

# Frostprophylaxe im Weinbau!

Regner Ferdinand, Ferschl Erich, Brandstätter Ida, Endler Andreas, Rockenbauer Andreas.  
HBLA und BA Klosterneuburg, Österreich

Korrespondenz an: Dr. Ferdinand Regner, Institutsleiter Weinbau  
Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Klosterneuburg  
E-Mail: [ferdinand.regner@weinobst.at](mailto:ferdinand.regner@weinobst.at)

Frost und die Bekämpfung von Frostschäden haben in vielen Weinbaugebieten eine große Bedeutung (Soja et al. 2010). Während in den 80er Jahren vor allem Winterfrost die Reben schädigte, waren es zuletzt vor allem Frühjahrsfröste die herbe Ertragseinbußen verursachten. Der Klimawandel dürfte die Winterfrostgefahr massiv reduziert, aber das Potenzial für Spätfrost zumindest nicht verringert haben (Formeyer et Goler, 2013). 2021 gab es in Frankreich und Italien gewaltigen Schaden durch Spätfrost. Hierzulande hatten wir das Glück, dass die Reben zu diesem Zeitpunkt noch nicht ausgetrieben waren (Regner et al. 2022). Aber z.B. im Jahr 2017 entstand im österreichischen Wein- und Obstbau ein Spätfrostschaden von 70 Mio. €.

Frost ist aber kein Schicksal, dem wir nicht etwas entgegen zu setzen hätten. Es gibt mittlerweile eine ganze Palette an Möglichkeiten mit denen Frostschäden verhindert oder zumindest abgeschwächt werden können (Kothgasser, 2018). Natürlich sind auch betriebswirtschaftliche Überlegung anzustellen und so kann nicht eine besonders kostspielige Methode verwendet werden um den Ertrag einer Grundwein Produktion zu sichern (Nastl et Regner, 2019). Obwohl wahrscheinlich in diesen Anlagen auf Grund der Lage usw. ein höheres Risiko besteht. Im Projekt Froststrat wurden in Zusammenarbeit mit zahlreichen Betrieben die Praxistauglichkeit der verschiedenen Bekämpfungsmaßnahmen evaluiert.

## Traditionelle Methoden

Bei der Wirkung gegen Spätfrost sind die Überlegungen welche Lagen mit welchen Sorten, Klonen und Unterlagen zu bestocken sind, besonders wichtig (Zahn, 1931). Leider wird dieses Wissen oftmals zugunsten von Modetrends in der Sortenfrage vernachlässigt. Unsere Hauptsorten Grüner Veltliner und Zweigelt sind auf Grund ihres Austriebsverhaltens eher stärker Spätfrost gefährdet als z.B. die spät austreibenden Sorten Rheinriesling oder Cabernet Sauvignon. Auch die Reberziehung nimmt Einfluss auf die Frostgefährdung. Je höher der Bereich der jungen Triebe desto leichter überstehen sie einen Spätfrost. Entscheidend sind auch Kulturmaßnahmen wie ein später Rebschnitt (Archer et Schalwyk, 2007), eine kurz gehaltene Begrünung und eine ausreichende Kalium Versorgung. In Junganlagen gilt es als gute weinbauliche Praxis die Reben über den Winter anzuhäufeln. Dadurch haben sie mehr Schutz vor Frost und überleben auch massive Spätfröste besser. Über die Methodik des Räucherns gibt es sehr diverse Aussagen und wenig überprüfbare Daten bezüglich Wirksamkeit. Tatsache ist, dass die Temperaturerhöhung nicht relevant ist und um die Ausstrahlung der Wärme zu verhindern bereits vor Absinken der Temperatur in den Minusbereich begonnen werden müsste. Was in der Regel aber nicht passiert. Aber der Schattierungseffekt bei Sonnenaufgang bringt eine Nuance mehr Überlebenschance. Ob dies die negativen Effekte der Luftverschmutzung und Gefahrensituationen aufwiegt, wird immer mehr in Zweifel gezogen.

