A photograph of a hop plant (Humulus lupulus) with several dark green, serrated leaves and clusters of light green hop cones. The plant is positioned at the top and bottom of the slide, framing a central green text box.

Die Bedeutung der Hopfeninhaltsstoffe  
für das Bierbrauen, für die Gesundheit  
und für andere Anwendungen.

# Bierbrauen ist so alt wie die menschliche Kultur !



# Die Braukunst wurde im Mittelalter vor allem in den Klöstern perfektioniert.



# Hildegard von Bingen (12. Jahrhundert)

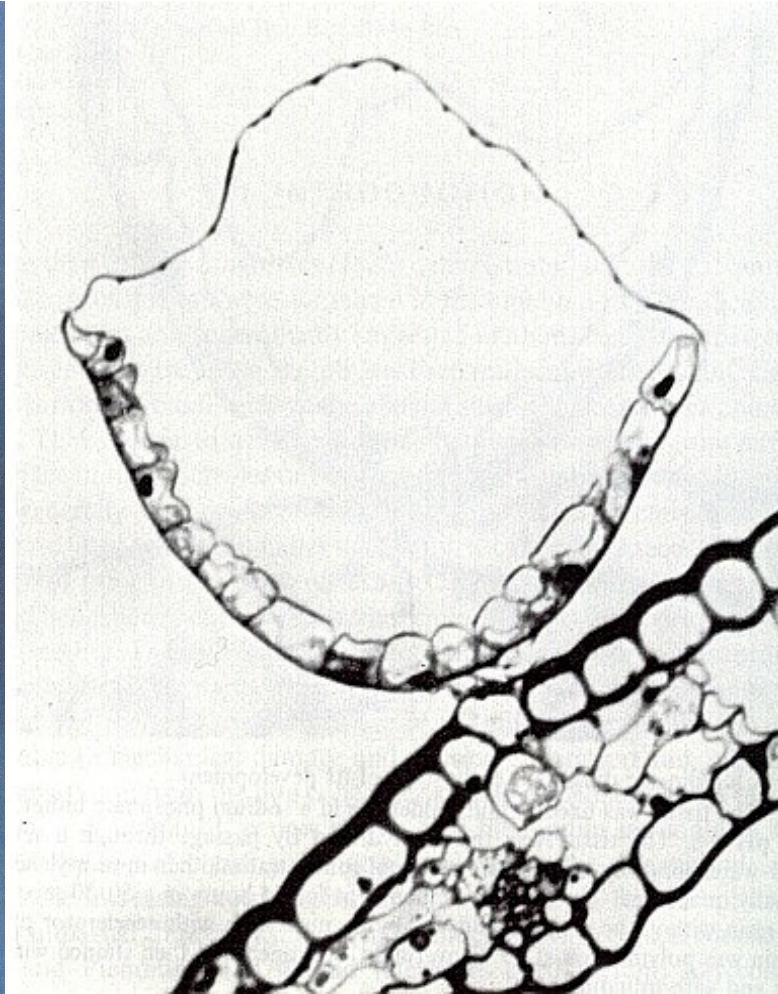
„Der Hopfen trockne die Eingeweide aus, mache traurig und betrübt. Aber durch seine Bitterkeit bewirke er immerhin, dass sich Getränke, denen er zugesetzt ist, lange halten“



# Die Zusammensetzung des Hopfens

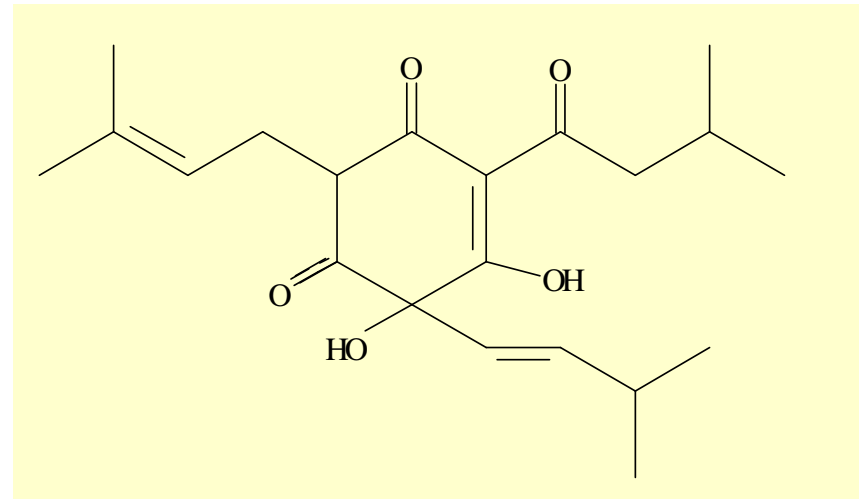
<b>Unspezifische Inhaltsstoffe</b>	<b>Betrag in %</b>
Wasser	9 - 12
Cellulose	10 - 17
Zucker	4 - 8
Proteine	13 - 18
Aminosäuren	3 - 8
Pektinstoffe	5 - 15
Salze	7 - 10
<b>Spezifische Inhaltsstoffe</b>	<b>Betrag in %</b>
Harze	12 - 25
Ätherische Öle	0,5 - 2
Polyphenole	2 - 5

