

## **Tomaten reifen mit Ethylen-Gas schneller**

### **Keine chemischen Mittel mehr notwendig**

Im Substratanbau von Tomaten unter Glas warten gegen Kulturende im späten Oktober und November bis zu 4 kg unreife Tomaten je m<sup>2</sup> auf ihre Aberntung. Das sind umgerechnet je nach Typ und Ertragsniveau 5 bis 10 % des gesamten jährlichen Ertrages und sind damit wirtschaftlich nicht zu vernachlässigen. Wegen der kürzer werdenden Tage im Herbst dauert hierbei die Reife wesentlich länger als im Sommer, so dass bisher das Mittel Flordimex (Wirkstoff Ethepon) appliziert werden konnte, um die Reife durch die Freisetzung von Ethylen einheitlich und wirksam zu beschleunigen. Durch die Kulturzeitverkürzung um bis zu zehn Tagen wird gleichzeitig auch Energie gespart und die Wirtschaftlichkeit erhöht. Die Zulassungsbehörde untersagte zu Beginn des Jahres 2011 diese bewährte chemische Anwendung aufgrund auffälliger Rückstandswerte wegen zu hoher Dosierung und falscher Anwendung wie zu niedrige Temperaturführung. Jedoch wurde im Spätsommer 2011 in NRW und anderen Bundesländern wieder eine § 18b Genehmigung für Flordimex unter strengen Auflagen bis auf Widerruf erteilt, was aber nur als Zwischenlösung anzusehen ist.

### **Versuchsansatz**

Gleichzeitig überlegten sich die Versuchsansteller (Christoph Andreas, Theo Reintges) und die Fachberatung (Dr. Werner Osterkamp, Otto Domke, Björn Wenzel) des Gartenbauzentrum Straelen/Auweiler der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen zusammen mit den niederrheinischen Tomatengärtnern, wie eine direkte Applizierung von reinem reifefördernden Ethylen-Gas praxistauglich gemacht werden kann und ob diese Methode überhaupt wirkt. Mit den Firmen Linde AG (Pullach) als Ethylen-Gashersteller und -vertreiber und HTK (Hamburg) als Spezialist für innovative Mess- und Dosiertechnik konnten kompetente Partner gefunden werden. Weiter unterstützte die Landgard-Stiftung (Straelen) die Versuche finanziell. In der Literatur finden sich keine Hinweise auf Ethylen-Begasung bei Tomaten im Gewächshaus.

### **Fruchteigenes Ethylen**

Weil Früchte wie Äpfel und Tomaten im Laufe ihrer Reife vermehrt pflanzeneigenes Ethylen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) als Phytohormon selbst produzieren, könnte man auch reife Äpfel, die vermehrt Ethylen abgeben, in großen Mengen in Tomatenkulturen auslegen und so auf natürliche Weise unreife Tomaten zur schnelleren Reife bringen, wie es im Hobbyanbau gern gemacht wird. Aus diesem Grund verbietet sich ja auch die Lagerung und der Transport von reifen Früchten zusammen mit Blattgemüse, Grünpflanzen und Schnittblumen. Eine ungesteuerte Applikation von Ethylen auf unreife Tomaten an der Pflanze wird sich aber auch pflanzenbaulich und wirtschaftlich als untauglich erweisen,

so dass nur eine gesteuerte und geregelte technische Applikation in Frage kommen kann.

### Verwendung von BANARG®

Die Idee der gasförmigen Ethylen-Behandlung ist nicht neu und wird bei der Reifung von importierten grünen Bananen mit speziellen Reifegasen wie zum Beispiel BANARG® der Fa. Linde schon lange in großem Stil weltweit angewandt. Bei den Bananenimporteuren lassen qualifizierte Reifemeister mit Hilfe eines Stickstoff-Ethylen-Gasgemisches unter streng einzuhaltenden Klima- und Gasbedingungen mit geringster Ethylen-Konzentration innerhalb weniger Tage gezielt und termingerecht unreife Bananen zu verkaufsfertigen Früchten ausreifen. Ebenso wird dieses zugelassene Verfahren bei der großvolumigen Lagerhaltung von Kartoffeln und Zwiebeln zur Verhinderung der Keimung eingesetzt. Das BANARG®-Gasgemisch enthält bei einem Stickstoffanteil ( $N_2$ ) von 96 % nur 4 % Ethylen ( $C_2H_4$ , früher Aethylen, jetzt auch Ethen genannt). Durch diese starke Verdünnung ist das im Reinzustand extrem brennbare und explosive Ethylen ohne Probleme zu applizieren. Würde man in der Praxis reines 100 %iges Ethylengas benutzen, müssten aufwendige und teure Installationen vorhanden sein, um die hohen Brand- und Explosionsschutzauflagen einzuhalten.

