

Schlussbericht

# „Sicherung des Schweizer Rosenkohlanbaus durch innovative Nachernteverfahren“ – gefördert von AgriQnet

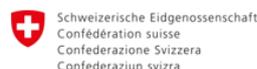
mit Laufzeit vom 30.04.2020 bis 31.05.2022

31. Mai 2022

L. Collet, P. Gerber, M. Hurni, S. Lässer, R. Matter, R. Minder, R. Neuweiler, V. Oggier, N. Riesen, Z. Tema Biwolé, F. Tobler.



Landwirtschaftliches Zentrum SG  
Fachstelle Gemüsebau/Beeren



Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
Agroscope

## Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage und Projektidee.....	3
2	Projektpartner .....	4
3	Realisierte Massnahmen .....	5
3.1	Weiterentwicklung Rüstanlage (Seeland).....	5
3.1.1	Verbesserung der Qualität durch automatisches Nachschneiden/Nachrüsten von Rosenkohl nach der Ernte – Reduktion von Foodwaste .....	5
3.2	Entwicklung Prototyp Entwässerungseinheit (Rheintal) .....	5
3.2.1	Verlängerung der Haltbarkeit durch Trocknung des Rosenkohls .....	5
3.3	Entwicklung Prototyp Desinfektionseinheit (Seeland) .....	12
3.3.1	Qualität und Haltbarkeit von Rosenkohl erhöhen durch Wasserbehandlung (Zusammenfassung der Diplomarbeit von Nicole Riesen) .....	12
4	Beurteilung der erreichten bzw. nicht erreichten Ziele .....	13
4.1	Weiterentwicklung Rüstanlage (Seeland).....	13
4.2	Entwicklung Prototyp Entwässerungseinheit (Rheintal) .....	13
4.3	Entwicklung Prototyp Desinfektionseinheit (Seeland) .....	13
5	Konsequenzen nach Projektabschluss für die Praxis .....	14
6	Dank .....	14

# 1 Ausgangslage und Projektidee

Durch den Wegfall verschiedener Pflanzenschutzmittel (PSM) ist der Rosenkohl-Anbau in der Schweiz durch die Kohlflyge (*Delia radicum*; *D. floralis*) und die Weisse Fliege (*Aleyrodes proletella* oder Kohlmotenschildlaus) akut gefährdet. Die Schäden durch diese Insekten sind aufgrund der wärmeren Witterung stark zunehmend und gewinnen an Bedeutung. Die Larven saugen an den Pflanzen und scheiden unverdauten Zuckersaft (Honigtau) aus, der die Blattröschen (Knospen) der Pflanze überzieht. Auf diesem klebrigen Belag siedeln sich Schwärzepilze an und sorgen für die als Russtau bezeichnete unattraktive schwarze Färbung und Verunreinigung des Ernteguts. Das Produkt wird unverkäuflich, obwohl es nur die äusseren Blätter betrifft und im Innern meist einwandfrei ist. Das Produkt sollte gerüstet oder gewaschen werden, um die Schwärzepilze zu entfernen. Um die Haltbarkeit von gewaschenem Rosenkohl sicherzustellen, muss der gewaschene Rosenkohl getrocknet werden.

Die letzten effizienten Wirkstoffe gegen die oben genannten Schädlinge wurden in der Schweiz bereits zurückgezogen (Methomyl für Weisse Fliege) respektive darf nur noch bis zum 31. Oktober 2020 angewendet werden (Dimethoate für Kohlflyge). Ab der Saison 2021 muss also davon ausgegangen werden, dass der gesamte Rosenkohl vor der Vermarktung gewaschen/gerüstet werden muss. Dadurch verschlechtert sich die Situation betreffend Qualität und Haltbarkeit von Schweizer Rosenkohl im Vergleich zu importierter Ware nochmals erheblich. Die Weisse Fliege kann praktisch nur noch mit präventiven Pflanzenschutz-Massnahmen behandelt werden. In der Anbautechnik laufen sehr breit angelegte Versuche, jedoch deuten gegenwärtig wenige auf eine rasche und effektive Entspannung der Situation hin. Die ölhaltigen Produkte auf biologischer Basis haben ebenfalls nur eine kurze Wirkungsdauer und führen bei höheren Temperaturen zu Verbrennungen am Ernteprodukt.

Von den 85 ha Schweizer Rosenkohls werden etwa drei Viertel (65 ha) im Berner und Freiburger Seeland angebaut. Etwa ein Viertel (20 ha) wird im St. Galler Rheintal angebaut (Quelle: SZG; Flächenerhebung 2019). In den beiden letzten Jahren gab es im Seeland Ausfälle durch Qualitätseinbussen bei Rosenkohl, welche durch Kohlflygen und Weisse Fliegen verursacht waren, zwischen rund 30% (2018) und 45% (2019). Dies entspricht rund 260 Tonnen respektive 370 Tonnen verkaufsfähiger Ware. In der Ostschweiz lagen die prozentualen Ertragsausfälle im selben Verhältnis, verglichen mit der Anbaufläche und der verkaufsfähigen Ware.

