



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

HBLAuBA KLOSTERNEUBURG  
WEIN- UND OBSTBAU

# Bakterien im Wein – Einblick in die Vielfalt der Bakterien während der Gärung

Dipl.-Ing. Petra Riegler

HBLA und BA für Wein- und Obstbau



# FRAGEN ZUM THEMA

1. **Wofür** werden Bakterien im Wein **eingesetzt**?
2. **Wachsen** Bakterien im Wein?
3. Haben Bakterien einen **relevanten Einfluss** aufs **Aroma**?
4. Wo könnten sich Bakterien im Wein (zumindest theoretisch) **aufhalten**?
5. Wurden **viele verschiedene** Bakterien im Wein gefunden?
6. Gibt es **ungenutztes Potential** bei Bakterien?

# 1. EINLEITUNG - BAKTERIEN

- im Wein bisher Zugang mehr oder weniger nur:
- **BSA** - Biologischer Säureabbau (MLF): Säureabbau durch Bakterium **Oenococcus oeni**
- Ausnahme: **Essigproduktion**. Hier kein Thema

## 2. BAKTERIEN IM WEIN

- **Dogma:** „Im Wein wachsen **keine Bakterien**, da der pH-Wert zu tief ist ( $< 3.5$ ) - Ausnahme: **Oenococcus oeni**“
- „damit spielen Bakterien für das **Weinaroma** keine Rolle“

## 2.1 PH-WERTE IN MOST UND WEIN

- **pH 0-3 keine Bakterien**
- **pH 3-3,5** bisher (Klimawandel?!?) üblich im Wein **ca. 99%** der Weißweine und Großteil der Rotweine in Österreich
- **pH 3,5-4** für Rotweinwinzer ein Thema. Bakterien sind **schwierig** zu kontrollieren.
- Über **pH 4,5 pathogene Krankmacher** können wachsen. Pasteurisierung für Haltbarmachung reicht nicht mehr. Über pH 4,5 kommt im Weinbereich **nicht** vor!!

## 2.2 NEUER ANSATZ

- mittlerweile Rotweine mit **pH 3,6 - 4,2 in Österreich** bekannt
- neuer Ansatz: auch Bakterien die **pH über 4,5** brauchen können relevant fürs Aroma werden und sollten analysiert werden
- Bakterien mit keiner (oder kaum) **Stoffwechselaktivität** reichen um sich aufs **Aroma** auszuwirken
- **keine lebenden Organismen benötigt** - **Enzyme** von Bakterien genügen

## 2.3 PH-WERTE IN UMWELT UND MOST

- Bakterien durch **Umwelteinflüsse** (z.B. Tiere) auf Traube - hat z.B. pH - Wert 7
- durch **Pressen** der Trauben: im Most schlagartige Änderung von **pH - Wert 7** auf ca. pH - Wert **3,5**

## 2.4 BAKTERIEN IM MOST UND WÄHREND DER GÄRUNG

- nicht lebensfähig
- (sehr kurz) überlebensfähig
  - relevanter Stoffwechsel
  - kein (für den Winzer) relevanter Stoffwechsel
- vermehrungsfähig

## 2.5 RELEVANTER STOFFWECHSEL

- bedeutet:
  - **gewisse Zeit** Stoffwechsel treiben ist möglich und
  - **relevante Mengen an Aromen** können gebildet werden

## 3. AROMEN

- es gibt Aromen die in **geringsten** Mengen **riechbar** / merkbar sind
- über viele Aromen **weiß** man **wenig**
- einige Substanzen liegen in **winzigen Mengen** vor
- bis vor kurzem (bzw. noch immer) waren diese Mengen gar **nicht messbar**

# 3.1 GERUCHS- SCHWELLENWERTE

- Aromen bzw. Gerüche messbar in:
- **Milligramm pro Liter** (mg/l) =  $10^{-3}$  g/l
- **Mikrogramm pro Liter** (1 Mikrogramm = 0,001 mg = 1 Millionstel Gramm =  $10^{-6}$  g/l)
- **Nanogramm pro Liter** (1 Nanogramm = 0,000.001 Milligramm = 1 Milliardstel Gramm =  $10^{-9}$  g/l)

## 3.2 RELEVANTES POSITIVBEISPIEL

- **MMP Geruch** (verantwortliche Substanz  
= 4-Mercapto-4-methyl-2-pentanon) nach **schwarzer  
Johannisbeere**: 0,1 Nanogramm =  
 $0,1 \times 10^{-9} = \mathbf{0,000\ 000\ 000\ 1\ Gramm}$  sind riechbar
- d. h. geringste Mengen an Aroma können schon relevant sein -  
MMP aber kein Produkt von Bakterientätigkeit
- ca. die Masse eines einzigen **Feinststaubkorns**
- das muss mal einer **messen** können

