Ciocalteu-Reagenz eine Blaufärbung ein, die photometrisch bei einer Wellenlänge von 720 nm gemessen wird. Die Extraktion wird über einen Faktor, im vorliegenden Fall die Bezugsgröße Catechin, zum Gesamtphenolgehalt umgerechnet.

2.8.3 Einzelphenolbestimmungen

Bei den Müller-Thurgau-Weinen des Weingut-am-Stein, Franken, wurden im Jahr 2002 von der Universität Würzburg Einzelphenolbestimmungen mittels HPLC durchgeführt.

2.8.4 Co-Pigmente, monomere und polymere Anthocyane

Bei den Spätburgunder Weinen des Staatsweinguts Assmannshausen aus dem Jahrgang 2002 wurden an der SLFA Neustadt Analysen der Farbstoffe sowie der Polyphenole durchgeführt, die als sogenannte Co-Pigmente zur Stabilisierung der Anthocyane beitragen (BOULTON 2001). Hierbei wurden ebenfalls die monomeren und polymeren Anthocyane bestimmt (BERNHART 2002).

2.8.5 Glycosyl-Glucose

Das Aromapotenzial und der Glycosyl-Glucose-Gehalt wurde auch im Most und Wein gemessen. Die Probenaufbereitung und die Analytik wurden dabei wie in Kapitel 2.7.2 beschrieben durchgeführt.

2.8.6 pH-Wert und Gesamtsäure

Die Ermittlung des pH-Wertes und der Gesamtsäure im Most und Wein erfolgten am filtrierten Medium mit einer Elektrode (pH-Wert) bei nachfolgender Titration mit Natronlauge bekannter Konzentration auf den Neutralpunkt. Daraus erfolgte auch die Berechnung der Gesamtsäure (SCHMITT 1983). Das Verhältnis von Äpfelsäure zu Weinsäure wurde in einem Versuchsjahr beim Spätburgunder an der SLFA Neustadt bestimmt. Hierzu wurde die Äpfelsäure mit einer HPLC ermittelt, wobei zur Trennung der organischen Säuren eine Säule der Firma Sun Chrom verwendet wurde.

2.8.7 Handelsanalyse der Weine

Zur Bewertung der unterschiedlichen Anbauverfahren wurde von den ausgebauten Weinen eine „Handelsanalyse“ erstellt. Die Analyse der Gesamtsäure (als Weinsäure), des Zuckers und des pH-Wertes erfolgte wie in Kapitel 2.8.1 und 2.8.4 beschrieben. Abweichend zur Gesamtphenolbestimmung bei Mosten wurde bei den Weinen zunächst die schweflige Säure mit H_2O_2 oxidiert, so dass bei der Bestimmung kein überhöhter Gesamtphenolgehalt vorgetäuscht wurde. Zur Bestimmung der freien und gesamten schwefligen Säure wurde jeweils die jodometrische Titration nach Rebelein angewandt (SCHMITT 1983). Die Alkohol- und Extraktgehalte wurden mit einem Biegeschwinger und Eintauchrefraktometer ermittelt. Die Gehalte wurden anhand der relativen Dichte ($20\text{ °C}/20\text{ °C}$) des Weines und der Refraktionszahl nach folgenden Formeln errechnet (SECKLER et al. 2000).

$$\text{vorh. Alkohol [g/l]} = 2557,19 - (258,57 \times \text{rel. Dichte } 20\text{ °C}/20\text{ °C}) + (2,6186 \times \text{Refraktionszahl})$$

$$\text{Gesamtalkohol [g/l]} = \text{vorh. Alkohol} + ((\text{Zucker vor Inversion} - 1) \times 0,465)$$

$$\text{Gesamtextrakt [g/l]} = -1587,41 + (1581,04 \times \text{rel. Dichte } 20\text{ °C}/20\text{ °C}) + 1 \times \text{Refraktionszahl}$$

$$\text{zuckerfreier Extrakt [g/l]} = \text{Gesamtextrakt} - \text{Zucker vor Inversion.}$$

2.8.8 Sensorik

Die sensorische Beurteilung der Weine erfolgte zu verschiedenen Zeitpunkten mit Winzern und Betriebsleitern und Studenten des Fachbereichs Weinbau und Getränke-technologie der Fachhochschule Wiesbaden/Geisenheim. Es wurden verschiedene Bewertungsgrundlagen verwendet, wie Rangordnungsprüfung und deskriptive Analysen mit ungeschultem Panel.

2.9 Ausbau der Versuchsweine

Die gewonnenen Moste wurden zum Teil im Versuchsausbau des Fachgebietes Kellerwirtschaft unter standardisierten Bedingungen zu Wein ausgebaut. Teilweise erfolgte der Weinausbau auch in den jeweiligen Betrieben.

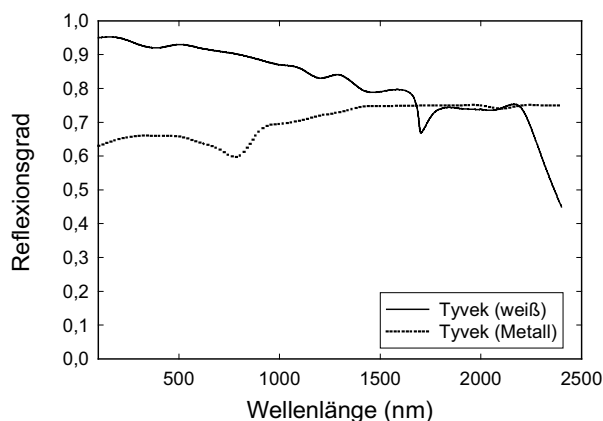


Abb. 12: Reflexionseigenschaften der TYVEK-Folien im Bereich der Globalstrahlung. Die Untersuchungen wurden unter Laborbedingungen durchgeführt

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Reflexionseigenschaften im Globalstrahlungsbereich

Die Reflexionseigenschaften der TYVEK-Folien wurden im Labor des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme getestet (Abb. 12). Hier wurde deutlich, dass die weiße Folie im Spektralbereich bis 1500 nm deutlich mehr Energie reflektiert, als die mit Metall bedampfte Folie. Erst im längerwelligen Bereich >1500 nm dreht sich dieses Verhalten um. Da die wichtigsten Biosensoren bei Pflanzen im UV- und Nah-Infrarotbereich absorbieren, ist der Wellenlängenbereich über ca. 1000 nm für diese Reaktionen unbedeutend (HELDT 1996, BRIGGS und OLNEY 2001).

Die Reflexionseigenschaften der VITEX-SOL Folie wurden zu verschiedenen Phasen des Untersuchungszeitraumes in der Traubenzzone (nicht entblättert) im Weinberg gemessen. Abbildung 13 zeigt die großen Unterschiede in der Gesamtmenge der reflektierten Strahlung während der Reifephase im August zwischen der Folienvariante und dem offenen Boden. Vor allem wird die starke Reflexion im kurzwelligen Bereich zwischen 330 und 700 nm im Verhältnis zu den Wellenlängen >700 nm deutlich. Die gezeigten Ergebnisse stammen aus einer Späburgunder-Anlage des Weinguts Keller in Flörsheim-Dalsheim (KELLER 1999). Auch Messungen an der Universität Würzburg zeigten bis 10fach erhöhte Reflexionswerte im UV-Bereich. Diese Verschiebung der Reflexionsanteile hat einen starken Einfluss auf die Aktivität verschiedener Enzyme und hat sicherlich zu den nachstehend aufgeführten, folieninduzierten Veränderungen der Inhaltsstoffzusammensetzung in Trauben und Wein beigetragen.

3.2 Reflexionseigenschaften im photosynthetisch aktiven Bereich

Die Rückstrahlungswerte im normalen sichtbaren Bereich des Lichtes (400–700 nm), der auch für die Zuckerassimilation wichtig ist, wurde auf verschiedenen Standorten und zu

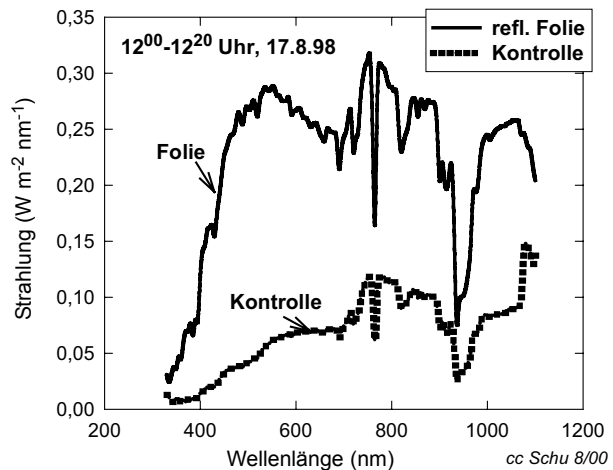


Abb. 13: Reflexionsspektrum der Unterstockfolien- und der Kontrollvariante zwischen 12.00 und 12.20 Uhr am 17.08.1998 auf dem Standort Flörsheim-Dahlsheim (verändert aus Dipl. Arbeit KELLER 1999)

unterschiedlichen Phasen während der Vegetationsperiode erfasst.

3.2.1 Standort Johannisberg

Je nach äußeren Witterungsbedingungen und Tageszeit überstiegen die Lichtwerte in der Traubenzzone in den Varianten mit Folie die Varianten ohne Folie je nach Standort um das bis zu Fünffache (Abb. 14)! Abbildung 14 zeigt einen Ausschnitt von Messungen im Jahr 2000 auf Schloss Johannisberg über 10 Tage im September (02.–12.09.00). Bei einer Nord-Süd-Orientierung der Zeilen am Hang wird deutlich, dass vor allem die Westseite von sehr hohen Rückstrahlungswerten profitiert. Unabhängig von der Witterung, die in dem gezeigten Zeitraum von schönem Wetter bis zu Regen und bedecktem Himmel schwankte, ist der reflektierte Prozentsatz an zurückgestrahltem Licht sehr konstant. Die Unterschiede zwischen den Varianten verstärken sich teilweise noch in der späten Reifephase (Oktober) (Abb. 15, 16). So erkennt man vor allem auf der Westseite deutlich höhere Werte in den Morgen- und Abendstunden bei den reflektierenden Folien (Abb. 16). Dies ist bedingt durch den niedriger werdenden Sonnenwinkel. Auf der Ostseite der Laubwand sind diese Effekte nicht so ausgeprägt (Abb. 15). Neben den direkten Effekten auf die Trauben könnte diese Erhöhung der Lichtintensität in den basalen Zonen der Laubwand zu einer Erhöhung der Photosyntheseleistung führen. Hierzu gibt es allerdings keine Untersuchungen.

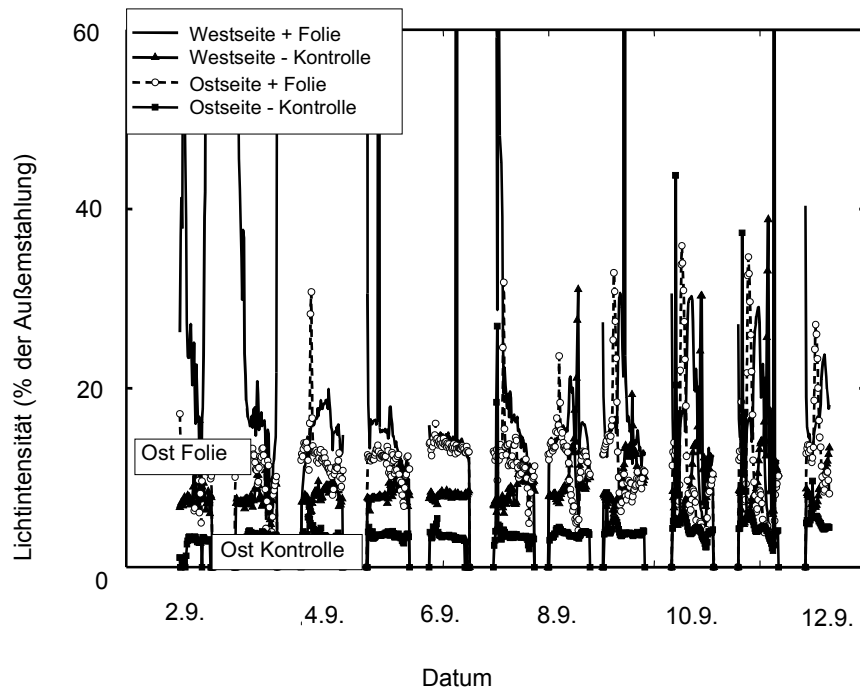


Abb. 14: Lichtintensität in der Traubenzone (400–700 nm, sichtbarer Bereich, photosynthetisch aktiv) in den Varianten mit und ohne Folie in der Zeit vom 2.–12. September 2000 in der Versuchsanlage auf Schloss Johannisberg (Riesling). Die Werte sind in % der Außenstrahlung angegeben um den Vergleich zu vereinfachen (verändert aus Dipl. Arbeit FRICKE 2001)

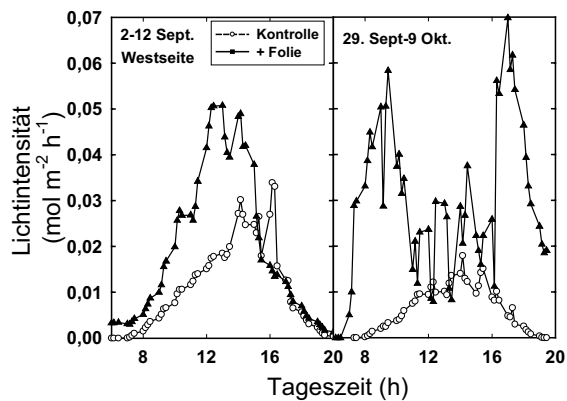


Abb. 15: Lichtreflexion im sichtbaren Spektralbereich (photosynthetisch aktiv, 400–700 nm) im Verlauf von 2 Messperioden in Abhängigkeit von der Tageszeit und der Laubwandseite. Die Werte sind Durchschnittswerte für die Westseite der Traubenzone für die jeweilige Messperiode. Die Messungen wurden auf dem Standort Johannisberg im Jahr 2000 durchgeführt (September-Oktober) (verändert aus Dipl. Arbeit FRICKE 2001)

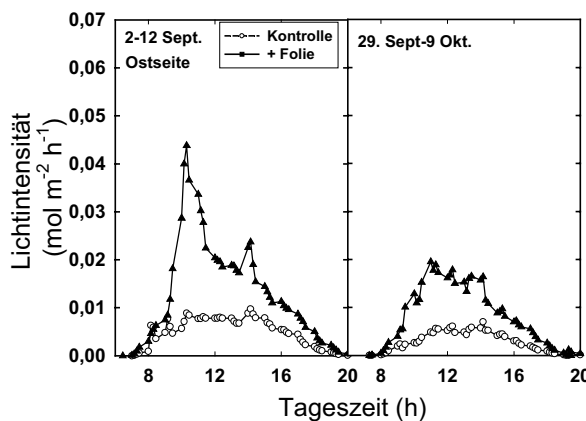


Abb. 16: Lichtreflexion im sichtbaren Spektralbereich (photosynthetisch aktiv, 400–700 nm) im Verlauf von 2 Messperioden in Abhängigkeit von der Tageszeit und der Laubwandseite. Die Werte sind Durchschnittswerte für die Ostseite der Traubenzone für die jeweilige Messperiode. Die Messungen wurden auf dem Standort Johannisberg im Jahr 2000 durchgeführt (September-Oktober) (verändert aus Dipl. Arbeit FRICKE 2001)

3.2.2 Standort Remich (Luxemburg)

Auf dem Standort Remich wurden die verschiedenen Folienvarianten ebenfalls in ihren Reflexionseigenschaften miteinander verglichen. Insgesamt lagen die Reflexionswerte etwas über denen in Johannisberg gemessenen. Allerdings waren auch die Witterungsbedingungen zum Messzeitpunkt deutlich besser. Die höchsten Reflexionswerte wies die weiße TYVEK-Folie auf. VITEXSOL und TYVEK-Metall hatten ähnliche Werte, die beide noch deutlich über der Kontrolle (offener Boden) lagen. Insgesamt wurden vor allem um die Mittagszeit 2–3fach höhere Werte bei den Folienvarianten gemessen (Abb. 17).

