

# Pflanzen

## Ausdünnung von Äpfeln durch Beschattung

Katharina Kockerols, Albert Widmer, Michael Gölles, Lukas Bertschinger und Sarah Schwan, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-8820 Wädenswil

Auskünfte: Katharina Kockerols, E-Mail: [katharina.kockerols@acw.admin.ch](mailto:katharina.kockerols@acw.admin.ch), Tel. +41 44 783 61 94

### Zusammenfassung

**Die Beschattung von Apfelbäumen mit 2 m beziehungsweise 3 m breiten Matten, welche die photosynthetisch aktive Strahlung um 74 % reduzieren, führte in Versuchen in den Jahren 2006 und 2007 zu einer erfolgreichen Fruchtausdünnung beim Apfel (Sorten Golden Delicious, Elstar, Topaz). Die Fruchtqualitätsförderung war praxistauglich und eine Reduktion bei der jährlichen Alternanz gegeben. Die Sorten reagierten mit drei bis sieben Tagen idealer Ausdünnungsdauer unterschiedlich auf die Beschattung. Unter den gegebenen Umweltbedingungen hatten Dauer und Zeitpunkt der Beschattung einen grösseren Einfluss auf die Ausdünnung als die Witterungsverhältnisse während der Beschattung. Für eine Umsetzung in die Praxis müssen allerdings noch verschiedene Arbeitsschritte entscheidend vereinfacht werden. Die Befestigung der Matten ist noch sehr zeitaufwändig und teuer. Für den biologischen Apfelanbau, in dem keine Ausdünnungsmittel zugelassen sind, ist diese Methode potenziell interessant, aber auch für die integrierte Produktion. Die noch laufenden Untersuchungen wurden ermöglicht dank dem europäischen Projekt ISAFRUIT ([www.isafruit.eu](http://www.isafruit.eu)), weil es die Einbettung in ein internationales Netzwerk mit der nötigen Mischung von grundlagenorientierten und praxisorientierten Versuchen ermöglicht und einen grossen Teil der Finanzierung zur Verfügung stellt.**

Die Blüten und Früchte von Apfelbäumen müssen jedes Jahr ausgedünnt werden, um einen gleichmässigen Ertrag und eine optimale Fruchtqualität zu ermöglichen. Die Blütenausdünnung fördert die Blütenknospenbildung für das folgende Jahr und verhindert die Alternanz. Die Ausdünnung von Früchten nach der Blüte fördert zwar noch die Qualität der Blütenknospen und die Fruchtqualität, kann aber die Alternanz nicht brechen (Schumacher 1965). Für eine optimale Produktion ist daher die chemische Ausdünnung ein fester Bestandteil des Kernobstanbaues. Mit den zur Verfügung stehenden, amtlich zugelassenen Wirkstoffen

$\alpha$ -Naphthylacetamid (NAAm),  $\alpha$ -Naphthyllessigsäure (NAA), Ethephon und Benzyladenin (Stand 2008) ist der Schweizer Obstbau in einer im Vergleich zum Ausland guten Situation. Für die Wirksamkeit dieser chemischen Ausdünnungsmittel sind die Witterungsverhältnisse vor, während und nach der Behandlung entscheidend. Nicht immer kann mit der chemischen Fruchtausdünnung die gewünschte ertragsmindernde Wirkung erzielt werden. Der Einsatzzeitpunkt ist begrenzt und das Ergebnis sorten- und konzentrationsabhängig (Widmer und Stadler 2007). Im Bio-Obstanbau ist in der Schweiz zur Zeit kein Wirkstoff für die Ausdünnung zugelassen. Hier er-

folgt die Ausdünnung von Hand oder mechanisch mit einem Fädengerät. Dieses ist jedoch nur bei bestimmten Baumformen anwendbar und kann zu Beschädigungen des Holzes und der Knospenanlagen führen (Baab und Lafer 2005).