Feuchte Witterungsverhältnisse im Herbst 2019 verstärkten die Qualitätsausfälle zusätzlich, sodass die Abnehmer praktisch auf Schweizer Rosenkohl verzichteten. Stattdessen wurde ausländische Ware aus Ländern importiert, in welchen die Wirkstoffe gegen diverse Fliegenarten noch zugelassen sind (Italien, Niederlande, Belgien) oder Wirkstoffe bewilligt sind, die bei uns gar nie eine Zulassung hatten. Sowohl die Produzenten als auch der Handel sehen unter den aktuellen Gegebenheiten keine Bereitschaft mehr für den Anbau resp. die Vermarktung von Schweizer Rosenkohl. Für das Jahr 2020 erfolgt bereits ein weiterer markanter Rückgang der Anbauflächen.

## Lösungsansätze

Beide Hauptanbauggebiete haben mit ihren Abnehmern (Landi Seeland resp. Fahrmaadhof AG, Diepoldsau) gemeinsam nach Lösungen im Nacherntebereich gesucht, um die Qualitätsanforderungen der Abnehmer auf diesem Weg langfristig sicherstellen zu können.

Die Schweizer Rosenkohl-Produzenten und ihre beiden Abnehmer müssen gemeinsam und koordiniert verschiedene Ansätze prüfen und testen.

Durch die Entwicklung einer Rüstanlage und einer Desinfektionseinheit im Seeland und einer Entwässerungsanlage im St. Galler Rheintal soll der Anbau von Rosenkohl in der Schweiz sichergestellt werden. Zwar existieren ähnliche Anlagen und Ideen dazu teilweise im Ausland, jedoch für andere Obst und Gemüsearten (Desinfektion und Entwässerung). Insbesondere besteht für Rosenkohl im Ausland keinen Bedarf für solche Anlagen, da die PSM-Behandlungen aufgrund zugelassener Wirkstoffe ausreichen und die klimatischen Bedingungen (noch) anders sind. Es ist deshalb das Ziel des Projektes, die Anlagen für Rosenkohl umzubauen resp. weiterzuentwickeln, zu testen und damit die Bedürfnisse des Marktes abdecken zu können.

Rüstanlagen gibt es im Ausland auch für Rosenkohl. Diese Anlagen verfolgen jedoch allesamt einen anderen Ansatz: Aufgrund grosser Durchsatzmengen können mehrere Rüst-Linien nebeneinander die gewünschten Kaliber aussortieren. Dieser Ansatz ist aufgrund des hohen Investitionsaufwandes (weit über 1 Mio.) für Schweizer Verhältnisse ohnehin nicht wirtschaftlich. Deshalb soll eine Anlage so entwickelt werden, dass auf einer einzigen Linie variable Kaliber produziert werden können.

## 2 Projektpartner

- Verband Schweizer Gemüseproduzenten, Bern, vertreten durch Zacharie Tema Biwolé und Fanny Duckert (VSGP, Projekt-Mitinitiant und interner Auftraggeber)
- Schweizerische Zentralstelle für Gemüsebau, Koppigen, vertreten durch Rolf Matter (SZG, Projekt-Koordination und -leitung)
- Agroscope, Wädenswil, vertreten u.a. durch Reto Neuweiler (Agroscope)
- Grangeneuve, Sektion Landwirtschaft, vertreten durch Lutz Collet (Grangeneuve)
- Landwirtschaftliches Zentrum Salez, vertreten durch Vivienne Oggier und Daniela Büchel (Landw. Zentrum)
- Landi Seeland AG, Kerzers, vertreten durch Patrik Gerber und Markus Hurni (Landi Seeland)
- Fahrmaadhof AG, Diepoldsau, vertreten durch Simon Lässer (Fahrmaadhof)
- ProVerda AG, Rebstein, vertreten durch Fabian Tobler (ProVerda)
- Inforama Seeland, Ins, vertreten durch Stefan Wyss (Inforama)

## 3 Realisierte Massnahmen

### 3.1 Weiterentwicklung Rüstanlage (Seeland)

#### 3.1.1 Verbesserung der Qualität durch automatisches Nachschneiden/Nachrüsten von Rosenkohl nach der Ernte – Reduktion von Foodwaste

