

# Behangsregulierung im Apfelanbau: Gute Erfahrungen mit BA + NAA

Die chemische Fruchtausdünnung ist eine der wichtigsten Massnahmen im Apfelanbau und entscheidend für die Produktion regelmässiger, optimaler Erträge mit guter innerer und äusserer Fruchtqualität. Mit den in der Schweiz zugelassenen Produkten haben die Produzenten verschiedene Möglichkeiten zur Optimierung der Ausdünnungsstrategie. Die Versuche mit der Tankmischung BA + NAA haben vielversprechende Ergebnisse gezeigt.

ALBERT WIDMER UND MICHAEL GÖLLES, FORSCHUNGSANSTALT  
AGROSCOPE CHANGINS-WÄDENSWIL ACW  
albert.widmer@acw.admin.ch

Für die Behangsregulierung im Apfelanbau sind in der Schweiz die Wirkstoffe  $\alpha$ -Naphthylacetamid (NAAm),  $\alpha$ -Naphthyllessigsäure (NAA), Ethephon und Benzyladenin (BA) zugelassen. NAAm und NAA aus der Gruppe der Auxine werden seit vielen Jahren eingesetzt und haben sich bewährt. NAAm wird bei abgehender Blüte bis fünf Tage nach Abblühen, NAA bei 8 bis 12 mm Fruchtgrösse angewendet. Ideal sind feucht-warme, windstille Witterungsbedingungen. Ethephon ist seit 2005 für alle Sorten bewilligt und kann im Ballonstadium sowie von abgehender Blüte bis 14 Tage nach der Blüte eingesetzt werden. Die Wirkung ist stark temperaturabhängig. Optimal sind 18 bis 22 °C, unter 15 °C und über 25 °C sollte Ethephon nicht angewendet werden. BA ist seit Anfang 2008 in der Schweiz zugelassen. BA ist ein synthetisches Cytokinin, das die Zellteilung stimuliert und die Fruchtgrösse leicht fördern kann. BA kann bei einer Fruchtgrösse von 7 bis 15 mm appliziert werden, optimal ist der Einsatz bei 10 bis 12 mm. Entscheidend für die Wirkung ist die Witterung während und vor allem nach der Applikation. Voraussetzung ist eine hohe Luftfeuchtigkeit. Die Temperatur sollte bei der Behandlung mindestens 15 °C betragen und in den folgenden zwei bis drei Tagen 20 bis 25 °C erreichen. Bei tieferen Temperaturen ist die Wirkung meist ungenügend.

Mit diesen vier Wirkstoffen und den unterschiedlichen Anwendungszeitpunkten vom Ballonstadium bis maximal 15 mm Fruchtgrösse haben die Produzenten verschiedene Möglichkeiten, die Behangsregulierung an Sorte und Standort anzupassen. Weitere Informationen zu den Wirkstoffen und Ausdünnungsstrategien sind in den im Literaturverzeichnis aufgeführten Publikationen zu finden.

Die Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW führt seit vielen Jahren Ausdünnversuche mit diversen Wirkstoffen (einzeln und in Kombinationen), Konzentrationen und Anwendungszeitpunkten durch. In den letzten Jahren hat die Tankmischung BA + NAA sehr aussichtsreiche Ergebnisse geliefert, die nachfolgend beschrieben sind.

## Versuche 2002 bis 2008 mit BA + NAA

Die Versuche mit BA, NAA und der Tankmischung BA + NAA wurden seit 2002 auf Versuchspartzen in Güttingen und Wädenswil sowie auf einigen Privatbetrieben durchgeführt. Dabei wurden vor allem Golden Delicious und Gala, aber auch neuere Sorten verwendet. Die Versuche wurden mit MaxCel (mit Ausnahme des Jahres 2003, in dem ein anderes BA-Produkt verwendet wurde) und Rhodofix oder Dirager-S durchgeführt. Die in Tabelle 1 aufgeführten Wirkstoffkonzentrationen entsprechen umgerechnet auf die zugelassenen Produkte folgenden Aufwandmengen pro ha (Basisbrühmenge 1000 L/ha):

