

# Induktion von Phytoalexinen in *Vitis vinifera* Kalluskulturen durch Hefeisolate

Susanne Rühmann

[susanne.ruehmann@wzw.tum.de](mailto:susanne.ruehmann@wzw.tum.de)

Fachgebiet Obstbau der Technischen Universität München

Weihenstephan (Prof. Dr. Treutter)

## Induktion von Resveratrol-Derivaten durch epiphytische Stämme von *Aureobasidium pullulans* in *Vitis vinifera* Kalluskulturen

Rühmann Susanne, Dieter Treutter

Fachgebiet für Obstbau, Technische Universität München Weihenstephan, Alte Akademie 16, 85350 Freising, Germany

Pilzliche Pathogene wie *Botrytis cinerea* rufen weltweit erhebliche Ernteverluste im Weinanbau hervor. Untersuchungsansätze für einen umwelt-, anwender- und gesundheitsfreundlichen Pflanzenschutz im Obstanbau weisen auf die mögliche Nutzung von nicht-pathogenen Mikroorganismen, wie zum Beispiel Hefen, zur Eindämmung von pilzlichen Erregern hin. Ferner steht immer häufiger die Beteiligung von phenolischen Verbindungen als wirkungsvoller Abwehrmechanismus gegen Pathogene im Mittelpunkt von Untersuchungen. In der vorliegenden Arbeit konnte durch Behandlungen mit einem Kulturfiltrat des nicht-pathogenen, hefeähnlichen Pilzes *Aureobasidium pullulans* sowohl eine Induktion von konstitutiven phenolischen Verbindungen als auch eine Neusynthese von abwehrrelevanten Resveratrol-Derivaten in Weinkalli hervorgerufen werden.

Es standen für diese Untersuchung Kalluskulturen der Rotweinsorten „Regent“ und „Nero“ (*Vitis vinifera*) als Versuchssystem und vier von Apfelblättern endophytisch lebenden Isolate der Gattung *Aureobasidium pullulans* zur Verfügung. Die Kalli wurden *in vitro* auf modifizierten MS-Medien (Murashige und Skoog) kultiviert. Nach einer 14-tägigen Vorkultur wurde das Hefekulturfiltrat dem Kulturmedium zugeführt und die Proben 5, 10, 24 und 48 Stunden nach der Behandlung (HNB) entnommen. Der Phenylpropanoidgehalt der Kalli wurde mittels HPLC-Analyse bestimmt.

Durch eine Behandlung von Weinkalli mit dem Hefekulturfiltrat von *Aureobasidium pullulans* wurde sowohl eine signifikante Zunahme des Phenylpropanoidgehaltes als auch eine von der Elicitor-Konzentration abhängige Ausrichtung des Sekundärstoffwechsels festgestellt. Eine niedrige Elicitor-Konzentration führte zu einer deutlichen Induktion der Flavonoidsynthese bei geringfügiger Resveratrol-Akkumulation, eine hohe Elicitor-Konzentration resultierte in einer gesteigerten Akkumulation von Resveratrol-Derivaten bei verminderter Flavonoidbiosynthese. Ferner zeigten elicitierte Weinkalli einen verzögerten Krankheitsverlauf nach einer Infektion mit *Botrytis cinerea*, was auf ein gesteigertes Resistenzpotential von Wein Kalluskulturen durch eine Elicitation mit dem Hefekulturfiltrat hin deutet.

# Beteiligung von phenolischen Verbindungen als wirkungsvoller Abwehrmechanismus gegen Pathogene

Beteiligung von phenolischen Verbindungen als  
wirkungsvoller Abwehrmechanismus gegen Pathogene

Die mögliche Nutzung von nicht-pathogenen  
Mikroorganismen zur Eindämmung von Pathogenen

Beteiligung von phenolischen Verbindungen als  
wirkungsvoller Abwehrmechanismus gegen Pathogene

Die mögliche Nutzung von nicht-pathogenen  
Mikroorganismen zur Eindämmung von Pathogenen

Nutzung von nicht-pathogenen Mikroorganismen zur  
Induktion von abwehrrelevanten Sekundärstoffen

# Weinkallus

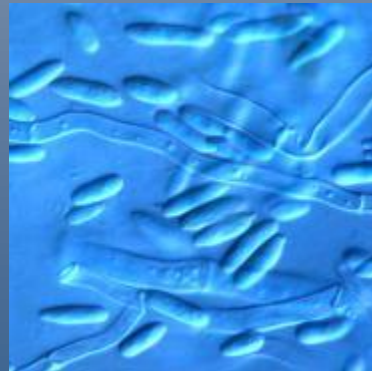
- Versuchsmaterial:  
etablierte Weinkalli der Sorten „Regent“ und „Nero“
- Kulturmedium:  
(K2) ein MS-Medium (Murashige und Skoog) mit 5 ppm Indolelessigsäure (IES) und 0,2 ppm BAP
- Die Weinkalli werden 14 Tage auf dem K2-Medium bei 16 Stunden Belichtung und 22 °C vorkultiviert, bevor die Elicitation erfolgt





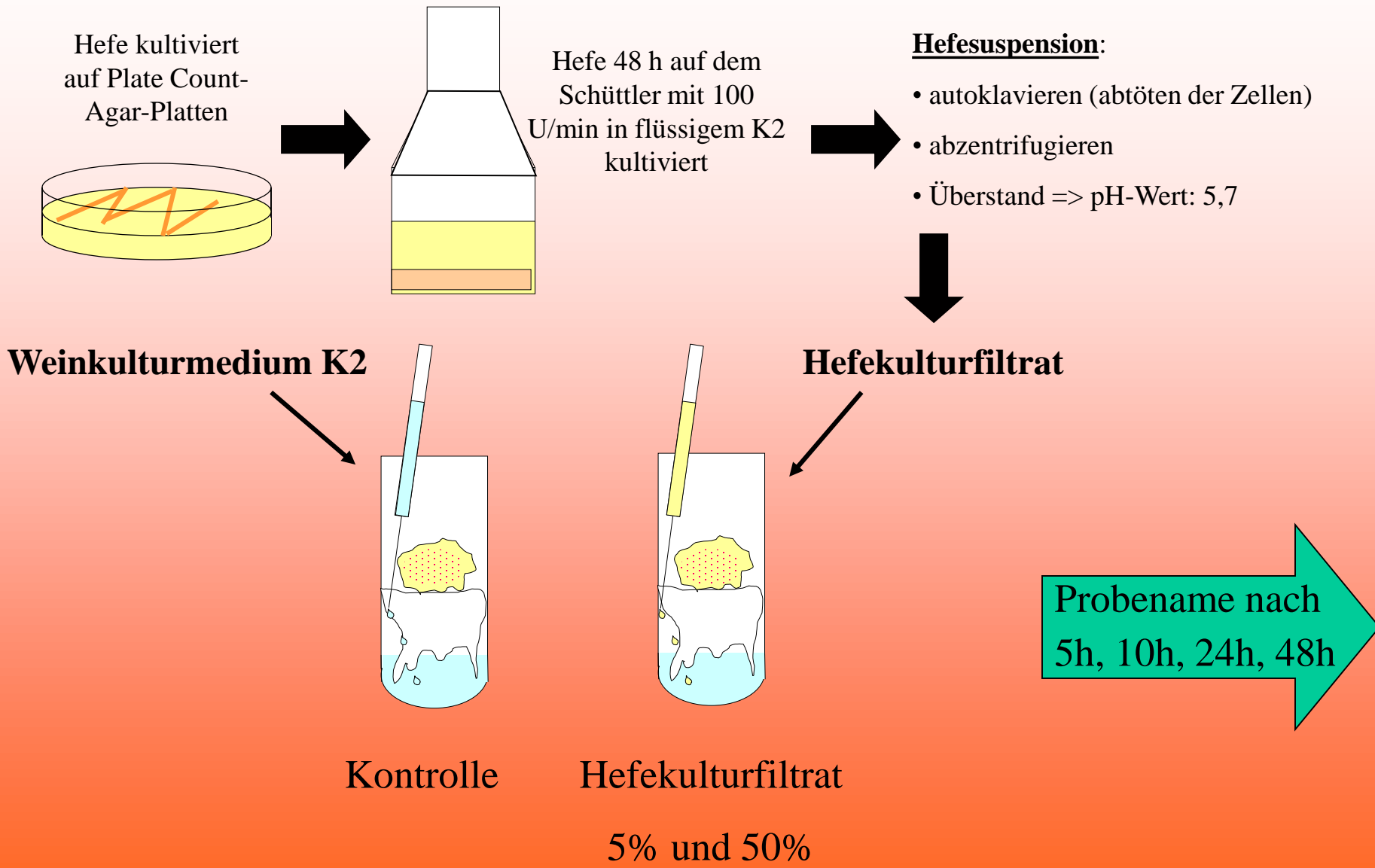
*Aureobasidium pullulans*  
(Bild: Mold Inspector Laboratory International)

Reich: Pilze  
Stamm: Ascomycota  
Unterstamm: Pezizomycotina  
Ordnung: Eurotiomycetes  
Familie: Dothioraceae  
Gattung: *Aureobasidium*  
Art: *pullulans*



*Aureobasidium pullulans* Hyphen und Sporen.  
(Enius AG 2005)

# Elicitorbehandlung von Weinkallus mit Hefekulturfiltrat



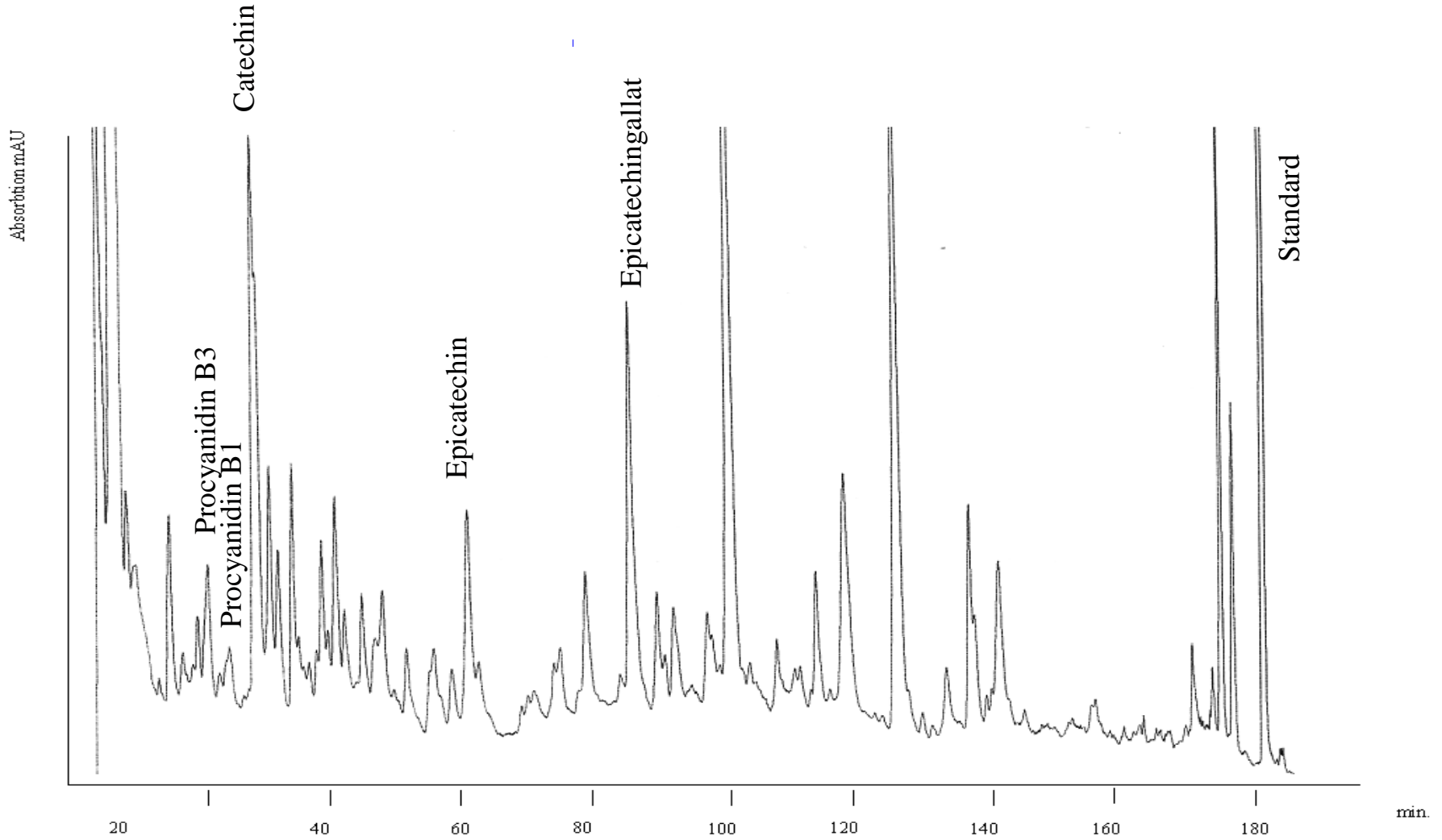


# Analysemethoden

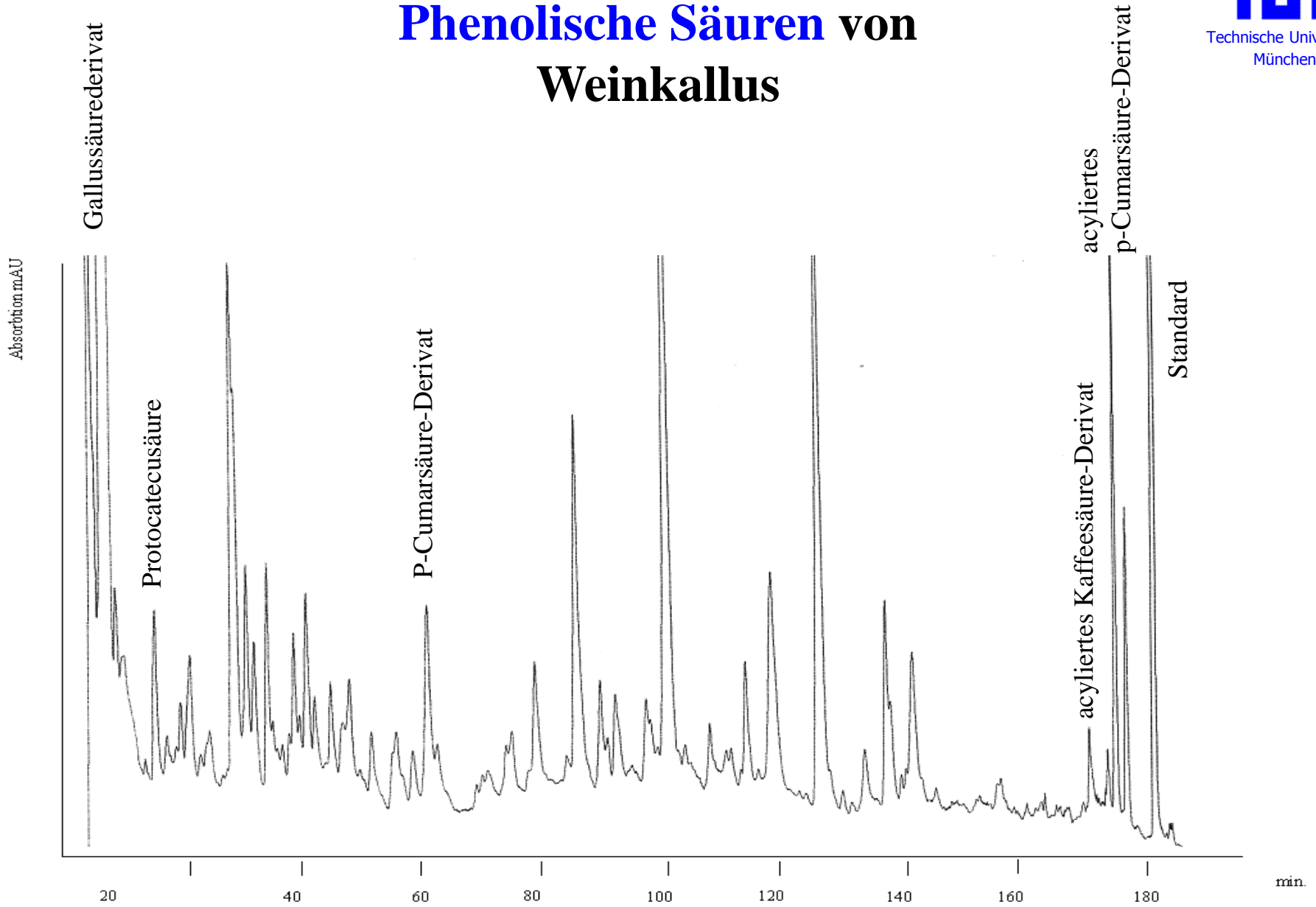
- Gefriergetrocknete Kalli wurden methanolisch extrahiert, evt. enzymatisch hydrolisiert.
- Extrakte wurden charakterisiert mittels:
  - HPLC (Hochdruckflüssigkeitschromatographie)
  - UV-Spektroskopie
  - Dünnschichtchromatographie