### Wie kam es zu den Beschattungs-Versuchen?

Byers *et al.* stellten 1985 fest, dass starke Beschattung vor dem Junifruchtfall den natürlichen Fruchtfall fördert. Damit war die Idee gegeben, eine zeitlich begrenzte, dosierte Beschattung als Ausdünnverfahren zu prüfen. Beschattungsversuche von Berüter und Droz (1991), McArtney *et al.* (2004) und Stoper *et al.* (2001) in Klimakammern und Töpfen, und schliesslich auch im Feld lieferten erste Ergebnisse über den quantitativen Zusammenhang zwischen Zeitpunkt und Auswirkung der Beschattung auf den Fruchtfall. An der Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW konnte in Versuchen 1997, 1999 und 2004 in Wädenswil (ZH) und Göttingen (TG) gezeigt werden, dass mit einer Beschattung der Bäume von 74 % und einer Beschattungsdauer von drei Tagen bei den Sorten Golden Delicious und Elstar eine optimale Fruchtausdünnung erreicht werden kann. Stadler *et al.* (2005) zeigten, dass die Beschattungsdauer bei verschiedenen Sorten unterschiedlich wirkt, ein Beschattungstermin 23 Tage nach der Vollblüte jedoch ideal erscheint.



**Abb. 1. Beschattung von Apfelbäumen der Sorte Golden Delicious mit 3 m langen Matten, welche gemäss Hersteller die photosynthetisch aktive Strahlung um 74 % reduzieren. Göttingen, 11.05.2007 (Foto: Albert Widmer, Agroscope Changins-Wädenswil ACW)**

Im Rahmen des durch die EU finanzierten Projektes ISAFRUIT (Increasing fruit consumption through a trans-disciplinary approach delivering high quality produce from environmentally friendly, sustainable production methods) wird in den Jah-

ren 2006 bis 2008 untersucht, ob die bisher gewonnenen Erkenntnisse für eine in der Praxis anwendbare Methode genutzt werden können. Die ACW arbeitet dafür eng mit der Universität Bologna und anderen Partnern zusammen.

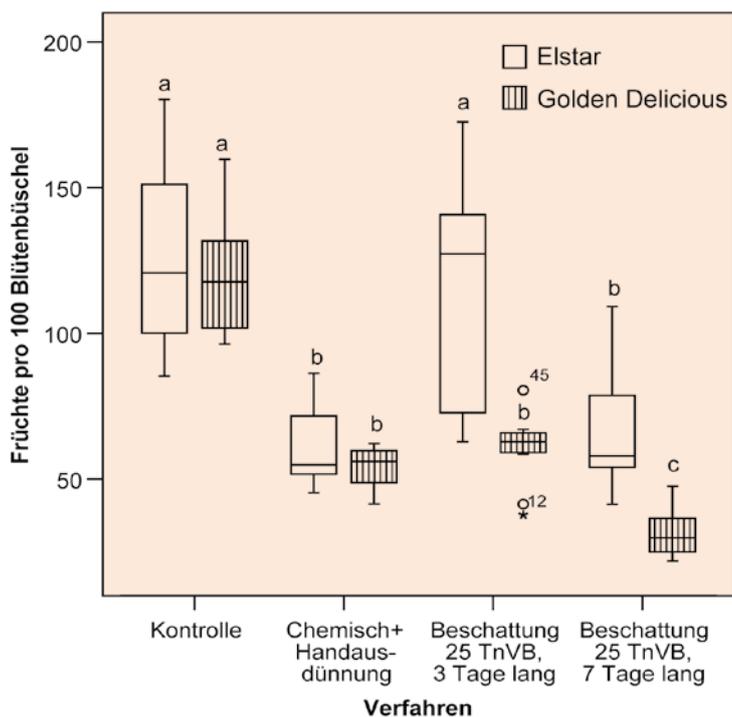
#### **Versuche in Wädenswil und Göttingen**

Ziel der Versuche 2006 in Wädenswil war es, die Auswirkungen der Beschattungsdauer auf den Ertrag und die innere Qualität von Elstar und Golden Delicious zu untersuchen. Die Beschattung