### Erster Test im Reiferaum

Vor dem eigentlichen Versuch gegen Ende der Kulturzeit direkt im Gewächshaus wurde bereits im Sommer 2011 ein erster Test mit unreif abgeernteten Rispen- und Cocktailtomaten in einem früheren Tiefkühlraum des Gartenbauzentrums als Reiferaum durchgeführt.



Foto 1: Unterschied im Reifegrad bei geernteten Tomaten vier Tage nach Beginn der Behandlung mit 50 ppm Ethylen im Reiferaum im Vergleich zur Kontrolle

Dabei stellte sich auf der technischen Seite heraus, dass die von der Fa. HTK gelieferte BANARG®-Mess- und Dosiertechnik die eingestellten Ethylen-Prüfkonzentrationen von 5 bis 100 ppm im Testverlauf exakt gewährleisten konnten. Auch gärtnerisch war die Tomatenreife ein voller Erfolg, wenn auch mit wesentlichen Abstrichen: gegenüber der Kontrolle ohne Ethylen reiften die grünen Tomaten innerhalb einer Woche vollständig ab (siehe Foto 1). Dabei lösten sich fast alle Früchte sehr leicht von Rispenstängel und Stiel, so dass die Tomaten nicht mehr als Rispe vermarktet werden konnten. Auch fielen oftmals die Kelche ab und die Tomaten wurden weich. Besonders auffällig war, dass der gesamte grünfrische Stängelanteil trocken und unansehnlich wurde.

Fazit: eine Reifung von unreifen Tomaten, die zum Beispiel während der Kulturzeit rausgeschnitten oder während der Ernte von der Pflanze fallen, ist zwar möglich, aber nicht vermarktungskonform.

### Versuchsaufbau

Die Reifeversuche wurden vom 7. bis 16. November 2011 in vier praxiskonformen Venlo-Gewächshauseinheiten von je 230 m<sup>3</sup> Grundfläche bei einem Volumen von je 1.200 m<sup>3</sup> an den seit Januar kultivierten Cocktail- und Rispentomaten auf Steinwolle durchgeführt. Als Ethylenquelle diente ein gut transportables BANARG<sup>®</sup>-Flaschenbündel mit zwölf 50 L-Einheiten à 200 bar der Fa. Linde, was bei einem Umgebungsdruck von 1 bar einem Gasvolumen von 120.000 Litern entspricht. Wie oben bereits geschrieben enthält dieses Gasgemisch neben Stickstoff nur 4 % Ethylen und ist deshalb hinsichtlich Brand- und Explosionsgefahr gänzlich ungefährlich und innerhalb des Betriebes problemlos einsetzbar.



Foto 2: Regel- und Verteilstation mit Datenerfassung sowie ein 12 x 50 l BANARG<sup>®</sup>-Bündel der Fa. Linde Gas



Foto 3: Über den Flaschendruck lässt sich grob die Verbrauch kontrollieren und ermitteln



Foto 4: Die eingestellte Ethylen-Konzentration wird exakt durch Regeltechnik der Fa. HTK gewährleistet



Foto 5: Einfach und praktisch: Verteilung des Ethylens über die vorhandenen CO<sub>2</sub>-Verteilschläuche



Foto 6: Falls vorhanden sollte das Gewächshausvolumen auch tagsüber durch einen Tageslichtschirm reduziert werden



Foto 7: Ein Sensor mitten in der Kultur misst die Ethylen-Konzentration und gibt die Daten an den Regelanlage weiter

Die rund um die Uhr eingestellten Ethylen-Konzentrationen von 5 bis 13 ppm wurden mittels Mess- und Regeltechnik der Fa. HTK exakt gewährleistet. Das Reifegasgemisch wurde über die vorhandenen CO<sub>2</sub>-Verteilschläuche verteilt. Wichtiger Hinweis: vor der Pflanzung der nächsten Kultur sind die Verteilerschläuche gut mit CO<sub>2</sub> zu spülen, damit Ethylenreste nicht schädigend auf die Jungpflanzen wirken! Jeweils ein Sensor in Hausmitte erfasste die Ethylen-Konzentration. Die angeschlossene Erfassung der Messwerte dokumentierte den Tagesverlauf der Ethylenkonzentration im Gewächshaus und des Verbrauches. Die vorhandenen Tageslichtschirme (Svenson XLS 10 Ultra Revolux) waren während des Versuchszeitraumes geschlossen (Fotos 2 bis 7). Die Dichtigkeitsprüfung der Gewächshäuser ergab im Vorhinein eine gute Abdichtung bei einem Luftwechselfaktor von unter 1.