Manuelles Abrüsten ist zu aufwändig und dadurch nicht wirtschaftlich. Posten, die mit Russtau befallenen sind, gelangen zu 100% in den Abfall (Foodwaste). Die bestehende Sortieranlage bei der Landi Seeland ist nicht in der Lage und nicht dafür entwickelt, diese Posten zu sortieren und nachzurüsten. Sie sollte deshalb so weiterentwickelt werden, dass Rosenkohl auf einer Linie automatisch auf verschiedene Kaliber nachgeschritten werden kann. Anschliessend Prüfen auf Praxistauglichkeit, Einfluss auf Qualität und Haltbarkeit. Im Gegensatz zum Ausland, wo aufgrund viel höherer Durchsätze auf mehreren Linien kalibriert wird, wäre die Schweizer Entwicklung im positiven Fall deutlich effizienter und dadurch wirtschaftlich.

***Aufgrund der schwierigen wirtschaftlichen Situation und des Ausschlusses von der finanziellen Beteiligung aus diesem Projekt haben die Partner entschieden, die Investition in die Rüstanlage nicht oder zumindest nicht in dem budgetierten Umfang zu tätigen. Die bestehende Anlage wurde moderat umgebaut, aber nicht im Rahmen dieses Projektes.***

### 3.2 Entwicklung Prototyp Entwässerungseinheit (Rheintal)

#### 3.2.1 Verlängerung der Haltbarkeit durch Trocknung des Rosenkohls

Regelmässig können Rosenkohlposten nicht unter optimalen Bedingungen geerntet werden oder weisen bereits auf dem Feld Pilzbefall oder Frassschäden auf. Durch Pilze befallene oder durch Frass geschädigte Stellen auf dem Rosenkohl dienen Erregern als Eintrittspforten in die Pflanzen. Diesen Erregern bietet sich, auf dem nach dem Waschen feuchten Rosenkohl, ein ausgezeichnetes Milieu für die Vermehrung. Deshalb neigen solche Posten nach dem Waschen zu Fäulnis und zu gebräunten Anschnittstellen. Zudem entstehen trotz schonendem Wasch- und Sortierprozess Druckstellen auf dem Rosenkohl. Trocknet der Rosenkohl bei der nachfolgenden Lagerung nicht rasch genug an, bleiben diese Druckstellen permanent auf dem Rosenkohl sichtbar und Qualitätsminderungen sind die Folge. Das Ziel dieses Teilprojekts ist die Qualitätssteigerung und gleichzeitig die Verlängerung der Haltbarkeit durch die automatische Entwässerung des Rosenkohls nach dem Waschvorgang. Dazu wurde eine Entwässerungseinheit zur Entfernung des Haftwassers auf dem Rosenkohl in die Wasch- und Sortieranlage integriert. In der Entwässerungseinheit wird mit Hilfe von Gebläsen überschüssiges Wasser vom Produkt entfernt. Dadurch gelangt der Rosenkohl schon getrocknet in die Kisten und kann trocken abgepackt werden. Durch die trockenere Rosenkohloberfläche wird das Milieu für unerwünschte Keime verschlechtert und dadurch eine Erhöhung der Produktequalität erwartet. Zudem wird Food Waste durch die Verlängerung der Haltbarkeit reduziert. Anhand mehrerer Versuche soll geklärt werden, welche Verweildauer bzw. welche Entwässerungsintensität notwendig ist, um eine ausreichende Haltbarkeit des Rosenkohls zu gewährleisten. Zusätzlich zum Einfluss auf die Haltbarkeit und die Qualität wird die Praxistauglichkeit der Entwässerungseinheit getestet.

Die Versuche zur Verlängerung der Haltbarkeit durch die Entwässerung des Rosenkohls wurden bei der Fahrmaadhof AG in Diepoldsau und der Pro Verda AG in Rebstein durchgeführt. Im Folgenden (Tabelle 1) sind die Verarbeitungsschritte des Rosenkohls mit bereits eingebauter Trocknungsanlage bei der Fahrmaadhof AG bis hin zur Verarbeitung in der Pro Verda AG beschrieben.

- Entwicklung eines Entwässerungs-/Trocknungsbandes für den Rosenkohl. Mithilfe von Gebläsen wird überschüssiges Wasser vom Produkt entfernt. Dadurch gelangt der Rosenkohl schon getrocknet in die Kisten und ist später bei der Verpackung ebenfalls trocken. Anhand von Versuchen soll geklärt werden, welche Verweildauer (Trocknungsgrad) nötig ist, um eine optimale Haltbarkeit zu gewährleisten.
- Testen von Praxistauglichkeit, Einfluss auf Qualität und Haltbarkeit

Tabelle 1: Rosenkohl Wasch- und Sortieranlage mit anschliessender Verpackungsanlage.

