



Thomas Littek et al.

## Das Hagelschutzsystem “Whailex”

**ATW**

## **ATW – Ausschuss für Technik im Weinbau**

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

# **Untersuchungen zu dem kleinräumig angewandten Hagelschutz-System „Whailex“ der Firma Wagner, Ehrenkirchen/Baden, in verschieden strukturierten Weinbergen**

Dr. Thomas Littek,  
Ernst Weinmann,  
Patrick Schreieck,  
Dr. Volker Jörger

Abschlussbericht zum ATW-Vorhaben 165

Durchführung

Staatliches Weinbauinstitut Freiburg  
Merzhauser Straße 119 + 79100 Freiburg

Förderjahre: 2008 bis 2010  
Förderländer: Baden-Württemberg

KTBL-Titel I/10

Eine ATW-Berater-Information

## **ATW-Vorstand**

### **Vorsitzender**

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

### **2. und Geschäftsführender Vorsitzender**

Prof. Dr. Hans-Peter Schwarz  
Forschungsanstalt Geisenheim + Fachgebiet Technik  
Brentanostraße 9 + D-65366 Geisenheim  
Tel.: +49 (0) 6722/502-365 + Fax: +49 (0) 6722/502-360  
eMail: hans-peter.schwarz@fa-gm.de

### **Dr. Jürgen Dietrich**

Staatsweingut Meersburg + D-88701 Meersburg  
Tel.: +49 (0) 7532/4467-10 + Fax: +49 (0) 7532/4467-17  
eMail: jd@staatsweingut-meersburg.de

## **ATW-Beirat**

### **Obmann**

MinR Hermann Fischer  
Minist. für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau  
PF 3269 + Bauhofstraße 4 + D-55116 Mainz  
Tel.: +49 (0) 6131/16-5252 + Fax: +49 (0) 6131/16-175252  
eMail: hermann.fischer@mwwlw.rlp.de

### **Geschäftsführer**

Christian Reinhold  
KTBL + Bartningstraße 49 + D-64289 Darmstadt  
Tel.: +49 (0) 6151/7001-151 + Fax: +49 (0) 6151/7001-123  
eMail: c.reinhold@ktbl.de

© 2011 by Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)  
Bartningstraße 49 + D-64289 Darmstadt,  
Tel.: +49 (0) 6151/7001-0 + Fax: +49 (0) 6151/7001-123 + Internet: [www.ktbl.de](http://www.ktbl.de)

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

### **Redaktion**

Christian Reinhold + KTBL

Titelbild: Whailexanlage, Staatl. Weinbauinstitut

Printed in Germany.

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung und Aufgabenstellung	7
2 Grundsätzliches zur Whailex-Schutznetztechnik	9
2.1 Konstruktion	9
2.2 Bedienung	10
2.3 Installation und Kosten	11
3 Untersuchungen des Staatlichen Weinbauinstitutes (WBI)	13
3.1 Versuchsflächen	13
3.2 Untersuchungsmethoden	14
4 Auswirkungen der Whailex-Schutznetztechnik	15
4.1 Auswirkungen auf ökophysiologische Parameter	15
4.1.1 Photosynthetisch aktive Strahlung (PAR)	15
4.1.2 Lufttemperaturen	19
4.1.3 Luftfeuchtigkeit	20
4.2 Auswirkungen auf das Wachstum der Reben	20
4.2.1 Austrieb und Blattentwicklung	20
4.2.2 Blüteentwicklung	22
4.2.3 Beerenverfärbung	23
4.3 Auswirkungen auf den Gesundheitszustand der Reben	23
4.3.1 Peronospora	23
4.3.2 Oidium	25
4.3.3 Botrytis	25
4.3.4 Durch die Whailex Schutznetztechnik verursachte mechanische Schäden	27
4.4 Auswirkungen auf die Traubeninhaltsstoffe und die Weinqualität	27
4.4.1 Mostinhaltsstoffe im Reifeverlauf	27
4.4.2 Verkostungsergebnisse	33
4.5 Schutzwirkungen	34
4.5.1 Schutzwirkung gegen Hagel	34
4.5.2 Schutzwirkung gegen Vogelfraß	36
4.5.3 Schutzwirkung gegen Insektenfraß	38
4.6 Auswirkungen auf die Weinbergsbewirtschaftung	40
4.6.1 Bedienung und Wartung des Whailex Schutznetzes	40
4.6.2 Laubarbeiten	42
4.6.3 Weinlese	42
4.6.4 Rebschnitt und Entfernen des Holzes	43
4.6.5 Maschineneinsatz einschließlich Rebschutz	45
4.6.6 Hefhilfe	47
4.7 Auswirkungen auf das Landschaftsbild	49
5 Beurteilungen der Whailex-Schutznetztechnik durch Anwender	50
6 Zusammenfassung	52
Literaturverzeichnis	55

## Abbildungsverzeichnis

	Seite	
Abb. 1	Hagelschäden am Bodensee 2009	7
Abb. 2	Sechskantrohr mit Klammern	9
Abb. 3	Schematische Darstellung der Whailex-Schutznetztechnik	10
Abb. 4	Heraufkurbeln des Netzes. Rechts heraufgerollte Netze, links Netze in Schutzposition	11
Abb. 5	Maschinenteknik zur Installation des WHAILEX Schutznetzsystems	12
Abb. 6	Durch die Whailex Schutznetztechnik wird nicht ganze Laubwand beschattet	16
Abb. 7	Tagesverlauf der photosynthetisch aktiven Strahlung (Merzhausen/Jesuitenschloss, Mittelwerte 24.09. - 04.10.2009, Messhöhe 140 cm)	17
Abb. 8	Strahlungsänderung durch Wechsel der Netzstellung am 23.09.2009 (Merzhausen/Jesuitenschloss)	18
Abb. 9	Tagesverlauf der Lufttemperaturen (Merzhausen/Jesuitenschloss, Mittelwerte 24.09. - 04.10.2009, Messhöhe 140 cm)	19
Abb. 10	Tagesverlauf der Luftfeuchtigkeit (Merzhausen/Jesuitenschloss, Mittelwerte 24.09. - 04.10.2009, Messhöhe 140 cm)	20
Abb. 11	Peronosporabefall an Blättern (Regent, Reisach, 25.09.2009)	24
Abb. 12	Oidiumbefall am Standort Jesuitenschloss (Monarch, 17.08.2010)	25
Abb. 13	Botrytisbefall an Gutedel und Rotem Muskateller. Oben: Befallsintensität, unten: Befallshäufigkeit (Schmidhofen, 29.09.2008)	26
Abb. 14	Reibeschäden an der Beerenhaut	27
Abb. 15	Entwicklung der Mostgewichte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2008	28
Abb. 16	Entwicklung der Mostgewichte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2009	28
Abb. 17	Entwicklung der Mostgewichte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2010	28
Abb. 18	Entwicklung der Mostsäuregehalte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2008	30
Abb. 19	Entwicklung der Mostsäuregehalte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2009	30
Abb. 20	Entwicklung der Mostsäuregehalte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2010	30
Abb. 21	Entwicklung der Nopa-Werte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2008	32

	Seite	
Abb. 22	Entwicklung der Nopa-Werte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2009	32
Abb. 23	Entwicklung der Nopa-Werte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2010	32
Abb. 24	Hagelschäden bei Meersburg 2009; links eine Whailex-Demoanlage	35
Abb. 25	Vogelfraß an Riesling; Kahlfraß ohne Netz (vorne), kein Fraß unter Netz hinten (Freiburg, November 2008)	37
Abb. 26	Wespenbefall und Faulgutanteile bei Rotem Muskateller auf Versuchsfläche Schmiedhofen	39
Abb. 27	Nur geringer Wespenfraß an der Oberfläche von Trauben des Roten Muskatellers auf Versuchsfläche Schmidhofen	40
Abb. 28	Maschinelle Traubenlese in einer Anlage mit WHAILEX Schutznetztechnik	42
Abb. 29	In Netz eingewachsene Ranken	43
Abb. 30	Durch Hochdrehen des Netzes gelöste Ranken	44
Abb. 31	Arbeitszeitbedarf für das Herausziehen des Rebholzes nach dem Schnitt (Versuchsfläche Ehrenkirchen, Weißburgunder, 2009)	44
Abb. 32	Überzeilenlaubschneider mit Abweiserbügel	45
Abb. 33	Maschinelles Vorschneiden oberhalb und unterhalb des aufgerollten Netzes	46
Abb. 34	Die WHAILEX Schutznetztechnik als Hefthilfe; links: Netz seit Austrieb heraufgerollt , rechts: Netz kurz nach Austrieb heruntergerollt (Monarch, Merzhausen)	48

## Tabellenverzeichnis

		Seite
Tab. 1	Vergleich der Anschaffungskosten für verschiedene Hagelschutznetze	12
Tab. 2	Durch das WBI betreute Whailex-Versuchsflächen	13
Tab. 3	Austriebsentwicklung auf nicht eingenetzten und eingenetzten Rebzeilen	21
Tab. 4	Blattentwicklung auf nicht eingenetzten und eingenetzten Rebzeilen	21
Tab. 5	Anteile ausgefallener Augen in nicht eingenetzten und eingenetzten Rebzeilen	22
Tab. 6	Anteile abgeworfener Blütenköppchen bei verschiedenen Rebsorten in nicht eingenetzten und eingenetzten Rebzeilen	22
Tab. 7	Anteile verfärbter Beeren und Intensitäten der Beerenverfärbung	23
Tab. 8	Botrytisbefall in nicht eingenetzten und eingenetzten Rebzeilen	25
Tab. 9	Bewertung von ausgebauten Weinen aus Rebzeilen ohne und mit Netz	33
Tab. 10	Vogelfraß an Regent und Riesling in verschiedenen Jahren in Prozent	37
Tab. 11	Ertragsverluste und Verkostungsergebnisse von Riesling-Weinen aus verschiedenen Leseterminen im Jahr 2009	38
Tab. 12	Zeitbedarf für die Bedienung des Whailex Schutznetzsystems (Modellkalkulation, reine Arbeitszeiten vor Ort)	41
Tab. 13	Auswirkungen maschineller Entblätterung mit Druckluft bei unterschiedlichem Druck in den Varianten ‚ohne Netz‘ und ‚mit Netz‘ (Versuchsfläche Freiburg, Riesling, 2008)	46
Tab. 14	Arbeitszeiten beim Heften mit verschiedenen Heftsystem sowie mit der Whailex Schutznetztechnik im Vergleich (Merzhausen, Monarch in Flachbogenerziehung; reine Arbeitszeiten ohne Neben-, Rüst- und Wegezeiten)	48

## 1 Einleitung und Aufgabenstellung

In den letzten Jahren traten in Mitteleuropa gehäuft Hagelereignisse mit teilweise verheerenden Schäden in verschiedenen Weinbauregionen auf, so in den Jahren 2004 und 2005 im Markgräflerland, 2009 am Bodensee (Abb. 1) und im südlichen Markgräflerland oder 2010 in der Pfalz. Auch in Anbetracht der Tatsache, dass bei weiter steigenden Durchschnittstemperaturen mit einer Zunahme von Wetterextremen gerechnet werden muss<sup>1</sup>, ist der Aspekt einer Schadensminimierung im Obst- und Weinbau zunehmend in das Interesse der Öffentlichkeit gerückt.



**Abb. 1: Hagelschäden am Bodensee 2009**

Hagelschutzversicherungen ersetzen über den Wert der durch Hagel ausgefallenen Weine lediglich die direkten Schäden durch Geld. Folgekosten für die Betriebe, z.B. durch Verluste von Marktanteilen, sind jedoch nicht versicherbar, Hagelschäden am Rebholz nur in Zusatzverträgen.

Hagelflieger, die durch das Versprühen von Silberjodid in den Gewitterzellen die Entstehung größerer Hagelkörner verhindern sollen, werden nur regional eingesetzt und ihre Effektivität ist umstritten.

Mit Hagelschutznetzen lassen sich dagegen Rebstöcke direkt gegen mechanische Beschädigungen durch Hagelschlag schützen. Für Rebanlagen wurden bisher einfache Seitenbespannungen eingesetzt, im Obstbau und teilweise auch im Tafeltraubenanbau Überzeilenabschirmungen.

<sup>1</sup> Das Karlsruher Institut für Technologie kommt auf der Basis der Entwicklung von Konvektionsindices, die Voraussetzung für die Entstehung von Hagelunwettern sind und deren Korrelation mit durch Hagel verursachte Schäden zu dem Schluss, dass „in den letzten 30 Jahren das Potential für die Ausbildung schwerer Gewitterstürme und damit auch für Hagelereignisse statistisch signifikant zugenommen hat“ (KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE, 2010) Für den Zeitraum von 1974 bis 2003 ermittelte das Institut eine deutlich gestiegenen Zahl schwerer Hagelunwetter pro Jahr. Danach lag die Zahl der Tage, die mit Hagelschäden verbunden waren, im Jahr 1986 noch bei fünf, stieg jedoch bis 2004 auf 34 an.

Mit den Auswirkungen des neu entwickelten Whailex Schutznetzsystems auf Reben, Weinbau und Wein befasste sich das Staatliche Weinbauinstitut Freiburg (WBI) In den Jahren 2008 bis 2010. Das Forschungsprojekt wurde mit Mitteln des Ausschusses für Technik im Weinbau (ATW) gefördert. Neben der Schutzwirkung gegen Hagel gehörten auch weitere Schutzwirkungen, die technische Handhabung der Netze, ihre Auswirkungen auf Wachstum und Gesundheit der Reben sowie mögliche Einflüsse auf die Weinqualität zu den Forschungsschwerpunkten.

## 2 Grundsätzliches zur Whailex-Schutznetztechnik

### 2.1 Konstruktion

Bei den am Rand verstärkten Schutznetzen mit einer Maschenweite von 8 x 3 mm handelt es sich um zweifädige Kunststoffnetze, die bereits seit Jahren im Obstbau und in Sonderkulturen eingesetzt werden. Üblicherweise werden Netzbreiten von 1,00 bis 1,20 m verwendet. Im Hinblick auf eine möglichst lange Lebensdauer wurden die besonders UV-stabilen schwarzen Netze gewählt.

Die Netze werden als beidseitige Bespannung mit speziellen Halteklammern aus Polyamid an den beiden obersten Doppeldrähten im Drahrahmen befestigt. An der unteren Kante wird ein verwindungssteifes Sechskantrohr aus PVC angebracht, auf das an den Enden speziell entwickelte, ovale Haltescheiben aus ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerisat) aufgeschoben werden.

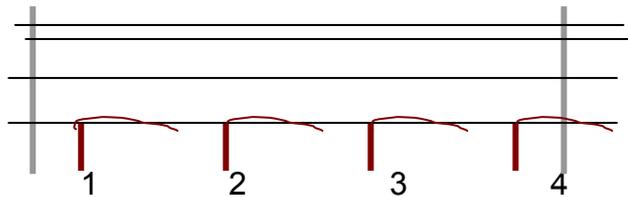
Mit Doppelklammern (s. Abb. 2) im Abstand von ca. 10 bis 15 m können die beiden Sechskantrohre bei herabgelassenem Netz unter dem Drahrahmen zusammengehalten werden, um das Netz bei Sturmböen zusätzlich zu stabilisieren oder das Eindringen von Vögeln von unten zu erschweren.



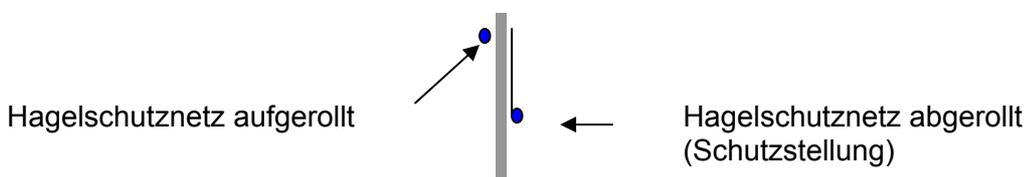
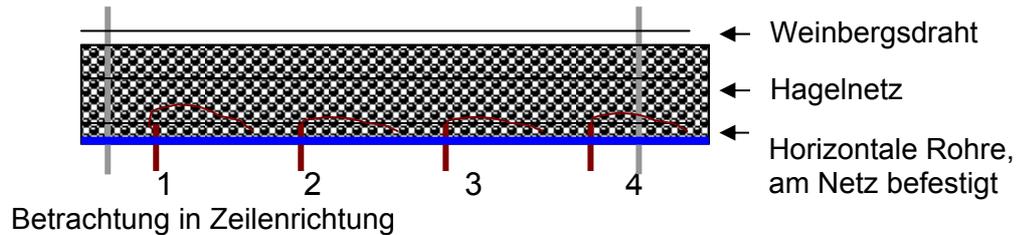
Abb. 2: Sechskantrohr mit Klammern

In Abbildung 3 ist die Konstruktion der Whailex-Schutznetztechnik im Vergleich zu einer nicht eingenetzen Rebzeile schematisch dargestellt.

Rebzeile ohne Hagelschutz:



Rebzeile mit Whailex-Schutznetztechnik:



**Abb. 3 Schematische Darstellung der Whailex-Schutznetztechnik**

## 2.2 Bedienung

Das herabgelassene Netz kann mit einer Handkurbel mühelos auf einer Länge von bis zu ca. 100 m wie ein Rollo sekundenschnell heraufgekurbelt werden. Kurze Netze bis ca. 40 m Länge können notfalls auch ohne Kurbel von Hand bewegt werden. Mittels der Einhängescheiben lässt es sich sicher am Drahtrahmen fixieren. Das Netz muss dabei nicht ganz bis oben aufgerollt werden, sondern kann auch an jedem tiefer verlaufenden Draht eingehängt werden (Abb. 4). Um zu verhindern, dass sich die Netzkonstruktion mit der Zeit verzieht, sollten vor allem längere Netze an beiden Enden eingehängt werden.



**Abb. 4 Heraufkurbeln des Netzes. Rechts herauf gerollte Netze, links Netze in Schutzposition**

Zum Herablassen des Netzes müssen lediglich die Einhängescheiben aus dem Drahtrahmen gelöst werden. Eine Kurbel wird hierzu nicht benötigt. Anschließend können die beiden Sechskantrohre unten zusammengeklammert werden, um ein Hochschlagen der Netze bei Sturm oder das Eindringen von Vögeln zu verhindern. Die Rohrenden sollten unabhängig davon mit Klammern verbunden werden, damit das Einfahren von Schleppern in die eingetzten Zeilen erleichtert wird.

### **2.3 Installation und Kosten**

Von der Fa. Wagner GmbH wurde in Kooperation mit der Firma Wagner-Pflanzen-Technik, Friedelsheim/Pfalz, eine komplette Werkzeug- und Maschinenteknik zur schnellen und rationellen Installation der Schutznetze entwickelt (s. Abb. 5). Nach mehreren Entwicklungsschritten und zahlreichen Detailverbesserungen steht heute eine zuverlässig funktionierende Technik zur Verfügung, mit der pro Tag bis zu 3 500 Laufmeter Rebzeilen beidseitig eingezetzt werden können. Dabei ist die Tagesleistung hauptsächlich von der Länge der Rebzeilen abhängig.