# Hopfendolde mit Lupulin und mikroskopische Aufnahme einer Lupulindrüse

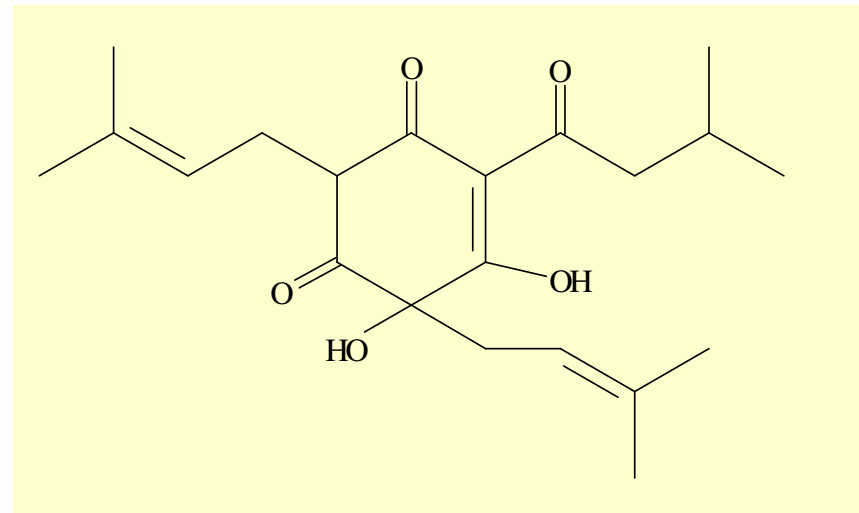




Heinrich Otto Wieland (1877-1957)