			
<p>1. Paloxen vom Feld werden geleert und auf dem Förderband in die Waschtrommel geführt.</p>		<p>2. Waschdurchgang in der Waschtrommel und Frischwasser-Düse.</p>	
			
<p>3. Rosenkohl von der Waschtrommel (rechts) zur Entwässerungseinheit (links).</p>		<p>4. Rosenkohl wird kalibriert.</p>	
			
<p>5. Kalibrierung nach 20-30 und 30-40 mm Durchmesser.</p>		<p>6. Endsortierung von Hand am Förderband.</p>	
			
<p>7. Lagerung im Kühlraum bei 1° und Umluft.</p>		<p>8. Verpackung des Rosenkohls.</p>	
			
<p>9. Verpackung des Rosenkohls in Schlauchbeutel.</p>			

## Funktion Entwässerungseinheit

Die Entwässerungseinheit wurde in der Sortieranlage nach der Waschtrommel und vor der Kalibrierung eingebaut. Das überschüssige Wasser, das nach der Waschtrommel am Rosenkohl haftet, wird mit Hilfe von Gebläsen entfernt. Die Entwässerungseinheit besteht aus drei Gebläsen über dem Förderband, welche einen senkrechten Luftstrom auf das Förderband erzeugen. Das Förderband wird über Klopferrollen auf und ab bewegt. Dadurch springt der Rosenkohl auf dem Förderband auf und ab und wird von allen Seiten gleichmässig belüftet. Die Entwässerungsintensität in der Anlage kann anhand der Förderbandgeschwindigkeit (über "Belt"), die Intensität der Rosenkohlbewegung (über "Knockers") und dem Abstand zwischen Gebläse und Förderband variiert werden. Durch das Durchlaufen der Entwässerungsanlage gelangt der Rosenkohl angetrocknet in die Kisten und kann anschliessend mit geringerer Feuchtigkeit verpackt werden.



Entwässerungseinheit mit drei Gebläsen und dem Förderband.



Bedienung der Anlage: Über den Drehschalter "Belt" kann die Geschwindigkeit des Förderbandes angepasst werden. Der Drehschalter "Knockers" regelt die Klopferrollen, welche das Förderband auf und ab bewegen.



Kippen der Kisten auf die Entwässerungsanlage.



Durch die Auf- und Abbewegung des Rosenkohls werden äussere Blätter weggeschlagen.

## Versuchsaufbau und Resultate 2020

Ziel des Versuchs im Jahr 2020 war die Beurteilung der Wirksamkeit der Entwässerungseinheit auf die Qualität und die Haltbarkeit von Rosenkohl in Abhängigkeit verschiedener Trocknungsvarianten. Weiter wurde der Zusammenhang zwischen Trocknungsgrad und Wirkung untersucht, mit dem Ziel den Entwässerungsgrad mit der bestmöglichen Wirkung zu bestimmen.

Der Versuch wurde im Dezember 2020 durchgeführt. Dabei wurde frisch geernteter Rosenkohl aus den Paloxen vom Feld in die Waschtrommel befördert. Vom frisch gewaschenen Rosenkohl werden neun Kisten entnommen. Drei Kisten werden direkt eingelagert (Variante 1), drei Kisten werden je einmal durch die Trocknungsanlage gegeben (Variante 2). Drei Kisten werden je dreimal durch die Entwässerungsanlage gegeben (Variante 3).

Je eine Kiste pro Variante wird während einer Woche offen im Kühlraum bei 1°C und Umluft gelagert. Die anderen zwei Kisten je Variante werden standardmässig in Plastikbeutel verpackt und eine Woche bei Raumtemperatur gelagert.

Das Waschen, Trocknen und Lagern des Rosenkohls findet bei der Fahrmaadhof AG statt. Die Verpackung des Rosenkohls erfolgt standardmässig in der Bodensee Rheintal Gemüse AG.

Datum	Zeit	Variante 1 (Kontrolle)	Variante 2	Variante 3
08.12.2020	08:00-09:00	Drei Kisten mit gewaschenem Rosenkohl ohne Entwässerung (Kontrolle)	Drei Kisten mit gewaschenem Rosenkohl mit einmaligem Entwässerungsvorgang	Drei Kisten mit gewaschenem Rosenkohl mit dreimaligem Entwässerungsvorgang
	09:00-13:00	Standardmässige Lagerung im Kühlraum bei 1°C und Umluft. Eine der drei Kisten bleibt im Kühler bis zur Bonitur am 14.12.2020		
	15:00-16:00	Zwei Kisten je Variante werden standardmässig verpackt in 500g-Beutel.		
08.12.2020-14.12.2020	16:00-16:00	Lagerung der abgepackten Beutel bei Raumtemperatur (Simulation Lagerung im Detailhandel)		
14.12.2020	16:00-17:00	Bonitur auf Qualität der Anbräunung der Anschnittstellen und der Deckblätter		

Während der Lagerung wurde zu verschiedenen Zeitpunkten bonitiert. Zuerst wurde der Beschlag in der Verpackung aller drei Varianten nach einer Nacht Lagerung bei Raumtemperatur bonitiert.