**Abb. 5: Maschinentechnik zur Installation des WHAILEX Schutznetzsystems**

Die Whailex-Schutznetztechnik lässt sich unter allen topographischen Gegebenheiten installieren. In Querterrassen und Direktzuglagen bis ca. 45 % Steigung ist eine maschinelle Installation möglich, für steilere oder nicht befahrbare Lagen stehen spezielle Werkzeuge zur manuellen Installation zu Verfügung, mit welchen bei Bedarf auch Reparaturarbeiten ausgeführt werden können.

Die Anschaffungskosten für die unterschiedlichen Netzkonstruktionen sind in Tab. 1 gegenübergestellt.

**Tab. 1: Vergleich der Anschaffungskosten für verschiedene Hagelschutznetze**

Netzsystem	Anschaffungskosten [€/ha]	Gesamtkosten pro Jahr [€]
einfache Seitenbespannung	2.750	1.190
Überzeilenabschirmung	18.050	1.373
WHAILEX-Schutznetztechnik	13.500	870

### 3 Untersuchungen des Staatlichen Weinbauinstitutes (WBI)

#### 3.1 Versuchsflächen

Ein wichtiger Aspekt bei der Anlage der Versuchsflächen war deren örtliche Verteilung, um die Wahrscheinlichkeit, dass Hagelereignisse und deren Wirkungen auf die jeweilige Versuchsanlage erfasst werden, zu erhöhen. Um eventuelle rebsortenabhängige Einflüsse der Schutznetztechnik erkennen zu können, wurden Flächen mit unterschiedlichen Rebsorten gewählt. Alle Versuchsflächen befanden sich in Weinbergsanlagen, bei denen die Schutznetztechnik mit einer nicht eingetzten Kontrolle innerhalb derselben, einheitlich behandelten Anlage verglichen werden konnte.

Einen Überblick über die Versuchsflächen des WBI im Rahmen dieses Projektes gibt die folgende Tabelle (Tab. 2).

**Tab. 2: Durch das WBI betreute Whailex-Versuchsflächen**

Ort	Bereich / Lage	Rebsorte	Zeilenlänge [m]	Zeilenabstand x Stockabstand [m]	Beobachtungs - Zeitraum
Oberkirch	Breisgau / Schlossberg	Blauer Spätburgunder	90	2,00 x 1,00	2008
Freiburg	Breisgau / Eichhalde	Riesling	100	2,00 x 1,00	2008-2010
Ihringen	Kaiserstuhl / Blankenhorns b.	Blauer Spätburgunder	24	2,00 x 1,00	2008-2010
Ihringen	Kaiserstuhl / Blankenhorns b.	Riesling	48	2,00 x 1,00	2008-2010
Munzingen	Tuniberg / Kapellenberg	Riesling	40-80	1,90 x 1,00	2008-2010
Munzingen	Tuniberg / Kapellenberg	Blauer Spätburgunder	60	1,90 x 1,00	2009
Munzingen	Tuniberg / Kapellenberg	Regent	80	1,90 x 1,10	2008-2009
Schmidhofen	Markgräflerland / Maltesergarten	Gutedel	160	1,70 x 1,40	2008-2010
Schmidhofen	Markgräflerland / Maltesergarten	Roter Muskateller	160	1,70 x 1,40	2008-2009
Ehrenkirchen	Markgräflerland / Oelberg	Weißer Burgunder	55	1,85 x 1,20	2008-2010
Merzhausen	Markgräflerland / Jesuitenschloss	Monarch	40	2,00 x 1,00	2009-2010

Schäden nach Hagelereignissen wurden in Einzelfällen auch in Demonstrationsanlagen untersucht, die keine Whailex-Versuchsflächen waren.

### 3.2 Untersuchungsmethoden

Zur Beurteilung möglicher Einflüsse der Whailex-Schutznetztechnik auf die Rebstöcke oder das Endprodukt ‚Wein‘ wurden je nach Fragestellung unterschiedliche Untersuchungsverfahren angewendet:

- Soweit möglich, wurden durch **Messen oder Wiegen** direkte Messwerte gewonnen (z.B. Traubenerträge, Mostanalysen).
- **Bonituren** zur Ansprache bestimmter Merkmalsausprägungen wurden als Häufigkeiten in einer festen Skalierung zwischen 0 und 100% aufgenommen und ausgewertet, sofern es sich um quantitative Merkmale handelte (z.B. Botrytisbefall, Schädigungsgrad durch Hagel). Entwicklungsstadien (z.B. Blattentwicklung) wurden nach Bestimmung der durchschnittlichen BBCH-Stufe als ordinale Merkmale in einer relativen, neunstufigen Boniturskala erfasst, wobei die Stufe 5 der mittleren BBCH-Stufe entspricht, Werte unter 5 (bis 1) einer weiteren und Werte über 5 (bis 9) einer zurückgebliebenen Entwicklung.
- Die nach den Varianten ‚ohne Netz‘ und ‚mit Netz‘ getrennt ausgebauten Versuchsweine wurden in **Blindverkostungen** miteinander verglichen.

## 4 Auswirkungen der Whailex-Schutznetztechnik

### 4.1 Auswirkungen auf ökophysiologische Parameter

Der Einfluss von Hagelschutznetzen auf verschiedene ökologische Parameter, insbesondere die photosynthetisch aktive Strahlung (PAR), ist aus zahlreichen Untersuchungen vor allem aus dem Obstbau bekannt. Allerdings wurden im Obstbau Strahlungsmessungen in der Regel unter Überzeilenabschirmungen vorgenommen, so dass die hier ermittelten Messwerte nur eingeschränkt auf die als Seitenbespannung installierte Whailex-Schutznetztechnik übertragbar sind.

Begleitend zu den Untersuchungen im Rahmen dieses Projektes wurden daher auf den Versuchsflächen ‚Merzhausen/Jesuitenschloss‘ und ‚Freiburg/Eichhalde‘ Messstationen eingerichtet, auf denen jeweils in zwei benachbarten Rebzeilen die Strahlung sowie Lufttemperaturen und -feuchtigkeiten in unterschiedlichen Messhöhen gemessen werden konnten, darüber hinaus auch die Niederschlagsmengen, Windgeschwindigkeiten sowie Bodentemperaturen und -feuchtigkeiten in zwei verschiedenen Tiefen.

Die Auswertungen konzentrierten sich auf die Messergebnisse in 1,40 m Höhe, also auf die Messgrößen innerhalb der eingetzten und zum Vergleich der nicht eingetzten Laubwand bzw. Traubenzone. Neben der PAR wurden auch die Lufttemperaturen und -feuchtigkeiten in dieser Messhöhe verglichen, da diese Faktoren einen erheblichen Einfluss u.a. auf die Blatt- und Traubengesundheit haben können.

Durch wiederholtes Heraufkurbeln oder Herablassen der Netze und Messperioden von jeweils mehreren Tagen bis Wochen bei ähnlichen Witterungsbedingungen konnte der Einfluss der Netze auf die jeweiligen Messgrößen ermittelt werden. Dazu wurden einerseits die Zeiträume einiger Tage vor und nach Änderung der Netzstellung analysiert und andererseits Tagesverläufe aus Mittelwerten von Perioden mit unterschiedlicher Netzstellung miteinander verglichen.

#### 4.1.1 Photosynthetisch aktive Strahlung (PAR)

Über den Einfluss verschiedener Netztypen auf die Lichtdurchlässigkeit liegen zahlreiche Untersuchungen, insbesondere aus dem Obstbau, vor (BLANKE, 2007; GERMANN und BRÜHLMANN, 2005; HANDSCHACK, 2008). WIDMER (2009) ermittelte unter schwarzen Netzen einen mittleren Strahlungsverlust von 23 %, unter grauen Netzen einen Verlust von 17 % und unter weißen von 8 %. Danach ist die Lichtdurchlässigkeit umso höher, je heller die Netze sind. Mit zunehmender Verschmutzung der hellen Netze im Laufe der Alterung nehmen jedoch die Vorteile im Hinblick auf die Lichtdurchlässigkeit ab. Zudem ist zu berücksichtigen, dass helle Netze deutlich weniger UV-stabil sind, was ihre Haltbarkeit deutlich herabsetzt (BAAB und KUNZ, 2009). Neben der Farbe wird die Lichtdurchlässigkeit auch durch die Struktur der Netze beeinflusst (Fadenzahl, Fadenbreite, Maschenweite). Teilweise ist die Reduktion der Lichtdurchlässigkeit vom Einstrahlwinkel der Sonne abhängig (MAIER et al., 2002).

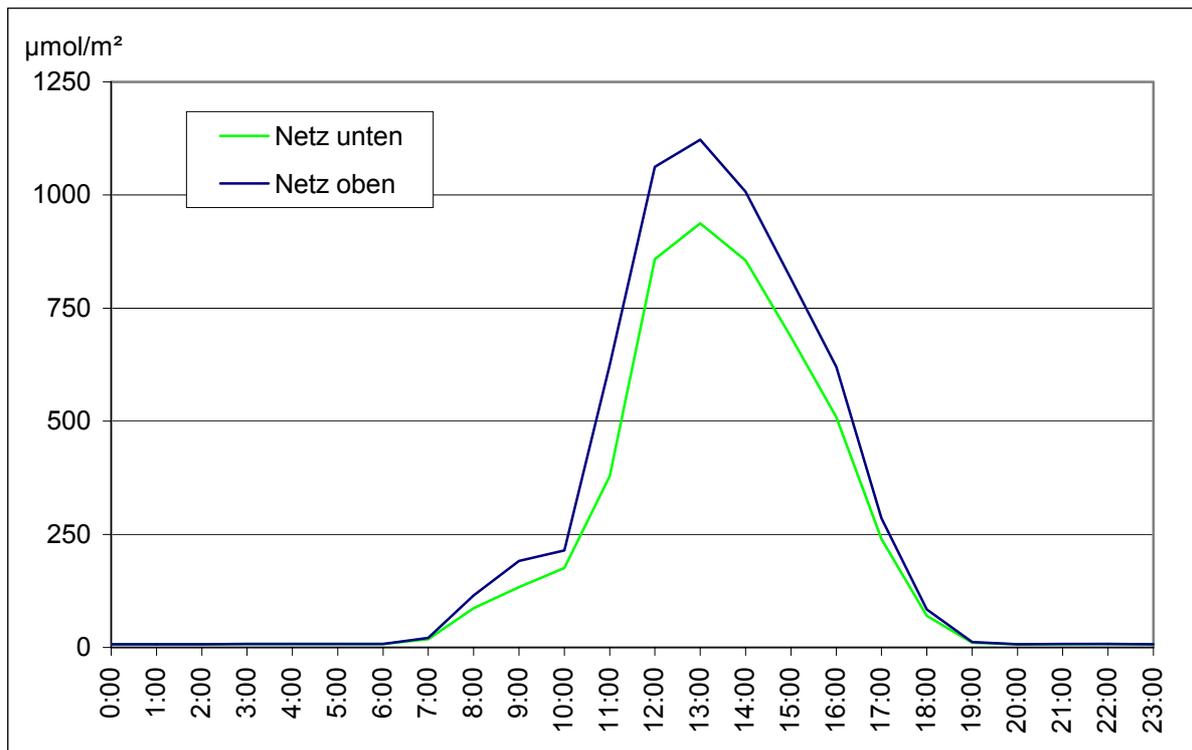
Die Bedeutung einer Beschattungswirkung durch Hagelschutznetze ist differenziert zu betrachten: So stellte WIDMER (1997) an sonnigen Tagen keinen Einfluss auf die Assimilationsleistung von Blättern von Apfelbäumen fest, während bei bedecktem Himmel die Photosynthese durch eine zusätzliche Netzabdeckung reduziert war. In nördlich gelegenen Anbaugebieten kann zudem eine Lichtreduktion durch Schutznetze eher zu einem Lichtmangel führen als in südlichen Gebieten (HANDSCHACK, 2008), in denen Hagelschutznetze u.U. sogar einen Schutz vor zu intensiver Einstrahlung bieten können.

Zu berücksichtigen ist auch, dass bei Seitenbespannungen die Triebe der Rebstöcke nach oben aus dem Netz herauswachsen, so dass - abhängig von Zeitpunkt und Höhe des Gipfelschnitts - ein Teil der Laubwand überhaupt nicht beschattet wird (Abb. 6). Damit ist die tatsächliche Strahlungsreduktion für die Rebstöcke insgesamt deutlich geringer als die unter dem Netz gemessene.



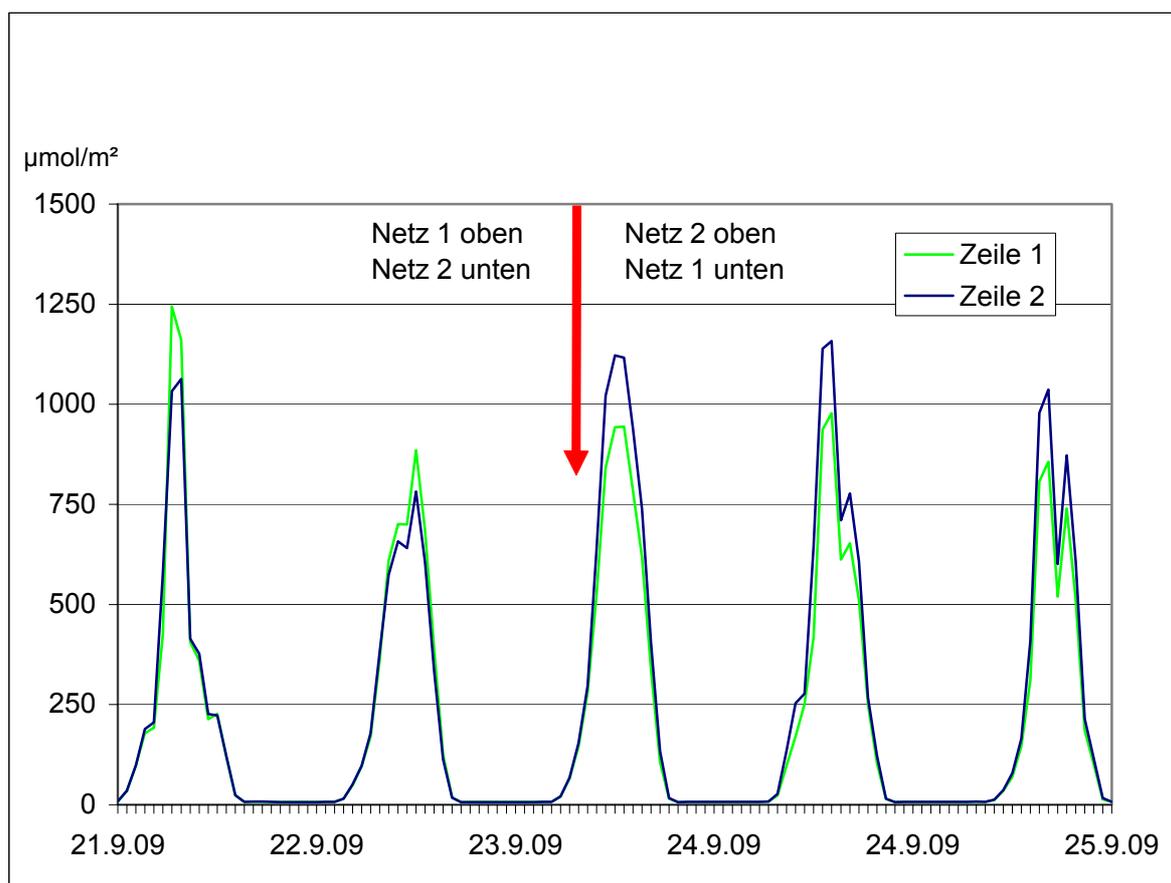
**Abb. 6: Durch die Whailex Schutznetztechnik wird nicht ganze Laubwand beschattet**

Die eigene Auswertung mehrerer Messperioden ergab, dass die Photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) während der acht strahlungsintensivsten Stunden des Tages durch das zweifädige, schwarze Netz um etwa 15-20 %, im Einzelfall auch darüber, reduziert ist. Ein typischer Tagesverlauf der photosynthetisch aktiven Strahlung auf der Basis von Durchschnittswerten aus zehn Messtagen ist in Abb. 7 dargestellt. Die statistisch ermittelte Strahlungsreduktion durch das Hagelschutznetz spiegelt sich in dieser Grafik wider.



**Abb. 7: Tagesverlauf der photosynthetisch aktiven Strahlung (Merzhausen/Jesuitenschloss, Mittelwerte 24.09. bis 04.10.2009, Messhöhe 140 cm)**

In Abbildung 8 ist beispielhaft eine strahlungsintensive Messperiode von 5 Tagen im September 2009 dargestellt, innerhalb derer Netz 1 herabgelassen und Netz 2 heraufgerollt wurde, die beiden Netzstellungen also getauscht wurden (23.09.09, 11:00). In dieser Messperiode mit relativ ähnlichen Strahlungsverhältnissen während der einzelnen Tage ist der Netzeinfluss deutlich erkennbar.



**Abb. 8: Strahlungsänderung durch Wechsel der Netzstellung am 23.09.2009 (Merzhausen/Jesuitenschloss)**

Die Größenordnungen der ermittelten Strahlungsreduktion entsprechen den in der Literatur genannten Werten für schwarze Hagelschutznetze (BAAB und KUNZ, 2008; BLANKE, 2006; GERMANN und BRÜHLMANN, 2005; TALAMINI DO AMARENTE et al., 2009).

Messungen in einer eingetzten Tafelapfelanlage ergaben auch eine Veränderung des Lichtspektrums durch Hagelschutznetze und eine Reduktion der potentiellen Photosynthese (TALAMINI DO AMARENTE et al., 2009).

### 4.1.2 Lufttemperaturen

Eine Veränderung der Lufttemperaturen durch das Netz könnte einen erheblichen Einfluss auf die Entwicklung der Rebstöcke haben. Die Auswertungen ergaben, dass die Lufttemperaturen unter dem Netz im Durchschnitt etwa 0,5 °C niedriger sind als in den Rebzeilen ohne Netz (Abb. 9), was mit der reduzierten Einstrahlung erklärt werden kann. Die Erkenntnisse anderer Autoren, dass die Lufttemperaturen unter Netz etwas niedriger sind (MAIER et al., 2002), jedoch in der Traubenzone mit und ohne Netz nur geringe Unterschiede bestehen (Hanni und Eccli, 2007) können damit bestätigt werden.

