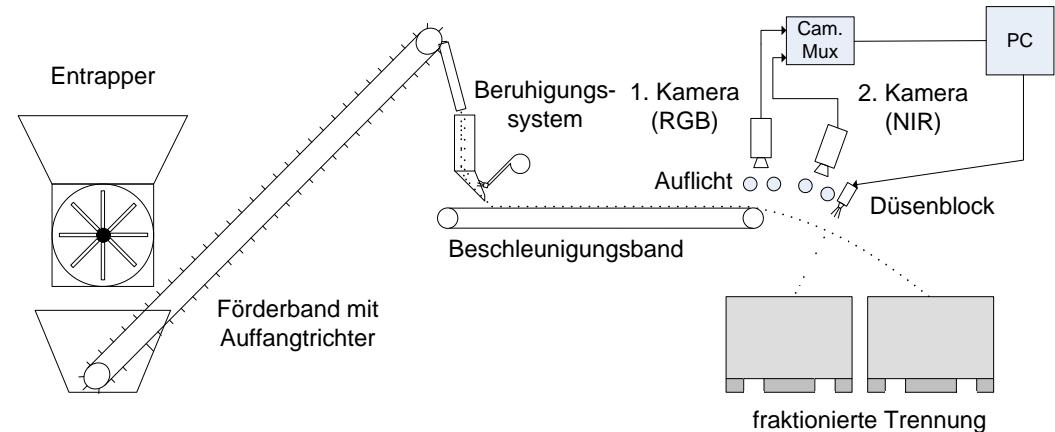
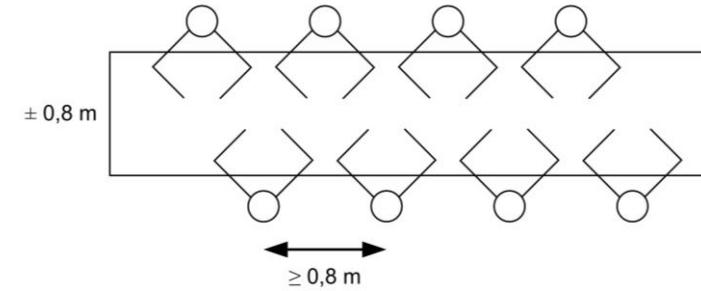


fäulnisbelastetes Lesegut technische Möglichkeiten der Traubensorientierung

Maximilian Freund
Institut für Oenologie
anlässlich der
69. Rheingauer Weinbauwoche
14. Januar 2026



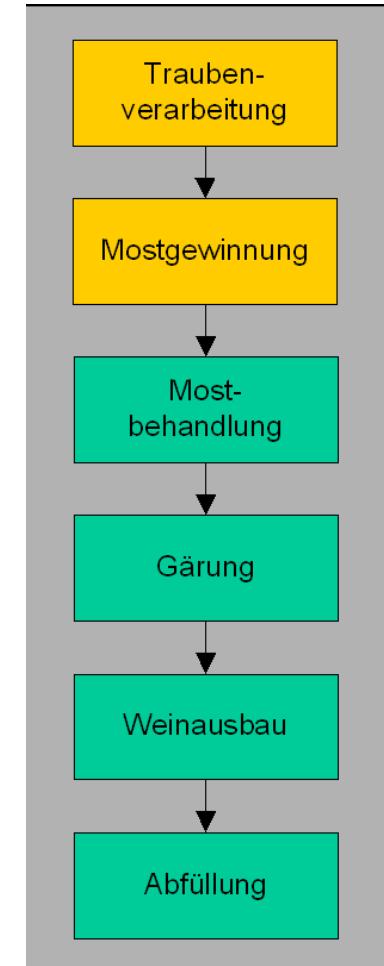
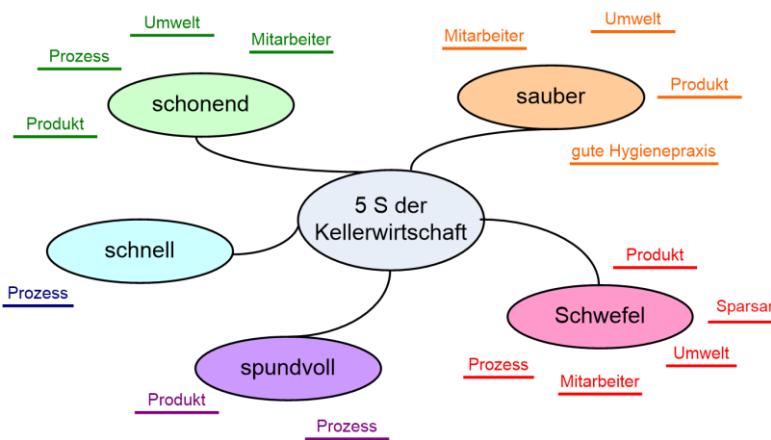
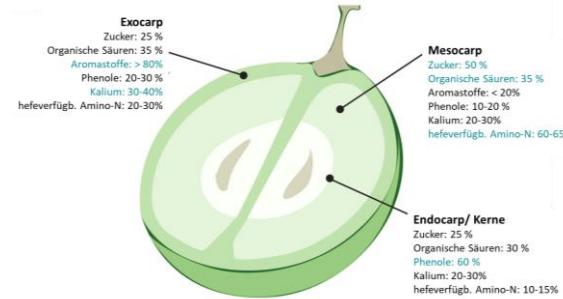
Regierungspräsidium
Darmstadt Dezernat V 51.2



fäulnisbelastetes Lesegut - technische Möglichkeiten der Traubensorтировung

Gliederung

- Rohstoff Traube
 - Schadbilder
 - **Eigenschaften faulen Traubenmaterials**
- Traubensorтировung im **Gesamtkonzept Fäulnismanagement**
- **Stand der Sortiertechnik**
- **Sortiererfahrungen mit optischer Sortiertechnik**
- **Zusammenfassung**



Rohstoff Traube – geschädigte Trauben Schadbilder

1. Oidium
2. Peronospora
3. KEF - Kirchessigfliege
4. Botrytis (Graufäule)

- Essigfäule
- Penicillium (Grünfäule)
- *Trichothecium roseum* (Rosafäule)
- Aspergillus

**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Oidium**

- Befall bis zur Zuckereingabe
- Zerstörung und schlechteres Erscheinungsbild
- Sensibilität:
 - bei Reife trocken und verdeckt
 - zur Reife führt Aufzersetzung zu Sekundärinfektionen
 - mikrobielle Belastung als auch Botrytis wächst in Abhängigkeit von der Zuckerkonzentration
 - auch für KEF sehr attraktiv
 - Anwendung von Oidium:
 - Abnahme des Gesamtvolumens ab etwa 25-30 %
 - ↓ a geringe Zusatzkonzentration, weniger Alkohol
 - Bevölkerung: Niedrige Stärkehalte ab 10%
 - Gesamtglykogenhalt steigt mit zunehmendem Befall