Variante 1	Variante 2	Variante 3
		
Grosser Beschlag mit Tropfenbildung.	Mittlerer Beschlag.	Kleiner Beschlag.

Der Beschlag in der Verpackung erlaubt Rückschlüsse auf die vorhandene Feuchtigkeit in der Verpackung. Dabei wurde festgestellt, dass mit zunehmender Entwässerungsintensität eine geringere Feuchtigkeit in der Verpackung übrigblieb.

Nach siebentätiger Lagerung in drei verschiedenen Lagervarianten (offen im Kühlraum, 500g-Beutel im Kühlraum, 500g-Beutel bei Raumtemperatur) wurden die braunen Anschnittstellen, der faule Rosenkohl sowie die Feuchtigkeit am Rosenkohl aller drei Entwässerungsvarianten bonitiert. Die Boniturergebnisse sind

in Tabelle 2 zusammengefasst. Bei der offenen Lagerung im Kühlraum wurde kein Unterschied zwischen den Entwässerungsvarianten festgestellt. In allen drei Entwässerungsvarianten wurden bei offener Lagerung im Kühlraum vereinzelt fauler Rosenkohl festgestellt. Im Unterschied zur offenen Lagerung zeigte sich bei der Lagerung des verpackten Rosenkohls im Kühlraum, dass die Anschnittstellen mit zunehmender Trocknungsintensität weniger angebräunt sind. Weiter zeigte sich nach siebentägiger Lagerung im abgepackten 500g-Beutel anhand des Beschlags in den Beuteln, dass die Feuchtigkeit in Variante 3 mit der maximalen Entwässerung am geringsten war.

Tabelle 2: Boniturergebnisse nach 7-tägiger Lagerung im Kühlraum (offen), im 500g-Beutel im Kühlraum und im 500g-Beutel bei Raumtemperatur.

	Variante 1	Variante 2	Variante 3
<b>7-Tage offene Lagerung in Kiste im Kühlraum bei 1°C und Umluft</b>	In allen drei Varianten keine braunen Anschnittstellen, praktisch kein fauler Rosenkohl und keine Restfeuchtigkeit am Rosenkohl in der Kiste. Kein Unterschied zwischen den Varianten ersichtlich.		
<b>7-Tage Lagerung in abgepackten 500g-Beutel im Kühlraum bei 1°C und Umluft</b>	 <p>Anschnittstellen leicht angebräunt, leichter Beschlag.</p>	 <p>Anschnittstellen weniger leicht angebräunt, leichter Beschlag.</p>	 <p>Anschnittstellen nicht angebräunt, kein Beschlag.</p>
<b>7-Tage Lagerung in abgepackten 500g-Beutel bei Raumtemperatur</b>	 <p>Fauler, welker, verpilzter Rosenkohl ab Freitag, 11. Dezember.</p>	 <p>Fauler, welker, verpilzter Rosenkohl ab Freitag, 11. Dezember.</p>	 <p>Fauler, welker, verpilzter Rosenkohl ab Freitag, 11. Dezember.</p>

## Versuchsaufbau und Resultate 2021

Die Versuche im zweiten Betriebsjahr 2021 bauen auf den Versuchsergebnissen des ersten Betriebsjahres 2020 auf. Im zweiten Betriebsjahr war die Entwässerungseinheit bereits in die Wasch- und Sortieranlage integriert und optimal an den bestehenden Wasch- und Sortierprozess angepasst. Die Versuche 2020 zeigten, dass durch die maximale Entwässerung die längste Haltbarkeit des Rosenkohls erzielt wird. Bezogen auf die zur Verfügung stehenden Einstellungen bedeutet die maximale Entwässerung, dass die maximale Leistung der Gebläse genutzt wird und die maximale Bewegung des Rosenkohls für eine gleichmässige Entwässerung der gesamten Oberfläche angestrebt wird. Die Entwässerungsintensität kann zudem erhöht werden, indem der Abstand zwischen Gebläse und Rosenkohl minimiert wird. Weiter gilt, je länger die Verweildauer des Rosenkohls auf dem Förderband und folglich im Luftstrom, desto höher die Entwässerung. Die Verweildauer auf dem Förderband kann mit der Bandgeschwindigkeit reguliert werden. In der integrierten Entwässerungseinheit wurde die maximale Gebläseleistung sowie die maximale Bewegung des Rosenkohls eingestellt. Die Parameter der Entwässerungseinheit wurden in der bestehenden Wasch- und Sortieranlage so eingestellt, dass die maximale Entwässerungsintensität ohne Effizienzeinbussen beim Prozess genutzt werden konnte. Der Abstand zwischen Lüfter und Rosenkohl wurde bereits minimiert, sodass der grösste Rosenkohl die Sortierung noch passieren kann. Die Nutzung der minimalen Bandgeschwindigkeit, würde weniger Input in die Wasch- und Sortieranlage verlangen, was die Effizienz des Prozesses zu stark senken würde. Deshalb muss im Wasch- und Sortierprozess die maximale Bandgeschwindigkeit gewählt werden. Ziel der Versuche im zweiten Betriebsjahr war, unter realistischen Betriebsbedingungen den Fortschritt in Bezug auf die Reduktion des Haftwassers und die damit verbundene Verlängerung der Haltbarkeit aufzuzeigen.