Der deutliche Einfluss der Folien auf die in die Traubenzone zurückgestrahlte, Energie, modifiziert das Mikroklima der Traubenzone. Hier werden Effekte erreicht, die tendenziell denen einer Entblätterung entsprechen, ohne den Nachteil zu haben, dadurch das Blatt-Fruchtverhältnis zu ändern. Zusätzlich sind die Reflexionswerte nicht hoch genug, um Sonnenbrand zu verursachen (SCHULTZ 1998).

Abb. 17: Lichtreflexion in die Traubenzone im sichtbaren Spektralbereich (photosynthetisch aktiv, 400-700 nm) bei verschiedenen Unterstockfolien im Verlauf des 14. September 1999 auf dem Standort des Weinbau-Instituts in Remich, Luxemburg (verändert aus Dipl. Arbeit FUNCK 2002)

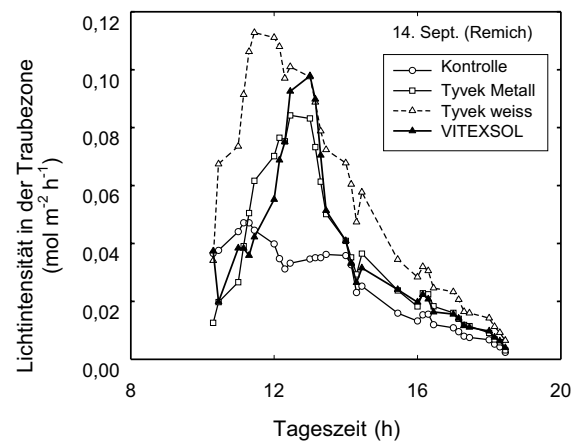
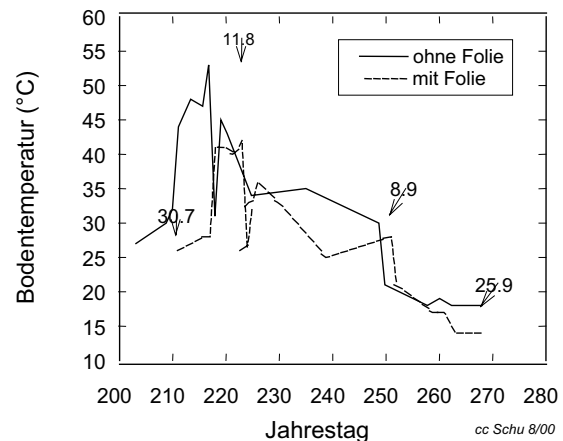


Abb. 18: Verlauf der Bodentemperatur bei den Varianten mit und ohne Folienabdeckung zwischen dem 30.07. und dem 25.09.98 auf dem Versuchsstandort Flörsheim-Dalsheim (verändert nach Dipl. Arbeit KELLER 1999)



3.3 Oberflächentemperatur von Boden-, Folien und Trauben

In den französischen Untersuchungen wurden die positiven Effekte der reflektierenden Folien auf die Weinhaltstoffe vor allem auf die Temperaturerhöhung in der Traubenzone zurückgeführt (ROBIN et al. 1996, IGOUNET et al. 1995). Da die Erziehungssysteme in den französischen Versuchen sehr viel bodennähere Traubenzonen aufwiesen als in Deutschland üblich, war nicht unbedingt von einem gleichen Effekt unter unseren Klima- und Anbaubedingungen auszugehen. Zusätzlich war zu vermuten, dass die rückgestrahlte Energie für eine Erwärmung des Bodens unter der Folie nicht zur Verfügung steht und demzufolge die Bodentemperatur geringer sein müsste als in der Kontrolle.

Mit Hilfe eines Infrarotthermometers wurde der Einfluss der Folienabdeckung auf die Bodentemperatur zu bestimmten Zeiten während den Vegetationsperioden 1998, 1999 und 2000 untersucht. Bereits in den Versuchen 1998 wurde deutlich, dass die Bodentemperaturen durch die Folie stark gesenkt wurden. Im Mittel der Vegetationsperiode Juli bis Oktober betrug die Tempe-

raturreduzierung auf dem Standort Flörsheim-Dalsheim mit kalkhaltigem Löss-Lehm Boden im Jahr 1998 ca. 6,5 °C (KELLER 1999) (Abb. 18) und auf den Keuper- und Muschelkalkböden in Luxemburg ca. 2–3 °C (FUNCK 2002) (Abb. 19). Auf dem Taunus-Phyllit-Schieferboden des Staatsweinguts Assmannshausen im Jahr 2000 dagegen schwankte der Temperaturunterschied zwischen +2 °C zu Gunsten und –5 °C zu Ungunsten der Folie (FRICKE 2001). Insgesamt ergab sich eine deutliche Tendenz zu niedrigeren Bodentemperaturen, was sicherlich den Wasserhaushalt der Rebe wie auch die Nährstoffaufnahme beeinflusst und damit auch die Inhaltsstoffzusammensetzung. Das bedeutet, dass bei nicht bedecktem Boden mehr Evaporation stattfinden kann. Dies ist bisher in keinem der Versuche im Ausland konstatiert bzw. gemessen worden, hat aber mit Sicherheit große Auswirkungen auf den Wasserhaushalt der Rebe, wie auch auf die Nährstoffaufnahme und damit auch auf die Inhaltsstoffzusammensetzung. Dies könnte vor allem in trockenen Jahren und Lagen ein deutlicher Vorteil zu Gunsten der Folien sein.

Im Gegensatz zur Bodentemperatur waren die Temperaturen in der Laubwand bzw. auf der Traubenoberfläche in den meisten

Fällen leicht erhöht in den Folienvarianten. Dies hing allerdings stark von der Höhe der Traubenzone über der Folie ab. So erhöhte sich die maximale Lufttemperatur in unmittelbarer Umgebung der Traubenzone im Versuch in Luxemburg bei der VITEXSOL-Folie um 0,7 °C, die Durchschnittstemperatur allerdings nur um 0,3 °C (Abb. 20). Diese Temperaturveränderungen liegen deutlich unter den 1,5–2,5 °C, die in Südfrankreich festgestellt wurden (ROBIN et al. 1996b, IGOUNET et al. 1995).

In der Tendenz lagen die Traubentemperaturen in den Folienvarianten ca. 0,3 °C höher auf dem Standort Flörsheim-Dalsheim (KELLER 1999), 0,8 bis in Ausnahmefällen 5 °C höher auf dem Standort Luxemburg (FUNCK 2002) und je nach Zeitpunkt während der Vegetationsperiode und Tageszeit zwischen 1 °C und 4 °C höher auf dem Standort Assmannshausen 2000 (FRICKE 2001) (Abb. 21). Insgesamt waren die Unterschiede in Johannisberg am ausgeprägtesten, da in dieser Anlage der Gertdraht auf 50 cm über dem Boden fixiert war und durch die größere Bodennähe ein intensiverer Temperatureffekt, vor allem auf der Westseite zu beobachten war (Tab. 8). Etwas geringer waren die Unterschiede auf dem Standort Assmannshausen (Abb. 21), auf dem je nach Ve-

Abb. 19: Verlauf der Bodentemperatur bei den Varianten mit und ohne Folienabdeckung im Verlauf des 14. September am Standort Remich (verändert nach Dipl. Arbeit FUNCK 2002)

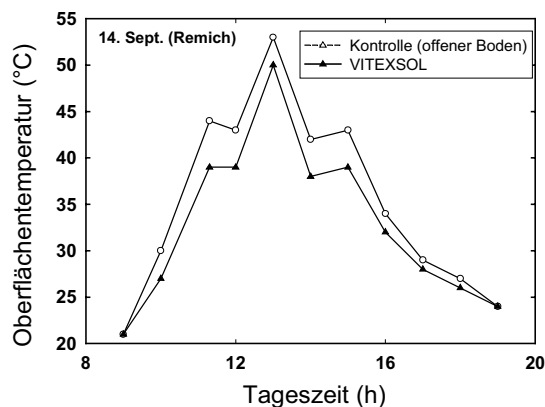
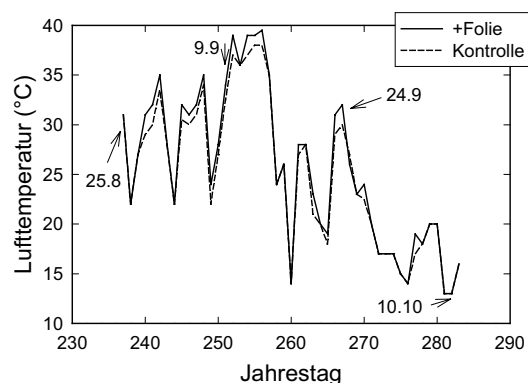


Abb. 20: Verlauf der maximalen Lufttemperatur in der Nähe der Traubenzone bei den Varianten mit und ohne Folienabdeckung (VITEXSOL) im Verlauf der Reife-phase vom 25.08–12.10.2000 in Remich, Luxemburg (verändert nach Dipl. Arbeit FUNCK 2002)



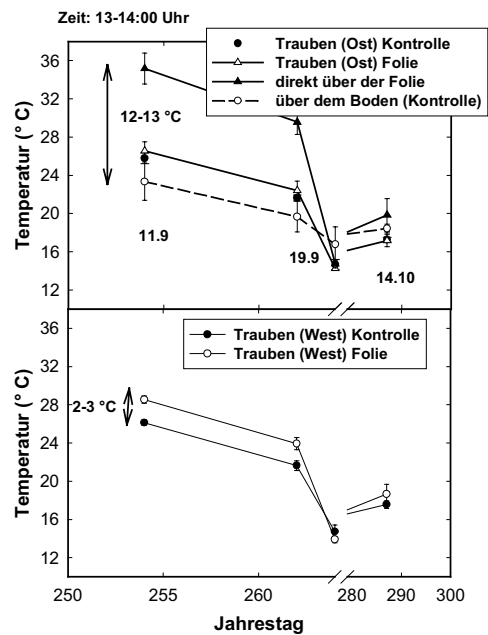


Abb. 21: Verlauf der Traubentemperatur im Vergleich zur Bodentemperatur und der Temperatur direkt über der VITEXSOL-Folie während der Reifephase bei den Varianten mit und ohne Folienabdeckung auf dem Standort Assmannshausen 2000 (verändert nach Dipl. Arbeit FRICKE 2001)

Tab. 8: Traubentemperaturmessungen auf der Ost- und Westseite der Traubenzone einer Rieslinganlage auf Schloss Johannisberg (2000) an verschiedenen Tagen während der Reifephase jeweils zwischen 13.00 und 14.00 Uhr

Traubentemperatur 13.00–14.00 Uhr Schloß Johannisberg Datum	Ostseite (°C)		Westseite (°C)	
	Kontrolle	Folie	Kontrolle	Folie
11.09.00	23,5±0,7	24,4±0,4	26,7±0,4	27,7±1,1
19.09.00	20,8±1,0	24,1±2,1	25,3±1,7	28,7±1,6
14.10.00	23,7±1,1	27,1±2,5	28,1±1,7	32,3±1,8

Tab. 9: Ernteergebnisse bei Spätburgunder, Weißburgunder, Riesling, St. Laurent und Auxerrois bei den Folienvarianten im Vergleich zur Kontrolle für die Jahre 1997 bis 2002 am Standort Geisenheim

	Ertrag kg/ar		Mostgewicht (°Oe)		Säure (g/l)	
	Kontrolle	+ Folie	Kontrolle	+ Folie	Kontrolle	+ Folie
Spätburgunder						
1997	103,3±8	109,9±9	93,5±4	94,8±1	11,4±0,3	11,2±0,5
1998	132,6±5	119,8±24	85,5±2	86,0±2	13,5±0,7	13,3±0,4
1999	178,5±6	189,7±18	79,5±5	78,8±3	9,4±0,5	9,4±0,4
Weißburgunder						
1997	75,6±15	82,12±13	97,3±2	99,5±1	7,1±0,1	6,9±0,1
1998	112,9±10	112,8±6	86,8±3	87,3±8	8,1±0,7	7,9±0,3
1999	156,8±15	198,0±8	84,4±5	77,8±5	7,5±0,3	7,1±0,3
Riesling						
1997	124,9±6	129,9±8	83,6±1	88,0±4	10,8±0,3	11,3±0,1
1998	135,8±14	146,3±15	81,5±1	80,3±2	11,6±0,5	11,9±0,3
1999	208,5±15	214,2±19	78,0±3	81,3±5	8,9±0,4	9,1 ±0,3
2001	108,9±12	116,6±11	87,1±2	89,7±1	10,5±0,4	9,7±0,6
Auxerrois						
2002	158,6±9	164,4±14	84,0±5	84,9±2	4,6±0,2	4,5±0,2
St. Laurent						
2002	157,6±21	155,2±28	77,3±3	77,2±3	8,4±0,7	9,1±1,1

getationsphase die Folienvariante ca. 2 °C höhere Traubentemperaturen aufwies. Aber selbst geringe Unterschiede in der Traubentemperatur können deutliche Unterschiede in der Fruchtzusammensetzung hervorrufen (COOMBE 1987).

3.4 Ernteergebnisse

3.4.1 Geisenheim

Nachstehend sind in Tabelle 9 die Ernteergebnisse des Versuches in Geisenheim für die Jahrgänge 1997, 1998, 1999, 2001, 2002 aufgeführt. Im Jahr 1997 wurde bei allen Sorten bei geringfügig höheren Erträgen bei den Folienvarianten immer auch gleichzeitig höhere Mostgewichte ermittelt. Die Unterschiede betrugen beim Spätburgunder ca. 1 °Oe, beim Weißburgunder ca. 2 °Oe und beim Riesling 4 °Oe (Tab. 9), was zum Teil die Möglichkeit der verbesserten Zuckereinlagerung bestätigt. 1998 waren unterschiedliche Tendenzen bei den Erträgen festzustellen bei ähnlichen Mostgewichten.