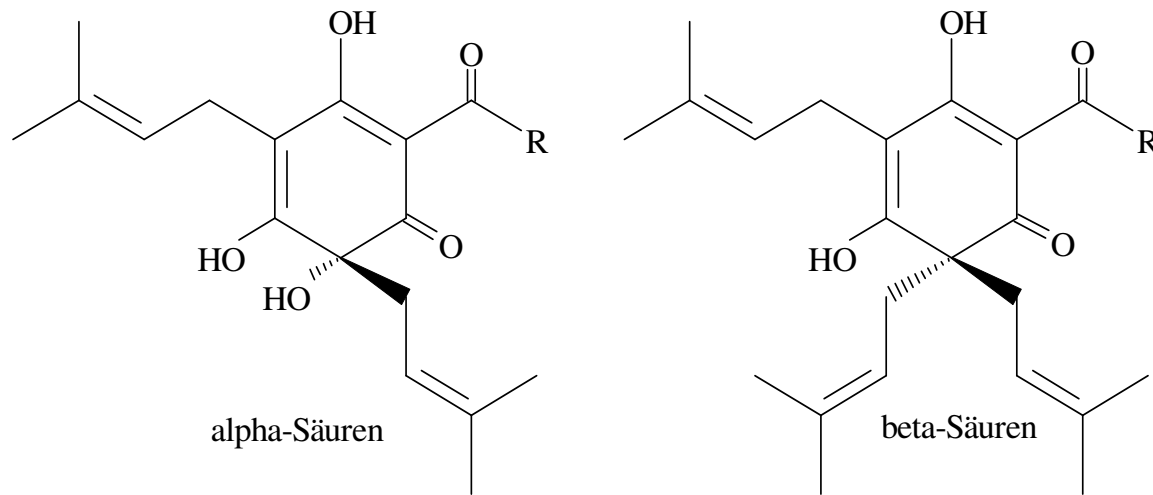


Humulon: Heinrich Wieland 1925



Humulon: tatsächliche Struktur

# Die Bitterstoffe des Hopfens



R = CH<sub>2</sub>CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

R = CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

R = CH(CH<sub>3</sub>)CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>

R = CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

R = CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>

## **α-Säuren (1)**

n-Humulon

Cohumulon

Adhumulon

Prähumulon

Posthumulon

## **β-Säuren (2)**

n-Lupulon

Colupulon

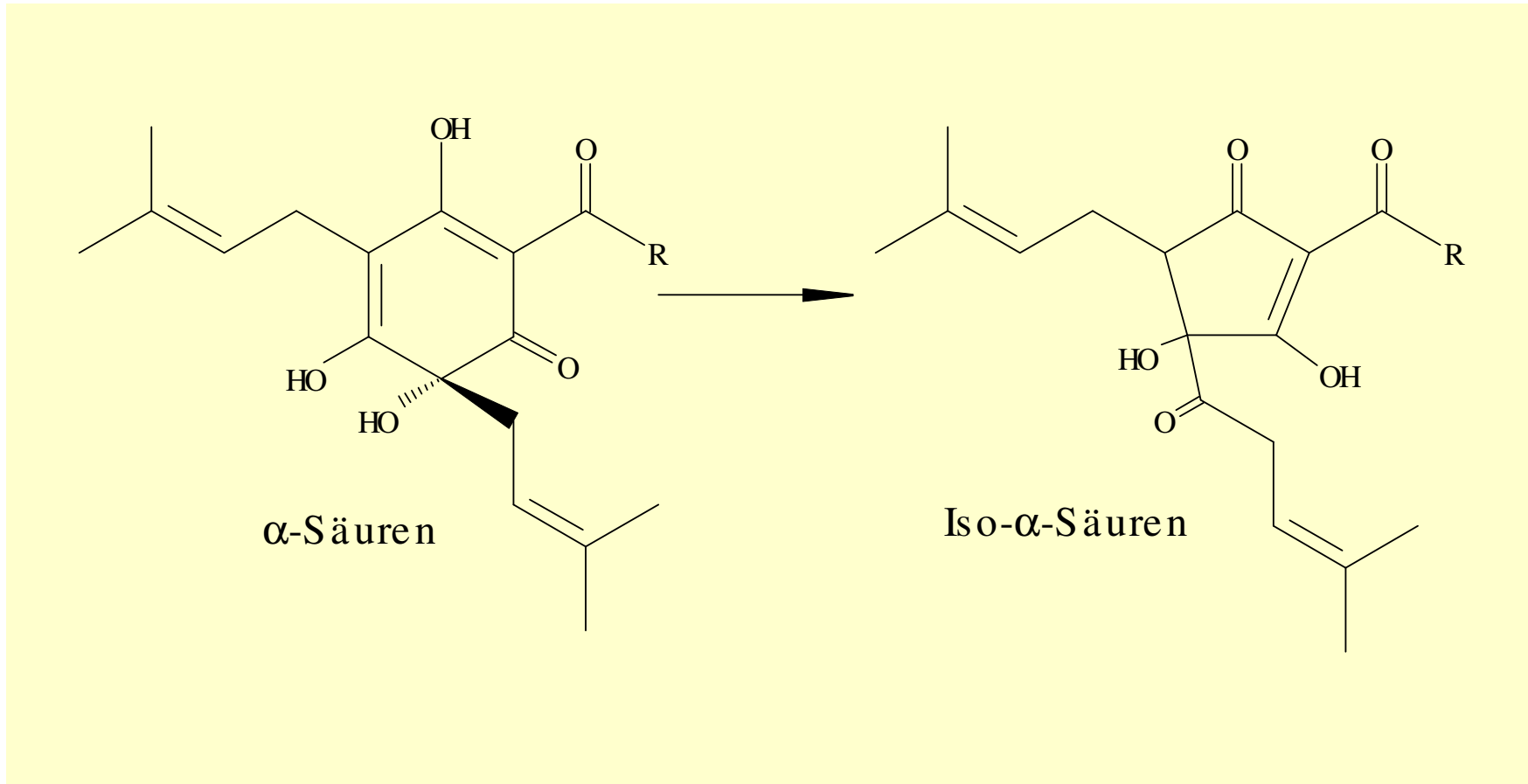
Adlupulon

Prälupulon

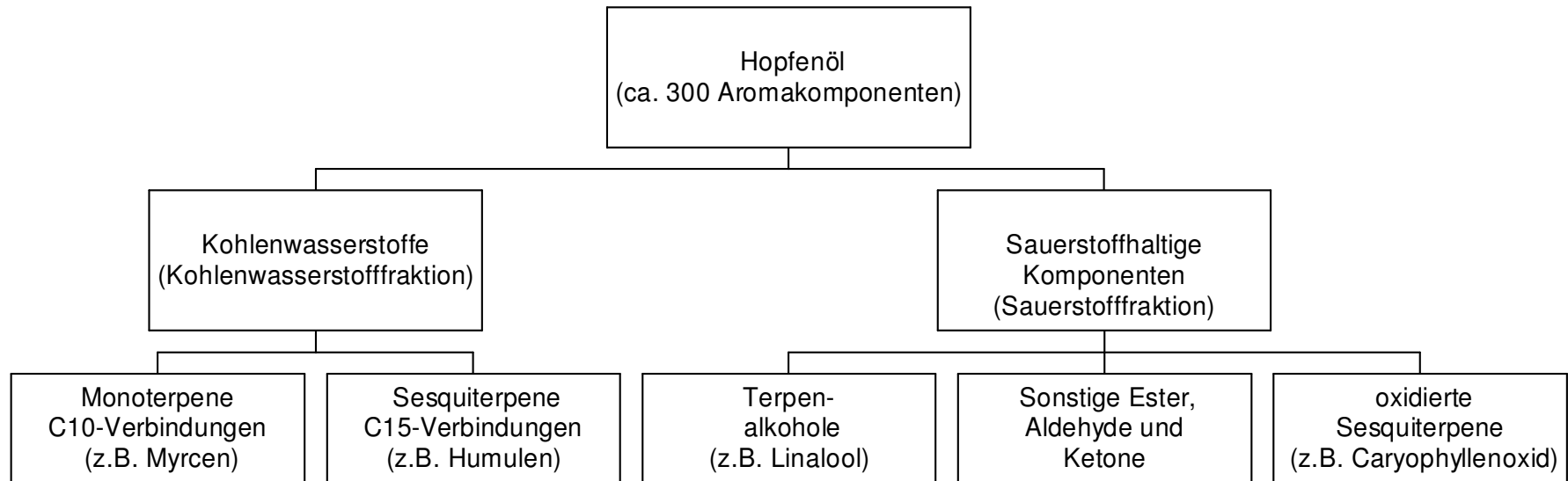
Postlupulon



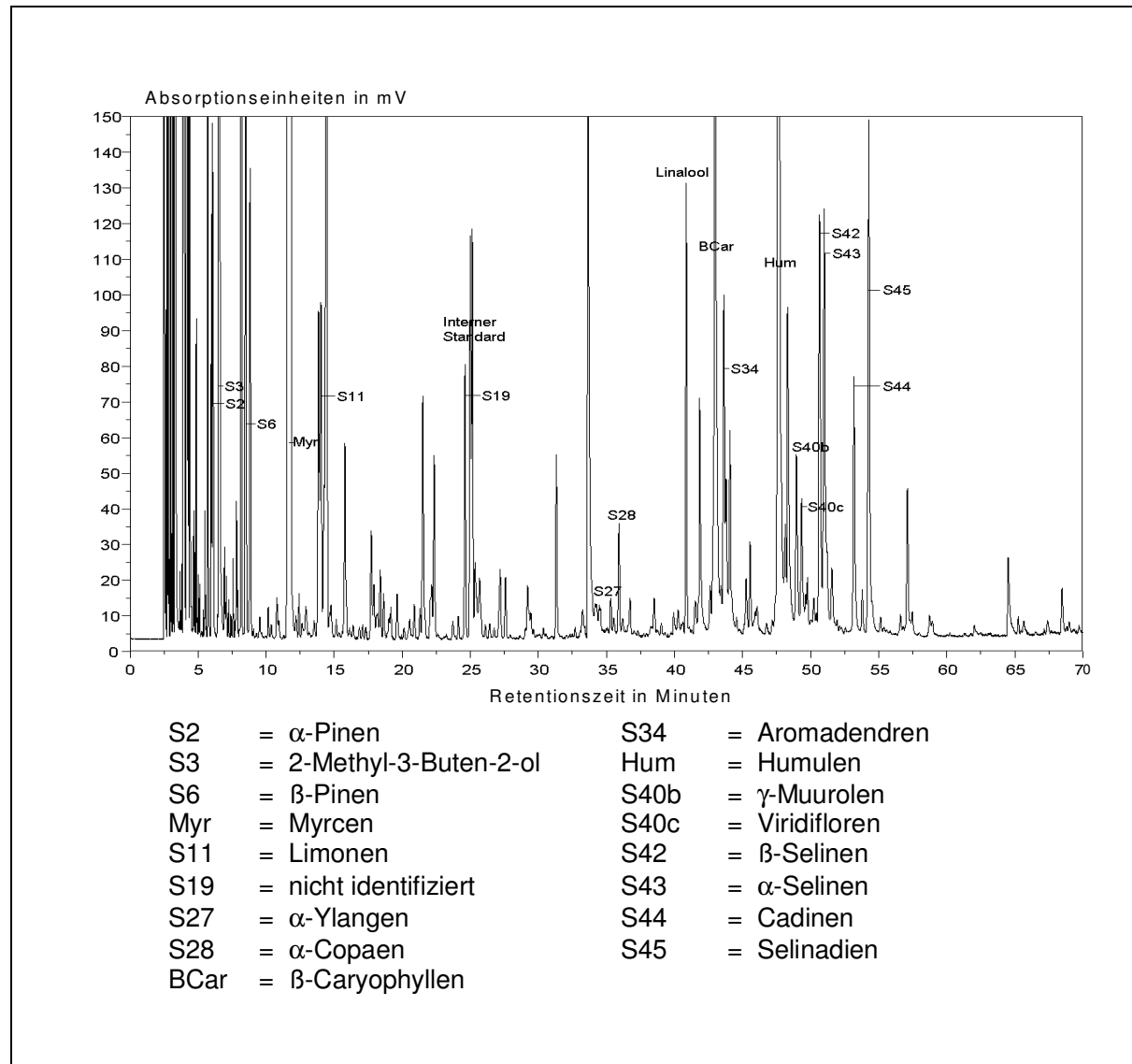
# Isomerisierung der $\alpha$ -Säuren zu den Iso- $\alpha$ -Säuren