# Konstitutive Verbindungen

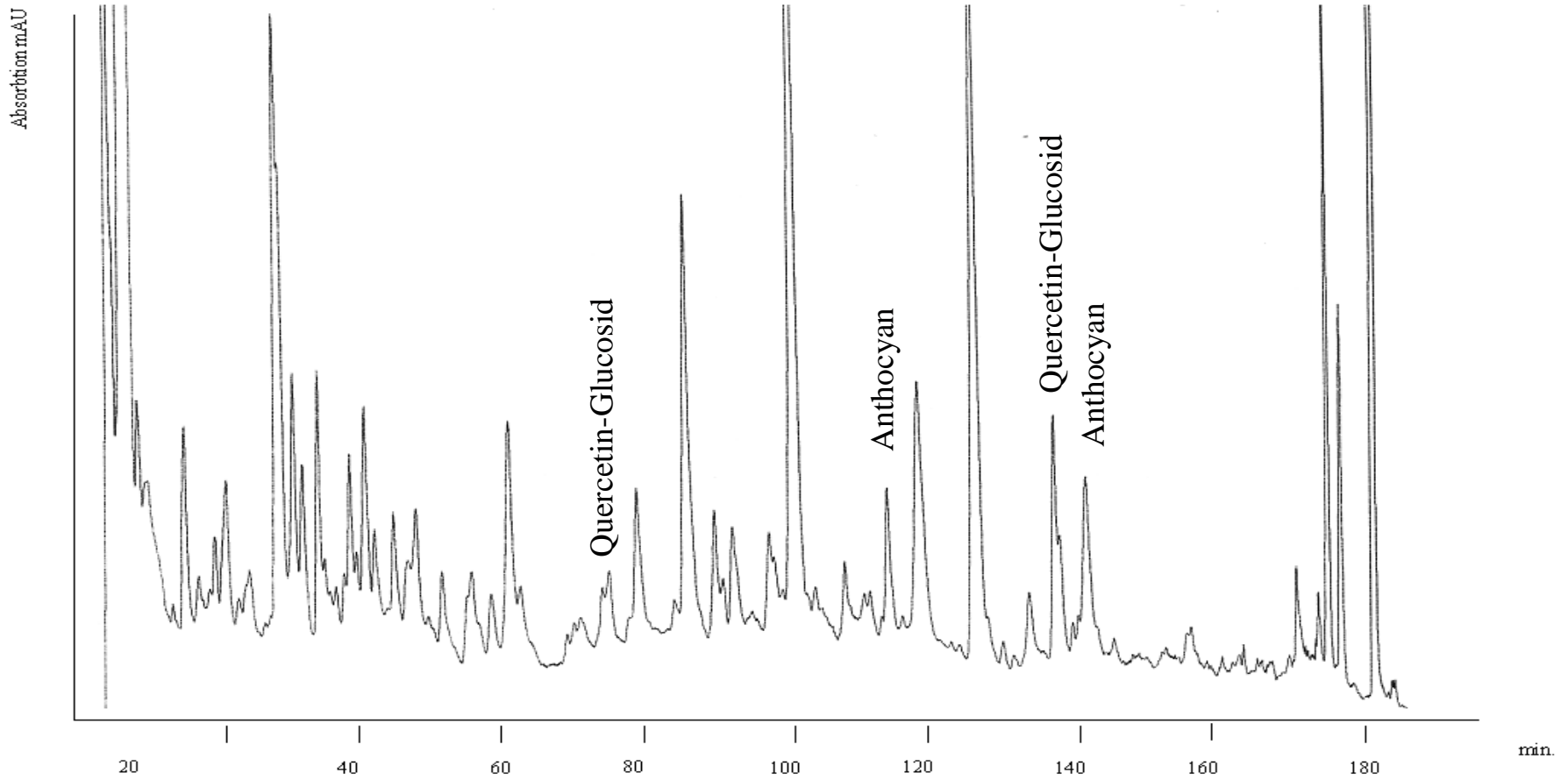
# Flavanole von Weinkallus



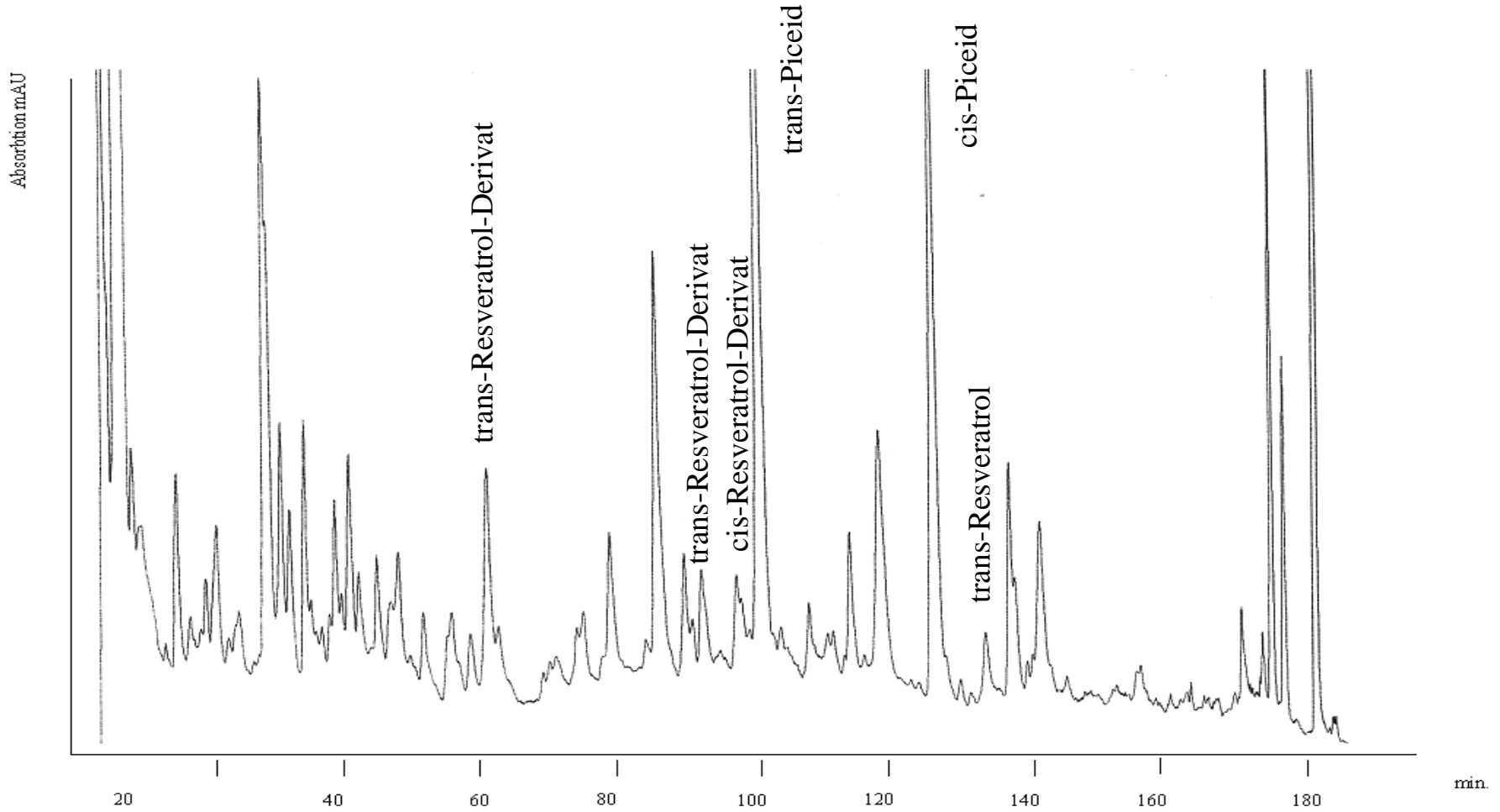
# Phenolische Säuren von Weinkallus



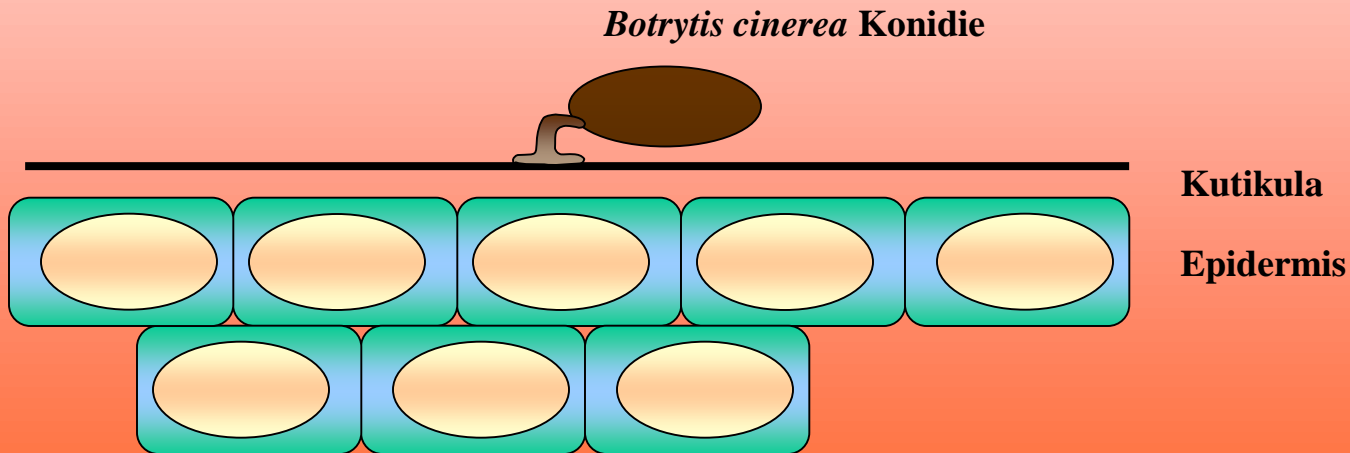
# Flavonole und Anthocyane von Weinkallus



# Stilbene (Reveratrol-Derivate) von Weinkallus

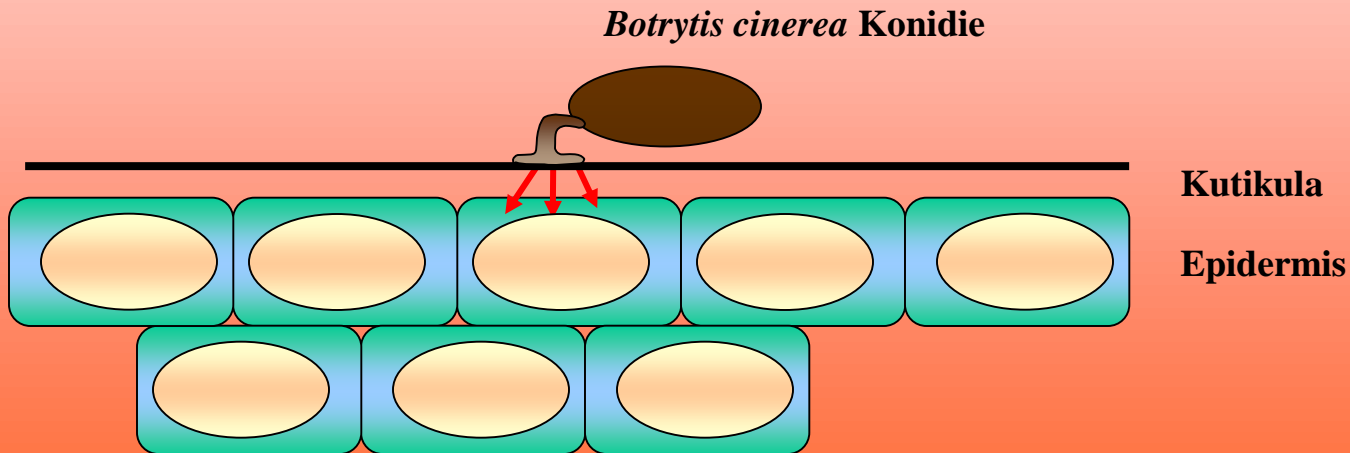


# Abwehrverhalten von *Vitis vinifera*



# Abwehrverhalten von *Vitis vinifera*

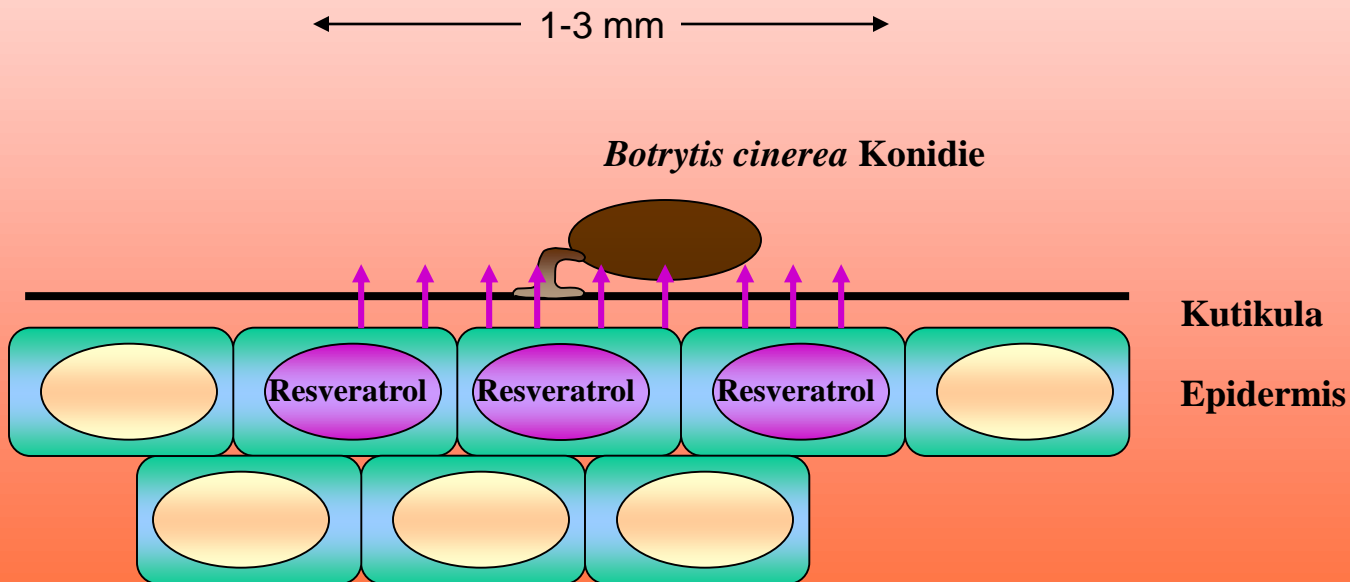
➔ Das Pathogen gibt Zellwand auflösende Enzyme ab