Im Jahr 1999 hatte die Folie bei allen Sorten höhere Erträge, was die Mostgewichte bei den Sorten Blauer Spätburgunder und Weißburgunder negativ beeinflusste, aber nicht beim Riesling. Diese Tendenz beim Riesling bestätigte

Tab. 10: Beispiel für Ernteergebnisse aus den Folienversuchen im Jahr 2000 bei den beteiligten Betrieben

Sorte Betrieb	Ertrag (kg/a)		Mostgewicht (°Oe)		Säure (g/l)		Bemerkung
	Kontr.	Folie	Kontr.	Folie	Kontr.	Folie	
Riesling Johannisberg	84,9	83,4	93	95	9,4	8,8	nur gesundes Material für Weinbereitung verwendet
Riesling Spay	-	-	77–84	77–84	7,8–9,5	7,8–9,5	je nach Selektion
Spätburgunder Assmannshausen	ca. 50	Ca. 50					nur gesundes Material verwendet
Spätburgunder Bürgstadt	-	-	86	86	9,7	9,7	nur gesundes Material verwendet

sich auch im Jahr 2001. Eine geringfügige Erhöhung der Erträge durch die Folien ist durch eine bessere Augenfruchtbarkeit denkbar. Allerdings kann dieser Effekt nur gering ausfallen, da zum Zeitpunkt der Ausbringung der Folie die Differenzierungsprozess der Trauben in den Winteraugen für das darauffolgende Jahr weitgehend abgeschlossen sind. Tendenziell scheint der Riesling zumindest in Bezug zur Zuckereinlagerung von allen getesteten Sorten am besten zu reagieren, wobei im Durchschnitt der Jahre die Ergebnisse bei allen Sorten insgesamt eher auf der positiven Seite lagen. Dies traf auch auf die Versuche in Luxemburg zu.

Trotz der im Schnitt höheren Traubentemperaturen in den Folienvarianten war die Säure in der Tendenz nur bei den Burgundersorten etwas reduziert (Tab. 9). Beim Riesling wurde teilweise sogar eine Säurerhöhung ermittelt (Tab. 9). Hier waren wahrscheinlich die Unterschiede in den Traubentemperaturen nicht ausgeprägt genug, um einen Einfluss zu haben. Auch andere Untersuchungen belegen starke Sortenunterschiede (Fox 2001).

Tab. 11: Mostgewichtsergebnisse des Weingut-am-Stein (Franken) bei unterschiedlichen Sorten im Jahr 2002

Lage Sorte Lesezeitpunkt	+ Folie	Kontrolle
Escherndorfer Fürstenberg Müller Thurgau (°Oe) Lese: 08.10.02	80	80
Würzburger Innere Leiste Silvaner (°Oe) Lese	90	91
Escherndorfer Lump Riesling (°Oe) Lese: 07.11.02	89	89

Tab. 12: Teil der Ernteergebnisse des Versuchsstandorts Remich/Luxemburg

Sorte	Kontrolle	Folie VITEXSOL	Folie TYVEK Metall	Folie TYVEK weiß
Grauburgunder				
Ertrag (kg/ar)	156,9	145,7	108,3	120,5
Mostgewicht (°Oe)	91	91	91	93
Säure (g/l)	6,4	6,7	6,5	6,5
Spätburgunder				
Ertrag (kg/ar)	117,9	80,2	107,2	94,3
Mostgewicht (°Oe)	88	89	89	90
Säure (g/l)	9,6	8,5	9,2	8,3

Tab. 13: Mostgewicht, Gesamtsäure und pH-Wert bei den Sorten

Sorte	Kontrolle	Mostgewicht (°Oe)	Gesamtsäure (g/l)	pH-Wert
Chardonnay	Kontrolle	89	7,4	3,15
	TYVEK weiß	90	6,9	3,10
	TYVEK Metall	88	7,6	3,11
Weißburgunder	Kontrolle	80	7,3	3,15
	TYVEK weiß	85	6,9	3,14
	TYVEK Metall	81	7,1	3,13
Riesling	Kontrolle	78	9,2	2,95
	TYVEK weiß	81	8,9	2,95
	TYVEK Metall	79	9,1	2,96

3.4.2 Privatbetriebe

Bei den Privatbetrieben waren oft keine oder nur sehr geringe analytische Unterschiede zu verzeichnen, wobei hier keine genaue Ertragserfassung möglich war (Tab. 10, 11).

3.4.3 Standorte in Luxemburg

Auf dem Standort Remich überzeugte vor allem die weiße TYVEK-Folie, die bei allen Sorten sowohl 1999 als auch im Jahr 2000 die höchsten Mostgewichte (bis 5 °Oe) induzierte (Tab. 12–14). Die mit Metall be-

dampfte TYVEK-Folie sowie VITEXSOL lagen nur geringfügig über der Kontrolle bzw. waren gleich (Tab. 12, 13, 14). Klarer war auf diesem Standort auch die Tendenz in der Säure. Während VITEXSOL und TYVEK-Metall vergleichbare bzw. höhere Werte als die Kontrolle aufwiesen, waren die Säurewerte bei der TYVEK-weiß-Variante mit Ausnahme des Spät- und Grauburgunders 1999 immer erniedrigt (Tab. 12–14). Auf dem zweiten luxemburger Standort, auf dem nur die Folie VITEXSOL zum Einsatz kam, waren keine großen Unterschiede feststellbar.

Hier muss angemerkt werden, dass die Ertragsdaten nur für zwei Sorten und ein Jahr vorliegen (Tab. 12). Auch fielen die TYVEK-Folien durch teilweise geringere Erträge auf (Tab. 12), deren Ursachen unklar sind.

3.5 Reifeverlauf

Beispielhaft sind in den Abbildungen 22 und 23 der Reifeverlauf von Mostgewicht und Säure bei der Sorte Riesling auf dem Standort Geisenheim dargestellt. Dieser Verlauf ist relativ charakteristisch für den Effekt der VITEXSOL-Folie. Größere Unterschiede bilden sich erst gegen Ende der Vegetationsperiode heraus, wobei je nach Jahrgang die Menge-Güte-Relation der Folienvariante deutlich zu höheren Mostgewichten verschoben sein kann (Abb. 24).

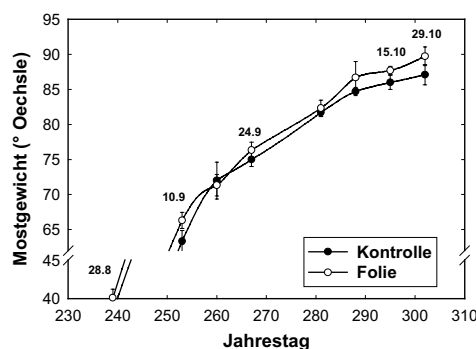


Abb. 22: Reifeverlauf der Kontrolle und der Folienvariante (VITEXSOL) beim Mostgewicht im Jahr 2001 bei der Sorte Riesling auf dem Standort Geisenheim

Tab. 14: Mostgewicht, Gesamtsäure und pH-Wert bei den Sorten

Sorte	Kontrolle	Mostgewicht (°Oe)	Gesamtsäure (g/l)	pH-Wert
Spätburgunder	Kontrolle	79	10,8	2,90
	TYVEK weiß	81	10,8	3,04
Grauburgunder	Kontrolle	79	8,4	3,25
	TYVEK weiß	82	8,1	3,28
Chardonnay	Kontrolle	79	7,4	3,06
	TYVEK weiß	78	8,9	3,06
Weißburgunder	Kontrolle	74	8,2	3,16
	TYVEK weiß	80	7,5	3,21
Riesling	Kontrolle	74	10,2	3,01
	TYVEK weiß	77	9,4	3,14

3.6 Farbzusammensetzung (L, a, b) der Beeren

Die Farbzusammensetzung der Beeren wurde mit einem Spektralphotometer direkt an den intakten Früchten gemessen. Die Beeren aus der Variante VITEXSOL-Folie wiesen geringere Rotkomponenten gegenüber der Kontrolle auf (Abb. 25). Dies war während der gesamten Reifephase festzustellen und ist wahrscheinlich auf einen lichtinduzierten verstärkten Carotinoidabbau zurückzuführen. Dieser Abbau ist nötig, um Aromastoffe wie Norisoprenoide zu bilden (RAZUNGLÉS et al. 1998) und würde die etwas verbesserte Aromatik der Folienweine erklären.

3.7 Trauben- und Mostinhaltsstoffe

3.7.1 Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe

In den einzelnen Versuchsvarianten wurden über alle Jahre hinweg Beerenproben zur Bestimmung des Aromapotenzials bei den verschiedenen Sorten genommen. Das Aromapotenzial bezeichnet die Gesamtheit aller sekundären Pflanzeninhaltsstoffe, darunter

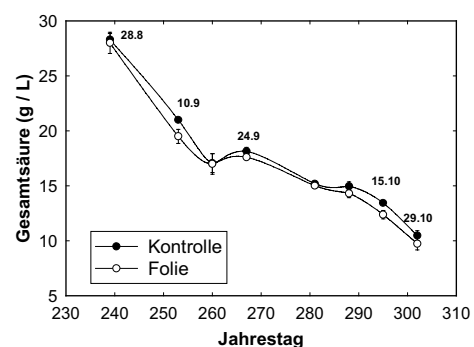


Abb. 23: Verlauf der Säureentwicklung bei der Kontrolle und der Folienvariante (VITEXSOL) im Jahr 2001 bei der Sorte Riesling auf dem Standort Geisenheim

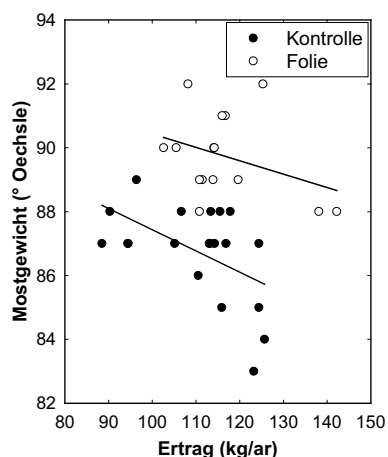


Abb. 24: Menge-Güte Relation der Kontrolle und der Folienvariante (VITEXSOL) bei der Sorte Riesling im Jahr 2001 auf dem Standort Geisenheim

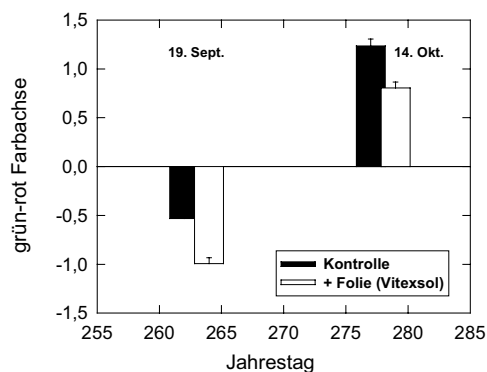


Abb. 25: Vergleich der Farbkomponenten auf der grün-rot Achse bei Beeren der Sorte Auxerrois aus den Varianten Kontrolle und VITEXSOL-Folie im Jahr 2002

ein Großteil der Aromavorstufen (G-G), die an Zucker gebunden sind. Bei der Sorte Riesling wurde in den meisten Versuchsjahren und auf allen Versuchsstandorten tendenziell immer ein höheres Aromapotenzial in den Folienvarianten gefunden (Tab. 15). Die Unterschiede waren meist statistisch hoch

signifikant. Diese Erhöhung der G-G-Werte war auch in den Weinen nachweisbar und wirkte sich auf die sensorische Beurteilung aus.

Bei der Sorte Spätburgunder waren die Ergebnisse uneinheitlich, meist aber positiv zu Gunsten der Folienvarianten, vor allem

Tab. 15 : Vergleich der gebundenen sekundären Inhaltsstoffe der Beeren (darunter auch alle Aromavorstufen) bei der Sorte Riesling für Varianten mit und ohne reflektierende Unterstockfolien (VITEXSOL) über 5 Jahre

Jahr	Betrieb	G-G-Sekundärmetaboliten ($\mu\text{mol} \cdot \text{BFG}^{-1}$)		ges. Phenole (mg/l)	
		Kontrolle	+Folie	Kontrolle	+ Folie
1998	FA Geisenheim	0,56	0,62 n.s.		
1999	FA Geisenheim	0,39	0,40 n.s.		
1999	Weingut Weingart	0,59	0,64 ^x		
2000	Schloss Johannisberg	0,58	0,69 ^{xxx}	390	432 ^{xxx}
2001	FA Geisenheim	0,47	0,63 ^{xxx}		
2001	Weingut Weingart	0,45	0,51 ^x	290	311 ^{xxx}
2002	Weingut-am-Stein	0,44	0,55 ^{xx}	294	356 ^{xx}

n.s. = statistisch nicht signifikant

^x, ^{xx}, ^{xxx} = statistisch signifikant (* $p < 0,05$, ^{xx} $p < 0,01$, ^{xxx} $p < 0,001$)

Tab. 16: Vergleich der gebundenen sekundären Inhaltsstoffe der Beeren unterteilt in „red-free“ (Aromaanteil) und Farbanteil bei der Sorte Spätburgunder für Varianten mit und ohne reflektierende Unterstockfolie (VITEXSOL) über mehrere Jahre auf verschiedenen Standorten

Jahr	Betrieb	G-G-Sekundärmetaboliten ($\mu\text{mol} \cdot \text{BFG}^{-1}$)		ges. Phenole (mg/l)	
		red-free (Aromaanteil)		Farbanteil	
		Kontrolle	+Folie	Kontrolle	+ Folie
1998	FA Geisenheim	1,19	1,14 n.s.	1,08	1,18 ^x
1999	FA Geisenheim	0,67 ^{xxx}	0,45	1,20 ^{xx}	1,10
2000	Staatsweingut Assmannshausen	0,82	1,07 ^{xxx}	1,50	1,77 ^{xxx}
2000	Weingut Paul Fürst Bürgstadt	0,41	0,36 n.s.	1,12	1,06 n.s.

n.s. = statistisch nicht signifikant

^x, ^{xx}, ^{xxx} = statistisch signifikant (* $p < 0,05$, ^{xx} $p < 0,01$, ^{xxx} $p < 0,001$)

Tab. 17: Vergleich der gebundenen sekundären Inhaltsstoffe der Beere (einschließlich Aromavorstufen) bei verschiedenen weißen und roten Rebsorten auf verschiedenen Standorten aus unterschiedlichen Jahrgängen

Jahr	Sorte	Betrieb	G-G-Sekundärmetaboliten ($\mu\text{mol} \cdot \text{BFG}^{-1}$)		ges. Phenole (mg/l)	
			Kontrolle	+Folie	Kontrolle	+Folie
1998	Weißburgunder	FA Geisenheim	0,51 ^{xx}	0,46		
1999	Weißburgunder	FA Geisenheim	0,45	0,45 n.s.		
2002	Müller-Thurgau	Wgt.-am-Stein	0,42	0,46 ^{xx}		
2002	Silvaner	Wgt.-am-Stein	0,43	0,50 ^{xx}	317	345 ^{xx}
2002	Auxerrois	FA Geisenheim	0,58	0,58 n.s.	213	218 n.s.
2002	St. Laurent	FA Geisenheim	3,05	3,73 ^{xxx}	268	328 ^{xxx}

n.s. = statistisch nicht signifikant ^{*}, ^{xx}, ^{xxx} = statistisch signifikant (^{*}p < 0,05, ^{xx}p < 0,01, ^{xxx}p < 0,001)

bei den Proben von den Betrieben in Assmannshausen und Flörsheim-Dalsheim, mit Abweichungen beim Betrieb Fürst aus Bürgstadt in Franken (Tab. 16).

Auch bei anderen Sorten, wie z. B. Weißburgunder, gab es uneinheitliche Ergebnisse. Bei der Sorte Weißburgunder waren die Ergebnisse z. B. genau umgekehrt. Hier waren bei der Kontrollvariante immer höhere Aromapotenziawerte in den Beeren zu finden (Tab. 17). Deutlich waren allerdings die Vorteile bei den Folienvarianten bei den Sorten Müller-Thurgau und Silvaner des Weingut-am-Stein, Franken, im Jahr 2002 ausgeprägt (Tab. 17).