**Abb. 2. Durch eine Beschattung mit 2 m langen Matten könnten Materialkosten gespart werden. Göttingen, 11.05.2007 (Foto: Albert Widmer, Agroscope Changins-Wädenswil ACW)**

**Abb. 3. Beschattungsversuch 2006: Anzahl Früchte pro 100 Blütenbüschel bei verschiedenen Ausdünnungsbehandlungen der Apfelsorte Elstar und Golden Delicious, Wädenswil. Gabriel-Test,  $\alpha = 0,05$ . Verfahren mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant. TnVB = Tage nach Vollblüte.**



(Golden Delicious: NAAm 100 ppm plus Etalfix 0,05 % beim Abblühen (15. Mai) + Handausdünnung (3. Juli); Elstar: NAAm 100 ppm plus Ethephon 120 ppm plus Etalfix 0,05 % beim Abblühen (15. Mai), Ethephon 120 ppm plus Etalfix 0,05 % 14 Tage nach Abblühen (24. Mai) + Handausdünnung (3. Juli); 3) Beschattung mit Matten 25 Tage nach Vollblüte, drei Tage lang; 4) Beschattung mit Matten 25 Tage nach Vollblüte bis zum stärksten Fruchtfall.

Pro Verfahren wurden zwölf Versuchsbäume in drei Blöcken ausgewertet. Folgende Erhebungen wurden durchgeführt: Ertrag (kg/Baum), Kalibrierung nach Fruchtgröße und -farbe, Fleischfestigkeit, Zucker- und Säuregehalt (10 Früchte/Baum). Datenauswertung mit dem Statistikprogramm SPSS 14.0.

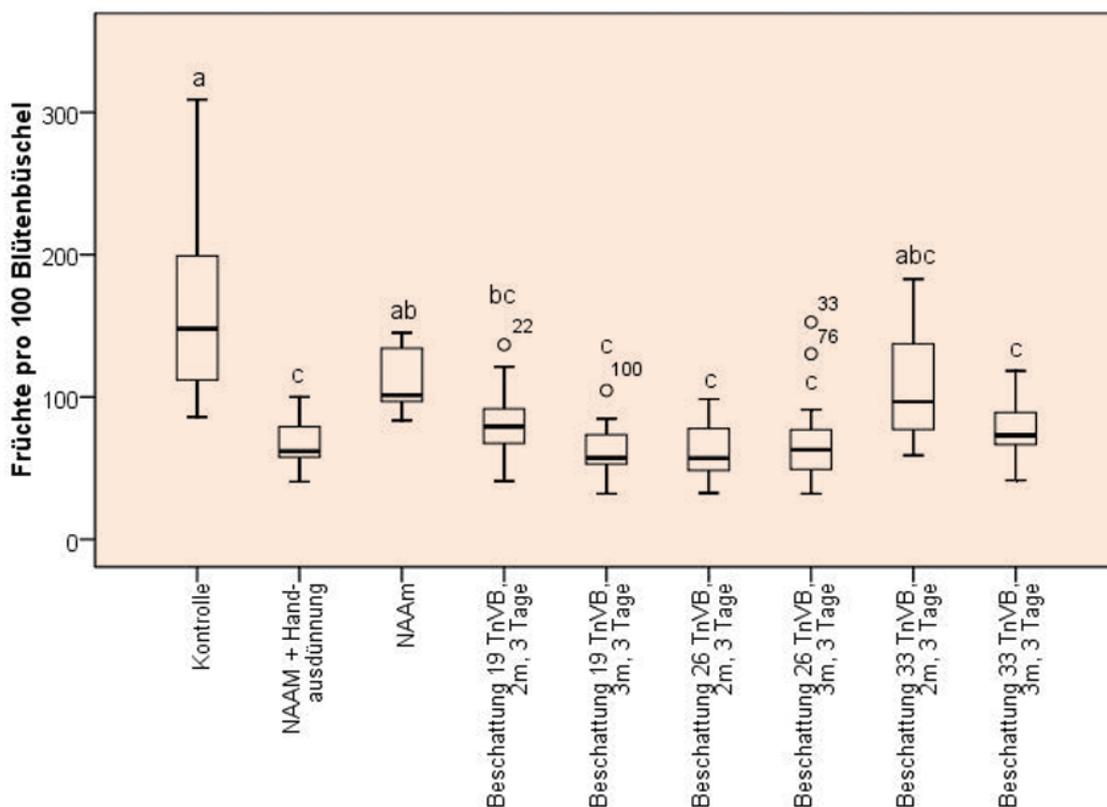
Versuchsablauf: Montage der Beschattungsmatten (9. Juni); Demontage der Beschattungsmatten bei der Hälfte der Ver-