(Lundsgaard et al. 1995, Bauer et al. 2006, Pfeiffer et al. 2012)



**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Peronospora – falscher Mehltau**

- Cochleate von weiter Pflanzen baut gallig, verhorrende Blätter und Blüten aus
- Langsam Verbreitung von Geschwüren
- Beim Erntegroßteil wenn der Pilz auftreift beginnen die Blätter zu schrumpfen und verholzen sich bläulich, später bräunlich und entzündlich
- Entzündungen können zu einer Entfernung einzelner Blätter führen
- Blütenknospen, durchsetzende Beeren (mit Wachsschicht) können vom Peronospora nicht mehr befallen werden
- Ausgangspunkt für Sekundärinfektionen
- erhöhter Anteil von Gerbstoffen und anderen Bioziden
- Schimmelgeschmack bei nicht eingetrockneten Lederbeeren (Hyphen)

(Lundsgaard et al. 1995, DLR-Rheinland 2003, Wiss. Freitag 2012)



**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Kirschessigfliege (KEF) – *Drosophila suzukii***

Schadbild:

- Für Erholage wird Beerenhaut gefressen und verletzt → kleine Saftropfen
- Eintrittspforte: Hefen, Bakterien, Schimmelreste – Sekundärinfektionen
- Bei weiblicher Saff lockt Sekundärinfektionen (Essigfliegen, Wespen usw.)
- Frisch der Larven und Trophoruta für den Erbgutsaustausch

relevante biologische Aspekte:

- Optimale Bedingungen feucht-warm (> 80%) und zwischen 20-29°C
 - > 30% Sterilisation der Männchen, Verkürzung der Lebenszeit
- Entwicklungszyklus zwischen 10-14 Tagen

Heng 2016, DLR-Rheinland 2014, LÜZ 2016

**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Kirschessigfliege (KEF) – *Drosophila suzukii***

Merkmale:

- Männchen mit typhischen Flecken
- Weibchen mit ausgeprägtem Eiablageapparat

Lebenszyklus der Kirschessigfliege:

A Die Erwachsenen sind die Fruchtfäule, nach der Atmungshilfe sind sie verschwunden.

B Die Larven fressen am Fruchtkörper, die Fliegen führen es weiter auf.

C Der Larvenkörper ist vollständig in der Frucht eingeschlossen.

D Die Larve wird im Fruchtkörper abgetötet, während sie sich dieser zuvor so lange geprägt hat, dass sie keinen Kontakt mehr aufweist.

Eiablageapparat mit Doppelseite und Ei

https://www.kfz.bayern.de/wissen/krebskrebs/periwinkel/18023/index.php

**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Kirchessigfliege (KEF) – *Drosophila suzukii***

Risikofaktoren:

Beginnende Fäulte +	Endende Fäulte +
• Risiko bei Fäulnisbildung	• Kann Hefen bei Fäulnisbildung fördern
• Risiko bei Reifezeit	• Risiko bei Reifezeit, wenn Reifezeit
• Dauer Reifezeit	• Dauer Reifezeit
• Komplexe Traubensorten	• Komplexe Traubensorten
• Weißer Wein, Rote Wein und Rotwein, jeder Traubensorten	• Weißer Wein, Rote Wein und Rotwein, jede Traubensorten
• Nahr. auf Wall, Herken, Knecht, Habsburg, Düsseldorf, Bessarabia, Kreuzberg, Ingelheim	• Nahr. auf Wall, Herken, Knecht, Habsburg, Düsseldorf, Bessarabia, Kreuzberg, Ingelheim
• Gute zuverlässige Sortenreihen	• Gute zuverlässige Sortenreihen

Agriweise 2015, DLR-Rheinland 2013, Wiss. Freitag 2012

**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Kirchessigfliege (KEF) – *Drosophila suzukii***

Einfluss weinbaulicher Aspekte auf Sicht der Weinbergsleitung:

- Einsatz von Kaulin (0,25-0,24 kg/ha) in Zusammenhang mit der Weinbergsleitung
- Aluminium:
 - Klassisches Weinbergsdressingmittel
 - Untersuchungsergebnis (ESB)
- Keine Beeinflussung auf Grün und Seroose:
 - leicht erhöhte Alkoholdosis (0,03 d. U.21) nach 10-14 Tagen
 - vermutlich abgesetzte Wirkung wie Bemitzung
- Erhöhte Löschalkalität (2,7-5,7 kg/ha)
 - Carboxylatdosis (Ca(OH)₂)
 - ↓ geringe Sauerstoffreduktion
 - je nach Rückstande kann Sauerstoff reduziert werden -> in der Regel < 0,2 g/L

Agriweise 2015, DLR-Rheinland 2013, Wiss. Freitag 2012

**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Botrytis**

Botrytis – Verlust:

- zunehmende Haarsitze der raffenden Beeren
- zurücknehmender Schutz durch dünne Veredelung
- Stielstrasse:

 - Verminderung bzw. Schwächung durch Hagel, Frost, Wind und Eis
 - Aufzehrer der Beeren (Witterung, Traubeneule)

- Zusammensetzung von mazerationären Enzymen und Proteinen der Botrytis-Substanzen
- Pflanzenschutzmittel mit fungizidischen Substanzen mit Phytotoxizitäten und Antioxidanzien
- Pflanzenschutzmittel mit Blattschutzstoffen mit fungizidischen und antioxidativen Eigenschaften
- Wasserverlust und Einschränkungen der Beeren (Chlorose und Dosenansatz)

Agriweise 2015, DLR-Rheinland 2013, Wiss. Freitag 2012

Botrytis – sichtbare Veränderungen:

- zunehmende Durchlässigkeit der Zellwand
- Wirkung der Enzyme führt zu erhöhten Mazerationen der Beerenhaut
- Steigerung der mazerationären Qualität der Beeren durch Prozessierungstechniken
- Optimalisierung so da es kommt zur Rottraubendurchsetzung der Beeren
- Bildung des grauen Pilzzersetzens (Konidien)
- Wasserverlust und Einschränkungen der Beeren (Chlorose und Dosenansatz)

RP-Demand – Düsser Werbung 2012

**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Botrytis – Schadbild Rot und Sauerfäule**

- Befall von unreifen Beeren
- ab 25 bis 30 %
- keine Konzentrierung – wenig Zucker, viel Säure
- erhöhte Fluchtige Säure, Muff- und Bittertöne

Botrytis – Schwundfälle:

- Reifes, befallesenes Traubensmaterial, welches durch Regen „aufgeschwemmt“ wird
- bzw. Verdunstungseffekt

RP-Demand – Düsser Werbung 2012

**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Botrytis**

Botrytis – Schadbild Edelfäule:

- Befall von volkellen Beeren:
 - hoher Zukerpgehalt
 - geringe Säure
 - mind. 7% OA
 - Konzentrationsgradient größer als Zuckeraabbau
 - erhöhte Fluchtige Säure, Muff- und Bittertöne

Botrytis – Stafftaufe:

 - Bedrohten Läden in Einzelhandel berichten sehr
 - verhinderte Zuckereingabe
 - Reflektions
 - Weltweiten

**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Botrytis**

Botrytis – stoffliche Veränderungen:

- Abbau von:
 - Zellgewebe (Pektin)
 - Gesamtsäure mit essentieller Komposition
 - Zucker
 - Aroma bzw. Verlust an Sortenbüchself
 - Stärkstoff – Aminosäuren, Elastine
 - Thiamin
 - Anthocyane
- Bildung von:
 - Laccase
 - Glucan
 - Pektin
 - Oligosaccharide
 - Schlemmure
 - Citronensäure
 - Galakturonsäure
 - Cystein
 - Benzaldehyd, Ketonol
 - Höhere Alkohole (wie Sorbit, Mannit, Inositol)
 - Fehlgerüche, Isotreneninsen in Verbindung mit Säurekettenoxiden

Agriweise 2015, DLR-Rheinland 2013, Wiss. Freitag 2012

**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Sekundärinfektion Essigfliege**

Essigflie – Ursachen und Voraussetzung:

- Beereverletzungen (traubeneileiter)
- Anwesenheit von Sauerstoff (Anoxie)
- pH-Wert > 3,1
- Temperaturbereich um 20°C
- Kontakt mit Hefen und verwanderten Formen von Stoffwechselprodukten
- Mischnährsubstrat von Botrytis > Hefen und Essigfliegen nacheinander

Essigflie – Infection mit Essigflieher:

- Staubpilz
- Insekten, Wespen
- Vogel
- Essigfliegen und deren Larven:
 - Larven, die mit anderen Hefen infiziert sind und nach Reife und Säuerung "verloren" gehen
 - Larven, die mit anderen Hefen infiziert sind und nach Reife und Säuerung "verloren" gehen
 - Die Hefen und andere Bakterien verzehren Hefen und Bakterien

RP-Demand – Düsser Werbung 2012

**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Sekundärinfektion Essigflie**

Essigflie – weitere Essigfliebakterien:

- Penicillium Species
- Rhizopus Species
- Hefarten (Kloeckera apiculata, Pichia, Candida, Hanseniaspora)
- Bakterien (Acetobacter)

Größe:

- 1,26 g = 10 Milliäquivalent pro Liter bei Weißweinen
- 1,24 g = 20 Milliäquivalent pro Liter bei Rotweinen
- 1,8 g = 30 Milliäquivalent pro Liter bei Beerenrauslese und Eiswein
- 2,1 g = 35 Milliäquivalent pro Liter bei Trockenbeerenauslese

Geschmackschwelle:

0,6 bis 0,7 g/L in Wein – sehr stark von Wein abhängig

RP-Demand – Düsser Werbung 2012

**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Sekundärinfektion Penicillium**

Penicillium – Schadbil:

- Sekundärinfektion von Botrytis
- Seit Ende 10er Jahren verstärkt
- zunächst hellbraune Verfärbung der Beeren
- nach wenigen Tagen weiße Myzelpolster durchdringen
- bei Sporenlösung färben sich die Myzelpolster grün-bläulich

Walter, H., 2008

**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Sekundärinfektion Penicillium**

Penicillium – stoffliche Veränderungen:

- Glucon- und Zitronensäure, Glycerin (siehe Botrytis)
- Geißfuß, Champignons, Kartoffel
- Osteon, Coctail
- 1-Nonen-1-ol
- 2-Hydroxy-2-terephroyl-3-oxo-2-oxetane
- 2-Methylbutyrolactone (MELT)
- Patulin (Mycozitotoxin)
- Ochratoxin A (Mycozitotoxin)
- Isoleucin-Pentapeptid

Walter, H., 2008

**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Sekundärinfektion *Trichothecium roseum***

Trichothecium – Rosafäule:

- Erzeuger der Bitterfüle bei Apfeln
- Sekundärinfektion nach einem Botrytisbefall (Sauerpilz)
- schnell-wiebig
- sehr giftig/wiebig
- äpfelgrün-wiebig Farbe
- später orange bis röthlich
- Bildung von Trichothecene (Mycozitotoxin)
- Hyperparasit von falschem Mehltau

Walter, H., 2008

**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Sekundärinfektion *Trichothecium roseum***

Trichothecium – stoffliche Veränderungen:

- Trichothecene
 - Acetyl- und Methyltrichothecene (Trichothecin, Trichothecol, Critecin, Rosenonolacton, Desoxyrotenonolacton, Rosettin B, Rosein)
 - gesundheitliche Gefahr gering (LD 50 300 mg/kg Trichothecin bzw. 0,5 mg/kg Rosettin A)
 - Gärprozesse (hemmen Proteinthesen)
 - Angriffspunkte bei Verdauungsketten:
 - je nach Toxin blockiert diese während der Gärung erhalten
- Bitterstoffe
 - Abbau von Apfel- und Weinsäure

Goldschmid, D., 2010

**Rohstoff Traube – geschädigte Trauben
Sekundärinfektion Aspergillus**

Aspergillus – Schadbil:

- Sekundärinfektion
- Aspergillus carbonarius, weniger Aspergillus niger
 - greift die Niere an (Nephrotoxin)
 - Inkretinogend
 - Gennetoxizität
 - Gewichtverlust
 - Osteon, Coctail
 - 1-Nonen-1-ol
 - 2-Hydroxy-2-terephroyl-3-oxo-2-oxetane
 - 2-Methylbutyrolactone (MELT)
 - Walter, H., 2008 (Max. 1,2 g/L)
 - Rotweinen: 0,2 g/L (Max. 1,2 g/L)
 - beiher keine weiteren Mykotoxine bzw. die dazugehörigen Aspergilli auf Weintrauben gefunden
 - Walter, H., 2008

Walter, H., 2008

Aspergillus – Ochratoxin A

- Aspergillus carbonarius, weniger Aspergillus niger
 - greift die Niere an (Nephrotoxin)
 - Inkretinogend
 - Gennetoxizität
 - Gewichtverlust
 - Osteon, Coctail
 - 1-Nonen-1-ol
 - 2-Hydroxy-2-terephroyl-3-oxo-2-oxetane
 - 2-Methylbutyrolactone (MELT)
 - Walter, H., 2008 (Max. 1,2 g/L)
 - Rotweinen: 0,2 g/L (Max. 1,2 g/L)
 - beiher keine weiteren Mykotoxine bzw. die dazugehörigen Aspergilli auf Weintrauben gefunden
 - Walter, H., 2008