In den Abbildungen 26 und 27 sind Ergebnisse von Traubenproben verschiedener beteiligter Betriebe bei den Sorten Riesling, Silvaner und Spätburgunder dargestellt.

Insgesamt deutet sich an, dass bei stark ertragsbegrenzten Anlagen die G-G-Werte teilweise deutlich höher bei den Folienvarianten waren. FOX und KAST (2002) fanden keine Unterschiede in den Terpenwerten bei Folienversuchen in Weinsberg. Allerdings erfasst die G-G-Analytik auch andere Aromastoffe außer den Terpenen (die Norisoprenoide) sowie einige phenolische Glykoside.

Bei der Sorte Riesling bestätigten auch die Ergebnisse von 2001, dass die teilweise deutlich höheren Werte an glycosidisch gebundenen Sekundärmetaboliten unabhängig von Ertrag und Mostgewicht waren (Tab. 18).

Parallel zu den G-G-Werten stiegen auch die Gesamt-Phenolgehalte. Die Phenole hatten allerdings keinen negativen Einfluss auf die sensorische Bewertung der Weine.

Bei Verkostungen der Riesling-Weine der im Jahr 2000 beteiligten Betriebe Florian Weingart, Spay (Mittelrhein) und Schloss Johannisberg (Rheingau) wurden die Folienvarianten eindeutig bevorzugt. Auch in anderen Studien, allerdings mit Tafeltrauben, wurden die Beeren aus den Folienvarianten als aromatischer bezeichnet (SAUVAGE et al. 1998).

3.7.2 Anthocyane in Trauben

Neben den Farbwerten, die über die G-G-Analytik bestimmt werden, wurden in einem Versuchsjahr auch Anthocyane in der Bee-

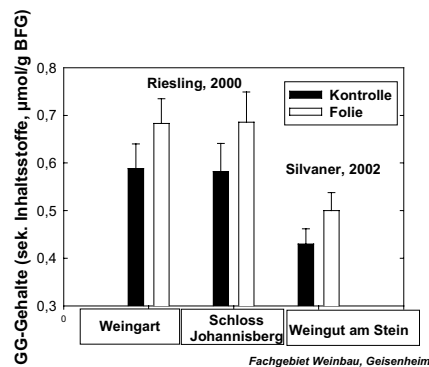


Abb. 26: Aromavorstufen beim Riesling in Beeren aus den Betrieben Weingart/Spay (Mittelrhein), Schloss Johannisberg (Rheingau) und dem Weingut-am-Stein (Franken) bei der Sorte Silvaner aus den Jahren 2000 und 2002

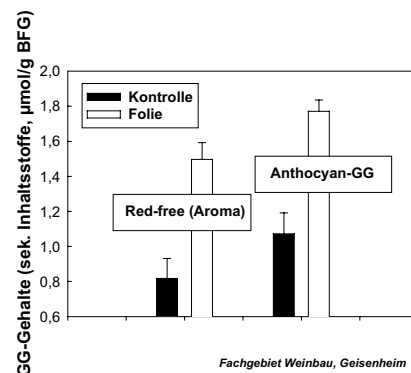


Abb. 27: Aromavorstufen (red-free) und Farbkompone-nenten der Kontrolle und der Folienvariante (VITESOL) bei Spätburgunderbeeren des Staatsweingutes Assmannshausen bei starker Ertragsregulierung im Jahr 2000

renhaut bestimmt. Die Ergebnisse waren allerdings nicht eindeutig, da starker Botrytisbefall auch die Farbstoffe deutlich geschädigt hatte. In der Tendenz hatte die Folienvariante gegen Ende der Reifephase jedoch sehr viel höhere Malvidin-3-Glucosid-Werte als die Kontrolle, was als ein Indiz für eine stabilere Farbe gelten kann (KELLER 1999). Dies entspricht in etwa den Ergebnissen anderer Studien, in denen die Folienvarianten eine intensivere (ROBIN et al. 2000) und gleichmäßigere Verfärbung (SAUVAGE et al. 1998) bei Tafeltrauben zeigten.

3.7.3 Kalium, Calcium und Magnesium

Deutliche Unterschiede ergaben sich, unabhängig von Standort, Jahrgang und Sorte, im Kaliumgehalt (Tab. 19). Dieser lag beim Vergleich der Folie VITEXSOL mit der Kontrolle immer deutlich höher in den Folienvarianten. Bei der TYVEK-Folie war dies nicht der Fall (FUNCK 2002), sondern in der Tendenz eher umgekehrt. Auch reduzierte die TYVEK-Folie die Calciumwerte unabhängig von der Sorte (FUNCK 2002), während die VITEXSOL-Folie keine gerichteten Veränderungen bewirkte (KELLER 1999). Auch bei den Magnesiumgehalten gab es keine eindeutigen Tendenzen (FUNCK 2002). Die Unterschiede beim Kalium sind wahrscheinlich auf den veränderten Wasserhaushalt zurückzuführen und tragen im Fall der Folie VITEXSOL sicherlich auch zu einem besseren Abpuffern der Weine bei (KELLER 1999).

3.7.4 Aminosäuregehalte im Most

Bei den Aminosäuregehalten im Most fielen nur sehr geringe Unterschiede auf. So lagen in den Mosten aus dem Jahr 2000 die Aminosäuregehalte fast ausnahmslos geringfügig höher in den Kontrollvarianten als in den Folienvarianten. Nur beim Spätburgunder des

Tab. 18: Aromavorstufen und Phenolgehalte in Beeren aus den Folienversuchen in Geisenheim 2001

Riesling 2001	Kontrolle	+ Folie
Ertrag (kg/ar)	108,9±12,4	116,6±11,1
Mostgewicht (°Oe)	87,1±1,5	89,7±1,3
pH-Wert	3,02±0,05	2,99±0,05
G-G (μmol/g BFA)	0,47	0,63***
Gesamt-Phenole (mg Catechin/L)	390	432***

Tab. 19: Kaliumgehalte in mg/l der Versuchsmoste bei unterschiedlichen Sorten aus verschiedenen Jahrgängen und von verschiedenen Standorten

Betrieb	Sorte (Jahr)	+Folie	Kontrolle
Schloss Johannisberg (Rheingau)	Riesling (2000)	1 111	1 104
Weingut Weingart/Spay (Mittelrhein)	Riesling (2000)	1 229	956
Staatsweingut Assmannshausen (Rheingau)	Spätburgunder (2000)	2 071	1 877
Weingut Fürst/Bürgstadt (Franken)	Spätburgunder (2000)	1 910	1 753
Weingut Funck (Luxemburg)	Spätburgunder (1999)	918	801
Weingut Keller/Flörsheim-Dalsheim (Rheinhessen)	Spätburgunder (1998)	1 820	1 240

Weingut Fürst war es umgekehrt und entsprach damit eher den französischen Ergebnissen (ROBIN et al. 1995). Die Unterschiede im Aminosäuregehalt hatten keinerlei Auswirkung auf den Gärverlauf (FRICKE 2001). Hier war nur auffallend, dass der Abbau der Aminosäure Arginin in den Folienvarianten stärker erfolgte als bei den Kontrollen (FRICK 2001).

3.8 Botrytisanfälligkeit

Im Gegensatz zu anderen Untersuchungen (FOX und KAST 2002) wurde über den ganzen Untersuchungszeitraum bei allen Sorten entweder kein Unterschied im Botrytisbefall zwischen den Varianten festgestellt bzw. in den meisten Fällen ein geringerer Befall bei den Folienvarianten. Als Beispiel hierfür sind Boniturergebnisse aus dem Jahr 2002 bei der Sorte Auxerrois dargestellt (Tab. 20).

Tab. 20: Botrytisbefall bei der Sorte Auxerrois im Geisenheimer Folienversuch 2002

		Auxerrois	
Variante		Kontrolle	+ Folie
Befallsstärke	% (BS)	8,2	6,8
Ohne Befall	% (BH)	44,0	52,8
Mit Befall	% (BH)	56,0	47,2

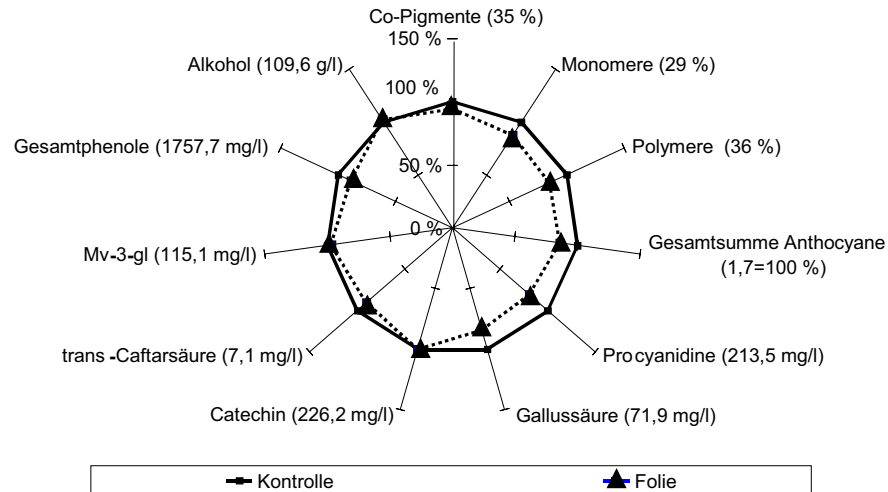


Abb. 28: Vergleich einiger Phenole sowie der Farbanteile eines 2000er Spätburgunders des Staatsweinguts Assmannshausen aus der Kontroll- und aus der Folienvariante (nach BERNHART 2002)

3.9 Weinanalysen und Sensorik

3.9.1 Anthocyane, Co-Pigmente und Einzelphenole im Wein

Die Spätburgunder-Weine des Versuchsstandorts Assmannshausen aus dem Jahr 2000 wurden an der SLFA Neustadt auf ihre Anthocyanzusammensetzung und die Co-Pigmente untersucht (BERNHART 2002). Obwohl die Beerenproben deutliche Vorteile in Bezug zum Anthocyangehalt ergaben, waren diese Unterschiede im Wein nicht feststellbar. Sowohl bei den Co-Pigmenten, als auch bei monomeren und polymeren Anthocyanen hatte die Kontrolle eher leicht höhere Werte als die Folienvariante (Abb. 28).

Co-Pigmentierung kann für 30 bis 50 % der Farbe in Jungweinen verantwortlich sein und manche Co-Faktoren, wie z. B. Quercetin, welches stark auf Belichtung der Trauben reagiert, führen zu einer Verschiebung des Farbtons zu mehr blau-violett Tönen (BOULTON 2001).

In den Analysen auf Einzelphenolkomponenten der 2002er Weine vom Weingut-am-Stein durch die Universität Würzburg wurden nur wenige Unterschiede zwischen der Folienvariante und der Kontrolle gefunden. So war das Verhält-

nis von Kaffeesäure zu Coumarsäure in den Folienvarianten erhöht und der Quercetiningehalt erniedrigt. Besonders das letzte Ergebnis ist erstaunlich, da Quercetin stark auf Belichtung reagiert (PRICE et al. 1994), also eher das umgekehrte Ergebnis zu erwarten war.

3.9.2 Handelsanalysen der Weine

Nachstehend sind einige Handelsanalysen der Versuchsweine aus den Jahren 1998, 2000, 2001 und 2002 bei unterschiedlichen Sorten aufgezeigt. Es zeigten sich nie Auffälligkeiten oder besonders große Unterschiede zwischen den Varianten, bei den Verkostungen wurden die Weine aber immer als sehr unterschiedlich angesprochen.

Tab. 21: Analysen der Versuchsweine mit und ohne Unterstockfolie der Sorte Riesling aus dem Jahr 1998 (FA Geisenheim) und 2000 (Schloss Johannisberg)

Messparameter	Jahr/Sorte	Varianten			
		Riesling 1998 FA Geisenheim		Riesling 2000 Schloss Johannisberg	
		Kontrolle	+ Folie	Kontrolle	+ Folie
Ges. Alkohol	(g/l)	87,80	84,58	97,73	99,78
Tats. Alkohol	(g/l)	87,29	84,16	92,15	93,97
Alk. Vol. %		11,06	10,66	11,68	11,91
Ges. Extrakt	(g/l)	21,93	21,5	35,34	35,01
Zfr. Extrakt	(g/l)	20,83	20,60	23,34	22,51
Rest-Extrakt	(g/l)	6,95	6,63	9,47	8,70
Restzucker	(g/l)	2,1	1,9	13,0	13,5
Ges. Säure (Wein)	(g/l)	7,7	8	7,20	7,10
pH-Wert (Wein)		3,3	3,24	3,30	3,30
Freie SO ₂		36	30	33	33
Ges. SO ₂		89	88	129	141
Dichte		0,9938	0,9941	0,99830	0,99790

3.9.3 Sensorische Beurteilung der Weine

Die sensorischen Untersuchungen zeigten bei den Versuchen in Deutschland meist positive Ergebnisse. Hierbei ist vor allem der Betrieb Weingart hervorzuheben, der seit Beginn der Versuche die Weine aus der Folienvariante teurer verkauft als die aus der Kontrolle, wobei die Erträge sich nicht veränderten. Langfristig rechtfertigt nur ein höherer Erlös die hohen Investitionskosten für die Folien. Auffallend war bei den Verkostungen, dass sich die Weine vor allem im Jungweinstadium und kurz nach der Füllung oft unterschieden, dass aber diese Unterschiede mit zunehmender Lagerungszeit immer geringer wurden. Dies könnte, vor allem beim Riesling, auf ein zunächst höheres Potenzial an gebundenen Aromastoffen zurückzuführen sein. Diese Aromastoffe werden während der Verarbeitung und im Jungwein freigesetzt und bestimmen dann den sensorischen Eindruck.