erfolgte mit 3 m langen Matten, welche die photosynthetisch aktive Strahlung um 74 % reduzieren. Die Bäume waren ca. 2,50 m hoch, so dass die Matten die Bäume komplett bedeckten. Befestigt wurden die Matten mit Plaketten an einem über die Baumreihe ge-

zogenen Firstdraht. Sorten Golden Delicious und Elstar, 9-jährig, Unterlage P 22, Pflanzweite 3,4 x 1 m.

Verfahren: 1) Kontrolle (keine Ausdünnung); 2) praxisübliche chemische Ausdünnung

**Abb. 4. Beschattungsversuch 2007: Anzahl Früchte pro 100 Blütenbüschel bei verschiedenen Ausdünnungsbehandlungen der Apfelsorte Golden Delicious, Güttingen. Tamhane-Test,  $\alpha = 0,05$ . Verfahren mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant. TnVB = Tage nach Vollblüte.**



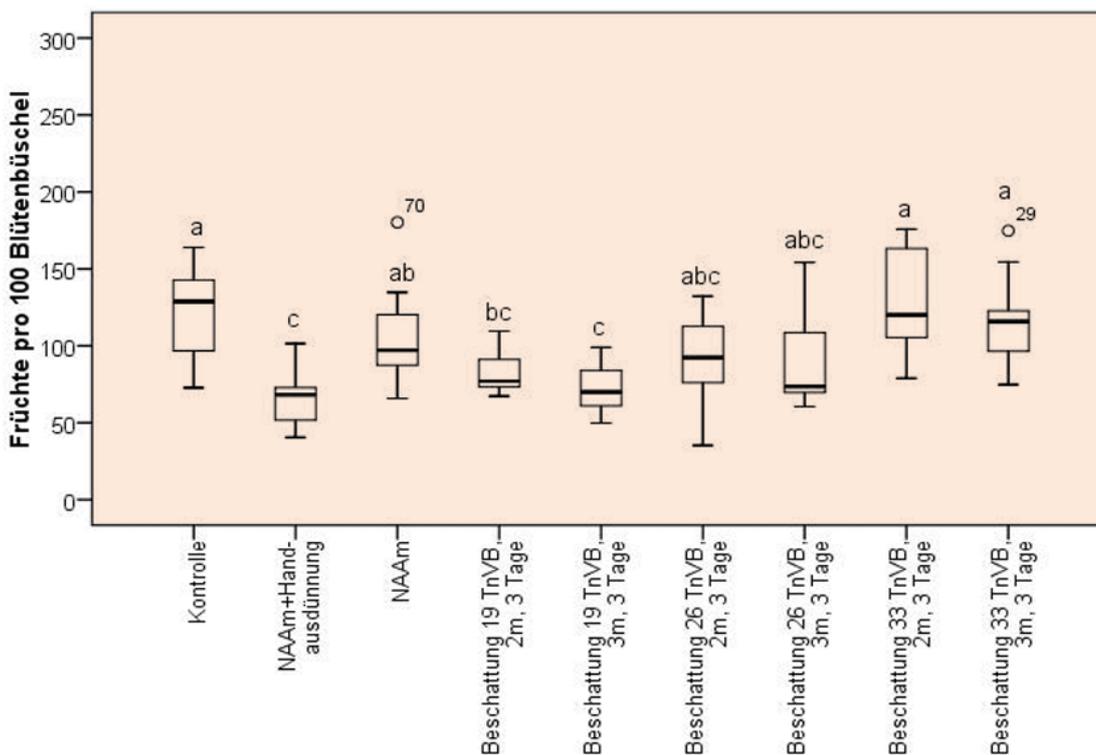


Abb. 5. Beschattungsversuche 2007: Anzahl Früchte pro 100 Blütenbüschel bei verschiedenen Ausdünnungsbehandlungen der Apfelsorte Topaz 2007, Güttingen. Tamhane-Test,  $\alpha = 0,05$ . Verfahren mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant. TnVB = Tage nach Vollblüte.

fahren (12. Juni). Tägliche Überwachung der Fruchtbüschel unter den verbliebenen Matten. Entfernung der Matten (nach sieben Tagen Beschattung aufgrund gesteigerten Fruchtfalls) (16. Juni); Handausdünnung, Zählen der Früchtchen (3. Juli); Ernte Elstar (12. Sept.); Ernte Golden Delicious (2. Okt.).

Ziel der Versuche 2007 in Güttingen war es, die Auswirkungen der Beschattungszeitpunkte mit 2 m statt 3 m langen Matten auf den Ertrag und die innere Qualität von Topaz und Golden Delicious zu testen. Die Verwendung von 2 m langen Matten könnte die Materialkosten reduzieren. Zum Vergleich wurde die Beschattung unter anderem zeitgleich mit 3 m langen Matten durchgeführt. Es wurden die gleichen Matten mit der gleichen Befestigung verwendet wie im Versuch 2006. Sorten Golden Delicious und Topaz, 5-jährig, Unterlage Fleuren 56, Pflanzweite 3,5 x 1,1 m.