# Abwehrverhalten von *Vitis vinifera*

- ➔ Das Pathogen gibt zellwandauflösende Enzyme ab
- ➔ Die pflanzliche Zelle erkennt diese Enzyme und reagiert mit einer Akkumulation von Resveratrol-Derivaten

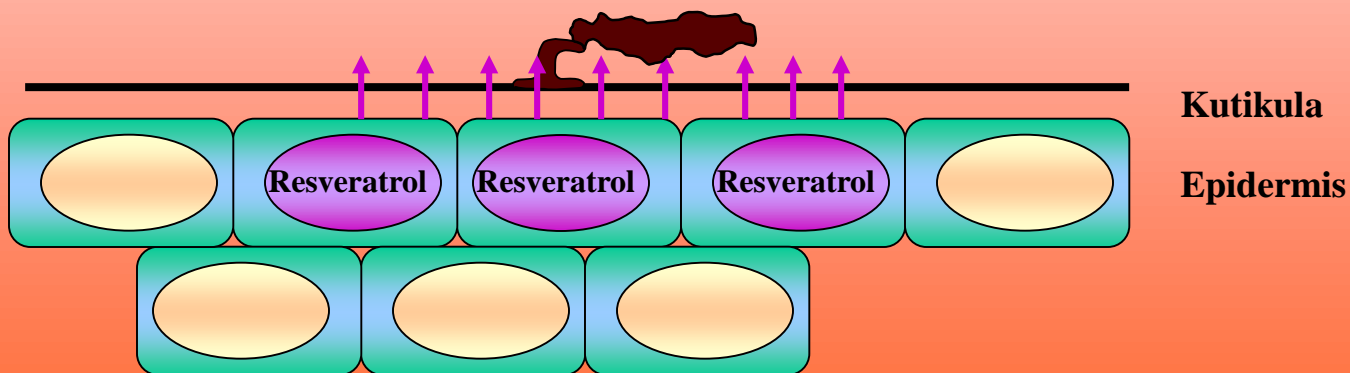


# Abwehrverhalten von *Vitis vinifera*

- ➔ Das Pathogen gibt zellwandauflösende Enzyme ab
- ➔ Die pflanzliche Zelle erkennt diese Enzyme und reagiert mit einer Akkumulation von Resveratrol-Derivaten
- ➔ Resveratrol-Derivate bewirken :  
Hemmung der Konidienatmung, vermindertes Mycelwachstum, reduzierte Konidienkeimung, absterben der Pilzspore

← 1-3 mm →

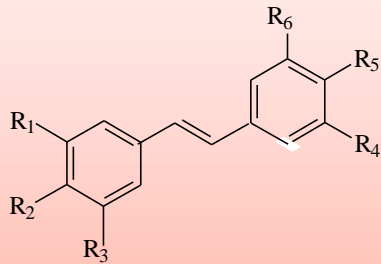
*Botrytis cinerea* Konidie



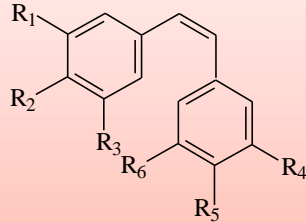
Resveratrol-Derivate sind Phytoalexine

# Resveratrol-Derivate sind Phytoalexine

**trans-Isomer**



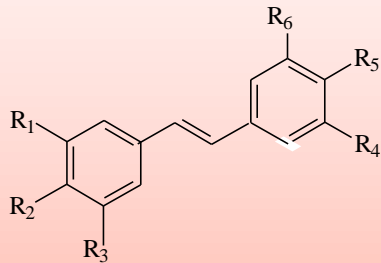
**cis-Isomer**



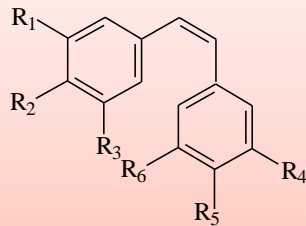
Stilbene	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Resveratrol	OH	H	OH	H	OH	H
Piceid	GlcO	H	OH	H	OH	H
Astringin (3'-OH-Piceid)	GlcO	H	OH	OH	OH	H
Piceatannol	OH	OH	H	OH	H	OH
Pterostilben	OCH3	H	OCH3	H	OH	H
Resveratrolösid	OH	H	OH	H	GlcO	H

# Resveratrol-Derivate sind Phytoalexine

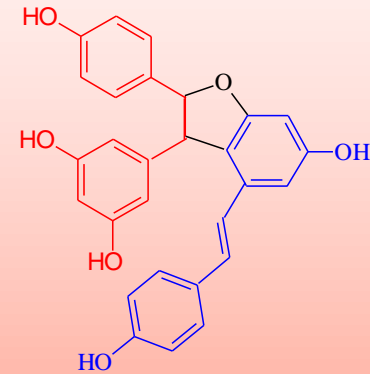
**trans-Isomer**



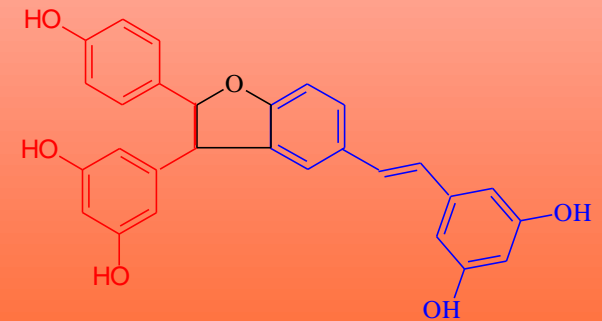
**cis-Isomer**



**$\epsilon$ -Viniferin**



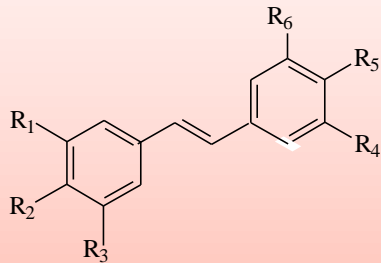
**$\delta$ -Viniferin**



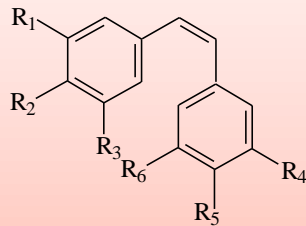
Stilbene	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Resveratrol	OH	H	OH	H	OH	H
Piceid	GlcO	H	OH	H	OH	H
Astringin (3'-OH-Piceid)	GlcO	H	OH	OH	OH	H
Piceatannol	OH	OH	H	OH	H	OH
Pterostilben	OCH3	H	OCH3	H	OH	H
Resveratrolsid	OH	H	OH	H	GlcO	H

# Resveratrol-Derivate sind Phytoalexine

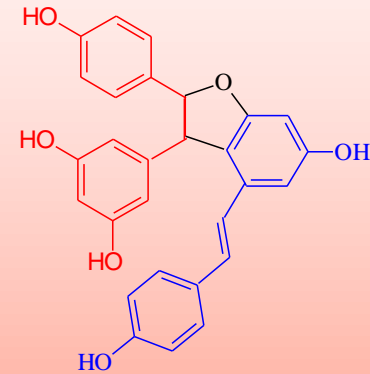
**trans-Isomer**



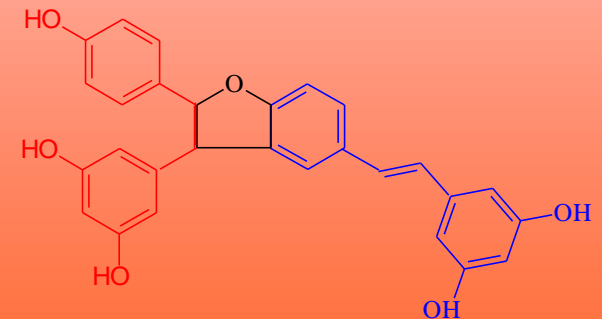
**cis-Isomer**



**$\epsilon$ -Viniferin**



**$\delta$ -Viniferin**



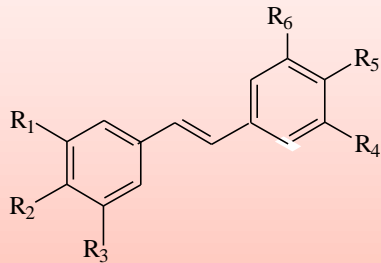
Stilbene	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Resveratrol	OH	H	OH	H	OH	H
Piceid	GlcO	H	OH	H	OH	H
Astringin (3'-OH-Piceid)	GlcO	H	OH	OH	OH	H
Piceatannol	OH	OH	H	OH	H	OH
Pterostilben	OCH3	H	OCH3	H	OH	H
Resveratrolösid	OH	H	OH	H	GlcO	H

fungizider Wirkungsgrad

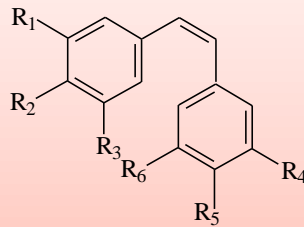
Resveratrol < Pterostilben <  $\epsilon$ -Viniferin

# Resveratrol-Derivate sind Phytoalexine

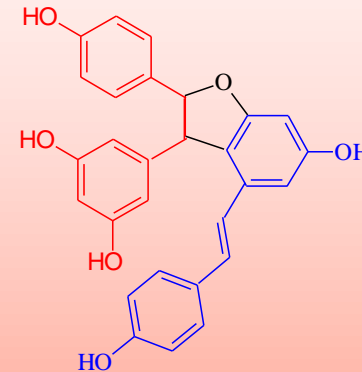
**trans-Isomer**



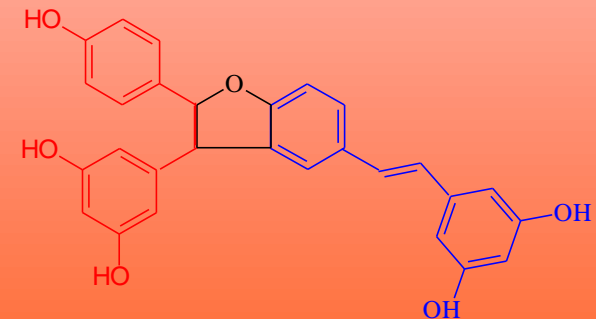
**cis-Isomer**



**$\epsilon$ -Viniferin**



**$\delta$ -Viniferin**



Stilbene	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Resveratrol	OH	H	OH	H	OH	H
Piceid	GlcO	H	OH	H	OH	H
Astringin (3'-OH-Piceid)	GlcO	H	OH	OH	OH	H
Piceatannol	OH	OH	H	OH	H	OH
Pterostilben	OCH3	H	OCH3	H	OH	H
Resveratrolosid	OH	H	OH	H	GlcO	H

fungizider Wirkungsgrad

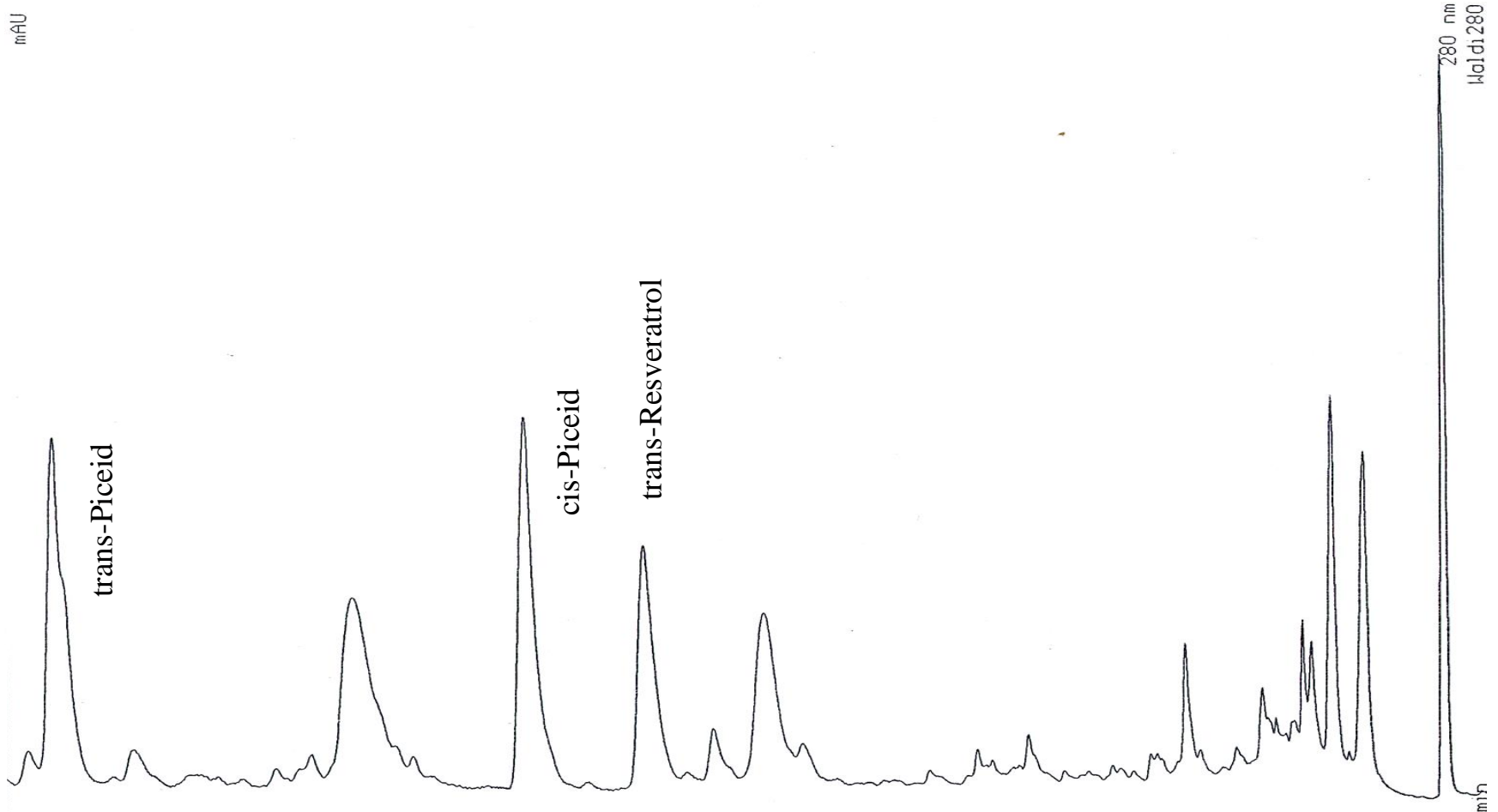
Resveratrol < Pterostilben <  $\epsilon$ -Viniferin