BA: 100 ppm = 5 L MaxCel (0.5%)

150 ppm = 7.5 L Maxcel (0.75%)

200 ppm = 10 L MaxCel (0.1%)

NAA: 20 ppm = 2 kg Rhodofix (0.2%) bzw. 0.54 L Dirager S (0.54%)

30 ppm = 3 kg Rhodofix (0.3%) bzw. 0.82 L Dirager S (0.82%)

Als Mass für die Ausdünnwirkung wird die Anzahl Früchte pro 100 Blütenbüschel nach dem Junifall oder bei der Ernte bestimmt und der Wirkungsgrad im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle berechnet. In Tabelle 1 sind die Wirkungsgrade verschiedener Verfahren mit BA, NAA und BA + NAA im Vergleich zur Handausdünnung zusammengestellt. Der Wirkungsgrad der Handausdünnung lag mehrheitlich bei 40 bis 60%, das heisst, der Fruchtansatz unbehandelter Bäume musste nach dem Junifall manuell noch um zirka die Hälfte reduziert werden, um einen optimalen Fruchtbehang zu erreichen. BA und NAA, einzeln angewendet, zeigten je nach Jahr und Sorte zum Teil deutliche Wirkungsschwankungen. In je einem Fall haben NAA (Fuji 2004) und BA (Braeburn 2007) den Fruchtansatz sogar leicht erhöht. In einigen Versuchen war die Wirkung von BA oder NAA nicht genügend. Mehrheitlich lag der Wirkungsgrad unter 40%, erzielte also meist eine mässige bis mittlere Ausdünnwirkung. Er führte aber auch nur in Einzelfällen zu einer Überdünnung im Vergleich zur Handausdünnung.

Mit der Tankmischung BA + NAA war die Ausdünnung in vielen Versuchen stärker und die Ergebnisse über die Jahre konstanter als bei den Einzelanwendungen. Die Wirkung war in jedem Versuch (ausser Braeburn 2007) sehr gut, mehrheitlich nahe an der Handausdünnung. Ziel der chemischen Ausdünnung ist ein Fruchtansatz,

**Tab. 1: Ausdünnwirkung (Wirkungsgrad %) 2002–2008 von BA, NAA, BA + NAA.**

| Jahr   | Sorte         | Handausd. | BA          |        | NAA         |        | BA + NAA    |        |
|--------|---------------|-----------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|
|        |               | WG (%)    | Konz. (ppm) | WG (%) | Konz. (ppm) | WG (%) | Konz. (ppm) | WG (%) |
| 2002   | Golden        | 53.6      | 100         | 2.9    | 20          | 24.6   | 100 + 20    | 33.3   |
| 2003   | Gala          | 46.1      | 200         | 20.6   | 20          | 31.4   | 200 + 20    | 55.9   |
|        | Golden        | 46.6      | 100         | 34.1   | 20          | 48.9   | 100 + 20    | 55.7   |
| 2004   | Gala          | 60.4      | 150         | 27.8   | 30          | 43.8   | 150 + 30    | 61.1   |
|        | Golden        | 55.4      | 100         | 36.6   | 20          | 25.0   | 100 + 20    | 46.4   |
|        | Fuji          |           | 150         | 48.0   | 30          | -9.6   | 150 + 30    | 39.2   |
| 2005   | Gala          | 38.4      | 150         | 20.5   | 20          | 2.7    | 150 + 20    | 35.6   |
|        | Golden        | 49.5      | 150         | 25.3   | 20          | 5.5    | 150 + 20    | 48.4   |
|        | Fuji (Kiku 8) | 60.2      | 150         | 36.1   | 20          | 20.5   | 150 + 20    | 66.3   |
|        | Rubens        | 41.1      | 150         | 19.2   | 20          | 15.1   | 150 + 20    | 63.0   |
| 2006   | Gala          | 40.2      | 150         | 39.2   | 30          | 45.1   | 100 + 20    | 39.2   |
|        | Golden        | 45.8      | 150         | 39.8   | 30          | 38.1   | 100 + 20    | 53.4   |
|        | Rubens        | 41.3      |             |        | 30          | 29.3   | 100 + 20    | 34.7   |
| 2007   | Braeburn      | 28.3      | 100         | -8.1   | 30          | 26.3   | 100 + 20    | 3.0    |
| 2008   | Gala          | 38.8      | 150         | 7.1    | 30          | 29.6   | 100 + 20    | 33.7   |
|        | Diwa          | 52.8      | 150         | 37.7   | 30          | 30.2   | 100 + 20    | 46.2   |
|        | Rubens        | 29.9      | 150         | 10.4   | 30          | 43.3   | 100 + 20    | 64.2   |
|        | Kanzi         | 10.5      | 150         | 42.1   | 30          | 5.3    | 100 + 20    | 21.1   |
| Mittel |               | 43.5      |             | 25.8   |             | 25.3   |             | 44.5   |