■ Verfahren: 1) Kontrolle (keine Ausdünnung); 2) praxisübliche chemische Ausdünnung (NAAm 100 ppm (26. April) + Handaus-

dünnung (6. Juli)); 3) chemische Ausdünnung (NAAm 100 ppm (26. April)); 4,5) Beschattung mit 2 m respektive 3 m langen Matten 19 Tage nach Vollblüte (Fruchtdurchmesser Golden Delicious: 12-13 mm), 3 Tage lang; 6,7) Beschattung mit 2 m respektive 3 m langen Matten 26 Tage nach Vollblüte (Fruchtdurchmesser Golden Delicious: 16-18 mm), 3 Tage lang; 8,9) Beschattung mit 2 m respektive 3 m langen Matten 33 Tage nach Vollblüte (Fruchtdurchmesser Golden Delicious: 22-24 mm), 3 Tage lang. Bei der Beschattung waren die Bäume jeweils bis ca. 50 cm über dem Boden (Abb. 1) beziehungsweise vollständig bedeckt (Abb. 2).

■ Pro Verfahren wurden zwölf Versuchsbäume in drei Blöcken ausgewertet. Erhebungen: Ertrag (kg/Baum), Kalibrierung nach Fruchtgröße und -farbe, Fleischfestigkeit, Zucker- und Säuregehalt (zehn Früchte/Baum). Datenauswertung mit dem Statistikprogramm SPSS 14.0.

■ Versuchsablauf: Blütenbüschelbonitur (20. April/4. Mai);

Montage der Beschattungsmatten (11. Mai, 19 Tage nach Vollblüte); Demontage der Beschattungsmatten (14. Mai); Montage der Beschattungsmatten (18. Mai, 26 Tage nach Vollblüte); Demontage der Beschattungsmatten (21. Mai); Montage der Beschattungsmatten (25. Mai, 33 Tage nach Vollblüte); Demontage der Beschattungsmatten (28. Mai); Handausdünnung (6. Juli); Ernte Golden Delicious (20. Sept.); Ernte Topaz (20./21. Sept.).