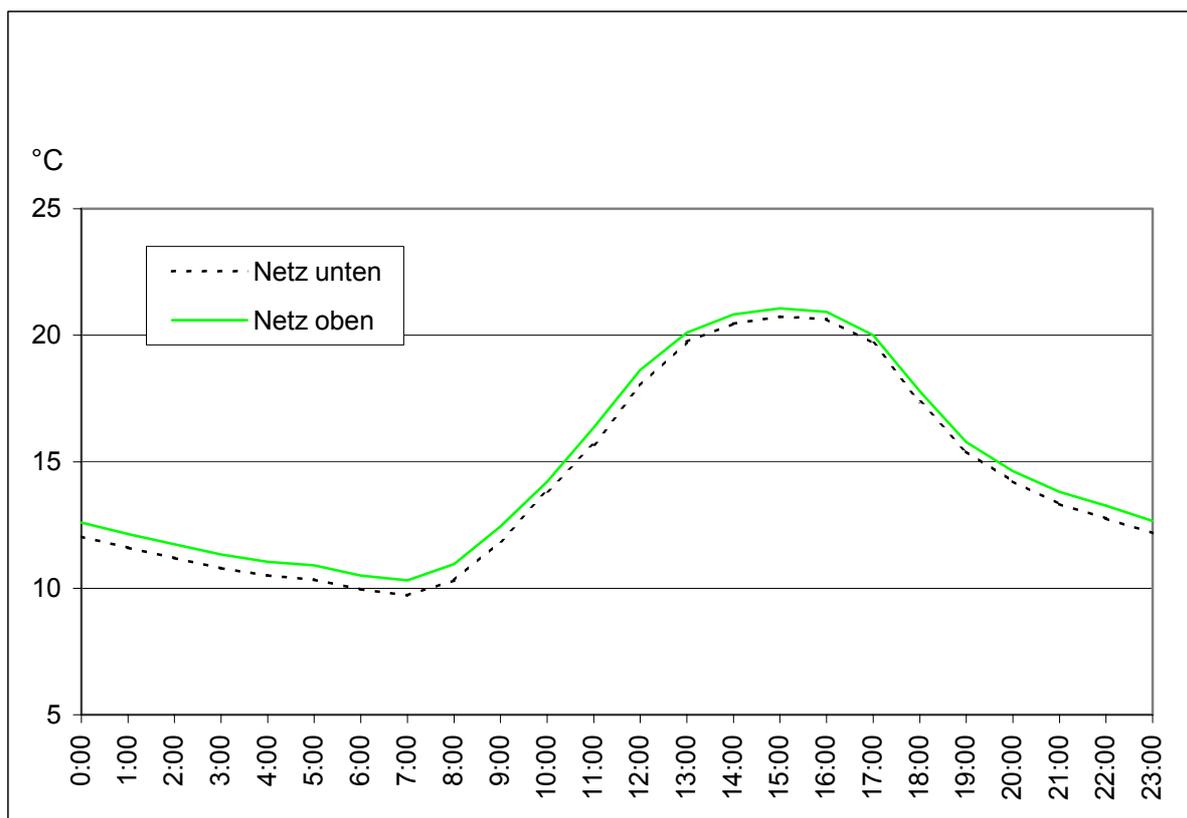


Abb. 9: Tagesverlauf der Lufttemperaturen (Merzhausen/Jesuitenschloss, Mittelwerte 24.09. bis 04.10.2009, Messhöhe 140 cm)

### 4.1.3 Luftfeuchtigkeit

Die Messergebnisse mehrerer, ausgewählter Perioden zeigten nur einen sehr geringen Einfluss des Netzes auf die Luftfeuchtigkeit (Abb. 10). Insgesamt war die Luftfeuchtigkeit durch das Netz geringfügig reduziert, im Tagesverlauf herrschte unter dem Netz nur in den Vormittagsstunden eine minimal höhere Luftfeuchtigkeit. Auch dieses Ergebnis entspricht weitgehend der Aussage von HANNI und ECCLI (2007), die in der Traubenzzone von nicht eingenetzten und eingenetzten Rebstöcken keine Luftfeuchtigkeitsunterschiede feststellen konnten.

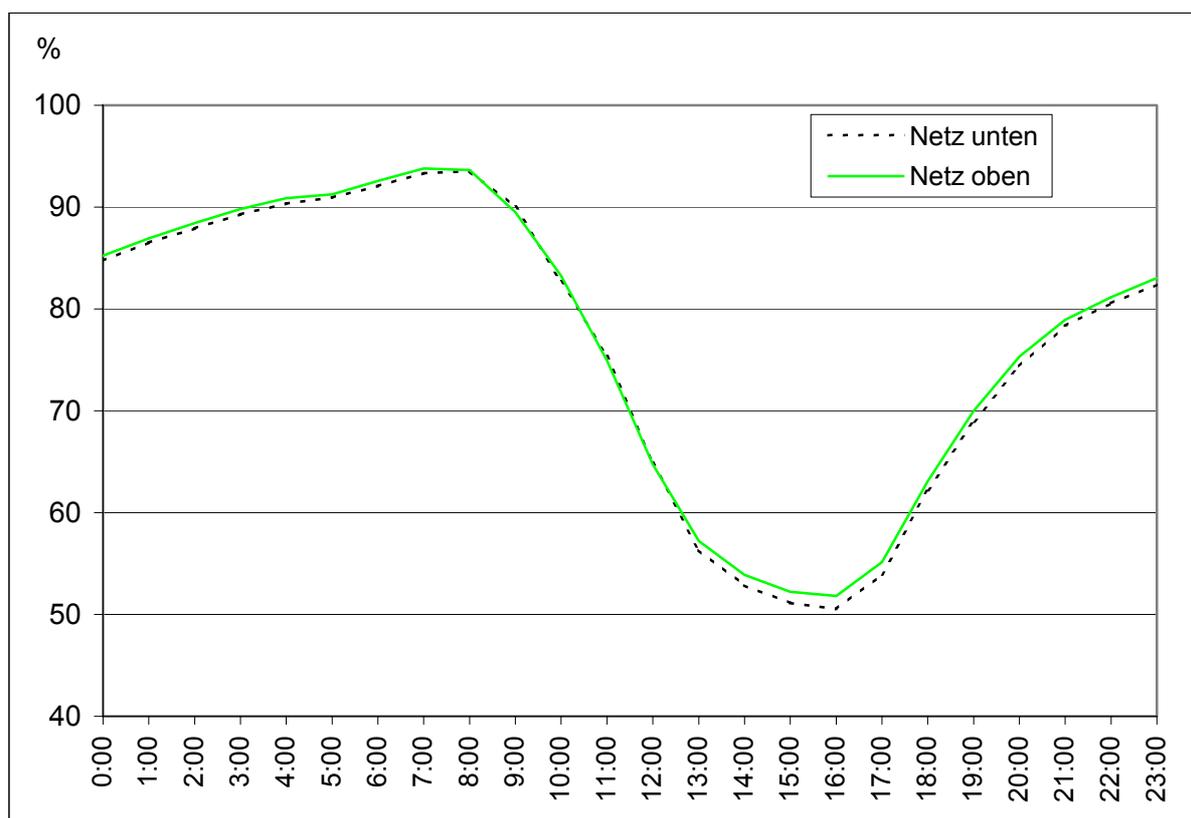


Abb. 10: Tagesverlauf der Luftfeuchtigkeit (Merzhausen/Jesuitenschloss, Mittelwerte 24.09. bis 04.10.2009, Messhöhe 140 cm)

## 4.2 Auswirkungen auf das Wachstum der Reben

Aufgrund der in Kap. 4.1 dargestellten Auswirkungen der Netze auf ökophysiologische Parameter, insbesondere der Reduktion der photosynthetisch aktiven Strahlung, konnten Auswirkungen auf die Wachstumsentwicklung der Rebstöcke erwartet werden. Zur Überprüfung möglicher Netzeinflüsse wurden verschiedene Bonituren an unterschiedlichen Rebsorten zum Austrieb, zur Blüteentwicklung und zur Beerenverfärbung durchgeführt.

### 4.2.1 Austrieb und Blattentwicklung

Die Austriebsbonituren auf den Versuchsflächen Ihringen/Blankenhornsberg und Munzingen ergaben keinen eindeutigen Einfluss der vorjährigen Beschattung durch die Netze auf den Austriebszeitpunkt (Tab. 3). Die Bonituren wurden in einer relativen, neunstufigen Skala durchgeführt, wobei der Vergleichswert für die Variante ‚ohne Netz‘ dem Mittelwert (5) entspricht.

Werte < 5 bedeuten einen früheren, Wert > 5 einen späteren Austrieb. Die Auswertungen ergaben nur geringe Differenzen, wobei sich teilweise ein früherer, teilweise ein verzögerter Austrieb ergab. Für Riesling zeigte sich am gleichen Boniturtag auf zwei verschiedenen Standorten in einem Fall ein etwas früherer, im anderen Fall ein etwas späterer Austrieb. Die Netze waren zum Zeitpunkt der Bonituren noch nicht heruntergelassen, so dass Unterschiede im Austriebszeitpunkt nur mit einer unterschiedlichen Knospenanlage im Vorjahr zu erklären wären.

**Tab. 3: Austriebsentwicklung auf nicht eingenetzten und eingenetzten Rebzeilen**

Sorte	Ort	Bonitur-Datum	mittlere Austriebsstufe	
			ohne Netz	mit Netz
Bl. Spätburgunder	Ihringen	15.04.09	5,0	4,9
Riesling	Ihringen	15.04.09	5,0	4,6
Riesling	Munzingen	15.04.09	5,0	5,3
<b>Durchschnitt</b>			<b>5,0</b>	<b>4,9</b>

Die folgenden Bonituren zum Austrieb und zur Blattentwicklung wurden kurz nach dem Herablassen der Netze durchgeführt, so dass ein Netzeinfluss aus dem jeweiligen Frühjahr oder auch durch eine unterschiedliche Knospenanlage aus dem Vorjahr gegeben sein konnte. Die Boniturergebnisse sind in Tab. 4 dargestellt.

**Tab. 4: Blattentwicklung auf nicht eingenetzten und eingenetzten Rebzeilen**

Sorte	Ort	Bonitur-Datum	mittlere Stufe	
			ohne Netz	mit Netz
Bl. Spätburgunder	Ihringen	27.04.10	5,0	5,3
Gutedel	Schmidhofen	11.05.09	5,0	4,9
Monarch	Merzhausen	05.05.10	5,0	5,2
Roter Muskateller	Schmidhofen	11.05.09	5,0	5,0
Regent	Munzingen	29.04.09	5,0	5,4
Riesling	Freiburg	25.05.10	5,0	4,2
Riesling	Ihringen	27.04.10	5,0	5,3
Weißburgunder	Ehrenkirchen	11.05.09	5,0	5,2
<b>Durchschnitt</b>			<b>5,0</b>	<b>5,1</b>

Auch bei der Blattentwicklung zeigten sich insgesamt keine wesentlichen Unterschiede bei Rebstöcken, die nicht eingenetzt oder eingenetzt waren. Lediglich bei einer späten Bonitur nahe Freiburg war ein Entwicklungsvorsprung der Rebstöcke unter Netz festzustellen, der auch optisch auffiel.

Im Rahmen dieser Bonituren wurden auch die nicht ausgetriebenen Augen erfasst. Die Ergebnisse lassen zusammengefasst nicht erkennen, dass mechanische Belastungen durch das Netz (Heraufrollen und Herunterlassen, eventuelle Scheuerschäden durch Wind) zu einem erhöhten Ausfall von Augen führen würden (s. Tab. 5 auf der folgenden Seite).

**Tab. 5: Anteile ausgefallener Augen in nicht eingenetzten und eingenetzten Rebzeilen**

Sorte	Ort	Bonitur-Datum	ausgef. Augen [%]	
			ohne Netz	mit Netz
Bl. Spätburgunder	Ihringen	15.04.09	8,5	5,7
Bl. Spätburgunder	Ihringen	27.04.10	0,4	5,4
Gutedel	Schmidhofen	11.05.09	2,9	4,9
Monarch	Merzhausen	05.05.10	8,6	5,0
Regent	Munzingen	29.04.09	10,3	12,8
Riesling	Ihringen	15.04.09	4,8	5,4
Riesling	Ihringen	27.04.10	5,7	7,5
Riesling	Munzingen	15.04.09	2,1	3,6
Roter Muskateller	Schmidhofen	11.05.09	3,8	3,9
Weißburgunder	Ehrenkirchen	11.05.09	2,9	10,3
<b>Durchschnitt</b>			<b>5,0</b>	<b>6,5</b>

Die in zwei aufeinander folgenden Jahren erhobenen Zahlen in den gleichen Versuchsanlagen (Blauer Spätburgunder und Riesling, Ihringen) lassen darauf schließen, dass der Verlust von Augen stärker von anderen Faktoren bestimmt wird als von einer Einnetzung (z.B. Beschädigung von Augen beim Biegen). Diese Einschätzung entspricht auch den Praxiserfahrungen von Winzern, welche die Whailex Schutznetztechnik installiert haben.

#### 4.2.2 Blüteentwicklung

Da die Schutznetze in den Versuchsanlagen bereits frühzeitig heruntergelassen wurden (Austriebsbeginn, spätestens 2-Blatt-Stadium), war es durchaus denkbar, dass sich in den Wochen bis zur Blüte bereits ein direkter Netzeinfluss bemerkbar machen könnte. Die Blütebonituren, bei denen die Anteile der abgeworfenen Blütenköppchen erfasst wurden, ergaben jedoch insgesamt keinen Hinweis auf einen wesentlichen Netzeffekt (vgl. Tab. 6).

**Tab. 6: Anteile abgeworfener Blütenköppchen bei verschiedenen Rebsorten in nicht eingenetzten und eingenetzten Rebzeilen**

Sorte	Ort	Datum	abgew. Blütenk. [%]	
			ohne Netz	mit Netz
Bl. Spätburgunder	Ihringen	12.06.08	76,6	70,7
Bl. Spätburgunder	Ihringen	16.06.10	63,3	62,1
Bl. Spätburgunder	Oberkirch	11.06.08	78,4	70,7
Gutedel	Schmidhofen	03.06.09	11,7	18,7
Gutedel	Schmidhofen	15.06.10	13,3	14,3
Roter Muskateller	Schmidhofen	03.06.09	42,5	41,3
Monarch	Jesuitenschloss	23.06.10	39,1	41,0
Regent	Munzingen	06.06.09	88,6	84,7
Riesling	Ihringen	16.06.08	66,8	63,3
Riesling	Ihringen	16.06.10	34,6	25,0
Weißburgunder	Ehrenstetten	08.06.09	82,7	85,8
Weißburgunder	Ehrenstetten	15.06.10	29,7	24,0

Mit einem etwas höheren Anteil abgeworfener Blütenköppchen zeigte sich bei der Mehrheit der Bonituren ein leichter Blühvorsprung bei den nicht eingenetzten Rebstöcken. In einigen Fällen war aber die Blüte auch unter Netz weiter vorangeschritten, bei Gutedel im Jahr 2009 erheblich. Beim Weißburgunder zeigte sich auf der gleichen Fläche in zwei aufeinander folgenden Jahren sogar eine umgekehrte Tendenz.

Die festgestellten Unterschiede bei der Blüteentwicklung entsprachen in der Regel einem zeitlichen Entwicklungsvorsprung bzw. -rückstand von etwa einem halben bis einem Tag, was in der Praxis keine Bedeutung haben dürfte.

### 4.2.3 Beerenverfärbung

Von bestimmten rotverfärbenden Apfelsorten ist bekannt, dass die Ausfärbung der Schalen unter Überzeilenabschirmungen weniger intensiv ausfällt als bei Äpfeln, die ohne Netzüberdeckung reiften (BLANKE, 2007; LINNEMANNSTÖNS, 2001; MAIER et al., 2002; MANTINGER, 2003, STEINBAUER, 2005).

Um zu prüfen, ob auch die Whailex Schutznetztechnik einen Einfluss auf die Beerenverfärbung hat, wurde an den Sorten Blauer Spätburgunder und Monarch an verschiedenen Standorten die Beerenverfärbung bonitiert. Als ‚verfärbt‘ wurden dabei alle Trauben eingestuft, deren Beeren nicht mehr grün waren. Die Ergebnisse sind in Tab. 7 dargestellt.

**Tab. 7: Anteile verfärbter Beeren und Intensitäten der Beerenverfärbung**

Sorte	Ort	Datum	Anteil (%)		Intensität (%)	
			ohne Netz	mit Netz	ohne Netz	mit Netz
Bl. Spätburgunder	Munzingen	21.08.09	97,1	97,6	76,1	76,7
Bl. Spätburgunder	Munzingen	20.08.10	83,5	96,1	14,1	24,7
Bl. Spätburgunder	Ihringen	12.08.09	87,6	88,1	33,9	45,1
Bl. Spätburgunder	Ihringen	31.08.10	100,0	100,0	77,2	72,9
Monarch	Merzhausen	17.08.10	100,0	100,0	66,8	65,8

Nach diesen Ergebnissen wird die Beerenverfärbung durch die Netze zumindest im süd-badischen Untersuchungsgebiet nicht beeinträchtigt. Bei der Versuchsfläche Munzingen war der Blaue Spätburgunder im Jahr 2010 sogar unter Netz deutlich stärker verfärbt.

Der Reifeverlauf wurde – ebenso bei den weißen Rebsorten – auch anhand der Mostinhaltsstoffe verfolgt (vgl. Kap. 4.4.1).

## 4.3 Auswirkungen auf den Gesundheitszustand der Reben

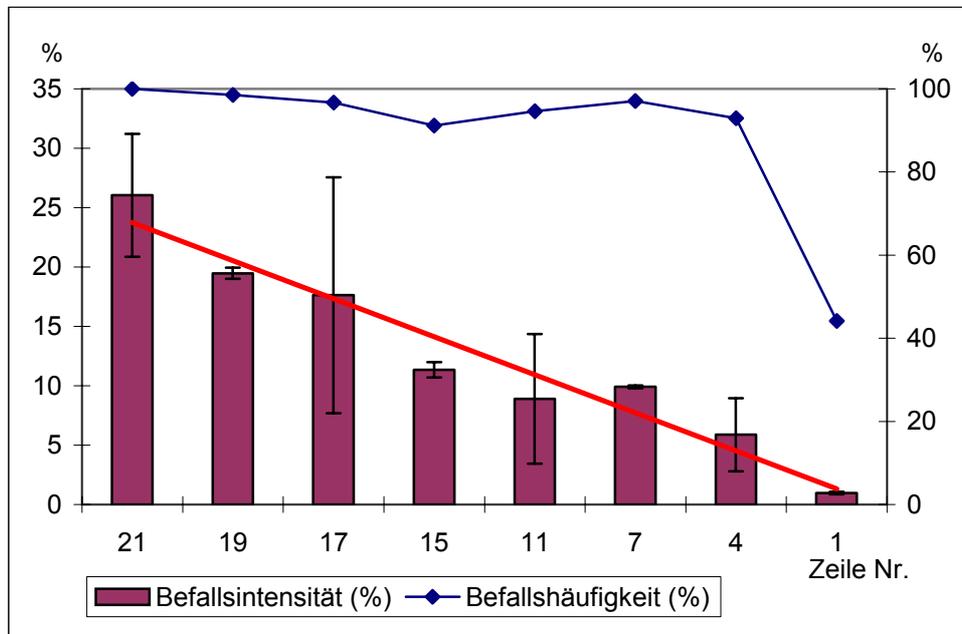
Das relativ eng anliegende Netz könnte sowohl direkt über eine Beeinflussung der kleinklimatischen Verhältnisse als auch indirekt über eine veränderte Blattstellung die Lebensbedingungen für Schadorganismen beeinflussen. Daher wurden vergleichende Bonituren zum Befall mit wichtigen Schaderregern durchgeführt.