glucosidierte Derivate < Aglykone

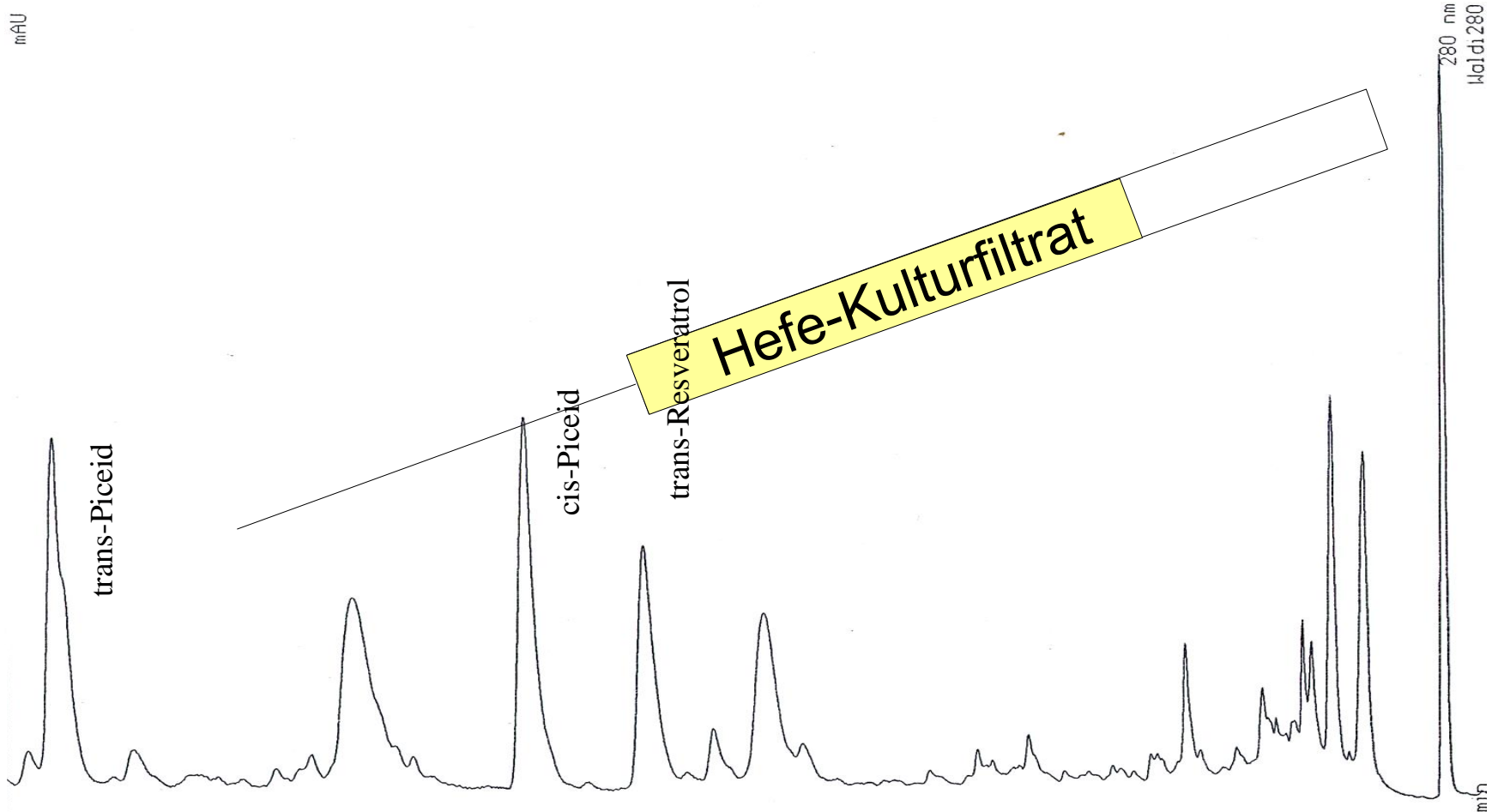
# induzierte und neu synthetisierte Verbindungen



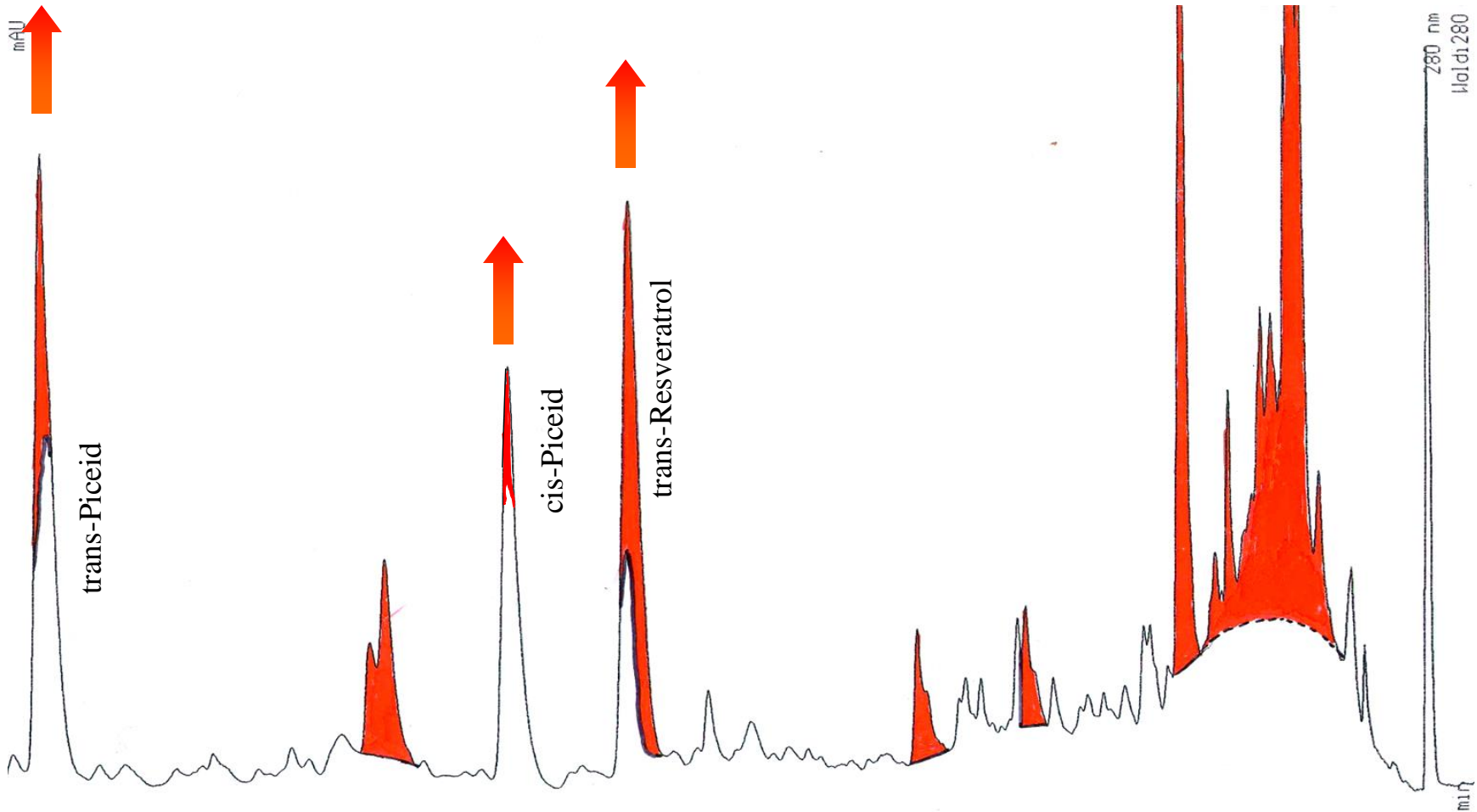
# HPLC-Chromatogramm von Weinkallus „Regent“ nach einer **Kontroll**-Behandlung (100-198 min.)



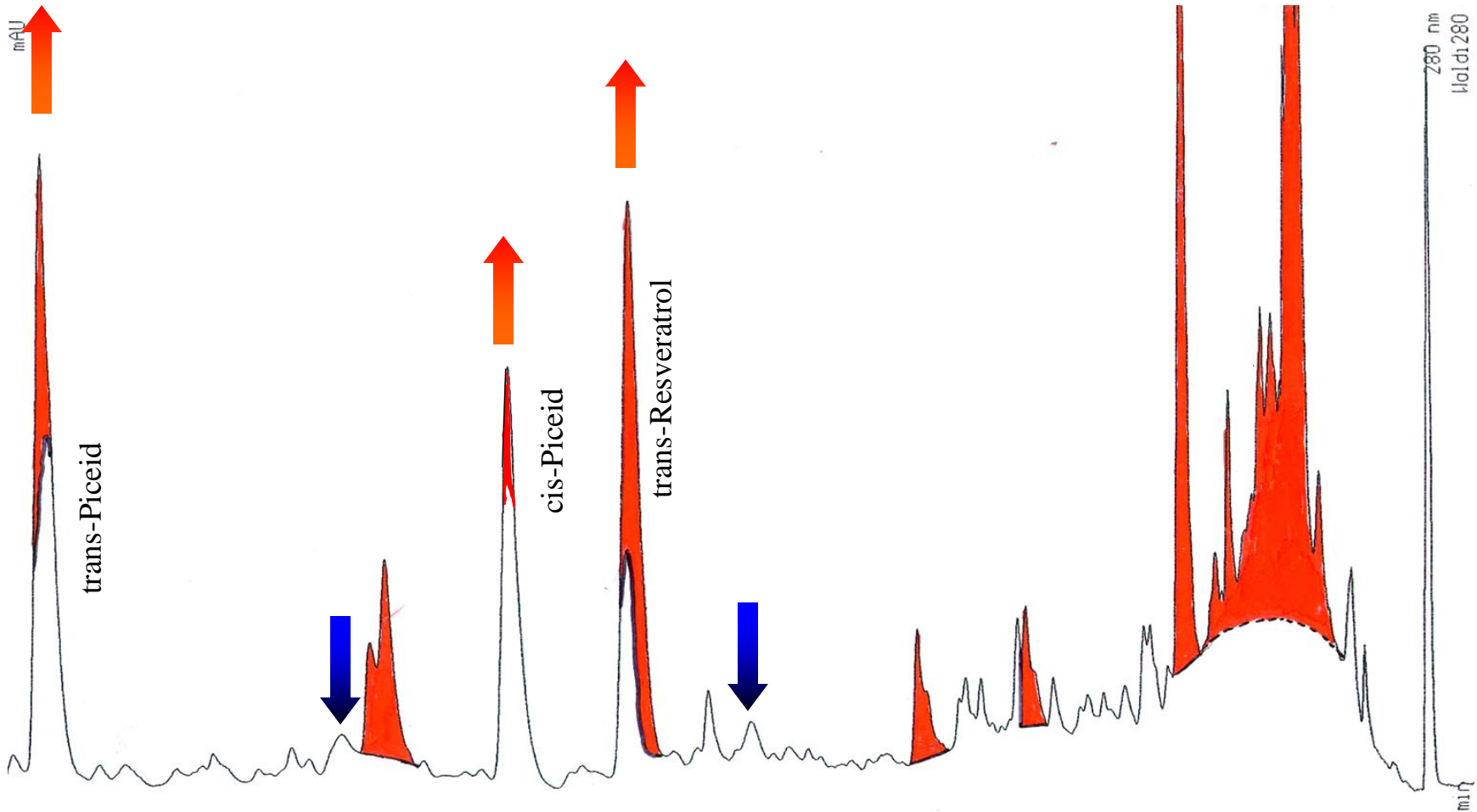
# HPLC-Chromatogramm von Weinkallus „Regent“ nach einer **Kontroll**-Behandlung (100-198 min.)



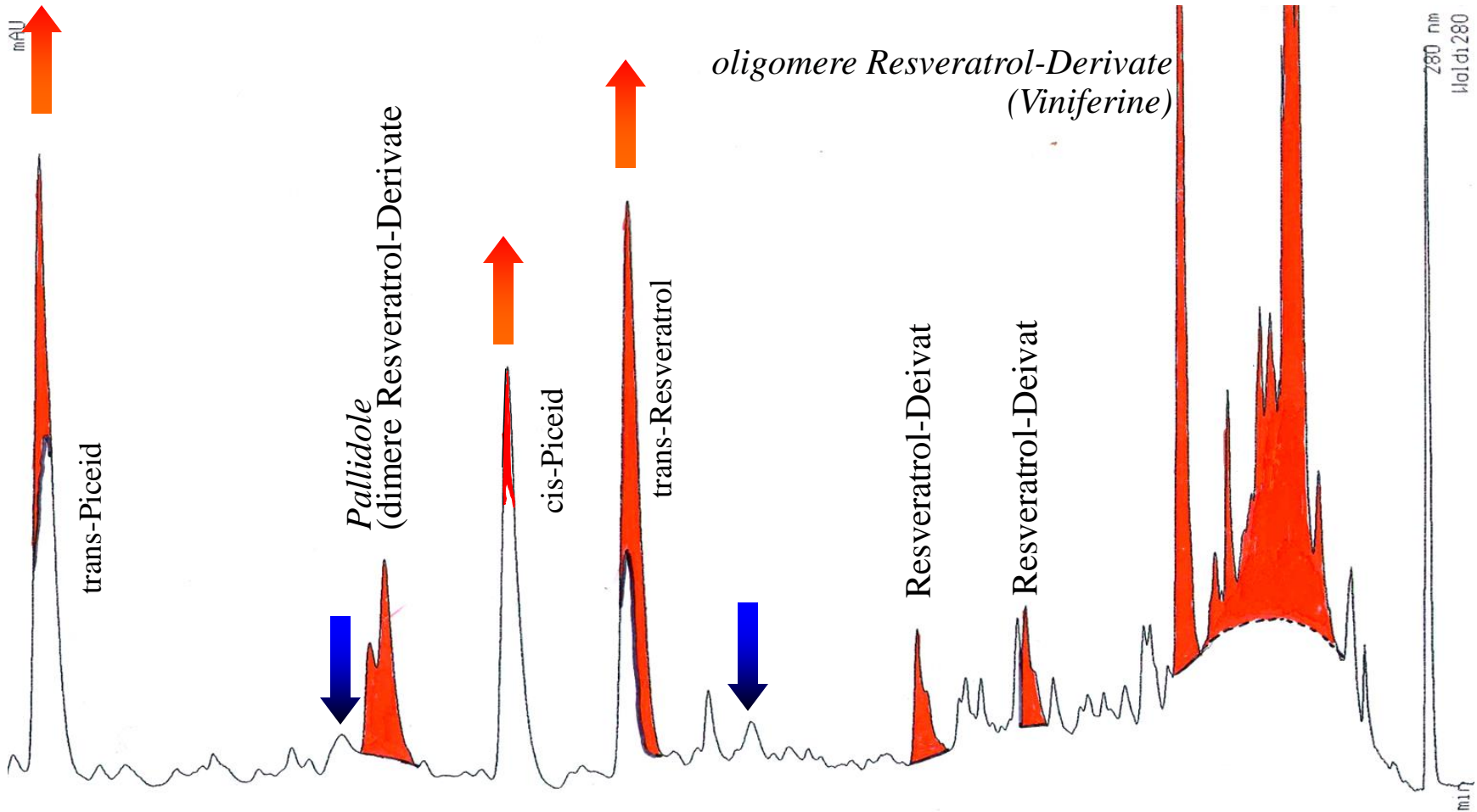
# HPLC-Chromatogramm von Weinkallus „Regent“ nach einer Hefe-Behandlung (100-198 min.)