Walter, H., 2008

Rohstoff Traube - geschädigte Trauben

Eigenschaften faulen Traubenmaterials

physikalische, biochemische und chemische Veränderungen

Chemische Veränderungen

Veränderte Zusammensetzung

- = Qualitätsbeeinflussung
- = Klärbeeinflussung
- = Gesundheitsbeeinflussung



Biochemische Veränderungen

andere/mehr Mikroorganismen

- = veränderte Enzymsysteme
- = ungewollte Stoffwechselprodukte



Physikalische Veränderungen

zerstörtes, aufgeschlossenes Zellgewebe

- = mechanische Anfälligkeit
- = empfindlicheres Stielgerüst



Traubensorientierung

Gesamtkonzept Fäulnismanagement - Stichworte

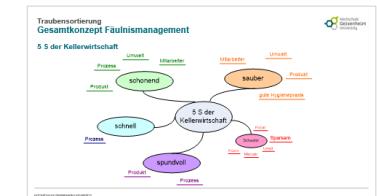
Beispiele Weinbaulicher Maßnahmen

vorbeugenden und behandelnden Maßnahmen

- **Sortenwahl** - Edelreißer und Unterlagen
 - **Anlagengestaltung** - Reihenabstände, Erziehungssystem
 - **Boden-Wuchskeitsmanagement**
z. B. Begrünung, Düngung, Bodenbearbeitung
 - **Traubenzonenmanagement**
z. B. Entblätterung incl. Zeitpunkt, Laubschnitt, Wachstumsregulatoren, Traubenteilen, Traubenausdünnen
 - **Pflanzenschutzmaßnahmen**
 - **Selektive Lese** (positiv/negativ)
 - *faule Trauben über Druckluftentlauber** entfernen
 - *Projekt DigiVine: Sensor-gestützte Erkennung von gesunden Stöcken bzw. Lesegut am Traubenvollernter*
<https://www.iosb.fraunhofer.de/de/projekte-produkte/digivine-digitalisierung-weinbau.html>

Beispiele kellerwirtschaftlicher Maßnahmen

- **Traubenverarbeitung**
incl. Lesetechnik, Transport, Sortierung, Pressenbeschickung, Pressen
 - **Mostvorklärung**
z. B. scharf, schnell
 - **Mostbehandlung**
z. B. SO₂, Mostpasteurisation, Mostkühlung, Adsorptionsmittel (z. B. Kohle, Chitosan, Heferinde, Bentonit)
 - **kontrollierte Gärung mit Reinzuchthefe**
 - **Grundprinzipien (5 S der Kellerwirtschaft) beachten**
schnell, schonend, sauber, SO₂, spundvoll



