

# Alternativen zu Chlorpropham

Seit Jahrzehnten ist Chlorpropham (CIPC) – dank hoher Wirksamkeit und des niedrigen Preises – das am häufigsten eingesetzte Keimhemmungsmittel. Nach der erneuten Überprüfung der toxikologischen Unterlagen entschied die Europäische Kommission, den Vertrieb ab 1. Januar 2020 zu untersagen. Schweizer Wissenschaftler haben nach Alternativen gesucht.

Margot Visse-Mansiaux und Brice Dupuis, Kompetenzzentrum der Schweiz für landwirtschaftliche Forschung Agroscope

Sorten, die für die industrielle Verarbeitung zu Pommes frites oder Chips vorgesehen sind, werden bei etwa 8 °C gelagert, um ungünstige Prozesse beim Frittieren zu vermeiden. Bei dieser Temperatur ist der Stoffwechsel jedoch beschleunigt, was bei manchen Sorten nach einigen Wochen Lagerung zur Keimung führen kann. Nach dem Verbot der Anwendung von CIPC (Chlorpropham) sind nun andere keimhemmende Mittel erforderlich, die leicht anzuwenden, kostengünstig, mit der Lagerung von Verarbeitungssorten kompatibel und vor allem mehrere Monate lang wirksam sind.

Im Rahmen einer Doktorarbeit am Kompetenzzentrum der Schweiz für landwirtschaftliche Forschung Agroscope wurden die Produkte Dormir (1,4-Dimethylnaphthalin; 1,4-DMN), Smartblock (3-Decen-2-on) sowie die ätherischen Öle Biox-M (L-Carvon) und Argos (Limonen) getestet, ebenso wie das Produkt Fazor (Maleinsäurehydrazid), das als Blattanwendung im Feld gesprüht wird. Im Folgenden werden die Eigenschaften und die Wirksamkeit dieser markengeschützten Produkte vorgestellt, die in Europa bereits zugelassen sind oder bei denen das Zulassungsverfahren läuft.

## Nutzungspfad bestimmt über die Lagerung

Für den Frischmarkt kann durch eine Lagerung bei niedriger Temperatur (< 5 °C) die Keimung der Kartoffelknollen verzögert werden. Bei Kartoffeln, die für die industrielle Verarbeitung zu Chips oder



Bei für die industrielle Verarbeitung vorgesehenen Sorten wie hier Agria, die bei etwa 8 °C gelagert werden, ist die Keimhemmung besonders wichtig.

Pommes frites vorgesehen sind, besteht bei einer Lagerung bei tiefer Temperatur aber die Gefahr einer Qualitätsbeeinträchtigung. Bei den meisten Verarbeitungssorten führen niedrige Temperaturen nämlich zu einem Anstieg des Gehalts an reduzierenden Zuckern (Glucose und Fructose) in der Kartoffel. Beim Frittieren führt ein hoher Anteil an diesen Zuckern dazu, dass die Produkte braun werden und toxische Verbindungen wie Acrylamid entstehen.

Daher müssen Verarbeitungssorten bei höheren Temperaturen – normalerweise bei etwa 8 °C – gelagert werden. Dabei wird jedoch der Stoffwechsel der Kartoffel beschleunigt und bei vielen Sorten tritt nach einigen Wochen die Keimung ein. Um die Qualität über mehrere Monate Lagerung aufrechtzuerhalten, müssen keimhemmende Mittel als Ersatz für CIPC gefunden werden.

## Versuche zwischen 2015 und 2019

Um diese Problematik anzugehen, wurden in der Schweiz im landwirtschaftlichen Kompetenzzentrum Agroscope, aber auch in den Lagerräumen der Firma Fenaco Versuche durchgeführt. Es wurden

Wir fertigen und reparieren für Sie Lagerbehälter und Jagdbedarf!



LMG Brunau GmbH, Bahnhofstr. 30; 39624 Kalbe/Milde OT Brunau  
Tel.: 039030/2423 Fax: 039030/2424 Mail: info@lmg-brunau.de Homepage: www.lmg-brunau.de

mehrere Mittel zur Behandlung nach der Ernte getestet (Tab.): Dormir (1,4-Dimethylnaphthalin (n, 1,4-DMN)), Smartblock (3-Decen-2-on) sowie die ätherischen Öle Biox-M (L-Carvon) und Argos (Limonen). Außerdem wurde auch die Wirksamkeit von Fazor (Maleinsäurehydrazid) bewertet. Dieses Produkt wird im Feld als Blattbehandlung angewendet.