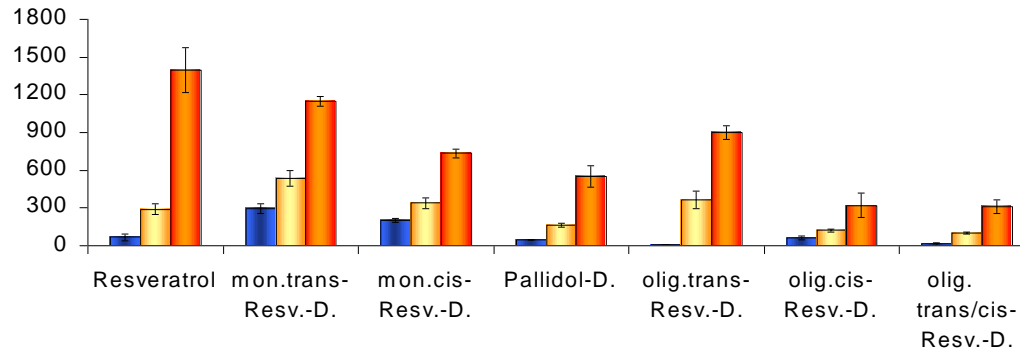
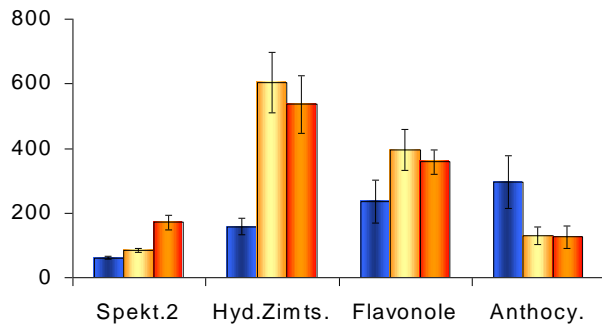
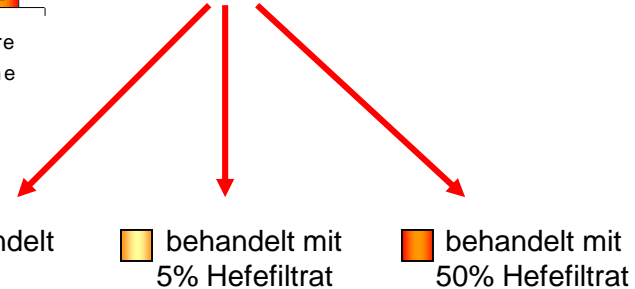
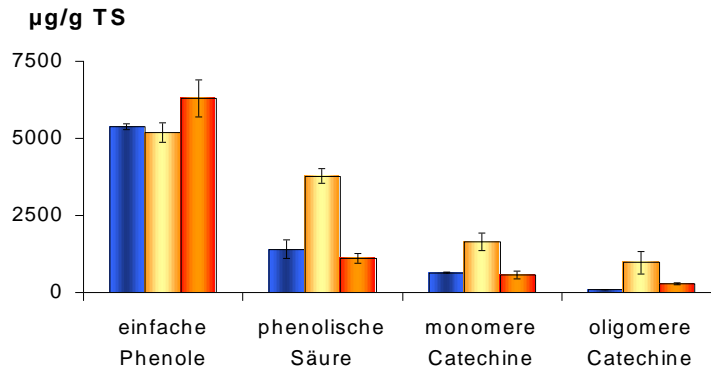
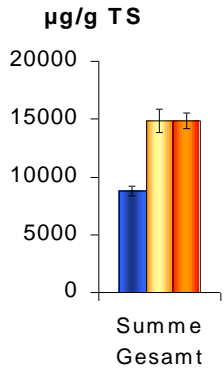
# HPLC-Chromatogramm von Weinkallus „Regent“ nach einer Hefe-Behandlung (100-198 min.)



# HPLC-Chromatogramm von Weinkallus „Regent“ nach einer Hefe-Behandlung (100-198 min.)

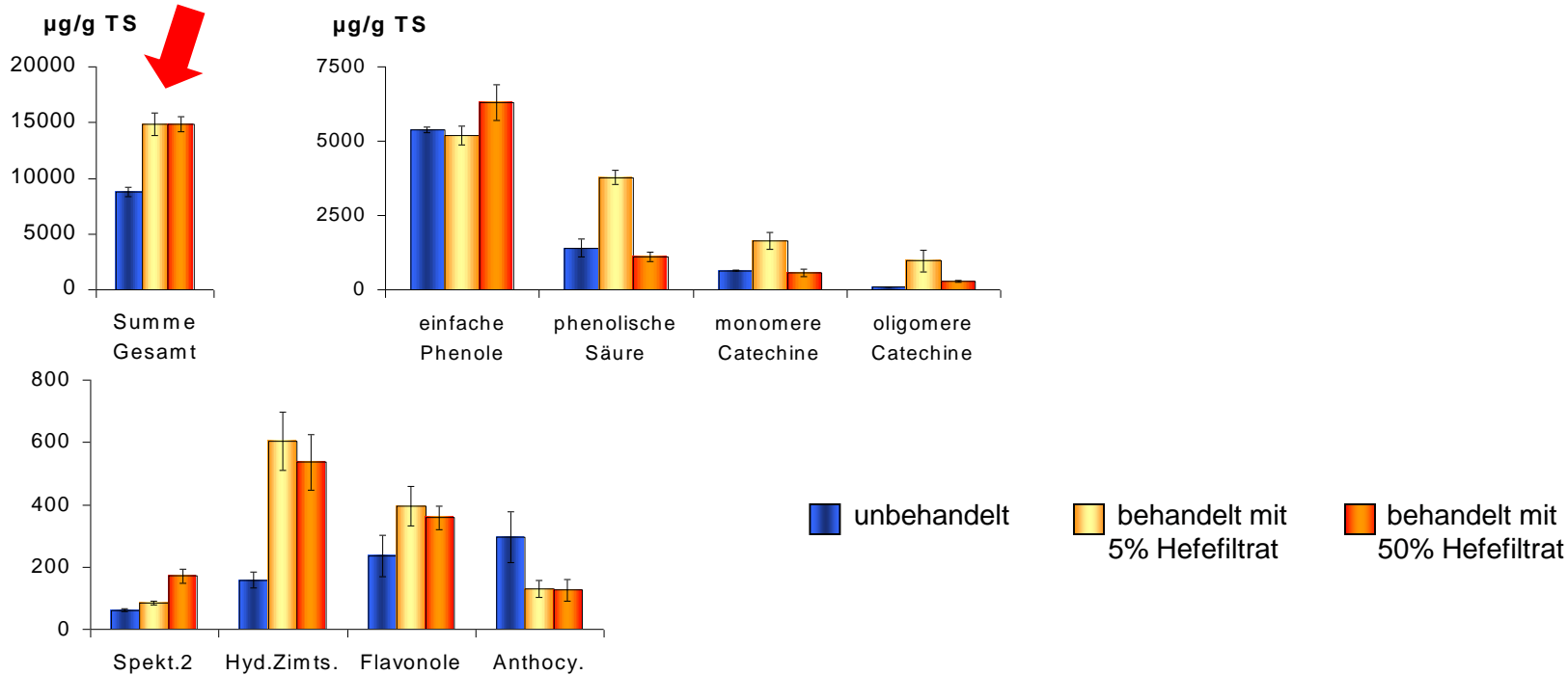


# Stoffgruppen phenolischer Inhaltstoffe von unbehandelten und elicitierten Weinkalli



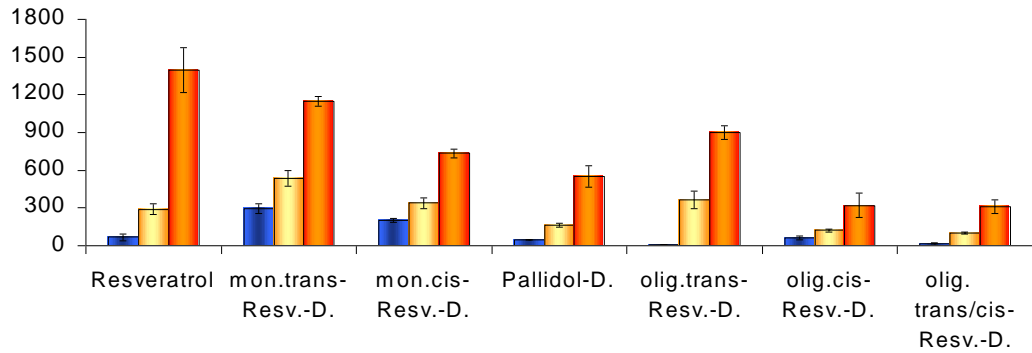
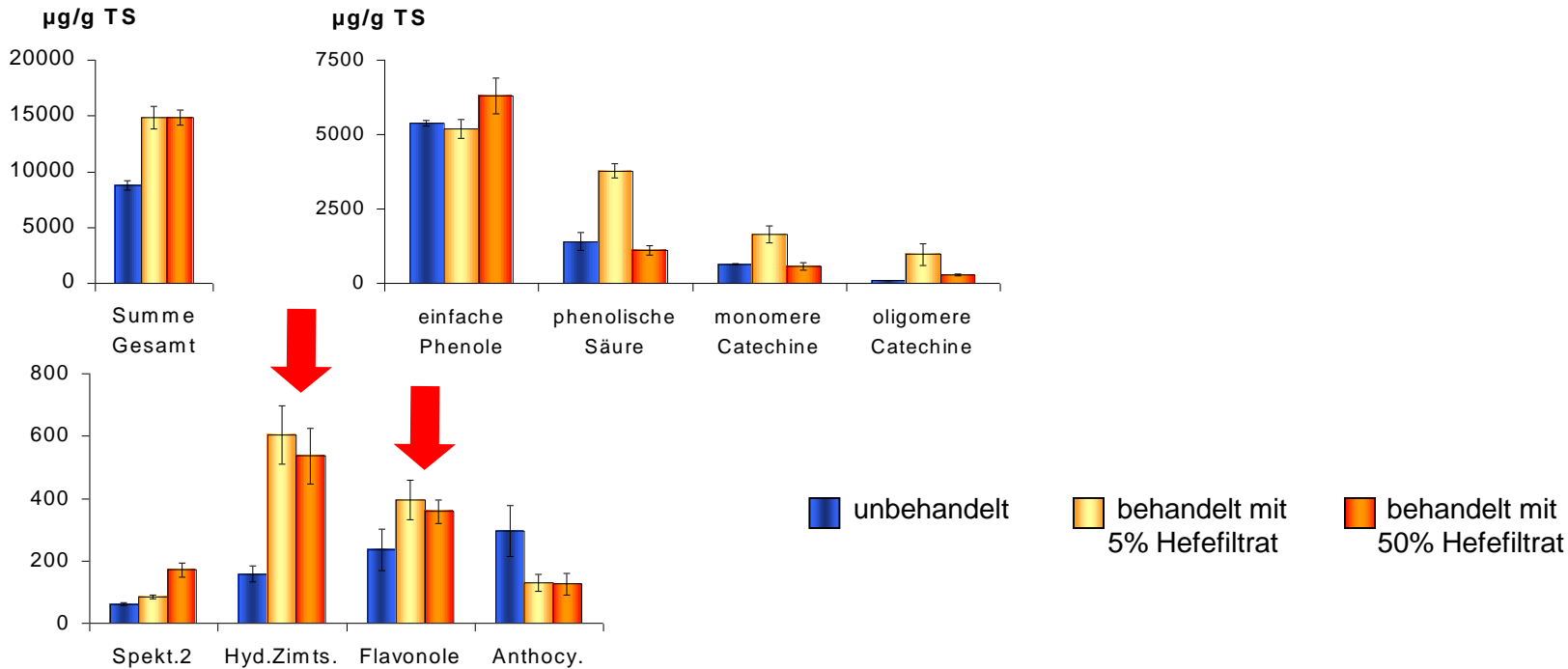
*TS: Trockensubstanz*  
*Spekt. 2: Verbindungen der Stoffgruppe Spektrum 2*  
*Hyd. Zimts.: Hydroxyzimtsäuren*  
*Anthocy.: Anthocyane*  
*mon. trans-Resv.-D.: monomere trans-Resveratrol-Derivate*  
*mon. cis-Resv.-D.: monomere cis-Resveratrol-Derivate*  
*oligo. trans-Resv.-D.: oligomere trans-Resveratrol-Derivate*  
*oligo. cis-Resv.-D.: oligomere cis-Resveratrol-Derivate*  
*oligo. trans/cis-Resv.-D.: oligomere trans/cis-Resveratrol-Derivate*

# Stoffgruppen phenolischer Inhaltstoffe von unbehandelten und elicitierten Weinkalli



TS: Trockensubstanz  
 Spekt. 2: Verbindungen der Stoffgruppe Spektrum 2  
 Hyd. Zimts.: Hydroxyzimtsäuren  
 Anthocy.: Anthocyane  
 mon. trans-Resv.-D.: monomere trans-Resveratrol-Derivate  
 mon. cis-Resv.-D.: monomere cis-Resveratrol-Derivate  
 oligo. trans-Resv.-D.: oligomere trans-Resveratrol-Derivate  
 oligo. cis-Resv.-D.: oligomere cis-Resveratrol-Derivate  
 oligo. trans/cis-Resv.-D.: oligomere trans/cis-Resveratrol-Derivate