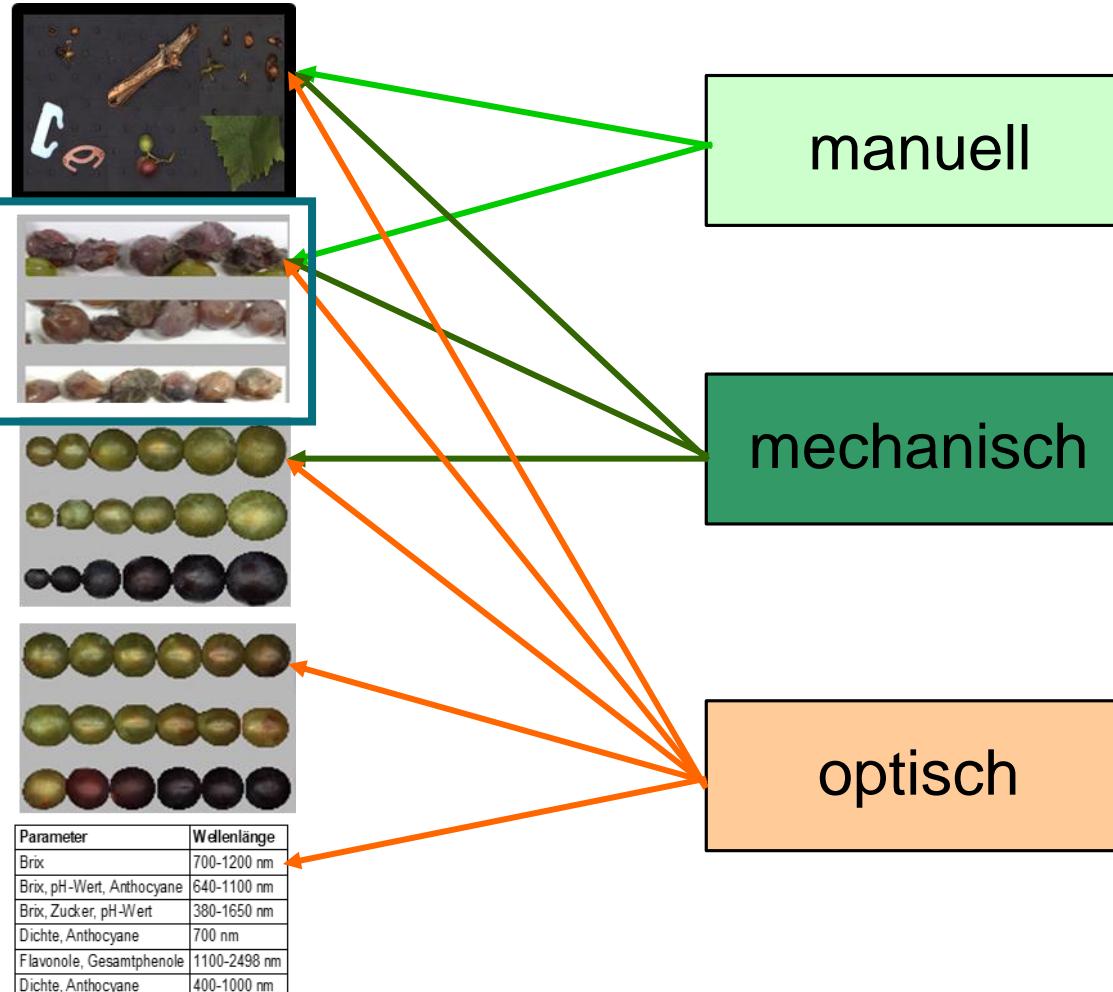
*siehe Vortrag 15.1.2026

Stand der Sortiertechnik

Sortierkriterien im Überblick

Sortierkriterien

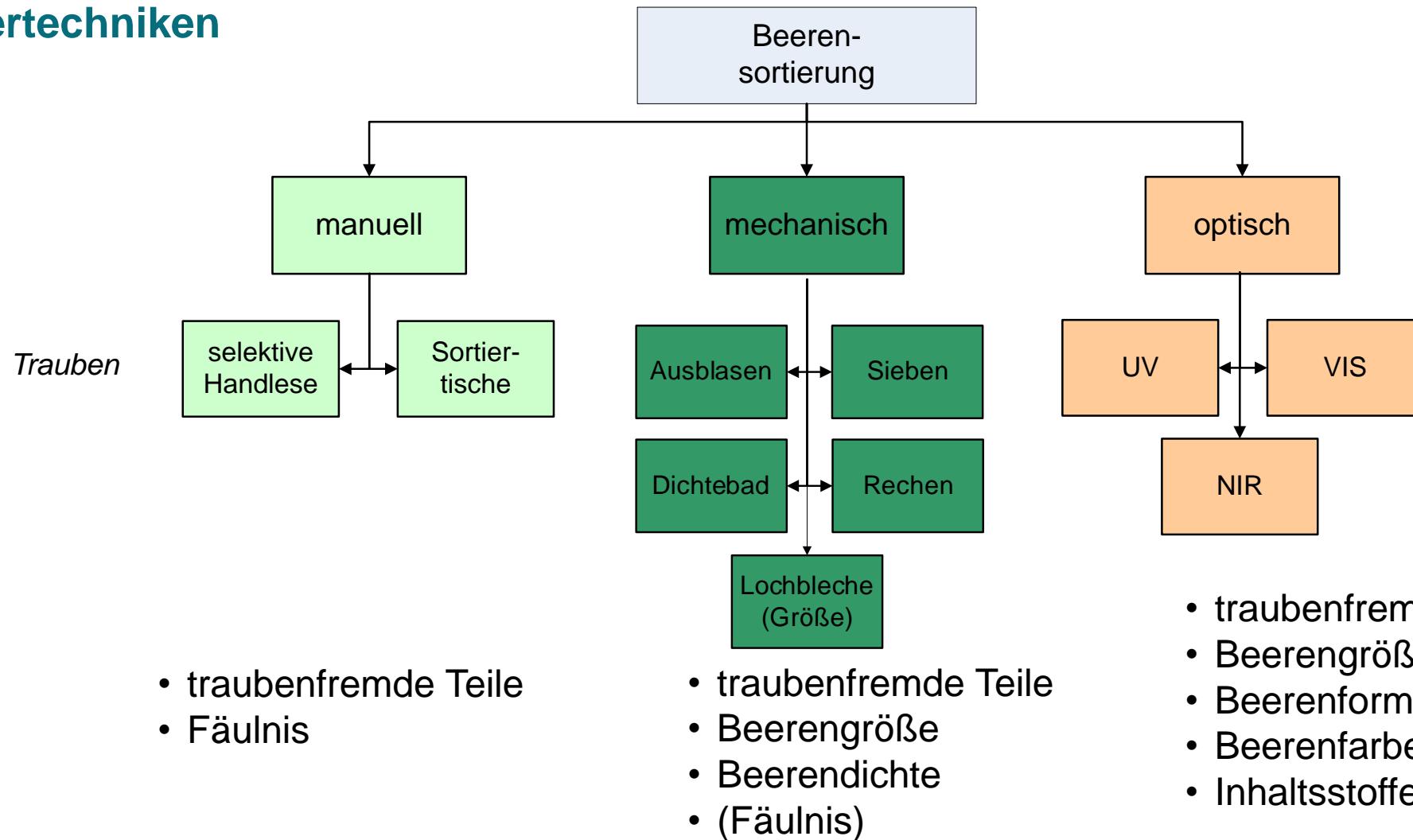
- Fremdkörper
- Fäulnis
- Beerengröße
- Beerenfarbe
- Inhaltsstoffe



Stand der Sortiertechnik

Sortierkriterien im Überblick

Sortiertechniken



Sortiertechnik manuell

Sortiertisch Traube und Beere

- **ganze Trauben** oder Beeren
- **Band-** oder Vibrations**sortiertische**
- 0,8-1,0 m Bandbreite
- mit Trichter
- mit Möglichkeit der Entsaftung
- Sortierrinnen für Fremdpartikel
- Regelantrieb (3-10 m/min)
- Höhenverstellung ~ 0,85 m
- leichte Reinigung

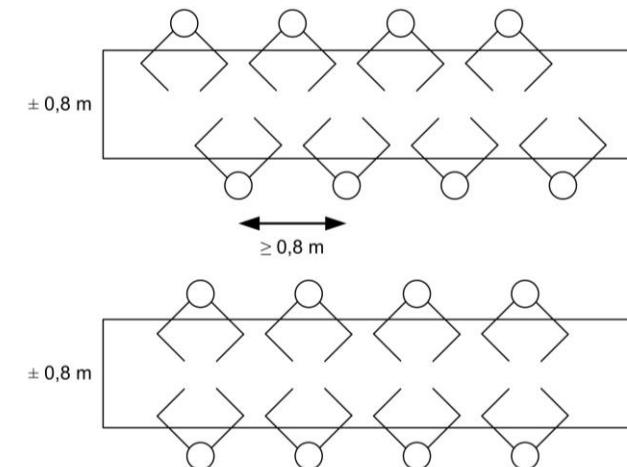
• Bandlänge = 0,8 m x (Personenanzahl/2 + 0,5 m)

• **3-8 t/h bei 6-10 Personen**

– *ganze Trauben und Fremdkörper bei Beeren*

• **1 t/h bei 10 Personen**

- *faule Beeren (<20%), (Feltes, Porten 2013)*

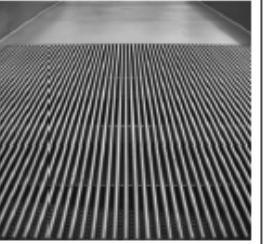
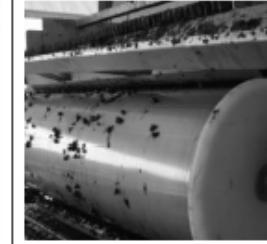
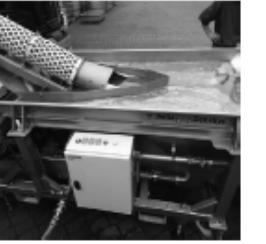


Stand der Sortiertechnik manuelle Sortiertechnik		
Leistungsberechnung einer Beeren sortierung über ein Sortierband*		
Beeren auf dem Band		
Sortierbanddaten		
Bandlänge	4 m	
Bandbreite	0,8m	
Bandfläche	3,2 m ²	
Bandgeschwindigkeit	0,05 m/s	3 m/min
Rehsorte Riesling (ca. 10 Trauben)		
Trubengewicht	198,5g	
Rappengewicht	11,4g	6,9 % w/w
Beeren gewicht	1,8g	
Beerenanzahl/Traube	84 Beeren	
Beerdurchmesser	13,3mm	
Beispielrechnung bei 10% Faulnis		
18.020 Beeren	33,2 kg	
4.507 Beeren/min	8,3 kg/min	
229 Beeren/s	0,4 kg/s	
13.522 Beeren/min	24,4 kg/min	
811.318 Beeren/h	1422 kg/h	
*Anmerkung: gesamte Bandfläche ist mit Beeren bedeckt 80 Beeren x 300 x 18.000 mm = 4320000 mm ² Beeren x 300 Beeren		
HOCHSCHULE GEISENHEIM UNIVERSITY		