Messungen der Lichtintensität und der Assimilationsleistung erfolgten am 20. Mai 2007 in der Obstanlage in der Baumreihe ohne und mit Abdeckung der Beschattungsmatte mit einem portablen Fotosynthese-Messgerät (LI-6200).

### Ergebnisse zweier Versuchsjahre

Im Jahr 2006 führte eine dreitägige Beschattung bei Golden Delicious zu 60 Früchten pro 100 Blütenbüschel (Abb. 3) – einer Behangsdichte, die bei Anwendung einer praxisüblichen Methode, d.h. chemischer Aus-

dünnung gefolgt von einer Handausdünnung, als optimal betrachtet wird. Der Unterschied zur Kontrolle war signifikant. Der Blütenansatz im Folgejahr 2007 war gut, die Alternanz wurde verhindert. Bei der Ernte zeigte sich, dass das Fruchtgewicht der Äpfel nach dreitägiger Beschattung im Vergleich zur Handausdünnung etwas höher sein könnte. Die innere Qualität zeigte bezüglich Zucker und Festigkeit sehr gute Werte, die mit der Praxisvariante vergleichbar waren. Bei Elstar führten sieben Tage Beschattung zu einem Behang, der ungefähr der Praxisvariante entspricht (66 Früchte pro 100 Blütenbüschel; Abb. 3). Der Blütenansatz im Folgejahr 2007 zeigte auch bei Elstar, dass keine Alternanz zu befürchten war. Fruchtgewicht, Ertrag und innere Qualität waren bei sieben Tagen Beschattung mit der Praxisvariante vergleichbar.

Im Jahr 2007 zeigte die dreitägige Beschattung bei Golden Delicious nach 19, 26 Tagen (2 m und 3 m Matte) und 33 Tagen (3 m Matte) nach Vollblüte eine gute Ausdünnwirkung. Die Anzahl Früchte pro 100 Blütenbüschel unterschied sich signifikant von der Kontrolle und war mit der praxisüblichen Variante vergleichbar (Abb. 4). Ertrag, Fruchtgewicht und innere Qualität zeigten gute Werte. Bei Topaz zeigte hingegen nur die dreitägige Beschattung 19 Tage nach Vollblüte eine signifikante Ausdünnungswirkung (Abb. 5) sowie einen Effekt beim Zuckergehalt und resultierte in zufriedenstellenden Fruchtgewichten. Hinsichtlich Festigkeit zeigten die Beschattungsvarianten keinen Unterschied. Belichtungsmessungen am 20. Mai ergaben, dass die absolute Sonneneinstrahlung unter einer Beschattungsmatte um über 80 % reduziert wird, obwohl die Matten laut Hersteller die Strahlung nur um 74 % reduzieren sollte. Dieser Unterschied

ist vermutlich zum einen auf die gespannten Hagelnetze zurückzuführen, zum anderen auf Bewölkung oder den wechselnden Sonnenstand. Diese Vermutung kann durch Messungen von Widmer (1997) unterstützt werden, die eine durchschnittliche Beschattung von rund 21 % bei Bewölkung und unter Hagelnetzen ergaben. Die Beschattung reduzierte die Photosynthese in unseren Versuchen um 50 %.