### 4.3.1 Peronospora

Der Befall mit Peronospora (Falscher Mehltau) wurde auf den Versuchsflächen des WBI nicht bonitiert, da auf den Versuchsflächen weder bei nicht eingenetzten noch bei eingenetzten Rebzeilen innerhalb der Netzhöhe ein nennenswerter Befall festzustellen war. Offensichtlich reichten die Standardspritzungen mit Fungiziden aus, um einen Befall unabhängig vom Vorhandensein eines Netzes wirkungsvoll zu unterbinden.

Auch in der Praxis wurden überwiegend keine Unterschiede beobachtet, in einem Fall jedoch

hatte ein Winzer unter Netz einen deutlich höheren Peronospora-Befall gefunden. Daraufhin wurde der Befall in der extensiv bewirtschafteten Fläche eines Bio-Winzers mit der Rebsorte Regent eingehend untersucht. Dabei zeigte sich innerhalb der Fläche in der Befallsintensität ein gleichmäßig verlaufender Gradient von 1 bis 26 %, ohne dass jedoch an der Grenze zwischen eingenetztter und nicht eingenetztter Fläche eine sprunghafte Änderung im Befall festzustellen war (s. Abb. 11).



**Abb. 11: Peronosporabefall an Blättern (Regent, Reisach, 25.09.2009)**

Der niedrigere Befall in der nicht eingenetzten Teilfläche war demnach nicht auf einen Netzeinfluss zurückzuführen, sondern vor allem auf die wesentlich bessere Besonnung und Abtrocknung in diesem Bereich der gewölbten Fläche.

### 4.3.2 Oidium

Nennenswerter Befall mit Oidium (Echter Mehltau) trat nur auf einer Whailex-Versuchsfläche im Jahr 2010 unter sehr starkem Befallsdruck bei der Rebsorte Monarch auf. Die Bonitur in einer neunstufigen Skala ergab unter Netz einen etwas geringeren Befall (s. Abb. 12).

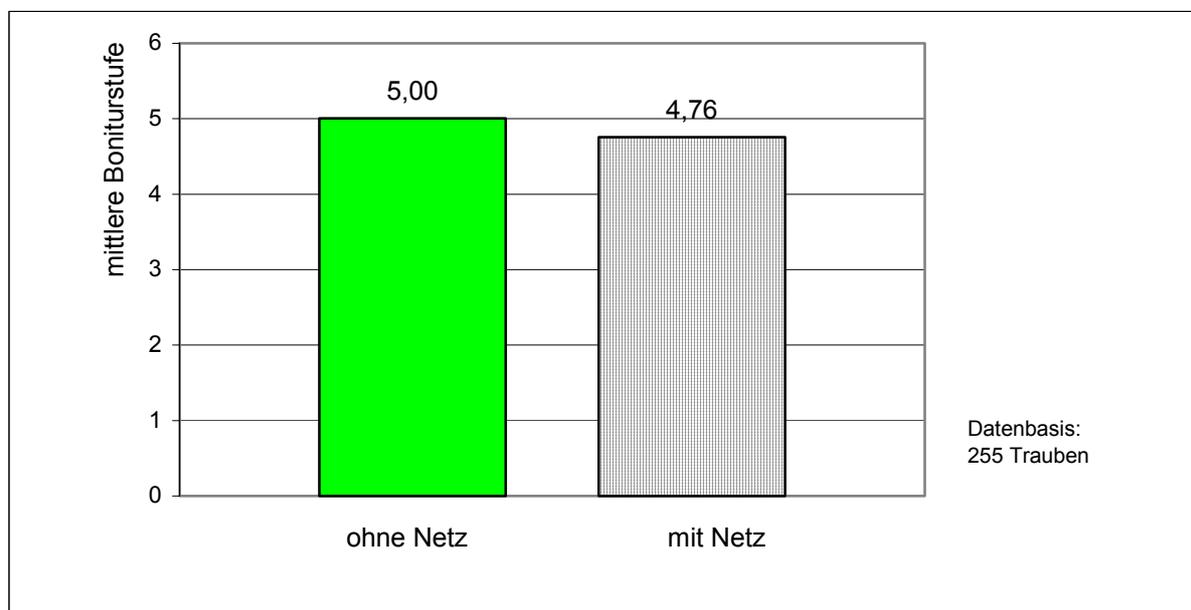


Abb. 12: Oidiumbefall am Standort Jesuitenschloss (Monarch, 17.08.2010)

### 4.3.3 Botrytis

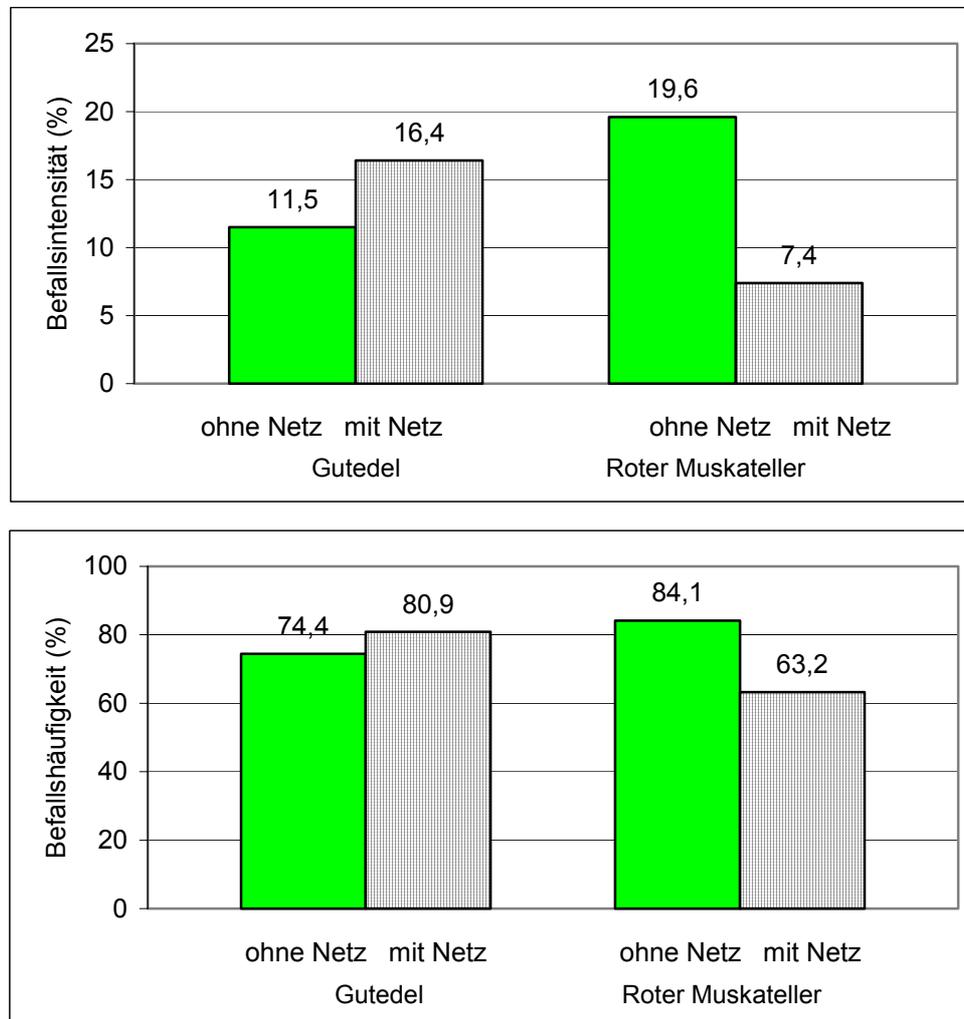
Von besonderem Interesse ist der Gesundheitszustand der Trauben in der Reifephase, da das Produktionsziel der möglichst hohe Anteil gesunden Leseguts ist. Der Hauptanteil nicht verwertbaren Lesegutes entfällt in der Regel auf botrytisbefallenes Material. Daher wurden Botrytis-Bonituren durchgeführt, bei denen jeweils die Befallsintensität an den Trauben erfasst wurde. Aus diesen Daten ließ sich auch jeweils die Befallshäufigkeit berechnen. Tabelle 8 enthält die Boniturergebnisse jeweils getrennt nach Befallshäufigkeit und Befallsintensität.

Tab. 8: Botrytisbefall in nicht eingenetzten und eingenetzten Rebzeilen

Sorte	Ort	Datum	Häufigkeit (%)		Intensität (%)	
			ohne Netz	mit Netz	ohne Netz	mit Netz
Gutedel	Schmidhofen	29.09.08	71,4	80,9	11,5	16,4
Gutedel	Schmidhofen	24.09.10	60,4	42,7	4,7	4,6
Monarch	Merzhausen	05.10.09	68,2	64,5	3,9	2,3
Roter Muskateller	Schmidhofen	29.09.08	84,1	63,2	19,6	7,4
Weißburgunder	Ehrenkirchen	05.10.09	88,4	86,1	23,2	22,1
Weißburgunder	Ehrenkirchen	15.09.10	54,5	44,8	3,8	3,2

Nur bei einer Bonitur im Jahr 2008 (Gutedel, Schmidhofen) wurde unter Netz ein erhöhter Botrytisanteil festgestellt, allerdings trat auf der gleichen Fläche im Jahr 2010 unter Netz ein geringerer Befall auf. An Trauben des Roten Muskatellers in der gleichen Versuchsanlage war im Jahr 2008 unter Netz ein erheblich geringerer Botrytisbefall festzustellen (s. Abb. 13). Ursache

hierfür könnte der erhöhte Stiellähmebefall unter Netz und eine dadurch bedingte mangelnde Reifeentwicklung des Roten Muskatellers gewesen sein oder stärkere Fraßschäden durch Wespen in der Variante ‚ohne Netz‘. Auch auf anderen Versuchsflächen war unter Netz teilweise ein geringfügig, teilweise aber auch erheblich geringerer Botrytisbefall festzustellen als in der nicht eingenetzen Variante.



**Abb. 13: Botrytisbefall an Gutedel und Rotem Muskateller. Oben: Befallsintensität, unten: Befallshäufigkeit (Schmidhofen, 29.09.2008)**

Parallel am Staatlichen Weinbauinstitut Freiburg laufende Untersuchungen zur Auswirkung der Laubwandstruktur auf Erreger von Traubenfäule zeigen, dass die Zahl der Triebe pro Stock und die Entblätterungsmaßnahmen erheblichen Einfluss auf das Auftreten von Botrytis haben. Unterschiedliche Botrytis-Boniturergebnisse waren auch im Rahmen dieses Projektes häufig mit verschiedenen Bewirtschaftungsmaßnahmen zu erklären. Ein negativer Einfluss des Netzes auf den Befall mit Botrytis ist bei gleicher Laubwandgestaltung jedoch offensichtlich nicht gegeben.

Der Befall durch Essigsäurebakterien spielte im Untersuchungszeitraum keine nennenswerte Rolle und wurde nicht separat erfasst. Da der Befall an eine Verletzung der Beerenhaut gebunden ist, kann Essigfäule auch Folge einer anderen Schädigung sein. So führten HANNI und ECCLI (2007) das stärkere Auftreten von Essigfäule auf nicht eingenetzen Parzellen auf Vogelfraßschäden zurück.

#### 4.3.4 Durch die Whailex Schutznetztechnik verursachte mechanische Schäden

Ohne zusätzliche Maßnahmen liegt das Whailex Schutznetz direkt auf den Blättern und den außen stehenden Trauben der Rebstöcke an. Dadurch kann es bei Windbewegungen zu Reibeschäden an diesen Pflanzenteilen kommen. Nach den Beobachtungen des WBI bedeuten diese Reibeschäden jedoch lediglich eine optische Beeinträchtigung und führten nicht zum Aufreißen oder Aufplatzen von Beeren (s. Abb. 14).



Abb. 14 Reibeschäden an der Beerenhaut

#### 4.4 Auswirkungen auf die Traubenhaltstoffe und die Weinqualität

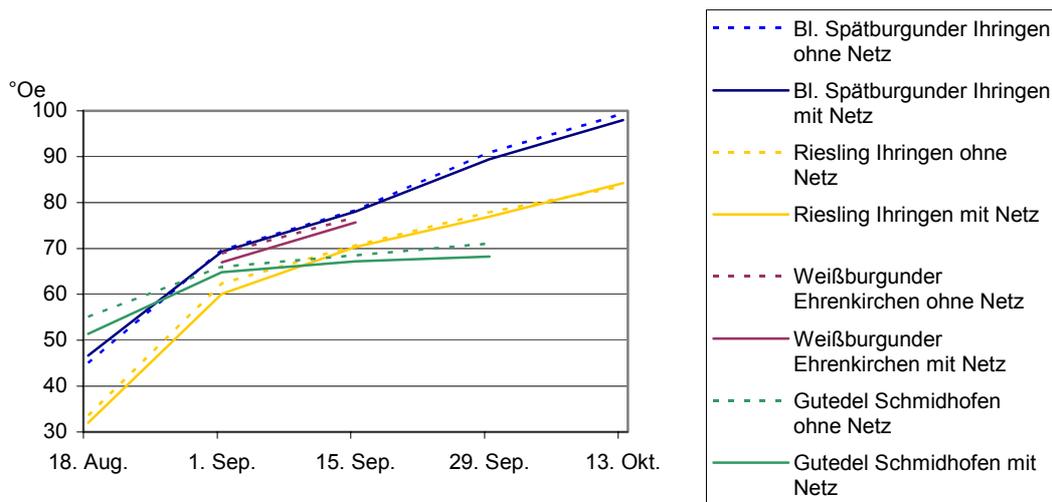
##### 4.4.1 Mostinhaltsstoffe im Reifeverlauf

Für die Analyse der Mostinhaltsstoffe in Trauben von nicht eingezetzten und eingezetzten Rebstöcken wurden jeweils zwischen Reifebeginn und Lese mehrere Beerenproben genommen und in den daraus gewonnenen Mosten die Dichte, das Mostgewicht, die Säurestruktur und die Moststickstoffgehalte ermittelt. Im Folgenden werden die wichtigsten Analysewerte aus den Jahren 2008 bis 2010 für folgende, in Baden verbreitete Sorten dargestellt:

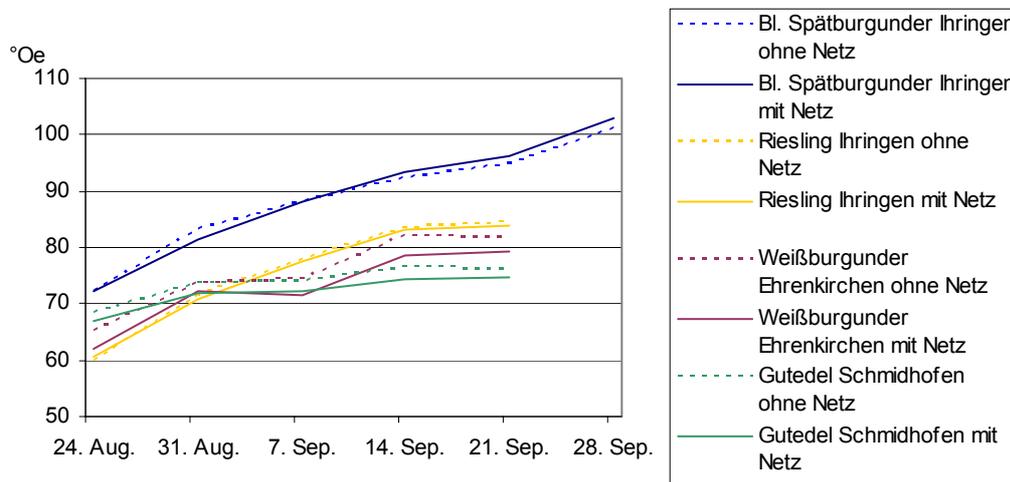
- Blauer Spätburgunder, Ihringen
- Weißer Riesling, Ihringen
- Weißburgunder, Ehrenkirchen
- Weißer Gutedel, Schmidhofen

## Mostgewichte

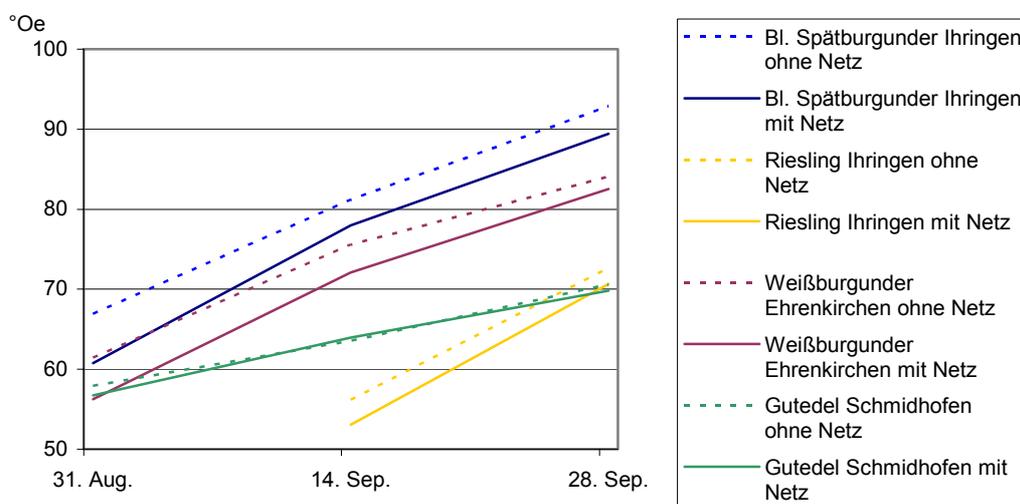
Die Entwicklung der Mostgewichte im Reifeverlauf ist in den Abbildungen 15 -17 dargestellt.