3.9.3.1 Versuchsstandorte in Deutschland

3.9.3.1.1 Riesling und Spätburgunder

In Abbildung 29 und 30 sind zwei Verkostungsergebnisse der 2000er Riesling Weine des Betriebes Schloss Johannisberg zu ver-

Tab. 22: Analysen der Versuchsweine mit und ohne Unterstockfolie der Sorten Riesling und St. Laurent aus den Jahren 2001 und 2002 (FA Geisenheim)

Messparameter	Jahr/Sorte	Varianten			
		Riesling 2001 FA Geisenheim		St. Laurent 2002 FA Geisenheim	
		Kontrolle	+ Folie	Kontrolle	+ Folie
Ges. Alkohol	(g/l)	98,82	100,29	97,42	101,91
Tats. Alkohol	(g/l)	91,94	93,73	96,49	100,94
Alk. Vol. %		11,65	11,87	12,23	12,79
Ges. Extrakt	(g/l)	39,11	36,46	28,52	29,45
Zfr. Extrakt	(g/l)	24,31	22,36	26,52	27,35
Rest-Extrakt	(g/l)	9,26	8,14	12,00	12,51
Restzucker	(g/l)	15,8	15,1	3	3,1
Ges. Säure (Wein)	(g/l)	8,43	7,58	7,4	7,43
pH-Wert (Wein)		3,20	3,26	3,60	3,60
Freie SO ₂		57	58	39	50
Ges. SO ₂		153	155	72	84
Dichte		0,99980	0,9985	0,99500	0,99470

Tab. 23: Analysen der Versuchsweine mit und ohne Unterstockfolie der Sorte Riesling aus dem Jahr 2001 (Weingut Weingart, Spay, Mittelrhein)

Messparameter	Jahrgang/Sorte	Variante	
		Kontrolle	+ Folie
Ges. Alkohol	(g/l)	105,2	104,3
Tats. Alkohol	(g/l)	102,8	100,4
Alk. Vol. %		12,8	12,7
Ges. Extrakt	(g/l)	30,7	31,2
Zfr. Extrakt	(g/l)	23,4	23,0
Restzucker	(g/l)	7,3	8,2
Ges. Säure (Wein)	(g/l)	7,9	7,4
Freie SO ₂		53	43
Ges. SO ₂		102	92
Dichte		0,9951	0,9954

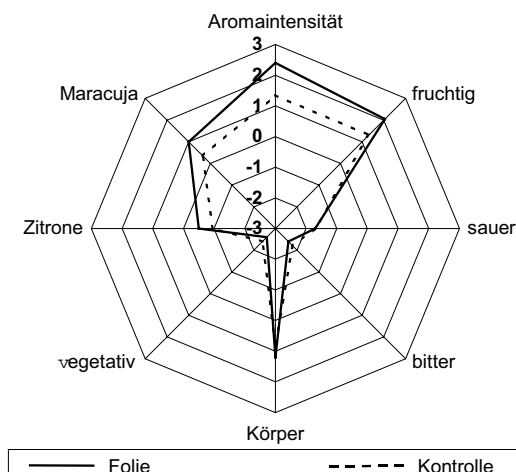


Abb. 29: Beschreibende Sensorik der Foli- und Kontrollweine der Sorte Riesling (Jahrgang 2000) des Betriebes Schloss Johannisberg. Die Probe wurde im April 2001 mit Studenten des Fachbereichs Weinbau und Getränketechnologie der Fachhochschule Geisenheim/Wiesbaden durchgeführt (verändert nach Dipl. Arbeit Eva FRICKE 2001)

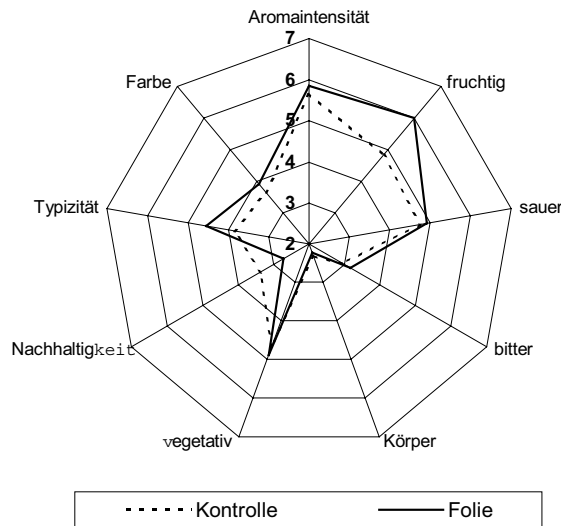


Abb. 30: Beschreibende Sensorik der selben Folien- und Kontrollweine der Sorte Riesling (Jahrgang 2000) des Betriebes Schloss Johannisberg wie in Abbildung 29. Die Probe wurde sechs Monate später im Oktober 2001 mit Studenten des Fachbereichs Weinbau und Getränketechnologie der Fachhochschule Geisenheim/Wiesbaden durchgeführt.

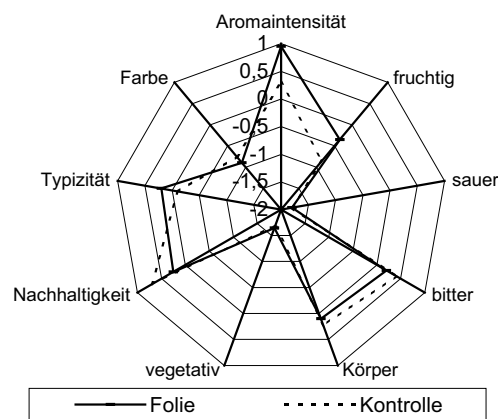


Abb. 31: Beschreibende Sensorik der Folien- und Kontrollweine der Sorte Spätburgunder (Jahrgang 2000) des Staatsweinguts Assmannshausen. Die Probe wurde im April 2001 mit Studenten des Fachbereichs Weinbau und Getränketechnologie der Fachhochschule Geisenheim/Wiesbaden durchgeführt (verändert nach Dipl. Arbeit Eva FRICKE 2001).

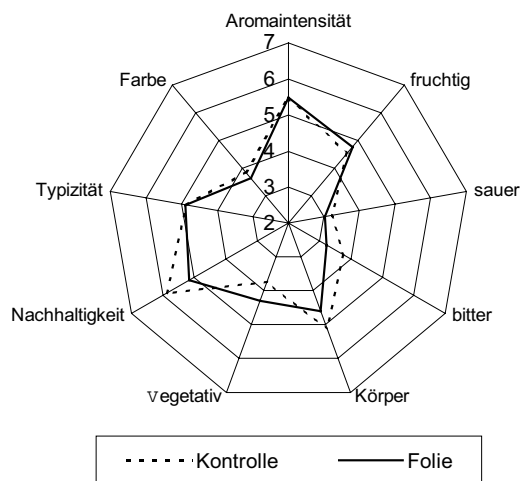


Abb. 32: Beschreibende Sensorik der selben Folien- und Kontrollweine der Sorte Spätburgunder (Jahrgang 2000) des Staatsweinguts Assmannshausen wie in Abbildung 31. Die Probe wurde 6 Monate später im Oktober 2001 mit Studenten des Fachbereichs Weinbau und Getränketechnologie der Fachhochschule Geisenheim/Wiesbaden durchgeführt.

der Weine erfolgte weitestgehend in den Betrieben, bevor die Jungweine in Geisenheim weiter betreut wurden.

Bei den Verkostungen der 2000er Weine war auffallend, dass die Weinbeurteilung vor allem hinsichtlich der Attribute Frucht und Aroma für die Folienweine verbessert war. Dies ist eine Bestätigung der Ergebnisse der

Aromapotenzialanalysen der Traubenbeeren. Ähnlich fielen auch die Verkostungsergebnisse beim Spätburgunder des Staatsweinguts Assmannshausen aus (Abb. 31 und 32). Auch hier wurde der Folienwein in Bezug zu den Fruchtkomponenten besser beurteilt. Allerdings war hier die Kontrolle in den Attributen Körper und Nachhaltigkeit besser.

Die relativ großen Unterschiede zwischen den Varianten nivellierten sich mit zunehmender Lagerung (Vergleich Abb. 29 mit Abb. 30). Bei Versuchen im Jahr 1998 mit verschiedenen Lesezeitpunkten in Zusammenarbeit mit dem Betrieb Keller, Flörsheim-Dalsheim (KELLER 1999) wurde ebenfalls oft eine Bevorzugung der Folienvariante beobachtet, allerdings nicht bei jedem Erntezeitpunkt. Hier deutete sich an, dass die Folienvarianten eine etwas schnellere Aromareife induzierte.

Die Unterschiede der 2001er Weine waren weniger ausgeprägt als 2000. Hier wurden sowohl bei den Riesling-Weinen des Weinguts Weingart vom Mittelrhein als auch bei den im Barrique ausgebauten Spätburgundern des Weinguts Fürst keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt (Abb. 33, 34). Dies bezog sich sowohl auf die deskriptive Beschreibung der Weine als auch auf die Rangordnungsprüfung. Aller-

dings waren die Riesling-Weine bei der Probe bereits ein Jahr alt und die Spätburgunder-Proben wurden direkt aus dem Barrique gezogen.

3.9.3.2 Versuchsstandort Luxemburg

Auch die Bewertung der Luxemburger Weine war je nach Sorte und Jahrgang nicht einheitlich.

3.9.3.2.1 Chardonnay

Bei der Sorte Chardonnay wurden im Jahr 1999 beide TYVEK-Varianten mit der Kontrolle verglichen (Abb. 35) (Proben April 2001 und April 2002). Hier ergab sich nur ein statistisch signifikanter Unterschied (* 95 %) bezüglich der Aromaintensität. Beide Folienvarianten wurden gegenüber der Kontrolle bevorzugt. Es lagen keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen

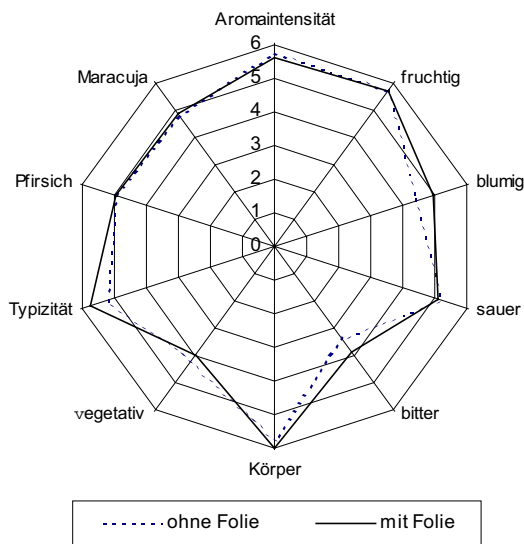


Abb. 33: Beschreibende Sensorik der Folienvariante und Kontrollweine der Sorte Riesling (Jahrgang 2001) des Weinguts Weingart, Spay, Mittelrhein. Die Probe wurde im Oktober 2002 mit Studenten des Fachbereichs Weinbau und Getränketechnologie der Fachhochschule Geisenheim/Wiesbaden durchgeführt.

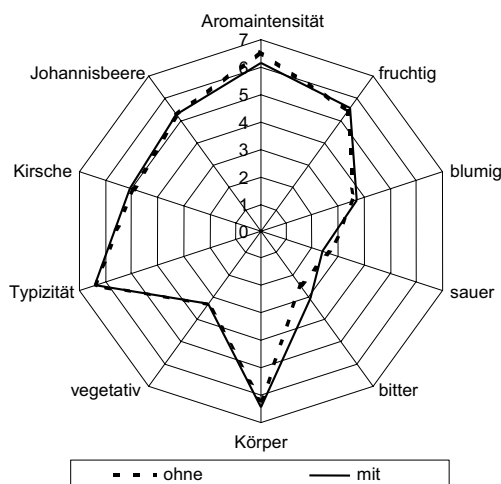


Abb. 34: Beschreibende Sensorik der Folienvariante und Kontrollweine der Sorte Spätburgunder (Jahrgang 2001) des Weinguts Paul Fürst, Bürgstadt, Franken. Die Probe wurde im Oktober 2002 mit Studenten des Fachbereichs Weinbau und Getränketechnologie der Fachhochschule Geisenheim/Wiesbaden durchgeführt.

Tab. 24: Statistik der sensorischen Beurteilung der Weine aus der Folienvariante VITEXSOL im Vergleich zur Kontrolle bei der Sorte Riesling des Jahrgangs 2000 auf dem Standort Schloss Johannisberg, Rheingau. Verkostung im April 2001.

	VITEXSOL
Aromaintensität	**
Fruchtig	**
Sauer	ns
Bitter	ns
Körper	*
Vegetativ	ns
Zitrone	*
Maracuja	**

ns = nicht signifikant; * = signifikant 95 %; ** = signifikant 99 %

Tab. 25: Statistik der sensorischen Beurteilung der Weine aus der Folienvariante VITEXSOL im Vergleich zur Kontrolle bei der Sorte Riesling des Jahrgangs 2000 auf dem Standort Schloss Johannisberg, Rheingau. Verkostung im Oktober 2001.

	Kontrolle	VITEXSOL
Aromaintensität		ns
Fruchtig		**
Sauer		ns
Bitter		ns
Körper		ns
Vegetativ		ns
Nachhaltigkeit	*	
Typizität		*

ns = nicht signifikant; * = signifikant 95 %; ** = signifikant 99 %

Tab. 26: Statistik der sensorischen Beurteilung der Weine aus der Folienvariante VITEXSOL im Vergleich zur Kontrolle bei der Sorte Spätburgunder des Jahrgangs 2000 auf dem Standort Assmannshausen (Staatsweingut Assmannshausen, Rheingau). Verkostung im April 2001.

	Kontrolle	VITEXSOL
Aromaintensität		**
Fruchtig		**
Sauer		ns
bitter	*	
Körper	*	
Vegetativ		ns
Nachhaltigkeit	**	
Typizität		ns
Farbe		ns

ns = nicht signifikant; * = signifikant 95 %; ** = signifikant 99 %

Tab. 27: Statistik der sensorischen Beurteilung der Weine aus der Folienvariante VITEXSOL im Vergleich zur Kontrolle bei der Sorte Spätburgunder des Jahrgangs 2000 auf dem Standort Assmannshausen (Staatsweingut Assmannshausen, Rheingau). Verkostung im Oktober 2001.

	Kontrolle	VITEXSOL
Aromaintensität		ns
Fruchtig		ns
Sauer		ns
Bitter	*	
Körper	*	
Vegetativ		*
Nachhaltigkeit	*	
Typizität		ns
Farbe		ns

ns = nicht signifikant; * = signifikant 95 %; ** = signifikant 99 %

den Folien vor (Abb. 35), allerdings wurden die Weine der TYVEK-weiß-Variante als weniger sauer und typischer beschrieben.

Deutlicher waren die Unterschiede im Jahr 2001 in dem nur die Varianten TYVEK weiß und die Kontrolle miteinander ver-

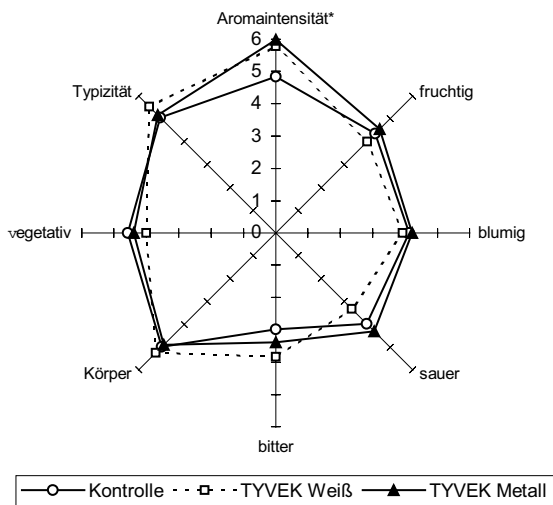


Abb. 35: Beschreibende Sensorik der Chardonnay-Weine des Jahrgangs 1999 aus dem Folierversuch in Luxemburg. Hier wurden die TYVEK-Folien weiß und Metall mit einer unbedeckten Kontrollvariante verglichen. Die Probe wurde im April 2001 mit Studenten des Fachbereichs Weinbau und Getränketechnologie der Fachhochschule Geisenheim/Wiesbaden durchgeführt (verändert nach Dipl. Arbeit Funck 2002).

glichen wurden (Abb. 36). Hier waren signifikante Unterschiede in den Attributen fruchtig, blumig, Körper und Typizität zugunsten

der Folienvariante zu verzeichnen (Tab. 28 zu Abb. 36).