## Investitionen in die Frostbekämpfung

Mit der Größenzunahme der Betriebe stieg auch der Wunsch nach mehr Produktionssicherheit und gleichzeitig auch die Bereitschaft für Frostbekämpfung mehr Geld

auszugeben. Dabei gibt es zwei wesentliche Gruppen von Methoden. Jene, die hohe Investitionskosten verursachen, aber dann im Betrieb mit geringerem Aufwand aktivierbar sind und die Methoden mit hohem personellen und finanziellen Aufwand. Zu den wirklich kostspieligen Anschaffungen gehören Windturbinen aller Art. Sie wirken vor allem dann, wenn in höheren Schichten die Luft deutlich wärmer ist und durch die Verwirbelung die Ausbildung eines Kaltluftsees unterbunden wird, also bei Strahlungsfrösten. In der Regel kann mit einem Gerät eine Fläche von mehreren Hektar betrieben werden. Nicht unwesentlich ist auch die Art des Antriebes und die Beweglichkeit des Gerätes um es für verschiedene Kulturen nützen zu können. Stationäre Geräte könnten auch mit Strom betrieben werden und sind im Betrieb günstiger als mobile. Möglich wäre mittlerweile auch eine temperaturabhängige digitale Inbetriebnahme durch Sensoren und eine davon abhängige Schaltung.

Ebenfalls kostenintensiv sind Heizdrähte aus Widerstandskabeln (Abb 1.), die um den Kordon oder Fruchtbogen gewickelt werden und im aktiven Zustand Wärme an die berührten Rebteile und die Umgebungsluft abgeben. Neben der Verkabelung ist es vor allem der Anschluss oder die Erzeugung der Elektrizität was hohe Kosten verursacht. Um eine realistische Vorstellung zu bekommen, welche Energie notwendig ist, kann der Laufmeter Widerstandskabel mit 15 Watt Energieverbrauch angenommen werden und mit der Gesamtlänge aller zu schützenden Rebreihen berechnet werden. Folglich muss mit einer Versorgung von 50 kW pro ha schon gerechnet werden. Bei einer Entnahme aus dem Netz kommen dann noch Aufschläge wegen Spitzenverbrauch dazu. Würden viele Winzer in einer Gegend auf dieses System setzen, würden vermutlich die Zuleitungen und die Verfügbarkeit der Elektrizität überfordert. Auch bei diesen Systemen ist eine volle Automatisierung möglich.

Günstiger von der Investition ist eine Frostberegnung. Dabei könnte auch eine bestehende Infrastruktur einer Beregnungsanlage genutzt werden. Der wesentliche Punkt dabei ist eine ausreichende Verfügbarkeit von Wasser. Vor Absinken der Temperatur in den Frostbereich muss mit der Besprenkelung begonnen werden und erst nach Erreichen einer Tautemperatur kann sie beendet werden. Das kann aber auch bedeuten, dass mehrere Tage beregnet werden muss. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn ein Konvektionsfrost vorliegt. Generell um Wasser sparend zu agieren werden Mikrosprinkler empfohlen. Im Obstbau ist die Frostberegnung eine sehr erfolgreich eingesetzte Methode. Im Weinbau mangelt es sehr oft an der Infrastruktur und der Wasserverfügbarkeit.

### **Zukauf von Dienstleistung- Frostbekämpfung**

In manchen Gebieten wie in der Thermenregion um Tattendorf aber auch am Wagram wurden schon erfolgreich Hubschrauber zur Luftverwirbelung erfolgreich eingesetzt. Voraussetzung ist auch bei diesem Ansatz, dass es sich um einen Strahlungsfrost handelt und in höheren Luftschichten wärmere Luftmassen verfügbar sind. Die Flugzeit ist auf jene Zeiten beschränkt wo ausreichend Sicht vorhanden ist. Fällt also die Temperatur schon in den Nachtstunden und deutlich unter dem Gefrierpunkt kann der Einsatz unmöglich oder auch vergebens sein. Der Vorteil, die Entscheidung ob geflogen wird, kann sehr spät getroffen werden. Die hohen Kosten (Abrechnung pro Minute ca. 25€ ) relativieren sich insofern als keine sonstigen Investitionen anfallen. Die Flächenleistung für einen Hubschrauber kann auf rund 50 ha bezogen werden. Hängt aber auch von der Temperaturdifferenz ab. Betriebswirtschaftlich ist das sicher eine interessante Alternative zu den Windmaschinen.