**Abb. 15: Entwicklung der Mostgewichte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2008**



**Abb. 16: Entwicklung der Mostgewichte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2009**



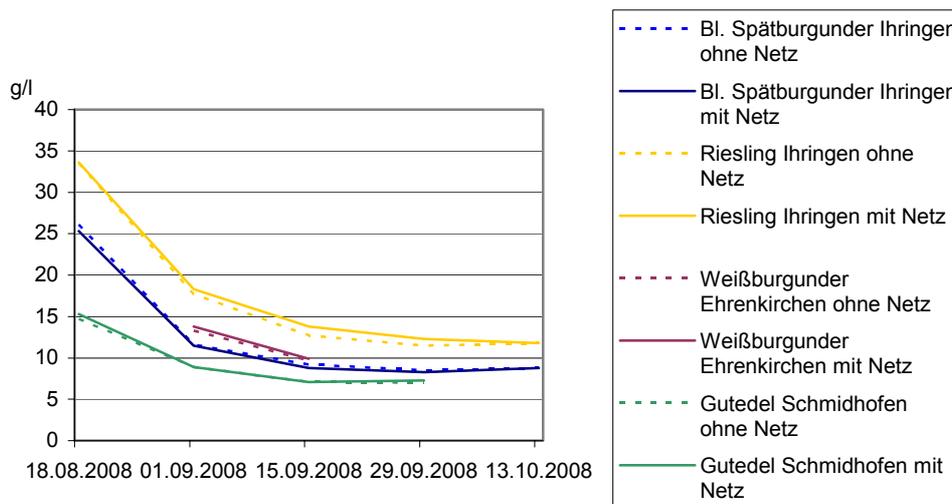
**Abb. 17: Entwicklung der Mostgewichte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2010**

Zum Erntezeitpunkt bei oder kurz nach der letzten Beerenprobennahme lagen die Mostgewichte von Trauben, die unter den Netzen gereift waren, überwiegend etwas niedriger als bei Trauben ohne Netz, im Einzelfall aber auch etwas höher (Blauer Spätburgunder 2009). Die geringsten Unterschiede waren bei Riesling festzustellen. Im Durchschnitt der drei Untersuchungsjahre waren die Mostgewichte unter Netz bei der letzten Probenahme bei Blauem Spätburgunder um  $1,0^{\circ}\text{Oe}$ , bei Riesling um  $0,7^{\circ}\text{Oe}$ , bei Weißburgunder um  $1,7^{\circ}\text{Oe}$  und bei Gutedel ebenfalls um  $1,7^{\circ}\text{Oe}$  niedriger als ohne Netz. Die Zunahme verlief unter Netz und ohne Netz in allen Fällen nahezu parallel.

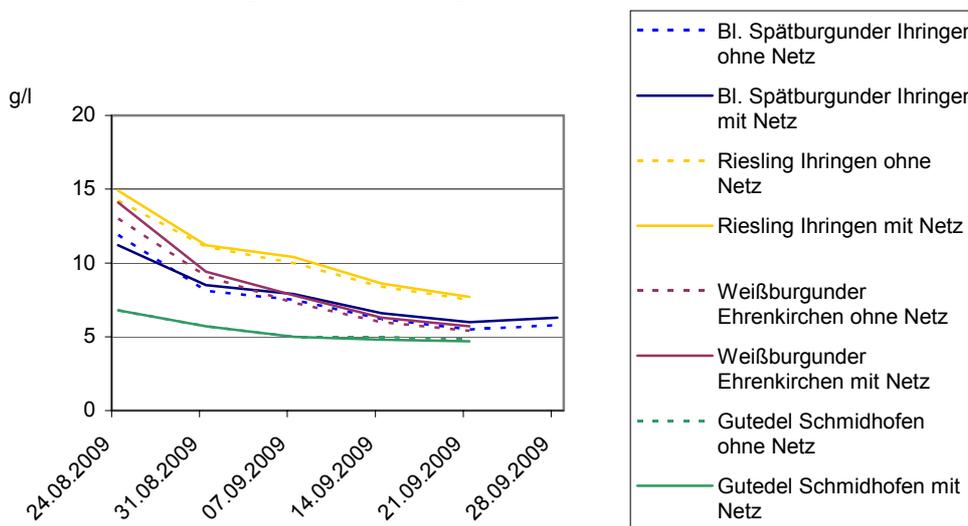
Auch HANNI und ECCLI (2007) stellten bei Trauben aus nicht eingenetzten Parzellen einen leichten, statistisch aber nicht absicherbaren Reifevorsprung fest. Im Gegensatz dazu wurden bei Rieslingtrauben am Standort Klosterneuburg (REICHARDT, 2011) unter Netz etwas höhere Mostgewichte ermittelt, die Unterschiede waren aber ebenfalls nicht statistisch absicherbar. WEISSENBACH et al. (2003) fanden bei großer Streuung keine Unterschiede zwischen den Mostgewichten von Trauben von Rebstöcken ohne Netz, Rebstöcken unter weißem oder Rebstöcken unter schwarzem Netz. Bei verschiedenen Apfelsorten wurden unter Netz dagegen geringere Zuckergehalte gemessen (BAAB und KUNZ, 2009; LINNEMANNSTÖNS, 2001). Eine leichte Reifeverzögerung unter Netzen führt meist zu einer zeitlichen Verzögerung der Ernte um einige Tage, insbesondere bei schwarzen Netzen (GERMANN und BRÜHLMANN, 2005).

### Säuregehalte

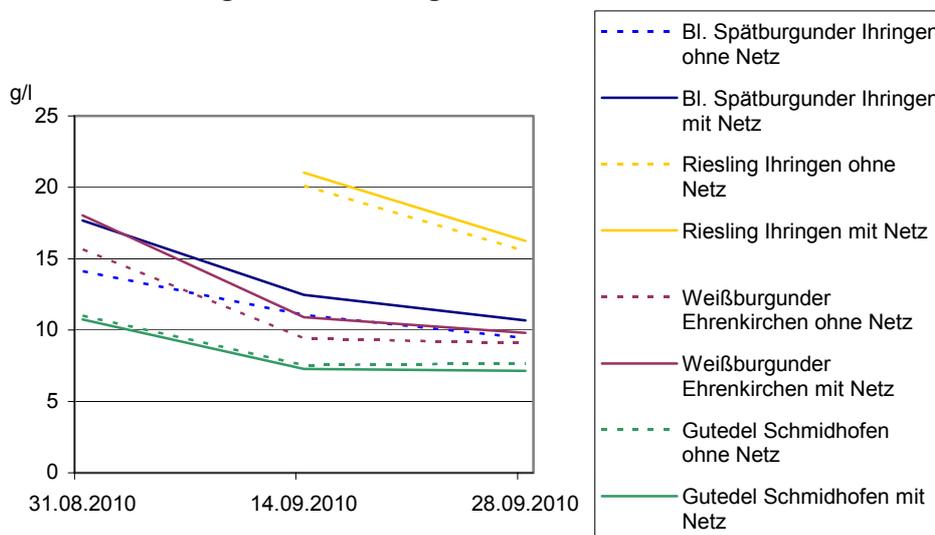
Die Entwicklung der Säuregehalte während der Reifephase ist in den folgenden Abbildungen 18 bis 20 dargestellt.



**Abb. 18: Entwicklung der Mostsäuregehalte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2008**



**Abb 19: Entwicklung der Mostsäuregehalte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2009**



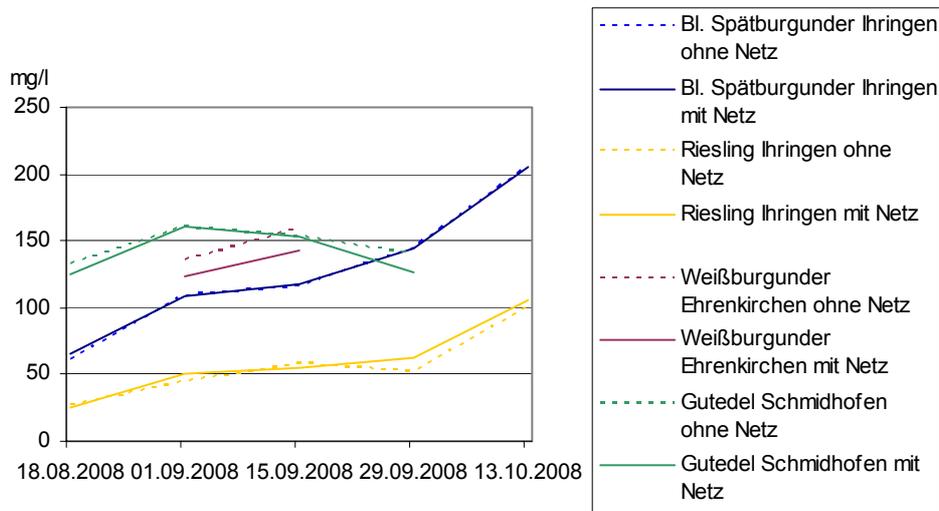
**Abb. 20: Entwicklung der Mostsäuregehalte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2010**

Im Jahr 2008 waren bei allen untersuchten Rebsorten kaum Unterschiede in den Säuregehalten zwischen den Varianten ‚ohne Netz‘ und ‚mit Netz‘ zu finden. 2009 gab es geringe und 2010 etwas deutlichere Unterschiede, wobei die Säuregehalte unter Netz bei Blauem Spätburgunder, Riesling und Weißburgunder geringfügig höher waren. Lediglich bei Gutedel waren die Säuregehalte unter Netz etwas niedriger. Im Durchschnitt der drei Untersuchungsjahre waren die Mostsäuregehalte unter Netz bei der letzten Probenahme bei Blauem Spätburgunder um 0,6 g/l, bei Riesling um 0,3 g/l und bei Weißburgunder um 0,4 g/l erhöht, bei Gutedel um 0,1 g/l verringert. Auch der Säureabbau verlief unter Netz und ohne Netz in allen Fällen nahezu parallel.

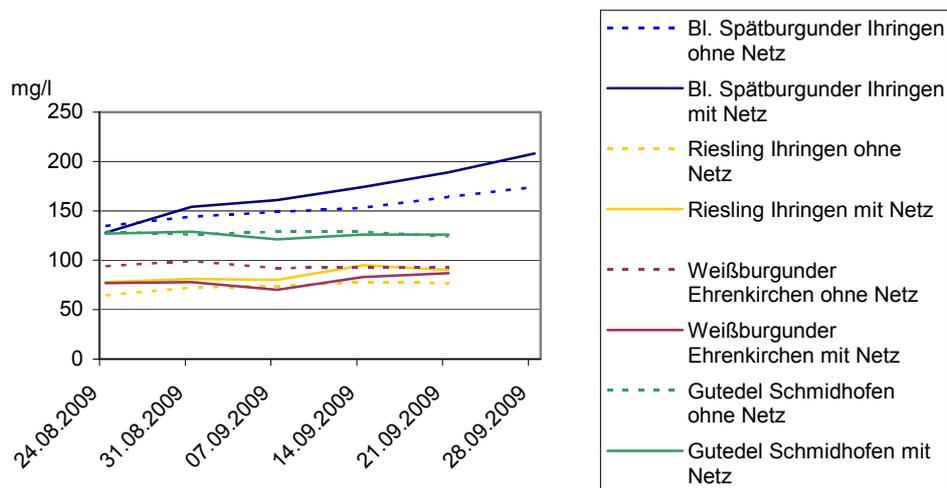
Die Mostsäuregehalte bei Rieslingtrauben am Standort Klosterneuburg unterschieden sich bei den Varianten ‚ohne Netz‘ und ‚mit Netz‘ ebenfalls nur minimal (REICHARDT, 2011).

### Moststickstoffgehalte

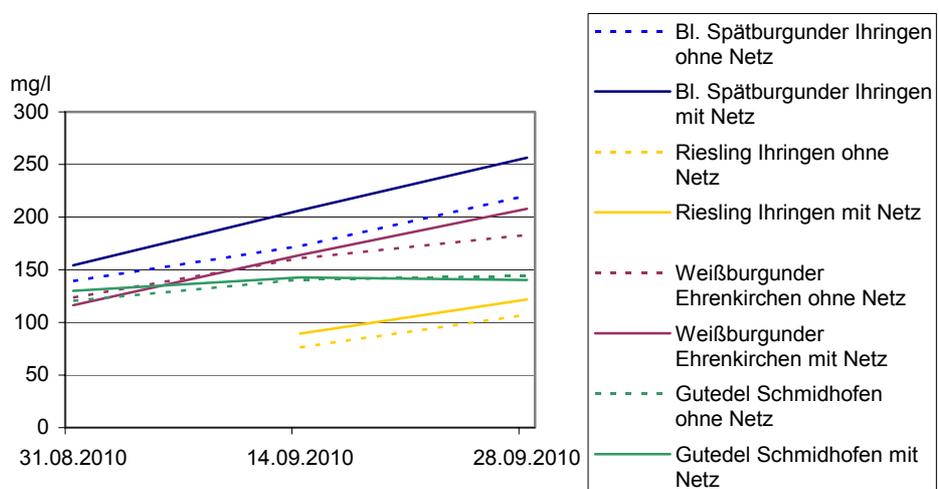
Die Gehalte an hefeverfügbarem Stickstoff (NOPA, Gehalt an  $\alpha$ -Aminosäuren) im Reifeverlauf sind in den folgenden Abbildungen 21 bis 23 dargestellt.



**Abb. 21: Entwicklung der Nopa-Werte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2008**



**Abb. 22: Entwicklung der Nopa-Werte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2009**



**Abb. 23: Entwicklung der Nopa-Werte auf WHAILEX-Versuchsflächen 2010**

In den Jahren 2008 und 2010 war bei den meisten Rebsorten eine Zunahme der Nopa-Werte im Reifeverlauf zu beobachten. Lediglich bei Gutedel wurden bereits früh Werte um 150 mg/l erreicht, die dann nicht weiter anstiegen. Auffallend sind die niedrigen Nopa-Werte im Jahr 2009 (außer bei Blauem Spätburgunder) sowie die niedrigen Gehalte bei Riesling in allen Untersuchungsjahren. Bei Riesling wiesen die Trauben unter Netz durchgehend und Blauem Spätburgunder überwiegend höhere Nopa-Werte auf, bei Weißburgunder und Gutedel ergaben sich nur geringe Unterschiede. Im Durchschnitt der drei Untersuchungsjahre waren die Nopa-Gehalte unter Netz bei der letzten Probenahme bei Blauem Spätburgunder um 23 mg/l (12 %), bei Riesling um 11 mg/l (12 %) und bei Weißburgunder um 1 mg/l (1 %) erhöht, bei Gutedel um 5 mg/l (4 %) vermindert. Die Nopa-Gehalte in Trauben unter Netz entwickelten sich bis auf wenige Ausnahmen parallel zu den Gehalten in den nicht eingetzten Rebzeilen.

#### 4.4.2 Verkostungsergebnisse

Die separat ausgebauten Versuchsweine wurden zu verschiedenen Terminen in Blindverkostungen untersucht und bewertet. Bei keiner Versuchsvariante konnten netzbedingte Fehltonen festgestellt werden. In Tabelle 9 sind jeweils die Rangziffern der Bewertung des Gesamteindrucks und der Aromaintensität von Weinen aus Rebzeilen ohne und mit Netz gegenübergestellt sowie die durchschnittliche Punktezahl nach dem 5-stufigen DLG-Schema. Die Rangziffern wurden nach der Rangziffernmethode von Kramer auf signifikante Unterschiede geprüft. Da bei der Bewertung durch die Verkoster jeweils einem Wein Rang 1 und dem anderen Rang 2 zugewiesen werden muss, ergibt sich für jeden Wein die Rangsumme 3. Durchschnittliche Rangziffern um 1,5, wie sie sich im Gesamteindruck fast durchgehend ergaben, weisen daher auf sehr ähnliche Weinqualitäten hin. Dem entsprechend unterschieden sich die Bewertungen der Weine ‚ohne Netz‘ und ‚mit Netz‘ im Gesamteindruck in keinem Fall signifikant.

Bei der Beurteilung der Aromaintensität wurden die Weine aus Rebzeilen ohne Netz tendenziell besser beurteilt, ein signifikanter Unterschied ergab sich aber nur für den Roten Muskateller in einer Verkostung.

Die Beurteilung nach Punkten ergab wiederum fast durchgehend eine sehr ähnliche Einschätzung der verglichenen Weine.

**Tab. 9: Bewertung von ausgebauten Weinen aus Rebzeilen ohne und mit Netz**

Sorte	Datum	Jahr-gang	Gesamteindruck (Rangziffern)			Aromaintensität (Rangziffern)			Punkte	
			ohne Netz	mit Netz	Signifi-kanz	ohne Netz	mit Netz	Signifi-kanz	ohne Netz	mit Netz
Blauer Spätburgunder	02.09.09	2008	1,36	1,64	ns	1,4	1,6	ns	2,5	2,3
Gutedel	01.09.09	2008	1,44	1,56	ns	1,2	1,8	ns	2,2	2,3
Gutedel	05.11.09	2008	1,48	1,52	ns	1,1	1,9	ns	1,7	1,5
Regent	02.09.09	2008	1,46	1,54	ns	1,4	1,6	ns	2,5	2,5
Roter Muskateller	01.09.09	2008	1,42	1,58	ns	1,1	1,9	sig.	2,9	3,0
Roter Muskateller	05.11.09	2008	1,30	1,70	ns	1,2	1,8	ns	2,7	2,1

Auch bei vergleichenden Verkostungen von Blauburgunder und Merlot aus einem Versuch mit Hagelschutznetzen stellten auch HANNI und ECCLI (2007) keinen negativen Einfluss auf die Weinqualität fest. Ein Einfluss der Netzfarbe war ebenfalls nicht nachweisbar.

## **4.5 Schutzwirkungen**

### **4.5.1 Schutzwirkung gegen Hagel**

Das Whailex Schutznetzsystem wurde unter dem Eindruck der starken Hagelschäden im Markgräflerland in den Jahren 2004 und 2005 primär als Hagelschutz entwickelt. Die Beurteilung der Schutzwirkung gegen Hagelschlag war daher von zentraler Bedeutung.

Das extremste Hagelunwetter im Beobachtungszeitraum zog am 26. Mai 2009 von der Schweiz aus über den Bodensee und führte u.a. im Raum Meersburg zu verheerenden Schäden an Rebanlagen. Dabei prallte feinkörniger Hagel bei extrem hohen Windgeschwindigkeiten nahezu waagrecht auf die Rebstöcke. Bei Meersburg gab es zu diesem Zeitpunkt bereits eine Whailex-Demoanlage, in der kurz nach dem Unwetter die Wirkung der Schutznetztechnik untersucht wurde. Eine eingehende wissenschaftliche Analyse war hier zwar aus verschiedenen, im Folgenden genannten Gründen nicht möglich, es konnten aber einige wichtige Erkenntnisse aus dem Ereignis gewonnen werden:

- Bei extremen Windgeschwindigkeiten von bis zu 160 km/h wurden die nur an der oberen Kante befestigten Netze zu einem großen Teil herauf- und teilweise über die Rebzeilen geschlagen. Teilweise wurden die Netze auch durch die Orkanböen aufgeschaukelt und blieben mit ihren Maschen an den Haken der Rebpfähle hängen. In diesen Fällen war für die Rebstöcke keine Schutzwirkung mehr gegeben und es waren unterschiedlich starke Schäden zu beobachten. Im Extremfall waren genauso wie in den Rebzeilen ohne Netz sämtliche nicht verholzten Teile der Rebstöcke abgeschlagen oder zerstört.
- Es gab aber auch Abschnitte, in denen die Netze in Schutzstellung geblieben waren. Hier waren nur sehr geringe Hagelschäden zu verzeichnen (s. Abb. 24), die meisten Blätter und Gescheine waren intakt. Daraus ließ sich folgern, dass die Whailex Schutznetztechnik auch bei derart extremen Hagelereignissen hervorragend gegen Hagelschäden schützt, sofern die Netze in Position bleiben.
- Um ein Hochschlagen der Netze zu verhindern, müssen sie unten an den Sechskantrohren fixiert werden. Dies ist durch Zusammenbinden mit Drähten möglich. Zur einfacheren Handhabung entwickelte die Firma Wagner Hydraulik aber auch Kunststoffklammern, mit denen die Sechskantrohre zusammengehalten werden. Die Entscheidung, eine derartige zusätzliche Sicherungsmaßnahme vorzunehmen, hängt von der jeweiligen persönlichen Risikoeinschätzung des Winzers ab.