# Die ätherischen Öle des Hopfens

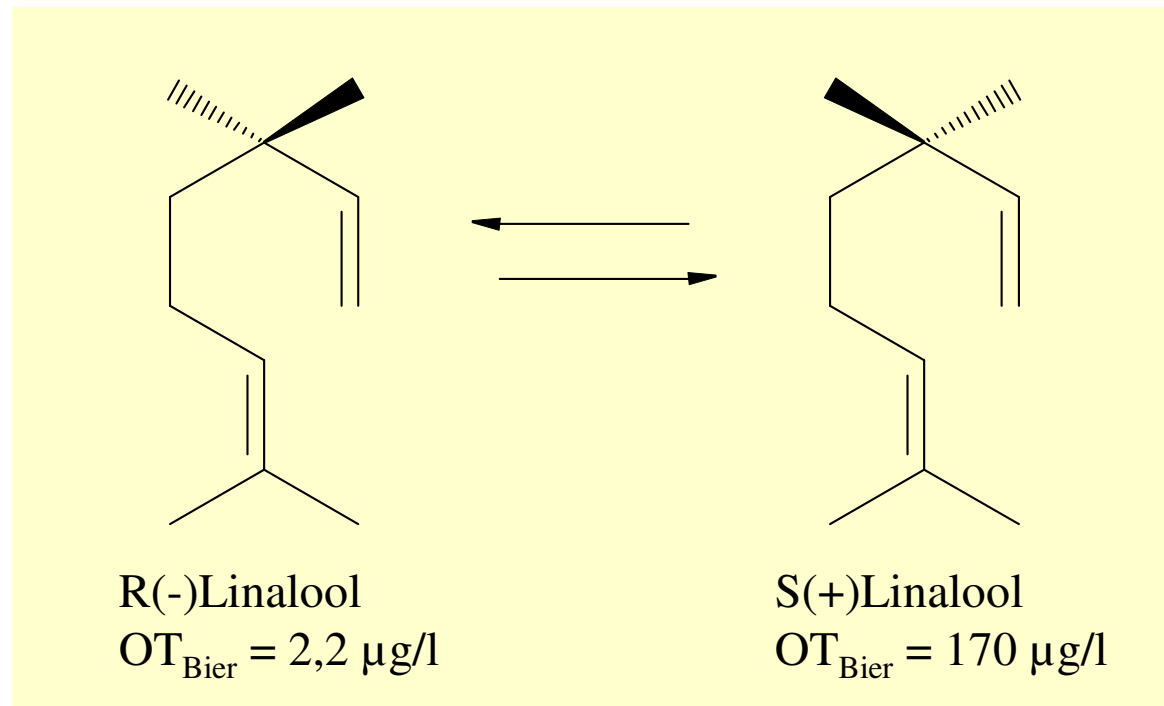


# Headspace-Gaschromatogramm der Sorte Hersbrucker Spät

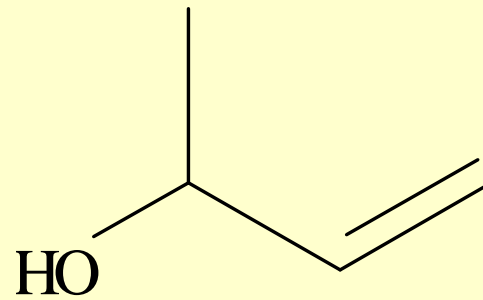


# Linalool gilt als Indikator für ein gutes Hopfenaroma (Dissertation D. Kaltner)

Strukturen und Geschmackschwellenwerte  
von R(-) und S(+)-Linalool

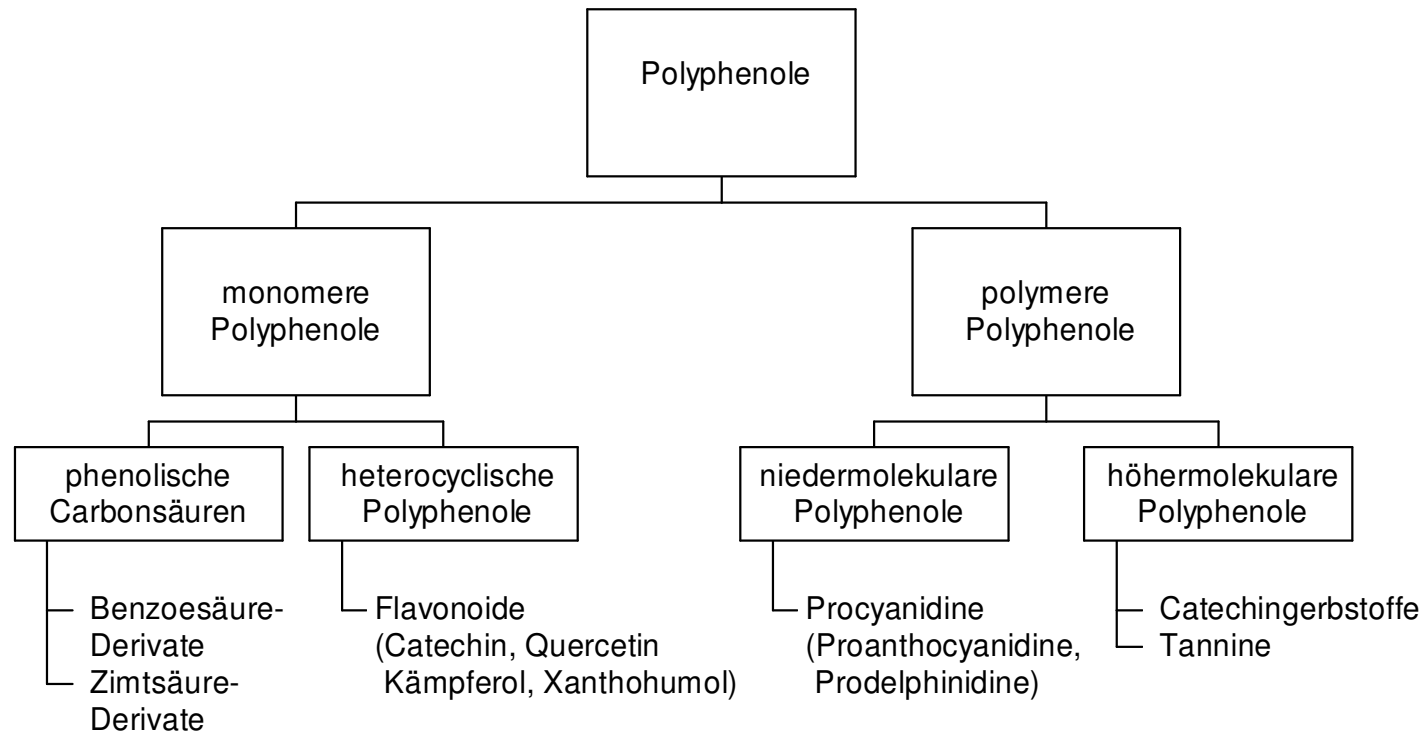


# Die ätherischen Öle wirken beruhigend und sedativ

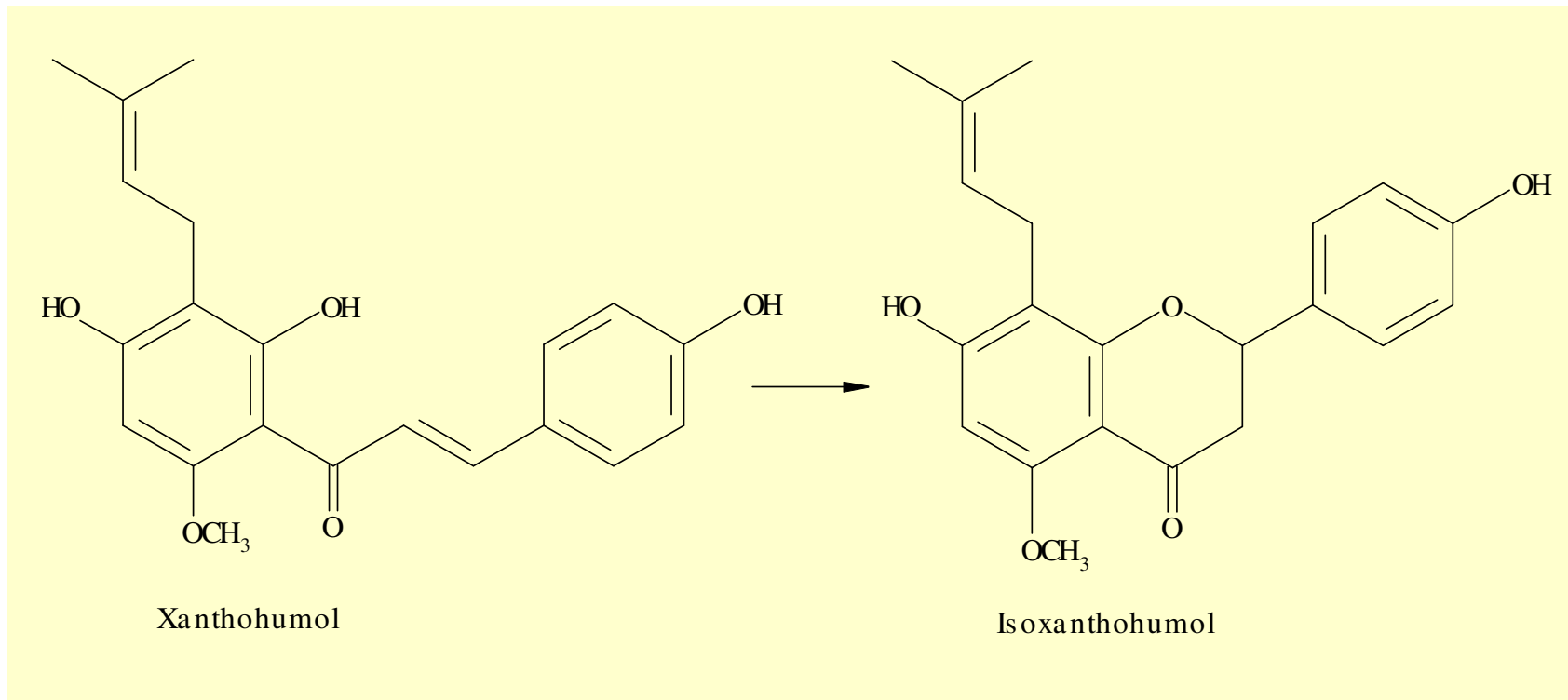


2-Methyl-3-buten-ol

# Die Polyphenole des Hopfens



# Xanthohumol und Isoxanthohumol

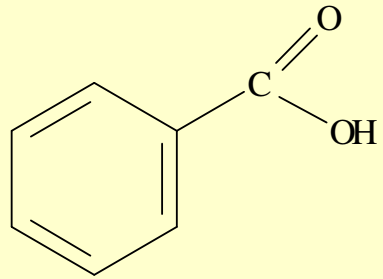