der etwas über dem optimalen Behang liegt, damit eine leichte Handausdünnung ohne Ertragseinbußen möglich ist. Unter diesem Gesichtspunkt haben die Tankmischungen mit Konzentrationen von mehr als 5 L MaxCel einen eher zu hohen Wirkungsgrad. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die kombinierte Anwendung

von BA + NAA eine konstantere Ausdünnwirkung hat, die Konzentration aber gegenüber der Einzelanwendung der beiden Wirkstoffe reduziert werden sollte. Die Frage, welche die optimale Aufwandmenge für die Tankmischung von BA + NAA ist, wurde in den Jahren 2009 und 2010 untersucht.

### Versuche 2009 und 2010

Die Versuche mit unterschiedlichen Konzentrationen von BA und NAA in Tankmischung wurden bei den Sorten Nicoter/Kanzi®, Golden Delicious, Royal Gala und Braeburn (Typ Hillwell) im Versuchsbetrieb Güttingen durchgeführt (Tab. 2 und 3).

Die angegebenen Mittelmengen beziehen sich auf die Basisbrühmenge von 1000 L/ha. In den Versuchspartellen wurde die ausgebrachte Wassermenge entsprechend dem Tree Row Volume-Konzept (TRV) angepasst. Die unbehandelten Kontrollbäume wurden nach dem Junifall von Hand ausgedünnt.

In Abbildung 1 sind die Ausdünnwirkung (Früchte pro 100 Blütenbüschel, Wirkungsgrad) und das durchschnittliche Fruchtgewicht bei Kanzi ersichtlich. Mit Ausnahme von NAA zeigten alle Verfahren eine sehr gute Ausdünnereffizienz. Die Ergebnisse der beiden Tankmischungen BA + NAA mit den höheren Konzentrationen (5.0 + 0.5, 4.0 + 0.8) liegen auf Höhe der Handausdünnung. Mit abnehmenden Konzentrationen nimmt die Wirkung nur sehr leicht ab. Die Wirkungsunterschiede zwischen den BA + NAA-Verfahren sind statistisch nicht verschieden. Zwischen der Fruchtgrösse und der Ausdünnwirkung ist ein deutlicher Zusammenhang erkennbar. In der unbehandelten Kontrolle sind die Früchte mit durchschnittlich 125 g am kleinsten, die von Hand ausgedünnten Bäume liegen mit 165 g an der Spitze. Eine eindeutige Förderung der Fruchtgrösse durch BA ist nicht zu erkennen (Abb. 2).