**Abb. 24: Hagelschäden bei Meersburg 2009; links eine Whailex-Demoanlage**

Die Schutzwirkung der Netze ist einerseits direkt dadurch gegeben, dass Hagel von den Trauben abgehalten wird, andererseits auch indirekt dadurch, dass Blattschäden weitgehend vermieden werden und damit die Blätter als zusätzlicher Schutz gegen Hagel erhalten bleiben. An nicht eingetzten Rebstöcken waren in der Regel nur diejenigen Trauben schadensfrei, die von noch (teilweise) intakten Blättern oder anderen Trauben gegen den Hagelschlag abgedeckt waren.

Bei Hagelschlag zu Reifebeginn besteht die Gefahr eines vorzeitigen Botrytisbefalls, ausgehend von den angeschlagenen Beeren (CASPARI et al., 2003). Insofern ist nicht nur eine Reduktion der Schadensintensität, sondern auch der Schadenshäufigkeit von erheblicher Bedeutung.

Die Vermeidung von Hagelschäden ist auch im Hinblick auf den Rebschnitt von großer Bedeutung: stark hagelgeschädigte Fruchtruten neigen beim Biegen zum Brechen und weisen zudem oft nicht die normale Zahl austriebsfähiger Augen auf, so dass die Erträge auch im Jahr nach dem Hagelschaden noch deutlich unter dem üblichen Niveau liegen können. Auch in dieser Hinsicht bietet das Whailex Hagelschutzsystem einen sehr effektiven Schutz. Nennenswerte Holzverletzungen durch Hagel wurden im Rahmen der o.g. Hagelschadens-Bonituren in keinem Fall festgestellt. Selbst unter den Extrembedingungen des Hagelunwetters am Bodensee 2009 blieben die Triebe unter Netz nahezu schadensfrei und konnten gesundes Holz für das kommende Jahr entwickeln.

Da sich die Schutzwirkung des Whailex Schutznetzsystems nicht darauf beschränkt, bereits reife Trauben vor Hagel zu schützen, ist es empfehlenswert, die Netze bereits frühzeitig, spätestens aber im 2- bis 3- Blattstadium, in Schutzstellung zu bringen und sie bis zur Lese geschlossen zu halten. Dies ist auch unter den Aspekten sinnvoll, dass bereits ab Anfang Mai aber auch noch bis in den Oktober hinein Hagelereignisse möglich sind, deren Intensitäten und Häufig-

keiten voraussichtlich weiter zunehmen werden. Zusätzlich lassen sich damit Heftarbeiten weitgehend einsparen (vgl. Kap. 4.6.6). Für die anfallenden Laubarbeiten (z.B. Entfernen von Doppel- und Kümmertrieben, Entblättern von Hand) können die Netze mit geringem Zeitaufwand kurzfristig heraufgekurbelt werden.

Unwetter mit großen Hagelkörnern (mehrere cm Durchmesser) trafen im Untersuchungszeitraum keine Rebflächen mit Whailex Schutznetzsystem. Als Überdach-Konstruktionen angebrachte Hagelschutznetze zeigten aber auch unter derartigen Bedingungen eine sehr gute Schutzwirkung, wie z.B. in Südtirol im Juni 2008 (CHRISTANELL und HAFNER, 2008).

Auch in einem Versuch am DLR Rheinpfalz wurde bei einem Hagelschlag im Juli 2008 eine hohe Schadensreduktion durch das Whailex Schutznetzsystem bestätigt (GÖTZ, 2010).

#### **4.5.2 Schutzwirkung gegen Vogelfraß**

Starenschwärme, deren Zahlen in den letzten Jahren wieder deutlich zugenommen haben, können in kürzester Zeit große Flächen in Weinbergen kahl fressen. Gerade hoch reife Trauben, die für die Erzeugung von Spitzenweinen vorgesehen waren, werden bevorzugt befallen, zumal bei später Lese die Trauben in der Umgebung bereits weitgehend gelesen sind. Der Schutz gegen Vogelfraß ist aber auch in Gebieten mit allgemein hohem Fraßdruck z.B. an Waldrändern oder Gebüschgruppen von besonderer Bedeutung. Für den Tafeltraubenanbau sind Schutznetze oft unverzichtbar, da nur optisch makellose Trauben vermarktet werden können. Hier bietet das Whailex Schutznetzsystem eine Alternative zu den bisher benutzten Vogelschutznetzen und akustischen oder optischen Vergrämungsmaßnahmen.

Unter diesen Aspekten war es von besonderem Interesse, die Schutzwirkung des Whailex Schutznetzsystems gegen Vogelfraß zu untersuchen. Dazu wurden auf folgenden Whailex-Versuchsflächen mehrere Bonituren auf Vogelfraß durchgeführt:

- Munzingen: Rebsorte Regent, Randlage zu ackerbaulich genutzten Grundstücken, Baumgruppen und Überlandleitung in unmittelbarer Nähe,
- Freiburg: Rebsorte Riesling, direkte Waldrandlage, teilweise (sehr) späte Erntetermine.

Die Boniturergebnisse aus verschiedenen Jahren und von unterschiedlichen Terminen mit entsprechend abweichenden Reifegraden sind Tabelle 10 zu entnehmen. Die Netze waren bis zum Boniturdatum heruntergelassen, aber von unten nicht zusätzlich geschlossen. Die Fraßintensität gibt den Anteil fehlender oder beschädigter Beeren wieder, die Fraßhäufigkeit den Anteil der Trauben, an denen - unabhängig von der Intensität - Vogelfraß festgestellt wurde. Aus beiden Werten wurde der Ernteverlust berechnet.

**Tab. 10: Vogelfraß an Regent und Riesling in verschiedenen Jahren in Prozent**

Ort	Sorte	Jahr	Fraßintensität		Fraßhäufigkeit		Ernteverlust	
			ohne Netz	mit Netz	ohne Netz	mit Netz	ohne Netz	mit Netz
Munzingen	Regent	12.09.08	25,4	0,2	96,9	1,9	24,7	0,0
Munzingen	Regent	21.08.09	14,5	0,0	62,9	0,0	9,1	0,0
Freiburg	Riesling	07.11.08	77,8	0,0	97,2	0,5	75,6	0,0
Freiburg	Riesling	07.12.09	64,6	8,0	99,5	58,6	64,5	4,9
Freiburg	Riesling	27.10.10	36,6	0,0	83,5	0,0	30,5	0,0

Die Ergebnisse zeigen, dass mit dem Whailex Schutznetzsystem ein nahezu vollständiger Schutz gegen Vogelfraß erreicht werden konnte (s. Abb. 25). Lediglich auf der Riesling-Versuchsfläche bei Freiburg kam es im Jahr 2009 bei einem Datum, das bereits deutlich hinter dem regulären Lesetermin lag, zu einem gewissen, wirtschaftlich aber noch immer unbedeutenden Vogelfraß auch unter den Netzen, da das Futterangebot außerhalb der Netze bereits knapp war.



**Abb. 25: Vogelfraß an Riesling; Kahlfraß ohne Netz (vorne), kein Fraß unter Netz hinten (Freiburg, November 2008)**

Bei der Beurteilung von Vogelfraßschäden ist generell zu berücksichtigen, dass nicht alleine dadurch Schäden entstehen, dass ganze Trauben gefressen werden. Häufig werden Trauben auch nur angepickt und die Verletzungen an der Beerenhaut bieten dann Eintrittspforten für Infektionen z.B. durch Essigbakterien, was bei der Lese qualitative und quantitative Einbußen bedeutet. Insofern ist sowohl eine Reduktion der Fraßintensität als auch der Fraßhäufigkeit Ziel der Vogelabwehr.

Im Jahr 2008 wurden einer Versuchsfläche Rieslingtrauben versuchsweise zu vier unterschiedlichen Terminen gelesen und jeweils separat zu Versuchswainen ausgebaut. Die Ergebnisse von zwei Blindverkostungen (s. Tab. 11) zeigen eine eindeutige Präferenz für die

Weine aus den späten Leseterminen, die allerdings nur noch von eingetzten Rebstöcken gewonnen werden konnten. Bei den Verkostungen waren die vier Weine in eine Rangfolge zu bringen, d.h. je häufiger Rang 1 vergeben wurde, desto besser wurde dieser bewertet.

**Tab. 11: Ertragsverluste und Verkostungsergebnisse von Riesling-Weinen aus verschiedenen Leseterminen im Jahr 2009**

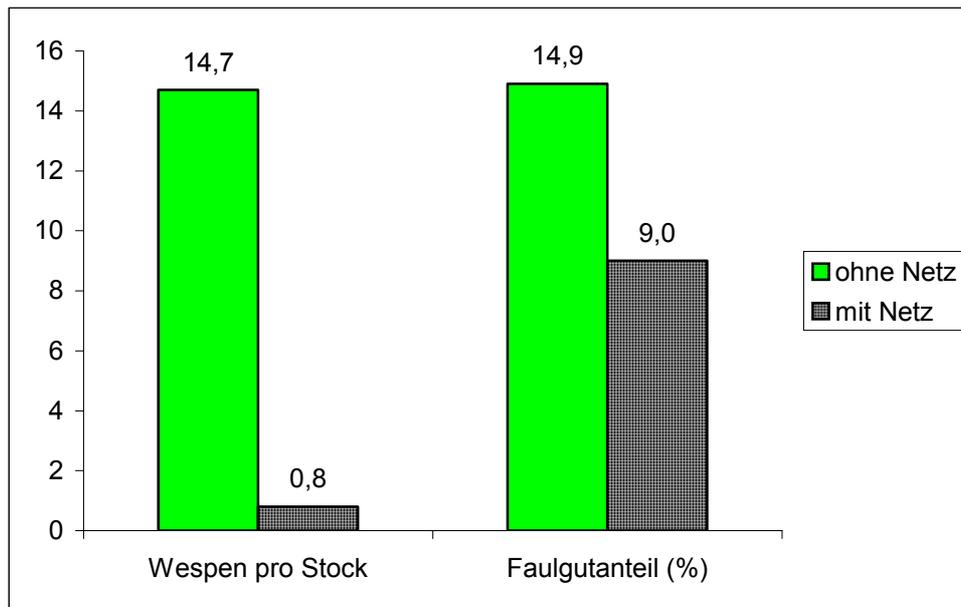
Lesetermin	Ernteverluste (%)		Häufigkeit Rang 1	
	Ohne Netz	mit Netz	Verkostung am 02.04.09	Verkostung am 02.09.09
16.10.08	0,0	0,0	1	2
27.10.08	27,2	0,2	0	4
05.11.08	78,2	0,4	16	12
17.11.08	98,8	0,4	14	15

Abhängig von der Maschenweite und der Fadenart besteht grundsätzlich die Gefahr, dass sich Vögel im Netz verfangen. Netze, die nicht korrekt angebracht sind und bis auf den Boden reichen oder Netze, die nach dem Abnehmen im Weinberg auf dem Boden liegen gelassen werden, stellen auch eine Gefahr für Igel und andere Kleintiere dar. Die Whailex Schutznetztechnik hat sich in dieser Hinsicht als unproblematisch erwiesen: Im gesamten Beobachtungszeitraum wurde auch aus der Praxis kein Fall bekannt, in dem Whailex Schutznetze Verletzungen oder gar den Tod eines Vogels verursacht hätten. Für am Boden lebende Kleintiere stellt das Whailex Schutznetzsystem keine Gefahr dar, weil sich die Netzunterkante je nach Drahtrahmenanordnung und Netzbreite etwa 80 cm über dem Boden befindet, also weit oberhalb der von Hofmann et al. (2006) empfohlenen Mindesthöhe von 40 cm.

#### 4.5.3 Schutzwirkung gegen Insektenfraß

Fraß durch Insekten, insbesondere durch Wespen, kann vor allem bei früh reifenden Sorten sowie bei Tafeltrauben zu erheblichen Schäden führen. Wie bei Vogelfraßschäden sind nicht nur die direkten Fraßschäden bedeutend, sondern Verletzungen der Beerenhaut können Eintrittspforten für die Infektion mit Fäulepilzen (*Botrytis*, *Penicillium*) und Bakterien (Essigfäule) bilden. Schutznetze als dichte Seitenbespannungen der Traubenzone mit engmaschigen Netzen gelten allgemein als wirkungsvollste Maßnahme gegen Wespenfraß (HOFMANN et al., 2006). Bei dem engmaschigen Netz der Whailex Schutznetztechnik war daher eine gute Schutzwirkung gegen Insektenfraß zu erwarten.

Zur Überprüfung der Schutzwirkung wurde in der Versuchsanlage mit Rotem Muskateller bei starkem Befall eine Wespenzählung durchgeführt und die Faulgutanteile nach Varianten getrennt erfasst. Die Zählung fand am 21.10.2009 bei hoch reifen Beeren kurz vor der Lese durch zwei Personen statt, welche die Wespen gleichzeitig von beiden Seiten der Rebzeilen aus erfassten. Die Ergebnisse sind in Abbildung 26 dargestellt.



**Abb. 26: Wespenbefall und Faulgutanteile bei Rotem Muskateller auf Versuchsfläche Schmiedhofen**

Durch das Netz wurde die Zahl der Wespen um 95 % reduziert, wobei sich von den Wespen in den Zeilen mit Netz 42 % außerhalb des Netzes befanden. Innerhalb der Zeilen variierten die Wespenzahlen stark zwischen 9 und 23 Wespen pro Stock in den nicht eingenetzten Zeilen bzw. 0,2 und 2,0 Wespen pro Stock in den eingenetzten Zeilen (Mittelwerte für jeweils 5 Stöcke).

Die Trauben unter Netz wurden fast ausschließlich von Wespen befallen, die sich außerhalb des Netzes befanden (s. Abb. 27). Dagegen versuchten die Wespen, die unter das Netz gelangt waren, vor allem, wieder aus dem Netz herauszukommen. Im Gegensatz zu Vögeln flogen die Wespen das Netz von der Seite an und versuchten nicht gezielt, von unten in das Netz zu gelangen. In den eingenetzten Zeilen beschränkte sich der Fraß daher auf diejenigen Beeren, die direkt am Netz anlagen und betraf nur wenige Beeren. Im Gegensatz dazu wiesen an nicht eingenetzten Stöcken nahezu alle Trauben mehr oder weniger starke Fraßschäden durch Wespen auf.



**Abb. 27: Nur geringer Wespenfraß an der Oberfläche von Trauben des Roten Muskatellers auf Versuchsfläche Schmidhofen**

Der Faulgutanteil bei der Lese war in den Zeilen mit Netz 40 % niedriger als in den nicht eingensetzten Zeilen. Durch die Verwendung von Drahtabstandshaltern, die einen Abstand zwischen Trauben und Netz schaffen, so dass die von außen anfliegenden Wespen nicht mehr an die Trauben gelangen, könnte der Wespenfraß noch weiter reduziert werden. Diese Möglichkeit ist vor allem für Tafeltrauben interessant, die zum Verkauf ein makelloses Äußeres aufweisen müssen.

#### **4.6 Auswirkungen auf die Weinbergsbewirtschaftung**

Ein wichtiger Aspekt bei der Einführung technischer Neuerungen im Weinberg sind mögliche zusätzliche Arbeitsbe- oder -entlastungen. Daher wurden im Rahmen dieses Projektes auch verschiedene Arbeitszeitstudien durchgeführt und mögliche Auswirkungen auf den Maschineneinsatz untersucht.

##### **4.6.1 Bedienung und Wartung des Whailex Schutznetzes**

Ein wesentlicher Vorteil des Whailex Schutznetzsystems im Vergleich zu früheren Schutznetzen ist die Möglichkeit, das Netz einfach und schnell heraufzukurbeln und wieder herunterzulassen. Für das Heraufkurbeln eines Netzes und das Einhängen der ovalen Einhängescheibe am Drahtrahmen (vgl. Kap. 2.2) werden ca. 0,25 Min. benötigt, für das Lösen der Einhängescheibe und das Herunterlassen eines Netzes ca. 0,10 Minuten. Da das Whailex Schutznetz insbesondere bei längeren Zeilen an beiden Enden eingehängt werden sollte, um ein Durchhängen des Netzes oder ein Verwinden des Rohres zu verhindern, kommt die Zeit dazu, die benötigt wird, um das Netz am anderen Zeilenende aus- oder einzuhängen. Für die Wegstrecken wurde eine Gehgeschwindigkeit von 5 km/h unterstellt.

In folgender Tabelle (Tab. 12) ist der Zeitbedarf für das Heraufkurbeln und Herunterlassen des Netzes für unterschiedliche Zeilenlängen und Zeilenabstände kalkuliert. Es wurde von einem praxisüblichen Ablauf ausgegangen, bei dem zuerst mehrere Netze herabgelassen oder hochgekurbelt werden und diese anschließend an der anderen Seite aus- bzw. eingehängt werden. Daher ist in der Berechnung nur der Zeitbedarf für das Begehen jeder fünften Zeile enthalten.

**Tab. 12: Zeitbedarf für die Bedienung des Whailex Schutznetzsystems (Modellkalkulation, reine Arbeitszeiten vor Ort)**

<b>Zeilenlänge Zeilenabstand</b>	<b>100 1,8</b>	<b>100 2,5</b>	<b>100 2,0</b>	<b>140 2,0</b>	<b>50 2,0</b>	<b>40 2,0</b>
Zahl der Netze pro ha	111,1	80,0	100,0	71,4	200,0	250,0
Heraufkurbeln (Min./ha)	27,8	20,0	25,0	17,9	50,0	62,5
Gehzeit (Min./ha)	13,3	9,6	12,0	12,0	12,0	12,0
Einhängen an anderer Seite (Min./ha)	11,1	8,0	10,0	7,1	20,0	25,0
Herablassen (Min./ha)	18,5	13,3	16,7	11,9	33,3	41,7
Aushängen an anderer Seite (Min./ha)	11,1	8,0	10,0	7,1	20,0	25,0
Gesamtzeit (Min./ha)	81,9	58,9	73,7	56,0	135,3	166,2
Gesamtzeit (Std./ha)	<b>1,4</b>	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>	<b>0,9</b>	<b>2,3</b>	<b>2,8</b>

Aus den Werten wird deutlich, dass die Netze bei üblichen Zeilenabständen und Zeilenlängen um 100 m in ca. 1 bis 1,5 Stunden pro ha von einer Person heraufgekurbelt und herabgelassen werden können. Kurze Zeilen erfordern wegen der größeren Anzahl von Netzen deutlich mehr Arbeitsaufwand.