Für die Versuche wurden verschiedene, für die Verarbeitung zu Pommes frites und Chips vorgesehene Sorten verwendet, wie Agria, Bintje, Fontane, Innovator, Lady Claire, Markies, Panda, Pirol und Verdi. Für jedes Produkt wurden zwischen 2015 und 2019 während mindestens zwei Jahren mehrere Versuche durchgeführt. Je nach Versuch wurde unter kontrollierten (200 kg Kartoffeln), halbindustriellen (5 t) oder industriellen (> 300 t) Bedingungen getestet. Die Produkte wurden gemäß Herstellerangaben angewendet, sofern Empfehlungen verfügbar waren. Die Versuche fanden unter kontrollierten Bedingungen in automatisierten und unabhängigen Lagerungseinheiten statt, die von Agroscope entwickelt wurden und es er-



**Automatisierte Versuchseinheit für die Lagerung von 200 kg Kartoffeln.**

Fotos: Visse-Mansiaux

möglichten, die Tests unter vergleichbaren Lagerbedingungen ablaufen zu lassen.

## Bewertung der Wirksamkeit

Um die Wirksamkeit der Wirkstoffe zu bewerten, wurde die Keimung nach fünf Monaten Lagerung bei 8 °C untersucht, indem die Keime von je 25 mit den verschiedenen Produkten behandelten Knollen gewogen wurden. Diese Keimgewichte wurden anschließend mit den Ergebnissen der unbehandelten Kontrolle verglichen.

In jedem Versuchsjahr stammten die Kartoffeln einer Sorte aus demselben Partien, außer im ersten Jahr des Versuchs zur Bewertung der Wirksamkeit von ätherischen Ölen (Biox-M und Argos). Dort stammten die behandelten Kartoffeln und die Kartoffeln der Kontrolle aus zwei verschiedenen Partien.

## Wirksamkeit der Produkte

CIPC ermöglichte während fünf Monaten Lagerung bei 8 °C eine ausgezeichnete Keimhemmung und erwies sich als nach wie vor wirksamstes unter den getesteten Produkten. Alle behandelten Knollen hatten nach der Lagerzeit keine Keime ent-



# Intelligentes Lüften und Kühlen unterstützt die Keimhemmung im Lager

Maßgeschneiderte Lüftungs-, Kühlungs- und Steuerungssysteme für alle Lagerarten



Weitere Infos unter [www.gaugele.de](http://www.gaugele.de)



**GAUGELE**  
LÜFTUNGS- UND KLIMATECHNIK

Produkte (Wirkstoffe)	Fotos	Produkte (Wirkstoffe)	Fotos
<b>Kontrolle</b>		<b>Smartblock (3-Decen-2-on)</b>	
<b>Dormir (1,4-DMN)</b>		<b>Neo-Stop Starter® (CIPC)</b>	

Mit verschiedenen Produkten behandelte Kartoffeln der Sorte Verdi nach 5 Monaten Lagerung bei 8 °C.

Fotos: Parodi

wickelt (100 % Wirksamkeit). Die anderen getesteten Produkte waren zwar nicht so wirksam, ermöglichen aber dennoch sehr gute Ergebnisse (Tabelle).

Die Produkte SmartBlock und Dormir zeigten mit 86 bzw. 81 % Wirksamkeit eine sehr hohe Keimhemmung. Das Produkt SmartBlock zeigte eine kurative Wirkung, indem es innerhalb von 24 Stunden zu einer Nekrose der Keime führte: Die Keime waren von der Basis bis zur Spitze vollständig ausgetrocknet.

Die ätherischen Öle sorgten ebenfalls für eine sehr gute Keimhemmung mit einer durchschnittlichen Wirksamkeit von 91 % bei Argos und 85 % bei Biox-M. Auch die ätherischen Öle führten zur Nekrose der Keime. In unseren Versuchen blieben diese Nekrosen jedoch auf den apikalen Teil der Keime beschränkt und führten nicht zu einem Austrocknen, wie dies bei SmartBlock beobachtet wurde.