### Reifung an der Pflanze

Zunächst wurden die Cocktailtomaten, dann die Rispentomaten bei einer Tag-Nacht-Solltemperatur von 20 °C und reduzierter Düngungsbewässerung einer Ethylenreife unterzogen. Bestes Kriterium zur Bewertung des Reifefortschrittes ist die visuelle tägliche Beurteilung mittels Fotodokumentation. Hierzu wurden täglich insgesamt 20 unreife Tomatenrispen in mehreren Sorten in den vier Abteilungen aus der immer gleichen Perspektive fotografiert. Ein Beispiel für den Reifeverlauf ist auf der Fotoserie (Foto 8) mit der Sorte 'Capricia' für die Tage 10., 12., 14. und 16. November 2011 für den Zeitraum von sechs Tagen dargestellt. Gut erkennbar ist die anfänglich etwas langsamere Reife, die später deutlich schneller vonstatten ging. Nach spätestens einer Woche waren alle Tomaten einer Rispe rot und vermarktungsreif, während gleichzeitig das Laub vergilbte und eintrocknete (Foto 9). Im Unterschied zur Beobachtung in den Vorjahren mit dem Einsatz von Flordimex, der aus Kapazitätsgründen nicht gemacht wurde, war die Reife schneller, einheitlicher und intensiver als mit Flordimex. Zwischen den eingestellten Ethylen-Sollkonzentrationen 5, 10 und 13 ppm wurden keine Unterschiede festgestellt, so dass maximal 10 ppm Ethylen in der Gewächshausluft ausreichend erscheinen. Wichtig ist die Beschaffenheit der Tomaten vor der

Ethylenbehandlung: zu feste, kleine und dunkelgrüne Tomaten war auch nach einer Woche noch nicht rotreif und zeigen nur ein beginnendes Gelbwerden. Analysen der mit Ethylen gereiften Tomaten zeigten keine wesentlich überhöhten Ethylenwerte gegenüber Tomaten, die mit Ethephon aus Flordimex behandelt wurden. Allerdings gibt es auch keine Grenzwerte dazu, weil das in den Tomaten enthaltene pflanzliche Reifehormon natürlichen Schwankungen unterworfen ist.



Foto 8: Entwicklung der Reife am Beispiel einer Rispe der Sorte 'Capricia' am 10., 12., 14. und 16. November 2011 innerhalb von 7 Tagen



Foto 9: Nach spätestens einer Woche sind alle Tomaten reif und das Laub ist vergilbt und trocken



Foto 10: Otto Domke, Theo Reintges und Björn Wenzel beurteilen die aktuellen Ethylen-Konzentrationen im Gewächshaus