# Quantitative Zusammensetzung der Hopfenpolyphenole

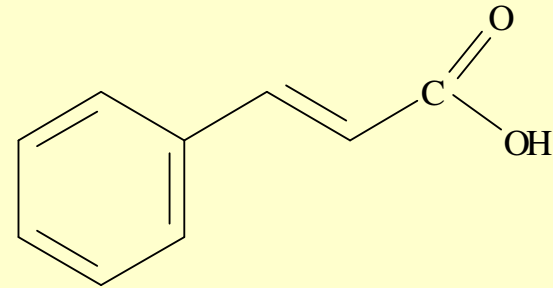
Substanzen + Substanzgruppen			
1) Benzoessäure-Derivate		< 100	mg/kg Hopfen
2) Zimtsäure-Derivate	100	- 300	mg/kg Hopfen
3) Quercetinflavonoide	400	- 2 200	mg/kg Hopfen
4) Kaempferolflavonoide	400	- 1 800	mg/kg Hopfen
5) Catechine + Epicatechine	300	- 1 100	mg/kg Hopfen
6) Proanthocyanidine	200	- 1 200	mg/kg Hopfen
7) Catechingerbstoffe + Tannine	10 000	- 55 000	mg/kg Hopfen



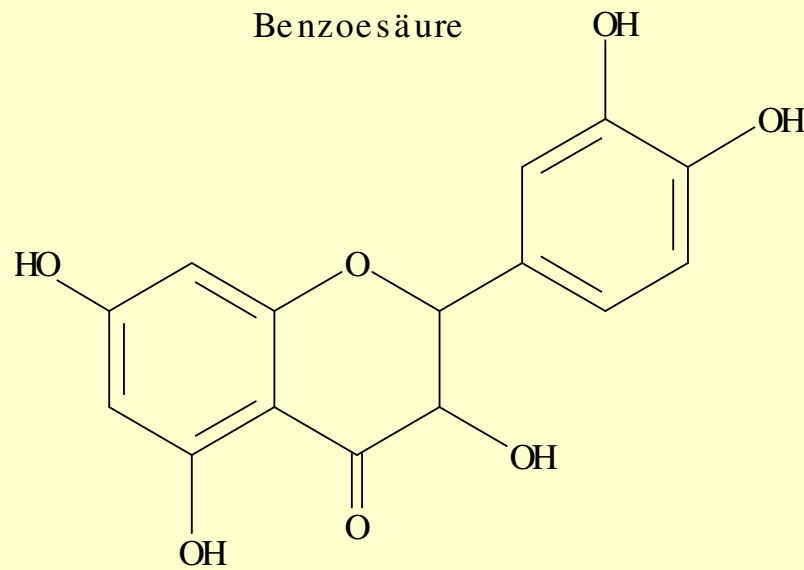
# Chemische Strukturen einiger Hopfenpolyphenole