## 3.3 RELEVANTES NEGATIVBEISPIEL

- **Böckser Ethylmercaptan** = stinkend (fäkalisch, Verwesung)
- 8 Nanogramm reichen um es in Wasser zu riechen, also  $8 \times 10^{-9}$  Gramm = **0,000 000 008 Gramm**
- Ethylmercaptan kann konkret **von Bakterien** produziert werden

## 3.4 VORLÄUFER- SUBSTANZEN

- Bakterien müssen nicht einmal direkt ein **relevantes Aroma** herstellen um Einfluss auf das Aroma zu nehmen
- es **reicht** schon die Produktion von **Vorläufersubstanzen** die dann später zu relevanten Aromen umgebaut werden
- **oder** die **Freisetzung von Enzymen**, die später Einfluss auf die Aromabildung haben,...

## 4. PH-WERT UND STOFFWECHSEL

- das hatten wir schon:
- **Lehrmeinung** – „im Wein wachsen **keine Bakterien** außer *Oenococcus oeni* , da der pH-Wert zu tief ist“
- **neuer Ansatz** - auch wenn Bakterien sich **nicht vermehren** können, ist möglicherweise ein **relevanter Stoffwechsel** möglich

# 4.1 PH-WERT UND AUFENTHALTSORTE

- im Saft (**Most**): **pH 3,5**
- innen in einem **Trubpartikel**: pH könnte eine gewisse Zeit **höher** sein als pH 3,5
- pH-Wert in einer **Hefezelle**: z. B. **pH 6**
- im **Geläger (zersetzende Hefe)**, das durch eine Weinsteinschicht vom Rest des Weines abgeschirmt ist: pH möglicherweise deutlich **höher bis pH 6**

## 5. AKTUELLER ARTIKEL ZUM THEMA

- „Insights into the bacterial community and its temporal succession during the fermentation of wine grapes“
  - **(Einblicke in die Mikroorganismengesellschaft und ihre zeitliche Abfolge bei der Vergärung von Weintrauben)**
  - von Hailan Piao<sup>1</sup> et. al
- <sup>1</sup> Department of Viticulture and Enology, Washington State University, Richland, WA, USA, 2015

## 5.1 NEUE METHODE/ANSATZ

- d. h. neue Methode. Es handelt sich um eine **gentechnische Methode** mit der man sehr einfach unterschiedlichste vermehrungsfähige und **nicht vermehrungsfähige** Bakterien in einem Medium (hier Wein) nachweisen kann.
- Methode heißt **PCR-DGGE**