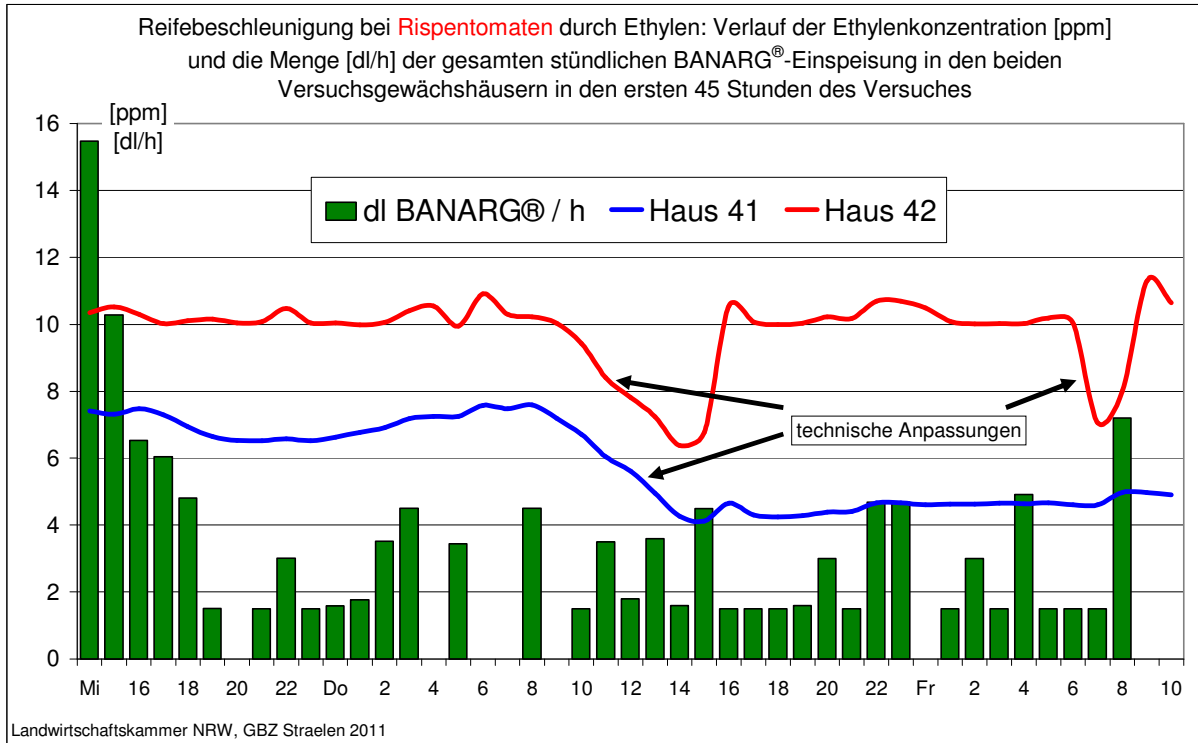
Fotos: Christoph Andreas

### Verbrauch und Kosten

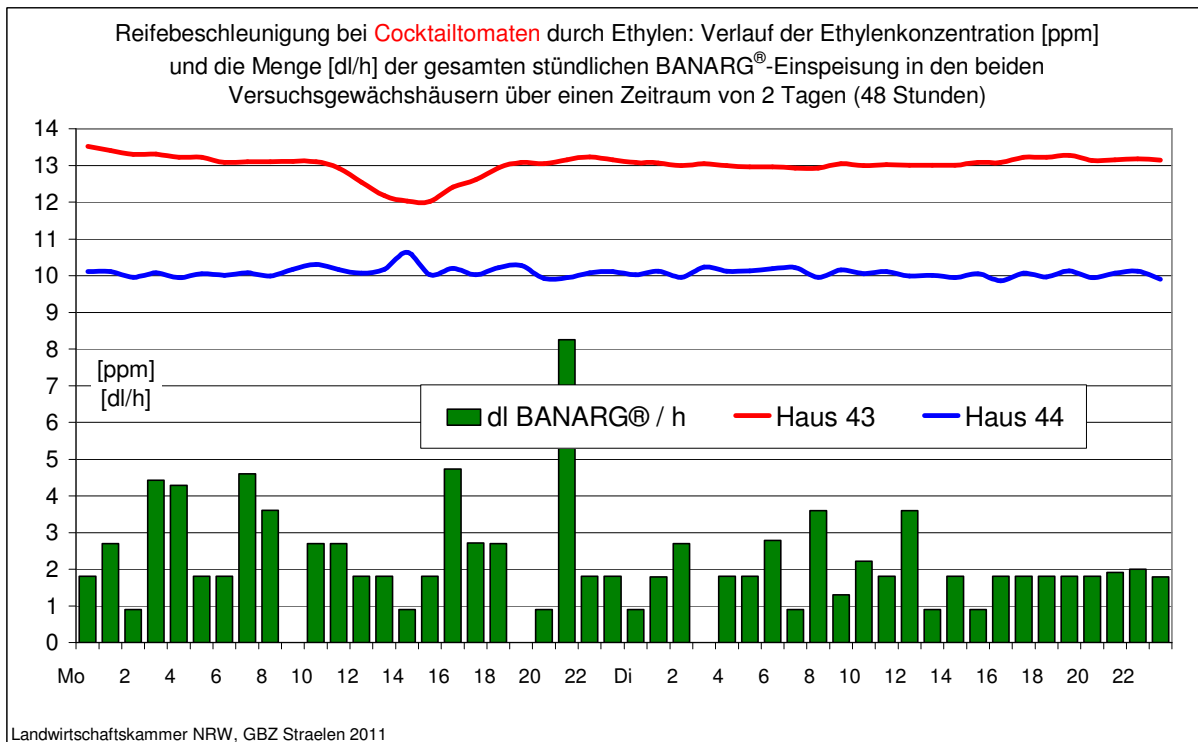
Die beiden Grafiken zeigen den Verlauf des Ethylengehaltes im Gewächshaus und die Menge der stündlichen BANARG<sup>®</sup>-Einspeisung. Es ist erkennbar, dass der Verlauf der gemessenen Ethylenkonzentrationen sehr gleichförmig ist, außer in Zeiten äußerer Beeinflussung. Auch sind die stündlich eingespeisten Gasmengen relativ konstant. Ein ppm Ethylen-Gas entsprechen 1,17 mg Ethylen/m<sup>3</sup> Raumluft. Ethylen ist zum Beispiel gegenüber CO<sub>2</sub> sehr viel diffusionsfreudiger, kann aber auch leichter aus dem Gewächshaus entweichen. Aus den gewonnenen Reife Daten und aus dem ermittelten Ethylen-Verbrauch errechnet sich für den Reifezeitraum von 7 Tagen ein Reifegasverbrauch von 19,6 l je m<sup>2</sup>. Für vier Hektar Tomatenfläche würden demnach 6 bis 7 BANARG<sup>®</sup>-Flaschenbündel (3,6 bis 4,2 t) benötigt. Dazu kommen noch die Kosten für das technische Equipment, das von der Firma Linde für die Dauer des gut