### **Thermischer Schutz**

Mittlerweile ist die Beheizung von Weingärten mit fossilen oder biogenen Brennstoffen zur Frostbekämpfung bei einigen Betrieben etabliert. Das dazu nötige Wissen wurde schon veröffentlicht und das Geschäft mit den Heizkerzen läuft gar nicht schlecht. Kurzfristig sind sie dann vor einer Frostnacht aber meist Mangelware. Daher sollte man sich rechtzeitig damit ausstatten. Der Aufwand, einer Frostnacht so Paroli zu bieten, ist nicht unerheblich. Im günstigen Fall reichen 200 Kerzen pro ha und Nacht und damit entstehen Kosten von mehreren Tausend Euros. Mehrere Frostnächte bedeuten dann für eine Fläche einen betriebswirtschaftlichen Verlust anstatt Gewinn (Bauer et al., 2015). Die Möglichkeiten den Einsatz treffsicherer zu machen ist Inhalt im laufenden Projekt Froststrat. Damit die Frostbekämpfung nur angeworfen wird, wenn es ohne Maßnahmen Schäden geben würde, braucht es eine exakte Temperaturmessung eine laufende Datenübertragung und eine regional bezogene Warnmeldung (am einfachsten auf das Mobiltelefon übertragen). Die Messeinheiten wurden errichtet und Programme entwickelt, alleine die Frostwarnung konnte ohne entsprechendem Ereignis noch nicht überprüft werden. Erst im Fall eines schädigenden Frostes kann die Tauglichkeit des Modells bestätigt werden.

Thema bei dieser Technik ist auch das Ersetzen der fossilen Brennstoffe durch biogene. Dabei kommen Pellets, Briketts und Hackgut zum Einsatz. Allerdings reicht dann nicht ein bloßer Kübel als Heizofen sondern es muss durch gezielte Luftzufuhr ein gleichmäßiger Verbrennungsvorgang möglich sein. So ein Ofen wurde entwickelt und damit die Wärme nicht zu schnell nach oben entweicht wurde ein Hut als Abdeckung dazu gehängt. Die Öfen sind damit deutlich teurer als die Einwegkübel, haben aber den Vorteil der biogenen Brennstoffwahl und gleichmäßigeren Wirkung. Die Öfen sind auch langlebiger als die Wachskübel. Wichtig ist aber auch, dass sie handlich zu bedienen sind und nach erfolgtem Einsatz platzsparend gestapelt werden können. (Abb 2 Frostofen für biogene Brennstoffe)

### **Chemisch, Physikalischer und Biologischer Frostschutz**

Unter diesem Thema lassen sich diverse Mittelchen zusammenfassen, die kurzfristig ausgebracht, eine Frostschädigung trotz tiefer Temperatur verhindern können. Man stelle sich die Schädigung durch Frost als einen komplexen Vorgang vor, bei dem sich im pflanzlichen Gewebe Eis bildet wodurch den Zellen Wasser entzogen wird. Die entstandenen Eiskristalle schädigen mechanisch die Zellwände, indem sie die Membranen aufsprengen. Dieser Vorgang führt zum Zelltod. Die kurzen grünen Triebteile erfrieren ab  $-1$  bis  $-2$  ° C. In Folge dessen werden die Triebe und Gescheine schlaff, bald braunschwarz und vertrocknen schließlich. In Jung- und Ertragsanlagen kann das bis zum Totalausfall der Rebe führen.