Auch die Behandlung der Stauden im Feld mit Maleinsäurehydrazid kann die Keimung während der Lagerung sehr wirk-

sam verhindern. Im Versuch zeigte Maleinsäurehydrazid eine Wirksamkeit von 93 % (Tabelle). Um eine optimale Wirkung zu ermöglichen, müssen bei der Anwendung strenge Kriterien erfüllt sein: Einerseits müssen die Knollen unabhängig von der Sorte einen Durchmesser von mindestens 25 mm erreicht haben. Andererseits muss der Wirkstoff bei trockenem Wetter – und ohne Niederschlag 24 Stunden nach der Anwendung – ausgebracht werden, damit er leichter in die Pflanze eindringen kann. Im Gegensatz zu CIPC kommt es durch die systemische Anwendung von Maleinsäurehydrazid zu Rückständen im Fleisch der Knolle, die durch das Schälen bei der Verarbeitung nicht entfernt werden (Visse-Mansiaux et al. 2021). Die Zulassung des Produkts wurde jedoch von der EU bis 2032 mit der Vorgabe eines Rückstandshöchstgehalts erneuert, der weit über den Konzentrationen liegt, die üblicherweise in den Knollen von behandelten Pflanzen nachgewiesen werden (RHG = 60 mg/kg in der EU).

### Alle getesteten Produkte wirksam

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass alle getesteten Produkte eine interessante Keimhemmung bewirkten, allerdings war die Wirksamkeit unterschiedlich gut (Tabelle).

Der Vorteil von SmartBlock und Dormir ist, dass sie nicht so häufig angewendet werden müssen, um keimhemmend zu wirken. In den Versuchen wurde Dormir al-

### Tabelle: Wirksamkeit der Produkte im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle nach 5 Monaten Lagerung bei 8 °C

Informationen über die Methoden, Häufigkeit und Dosierung der Anwendung der Produkte

Wirkstoff	Handelsnamen der in den Versuchen verwendeten Produkte	Dosierung und Anwendungshäufigkeit	Anwendungsmethode	Anordnung	Anzahl getestete Sorten	Wirksamkeit (% im Vergleich zur Kontrolle)
<b>Versuch »synthetische Produkte«</b>						
CIPC	Neo-Stop Starter	60 ml/Tonne, 1 Mal bei Beginn der Lagerung	Sprühen	kontrollierte Bedingungen (200 kg)	9	100
3-Decen-2-on	SmartBlock	100 ml/Tonne, 4 Mal während der Lagerung	Heißvernebelung		9	86
1,4-DMN	1,4SIGHT oder Dormir je nach Land	20 ml pro Tonne alle 6 Wochen	Heißvernebelung		9	81
<b>Versuch »ätherische Öle«</b>						
Limonen	Argos	100 ml/Tonne alle 3 Wochen	Heißvernebelung	halbindustrielle Bedingungen (1. Jahr: 5 Tonnen) und industrielle Bedingungen (2. Jahr: > 300 Tonnen)	3	91*
L-Carvon	Biox-M	90 ml, dann 30 ml/Tonne alle 3 Wochen	Heißvernebelung		3	85*
<b>Versuch »Behandlung im Feld«</b>						
Maleinsäurehydrazid	Fazor	5 kg/ha Knollengröße über 25–30 mm, spätestens 21 Tage nach der Ernte	Blattbehandlung im Feld	kontrollierte Bedingungen (200 kg)	9	93

(\*in einem der Versuchsjahre stammte die Kontrolle aus einem unterschiedlichen Posten)

le sechs Wochen angewendet und SmartBlock ab dem Auftreten von Keimen maximal vier Mal. Im Vergleich dazu werden ätherische Öle normalerweise alle drei bis vier Wochen während des gesamten Zeitraums der Lagerung angewendet, wobei die erste Anwendung einige Tage/Wochen (je nach Produkt) nach Lagerbeginn erfolgt.