einwöchigen Einsatzes gemietet werden könnte. Werden die Reifekosten von rund 10 Ct/m<sup>2</sup> den Verkaufserlösen von mindestens 2 € je m<sup>2</sup> und den eingesparten Energiekosten durch die Kulturzeitverkürzung gegenüber gestellt, so ist die Wirtschaftlichkeit dieses neuen Reifeverfahrens jeder Zeit gegeben.

**Grafik 1:**



**Grafik 2:**



## **Zulassung**

So gut das beschriebene Verfahren auch sein mag, ohne Genehmigung geht es in Deutschland nicht. Auch wenn die Ethylen-Begasung bei Bananen, Kartoffeln, Zwiebeln u.a. Produkten in Deutschland erlaubt ist, steht die Zulassung für Tomaten noch aus. Alle am Projekt Beteiligten sind zurzeit engagiert, dass bis zum nächsten Reifetermin ab Herbst 2012 dieses einfache und unbedenkliche Reifeverfahren für Tomaten an der Pflanze im Gewächshaus zugelassen wird und damit die bestehende Rückstandsproblematik umgangen wird.

## **Fazit**

Reifeversuche an Tomaten im Gewächshaus mit der direkten Applikation von Ethylen, dem natürlichen Pflanzenreifehormon, über das Reifegas BANARG<sup>®</sup> führten im Herbst 2011 im Gartenbauzentrum Straelen der Landwirtschaftskammer NRW zu positiven Ergebnissen. Die bisherige und problematische Reifebeschleunigung der letzten Tomatenrispen mit Flordimex 420 kann durch diese neue Reifetechnik ersetzt werden. Für die Umsetzung in die Produktion fehlen nur noch die amtliche Zulassung und die praxisgerechte Handhabung des Verfahrens.

Autor: Christoph Andreas  
Gartenbauzentrum Straelen / Auweiler  
der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

Hans-Tenhaeff-Str. 40-42, 47638 Straelen  
Telefon: 02834 704-125, Fax: 02834 704-137  
E-Mail: christoph.andreas@lwk.nrw.de  
[www.landwirtschaftskammer.de](http://www.landwirtschaftskammer.de)  
[www.gbz-straelen.de](http://www.gbz-straelen.de)

## **Adresse der Fa. Linde Gas AG:**

Linde Gas Deutschland, Seitnerstr. 70, 82049 Pullach  
Ansprechpartner: Silvia Henke  
Telefon: 089 7446-2028, Fax: 089 7446-1980, Mobil: 0151.58245675  
E-Mail: [silvia.henke@de.linde-gas.com](mailto:silvia.henke@de.linde-gas.com)  
[www.linde-gas.de](http://www.linde-gas.de)