In Frostnächten, in denen die Temperatur nur einige Stunden und nicht zu tief unter den Gefrierpunkt fällt, erscheint es sinnvoll gegen den Frost anzukämpfen. Die gemachten Beobachtungen, dass bei Frost nur bestimmte Knospen geschädigt werden aber andere überleben, ermutigt solche Ansätze zu verfolgen. Allerdings wäre es eine Illusion zu glauben, dass damit sehr tiefe Temperaturen kompensiert werden können. Vielmehr ist zu erwarten, dass sich das Ausmaß des Schadens reduzieren lässt, aber dennoch Verluste entstehen.

Um Substanzen auf ihre Wirkung auf Reben im Frostfall beurteilen zu können benützen wir einen Frostschrank, der zwar keinen Strahlungsfrost wie im Freiland simulieren kann, aber für die Erprobung reicht auch ein bewegungsarmer Konvektionsfrost aus. Als Rebmateriale kommen Stecklinge in Form von Topfreben zum Einsatz (Abb. 3). Die Substanzen, die wir bisher erprobt haben, lassen sich entweder in reine chemische Substanzen und komplexere Mischungen einteilen. Es geht dabei nicht nur um die Applikation einer Lösung sondern auch um deren Konzentration und die Einwirkzeit bevor der Frost auftritt. Folgende Substanzen

wurden getestet und dabei zumindest gelegentlich eine Abschwächung der Schäden bewirkt: Syneco AF5, Natriumhydrogencarbonat, Zinkchelate, Harnstoff, Super fifty und Crop Aid. Einschränkend sollte festgestellt sein, dass eine Praxistauglichkeit erst dann vorliegt, wenn die Substanz erfolgreich bei einem realen Frost im Freiland erfolgreich eingesetzt werden konnte.

### **Austriebsverzögerung**

Eine weitere Möglichkeit, die schon in der Praxis angewendet wurde, stellt die Entwicklungsverzögerung mittels Öl- Applikation dar. Details dazu wurden schon früher publiziert. Die Ergebnisse aus Übersee haben sich nicht ganz so optimal reproduzieren lassen. Die Verzögerung konnte im günstigen Fall eine Woche ausmachen manchmal auch nur wenige Tage. Dennoch liegt damit ein geeignetes Instrument vor, die Entwicklung beim Austrieb zu verlangsamen. Steigerungsversuche ergaben eine optimale Verzögerung bei 15% Lösung . Aber bei weiterer Anhebung der Konzentration kann es zu Problemen mit Phytotoxizität kommen, bis zum völligen Ausbleiben des Austriebs. Unangenehm ist sicher auch die sehr frühe Entscheidung des Einsatzes. Das kann dazu führen, dass sich wenige Tage später herausstellt, dass die Maßnahme gar nicht notwendig gewesen wäre. Die Kosten der doppelten Applikation sind außerdem nicht zu vernachlässigen. (Abb. 4)

Die wahrscheinlich billigste Variante der Austriebsverzögerung kann über den Schnitt erfolgen (Kraus et al., 2022). Einige Winzer haben diesen Ansatz schon in ihr Repertoire aufgenommen und schon erste Erfolge beobachtet. Dabei geht es primär um eine höhere Augenanzahl, die bei einer Teilschädigung immer noch eine ausreichende Triebanzahl ermöglicht (Szigeti et al., 2014). Das betrifft sowohl die Frostrute als auch die Minimalschnitt Kultur (Main et Morris , 2008). Beide Varianten haben sich in der Praxis schon einen Platz erkämpft. Eine Möglichkeit wäre auch statt der Frostrute mehrere Ruten am Kopf zu belassen und damit einen Frostkopf auszubilden. Damit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit auch in Frostlagen trotz Spätfrost ausreichend Frucht tragende Triebe zu behalten. Vielleicht noch zu wenig bekannt ist der Doppelte Zapfenschnitt als Frostprävention ( Abb 5). Dabei geht es nicht so sehr um die Anzahl an Augen als um einen zweiten Schnitt, der erst dann erfolgt, wenn die Frostgefahr insgesamt schon erheblich geringer ist. Damit lässt sich eine beachtliche Verzögerung im Austrieb erreichen, die aber auch auf die Reife Parameter noch durchschlägt. (Abb. 6) Abhängig von der Sorte und der Fruchtbarkeit auf den basalen Augen wird nach einem ersten Langzapfenschnitt, der idealerweise mit dem Vorschneider gemacht wird, auf zwei bis drei Augen pro Zapfen eingekürzt. Die schon gut entwickelten Triebe am Zapfenende gehen dann verloren und die basalen Augen müssen sich erst entwickeln. Gibt es ein Frostereignis, dann sterben die oberen Triebe ab und die basalen Augen stellen immer noch ausreichend Triebe und Trauben zur Verfügung. Jedenfalls liegen die Erträge im Bereich, wo sich die Frostrute oder der einfache Streckerschnitt befindet. Der Ertrag im Minimalschnitt liegt aber bedeutend höher allerdings auf Kosten der Qualität. (Abb. 7) Früher konnte diese Methode bei uns wegen der fehlenden Reifezeit nicht empfohlen werden. Heute könnten sich damit zwei Dinge regulieren lassen nämlich der Spätfrostschutz und eine spätere Reife mit ausreichender Säure und weniger Alkohol.