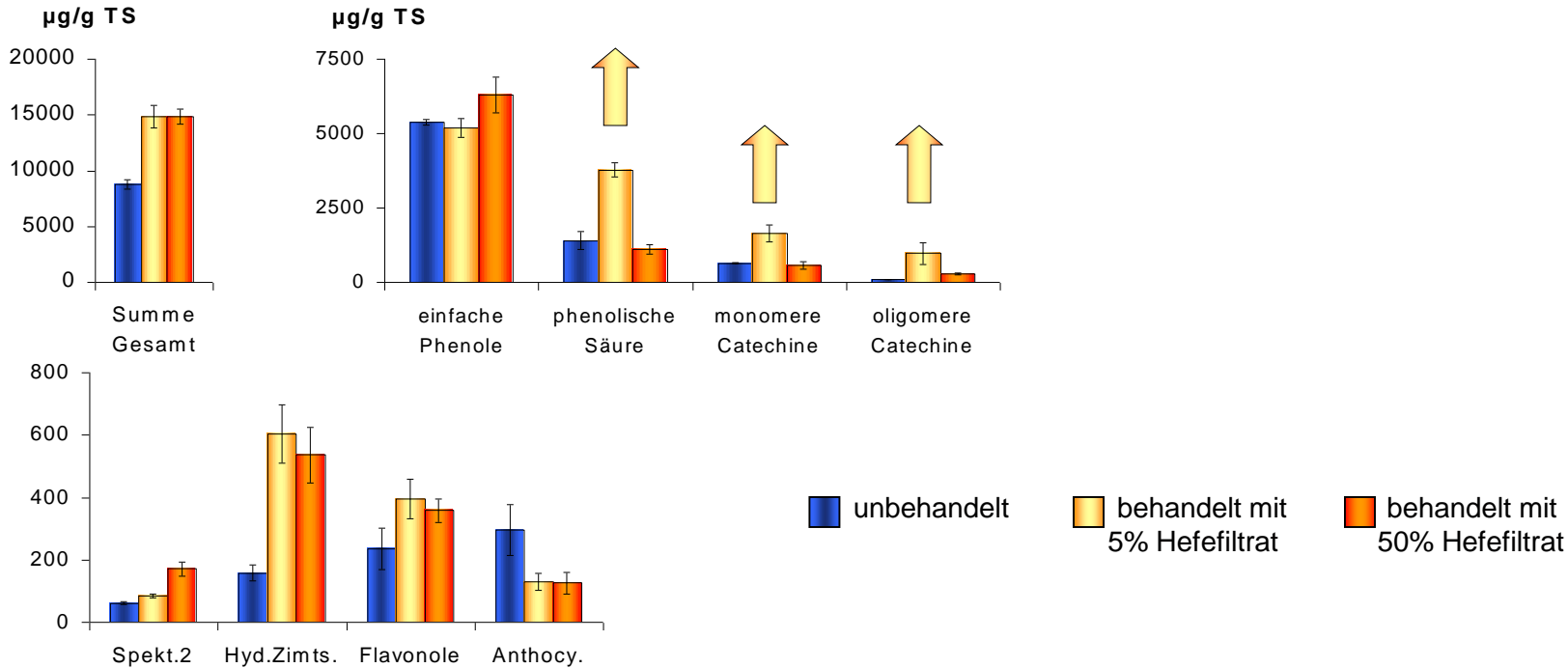
# Stoffgruppen phenolischer Inhaltstoffe von unbehandelten und elicitierten Weinkalli



TS: Trockensubstanz  
 Spekt. 2: Verbindungen der Stoffgruppe Spektrum 2  
 Hyd. Zimts.: Hydroxyzimtsäuren  
 Anthocy.: Anthocyane  
 mon. trans-Resv.-D.: monomere trans-Resveratrol-Derivate  
 mon. cis-Resv.-D.: monomere cis-Resveratrol-Derivate  
 oligo. trans-Resv.-D.: oligomere trans-Resveratrol-Derivate  
 oligo. cis-Resv.-D.: oligomere cis-Resveratrol-Derivate  
 oligo. trans/cis-Resv.-D.: oligomere trans/cis-Resveratrol-Derivate

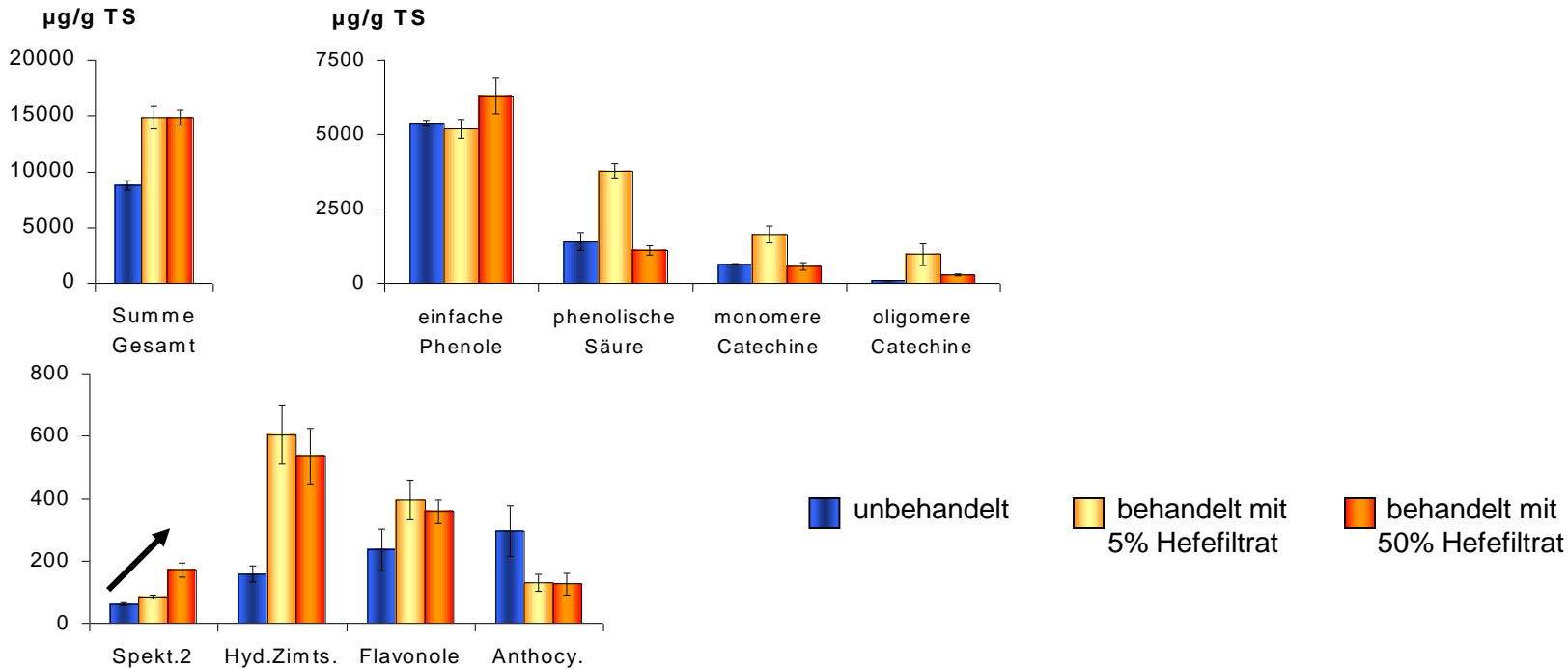


# Stoffgruppen phenolischer Inhaltstoffe von unbehandelten und elicitierten Weinkalli

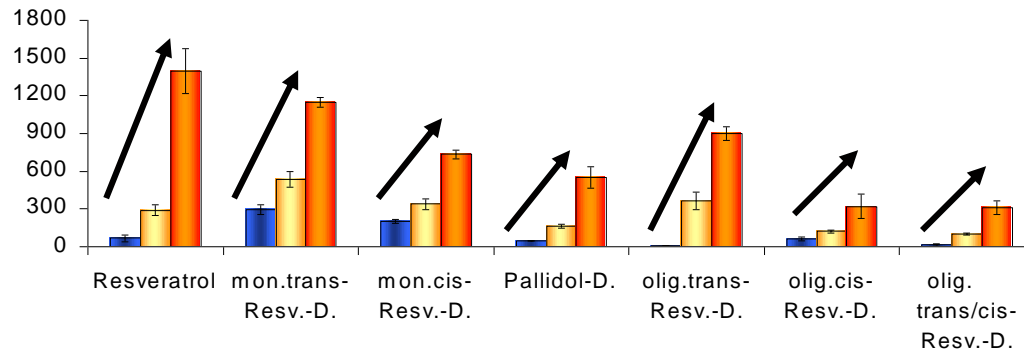


*TS: Trockensubstanz*  
*Spekt. 2: Verbindungen der Stoffgruppe Spektrum 2*  
*Hyd. Zimts.: Hydroxyzimtsäuren*  
*Anthocy.: Anthocyane*  
*mon. trans-Resv.-D.: monomere trans-Resveratrol-Derivate*  
*mon. cis-Resv.-D.: monomere cis-Resveratrol-Derivate*  
*oligo. trans-Resv.-D.: oligomere trans-Resveratrol-Derivate*  
*oligo. cis-Resv.-D.: oligomere cis-Resveratrol-Derivate*  
*oligo. trans/cis-Resv.-D.: oligomere trans/cis-Resveratrol-Derivate*

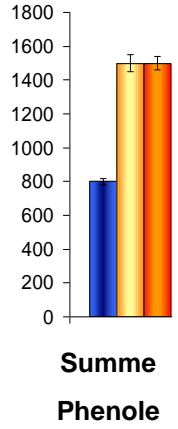
# Stoffgruppen phenolischer Inhaltstoffe von unbehandelten und elicitierten Weinkalli



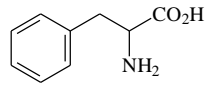
*TS: Trockensubstanz*  
*Spekt. 2: Verbindungen der Stoffgruppe Spektrum 2*  
*Hyd. Zimts.: Hydroxyzimtsäuren*  
*Anthocy.: Anthocyane*  
*mon. trans-Resv.-D.: monomere trans-Resveratrol-Derivate*  
*mon. cis-Resv.-D.: monomere cis-Resveratrol-Derivate*  
*oligo. trans-Resv.-D.: oligomere trans-Resveratrol-Derivate*  
*oligo. cis-Resv.-D.: oligomere cis-Resveratrol-Derivate*  
*oligo. trans/cis-Resv.-D.: oligomere trans/cis-Resveratrol-Derivate*





# Biosynthese von Stilbenen und Flavonoiden (Stoessl 1982)




Phenylalanin



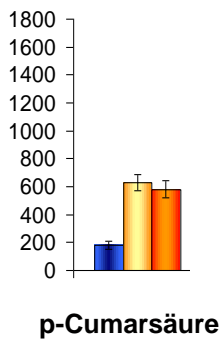
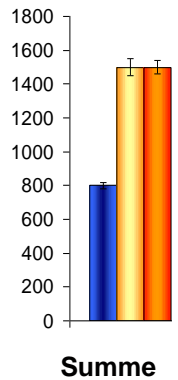
 unbehandelt

 behandelt mit 5% Hefefiltrat

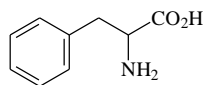
 behandelt mit 50% Hefefiltrat

# Biosynthese von Stilbenen und Chalkonen nach Stoessl 1982

(Jeandet et al. 2002)



Phenylalanin

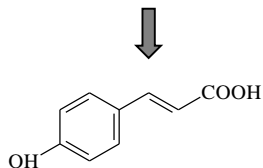


unbehandelt

behandelt mit  
5% Hefefiltrat

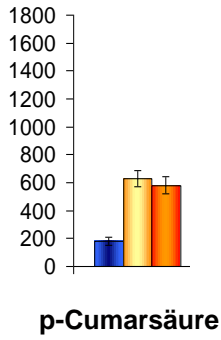
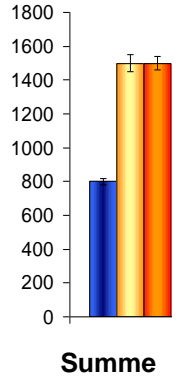
behandelt mit  
50% Hefefiltrat

p-Cumarsäure

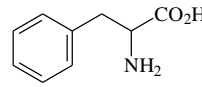


# Biosynthese von Stilbenen und Chalkonen nach Stoessl 1982

(Jeandet et al. 2002)



Phenylalanin

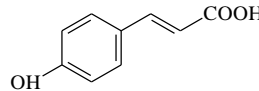


unbehandelt

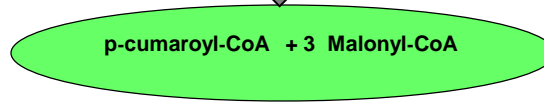
behandelt mit 5% Hefefiltrat

behandelt mit 50% Hefefiltrat

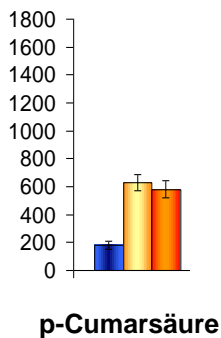
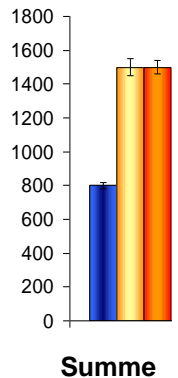
p-Cumarsäure



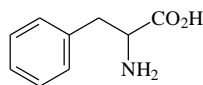
p-cumaroyl-CoA + 3 Malonyl-CoA



# Biosynthese von Stilbenen und Chalkonen nach Stoessl 1982



Phenylalanin

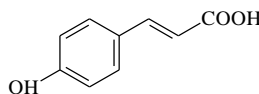


unbehandelt

behandelt mit 5% Hefefiltrat

behandelt mit 50% Hefefiltrat

p-Cumarsäure

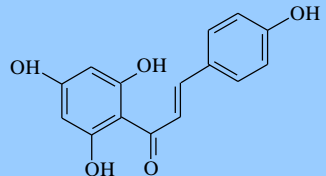


p-cumaroyl-CoA + 3 Malonyl-CoA

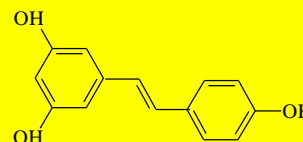
Chalkonsynthase

Stilbensynthase

Chalkon



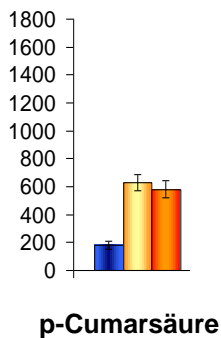
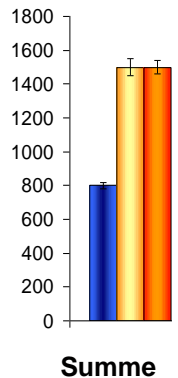
Stilben