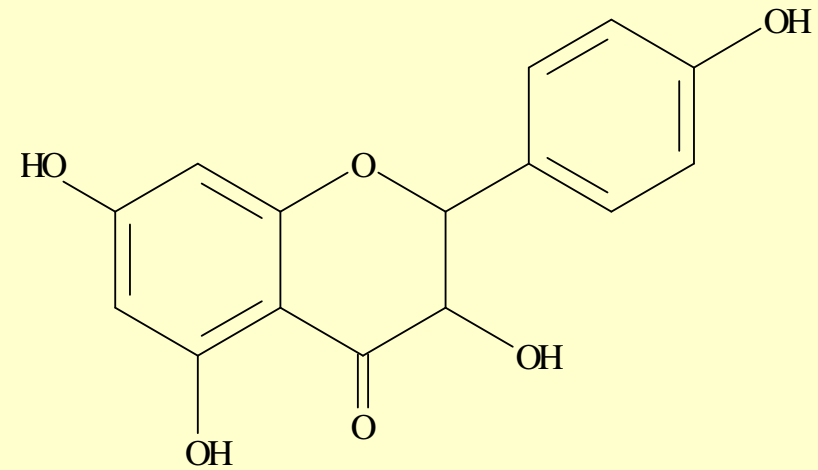
Benzoessäure



Zimtsäure

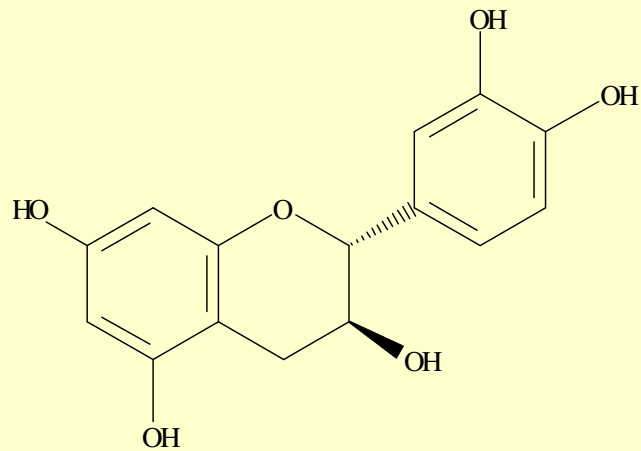


Quercetin

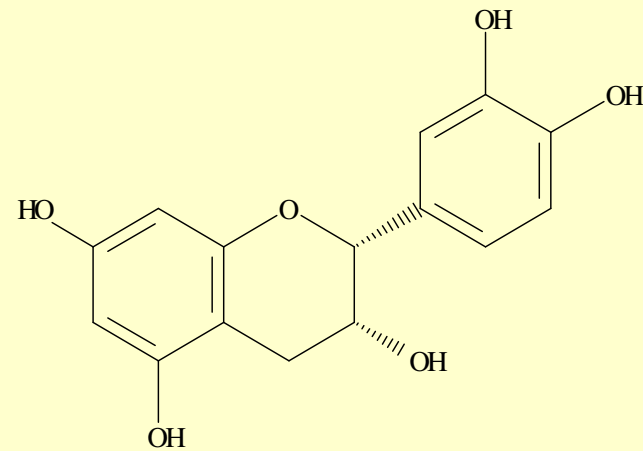


Kämpferol

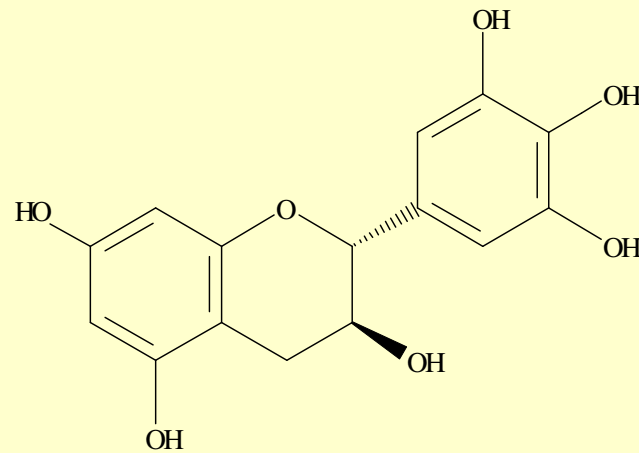
# Chemische Strukturen einiger Hopfenpolyphenole, Flavan-3-ole