Bei der Sorte Golden Delicious (Abb. 3) war der Fruchtansatz in der Kontrolle mit 92 Früchten pro 100 Blütenbüschel höher als bei Kanzi. Die Einzelanwendungen von BA mit 7.5 L pro ha und NAA zeigten geringere Wirkungen als die Tankmischungen mit niedrigeren Konzentrationen. Die fünf BA + NAA-Verfahren mit Wirkungsgraden von 30 bis 40% liegen auf dem Niveau der Handausdünnung (35%). Die Unterschiede zwischen diesen Verfahren sind gering und statistisch nicht signifikant. Auch mit 3 L MaxCel und 0.5 L Dirager konnte eine optimale Ausdünnung erreicht werden. Die mittlere Fruchtgrösse verläuft proportional zur Ausdünnwirkung. Der Fruchtansatz pro Baum bei der Ernte lag in der Kontrolle bei 352 Früchten, mit Handausdünnung bei 196 und in den BA + NAA-Varianten zwischen 190 und 232 Früchten, was die sehr gute Wirkung der Tankmischungen bestätigt.

**Tab. 2: Beschreibung der Versuche 2009.**

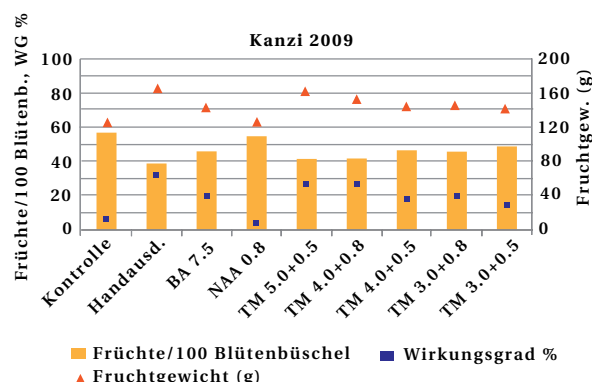
|                 | Nicoter / Kanzi | Golden Delicious |
|-----------------|-----------------|------------------|
| Unterlage       | M9 T337         | Fleuren 56       |
| 1. Standjahr    | 2007            | 2002             |
| Pflanzdistanz   | 3.5 × 1.1 m     | 3.5 × 1.1 m      |
| Brühmenge (TRV) | 720 L           | 820 L            |
| Bäume/Verfahren | 15              | 16               |

| Verfahren      | Wirkstoffmenge ppm | Handelsprodukt L/ha | Zeitpunkt     |
|----------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Kontrolle      |                    |                     | nach Junifall |
| Handausdünnung |                    |                     |               |
| BA             | 150                | 7.5                 | 10 – 12 mm    |
| NAA            | 30                 | 0.8                 | 10 – 12 mm    |
| BA + NAA       | 100 + 20           | 5.0 + 0.5           | 10 – 12 mm    |
| BA + NAA       | 80 + 30            | 4.0 + 0.8           | 10 – 12 mm    |
| BA + NAA       | 80 + 20            | 4.0 + 0.5           | 10 – 12 mm    |
| BA + NAA       | 60 + 30            | 3.0 + 0.8           | 10 – 12 mm    |
| BA + NAA       | 60 + 20            | 3.0 + 0.5           | 10 – 12 mm    |

Handelsprodukte: BA = MaxCel, NAA = Dirager-S

**Abb. 1: Ausdünnwirkung (Früchte pro 100 Blütenbüschel, Wirkungsgrad) und durchschnittliches Fruchtgewicht bei der Sorte Kanzi im Versuchsjahr 2009.**