Christmann, Freund 2010; Weik 2011

Stand der Sortiertechnik mechanischer/physikalischer Systeme

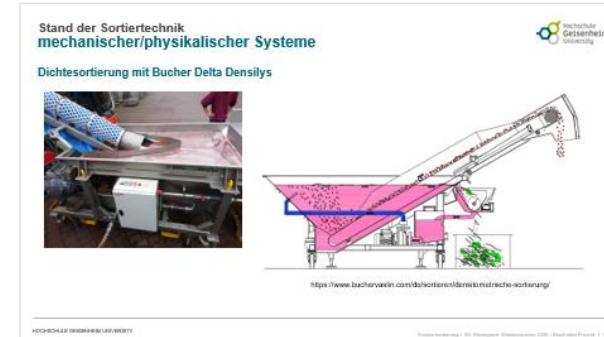
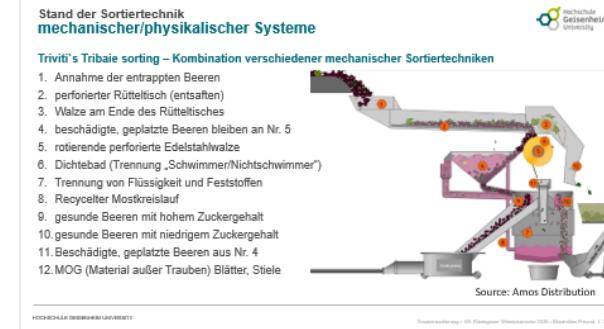
Prinzipien und Einsatzgebiete mechanischer Systeme im Überblick

System	Lochblech	Gitter	Rollen	Rinnen	Stachel-/Fingerwalzen	Walzen	Windsichtung	Dichte
								
Prinzip	Größe der Löcher	Größe des Gitters	Abstand der Rollen	Abstand der Stäbe	Ergreifen größerer, länglicher Verunreinigungen	Anhaften von Teilen	variabler Luftstrom	unterschiedliche Dichte
Wirkung	Beeren und kleinere Teilchen fallen durch Löcher	Beeren und kleinere Teilchen fallen durch Gitter	Beeren und kleinere Teilchen fallen durch Zwischenräume	kleinere Teilchen, Trockenbeeren fallen durch Stäbe	Abkämmen von Blättern, Stielen und Rappen	Beerenhäute	in Abhängigkeit des Luftstroms Stiele, Blätter, Rappen Beerenhäute	unreife Beeren, eingetrocknete Sonnenbrandbeeren, Stiele, Rappen, Beerenhäute schwimmen
Quelle	Eigen	Eigen	Pellenc	Armbruster	Gregoire	Amos-Industrie	Scharfenberger/Braud	Bucher

Freund und Blank 2020

Stand der Sortiertechnik mechanischer/physikalischer Systeme

- Amos Distribution Triviti's Tribiae sorting
- Bucher Delta Rflow
- Bucher Delta Density
- **Schwerpunkt liegt auf**
 - leichtere Fremdkörper und traubenfremde Teile
 - eingetrocknete Beeren
 - Beerenhäute



Rahmenbedingungen und Voraussetzungen

- Raumbedarf berücksichtigen: Standfläche, Durchlüftung (Keimbelaustung bei Botrytis)
- Vollernterlesegut, Handlese -> Noppen bei Bändern bei Maische schwierig
- Rüstzeiten – Reinigen, Einstellen (Entrapper, Förderband, Flugbahn, Einlernen usw.)
- vorgereinigte, vereinzelte, ruhige Beeren (ohne freien Saft, keine kleinen Stielreste)
- hoher Luftbedarf mit zunehmendem Fäulnisanteil
- gut und gleichmäßige Beleuchtung
- nicht spiegelndes Band bzw. Beeren
- größere Anzahl von auszubauenden Partien (Logistik)
- Vorteile bei große Partien, gut zu entrappende Rebsorten, gesundes Material
- Handhabung: Schulung, Wartung, Aktualisierung/Nachrüstung, Bedienbarkeit, vorhandene Sortierprogramme

Porten und Feltes 2014; Freund und Blank 2020, Weik 2023

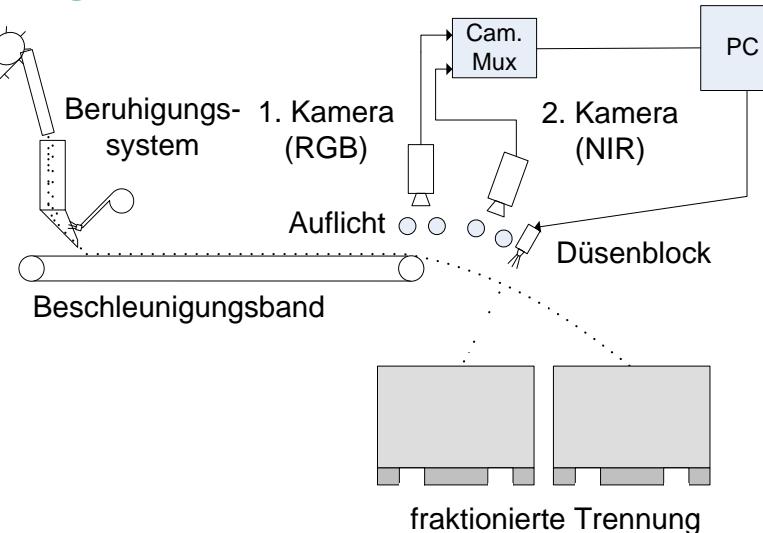
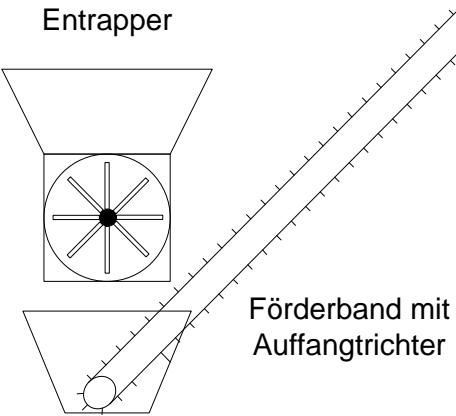
Stand der Sortiertechnik

optische Sortierung

Allgemeiner Aufbau einer optischen Sortierung

Entrappen

Abtrennen der Beeren -> ermöglicht scannen einzelner Beeren



Vereinzeln/ Vorentsäften

vereinzeln der Beeren und Abtrennen von Saft -> Vibrationstische mit Sieb bzw. Förderbänder mit Abseihvorrichtung

Beschleunigen

Beschleunigung auf 2-3 m/s -> Standardisierung der Flugkurve, um Zeit zwischen Bild und Düse zu berechnen