### Beschattungsmethode funktioniert

Die Versuche in den Jahren 2006 und 2007 zeigten, dass bei den Sorten Golden Delicious, Elstar und Topaz der Ertrag auf das notwendige Mass reduziert werden konnte. Die erreichte Fruchtqualität ist gut. Die untersuchten Sorten decken 21 %, 2,5 % und 2,2 % der in der Schweiz produzierten Tafelapfelmenge ab (BLW 2007). Golden Delicious ist damit die wichtigste Tafelapfelsorte der Schweiz, Elstar befindet sich auf Platz 9. Elstar ist für die Entwicklung von Behangsregulierungsmethoden von Bedeutung, weil diese Sorte besonders schwierig auszudünnen ist. Topaz ist die wichtigste in der Schweiz angebaute Tafelapfelsorte mit Resistenz gegen Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) und ist darum insbesondere für einen Anbau mit möglichst wenig Hilfsstoffen und darum auch für die vorliegenden Untersuchungen von Bedeutung. Mit der Beantwortung der folgenden Fragen wird sich entscheiden, ob die Beschattungsmethode in die Praxis eingeführt werden wird: Kann eine einfache Methode für die Montierung der Beschattungsmatten gefunden werden? Ist die Methode letztlich wirtschaftlich? Kann sie allseits Akzeptanz finden in Anbetracht der augenfälligen Präsenz der Beschattungsmatten in der Obstanlage? Einen wichtigen Beitrag zur Prüfung der Praxistauglichkeit haben die vorliegenden Versuche bereits

geleistet: Die Resultate zeigen, dass der Praktiker bei der Festlegung des Tages, an dem die Beschattungsmatten montiert werden müssen, ausreichend flexibel sein kann, um beispielsweise auf die Witterung Rücksicht nehmen zu können, ohne dass der Ausdünnungserfolg wesentlich beeinträchtigt wird. Insbesondere die Versuche 2007 zeigen, dass für die Zeitperiode der Beschattung eine gewisse Flexibilität besteht.

### Schlussfolgerungen

Die an dieser Stelle präsentierten Resultate erlauben den Schluss, dass die Ausdünnung von Apfelanlagen mittels Beschattung machbar ist. Die Versuche geben Einblick in die Physiologie des Apfelbaumes, was für das Verständnis der Qualitäts- und Ertragsbildung beim Apfel von praktischem Wert ist. Spezifische, verfeinerte Empfehlungen für die Ausdünnung einzelner Sorten müssten aber noch erarbeitet werden. Die praktische Umsetzbarkeit der Methode unter Schweizer Anbaubedingungen wird nun aber v.a. von der Entwicklung einer effizienten und wirtschaftlichen Abdeckmethode abhängen. Einen Beitrag an die Wirtschaftlichkeit der Methode leisten die Resultate aus dem Jahr 2007, welche kaum Unterschiede der Ausdünnungswirkung von 2 m oder 3 m breiten Matten zeigten. Die Befestigung der Matten ist bislang aber noch zu zeitaufwändig und daher zu teuer. Im Jahr 2008 wird nach Lösungen für eine maschinelle Befestigung der Matten gesucht.

---

ISAFRUIT ist ein Projekt, finanziert durch die Europäische Kommission unter der thematischen Priorität 5 – Lebensmittelqualität und -sicherheit im 6. Forschungsrahmenprogramm (Vertrag No. FP6-FOOD-CT-2006-016279).

Der Artikel entspricht nicht einer offiziellen Sicht der Europäischen Kommission, sondern allein jener der Autorinnen und Autoren.

## Literatur

- Baab G. & Lafer G., 2005. Kernobst. Leopoldsdorf, Austria: Österreichischer Agrarverlag Druck- und Verlags-GmbH.
- Berüter J. & Droz P., 1991. Studies on locating the signal for fruit abscission in the apple tree. *Scientia Horticulturae* **46**, 201-214.
- Bundesamt für Landwirtschaft, 2007. Obstkulturen der Schweiz – Flächenstatistik 2007. Zugang: <http://www.blw.admin.ch/themen/00013/00083/00107/00158/index.html?lang=de> [3.4.2008].
- Byers R.E., Lyons C.G., Yoder K.S., Barden J.A. & Young R.W., 1985. Peach and apple thinning by shading and photosynthetic inhibition. *Journal of Horticultural Science* **60** (4), 465-472.
- McCartney S., White M., Latter I. & Campbell J., 2004. Individual and combined effects of shading and thinning chemicals on abscission and dry-matter accumulation of 'Royal Gala' apple fruit. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* **79** (3), 441-448.
- Schumacher R., 1965. Regulierung des Fruchtansatzes. *Grundlagen und Fortschritte im Garten- und Weinbau*, Heft **113**. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Stadler W., Widmer A., Dolega E., Schaffner M. & Bertschinger L., 2005. Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil: Fruchtausdünnung durch Beschattung der Apfelbäume – eine Methode mit Zukunft? *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* **10**, 10-13.
- Stopar M., Resnik M. & Pongrac V.Z., 2001. Non-structural carbohydrate status and CO<sub>2</sub> exchange rate of apple fruitlets at the time of abscission influenced by shade, NAA or BA. *Scientia Horticulturae* **87**, 65-76.
- Widmer A. & Stadler W., 2007. Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil: Aktuelles zur Behangsregulierung: Wirkstoffe und Strategien. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* **6**, 14-17.
- Widmer A. 1997. Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil: Lichtverhältnisse, Assimilation und Fruchtqualität unter Hagelnetzen. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* **8**, 197-199.