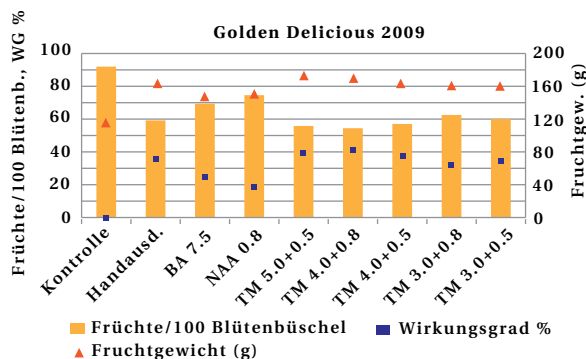
2010 wurden Tankmischungen mit drei BA- und einer NAA-Konzentration eingesetzt (Tab. 3) und mit einer unbehandelten Kontrolle und der Handausdünnung verglichen. Zusätzlich wurde ein Verfahren mit einer Ethephonbehandlung im Ballonstadium und ei-

ner BA + NAA- (Gala) beziehungsweise NAA-Behandlung (Braeburn) bei 10 bis 12 mm Fruchtgrösse geprüft.

Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse dieses Versuchs. Bei Gala war trotz des schlechten Blühwetters ab Anfang Mai der Fruchtansatz pro 100 Blütenbüschel in der unbehandelten Kontrolle recht gut. Die von Hand ausgedünnten Bäume wiesen bei der Ernte mit rund 180 Früchten pro Baum einen noch zu hohen Behang auf. Ideal wären etwa 130 bis 150 Früchte. Dies entspricht 40 bis 45 Früchten pro 100 Blütenbüschel. Alle chemischen Verfahren mit Tankmischungen ergaben eine sehr gute Ausdünnung; der Fruchtbehang nach dem Junifall lag noch knapp über der idealen Handausdünnung. Die Unterschiede zwischen den drei Konzentrationen sind gering und statistisch nicht signifikant. Der Einsatz von Ethephon vor der Blüte hat zu keiner Wirkungssteigerung geführt, könnte sich aber positiv auf den Blütenansatz im Folgejahr auswirken. Die geringe Fruchtgrösse bei Gala mit rund 120 g in den Verfahren mit Tankmischungen (ohne Handausdünnung) ist neben dem Fruchtansatz auch auf den Befall durch die Rote Spinne zurückzuführen. Die Unterschiede im durchschnittlichen Fruchtgewicht zwischen den Verfahren sind gering.

Wegen der witterungsbedingt ungenügenden Befruchtung und des starken Nachblütenfalls bei der Sorte Braeburn war der Fruchtansatz mit 47 Früchten pro 100 Blütenbüschel in der unbehandelten Kontrolle sehr gering. Dank der hohen Blühintensität mit rund 200 Blütenbüscheln pro Baum resultierte daraus trotzdem ein relativ guter Ertrag. Die Früchte hingen mehrheitlich einzeln und bei vielen Büscheln waren alle Blüten abge-

**Abb. 2: Versuchsbäume der Sorte Kanzi: unbehandelte Kontrolle (links), Handausdünnung (Mitte) und Tankmischung BA + NAA (5 + 0,5, rechts).**



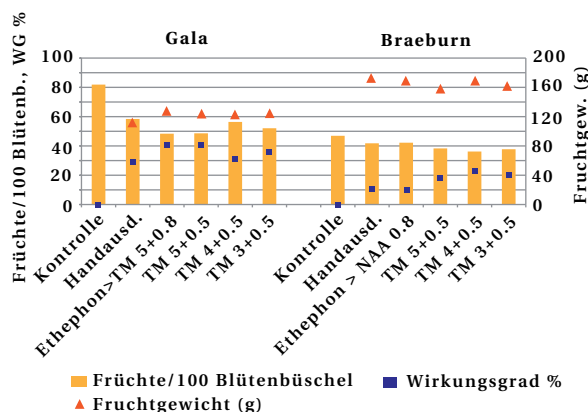
**Abb. 3: Ausdünnwirkung (Früchte pro 100 Blütenbüschel, Wirkungsgrad) und durchschnittliches Fruchtgewicht bei der Sorte Golden Delicious 2009.**