(+)-Catechin

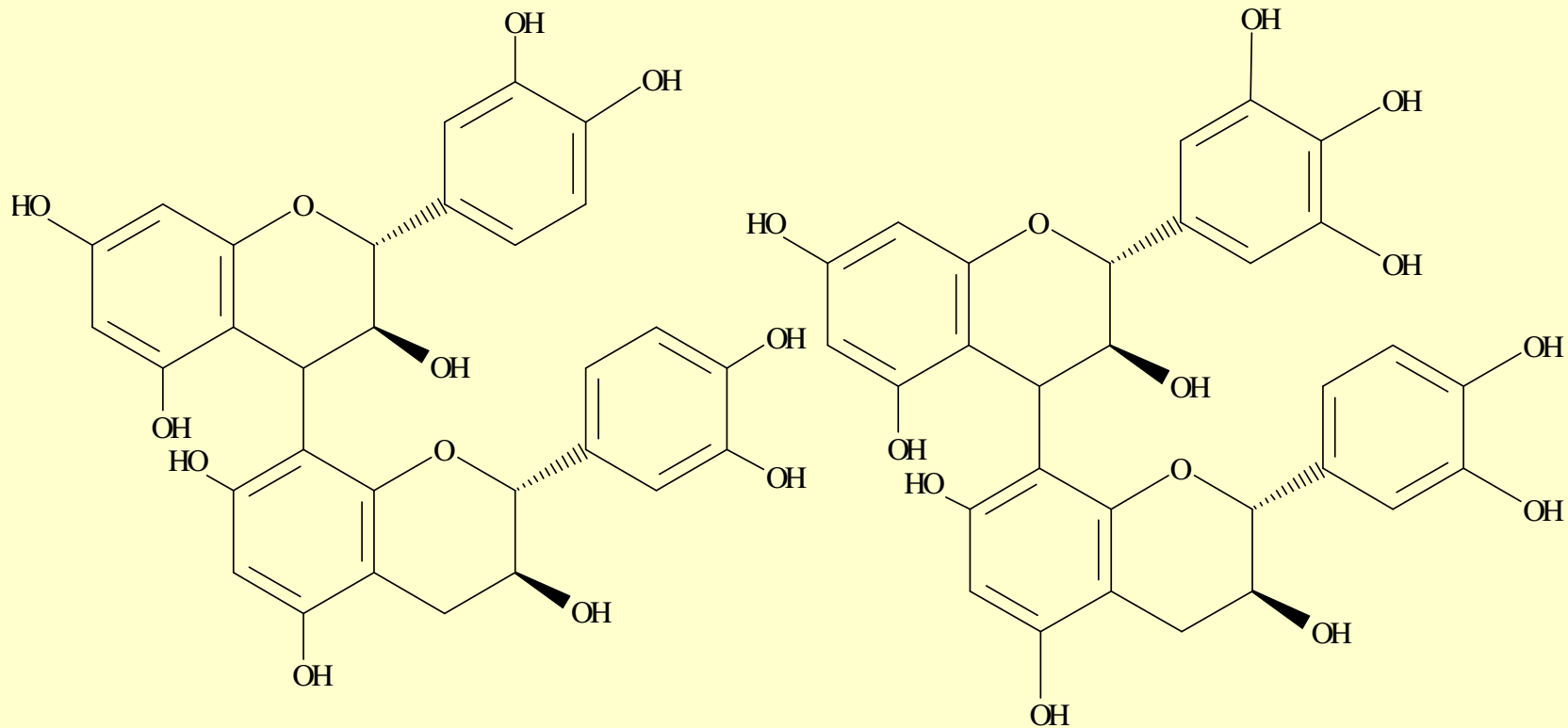


(-)-Epicatechin



Gallocatechin

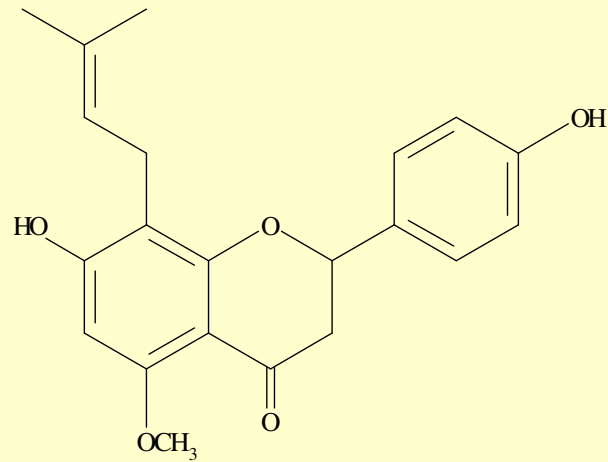
# Chemische Strukturen einiger Hopfenpolyphenole, Proanthocyanidine



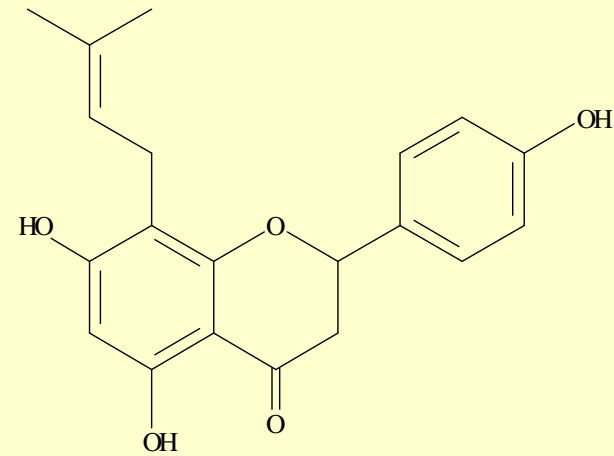
Procyanidin B3

Prodelphinidin B3

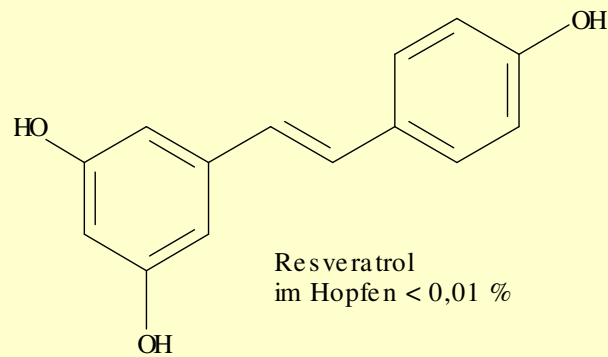
# Isoxanthohumol, 8-Prenylnaringenin, Resveratrol



Isoxanthohumol



8-Prenylnaringenin  
im Hopfen < 0,01 %



Resveratrol  
im Hopfen < 0,01 %

# Physiologische Eigenschaften von Hopfeninhaltsstoffen

- antioxidativ (Schutz vor freien Radikalen)
- anticancerogen (Schutz vor Krebs)
- anti-inflammatorisch (entzündungshemmend)
- antimikrobiell (Schutz vor Pilzen, Bakterien und Viren)
- immunmoduliernd (Stärkung des Immunsystems)
- blutdrucksteuernd (Vorbeugung von Herz- und Kreislauferkrankungen)
- blutzuckerregulierend (Vorbeugung von Diabetes)

# Anwendungsmöglichkeiten von Hopfen außerhalb der Brauerei

- Hopfen in Lebensmitteln (Brot, Wurst, Hopfenlikör)
- Hopfen als antimikrobieller oder bakteriostatischer Zusatz  
Konservierungsmittel in der Lebensmittelindustrie  
β-Säuren in der Zuckerindustrie, Formalin soll ersetzt werden  
β-Säuren in der Ethanolproduktion  
Hygenisierung von biogenen Abfällen (Klärschlamm, Kompost)  
Beseitigung von Schimmelpilzbefall  
Geruchs- und Hygieneverbesserung von Streu  
Einsatz zur Kontrolle von Allergenen

# Anwendungsmöglichkeiten von Hopfen außerhalb der Brauerei

- Hopfeninhaltsstoffe als Bestandteil von Kosmetika  
Gesichtscreme, Badebalsam, Duschgel  
Zahncreme, Mundwasser
- Hopfen in Medikamenten  
in Kombination mit Baldrian in Beruhigungsmitteln  
Hormonersatzpräparate  
Vorbeugung von Osteoporose  
Präparate gegen Krebs
- Functional Foods, Nahrungsergänzungsmittel  
z.B. Xan-Bier

Vielen Dank  
für die  
Aufmerksamkeit !