## 5.2 BAKTERIENVIELFALT WÄHREND DER GÄRUNG 1

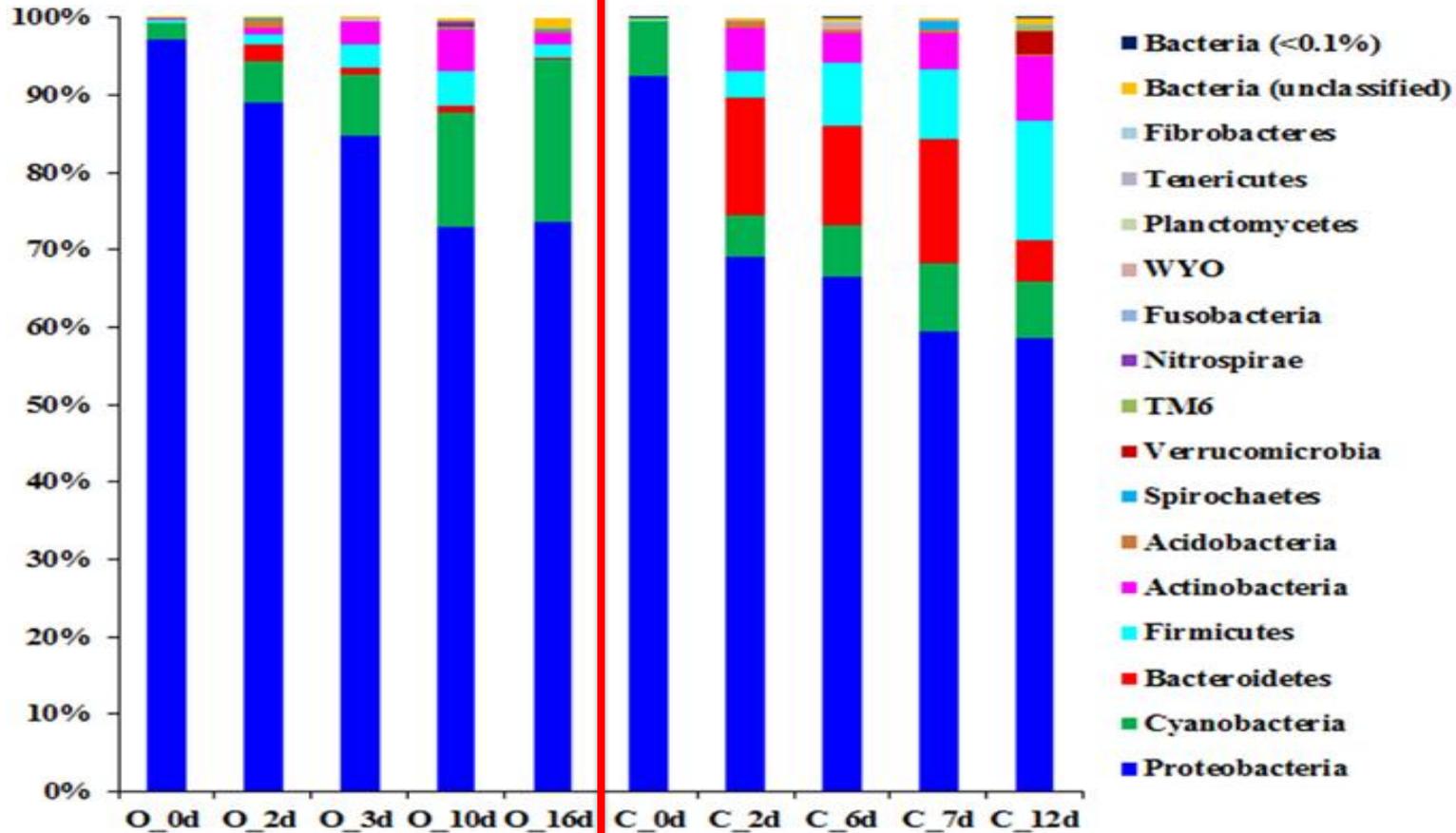
- Ergebnisse: Nachweis von **15 Stämmen**
- größter Anteil **Proteobakterien** (später der blaue Balken)
- **z.B. Essigsäurebakterien** gehören dazu - bei Weinbereitung in der Regel nicht von Bedeutung, da Sauerstoff für die Vermehrung benötigt wird
- ab Einsatz der Gärung **kein Sauerstoff** mehr zur Verfügung
- bei Lagerung vor allem mit  $\text{SO}_2$  - Einsatz keine ausreichende Mengen Sauerstoff

## 5.2 BAKTERIENVIELFALT WÄHREND DER GÄRUNG 2

- neben Proteobakterien **Vielzahl anderer** Bakterien
- **Auswirkungen** bei Weinherstellung **unklar**
- vorausgesetzt diese Bakterien benötigen **pH von über 4** zur Vermehrung:
  - trotzdem relevanter **Einfluss aufs Aroma** möglich

ohne SO<sub>2</sub>

mit SO<sub>2</sub>



[https://www.researchgate.net/publication/281644181\\_Insights\\_into\\_the\\_bacterial\\_community\\_and\\_its\\_temporal\\_succession\\_during\\_the\\_fermentation\\_of\\_wine\\_grapes](https://www.researchgate.net/publication/281644181_Insights_into_the_bacterial_community_and_its_temporal_succession_during_the_fermentation_of_wine_grapes)

## 5.2 BAKTERIENVIELFALT WÄHREND DER GÄRUNG 3

- Vielzahl an Bakterien in **unterschiedlichen Mengen**
- **Essigsäurebakterien** werden **prozentuell weniger**, andere Bakterien werden mehr
- Versuch mit und ohne **Maischeschwefelung** (Einfluss auf Zusammensetzung?)
- **Cyanobakterien bzw. Bacteroidetes** nehmen zu
- unbekannt **welchen und ob** diese Bakterien einen **Einfluss** haben

## 6. DIPLOMARBEIT ÜBER BÖCKSER

- im Jahr **2000**: **Erlacher** Diplomarbeit an Boku
- Absolvent der HBLA u. BA Klosterneuburg Diplomarbeit unter Leitung von **Direktor i. R.** HR Univ. Prof. Dipl.-Ing. **Dr. Josef Weiss**
- Erlacher sagte schon im Jahr 2000:
- im Most und Wein: bei **PH < 4** sind **böckserbildende Bakterien** nicht auszuschließen

# 6.1 DIPLOMARBEIT ÜBER BÖCKSER 1

- Erlacher war der Ansicht, dass  $H_2S$  (Böckser) von **Clostridienbakterien**, die laut Literatur zum Überleben einen **pH-Wert weit über 4** brauchen, verursacht wird. Damit können diese im Wein eigentlich nicht vorkommen.
- Die **Lehrmeinung** war bzw. ist: „diese Bakterien, die so hohe pH-Werte brauchen, können im Most/Wein **nicht wachsen** und daher **keinen Stoffwechsel** treiben“.