SmartBlock hat weiterhin den Vorteil, dass es kurativ wirkt und somit bereits keimende Kartoffeln »gerettet« werden können. Voraussetzung ist allerdings, dass die Keime nicht zu stark entwickelt sind, sie sollten weniger als 3 mm groß sein. Da SmartBlock bereits beim Auftreten der ersten Keime angewendet wird, ist es wichtig, dass im selben Kühlraum Sorten mit vergleichbarer Keimruhe gelagert werden, um eine optimale Keimungshemmung sicherzustellen. Der Vorteil des Produkts Dormir ist, dass es bereits in vielen europäischen Ländern zugelassen ist. Laut Hersteller AMVAC Chemical Corporation soll SmartBlock im Jahr 2022 auf den europäischen Markt kommen.

Die ätherischen Öle haben wiederum den Vorteil, dass sie mit den Vorgaben der biologischen Landwirtschaft vereinbar sind. Das Sprühen von Fazor ermöglicht schließlich eine gute Keimhemmung, ohne dass während der Lagerung weitere Behandlungen erforderlich sind. Die Ergebnisse der Versuche deuten darauf hin, dass die Anwendung von Fazor in Kombination mit dem Wirkstoff 3-Decen-2-on oder dem Wirkstoff 1,4-DMN keinen zusätzlichen Nutzen für die Keimhemmung bringt (Visse-Mansiaux et al. 2021).

### Wenig anfällige Sorten auf Verzuckerung

Um das Auskeimen von Sorten für die industrielle Verarbeitung zu verhindern, können auch andere Lösungen in Betracht gezogen werden. Agroscope arbeitet derzeit an der Identifizierung von Verarbeitungssorten für Pommes frites und Chips, die weniger empfindlich auf das Verzuckern bei niedrigen Temperaturen (4 °C) reagieren. Diese können ohne das Risiko von Verfärbungen und der Entstehung von Acrylamiden verarbeitet werden. Beispielsweise sind die Chipssorten Verdi, Lady Claire und Kiebitz bei kalter Lagerung wenig anfällig für die Verzuckerung.

Agroscope untersuchte auch die Auswirkungen einer schrittweisen Erhöhung

## Beteiligte Projektpartner

Die Untersuchungen wurden gemeinsam mit folgenden Partnereinrichtungen durchgeführt:

Schweiz: Agroscope, Fenaco, Zweifel, Swisspatat und Innosuisse – Schweizerische Agentur für Innovationsförderung.

Belgien: UPL Benelux, Region Wallonien, Universität Gembloux Agro-Bio Tech.

der Temperatur von 4 auf 15 °C auf den Zuckergehalt in den Knollen. Es wurde deutlich, dass diese Methode den Glucosegehalt in den Knollen deutlich senkt (unveröffentlichte Daten). Gleichzeitig wurde ein Keimungsmodell entwickelt, mit dem die Dauer der Keimruhe im Verlaufe einer bestimmten Saison auf der Grundlage meteorologischer Parameter während des Wachstums der Kartoffelpflanzen prognostiziert werden kann. Diese Arbeiten werden in Kürze veröffentlicht.

## Fazit

Als Reaktion auf das Verbot von CIPC scheint es unerlässlich, verschiedene Strategien zur Keimhemmung zu verfolgen. Erstens: Sorten mit langer Keimruhe bevorzugen. Zweitens: Es ist eine Lagerung der Kartoffeln bei niedrigeren Temperaturen zu erwägen, sofern die gelagerten Sorten wenig anfällig auf eine Verzuckerung bei niedrigen Temperaturen sind. Drittens: Die Wahl der Keimhemmmittel ist auf die Lagerungsbedingungen abzustimmen. Dazu gehören Lagerungsdauer, vorbeugende oder kurative Behandlungen, mit dem biologischen Anbau vereinbare Behandlungen und Kompatibilität der Räumlichkeiten mit den verschiedenen Anwendungsarten der Produkte. Schließlich können Entscheidungshilfen wie das Agroscope-Modell zur Vorhersage des Keimungszeitpunkts hilfreich sein, um die Knollen nachhaltig und rentabel lagern zu können und Verluste zu vermeiden. <<

margot.visse@agroscope.admin.ch  
brice.dupuis@agroscope.admin.ch

Jetzt inserieren!