**Tab. 3: Beschreibung der Versuche 2010.**

|                    | Gala        | Braeburn    |
|--------------------|-------------|-------------|
| Unterlage          | Fleuren 56  | M9 T337     |
| 1. Standjahr       | 2002        | 2006        |
| Pflanzdistanz      | 3.5 × 1.1 m | 3.5 × 0.6 m |
| Brühmenge/ha (TRV) | 875 L       | 728 L       |
| Bäume/Verfahren    | 12          | 12          |

| Verfahren      | Wirkstoffmenge ppm | Handelsprodukt L/ha | Zeitpunkt     |
|----------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Kontrolle      |                    |                     |               |
| Handausdünnung |                    |                     | nach Junifall |
| Ethephon       | 144                | 0.3                 | BBCH 60       |
| Gala: BA + NAA | 100 + 30           | 5 + 0.8             | 10 – 12 mm    |
| Braeburn: NAA  | 30                 | 0.8                 | 10 – 12 mm    |
| BA + NAA       | 100 + 20           | 5 + 0.5             | 10 – 12 mm    |
| BA + NAA       | 80 + 20            | 4 + 0.5             | 10 – 12 mm    |
| BA + NAA       | 60 + 20            | 3 + 0.5             | 10 – 12 mm    |

Als Handelsprodukte wurden wie im Vorjahr MaxCel und Dirager-S verwendet.



**Abb. 4: Ausdünnwirkung (Früchte pro 100 Blütenbüschel, Wirkungsgrad) und durchschnittliches Fruchtgewicht bei den Sorten Gala und Braeburn 2010.**

fallen. Unter solchen besonderen Umständen ist keine starke Ausdünnwirkung zu erwarten und auch nicht notwendig. Der Wirkungsgrad war mit 10 bis 20% gering. Die Anzahl Früchte pro 100 Blütenbüschel nach dem Junifall war in den Ausdünnverfahren vergleichbar und nur leicht tiefer als in der Kontrolle. Die Unterschiede sind statistisch nicht signifikant. Positiv ist, dass die BA + NAA-Verfahren bei dem geringen Fruchtansatz nicht zu einer Überdünnung geführt haben. Weder beim Fruchtgewicht noch bei der Kalibrierung oder dem Ertrag haben sich Unterschiede zwischen der Handausdünnung und den chemischen Varianten gezeigt.

In beiden Jahren wurden die Früchte jedes Verfahrens nach Grösse und Farbe kalibriert und von fünf Früchten pro Baum Fleischfestigkeit und Zuckergehalt (Refraktometerwert) gemessen. Die Ergebnisse sind nicht dargestellt. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die innere und äussere Fruchtqualität eindeutig mit der Wirkung der Ausdünnung zusammenhängen. Der Anteil Klasse I ist bei der Handausdünnung am höchsten, nur leicht höher als bei der Tankmischung BA + NAA (ohne ergänzende manuelle Ausdünnung). Die NAA- oder BA-Anwendungen mit geringerer Wirkung und insbesondere die unbehandelten Kontrolle weisen deutlich geringere Fruchtgrössen und weniger Deckfarbe auf. Beim Zuckergehalt ergibt sich, je nach Wirkung der Verfahren, ein Unterschied zur Kontrolle von 1 bis 2 °Brix. Die Fleischfestigkeit wurde in diesen Versuchen nicht signifikant beeinflusst, allerdings konnte eine leichte Tendenz zu festeren Früchten bei manuell ausgedünnten Bäumen festgestellt werden.