# 6.1 DIPLOMARBEIT ÜBER BÖCKSER 2

- Erlacher hat **Hypothese** aufgestellt, dass böckserbildende Bakterien **Stoffwechsel** treiben können, auch **ohne Vermehrung oder** Möglichkeiten finden sich zu **vermehrten z. B. im Geläger** wo lokal **höhere pH-Werte** herrschen als im restlichen Wein
- **zersetzendes Geläger (zersetzende Hefe), Weinsteinschicht** darüber, pH-Wert darunter ca. 6: da können viele „Sachen“ wachsen, auch stinkende „Sachen“

# 6.1 DIPLOMARBEIT ÜBER BÖCKSER 3

- Walter Erlacher. Diplomarbeit 2000 (Boku)
- **Quintessenz:**

Die bisher vielfach vertretene Ansicht, daß im Lebensraum Weinkeller (pH-Werte < 4.0) eine Stoffwechselaktivität von H<sub>2</sub>S-bildenden Bakterien kategorisch auszuschließen sei, ist demnach nicht länger aufrechtzuerhalten.

# 7. UNGENUTZTES POTENTIAL DER BAKTERIEN

- **aktuell: Milchsäurebakterien** nur für Umbau von Äpfelsäure zu Milchsäure eingesetzt
- Ziel war/ist **Nebenreaktionen** zu unterbinden
- als Vergleich: bei **Reinzuchthefer** wäre „nur“ Umwandlung von Zucker in Alkohol wichtig
  - **Gärungsnebenprodukte (z. B. Acetaldehyd, Glycerin,...)**, aber auch **Aromen** etc. wären außer Acht gelassen

# 7.1 UNGENUTZTES POTENTIAL DER BAKTERIEN

- **Bakterien werden unterschätzt** - sie können mehr!
- neuer Forschungsansatz: Bakterien können **potentiell (mehr) Einfluss auf das Weinaroma** nehmen **als Hefen**
- Bakterien können sehr viel
- aber Achtung: Nicht alles ist positiv - **auch unerwünschte Nebenreaktionen**

## 7.2 CHANCEN / GEFAHREN 1

- Bakterien können im Wein viele **Substanzen um- und aufbauen**, mit denen Hefen nichts anfangen können
- bekannt und **positiv: z. B. Abbau von Acetaldehyd** (von Hefe produziert, riecht ungut)
- damit Bedarf an **SO<sub>2</sub>** im fertigen Wein **drastisch reduzierbar**

## 7.2 CHANCEN / GEFAHREN 2

- Es können viele positive Aromen aufgebaut oder unerwünschte abgebaut werden.
- **Leider** können auch **erwünschte Substanzen abgebaut** werden.
- Neben Äpfelsäure können **z. B. Glycerin, Wein- und Zitronensäure** verstoffwechselt werden.
- **Umbau von Essigsäure leider nicht möglich** ☹️

## 7.2 CHANCEN / GEFAHREN 3

- **aktuell Forschungsprojekte an der HBLA und BA**  
Klosterneuburg zu vielen dieser Themen und Fragestellungen
- **Dank an die Kellerwirtschaft für die Zusammenarbeit!**

## 7.3 UNERWÜNSCHTE REAKTIONEN WENIG BEKANNT

- Ethylcarbamat (**Urethan**): **krebserregend**
- **Histamin**: für Allergiker unangenehm
- weitere sog. „**Leichengifte**“ (biogene Amine):  
Putrescin und Cadaverin: negatives Aroma
- flüchtige Phenole: **Pferdeschweiß**
- **Mäuseln**
- bei „spontanem“ **Bakterieneinsatz** möglich

# 7.4 REINZUCHT- BAKTERIEN

- **kommerzielle Bakterien-Stämme selektioniert**, damit unerwünschte Reaktionen gar nicht durchgeführt werden
- **Reinzuchtbakterien:** auch keine 100%ige Garantie, aber nahe dran

## 8. FAZIT - BAKTERIEN IM WEIN

- bisher **wenig beachtet**, außer **BSA**
- **Chancen** und Möglichkeiten für positiven Einfluss bisher **nicht genutzt**
- **mögliche Gefahren** durch Bakterien (auch bekannter (Oenococcus oeni)) bisher wenig beachtet
- Möglichkeiten des Einflusses von **nicht vermehrungsfähigen** aber (kurzzeitig) lebensfähigen **Bakterien** bisher **kaum untersucht**