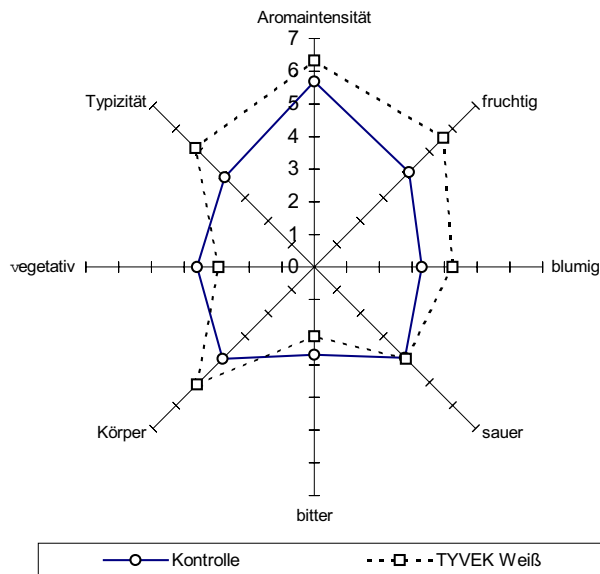


Abb. 36: Beschreibende Sensorik der Chardonnay-Weine des Jahrgangs 2000 aus dem Folierversuch in Luxemburg. Hier wurde die TYVEK-Folie weiß mit einer unbedeckten Kontrollvariante verglichen. Die Probe wurde im April 2002 mit Studenten des Fachbereichs Weinbau und Getränketechnologie der Fachhochschule Geisenheim/Wiesbaden durchgeführt (verändert nach Dipl. Arbeit FUNCK 2002).

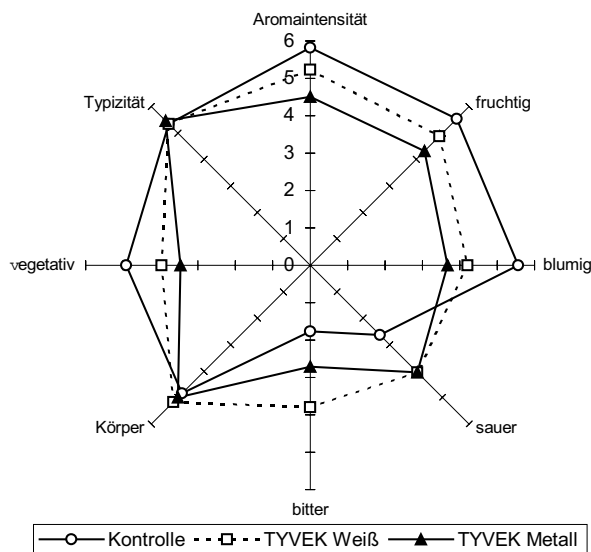


Abb. 37: Beschreibende Sensorik der Weißburgunder-Weine des Jahrgangs 1999 aus dem Folierversuch in Luxemburg. Hier wurden die TYVEK-Folien weiß und Metall mit einer unbedeckten Kontrollvariante verglichen. Die Probe wurde im April 2001 mit Studenten des Fachbereichs Weinbau und Getränketechnologie der Fachhochschule Geisenheim/Wiesbaden durchgeführt (verändert nach Dipl. Arbeit FUNCK 2002).

Tab. 28: Statistik der sensorischen Beurteilung der Weine aus den Folienvarianten TYVEK weiß und TYVEK-Metall im Vergleich zur Kontrolle bei der Sorte Chardonnay des Jahrgangs 1999 auf dem Standort des Instituts Viti-Vinicole in Remich, Luxemburg.

	TYVEK weiß	TYVEK Metall
Aromaintensität	*	*
Fruchtig	ns	ns
Blumig	ns	ns
Sauer	ns	ns
Bitter	ns	ns
Körper	ns	ns
Vegetativ	ns	ns
Typizität	ns	Ns

ns = nicht signifikant; * = signifikant 95 %;
** = signifikant 99 %

Tab. 29: Statistik der sensorischen Beurteilung der Weine aus der Folienvariante TYVEK weiß im Vergleich zur Kontrolle bei der Sorte Chardonnay des Jahrgangs 2000 auf dem Standort des Instituts Viti-Vinicole in Remich, Luxemburg.

	TYVEK weiß
Aromaintensität	ns
Fruchtig	**
Blumig	*
Sauer	ns
Bitter	ns
Körper	*
Vegetativ	ns
Typizität	**

ns = nicht signifikant; * = signifikant 95 %;
** = signifikant 99 %

Tab. 30: Statistik der sensorischen Beurteilung der Weine aus den Folienvarianten TYVEK weiß und TYVEK-Metall im Vergleich zur Kontrolle bei der Sorte Weißburgunder des Jahrgangs 1999 auf dem Standort des Instituts Viti-Vinicole in Remich, Luxemburg. Die Attribute in denen die Kontrolle besser war sind gekennzeichnet.

	TYVEK weiß	TYVEK Metall
Aromaintensität	ns	** (Kontrolle)
Fruchtig	ns	** (Kontrolle)
Blumig	** (Kontrolle)	** (Kontrolle)
Sauer	**	**
Bitter	**	*
Körper	ns	ns
Vegetativ	*(Kontrolle)	** (Kontrolle)
Typizität	ns	ns

ns = nicht signifikant; * = signifikant 95 %;
** = signifikant 99 %

Tab. 31: Statistik der sensorischen Beurteilung der Weine aus der Folienvariante TYVEK weiß im Vergleich zur Kontrolle bei der Sorte Weißburgunder des Jahrgangs 2000 auf dem Standort des Instituts Viti-Vinicole in Remich, Luxemburg.

	TYVEK weiß
Aromaintensität	ns
Fruchtig	ns
Blumig	ns
Sauer	ns
Bitter	ns
Körper	ns
Vegetativ	ns
Typizität	ns

ns = nicht signifikant; * = signifikant 95 %;
** = signifikant 99 %

3.9.3.2.2 Weißburgunder

Bei der Verkostung der Weißburgunder-Weine des Jahrgangs 1999 zeigte sich die Kontrolle als aromaintensiver, fruchtiger und blumiger. Sie wurde auch als weniger sauer und bitter, aber mit deutlicheren vegetativen Noten beschrieben (Abb. 37). Der Wein der TYVEK-Metall-Folie fiel dabei deutlicher ab als der Wein der TYVEK-Weiß-Folie (Tab. 30).

Bei der Verkostung der 2000er Weißburgunder Weine konnten keine statistisch absicherbaren Unterschiede gefunden werden. In der Tendenz zeigte hier die Folienvariante TYVEK weiß stärker ausgeprägte Attribute zu mehr Frucht und Körper (Abb. 38).

Tab. 32: Statistik der sensorischen Beurteilung der Weine aus den Folienvarianten TYVEK weiß, TYVEK-Metall und VITEXSOL im Vergleich zur Kontrolle bei der Sorte Grauburgunder des Jahrgangs 1999 auf dem Standort des Instituts Viti-Vinicole in Remich, Luxemburg.

	TYVEK weiß	TYVEK Metall	VITEXSOL
Aromaintensität	ns	ns	ns
Fruchtig	ns	ns	ns
Blumig	ns	ns	ns
Sauer	**	ns	*
Bitter	ns	*	ns
Körper	ns	ns	*
Vegetativ	ns	ns	ns
Typizität	*	ns	**

ns = nicht signifikant; * = signifikant 95 %; ** = signifikant 99 %

3.9.3.2.3 Grauburgunder

Bei der Verkostung der Grauburgunder-Weine von 1999 wurden die Weine der beiden TYVEK-Varianten und der VITEXSOL-Variante weniger sauer als die der Kontrolle empfunden (Abb. 39). Allerdings wurde die VITEXSOL-Variante im Attribut Typizität als

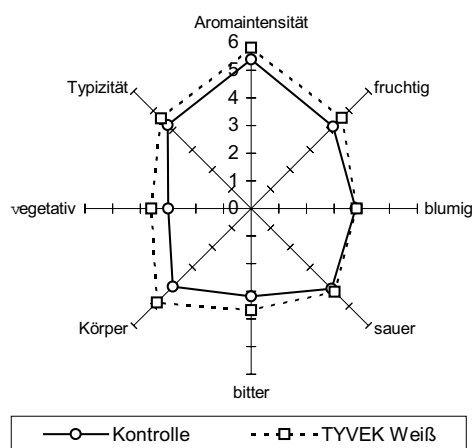


Abb. 38: Beschreibende Sensorik der Weißburgunder-Weine des Jahrgangs 2000 aus dem Folienversuch in Luxemburg. Hier wurde die TYVEK-Folie weiß mit einer unbedeckten Kontrollvariante verglichen. Die Probe wurde im April 2002 mit Studenten des Fachbereichs Weinbau und Getränke-technologie der Fachhochschule Geisenheim/Wiesbaden durchgeführt (verändert nach Dipl. Arbeit FUNCK 2002).

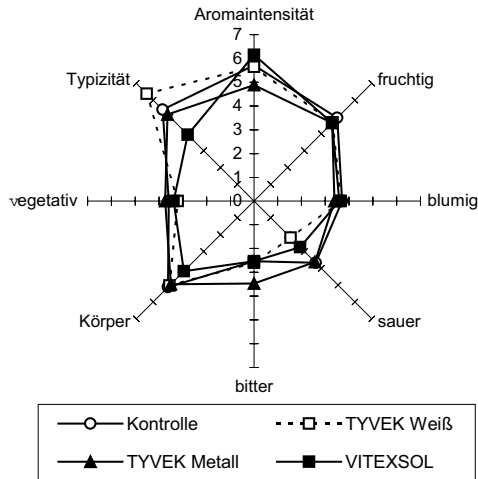


Abb. 39: Beschreibende Sensorik der Grauburgunder-Weine des Jahrgangs 1999 aus dem Folierversuch in Luxemburg. Hier wurden die TYVEK-Folien weiß und Metall und VITEXSOL mit einer unbedeckten Kontrollvariante verglichen. Die Probe wurde im April 2001 mit Studenten des Fachbereichs Weinbau und Getränketechnologie der Fachhochschule Geisenheim/Wiesbaden durchgeführt (verändert nach Dipl. Arbeit FUNCK 2002).

am untypischsten empfunden und hatte am wenigsten Körper (Tab. 32). Die Typizität wurde bei der Variante TYVEK weiß am höchsten bewertet. Die Variante TYVEK-Metall wurde am bittersten eingeschätzt, was eventuell auf eine Veränderung in der Phenolstruktur hindeutet.

3.9.3.2.4 Riesling

Während der Riesling in den Vergleichen mit der VITEXSOL-Folie in der Tendenz in den Folienvarianten bevorzugt wurde, war im Vergleich der 1999er Weine mit den TYVEK-Folien nur ein geringer Unterschied zugunsten der Kontrolle im Attribut Körper festzustellen (Abb. 40). Diese heterogenen Ergebnisse machen deutlich, dass es eine

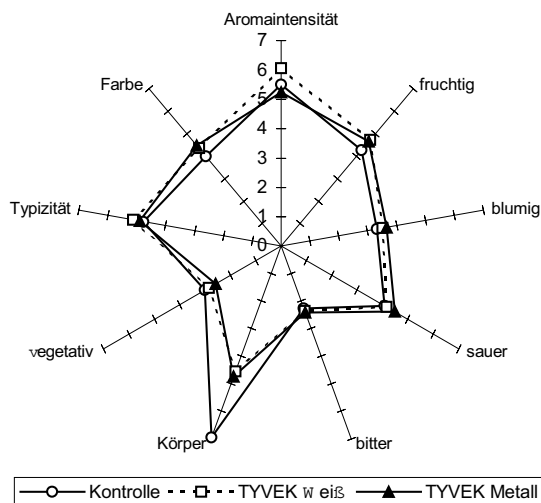


Abb. 40: Beschreibende Sensorik der Riesling-Weine des Jahrgangs 1999 aus dem Folierversuch in Luxemburg. Hier wurden die TYVEK-Folien weiß und Metall mit einer unbedeckten Kontrollvariante verglichen. Die Probe wurde im April 2001 mit Studenten des Fachbereichs Weinbau und Getränketechnologie der Fachhochschule Geisenheim/Wiesbaden durchgeführt (verändert nach Dipl. Arbeit FUNCK 2002).

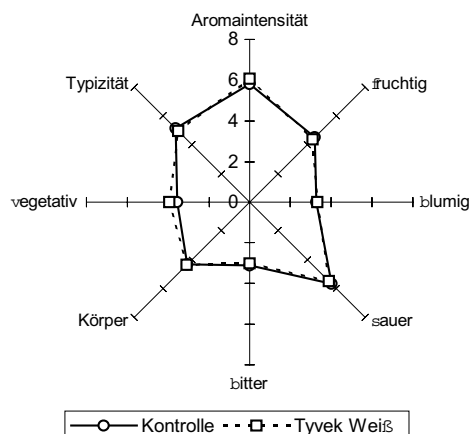


Abb. 41: Beschreibende Sensorik der Riesling-Weine des Jahrgangs 2000 aus dem Folierversuch in Luxemburg. Hier wurde die TYVEK-Folie weiß mit einer unbedeckten Kontrollvariante verglichen. Die Probe wurde im Oktober 2001 mit Studenten des Fachbereichs Weinbau und Getränketechnologie der Fachhochschule Geisenheim/Wiesbaden durchgeführt (verändert nach Dipl. Arbeit FUNCK 2002).

starke Interaktion zwischen Sorte, Standort und Folientyp gibt. Im Versuchsjahr 2000 waren keine Unterschiede zwischen der Kontroll- und der TYVEK weiß-Variante zu verzeichnen (Abb. 41). Auch dies steht im Gegensatz zu den Ergebnissen des gleichen Jahres aus dem Rheingau, allerdings mit einer anderen Folie (VITEXSOL).

3.9.3.2.5 Spätburgunder

Bei den Versuchsproben mit der Sorte Spätburgunder wurden bei den 1999er Weinen alle drei Folienvarianten als fruchtiger, aber weniger blumig als die Kontrolle empfunden. Die Weine der beiden TYVEK-Varianten hatten mehr Körper. Als am typischsten wurde der Wein der metallisierten TYVEK-Folie beschrieben (Abb. 42, Tab. 34). Dieser Wein hatte auch als einzige Folienvariante etwas mehr Farbe. Sowohl die Weine der VITEXSOL-, als auch der TYVEK weiß Variante hatten weniger Farbe als die Kontrolle.