Ein zusätzlicher Arbeitsaufwand kann zustande kommen durch

- das Zusammenklammern oder -binden der Netzstangen zur Verbesserung des Schutzes gegen Vogelfraß (vgl. Kap. 4.5.2) und zur Erhöhung der Stabilität bei Sturmböen (vgl. Kap. 4.5.1); der zusätzliche Zeitbedarf ist abhängig von der Zahl der Fixierpunkte und der Art der Verbindung,
- die Notwendigkeit, Triebe, die beim Heraufkurbeln oder Herablassen des Netzes aus dem Drahtrahmen gerutscht sind, wieder einzustecken. Dies ist aber bei fachgerechter Netzbenutzung in der Regel nicht erforderlich (s. Kap. 4.6.2),
- Schwierigkeiten beim Aushängen des Netzes vor dem Herablassen, die sich ergeben können, wenn die Einhängescheiben unter sehr hoher Spannung im Drahtrahmen eingehängt wurden.

Aufgrund des geringen Zeitbedarfs für das Herablassen der Netze ist es theoretisch auch noch möglich, die Netze erst bei drohendem Unwetter herunterzulassen. Im Hinblick auf einen dauerhaften, sicheren Schutz und die Zeitersparnis bei den Heftarbeiten ist es jedoch empfehlenswert, die Netze bereits frühzeitig in Schutzposition zu bringen, spätestens nach dem Ausbrechen.

### 4.6.2 Laubarbeiten

Für die Laubarbeiten ist es nicht erforderlich, das Netz ganz heraufzukurbeln, sondern es genügt eine Höhe, bei der die Traubenzone frei liegt. Vor allem, wenn die Triebe noch nicht die oberen Heftdrähte, an denen auch das Whailex Schutznetz befestigt ist, erreicht haben und noch nicht fest verrankt sind, kann so vermieden werden, dass Triebe aus dem Drahrahmen herauskippen und extra wieder eingesteckt werden müssen.

Wenn auch die Triebe zwischen den Netzen weitgehend selbständig in den Drahrahmen einwachsen, muss doch zur Stabilisierung der Laubwand in der ersten Wachstumsphase unter dem Netz zwischen dem Biegedraht und dem oberen Heftdrahtpaar mindestens ein Haltedraht vorhanden sein.

Beim Herablassen der Netze brechen mitunter einzelne Triebe ab. Dabei handelt es sich jedoch fast ausschließlich um solche Triebe, die nicht aufrecht in den Drahrahmen einwachsen und beim Ausbrechen ohnehin entfernt würden. Auf den Anteil der abgebrochenen Triebe wird in Kapitel 4.6.6 eingegangen.

### 4.6.3 Weinlese

Nach dem Heraufrollen der Netze ist die Weinlese durch das Whailex Schutznetzsystem in keiner Weise erschwert. Versuche mit Vollerntern ergaben, dass auch eine maschinelle Lese ohne Einschränkungen durchführbar ist (s. Abb. 28).



**Abb. 28: Maschinelle Traubenlese in einer Anlage mit WHAILEX Schutznetztechnik**

Nach der Lese können die Netze für den Rebschnitt bis zum kommenden Frühjahr heraufgerollt bleiben.

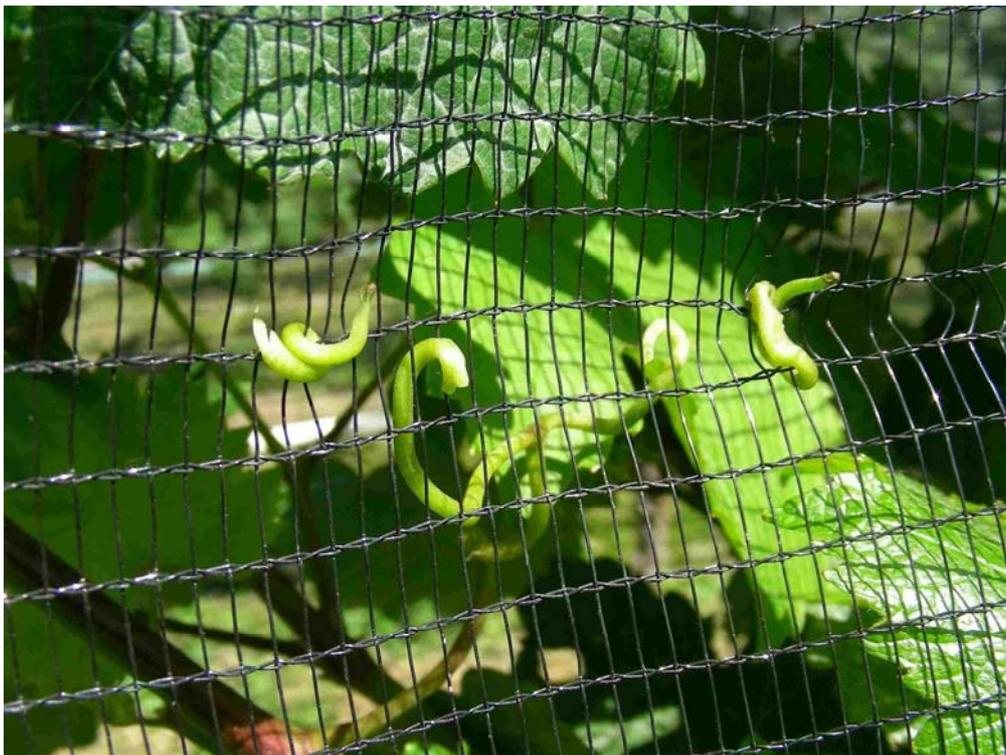
#### 4.6.4 Rebschnitt und Entfernen des Holzes

Das Heraufrollen der Netze für den Rebschnitt entfällt, da sie bereits zur Weinlese heraufgekurbelt worden sind. Da der gesamte Schnittbereich somit frei liegt, können sich beim Rebschnitt selbst keine Behinderungen ergeben.

Lediglich das Herausziehen des abgeschnittenen Holzes kann einen höheren Zeitaufwand erfordern, wenn Ranken in das Netz eingewachsen sind. Dies kann vor allem bei stark rankenden Rebsorten wie z.B. Riesling eine Rolle spielen oder wenn es versäumt wurde, das Netz rechtzeitig durch Heraufrollen von den eingewachsenen Ranken zu lösen. Nach den bisherigen Erfahrungen ist es dazu meist ausreichend, das Netz einmal heraufzurollen, sobald die Ranken weitgehend ausgebildet aber noch nicht verholzt sind (s. Abb. 29 und 30). Dies ist etwa 10 bis 14 Tage nach dem Gipfeln der Fall.



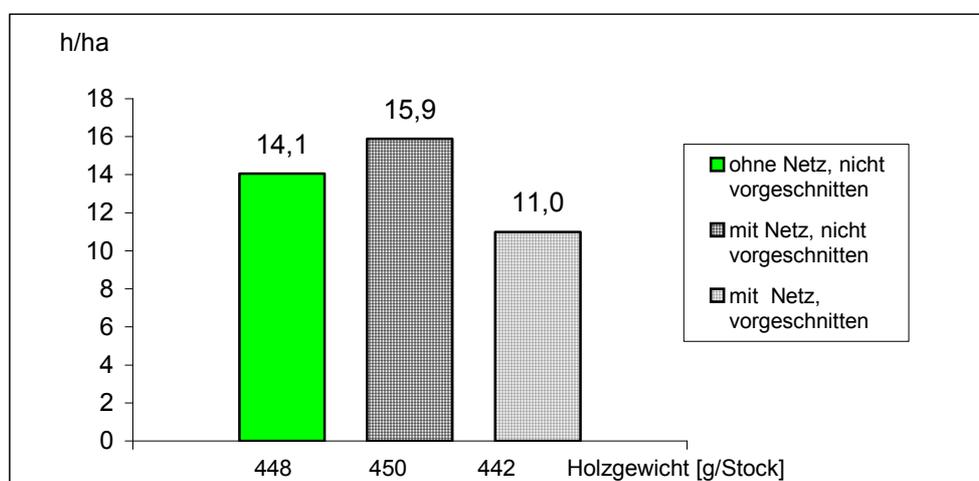
**Abb. 29: In Netz eingewachsene Ranken**



**Abb. 30: Durch Hochdrehen des Netzes gelöste Ranken**

Wurden die Ranken auf diese Weise gelöst, können allenfalls noch einzelne Ranken im Bereich der oberen Netzkante einwachsen. Beim Herausziehen des Holzes wird dann das Netz durch diese Ranken stark mechanisch belastet. Dennoch reißt das Netz i.d.R. nicht, sondern entweder werden die Maschen geweitet, bis die Ranke herausgleiten kann oder – was häufiger der Fall ist – selbst die verholzte Ranke abreißt.

Arbeitszeitstudien ergaben einen 13 % höheren Zeitbedarf (1,8 Akh/ha) für das Herausziehen des Holzes aus Drahrahmen mit Whailex Schutznetztechnik im Vergleich zu nicht eingetzten Zeilen (s. Abb. 31). Durch einen maschinellen Vorschnitt, der auch in Rebzeilen mit hoch gerollten Netzen möglich ist, ließen sich diese Zeiten jedoch um knapp ein Drittel senken.



**Abb. 31: Arbeitszeitbedarf für das Herausziehen des Rebholzes nach dem Schnitt (Versuchsfläche Ehrenkirchen, Weißburgunder, 2009)**

#### 4.6.5 Maschineneinsatz einschließlich Rebschutz

Ein wesentliches Ziel bei der Entwicklung der Whailex Schutznetztechnik war von Anfang an, dass die üblicherweise in Weinbergen eingesetzte Maschinenteknik weiterhin ohne wesentliche Einschränkungen einsetzbar sein sollte. Dieses Ziel wurde sehr gut erreicht, teilweise mussten aber Modifikationen an bereits vorhandenen Geräten vorgenommen werden.

Diese betrafen vor allem Laubschneider, mit denen in der Praxis häufig auch nur gegipfelt wird, um die Anschaffung eines eigenen Gipfelgerätes zu vermeiden. Durch Laubschneider mit rotierenden Messern kam es anfangs immer wieder zu Schäden am Netz, insbesondere wenn durch die Laubwand das Netz beulenartig in die Gassen gedrückt wird. Erste Versuche mit Abweiserblechen brachten bereits gute Erfolge. Die Bleche mussten aber immer wieder an- und abmontiert werden und wurden mitunter verbogen. Außerdem sammelten sich teilweise auf deren Oberkanten große Mengen abgeschnittener Triebe. Daher entwickelte die Firma Wagner in Zusammenarbeit mit Herstellern von Laubschneidern spezielle Abweiserbügel (s. Abb. 32), die ständig am Laubschneider verbleiben können, weil sie das Netz von den Messern fernhalten ohne den Laubschnitt selbst zu beeinträchtigen.



Abb.:32 Überzeilenlaubschneider mit Abweiserbügeln

Bei Versuchen mit Vorschneidegeräten wurde sowohl eine Variante geprüft, bei der nur oberhalb des hochgerollten Netzes geschnitten wurde, als auch eine Variante, bei der nach Herausnehmen einiger Messerscheiben gleichzeitig oberhalb und unterhalb des Netzes geschnitten wurde (s. Abb. 33). Beide Varianten sind technisch möglich, erfordern aber sowohl einen sehr ebenen Boden, damit der Ausleger mit den Messern nicht zu stark schwankt, als auch eine sehr konzentrierte, umsichtige Fahrweise, um Beschädigungen am Netzsystem zu vermeiden.



**Abb. 33: Maschinelles Vorschneiden oberhalb und unterhalb des aufgerollten Netzes**

Die maschinelle Entblätterung mit Druckluft wurde bei herabgelassenen Netzen getestet. Die Entblätterungsintensität unterschied sich unter Netz nicht von derjenigen außerhalb Netz. Durch einen erhöhten Druck wurden nicht mehr Blätter erfasst, sondern nur ein größerer Anteil der Blattflächen entfernt (s. Tab. 13).

**Tab. 13: Auswirkungen maschineller Entblätterung mit Druckluft bei unterschiedlichem Druck in den Varianten ‚ohne Netz‘ und ‚mit Netz‘ (Versuchsfläche Freiburg, Riesling, 2008)**

Druck (bar) Netz	0,6		0,9
	ohne	mit	Mit
Beschädigte Blätter pro Trieb	4,9	5,1	5,0
Entfernte Blattfläche (%)	55	55	72

Die von der Druckluft abgetrennten Blatteile rieselten entweder sofort oder einige Tage später aus den Netzen heraus, kleine Blattpartikel wurden auch seitlich aus den Netzen herausgedrückt. Das Netz selbst wurde auch bei längerer Einwirkzeit auf eine Stelle weder bei einem Druck von 0,6 bar noch bei 0,9 bar beschädigt.

Zur Prüfung, ob die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln mit Rebschutzgeräten durch das Netz beeinträchtigt werden könnte, wurden mit einem Axialgebläse umfangreiche Windmessungen durchgeführt. Dabei wurden die Windgeschwindigkeiten mit Schalenanemometern in drei verschiedenen Höhen sowohl im Stand als auch während der Fahrt entlang einer Rebzeile gemessen. Durch das Netz wurden die Windgeschwindigkeit etwas reduziert, womit die geringere Anlagerung von Pflanzenschutzmitteln an der Blattunterseite erklärt werden kann. Vermutlich spielt aber auch die etwas senkrechtere Blattstellung unter Netz eine Rolle und eine geringere Beweglichkeit der am Netz anliegenden Blätter im Luftstrom. WEISSENBACH (2003, zit. in Hanni und ECCLI, 2007) fand unter Hagelschutznetzen insgesamt eine um 30% verminderte Anlagerung von Pflanzenschutzmitteln. Aus der Praxis wurden dem WBI jedoch eher positive Beurteilungen berichtet: So betonten Winzer, welche die Whailex-Schutznetztechnik bereits im zweiten oder dritten Jahr einsetzen, dass sie vorzugsweise bei herabgelassenen Netzen sprühen, da dann die Abdrift wesentlich geringer sei als in Zeilen ohne oder mit herauf gedrehtem Netz. Diese Beobachtungen werden bestätigt durch amtliche Abdriftmessungen (LIND, 2010). Unterschiede im Befall mit Pilzkrankheiten bei eingetzten und nicht eingetzten Rebzeilen konnten weder das WBI noch diese Winzer feststellen, was darauf hindeutet, dass die auf die Blattflächen gelangenden Wirkstoffmengen auch unter Netz ausreichend sind.

#### **4.6.6 Hefthilfe**

Eine Arbeitsspitze im Weinbau stellen die Heftarbeiten dar. Für das Einstecken der grünen Rebtriebe in den Drahtrahmen werden, insbesondere in den Monaten Juni und Juli, pro Hektar 25 bis 50 Arbeitskraftstunden aufgewendet. Werden diese Arbeiten nicht termingerecht erledigt, kann sich der Arbeitszeitbedarf aber noch deutlich erhöhen.

Das Whailex Schutznetzsystem wurde auch mit der Erwartung konzipiert, dass sich die Triebe der Rebstöcke weitgehend selbständig zwischen den Netzen senkrecht ausrichten und in den Drahtrahmen hineinwachsen (s. Abb. 34). Arbeitszeitstudien des WBI bei verschiedenen Erziehungsformen belegen tatsächlich eine erhebliche Zeitersparnis bei den Heftarbeiten. Auch Rückmeldungen von verschiedenen Winzern zeigten, dass diese Arbeitserleichterung als ein wesentlicher Vorteil des Whailex-Schutznetzsystems gesehen wird. Teilweise konnte ganz auf Heftarbeiten verzichtet werden, wenn die Netze bereits ab dem Austrieb in Schutzposition belassen wurden.



**Abb. 34: Die WHAILEX Schutznetztechnik als Hefhilfe; links: Netz seit Austrieb heraufgerollt , rechts: Netz kurz nach Austrieb heruntergerollt (Monarch, Merzhausen)**

In dem bereits in Kap. 4.6.4 erwähnten Heftversuch des WBI konnte bei den Heftarbeiten durch das Whailex Schutznetzsystem im Vergleich zum Durchschnitt der anderen untersuchten Heftsysteme eine Arbeitszeiterparnis von 73 % (2009) bzw. 80 % (2010) erzielt werden (s. Tab. 14). Die insgesamt höheren Arbeitszeiten im Jahr 2010 wurden durch die späten Hefttermine verursacht.

**Tab. 14: Arbeitszeiten beim Heften mit verschiedenen Heftsystem sowie mit der Whailex Schutznetztechnik im Vergleich (Merzhausen, Monarch in Flachbogenerziehung; reine Arbeitszeiten ohne Neben-, Rüst- und Wegezeiten)**

Heftsystem	2009 (Akh/ha)				2010 (Akh/ha)		
	25.05.	09.06.	29.06.	insges.	10.06.	06.07.	insges.
Lorenzfeder	8,2	11,8	5,5	<b>25,5</b>	10,5	26,0	<b>36,5</b>
Baden bewegliche Drähte	4,2	12,2	5,8	<b>22,1</b>	9,6	24,7	<b>34,3</b>
Festdraht	11,4	10,7	5,7	<b>27,8</b>	13,7	35,3	<b>49,0</b>
Südpfalzwerkstatt	10,5	10,0	6,2	<b>26,7</b>	9,7	32,7	<b>42,4</b>
Heftsystem Pfeifer	8,1	8,4	4,8	<b>21,2</b>	10,6	23,5	<b>34,1</b>
IWT-Federn	7,3	10,4	5,8	<b>23,6</b>	11,0	25,3	<b>36,3</b>
<b>Mittelwert Heftsysteme Akh/ha</b>	<b>8,3</b>	<b>10,6</b>	<b>5,6</b>	<b>24,5</b>	<b>10,9</b>	<b>27,9</b>	<b>38,8</b>
Whailex Schutznetztechnik	0,0	3,8	2,7	<b>6,5</b>	7,8	0,0	<b>7,8</b>

Die Heftqualität durch die Whailex Schutznetztechnik war auch bei Monarch, der zu einem etwas hängenden Wuchs durch geringe Rankenbildung neigt, gut. Allerdings waren in Zeilenrichtung mehr schräg aufwärts wachsende Triebe zu beobachten als in anderen Versuchsanlagen mit eher aufrecht wachsenden Sorten wie Riesling und Blauem Spätburgunder. Zwischen Hagelschutznetzen, die als konventionelle Seitenbespannung angebracht waren, stellten auch WEISSENBACH et al. (2003) an Müller-Thurgau und Blauburgunder eine sehr gute Heftqualität fest.

Die Whailex Schutznetztechnik eignet sich grundsätzlich für alle untersuchten Erziehungsformen (Flachbogen-, Halbbogen und Flachbogenkordon), am besten jedoch für die Flachbogenerziehung. Bei Halbbogenerziehungen können die am Ende der Fruchtrute wachsenden Schnabeltriebe seitlich unter dem Netz herauswachsen und sind dann nicht mehr geschützt.