Im Versuch 2021 wurde folglich die Haltbarkeit des entwässerten Rosenkohls unter Betriebsbedingungen mit jener des nicht entwässerten Rosenkohls verglichen. Weiter wurde betrachtet, ob die Füllstärke der Kisten für die Zwischenlagerung vor der Verpackung die Haltbarkeit des Rosenkohls beeinflusst. Dazu wurde für Variante 1 Rosenkohl nach der Waschtrommel, vor dem Durchlauf der Entwässerungseinheit entnommen. Der Rosenkohl in Variante 1 wurde von Hand analog zur Sortierung und Kalibrierung in der Anlage sortiert. Die Kistenfüllung in Variante 1 entspricht der normalen Füllung der Kisten nach dem Sortierprozess. Der Rosenkohl in den Varianten 2 und 3 durchlief die Entwässerungseinheit und die anschliessende Sortieranlage. In Variante 2 wurde der entwässerte Rosenkohl einlagig in die Kiste für die Zwischenlagerung gefüllt. Im Unterschied dazu wurden die Kisten in Variante 3 übermässig stark gefüllt. Von jeder Variante wurden drei Kisten erstellt, die nach Variante gruppiert übereinander auf einer Palette gelagert wurden. Die Kisten wurden für sieben Tage im Kühlraum bei 4.9°C und 80% Luftfeuchtigkeit gelagert. Anschliessend wurde pro Variante die unterste Kiste bonitiert. Dabei wurde der Rosenkohl in den jeweiligen Kisten in verkäufliche und unverkäufliche Ware sortiert und der Anteil der unverkäuflichen Ware berechnet. Die Resultate der Bonitur sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Die Resultate zeigen, dass der höchste Anteil an unverkäuflicher Ware beim nicht entwässerten Rosenkohl mit normaler Kistenfüllung (Variante 1) entstand. Dies ist insbesondere interessant, da die übermässig gefüllte Kiste mit dem entwässerten Rosenkohl (Variante 3) einen deutlich geringeren Anteil unverkäuflicher Ware aufwies. Der Vergleich der Varianten 2 und 3, die beide entwässerten Rosenkohl enthielten, deutet darauf hin, dass eine einlagige Füllung der Kisten für die Zwischenlagerung durch die bessere Durchlüftung und dadurch besseren Entfeuchtung den Anteil unverkäuflicher Ware reduzieren kann. Dies könnte insbesondere bei Rosenkohl, dessen Qualität bei der Ernte bereits reduziert ist, geringfügige Vorteile bringen. Jedoch fiel bei der Bonitur auf, dass auch innerhalb des unverkäuflichen Rosenkohls deutliche Unterschiede zwischen dem entwässerten und dem nicht entwässerten Rosenkohl gab. Denn die Qualität des unverkäuflichen nicht entwässerten Rosenkohls war deutlich schlechter (matschige Fäule) als jene des entwässerten Rosenkohls.



Abbildung 1 Rosenkohl nach einwöchiger Lagerung ohne Entwässerung.

Tabelle 3: Verfahren Versuche 2021.

Variante	Kistenfüllung	Entwässerung	Sortierung
1	Normale Füllung der Kisten	Rosenkohl vor der Entwässerungseinheit von der Anlage entnommen	per Hand
2	Kiste nur einlagig gefüllt	Rosenkohl entwässert	Anlage
3	Kiste stark gefüllt	Rosenkohl entwässert	Anlage

Tabelle 4: Resultate Bonitur Versuche 2021.