Bei den Weinen des Jahrgangs 2000 gab es für die Folienvariante TYVEK weiß eine leicht positive Tendenz im Ver-

Tab. 33: Statistik der sensorischen Beurteilung der Weine aus den Folienvarianten TYVEK weiß und TYVEK Metall im Vergleich zur Kontrolle bei der Sorte Riesling des Jahrgangs 1999 auf dem Standort des Instituts Viti-Vinicole in Remich, Luxemburg

	TYVEK weiß	TYVEK Metall
Aromaintensität	ns	ns
Fruchtig	ns	ns
Blumig	ns	ns
Sauer	ns	ns
Bitter	ns	ns
Körper	**	**
Vegetativ	ns	ns
Typizität	ns	ns

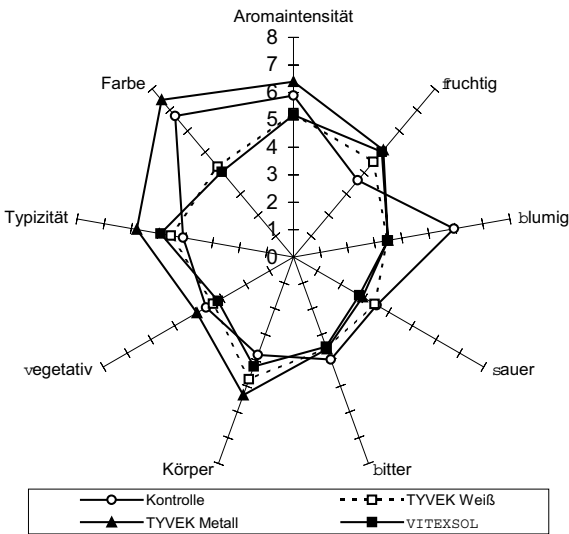
ns = nicht signifikant; * = signifikant 95 %;
** = signifikant 99 %

Tab. 34: Statistik der sensorischen Beurteilung der Weine aus den Folienvarianten TYVEK weiß, TYVEK-Metall und VITEXSOL im Vergleich zur Kontrolle bei der Sorte Spätburgunder des Jahrgangs 1999 auf dem Standort des Instituts Viti-Vinicole in Remich, Luxemburg

	Tyvek weiß	Tyvek Metal	VITEXSOL
Aromaintensität	ns	ns	ns
Fruchtig	*	**	**
Blumig	**(Kontrolle)	**(Kontrolle)	**(Kontrolle)
Sauer	ns	ns	*
Bitter	ns	ns	ns
Körper	*	**	ns
Vegetativ	ns	ns	ns
Typizität	ns	**	ns
Farbe	** (Kontrolle)	*	**(Kontrolle)

ns = nicht signifikant; * = signifikant 95 %; ** = signifikant 99 %

Abb. 42: Beschreibende Sensorik der Spätburgunder-Weine des Jahrgangs 1999 aus dem Folienversuch in Luxemburg. Hier wurden die Folien TYVEK weiß, TYVEK-Metall und VITEXSOL mit einer unbedeckten Kontrollvariante verglichen. Die Probe wurde im April 2001 mit Studenten des Fachbereichs Weinbau und Getränketechnologie der Fachhochschule Geisenheim/Wiesbaden durchgeführt (verändert nach Dipl. Arbeit FUNCK 2002)



Tab. 35: Statistik der sensorischen Beurteilung der Weine aus der Folienvariante TYVEK weiß im Vergleich zur Kontrolle bei der Sorte Spätburgunder des Jahrgangs 2000 auf dem Standort des Instituts Viti-Vinicole in Remich, Luxemburg

	TYVEK weiß
Aromaintensität	ns
Fruchtig	ns
Blumig	ns
Sauer	ns
Bitter	ns
Körper	ns
Vegetativ	ns
Typizität	ns
Farbe	*

ns = nicht signifikant; * = signifikant 95 %;
** = signifikant 99 %

gleich zur Kontrolle bei den Attributen Aromaintensität, fruchtig und blumig (Abb. 43). Es gab aber nur in der Farbbeurteilung einen statistisch signifikanten Unterschied zugunsten der Folienvariante (Tab. 35). Die vielen Ergebnisse der durchgeführten Vergleichsverkostungen sind in Tabelle 36 zusammengefasst. Die Gründe für die tendenziell bessere Bewertung der Folien könnte neben der deutlich verbesserten und intensiveren Strahlung in der Traubenzone auch in einer leicht gestiegenen Traubentemperatur zu suchen sein, die vor allem an Strahlungstagen auch spät in der Reifeperiode noch ausgeprägt ist.

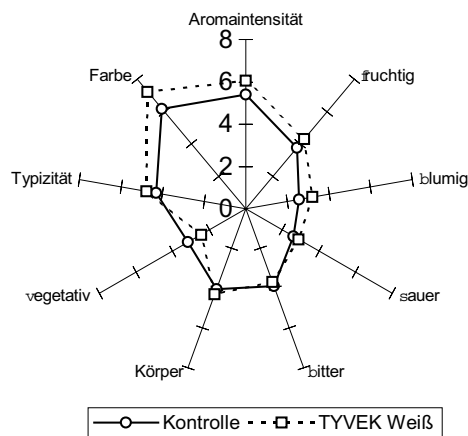


Abb. 43: Beschreibende Sensorik der Spätburgunder-Weine des Jahrgangs 2000 aus dem Folierversuch in Luxemburg. Hier wurde die Folie TYVEK weiß mit einer unbedeckten Kontrollvariante verglichen. Die Probe wurde im Oktober 2001 mit Studenten des Fachbereichs Weinbau und Getränke-technologie der Fachhochschule Geisenheim/Wiesbaden durchgeführt (verändert nach Dipl. Arbeit Paul FUNCK 2002)

Tab. 36: Zusammenfassende Verkostungsergebnisse verschiedener Versuchsweine von unterschiedlichen Standorten (+ = bevorzugt, o = keine Unterschiede) und unterschiedlichen Jahrgängen.

Sorte	Jahrgang	Herkunft	Kontrolle	+Folie VITEXSOL	+Folie TYVEK weiß	+Folie TYVEK Metall
Riesling	1999	1		+		
	2000	1		+		
	2001	1	0	0		
Riesling	2000	2		+		
	2000	2		+		
Spätburgunder	2000	3		+		
	2000	3	0+	0-		
Chardonnay	1999	4			+	+
	2000	4			+	
Weißburgunder	1999	4	+			
	2000	4			+	
Grauburgunder	1999	4		+	+	
Riesling	1999	4	0	0	0	0
	2000	4	0		0	
Spätburgunder	1999	4	0+			+
	2000	4			+	
Spätburgunder	2001	5	0	0		

1 Spay/Mittelrhein
4 Luxemburg
2 Schloss Johannisberg/Rheingau
5 Weingut Paul Fürst
3 Assmannshausen/Rheingau

4 Kosten-Nutzen

Der Einsatz von reflektierenden Unterstockfolien ist mit relativ hohen Investitionskosten verbunden. Dies bedeutet, dass selbst wenn die Ergebnisse positiv sind, sich eine solche Investition langfristig über höhere Erlöse amortisieren muss. Nachstehend ist eine Kosten-Nutzenanalyse aufgeführt, die auf den Einsatz und den Ergebnissen der VITEX-SOL-Folie basiert.

- Kosten ca. 0,75 €/m
- bei 2 m Zeilenbreite und beidseitiger Ausbringung
- = 10 000 m = 7 500 € Investitionen pro ha
- Nutzungsdauer ? (bisher im achten Jahr!)
- bei 10 Jahren = 750 €/Jahr/ha + 50-70 h/Jahr/ha für Ausbringung und Einrollen
- Mehraufwand = insgesamt ca. 1300 €/Jahr
- Produktion = 10 000 Flaschen/ha (0,75 l)
- = 0,13 € mehr pro Flasche!

5 Abschließende Diskussion und Schlussfolgerung

Die Auswirkungen des Einsatzes von reflektierenden Unterstockfolien könnten vor allem zur Produktion von Premiumweinen interessant sein. Insgesamt sind die Ergebnisse positiv, vor allem bei stark ertragsreduzierten Anlagen. Die Rentabilität solcher Maßnahmen muss aber auch im Zusammenhang mit dem zu erzielenden Preis gesehen werden, da die Investitionskosten derzeit hoch sind. Von besonderer Bedeutung könnten reflektierenden Unterstockfolien auch für Hang- und Steillagen sein. Hier wäre eventuell ein Vorteil für den Wasserhaushalt gegeben, der innerhalb des ATW-Forschungsvorhabens noch nicht untersucht werden konnte.

6 Literatur

- ANDRIS, H.; CRISOSTO, C.H. (1996): Reflective materials enhance Fuji apple colour. *California Agriculture*, Sept. 27–31
- BOULTON, R.C. (2001): The Co-Pigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: A critical review. *Am. J. Enol. Vitic.* 52: 67–87
- BRIGGS, W.R.; OLNEY, M.A. (2001): Photoreceptors in plant photomorphogenesis to date. Five phytochromes, two cryptochromes, one phototropin, and one superchrome. *Plant Physiology*, 125: 85–88
- COOMBE, B.G. (1987): Influence of temperature on composition and quality of grapes. *Acta Horticulturae* 206: 1–13
- DIAZ-PÉREZ, J.C.; BATAL, K.D. (2002): Colored plastic film mulches affect tomato growth and yield via changes in root-zone temperature. *J. Am. Hort. Sci.* 127: 127–136
- FISCHER, U.; TRAUTMANN, S.; BINDER, G.; WILKE, A.; GÖRITZ, S. (2000): Intensivierung des Weinromas. *ATW-Bericht* 101: 122 S.
- FOX, R. (2001): Anwendung von reflektierenden Unterstockfolien im Weinbau. *Rebe und Wein* 12: 26–30
- FOX, R.; KAST, W. (2002): Mehr Strahlung von unten. *Das Deutsche Weinmagazin*, 18/31.8: 40–43
- FRICKE, E.E. (2001): Einsatz reflektierender Unterstockfolien bei Riesling und Spätburgunder in Hanglagen. *Dipl.-Arbeit FH Wiesbaden/Geisenheim*: 78 S.
- FUNCK, P. (2002): Einfluss verschiedener Unterstockfolien auf die Inhaltsstoffbildung und Weinsensorik bei verschiedenen Rebsorten. *Dipl.-Arbeit FH Wiesbaden/Geisenheim*: 67 S.
- HRAZDINA, G.; PARSON, G.F.; MATTICK, L.R. (1984): Physiological and Biochemical events during development and maturation of grape berries. *Am. J. Enol. Vitic* 35: 220–227
- IGOUNET, O.; BALDY, C.; ROBIN, J.-P.; BOULET, J.C.; SANON, M.; SUARD, B. (1995): Effets du revêtements artificiels du sols sur la température à l'intérieur des grappes de raisins au cours de la maturation. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 29: 193–142
- IGOUNET, O.; BALDY, C.; SUARD, B.; SAUVAGE, F.X.; LOPEZ, F.; BOULET, J.C.; ROBIN, J.-P. (1995b): Régime thermique du raisin (*Vitis vinifera* L. cépage Syrah) en cours de maturation. Influence de la couleur des baies, du degré de compacité des grappes et du régime éolien local. *J.Int. Sci. Vigne Vin*, 29: 193–124
- ILAND, P.G.; CYNKAR, W.; FRANCIS, I.L.; WILLIAMS, P.J.; COOMBE, B.G. (1996): Optimisation of methods for the determination of total and red-free glycosyl glucose in black grapes of *Vitis vinifera* L.. *Aust. J. Grape and Wine Res.* 2: 171–178

- JU, Z.; DUAN, Y.; JU, Z. (1999): Effects of covering the orchard floor with reflecting films on pigment accumulation and fruit coloration in 'Fuji' apples. *Scientia Horticulturae* 82: 47–56
- KELLER, K.-P. (1999): Einfluss von reflektierenden Folien auf das Traubenzonenmikroklima, die Inhaltsstoffzusammensetzung und den optimalen Lesezeitpunkt vom Spätburgunder. Dipl.-Arbeit FH Wiesbaden/Geisenheim: 66 S.
- KLIEWER, W.M.; SMART, R.E. (1989): Canopy manipulation for optimizing vine microclimate, crop yield, and composition of grapes. In: *Manipulation of fruiting*, (Wright C.J. ed.) Butterworth, London: 275–291
- KRAML, S. (1998): Kompartimentierung von Beereninhaltsstoffen bei Riesling und Spätburgunder aus unterschiedlichen Weinbausystemen. Dipl.-Arbeit FH Wiesbaden/Geisenheim: 106 S.
- LOUGHRIN, J.H.; KASPERBAUER, M.J. (2002): Aroma of fresh strawberries is enhanced by ripening over red versus black mulch. *J. Agric. Food Chem.* 101: 950–960
- MORESHET, S.; STANHILL, G.; FUCHS, M. (1975): Aluminium mulch increases quality and yield of „Orleans“ apples. *Hort. Sci.*, 10: 390–391
- OLLAT, N. (1997): Bases physiologiques et anatomiques de la croissance des baies de *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon. Thèse de Doctorat, École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier: 131 S.
- PRICE, S.F.; P.J. BREEN, M.; VALLADAO, B.T.; WATSON (1995): Cluster sun exposure and quercetin in Pinot noir grapes and wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 46: 187–194
- RAVAZ, M.L. (1905): Influence des operations culturales sur la végétation et la production de la vigne. *Ann. ENSA Montpellier* VIII. 232–291
- RAZUNGLES, A.; BAYONOVE, C.L.; CORDONNIER, R.E.; SAPI, J.C. (1988): Grape Carotenoids: Changes during the maturation period and localization in mature berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 39: 44–48
- REBELEIN, H. (1971): „5-Minuten Methoden“ zur genauen Bestimmung des Alkohol-, Zucker- und Gesamt-SO₂-Gehaltes (durch Destillation) in Weinen und Fruchtsäften. *Allg. Deutsche Weinfachzeitung* 24: 590–594
- ROBIN, J.-P.; SAUVAGE, F.X.; IGOUNET, O.; BOULET, J.C.; SUARD, B.; FLANCY, C. (1996): Reinforcement of the radiative and thermic stresses of the grapevine under field conditions using a reflective soil cover. Repercussions on the must composition and on wine quality. IV. *Int. Symp. on Cool Climate Viticulture and Enology*, II: 99–204
- ROBIN, J.-P.; LOPEZ, F.; ROUJOU DE BOUBÉE, D.; IGOUNET, O.; SAUVAGE, F.X.; PRADAL, M.; VERRIES C. (1996): La coloration des baies du raisin Syrah au cours de leur maturation. Relations entre des descripteurs de la couleur, dynamique in situ et influence des facteurs de l'environnement. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 30: 187–199
- ROBIN, J.-P.; SAUVAGE, F.X.; PRADAL, M.; CHOVELON, M. (2000): Réflexion du sol et coloration du raisin. L'excitation de la vigne par la lumière rouge serait déterminante pour la qualité des baies. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 34: 101–119
- SALMON, H.M.; MAILTRAC, N.; SAUVAGE, F.X.; BIRON, M.J.; ROBIN, J.P. (1997): Reenforcement of the radiative and thermic stresses of the grapevine. Repercussions on yeast surface microflora. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 31: 185–196
- SAUVAGE, F.X.; ABBAL, P.; PRADAL, M.; ROBIN, J.-P. (1998): La solarisation de la vigne et production de raisin de table. Impact qualitatif et influence de l'orientation des grappes. *Fruits*, 6: 421–436
- SAUVAGE, F.X.; BALLESTRE, J.F.; PRADAL, M.; ROBIN, J.P. (1999): La technique de solarisation par usage d'un revêtement de sol réfléchissant améliore la qualité des raisins de table. In : 11e Journées Internationales du groupe d'Etude des Systèmes de Conduite de la Vigne, ed. OIV, Marsala, Sicile: 724–733
- SCHMITT, A. (1983): Aktuelle Weinanalytik. Verlag Heller Chemie- und Verwaltungsgesellschaft, Schwäbisch Hall: 54 S.
- SCHULTZ, H.R. (1998): Entblätterung der Traubenzone: Keine Muß-Maßnahme. *das deutsche weinmagazin* 19: 21–26
- SCHULTZ, H.R.; WEBER, M. (2000): Einsatz von reflektierenden Unterstockfolien im Weinbau. Gibt es qualitative Vorteile? *Berichte der Weinbau-Tagung, Band IV, Geisenheim 2000*: 18–25
- SECKLER, J.; JUNG, R.; FREUND, M. (2001): Transport und Förderung von Trauben und Maische. *ATW-Bericht* 108: 56 S.
- WERWITZKE, U.; KRAML, S.; BETTNER, W.; RAUHUT, D.; LÖHNERTZ, O.; SCHULTZ, H.R. (2000): Aroma in Beeren, Most und Wein. *Der Deutsche Weinbau* 22/27: 22–26
- WILLIAMS, P.; FRANCIS, L.; ILAND, P.; CYNKAR, W.; KWIATKOWSKI, M. (1996): Grape Quality Assessment: The Glycosyl-Glucose Assay. *Proc. Ninth Australian Wine Industry Technical Conference Workshop, Adelaide, The Australian Wine Research Institute*: 9 S.