#### **4.7 Auswirkungen auf das Landschaftsbild**

Hagelschutznetze werden in der Landschaft oft als störend empfunden. Eine mögliche Beeinträchtigung des Landschaftsbildes wird jedoch sehr unterschiedlich wahrgenommen und hängt ab von

- der Netzkonstruktion: Überzeilenabschirmungen, die ganze Kulturen, verhüllen', fallen unangenehmer auf als Seitenbespannungen, die lediglich die zu schützenden Pflanzen selbst abdecken,
- die Netzfarbe: Netze in hellen, leuchtenden Farben fallen wesentlich mehr auf als schwarze Netze,
- der Größe der eingetzten Flächen.

Seitenbespannungen wie das Whailex Schutznetzsystem fallen je nach Blickrichtung auf die eingetzten Zeilen unterschiedlich stark auf. Sobald die Laubwand nach oben aus den Netzen herausgewachsen ist, verwischen sich die optischen Eindrücke mit den nicht eingetzten Zeilen in der Landschaft weitgehend und die Netze werden nur noch aus der Nähe bewusst wahrgenommen.

## 5 Beurteilungen der Whailex-Schutznetztechnik durch Anwender

Rückmeldungen von Weinbaubetrieben, die das Whailex Schutznetzsystem einsetzen, waren für das WBI von Beginn der Entwicklung an sehr wichtig. Durch kritische Anmerkungen erhielt das WBI Impulse für weitere Untersuchungen und die Firma Wagner Hydraulik für technische Verbesserungen, insbesondere im Hinblick auf die Bedienung der Netztechnik. So wurde vor allem die Einhängetechnik an den Netzen mehrfach geändert und damit das Einhängen am Drahtrahmen erheblich vereinfacht. Zahlreiche Rückmeldungen erhielt das WBI in direktem Kontakt, zunehmend aber auch bei Vorträgen oder Informationsveranstaltungen, an denen auch Whailex-Anwender teilnehmen.

Spezielle Informationsveranstaltungen für Winzer zu einem Whailex-Erfahrungsaustausch fanden am 29. März 2009, 15. März 2010 und 10. April 2011 in Ehrenkirchen statt.

Inzwischen liegen auch zahlreiche Praxiserfahrungen aus Österreich vor, über die REICHARDT (2011) berichtet. Hier wurden Whailex Schutznetzsysteme vor allem im Burgenland in großem Umfang installiert.

Hinsichtlich der Schutzwirkungen decken sich die Praxiserfahrungen weitgehend mit den Ergebnissen des WBI:

- Der Schutz gegen Hagel, Vogel- und Wespenfraß wird durchweg als sehr gut eingestuft. Bei Tafeltraubensorten, die für Wespen besonders attraktiv sind, sollte das Netz jedoch am unteren Ende zusammengeklammert werden. Das Netz schützt auch vor Wildverbiss, sofern es rechtzeitig herabgelassen wird.
- Hinsichtlich Fäulnis an Trauben ergibt sich kein einheitliches Bild: teilweise wurde unter Netz ein geringerer, teilweise ein höherer Befall festgestellt. Diese Unterschiede sind jedoch wahrscheinlich in vielen Fällen primär auf unterschiedliche Bewirtschaftungsmaßnahmen, insbesondere die Intensität der Entblätterung in der Traubenzone zurückzuführen.
- Auf die Mostgewichte zum Erntezeitpunkt hat das Schutznetz keinen wesentlichen Einfluss.
- Laubschneider können eingesetzt werden, wenn durch Abweiserbügel eine Beschädigung des Netzes durch die Messer vermieden wird.
- Das Herausziehen des Rebholzes nach dem Schnitt ist erschwert, wenn Ranken in das Netz eingewachsen und verholzt sind.
- Auf Heftarbeiten kann bei herabgelassenem Netz weitgehend verzichtet werden, was als großer Zusatznutzen gesehen wird. Zwischen Netzoberkante und Netzunterkante sollten jedoch mindestens zwei starre Drähte vorhanden sein.
- Um weitgehend zu vermeiden, dass Triebe abknicken oder abbrechen, sollte das Netz frühzeitig herabgelassen werden.

- Eine zusätzliche Verstärkung des Drahtrahmens ist nicht erforderlich, da der Winddruck wesentlich mehr auf der Laubwand als auf dem weitgehend luftdurchlässigen Netz liegt.
- Die Installation der Whailex Schutznetzsystems wird professionell durchgeführt und findet lediglich am Steilhang seine Grenzen. Die Tagesleitung bei der Installation ist nach Anlaufschwierigkeiten in den ersten Jahren zwischenzeitlich beeindruckend.
- Die Handhabung der Netztechnik ist unkompliziert und die Haltbarkeit der Netze bisher gut.
- Viele Winzer lassen nach positiven Erfahrungen mit dem Schutznetzsystem weitere Rebzeilen einnetzen. Insbesondere nach Hagelereignissen war eine Bevorzugung der Netztechnik gegenüber anderen Strategien zur Hagelvermeidung bzw. einer Hagelversicherung festzustellen.

## 6 Zusammenfassung

Angesichts zunehmender Hagelereignisse mit teilweise verheerenden Schäden in den letzten Jahren ist das Interesse an Hagelschutznetzen deutlich gestiegen. Hagelschutzversicherungen sind keine echte Alternative zu Hagelschutznetzen, da sie lediglich den Wert der durch Hagel ausgefallenen Weine ersetzen und Holzschäden durch Hagelschlag nur in separaten Verträgen versichern. Folgekosten wie der Verlust von Marktanteilen sind nicht versicherbar und als Umlagefinanzsystem können Hagelschutzversicherungen auch keine Reduzierung des Schadensausmaßes erreichen. Hagelflieger, die in Gewitterzellen Silberjodid versprühen, um die Bildung größerer Hagelkörner zu verhindern, werden nur regional eingesetzt. Ihre Effektivität ist umstritten.

Die bisherigen Hagelschutznetze, deren Schutzwirkung langjährig belegt ist, wurden entweder als Überzeilenabschirmung oder als einfache Seitenbespannung installiert. Überzeilenabschirmungen, wie sie im Obstbau häufig verwendet werden, eignen sich jedoch für den Weinbau nicht. Einfache Seitenbespannungen bringen einen sehr hohen Arbeitsaufwand und bieten zudem keinen ganzjährigen Schutz.

Die Whailex-Schutznetztechnik ist ein neu entwickeltes, patentiertes Schutznetzsystem, bei dem die Netze für eine langjährige Nutzung dauerhaft in den Rebanlagen installiert werden. Einmal installiert ist ihre Handhabung sehr einfach, da die Netze wie ein Rollo in Sekundenschnelle heraufgekurbelt und wieder heruntergelassen werden können. Aufgabe des WBI war es, die Auswirkungen dieser neuen Schutznetztechnik auf die Bewirtschaftung einer eingenetzen Rebanlage, auf Wachstum und Gesundheit der Reben sowie auf die Weinqualität zu beurteilen. Die Untersuchungen wurden auf 11 Versuchsflächen in Baden an insgesamt sechs verschiedenen Rebsorten durchgeführt.

Umfangreiche Messungen ergaben, dass die photosynthetisch aktive Strahlung durch das schwarze Netz um etwa 15 bis 20 % reduziert wird. Allerdings wächst ein Teil der Laubwand oben aus dem Netz heraus und kann dort ungehindert assimilieren. Die Lufttemperatur und -feuchtigkeit wird durch das Netz kaum beeinflusst.

Phänologische Beobachtungen zum Austriebszeitpunkt und zur Blattentwicklung ergaben keine Hinweise auf einen Netzeinfluss. Bei der Blüteentwicklung zeigte sich bei der Mehrheit der Bonituren ein leichter Vorsprung bei den nicht eingenetzen Rebstöcken, in einigen Fällen schritt jedoch auch die Blüte unter Netz schneller voran. Die Beerenverfärbung bei Blauem Spätburgunder und Monarch wurde durch das Schutznetz nicht beeinträchtigt.

Bonituren zum Gesundheitszustand der Reben (Peronospora, Botrytis) ergaben, dass ein Netzeinfluss nicht gegeben bzw. von untergeordneter Bedeutung ist.

Mostanalysen ergaben in der Regel geringfügig niedrigere Mostgewichte unter Netz im Reifeverlauf. Diese entsprachen zum Erntezeitpunkt jedoch nur einer Ernteverzögerung um ein bis zwei Tage. Die Säuregehalte waren in Trauben unter Netz geringfügig höher als in Trauben ohne Netz, die Moststickstoffgehalte waren mit Netz meistens etwas höher als ohne Netz. Bei der Auswertung von Blindverkostungen der Versuchsweine ergaben sich in der Gesamtbewertung keine signifikanten Unterschiede zwischen Weinen aus den Varianten ‚ohne Netz‘ und ‚mit Netz‘.

Bei Hagelereignissen unterschiedlicher Intensität bewies die Whailex-Schutznetztechnik einen sehr hohen Wirkungsgrad von bis zu 100 % gegen Hagelschäden. Bei extremen Unwettern muss das Netz jedoch unten fixiert werden. Vogelfraß konnte selbst bis zu sehr späten Ernteterminen durch die Whailex Schutznetztechnik fast vollständig unterbunden werden.

Wespen waren nur vereinzelt zwischen den Netzen zu beobachten, Fraßschäden gab es nur in geringem Umfang durch Wespen, die von außen an eng an den Netzen anliegenden Beeren fraßen. Aus der Praxis wurde berichtet, dass das Schutznetz auch einen sehr guten Schutz gegen Wildverbiss darstellt, sofern die Netze frühzeitig heruntergelassen werden.

Die Weinbergsbewirtschaftung ist bei Anlagen, die mit dem Whailex Schutznetzsystem ausgestattet sind, ohne wesentliche Einschränkungen möglich. Um bereits frühzeitig den Schutz durch das Netz sicherzustellen, sollten die Netze bereits kurz nach dem Austrieb heruntergelassen werden. Das Herausrollen und wieder Herunterlassen der Netze z.B. für die Laubarbeiten erfordert einen Arbeitszeitaufwand von lediglich ein bis zwei Stunden pro ha. Für die Laubarbeiten sollte das Netz nicht ganz herausgerollt werden, um ein Herauskippen noch nicht verrankerter Triebe zu verhindern. Das Herausziehen des Holzes nach dem Rebschnitt kann bei der Whailex Schutznetztechnik einen etwas höheren Arbeitsaufwand mit sich bringen, insbesondere, wenn die Ranken vor dem Verholzen nicht durch Heraufdrehen des Netzes gelöst wurden. Die in der Weinbergsbewirtschaftung gängigen Geräte können auch in Anlagen mit Whailex Schutznetztechnik eingesetzt werden. Bei Laubschneidern, die auch zum Gipfeln verwendet werden, müssen jedoch an den seitlichen Balken Schutzbügel angebracht sein, um eine Beschädigung des Netzes durch die Messer zu verhindern. Eine maschinelle Entblätterung mittels Druckluft ist bei herabgelassenem Netz möglich. Bei Rebschutzmaßnahmen steht einer verminderten Anlagerung an der Blattunterseite eingensetzter Reben der Vorteil einer geringeren Abdrift gegenüber. Die Tatsache, dass an Reben unter Netz kein erhöhter Pilzbefall auftritt zeigt, dass auch hier eine ausreichende Menge Pflanzenschutzmittel angelagert wird. Vorschneidemaschinen und Vollernter können ebenfalls in eingensetzten Anlagen eingesetzt werden. Bei den Heftarbeiten, einer der Arbeitsspitzen in der Weinbergsbewirtschaftung, ergab sich in den eingensetzten Anlagen eine hohe Arbeitszeiterparnis von bis zu dreißig Stunden pro Hektar, da die Triebe selbständig zwischen den Netzen in den Drahtrahmen hineinwachsen.

Im Landschaftsbild fällt die Whailex Schutznetztechnik als Seitenbespannung mit schwarzen Netzen wenig auf. Vögel und andere Kleintiere werden aufgrund der Maschengröße und der Höhe des Netzes über dem Boden nicht gefährdet.

Die Praxiserfahrungen von Anwendern der Whailex Schutznetztechnik decken sich weitgehend mit den Untersuchungsergebnissen des WBI. Im Frühjahr 2011 liegen die Preise für eine Anlage mit einem Zeilenabstand von zwei Meter bei 13.500 €/ha Materialkosten und ca. 2.500 bis 4.000 €/ha Installationskosten. Die Entsorgungskosten zum Ende der Nutzungsdauer würden sich derzeit auf etwa 220 €/ha belaufen. Die Sechskantrohre, die am Gewicht der Schutznetztechnik den höchsten Anteil haben, werden derzeit kostenneutral recycelt.

Die Whailex Schutznetztechnik kann bei einer Nutzungsdauer von 15 Jahren auch ohne Hagelschäden wegen der Einsparung von Arbeits- und Versicherungskosten betriebswirtschaftlich erfolgreich abgeschrieben werden. Beim Auftreten von Hagelereignissen liegt dieser Zeitraum bei 4 bis 8 Jahren. Bei einer Gefährdung durch Vogelfraß bzw. auf Standorten mit Erzeugungszielen,

die eine späte Lese erfordern, liegt der Zeitraum bei 8 bis 12 Jahren. Die Whalex Schutznetztechnik kann damit auch als wirtschaftlich vorteilhafte Strategie zur Schadensvermeidung im Weinbau bewertet werden.

Die Whalex-Schutznetztechnik wurde im Rahmen der Intervitis Interfructa 2010 mit dem Innovationspreis ausgezeichnet.

## Literaturverzeichnis

**Baab, Gerhard und Kunz, Achim, 2008:**

Hagelnetze. In: Denzel, Katrin und Touns, Ina: Tagungsbericht vom Ökologischen Obstbautag in Ahrweiler am 27.11.2008

**Baab, Gerhard und Kunz, Achim, 2009:**

Hagelnetze. Grundlegende Betrachtungen - aktuelle Entwicklungen. DLR Rheinpfalz, Kompetenzzentrum Gartenbau. 60. Rhein Hessische Agrartage 19.-23. Januar 2009, Niederolm

**Blanke, Michael M., 2006:**

Verfrühung von Süßkirschen unter geschlossener Folie. DLR Rheinpfalz, Kompetenzzentrum Gartenbau. GKL Frühjahrstagung Sektion Gartenbau und Sonderkulturen. ‚Kunststoffe im Gartenbau - Bewässerung und Folieneinsatz‘ 2006, S. 8

**Blanke, M., 2007:**

Farbige Hagelnetze: Ihre Netzstruktur sowie Licht- und UV-Durchlässigkeit bestimmen die Ausfärbung der Apfelfrüchte. Erwerbs-Obstbau 49: 127-139

**Caspari, Horst W.; Godin, Ron E.; Hammon, Robert W.; Larsen, Harold J. und Pearson, Calvin H., 2003:**

Evaluation of the Effect of Hail Damage on Chardonnay Grape Production. Colorado State University, Agricultural Experiment Station. Technical report TR 03-7: 19-28

**Christanell, Jürgen und Hafner, Paul, 2008:**

Seit Menschengedenken stärkster Hagelschlag im Etschtal. Obstbau Weinbau 46 (7/8): 220-222

**Germann, Sepp und Brühlmann, Thomas, 2005:**

Einfluss verschiedenfarbiger Hagelnetze. Strickhof, TS 03/05

**Götz, Gerd, 2010:**

Hagel- und Wespenschutz bei Tafeltrauben. Obstbau - Weinbau.

**Handschack, Margita, 2008:**

Der Einfluss von schwarzem Hagelnetz auf die Ertragsbildung bei Tafeläpfeln. Sächs. Landesanstalt für Landwirtschaft. Broschüre, 6 S.

**Hanni, Evelyn und Eccli, Erwin, 2007:**

Vogel- und Hagelschutznetze im Weinbau. Obstbau Weinbau 44 (5): 171-173

**Hofmann, Heinrich; Hönig, Petra und Schwappach, Peter, 2006:**

Mitteilung zur Vogelabwehr sowie zum Schutz vor Wespen- und Mäusefraß. Merkblatt Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau. 4 S.

**Karlsruher Institut für Technologie, 2010:**

HARIS-CC – Hail Risk and Climate Change. <http://www.cedim.de/1620.php>, abgerufen 29.03.2011

**Lind, Karl, 2010:**

Verlustarm sprühen im Obstbau. Obstbau 2010, 3 S. [www.obstbau.at](http://www.obstbau.at), abgerufen 25.03.2011

**Linnemannstöns, Ludger, 2001:**

Einfluss von Hagelschutznetzen auf die Fruchtausfärbung und Reifeentwicklung bei verschiedenen Apfelsorten. Versuche im Deutschen Gartenbau, Gartenbauzentrum Köln-Auweiler (LK Rheinland). 2 S.

**Maier, Rudolf; Punz, Wolfgang und Sapelza, Wilhelm, 2002:**

Ökophysiologische Untersuchungen zur Wirkung von Hagelnetzen auf Mikroklima, Wasserhaushalt und Produktion in einer Apfelanlage. Projektbericht Freie Univ. Bozen, Inst. F. Ökologie und Naturschutz der Univ. Wien, Land- und Forstwirtschaftl. Versuchszentrum Laimburg. Kurzfassung, 6 S.

**Mantinger, Hermann, 2003:**

Einfluss von Hagelschutznetzen im Obstbau. Obstbau Weinbau 9/2003: 250 – 252

**Reichardt, Franz, 2011:**

Rollbarer Schutz. Der Winzer 03/2011: 16 -21

**Steinbauer, Leonard, 2005:**

Der Einfluss verschiedener Hagelnetzfarben auf die äußere und innere Fruchtqualität. Obstbau Weinbau 42 (6): 185-186

**Talamini do Amarente, Cassandro Vidal; Steffens, Cristiano André; Miqueloto, Aquidauana; Zanardi, Odimar Zanuzo und Pessoa dos Santos, Henrique, 2009:**

Disponibilidade de luz em macieiras 'Fuji' cobertas com telas antigranizo e seus efeitos sobre a fotossíntese, o rendimento e a qualidade dos frutos. Rev. Bras. Frutic. vol. 31 no. 3 Jaboticabal Sept. 2009. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452009000300007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452009000300007&lng=en&nrm=iso), abgerufen 29.03.2011)

**Torggler, Bernhard, 2005b:**

Praxisversuche mit verschiedenen Hagelnetzfarben Obstbau Weinbau 42 (3): 84-86

**Torggler, Bernhard, 2005c:**

Hagelnetzfarben im Vergleich. Obstbau Weinbau 42 (12): 339-340

**Weissenbach, Peter; Winz, Thierry; Rüegg, André; Fürer, Walter und Siegfried, Walter, 2003:**

Rationell heften - mit welcher Methode? Schweiz. Z. Obst-Weinbau 139 (13): 6-9

**Widmer, Albert, 1997:**

Lichtverhältnisse, Assimilation und Fruchtqualität unter Hagelnetzen. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 133 (8):197-199

**Widmer, Albert, 2009:**

Schwarze oder weisse Hagelnetze? Schweiz. Z. Obst-Weinbau 145 (17): 8-11