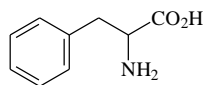
Flavonoide

Flavonole  
Anthocyane  
Catechine

# Biosynthese von Stilbenen und Chalkonen nach Stoessl 1982



Phenylalanin

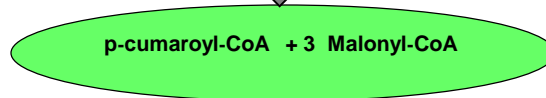
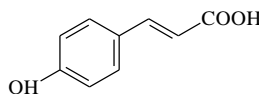


unbehandelt

behandelt mit 5% Hefefiltrat

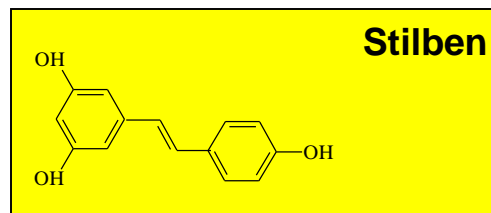
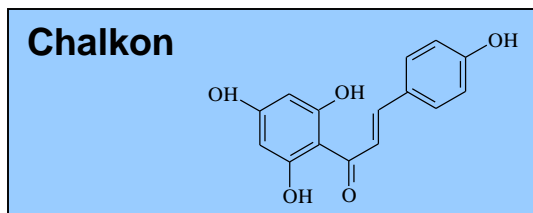
behandelt mit 50% Hefefiltrat

p-Cumarsäure



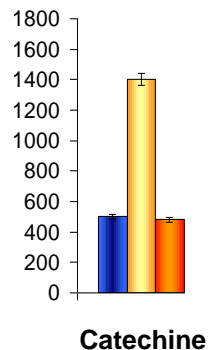
Chalkonsynthase

Stilbensynthase

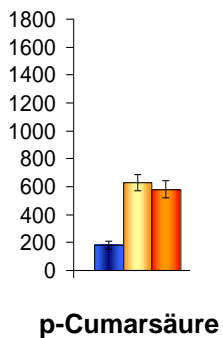
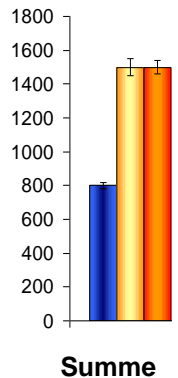


Flavonoide

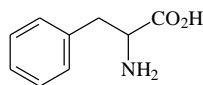
Flavonole  
Anthocyane  
Catechine



# Biosynthese von Stilbenen und Chalkonen nach Stoessl 1982



Phenylalanin

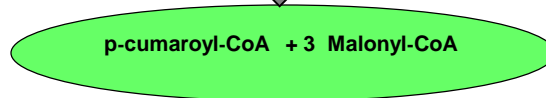
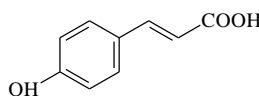


unbehandelt

behandelt mit 5% Hefefiltrat

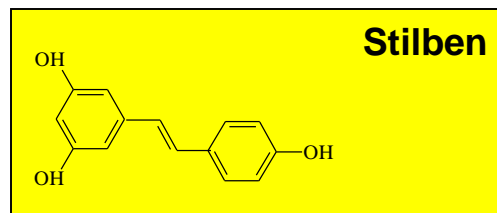
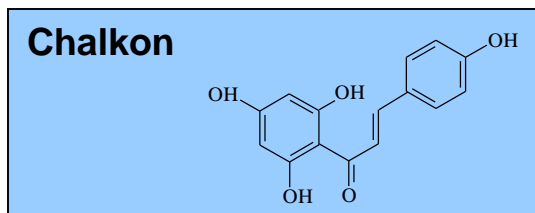
behandelt mit 50% Hefefiltrat

p-Cumarsäure



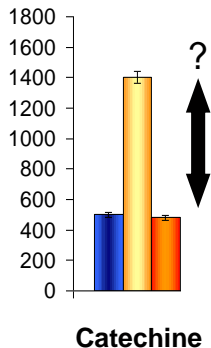
Chalkonsynthese

Stilbensynthese



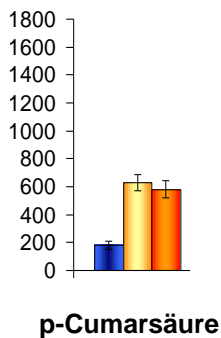
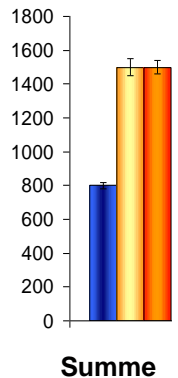
Flavonoide

Flavonole  
Anthocyane  
Catechine

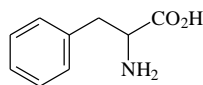




# Biosynthese von Stilbenen und Chalkonen nach Stoessl 1982



Phenylalanin

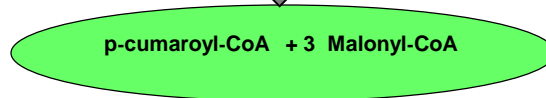
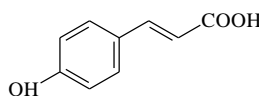


unbehandelt

behandelt mit 5% Hefefiltrat

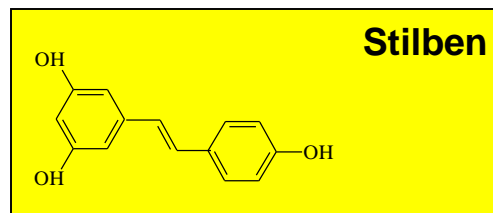
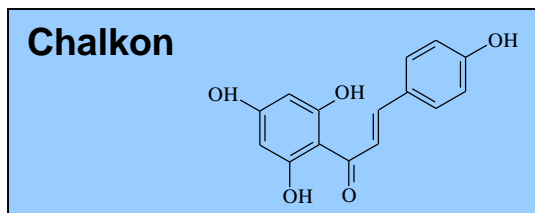
behandelt mit 50% Hefefiltrat

p-Cumarsäure



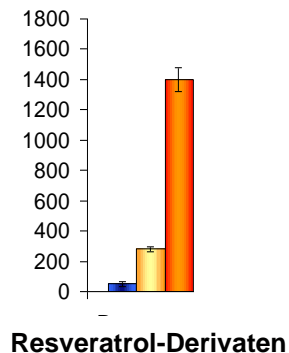
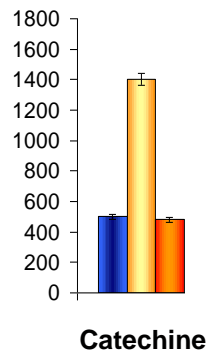
Chalkonsynthese

Stilbensynthese

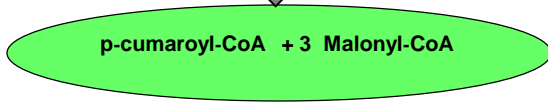
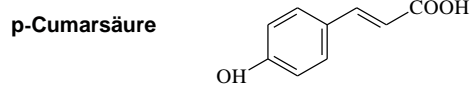
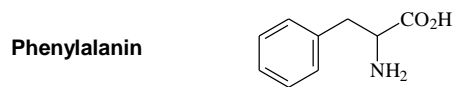
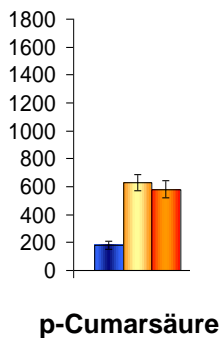
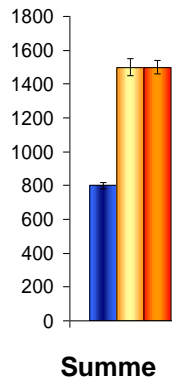


Flavonoide

Flavonole  
Anthocyane  
Catechine



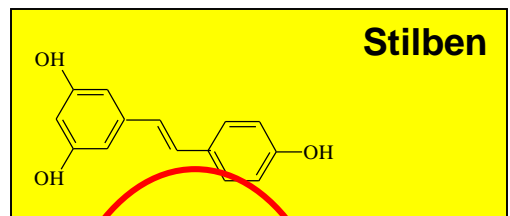
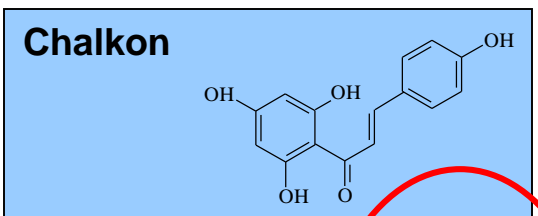
# Biosynthese von Stilbenen und Chalkonen nach Stoessl 1982



unbehandelt    behandelt mit 5% Hefefiltrat    behandelt mit 50% Hefefiltrat

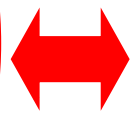
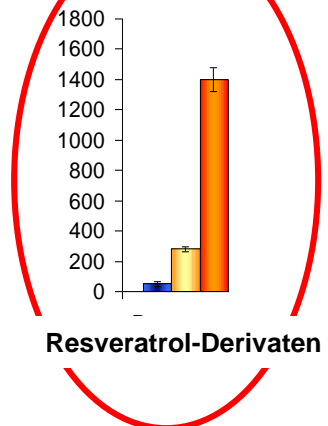
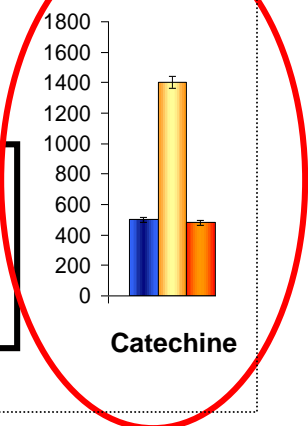
Chalkonsynthese

Stilbensynthese

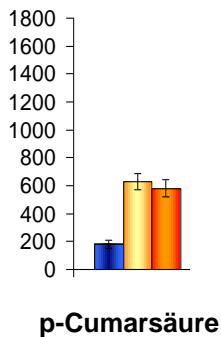
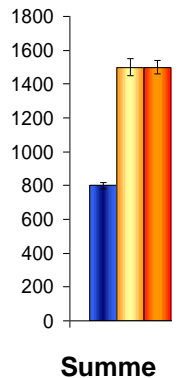


Flavonoide

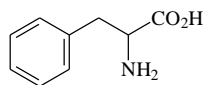
Flavonole  
Anthocyane  
Catechine



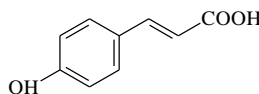
# Biosynthese von Stilbenen und Chalkonen nach Stoessl 1982



Phenylalanin



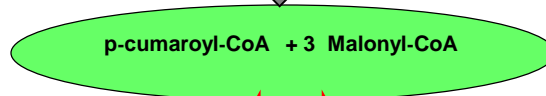
p-Cumarsäure



unbehandelt

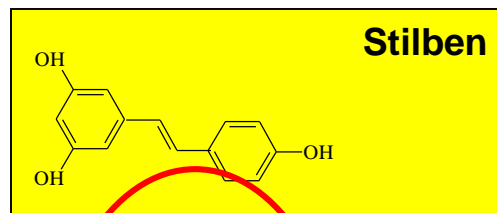
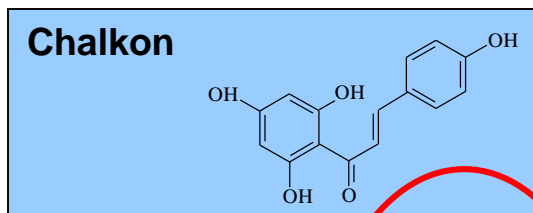
behandelt mit 5% Hefefiltrat

behandelt mit 50% Hefefiltrat



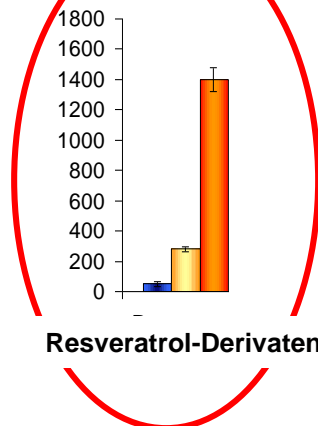
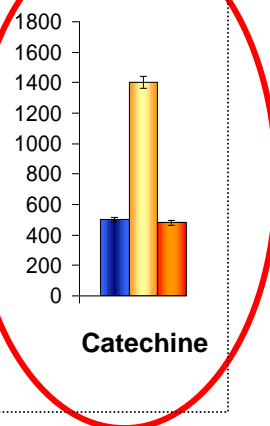
Chalkonsynthese

Stilbensynthese

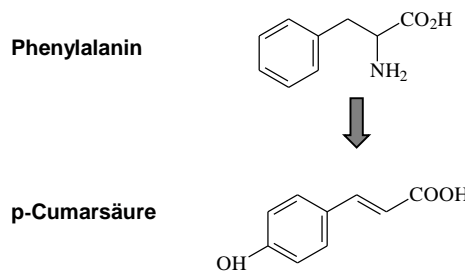
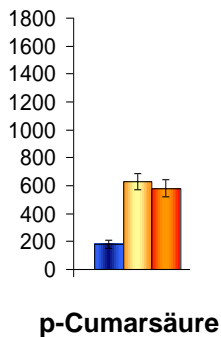
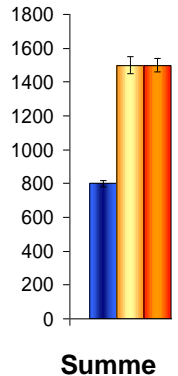


Flavonoide

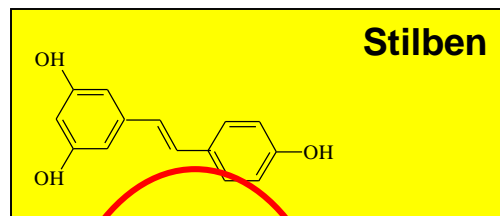
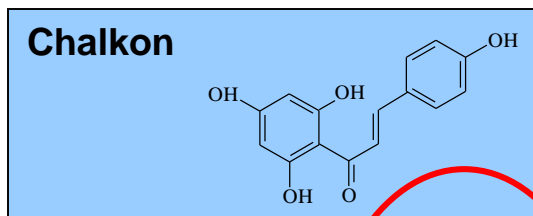
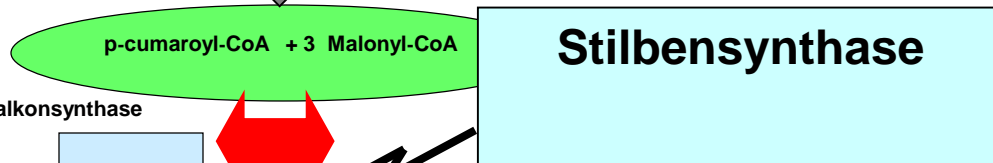
Flavonole  
Anthocyane  
Catechine



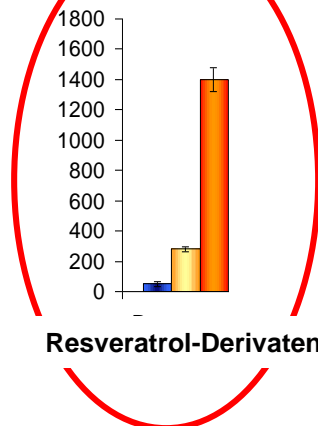
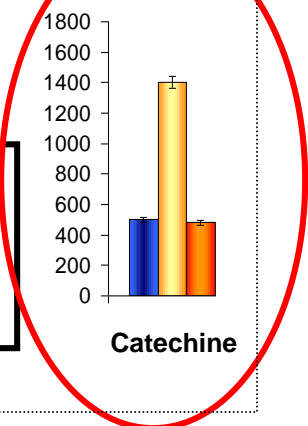
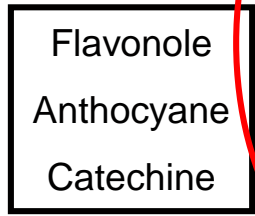
# Biosynthese von Stilbenen und Chalkonen nach Stoessl 1982



unbehandelt    behandelt mit 5% Hefefiltrat    behandelt mit 50% Hefefiltrat



Flavonoide



# Ergebnisse

## Gesamtphenole

- ➔ Der Gesamtgehalt an phenolischen Inhaltsstoffen wird durch eine Elicitation mit Hefekulturfiltrat **induziert**
- ➔ Der Grad der Induktion erfolgt **unabhängig** von der Elicitorkonzentration