Variante	Lage der Kiste auf dem Palett	Verkaufsfähige Ware (kg)	Nicht verkäufliche Ware (kg)	Gesamtgewicht Probe (kg)	Anteil verkaufsfähiger Ware (%)	Bemerkungen
1	unten	5.3	1.23	6.53	18.84%	Matschig-fauler Rosenkohl, Feuchtigkeit im Rosenkohl noch vorhanden
2	unten	2.56	0.11	2.67	4.12%	Trocken-faul, Rosenkohl gut abgetrocknet
3	unten	12.8	1.07	13.87	7.71%	Trocken-faul, Rosenkohl gut abgetrocknet



Abbildung 2: Vergleich der verkaufsunfähigen Ware der Variante 1(links) und der Variante 2 (rechts).

### **3.3 Entwicklung Prototyp Desinfektionseinheit (Seeland)**

#### **3.3.1 Qualität und Haltbarkeit von Rosenkohl erhöhen durch Wasserbehandlung**

Nach der überwiegenden Ausschöpfung der bestehenden Produktionsbedingungen/ Bedingungen im Anbau, rückte die Nacherntestufe in den Fokus. Es ist eine bekannte Tatsache, dass im Freiland, bzw. in der belebten Natur produziertes Gemüse auch von Pilzen und Bakterien besiedelt sind, so dass bei Obst und Gemüse Hygienemassnahmen im Nacherntebereich notwendig werden, um den Verderb (food-waste) zu verringern. Die Firma Watair bietet mit dem Xeral ein viruzides, bakterizides und fungizides Mittel an. Das Produkt auf Basis einer optimierten Elektrolyse ist eine Technologie, bei welcher Anode und Kathode durch eine Membran voneinander getrennt sind. Mittels einer Starterlösung, die aus einer mit ca. 0,45 % Kochsalz angereicherten Wasserlösung besteht, wird ein pH neutrales, stark desinfizierendes, metastabiles Konzentrat hergestellt ([www.watair.ch](http://www.watair.ch)). Der Einsatz und Auswirkungen der Nutzung von sogenannten electrolysed water sind ausführlich in Siddiqui (2019) beschrieben.

Aus diesem Grund investierten die Landi Seeland im Jahr 2019 in eine Anlage von Watair GmbH, welches den Rosenkohl mit dem Produkt Xeral desinfiziert. Um zu eruieren, welchen Nutzen die Anlage bringt, und wie sie allenfalls noch besser genutzt werden kann, wurden drei Versuche durchgeführt.

Die Praxisversuche wurden mit der Watair-Anlage in der Rosenkohlzentrale in Kerzers durchgeführt und im Rahmen einer Diplomarbeit im Ausbildungsgang zur Agrotechnikerin HF am Inforama Rütli durch Nicole Riesen begleitet. Die Diplomarbeit wurde fachlich u.a. von Lutz Collet, Grangeneuve, begleitet. Der beigelegte Bericht (Anhang) fasst die Ergebnisse der Arbeit zusammen und beinhaltet eine fachliche Einschätzung in der Diskussion.

**→ Für die Darstellung und Beurteilung der realisierten Massnahmen von Pt. 3.3. verweisen wir deshalb auf diesen separaten Bericht.**

## 4 Beurteilung der erreichten bzw. nicht erreichten Ziele

### 4.1 Weiterentwicklung Rüstanlage (Seeland)

#### Erreichte Ziele:

- Die bestehende Rüstanlage wurde mit einem Rollensortierband ergänzt, für die bessere visuelle Schlusskontrolle.

#### Nicht erreichte Ziele:

- Aufgrund der schwierigen wirtschaftlichen Situation und des Ausschlusses von der finanziellen Beteiligung aus diesem Projekt haben die Partner entschieden, die Investition in die Rüstanlage nicht oder zumindest nicht in dem budgetierten Umfang zu tätigen. Die bestehende Anlage wurde moderat umgebaut, aber nicht im Rahmen dieses Projektes.

### 4.2 Entwicklung Prototyp Entwässerungseinheit (Rheintal)

Die Resultate zeigen, dass der Einsatz einer Entwässerungseinheit durch die Reduktion des Haftwassers auf der Rosenkohloberfläche die Haltbarkeit des Rosenkohls unter bestimmten Bedingungen verlängern kann. Die Haltbarkeit des Rosenkohls wird von mehreren Parametern wie beispielsweise der Keimsituation, der Entwässerung und der Verpackung ab. Die Reduktion des Haftwassers auf der Rosenkohloberfläche stellt folglich nur einen von vielen Parametern mit einem beschränkten Wirkungsspektrum zur Beeinflussung der Rosenkohlhaltbarkeit dar. Die Entwässerung und die darauffolgende angepasste Zwischenlagerung könnte insbesondere bei qualitativ nicht einwandfreien Posten zu einer Verlängerung der Haltbarkeit beitragen. Ob langfristig Rückweisungen am Markt durch den Einsatz einer optimierten Entwässerungseinheit reduziert werden können, bleibt Bestandteil zukünftiger Versuche.