Beruhigen

Beruhigen der Beeren = scharfe Bilder -> Noppenbänder, Gebläse, Stabilatoren

Scannen einzelner Beeren

mehrere tausend Bilder/Sekunde, (teils mehrere bildgebende Systeme mit unterschiedlichen Wellenlängenbereichen gleichzeitig) + DV-Auswertung (ja/nein) + Ansteuern der Düse

Ausschleusen

Luftdruck verändert die Bahn der Beere -> Trennung (2-3 Fraktionen)

Stand der Sortiertechnik

optische Sortierung

Wellenlängenbereiche und deren Einsatzgebiete

Sensor-Technologie	Material-eigenschaften	Beispiele
visueller Bereich (VIS)	Farbe, Oberflächenmerkmale	Farbe: grün/gelb, grün/rot/blau, rot/rot ? Fäulnis? Form: rund, oval, uneben, Fremdkörper Größe
Nah-infrarot-Bereich (NIR)	molekulare Zusammensetzung – teils transmittierend	Farbe: rot/rot/blau Inhaltsstoffe Fäulnis im Inneren (Äpfel, Mandarinen)
ultravioletter Bereich (UV)	fluoreszierende Effekte	Schimmel, Phenole
kurzwelliges Infrarot (SWIR)	Feuchtigkeit, unsichtbar im VIS (keine Wärmeabgabe)	Fäulnis , Kunststoffe

Bildgebende Systeme

Wellenlängenbereiche/-breite:

- UV (350-400 nm)
- RGB (400-700 nm, Rot, Grün, Blau)
- VIS (400-700 nm, mono)
- NIR (700-1100 nm)
- SWIR (900-1700 nm)
- Multispektral (700-1700 nm – breite Bande)
- Hyperspektral (350-2500 nm – schmale Bande)

Auflösung:

- Zeilenkameras (1 D)
- Flächenkameras (2 D)
- Volumenkameras (3 D)

Beleuchtungstechniken:

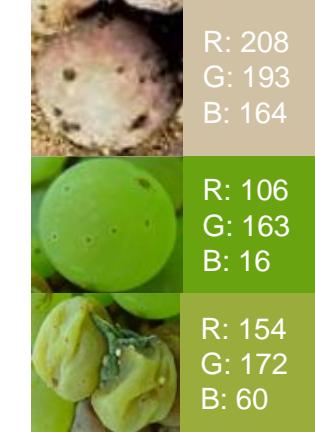
- LED
- Laser
- Halogenlampen
- Xenon- oder Quecksilberlampen

Stand der Sortiertechnik

optische Sortierung

mögliche Regel- und Steuerungsinstrumente

- Schwellenlogik
 - **einfache Regeln nach Grenzwerten**
z.B. „R-Wert > 150 oder Rundheit <0,8 = schlecht“
Durchmesser $10 < x < 12 \text{ mm}$ und Rundheit > 0,9
 - Problem: Botrytis kann hell, dunkel,; Sonnenbrand variiert stark nach Sorte und Reife; gesunde, sehr reife Beeren können ähnlich dunkel sein wie geschädigte
= starre Schwellen geraten hier schnell an Grenzen und produzieren viele Fehlklassifikationen.
- Machine-Learning-Verfahren
 - Ein Klassifikator lernt aus **gescannten Beispielen**: „So sieht typischer Botrytispilz aus“, „so Sonnenbrand“, „so gesund“, und kann dann auch feinere Muster erkennen als reine Schwellen – etwa matte, leicht runzelige Botrytis-Beeren ohne klaren Pilzrasen oder frühe Sonnenbrandschäden mit noch relativ fester Beere
- Deep Learning
 - Ein tiefes **neuronales Netz bekommt Rohbilder und lernt selbst**, welche Kombinationen aus Fleckenform, Rändern, Mikrostruktur der Schale, Schattierungen und Umgebungsinformationen (z.B. Lage in der Traube) typisch für die Klassen sind.
 - Dadurch können auch sehr komplexe Fälle gut getrennt werden: **gemischte Schäden** (Sonnenbrand plus späterer Botrytisbefall), **unterschiedliche Sorten** sowie frühe, noch **wenig ausgeprägte Stadien der Fäulnis**, die für Schwellenlogik und klassische ML-Features schwer zu fassen sind.

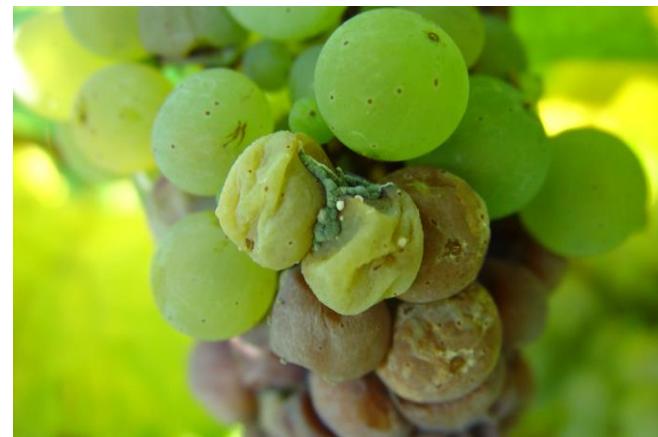


Stand der Sortiertechnik

optische Sortierung

Selektionskriterien für faules Lesegut

- Fremdkörper bzw. traubenfremde Teile
- Farbe (VIS-Systeme)
- Form (2D) ~ Rundungen, Konturen (die meisten bildgebenden Systeme)
- Oberfläche ~ runzlig (3D, z. B. Laser)
- Wassergehalt (NIR, SWIR)



Stand der Sortiertechnik optische Sortierung

- Armbruster GrapeSort
- Bucher Delta Vistalys
- Key Technology Optyx
- Pellenc Integral Vision
- Protec X-Tri 50 Eco AI
- Scharfenberger ESOS



**Stand der Sortiertechnik
Kostenabschätzung einer Beeren sortierung (5 t/h Sortergut)**

Vergleich einer optischen mit einer manuellen Beeren sortierung

	500 kg = 5 t/h	180 kg = 1 t/h
- Beeren sortierung		
- gesamte Investitionen		
- 900 t/a	65	70
- 30 Arbeitstage	0,13	0,08
- 8 h eff Arbeitszeit	0,49	0,49
- 75% Wirkungsgrad*		
- 5 Jahre Abschreibung		
Kosten Sortergut (€/t)	65	368
Gesamtkosten Wein* (€/t)	0,13	0,49

*Vergleichende Kostenabschätzung für die Beeren sortierung. Die tatsächlichen Kosten können je nach Anwendungsbereich und Anforderungen variieren.