### **Fazit**

Ziel eines Betriebes ist es möglichst ausgeglichene Ernten einzufahren. Schwere Verluste durch Spätfrost können existenzielle Probleme bringen, insbesondere wenn keine Frostversicherung abgeschlossen wurde. Besser ist aber den Schaden überhaupt zu

vermeiden. Dazu gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, die angepasst an die Wertschöpfung, die in dem Weingarten erzielbar ist, eingesetzt werden können. Die Ausnützung von Wetterstationen und Temperatur Sensoren bilden dabei auch eine wertvolle Basis. Mit Hilfe der Wetterdaten gelingt es leichter die richtigen und notwendigen Entscheidungen in Hinblick auf Frostschutz zu treffen. Die einfachste Form der Frostprävention lässt sich über den Schnitt steuern. Diese Methode ist auch unangefochten die preiswerteste.

## Literatur

- ARCHER, E. ET D. SCHALKWYK 2007: The Effect of Alternative Pruning Methods on the Viticultural and Oenological Performance of Some Wine Grape Varieties, S. Afr. J. Enol. Vitic., Vol. 28, No. 2: 107-139.
- BAUER, K., REGNER, F. ET FRIEDRICH B. 2015: Weinbau , AV Fachbuch, 12. Auflage – Cadmos Verlag
- FORMEYER, H, GOLER, R, 2013: Auswirkung des Klimawandels auf die Eignung für den Weinbau in Österreich und Europa, in: Weinbau und Klimawandel Prettenhaler et Formeyer, Medienfabrik Graz 117-148.
- KRAUS, CH. , RAUCH, C., KALVELAGE , E.M., BEHRENS, F.H., D'AGUIAR, D., DUBOIS C. AND M. FISCHER 2022: Minimal versus Intensive: How the Pruning Intensity Affects Occurrence of Grapevine Leaf Stripe Disease, Wood Integrity, and the Mycobiome in Grapevine Trunks J. Fungi 8,: 247. <https://doi.org/10.3390/jof8030247>.
- KOTHGASSER, M.,2018: Frostabwehr im Obst- und Weinbau - Die Vielfalt der Methoden und ihre Wirksamkeit unter besonderer Berücksichtigung der Bewindung Diplomarbeit KF Uni Graz
- MAIN, G.L. ET MORRIS, J.R. 2008: Impact of Pruning Methods on Yield Components and Juice and Wine Composition of Cynthiana Grapes. American Journal Enology and Viticulture 59 (2): 179-187.
- NASTL, CH., REGNER F. 2019 Frostbekämpfung beginnt mit Temperaturerfassung, Der Winzer 7: 10-12
- REGNER, F. BRANDSTÄTTER, I. FERSCHEL, E. ROSNER F. 2022 Prävention gegen Frostschäden im Weinbau! Der Winzer 2: 11-15
- PERSICO, MJ, SMITH, DE., CENTINARI, M., 2021: Delaying Budbreak to Reduce Freeze Damage: Seasonal Vine Performance and Wine Composition in two Vitis vinifera Cultivars. Am J Enol Vitic. 72: 346-357. DOI: 10.5344/ajev.2021.20076
- SOJA, G, ZEHETNER, F, RAMPAZZO-TODOROVIC, G, SCHILDBERGER, B, HACKL, K, HOFMANN, R, BURGER, E, GRÜNBERGE, R S, OMANN, I, 2010: Weinbau im Klimawandel: Anpassungs- und Mitigationmöglichkeiten am Beispiel der Modellregion Traisental, Online-Fachzeitschrift des BML 1-20.
- SZIGETI, G. K., KOCSIS, L., HOFFMANN, S., MÁJER, J. ET JAHNKE, G. 2014: Comparison of the mid-wire cordon and the umbrella training system with the grapevine varieties 'Olaszrizling' ('Welschriesling'), 'Szürkebarát' ('Pinot gris') and 'Kéknyelű' varieties in Badacsony (Hungary). Mitteilungen Klosterneuburg 64: 44-53.
- TRAVADON, R., LECOMTE, P., DIARRA, B., LAWRENCE, D.P., RENAULT, D., OJEDA, H., REY, P., ET K. BAUMGARTNER 2016: Grapevine pruning systems and cultivars influence the diversity of wood-colonizing fungi Fungal Ecology Volume 24, Part A, 82-89.
- ZAHN H., 1931: Untersuchungen über Spätfrostschäden an der Weinrebe, Inaugural Dissertation Hochschule Hohenheim, Sonderdruck zu Die Gartenbauwissenschaften.