## RÉSUMÉ

### Eclaircissage des pommes par la méthode de l'ombrage

Un ombrage avec des nattes de 2 m ou 3 m, bloquant 74% des rayonnements actifs pour la photosynthèse, a permis d'obtenir un éclaircissage efficace du pommier. Les expériences faites en 2006 et 2007 avec les variétés Golden Delicious, Elstar et Topaz ont montré qu'il est possible de réduire la charge au niveau souhaité, d'obtenir une bonne qualité interne des fruits et de contrôler l'alternance. Les variétés réagissent de manière différente par rapport à la durée d'ombrage. Un ombrage durant trois jours a permis un éclaircissage efficace pour les variétés Golden Delicious (ombrage à 19, 26 et 33 jours après la pleine floraison) et Topaz (ombrage à 19 et 26 jours après la pleine floraison) alors que pour la variété Elstar, un ombrage durant 7 jours, 25 jours après la pleine floraison, a été nécessaire pour un bon éclaircissage. L'année suivante, les comptages des fleurs ont montré qu'une alternance dans le cas des arbres ombragés pouvait être réduite au niveau nécessaire. Ces expériences ont également montré que la durée de l'ombrage et la date de son application ont une influence plus importante sur l'éclaircissage que la situation météorologique durant l'ombrage. Cependant, pour une application dans la pratique, cette méthode doit être encore améliorée. La fixation des nattes nécessite beaucoup de temps et est donc très chère. C'est grâce au projet européen ISAFRUIT ([www.isafruit.eu](http://www.isafruit.eu)) que cette étude a pu se dérouler et qu'elle se poursuit encore actuellement. Outre l'apport financier, l'intégration dans un réseau international a permis d'allier à la fois d'acquérir les connaissances fondamentales et de réaliser une recherche appliquée.

## SUMMARY

### Apple crop thinning by tree shading

Shading with nets of 2 m and 3 m width respectively, which reduce the photosynthetic active radiation by 74 %, lead to successful fruit thinning of apple trees. Such a thinning method could be interesting for organic as well as for integrated production. Field trials in 2006 and 2007 with the cultivars Golden Delicious, Elstar and Topaz showed, that this thinning method regulated the crop load to the necessary extent and the achieved fruit quality is acceptable. However, cultivars respond differently to the length of shading. Three days of shading reduced fruits per 100 flower clusters to a satisfactory extent for Golden Delicious (if shading after 19, 26 and 33 days after full bloom) and Topaz (if shading after 19 and 26 days after full bloom). For Elstar, seven days shading at 25 days after full bloom resulted in a good thinning effect. Flower counts in the following year showed a reduction in alternate bearing for the shaded trees. The results obtained demonstrate that the response of the method to meteorological conditions seems to be surprisingly low. Date and length of shading seems to be more important. Practicability of the method in farmers' orchards has yet to be improved, however. Net installation is still too costly and time-consuming, therefore easy to handle and cheap methods must be developed. The European ISAFRUIT-project made these studies possible by providing the necessary international collaborative research network and the funding.

**Key words:** Apple, thinning, alternate bearing, shading net, crop load