### Folgerungen

Die Versuche zur Behangsregulierung mit Tankmischungen der Wirkstoffe BA und NAA haben in mehreren Jahren und bei verschiedenen Sorten gute Wirkung und regelmässige Ergebnisse als die Einzelanwendung von BA oder NAA gezeigt. Die BA + NAA-Verfahren liegen mehrheitlich nahe der Handausdünnung. Im Idealfall liegt der Fruchtansatz nach der chemischen Ausdünnung beziehungsweise nach dem Junifall leicht über dem

angestrebten Endbehang, damit noch eine schwache Handausdünnung zur Qualitätsförderung möglich ist. Für die Tankmischung sind deshalb tiefere Wirkstoffmengen als bei der Einzelanwendung von BA oder NAA zu wählen, damit das Risiko einer Überdünnung möglichst vermieden werden kann. In unseren Versuchen konnten mit 3 bis maximal 5 L MaxCel in Kombination mit NAA sehr gute Wirkungen erzielt werden. MaxCel ist bewilligt mit einer Dosierung von 3.75 bis 7.5 L pro ha oder 0.375 bis 0.75%, bezogen auf die Basisbrühmenge von 1000 L/ha. Diese Limiten sind auch in Tankmischungen einzuhalten. Die Ausdünnung mit 3.75 bis maximal 5 L MaxCel pro ha in Kombination mit 0.5 L Dirager-S beziehungsweise 2 kg Rhodofix pro ha bei 10 bis 12 mm Fruchtdurchmesser kann als erfolgsversprechende Variante empfohlen werden, wenn eine starke Ausdünnung notwendig erscheint. Je nach Situation kann eine tiefere NAA-Konzentration sinnvoll sein. Die Produzenten müssen eigene Erfahrungen mit den verschiedenen Varianten und Dosierungen sammeln. Dabei sind wie bei allen Ausdünnmitteln die Besonderheiten von Standort und Sorte zu berücksichtigen. Bei Alternanzsorten kann zusätzlich ein Ethephoneinsatz im Ballonstadium vorteilhaft sein. Die Tankmischung BA + NAA wird an Bedeutung gewinnen und könnte zu einer Standardbehandlung werden, sofern sich die Bewilligungssituation bei den Wirkstoffen in Zukunft nicht ändert. ■

### Literatur

- Stadler W. und Widmer A.: Ausdünnungsstrategien den Apfelsorten und dem Wachstum der Bäume anpassen. Schweiz. Z. Obst-Weinbau, 137 (9), 233–239, 2001.
- Stadler W. und Widmer A.: Ethephon: Neuzulassung für alle Apfelsorten. Schweiz. Z. Obst-Weinbau, 142 (7), 10–13, 2006.
- Widmer A. und Stadler W.: Aktuelles zur Behangsregulierung: Wirkstoffe und Strategien. Schweiz. Z. Obst-Weinbau, 143 (6), 14–17, 2007.
- Widmer A. und Gölles M.: Benzyladenin – Behangsregulierung im Apfelanbau. Schweiz. Z. Obst-Weinbau, 144 (7), 9–11, 2008.
- Widmer A. und Gölles M.: Wirkstoffe und Strategien zur Behangsregulierung. Schweiz. Z. Obst-Weinbau, 145 (7), 10–12, 2009.

## Régulation de la charge dans la production de pommes: bonnes expériences avec BA + NAA

Les producteurs de pommes peuvent recourir en Suisse aux principes actifs  $\alpha$ -naphthylacétamide (NAAm), acide  $\alpha$ -naphthylacétique (NAA), éthéphon et benzyladénine (BA) pour réguler la charge. La station de recherches Agroscope Changins-Wädenswil ACW a mené des essais sur plusieurs variétés depuis 2002 avec un mélange de BA + NAA préparé dans le réservoir. Dans de nombreux essais, l'éclaircissage a été plus efficace et les résultats plus réguliers sur plusieurs

années que lors de l'application isolée de BA ou NAA. Avec la plupart des procédés BA + NAA, les résultats sont proches de l'éclaircissage manuel. L'éclaircissage faisant intervenir 3.75 jusqu'à maximum 5 L de MaxCel par ha en conjugaison avec 0.5 L de Dirager-S ou 2 kg de Rhodofix par ha lorsque les fruits présentent un diamètre de 10 à 12 mm est une variante prometteuse à recommander lorsqu'un éclaircissage important semble nécessaire.

## R É S U M É