Danksagung

Den beteiligten Betrieben und deren Ansprechpartner sei an dieser Stelle für die gute Zusammenarbeit gedankt: Klaus-Peter Keller, Weingut Keller, Flörsheim-Dalsheim, Rheinhessen; Florian Weingart, Weingut Weingart, Spay, Mittelrhein; Klaus-Peter Kessler, Bernd Neckerauer, Schloss Johannisberg, Johannisberg, Rheingau; Fritz Dries, Staatsweingut Assmannshausen, Assmannshausen, Rheingau; Paul Fürst, Weingut Fürst, Bürgstadt, Franken; Dr. Manfred Stoll, Weingut-am-Stein, Würzburg, Franken, René Wiltzius, Institut Viti-Vinicole, Remich, Luxemburg.

Dem Fachgebiet Kellerwirtschaft des DLR Neustadt, sowie dem Institut für Botanik der Universität Würzburg und dem Fachgebiet Bodenkunde und Pflanzenernährung der FA Geisenheim sei für die Durchführung bestimmter Most- und Weinanalysen gedankt.

Klaus-Peter Keller, Eva Fricke und Paul Funck trugen mit ihren Diplomarbeiten zu vielen Kenntnissen in den verschiedensten angesprochenen Bereichen bei. Angelika Bär, Anette Rheinberger, Ursel Werwitzke und Magali Lafontaine führten die angeführten Analysen an Traubenbeeren und Mosten durch.

Gedankt sei vor allem auch den anderen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Fachgebietes Weinbau und den im Versuchsweinausbau tätigen Mitarbeitern des Fachgebiets Kellerwirtschaft der FA Geisenheim, die die Durchführung dieser Forschungsarbeit in vielfältiger Weise erst möglich gemacht haben.

KTBL-Veröffentlichungen zum Thema Weinbau

Weinbau und Kellerwirtschaft

- Böhme, A.:* Umweltgerechte Technik für den Steillagenweinbau. 2003. 108 S., 15 €, (Best.-Nr. 40044)
- Pflanzenschutz im Wein- und Obstbau. 6. Internationales ATW-Symposium 2001. 205 S., 19 € (Best.-Nr. 41006)
- Gesunder Boden durch Begrünung. 5. Internationales Symposium 1998. 128 S., 16 €, ISBN 3-7843-1981-5 (Best.-Nr. 18256)
- Mechanisierung der Stockpflegearbeiten. Auswirkungen auf die Weinqualität. 4. Internationales Symposium 1995. 133 S., 14 €, ISBN 3-7843-1915-7 (Best.-Nr. 11364)
- Dietrich, J.:* Mechanisierung und Produktionsplanung im Steillagenweinbau. 1995. 176 S., 17 €, ISBN 3-7843-1919-X (Best.-Nr. 11366)
- Kauer, R.; Kiefer, W.:* Umweltschonender und ökologischer Weinbau. Versuchsergebnisse und Empfehlungen für die Praxis. 1995, 99 S., 14 €, ISBN 3-7843-1920-3 (Best.-Nr. 11367)
- Müller, D.H.:* Abwassertechnik im Weinbau. 1995, 145 S., 17 €, ISBN 3-7843-1921-1 (Best.-Nr. 11368)

Datensammlung, Betriebsführung

- Datensammlung Weinbau und Kellerwirtschaft. 2001. 11. Aufl., 100 S., 16 €, ISBN 3-7843-1938-6 (Best.-Nr. 19465)
- Datensammlung Direktvermarktung. 2000, 2. Aufl, 111 S., 18 €, ISBN 3-7843-2113-5 (Best.-Nr. 19462)
- Datensammlung Obstbau. 2002, 3. Aufl., 139 S., CD-ROM 22 €, ISBN 3-7843-2134-8 (Best.-Nr. 19468)
- Datensammlung Freilandgemüsebau. 2002., 6. Aufl., 120 S., CD-ROM, 22 €, ISBN 3-7843-2144-8 (Best.-Nr. 19472)
- Taschenbuch Gartenbau. Daten für die Betriebskalkulation im Gartenbau. 1999, 5. Aufl, 256 S., 17 €, ISBN 3-7843-2105-4 (Best.-Nr. 19459)
- AVORWin. Kapazitätsplanung in der Außenwirtschaft. 2002, CD-ROM, 30 € (Best.-Nr. 43011)
- MAKOST für Windows. Maschinenkostenkalkulation. 2002, CD-ROM, 21 € (Best.-Nr. 43003)
- Organische/mineralische Abfälle und Wirtschaftsdünger. (Datenbank Version 1.0). 2000. CD-ROM, 25 € (Best.-Nr. 40028)

KTBL-Arbeitsblätter Weinbau

- Rebholz, F.:* Stapler im Weinbaubetrieb. 2002, 5 S., 3 € (Best.-Nr. 42086)
- Achilles, A.:* Traubenvollernter – Typentabelle 2002, 6 S., 3 € (Best.-Nr. 42085)
- Schledt, C.; Achilles, A.:* Vierradschlepper für den Weinbau – Typentabelle 2001. 14 S., 3 € (Best.-Nr. 42084)
- Binder, G.:* Rotweinbereitung durch Maischeerhitzung. 2000, 7 S., 3 € (Best.-Nr. 42083)
- Maul, D.:* Bodenbearbeitungs- und Tiefenlockerungsgeräte. 2000. 6 S., 3 € (Best.-Nr. 42082)
- Uhl, W.; Rebholz, F.:* Ausbringtonik für mineralische und organische Düngemittel. 2000, 5 S., 3 € (Best.-Nr. 42081)
- Walz, O.:* Materialien für die Unterstützungsvorrichtung im Weinbau. 2000, 10 S., 3 € (Best.-Nr. 42080)
- Maul, D.:* Bindematerialien und Bindegeräte zum Biegen und Gerten. 1999. 6 S., 3 € (Best.-Nr. 42079)
- Ziegler, B.; Maul, D.:* Technik der Weinbergsbegrünung. 1998, 9 S., 3 € (Best.-Nr. 42076)
- Maul, D.:* Mechanisierung der Laubarbeiten. 1998, 4 S., 3 € (Best.-Nr. 42074)

Porto- und Verpackungskosten werden gesondert in Rechnung gestellt.
Preisänderungen vorbehalten.

Bestelladresse

KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH ■ 48084 Münster
Tel.: 02501/801-300 ■ Fax: 02501/801-351 ■ E-Mail: service@lv-h.de
Ein Gesamtverzeichnis erhalten Sie kostenlos beim Verlag und
KTBL ■ Bartningstraße 49 ■ 64289 Darmstadt
Tel.: 06151/7001-189 Fax: 06151/7001-123 ■
E-Mail: vertrieb@ktbl.de ■ <http://www.ktbl.de>

ATW-Forschungsberichte

Best.-Nr.

<i>Rebholz, F.</i> : Weinbergsschlepper in der Praxis, 2003, im Druck	41130
<i>Weik, B.</i> : Abbeermaschinen und Maischeförderung. 2003, 58 S., 10 €	41125
<i>Eichler, S.</i> : Untersuchungen an Außenwaschmaschinen für Winzerbetriebe. 2003, 41 S., 10 €	41124
<i>Bäcker, G.; Struck, W.</i> : Sprühgebläse der neuen Generation. 2002, 36 S., 8 €	41122
<i>Prior, B.</i> : Schutzhüllen für Jungreben. 2002, 65 S., 9 €	41120
<i>Jung, R.; Seckler, J.; Zürn, F.</i> : Beeinflussung des Verschleißdrucks. 2001, 28 S., 7 €	41119
<i>Müller, D.H. et al.</i> : Direktkühlung bei der Weinproduktion. 2002, 74 S., 10 €	41118
<i>Rühling, W.</i> : Seilgezogene Mechanisierungssysteme. 2002, 24 S., 7 €	41117
<i>Uhl, W.</i> : Minimierung des Herbizidaufwandes. 2001, 46 S., 9 €	41115
<i>Walg, O.</i> : Mechanisierung des Rebschnitts. 2002 (im Druck)	41114
<i>Binder, G.</i> : Rotweinbereitung in Erzeugerbetrieben. 2000, 118 S., 9 €	41113
<i>Kohl, E.; Walg, O.</i> : AHL-Düngetechnik in begrünter Anlagen. 2002 (im Druck)	41112
<i>Schwingenschlögl, P.</i> : Schlagkarteien für den Weinbau. 2002, 30 S., 7 €	41111
<i>Bäcker, G.</i> : Mehrreihige Pflanzenschutzverfahren. 2000, 61 S., 9 €	41110
<i>Schultz, H. R.</i> : Minimalschnittsysteme. 2002, 71 S., 10 €	41109
<i>Seckler, J. et al.</i> : Transport und Förderung von Trauben und Maische. 2001, 55 S., 9 €	41108
<i>Back, W.; Weiland, J.</i> : Kooperationsformen im Weinbau. 1998, 52 S., 9 €	41107
<i>Maul, D.; Rebholz, F.</i> : Standardschlepper im Direktzug-Weinbau. 2000, 27 S., 7 €	41106
<i>Rühling, W.</i> : Maschinelle Entblätterung. 1999, 36 S., 9 €	41105
<i>Uhl, W.</i> : Befahrbarkeit begrünter Rebassen. 1999, 23 S., 7 €	41104
<i>Zürn, F.; Jung, R.</i> : Alternative Verschlüsse für Weinflaschen. 2000, 33 S., 9 €	41103
<i>Seckler, J.; Jung, R.; Freund, M.</i> : Alternative Klärverfahren bei Most. 2000, 95 S., 9 €	41102
<i>Fischer, U. et al.</i> : Intensivierung des Weinaromas. 2001, 106 S., 11 €	41101
<i>Köhler, H. J.</i> : Übersichtung von Anbruchgebinden. 1999, 50 S., 9 €	41100
<i>Wohlfarth, P.; Schorr, T.</i> : Dauerbegrünung in Trockenjahren. 1999, 36 S., 9 €	41099
<i>Fischer, U.</i> : Gärunterbrechungen und Behebung von Gärstörungen. 2000, 92 S., 9 €	41097
<i>Müller, D. H.; Platzer, B.; Frech, B.</i> : Aktive Kühlung bei der Gärung. 1998, 105 S., 12 €	41096
<i>Köhler, H. J.</i> : Dampferzeugung. 1997, 40 S., 7 €	41094
<i>Fehlow, C.; Jung, R.; Pfeifer, W.</i> : Fassweinbereitung im Kleingebinde. 1997, 25 S., 7 €	41093
<i>Uhl, W.</i> : Lockerung begrünter Ertragsreblächen. 1998, 37 S., 9 €	41092
<i>Rühling, W.</i> : Maschinelle Ausdünnung. 1999, 31 S., 7 €	41091
<i>Rebholz, F.</i> : Entsorgung verbrauchter Weinbergsanlagen. 1997, 52 S., 9 €	41090
<i>Degünther, B.</i> : Selbstklebeetiketten. 1997, 55 S., 9 €	41089
<i>Seckler, J.</i> : Ganztraubenpressung. 1997, 70 S., 9 €	41088
<i>Weik, B.</i> : Traditionelle Sektbereitung in Winzerbetrieben. 1996, 96 S., 12 €	41087
<i>Bäcker, G.</i> : Einfluss der Erziehungssysteme auf die Applikationsqualität. 1998, 48 S., 9 €	41086
<i>Maul, D.</i> : Mechanisierung der Laubarbeiten. 1997, 60 S., 9 €	41085
<i>Fox, R.; Rupp, D.; Walg, O.</i> : Umweltschonende Bodenvorbereitung zur Wiederanpflanzung. 1998, 36 S., 9 €	41083
<i>Simonis, A.; Kohl, E.</i> : Ausgewählte Extensivierungsmöglichkeiten. 1998, 44 S., 9 €	41082
<i>Maul, D.; Weik, B.</i> : Arbeitssicherheit und Arbeitsplatzgestaltung. 2001, 77 S., 9 €	41081
<i>Oberhofer, J.</i> : Rentabilität des Ab-Hof-Verkaufs von Wein. 1997, 48 S., 9 €	41078
<i>Steinberg, B.</i> : Minimierung der Bodenpflege. 1997, 68 S., 9 €	41077
<i>Jung, R.; Seckler, J.</i> : Flaschensterilisation. 1997, 68 S., 9 €	41076
<i>Zürn, F.; Jung, R.</i> : Testmethoden zur Bestimmung der Korkqualität. 1996, 53 S., 9 €	41074
<i>Uhl, W.</i> : Mineraldüngung in Direkt- und Seilzuglagen. 1996, 28 S., 7 €	41073
<i>Jung, R.</i> : Einfluss des Flaschenverschlusses auf den Wein. 1993, 35 S., 7 €	41072
<i>Rebholz, F.</i> : Ausbringung organischer Reststoffe i Weinbau. 1996, 68 S., 9 €	41071
<i>Back, W.; Maul, D.</i> : Kfz-Vertrieb für Direktvermarkter. 1996, 43 S., 9 €	41069
<i>Weik, B.</i> : Schraubverschlüsse und Schraubverschließer für Erzeugerbetrieb. 1995, 83 S., 11 €	41068
<i>Bourquin, H.-D.; Kohl, E.</i> : Pflanzen von Propfreben. 1996, 45 S., 9 €	41067
<i>Walg, O.</i> : Abflammtchnik im Weinbau, 1996, 39 S., 9 €	41066

Weitere ATW-Veröffentlichungen

Best.-Nr.

35. ATW-Tagung für Weinbau-Fachberater 2003 in Rödelsee. 30 S., 5 €	4035BT
34. ATW-Tagung für Weinbau-Fachberater 2002 in Geisenheim. 30 S., 5 €	4034BT
33. ATW-Tagung für Weinbau-Fachberater 2000 in Bad Kreuznach. 30 S., 5 €	4033BT
32. ATW-Tagung für Weinbau-Fachberater 1999 in Geisenheim. 28 S., 5 €	4032BT
31. ATW-Tagung für Weinbau-Fachberater 1997 in Geisenheim. 22 S., 5 €	4031BT
30. ATW-Tagung für Weinbau-Fachberater 1996 in Bad Münster am Stein. 39 S., 5 €	4030BT
50 Jahre Ausschuss für Technik im Weinbau, Jubiläumsband 2002, 62 S., 10 €	40J50

Ein Gesamtverzeichnis der ATW-Forschungsberichte und -Veröffentlichungen ist kostenlos erhältlich beim KTBL ■ Bartningstraße 49 ■ 64289 Darmstadt

Tel.: 06151/7001-189 Fax: 06151/7001-123 ■

E-Mail: vertrieb@ktbl.de ■ <http://www.ktbl.de>