#### Erreichte Ziele:

- Erfolgreiche Integration der Entwässerungseinheit in die bestehende Wasch- und Sortieranlage
- Durchführung von Versuchen zur Beurteilung der Wirksamkeit der Entwässerungseinheit auf die Haltbarkeit des Rosenkohls

#### Nicht erreichte Ziele:

- Nutzung der maximalen Entwässerungsleistung bei gleichzeitiger Beibehaltung eines effizienten Wasch- und Sortierprozess

### 4.3 Entwicklung Prototyp Desinfektionseinheit (Seeland)

#### Erreichte Ziele:

- Die Wirkung von Xeral auf die Beseitigung von Biofilmen, sowie die bakterizide, viruzide und fungizide Wirkung konnten auch in der gemüsebaulichen Praxis, bzw. Spezialkulturen eindrücklich gezeigt werden.
- Ergänzend zu den bisherigen Hygiene- und Kulturführungsmassnahmen kann ein Desinfizieren mit Xeral© Sinn machen zur Erhaltung der Produktqualität.
- Somit empfiehlt sich hier anstelle der Behandlung des Erntegutes die Reinigung bzw. Desinfektion der Anlage und Erntemaschine mit Xeral, zur Beseitigung von Biofilm und um Verschleppung von Krankheiten über die Erntemaschine bzw. Kalibrieranlage zu vermeiden.

#### Nicht erreichte Ziele:

- Die Resultate waren (noch) zu wenig eindeutig resp. breit abgestützt, um eine klare Empfehlung herauszugeben.
- Insbesondere die Frage der Konzentration ist ungelöst. Eine höhere Konzentration ist aber nicht zu empfehlen, weil sie die Gefahr von Rückständen in sich birgt, wie auch die Gefahr, dass der Konsument einen Fehlgeruch wahrnehmen könnte.

## 5 Konsequenzen nach Projektabschluss für die Praxis

Nach Projektabschluss und den durchgeführten Versuchen, wurde im Seeland die komplette Verarbeitungslinie mit Watair-Düsen ausgestattet. Sämtliche Einzelteile wie der Kalibreur und die diversen Rollensortierbänder werden nun mit der Hypochlorid-Lösung von Watair laufend desinfiziert. Die Landi Seeland erhofft sich dadurch die Kontaminierung der Ware während dem Aufbereitungsprozess weiter zu reduzieren.

Mit diesem Projekt ist ein Schritt in die richtige Richtung getan. Um den Rosenkohlanbau in der Schweiz aber nachhaltig erhalten zu können braucht es weitere Anstrengungen. Speziell im Bereich Verfügbarkeit/Zulassung von Pflanzenschutzmitteln müssen in den nächsten Jahren einige neue Zulassungen erreicht werden, ansonsten ist der Rosenkohlanbau in der Schweiz weiterhin akut bedroht. Im Bereich Haltbarkeit gilt es aus unserer Sicht weitere Möglichkeiten zu testen, um die Haltbarkeit zu verbessern. Beispielsweise wäre es spannend die zwei Varianten zu kombinieren. So zum Beispiel zuerst den Rosenkohl mit der Watair-Technologie zu behandeln und ihn anschliessend zu trocknen. Die gesamte Rosenkohlwertschöpfungskette hat eine komplexe Struktur und es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten um die Qualität und damit auch die Haltbarkeit zu steigern. Es muss weiterhin versucht werden an möglichst vielen Punkten Verbesserungen zu erzielen, um ans Ziel zu gelangen. Es wäre utopisch zu glauben, mit einer einzelnen Massnahme könnte auf einen Schlag die komplette Situation des Rosenkohlanbaus in der Schweiz verbessert werden.

## 6 Dank

Das Projekt erhält Fördermittel aus der AgriQnet-Initiative des Bundesamtes für Landwirtschaft. Wir danken den beteiligten Betrieben und Projektpartnern für die konstruktive Zusammenarbeit. Ein besonderer Dank geht ebenso an Nicole Riesen für die Erarbeitung der Diplomarbeit.

## Anhang

1. Zusammenfassung der Diplomarbeit von Nicole Riesen im Ausbildungsgang zur Agrotechnikerin HF zum Thema „Entwicklung Prototyp Desinfektionseinheit (Seeland) - Qualität und Haltbarkeit von Rosenkohl erhöhen durch Wasserbehandlung“ durch Lutz Collet, Grangeneuve
2. Projekt-Schlussabrechnung