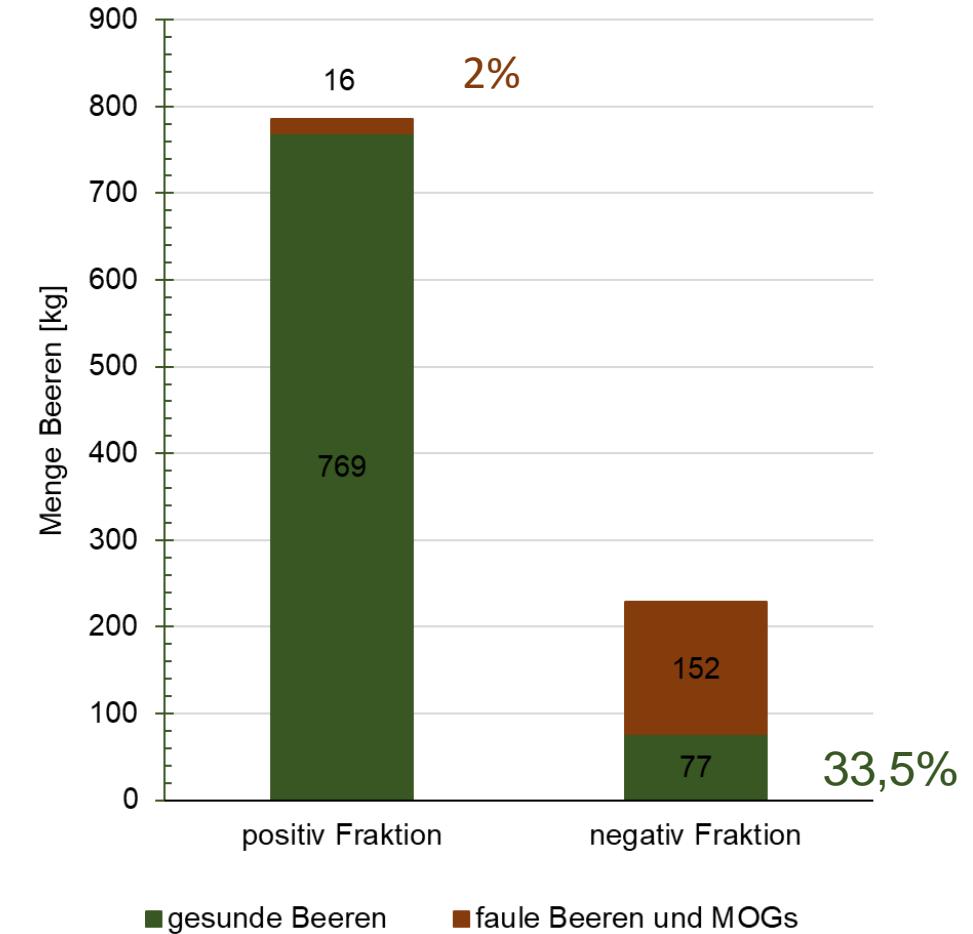
HOCHSCHULE GEISENHEIM UNIVERSITY

fäulnisbelastetes Lesegut eigene Sortiererfahrungen

Riesling-Lesegut ~20% Bortytisanteil



Positive und negative Fraktion und Anteil an gesunden und faulen Beeren



Massenbilanz Riesling etwa 20% Botrytisfäule

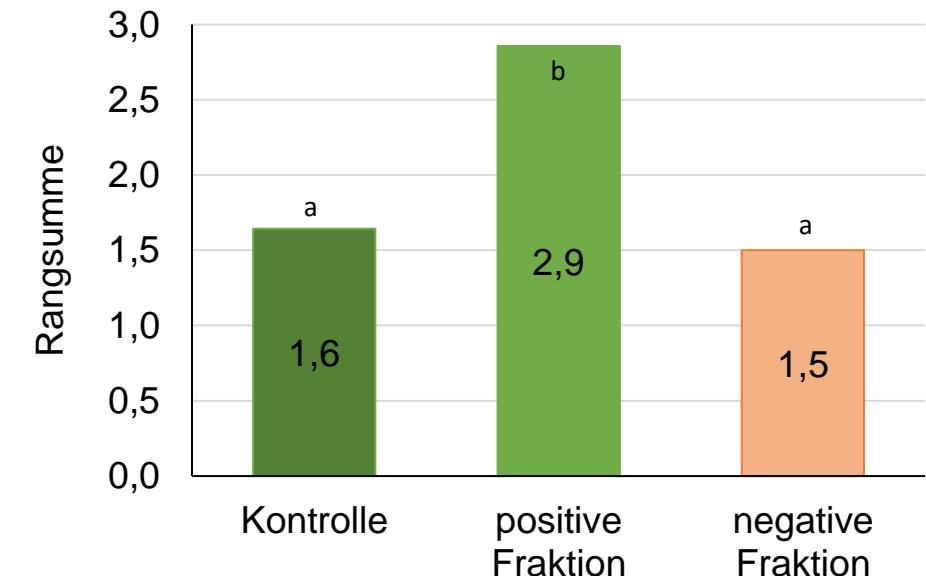


fäulnisbelastetes Lesegut eigene Sortiererfahrungen

Mostanalysen Riesling Most etwa 20% Botrytisfäule

Weinnummer	Kontrolle	positive Fraktion	negative Fraktion
NOPA mg/l	77	59	85
°Oe	93	87	100
Gesamtsäure g/l	11,3	10,7	10,1
pH-Wert	2,97	3,05	3,07
Gesamtextrakt (g/l)	252	236	269
Weinsäure g/l	7,6	7,1	6,2
Apfelsäure g/l	5,1	5,1	5,5
Flüchtige Säure g/l	0,20	0,15	0,30
Gluconsäure g/l	0,1	0,1	0,1
Glyzerin g/l	1,5	1,1	3,4
Ethanol g/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5

Sensorik: Rangordnung der Weine



- Kontrolle und negative Fraktion vergleichbar
- positive Fraktion grüner, unreifer; schlechter bewertet

Postel, Blank, Freund

fäulnisbelastetes Lesegut - technische Möglichkeiten der Traubensortierung

Zusammenfassung

- Herausforderungen durch Klimawandel

- frühere Reife
- erhöhter Befall: *Botrytis cinerea* und Sekundärflora

- Veränderungen fauler Trauben

- Biochemisch: Enzymabbau, Oxidation, Gärungsprozesse
- Chemisch: Flüchtige Säure, Ethanol, Fehlaromen, Nährstoffverlust
- Physikalisch: Strukturzerfall, Farb-/Formveränderung, hohe Empfindlichkeit

- Technische Sortierlösungen

- Manuell: Handlese, Sortiertisch
- Mechanisch: Entrapper, Rollen-, Walzen-, Luft-, Dichtesortierer
- Optisch: UV/VIS/NIR-Kameras, KI-Erkennung („gesund/faul“)

- Wirkung und Grenzen

- hohe Trennsicherheit bei grünen Beeren
- Erweiterung des Spektrums nötig bei roten/blauen Sorten
- Einschränkungen bei starkem Fäulnisbefall → Saftverluste, geringere Leistung