Korrespondenz an: Dr. Ferdinand Regner, Institutsleiter Weinbau  
Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Klosterneuburg  
E-Mail: [ferdinand.regner@weinobst.at](mailto:ferdinand.regner@weinobst.at)

Abbildung 1: Widerstandskabel als Heizung gegen Spätfrost im Weinbau

Abbildung 2: Ofen zur Frostbeheizung mit biogene Brennstoffen

Abbildung 3: Rebstecklinge nach der Behandlung im Frostschränk

Abbildung 4: Austriebsverzögerung nach Öl Applikation

Abbildung 5: Doppelter Zapfenschnitt als Frostprävention

Abbildung 6: Vergleich der Entwicklung bei unterschiedlichen Schnittmethoden

Abbildung 7: Vergleich der Reife und Ertrag bei den unterschiedlichen Schnittmethoden



Abbildung 1: Widerstandskabel als Heizung gegen Spätfrost im Weinbau



Abbildung 2: Ofen zur Frostbeheizung mit biogenen Brennstoffen



Abbildung 3: Rebstecklinge nach der Behandlung im Frostschrank

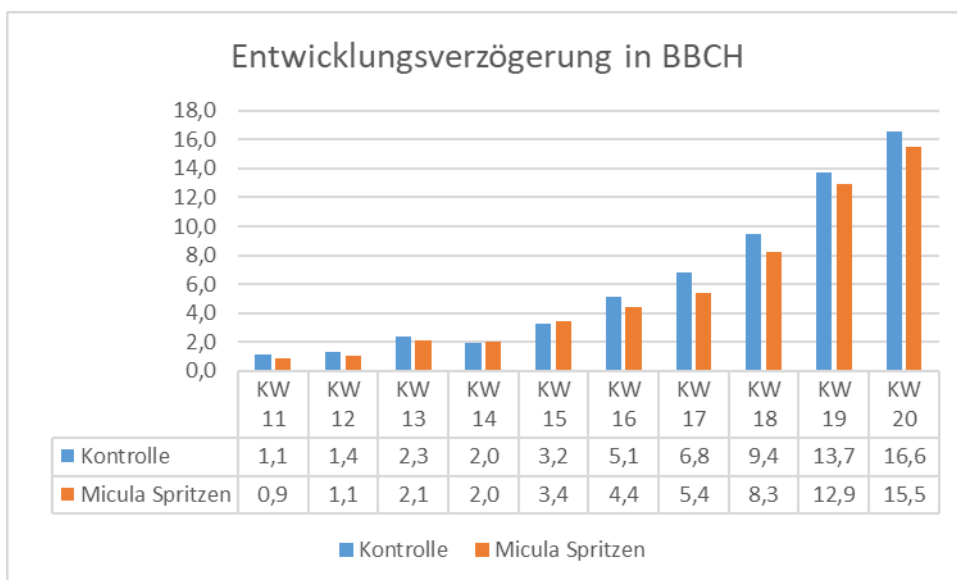


Abbildung 4: Austriebsverzögerung nach Öl Applikation





Abbildung 5: Doppelter Zapfenschnitt als Frostprävention

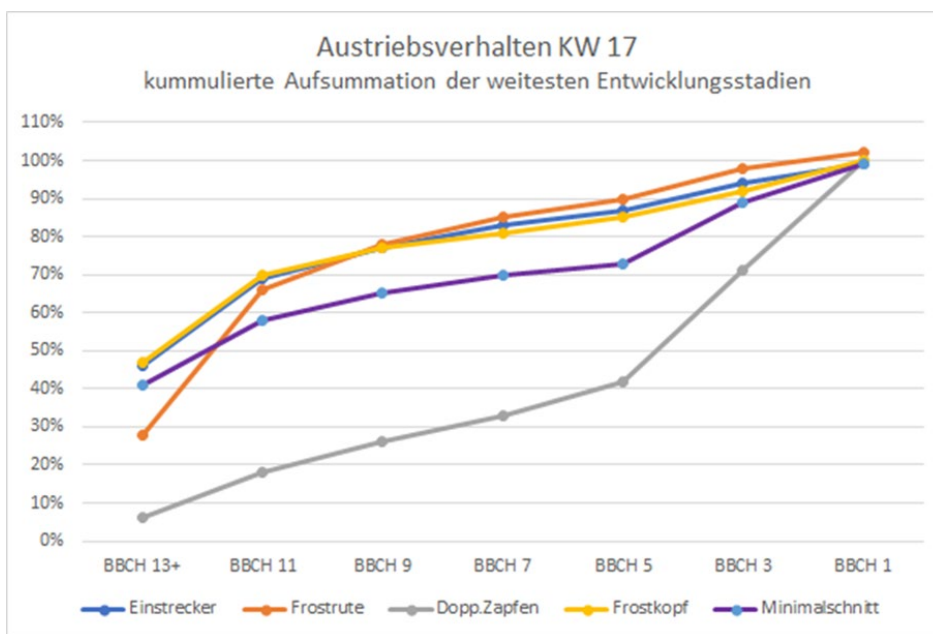


Abbildung 6: Vergleich der Entwicklung bei unterschiedlichen Schnittmethoden

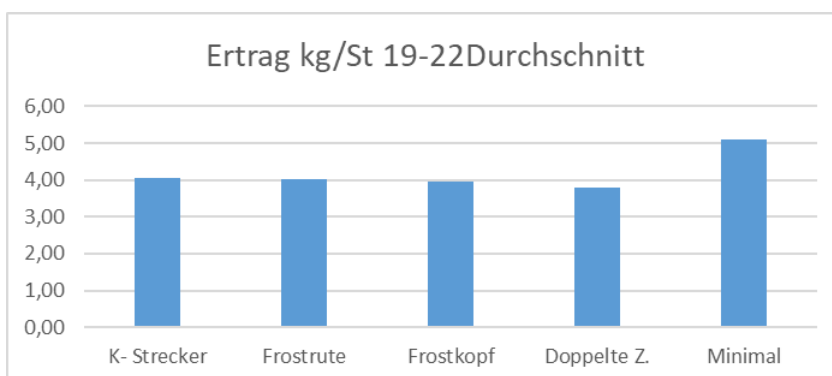


Abbildung 7: Vergleich des Ertrages bei den unterschiedlichen Schnittmethoden