# Ergebnisse

## Gesamtphenole

- ➔ Der Gesamtgehalt an phenolischen Inhaltsstoffen wird durch eine Elicitation mit Hefekulturfiltrat **induziert**
- ➔ Der Grad der Induktion erfolgt **unabhängig** von der Elicitorkonzentration
  
- ➔ Aktivierung der Genexpression von PAL (Phenylalanin-Ammonium-Lyase)
- ➔ erhöhte Enzymaktivität von PAL

# Ergebnisse

## Verschiedene Gruppen der phenolischen Stoffe

- ➔ Das **p-Cumarsäure** -Derivat wird durch eine Elicitation mit Hefekulturfiltrat **induziert**
- ➔ Der Grad der Induktion erfolgt **unabhängig** von der Elicitorkonzentration
  
- ➔ Aktivierung der Genexpression von PAL (Phenylalaninamooniumlyase)
- ➔ erhöhte Enzymaktivität von PAL

# Ergebnisse

## Verschiedene Gruppen der phenolischen Stoffe

- ➔ Das **p-Cumarsäure** -Derivat wird durch eine Elicitation mit Hefekulturfiltrat **induziert**
- ➔ Der Grad der Induktion erfolgt **unabhängig** von der Elicitorkonzentration

**Das Ausgangssubstrat sowohl für den Flavonoid- als auch  
für den Stilbenstoffwechsel  
ist bei beiden Elicitorkonzentrationen in gleichem Maß vorhanden**



# Ergebnisse

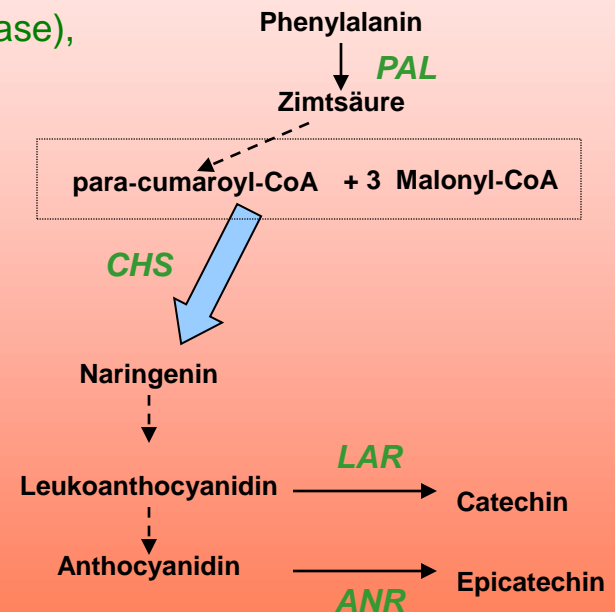
## Verschiedene Gruppen der phenolischen Stoffe

- ➔ **Catechine** werden durch eine Elicitation mit Hefekulturfiltrat **induziert**
- ➔ Eine **erhöhte** Elicitorkonzentration führt zu einer **verminderten** Stoffakkumulation

# Ergebnisse

## Verschiedene Gruppen der phenolischen Stoffe

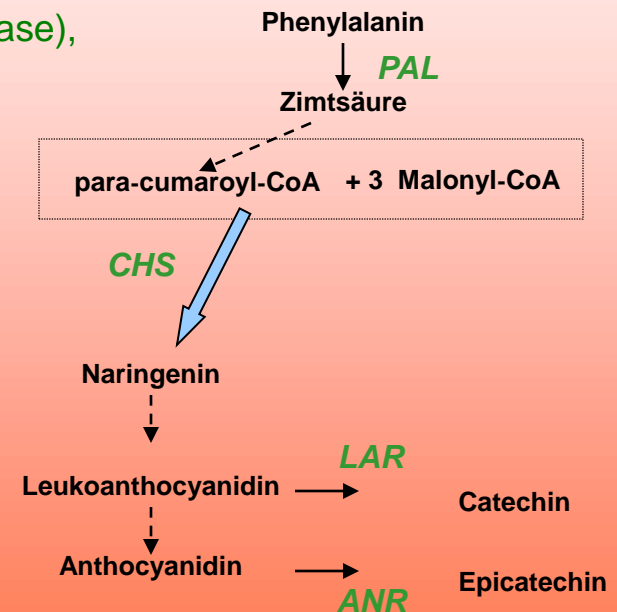
- ➔ **Catechine** werden durch eine Elicitation mit Hefekulturfiltrat **induziert**
- ➔ Eine **erhöhte** Elicitorkonzentration führt zu einer **verminderten** Stoffakkumulation
- ➔ Hemmung der Genexpression von CHS (Chalkonsynthase), LAR (Leukoanthocyanidinreduktase) und ANR (Anthocyanidinreduktase)
- ➔ unveränderte Enzymaktivität der CHS



# Ergebnisse

## Verschiedene Gruppen der phenolischen Stoffe

- ➔ **Catechine** werden durch eine Elicitation mit Hefekulturfiltrat **induziert**
- ➔ Eine **erhöhte** Elicitorkonzentration führt zu einer **verminderten** Stoffakkumulation
- ➔ Hemmung der Genexpression von CHS (Chalkonsynthase), LAR (Leukoanthocyanidinreduktase) und ANR (Anthocyanidinreduktase)
- ➔ unveränderte Enzymaktivität der CHS

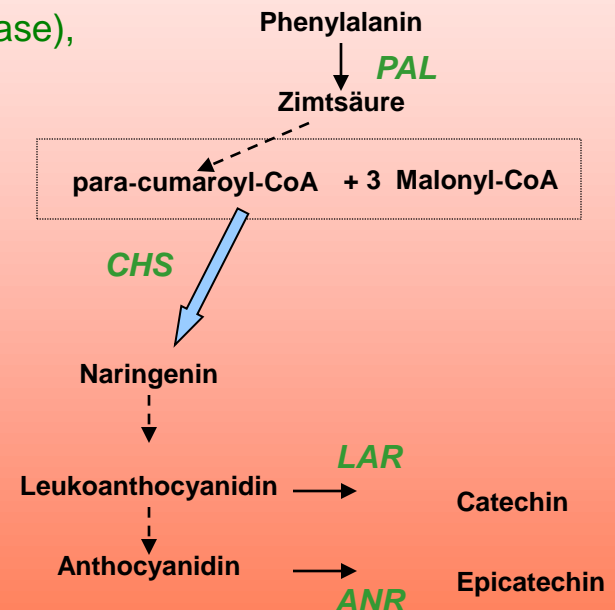


# Ergebnisse

## Verschiedene Gruppen der phenolischen Stoffe

- ➔ **Catechine** werden durch eine Elicitation mit Hefekulturfiltrat **induziert**
- ➔ Eine **erhöhte** Elicitorkonzentration führt zu einer **verminderten** Stoffakkumulation
- ➔ Hemmung der Genexpression von CHS (Chalkonsynthase), LAR (Leukoanthocyanidinreduktase) und ANR (Anthocyanidinreduktase)
- ➔ unveränderte Enzymaktivität der CHS

- ➔ **Resveratrol**-Derivate werden **induziert**
- ➔ Eine **erhöhte** Elicitorkonzentration führt zu einer **erhöhten** Stoffakkumulation

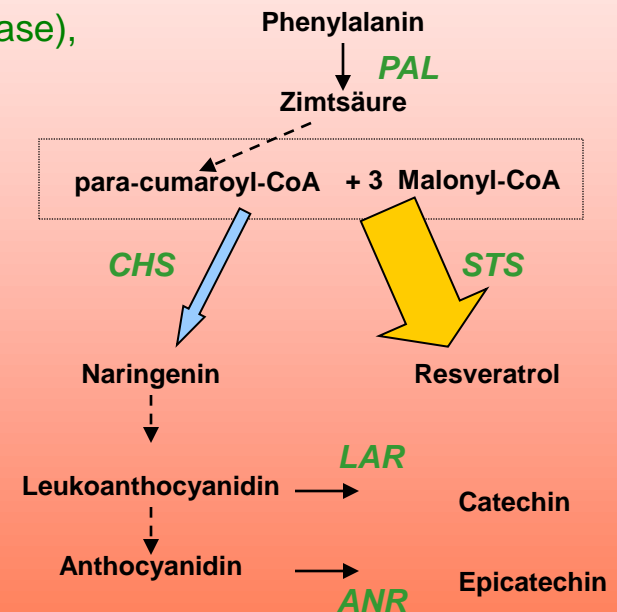


# Ergebnisse

## Verschiedene Gruppen der phenolischen Stoffe

- ➔ **Catechine** werden durch eine Elicitation mit Hefekulturfiltrat **induziert**
- ➔ Eine **erhöhte** Elicitorkonzentration führt zu einer **verminderten** Stoffakkumulation
- ➔ Hemmung der Genexpression von CHS (Chalkonsynthase), LAR (Leukoanthocyanidinreduktase) und ANR (Anthocyanidinreduktase)
- ➔ unveränderte Enzymaktivität der CHS

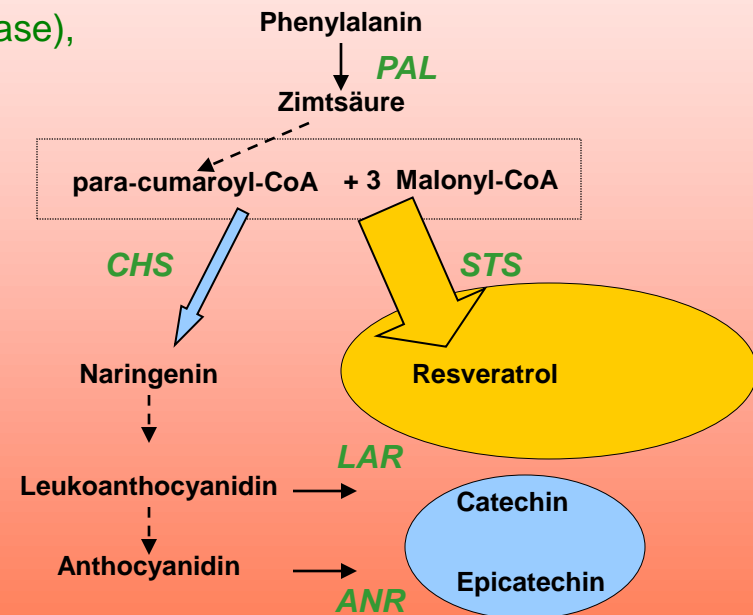
- ➔ **Resveratrol**-Derivate werden **induziert**
- ➔ Eine **erhöhte** Elicitorkonzentration führt zu einer **erhöhten** Stoffakkumulation
- ➔ Aktivierung der Genexpression von STS (Stilbensynthase)
- ➔ erhöhte Enzymaktivität der STS



# Ergebnisse

## Verschiedene Gruppen der phenolischen Stoffe

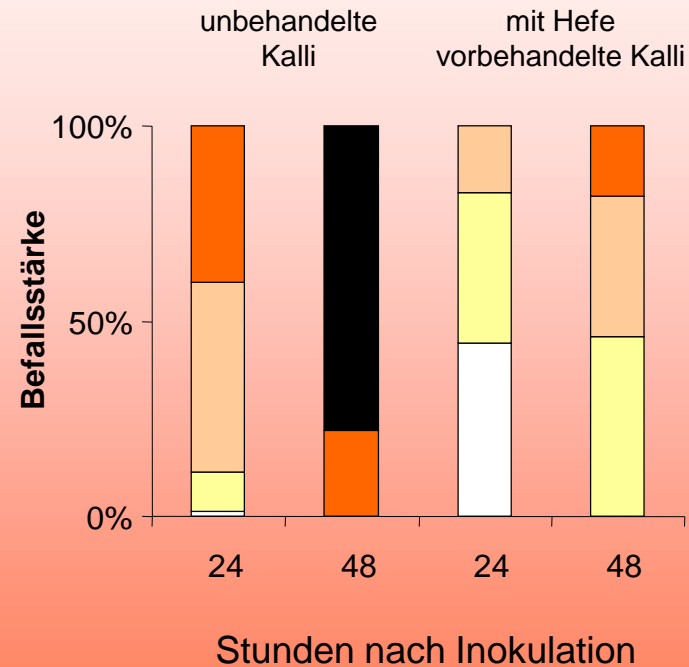
- ➔ **Catechine** werden durch eine Elicitation mit Hefekulturfiltrat **induziert**
- ➔ Eine **erhöhte** Elicitorkonzentration führt zu einer **verminderten** Stoffakkumulation
- ➔ Hemmung der Genexpression von CHS (Chalkonsynthase), LAR (Leukoanthocyanidinreduktase) und ANR (Anthocyanidinreduktase)
- ➔ unveränderte Enzymaktivität der CHS
- ➔ **Resveratrol**-Derivate werden **induziert**
- ➔ Eine **erhöhte** Elicitorkonzentration führt zu einer **erhöhten** Stoffakkumulation
- ➔ Aktivierung der Genexpression von STS (Stilbensynthase)
- ➔ erhöhte Enzymaktivität der STS



Was heißt das für die Pathogenabwehr?

# Krankheitsverlauf von *Botrytis cinerea* bei Weinkallus mit und ohne Elicitation durch Hefekulturfiltrat

- komplett mit Mycel überzogen, Kallus braun
- komplett mit Mycel überzogen, Kallus hell
- die Hälfte des Kallus mit Mycel überzogen
- leichte Mycelbildung
- keine Mycelbildung makroskopisch sichtbar





# Zusammenfassung

- ➔ *Aureobasidium pullulans* Kulturfiltrat wirkt als **Elicitor** auf *Vitis vinifera* Kalluskulturen. Konstitutive Verbindungen akkumulieren; neue Verbindungen werden synthetisiert
- ➔ Die Elicitor-Konzentration hat keinen Einfluß auf die Induktion der Summe aller untersuchten phenolischen Verbindungen, nimmt aber Einfluß auf die Ausrichtung innerhalb des Stoffwechsels
- ➔ Flavonoide (Catechine) erfahren durch eine **erhöhte** Elicitorkonzentration eine **verminderte** Akkumulation, Resveratrol und auch dessen Derivate erfahren durch eine **erhöhte** Elicitorkonzentration eine **gesteigerte** Akkumulation
- ➔ Ein **verzögerter Krankheitsverlauf** nach eine Inokulation mit *Botrytis cinerea* könnte auf die deutliche Akkumulation an Resveratrol-Derivaten zurückzuführen sein.