The image features a central green rectangular box with a black border containing white text. The background is a photograph of a hops plant, showing dark green, serrated leaves and clusters of yellow, cone-shaped hop cones (strobili) on brown stems. The text is centered within the green box.

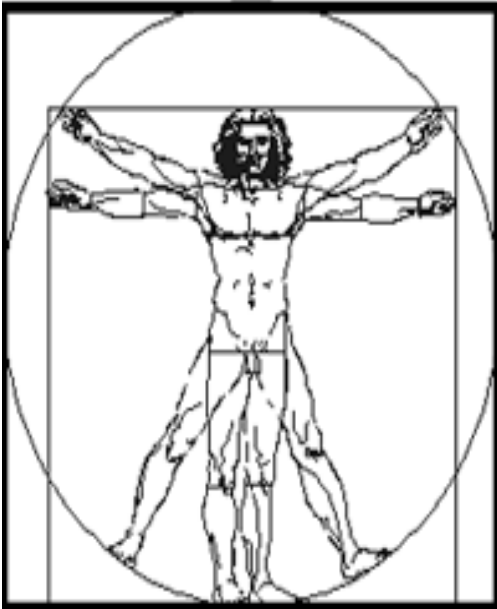
Die Bedeutung der Hopfen-
inhaltsstoffe für das Bier-
brauen und für die
Gesundheit

Arzneipflanze des Jahres 2007 ist der Hopfen.



Der Studienkreis Entwicklungsgeschichte der Arzneipflanzenkunde an der Universität Würzburg ernannte Hopfen zur „Arzneipflanze des Jahres 2007“.

Hopfen



Hopfen als Heilmittel war schon in der Antike bei den Griechen und Römern und in der arabischen Welt bekannt.

Hopfen als Brauzusatz ist eine Erfindung der Mönche im Mittelalter.

Das Bierbrauen ist so alt wie die menschliche Kultur !



Das Bierbrauen ist so alt wie die menschliche Kultur !



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



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“



Im 19. Jahrhundert wurde die Chemie des Bierbrauens und des Hopfens allmählich wissenschaftlich verstanden.



Louis Pasteur (1822-1895)



Eduard Buchner (1860-1917)

Anwendung von Hopfen in der Volksmedizin

Adstringierend	Eiterbeulen	Magenkrampf
Angstzustände	Einschläfernd	Migräne
Appetitlosigkeit	Frühjahrsmüdigkeit	Nächtliche Samenergüsse
Aufgeregtheit	Falten	Nervöse Spannungen
Bakterientötend	Gelbsucht	Osteoporose
Beruhigendes Mittel	Gonorrhoe	Podagra
Blutreinigend	Halsschmerzen	Rheumatisches Leiden
Blasenkatarrh	Harntreibend	Schlaflosigkeit
Blasenstein	Herzklopfen	Skrofulose
Bluten	Krätze	Verdauungsfördernd
Brustvergrößerung	Krampfstillend	Wechseljahre
Diarrhoe	Leberkrankheit	Wundheilmittel

Quelle: Dr. Norbert Frank dkfz Heidelberg

Physiologische Eigenschaften von Hopfen

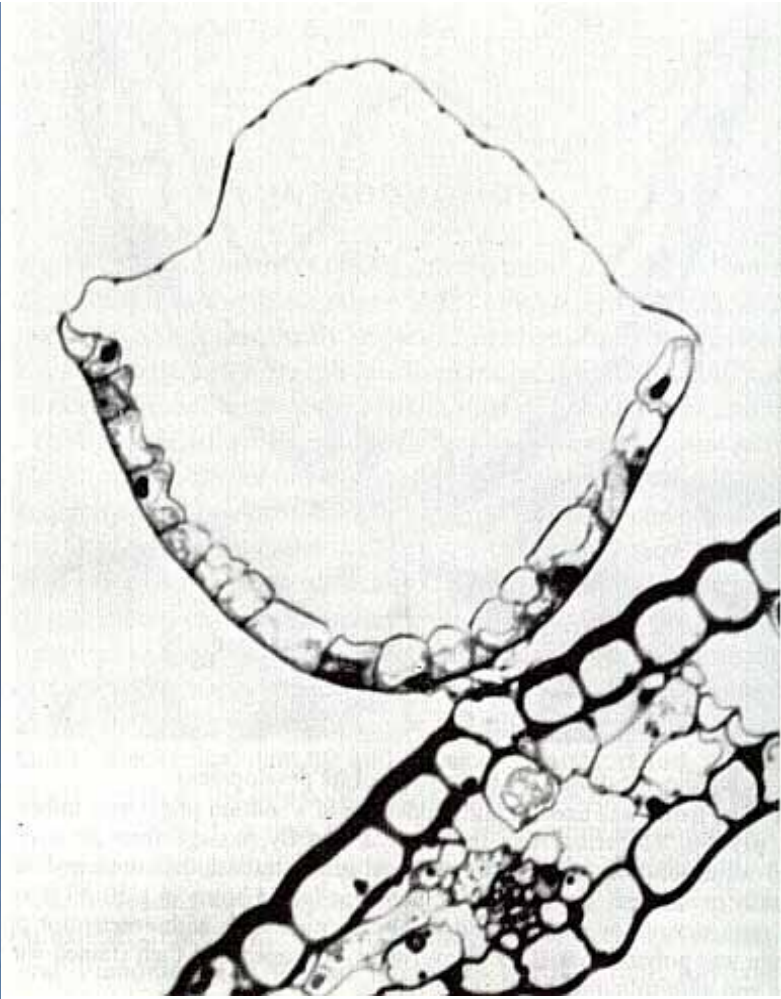
- antimikrobiell (Schutz vor Pilzen, Bakterien und Viren)
- anticancerogen (Schutz vor Krebs)
- anti-inflammatorisch (entzündungshemmend)
- antioxidativ (Schutz vor freien Radikalen)
- blutdrucksteuernd (Vorbeugung von Herz- und Kreislauferkrankungen)
- blutzuckerregulierend (Vorbeugung von Diabetes)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

Die Zusammensetzung des Hopfens

Unspezifische Inhaltsstoffe	Betrag in %
Wasser	9 - 12
Cellulose	10 - 17
Zucker	4 - 8
Proteine	13 - 18
Aminosäuren	3 - 8
Pektinstoffe	5 - 15
Salze	7 - 10

Spezifische Inhaltsstoffe	Betrag in %
Harze	12 - 25
Ätherische Öle	0,5 - 2
Polyphenole	2 - 5

Hopfendolde mit Lupulin und mikroskopische Aufnahme einer Lupulindrüse



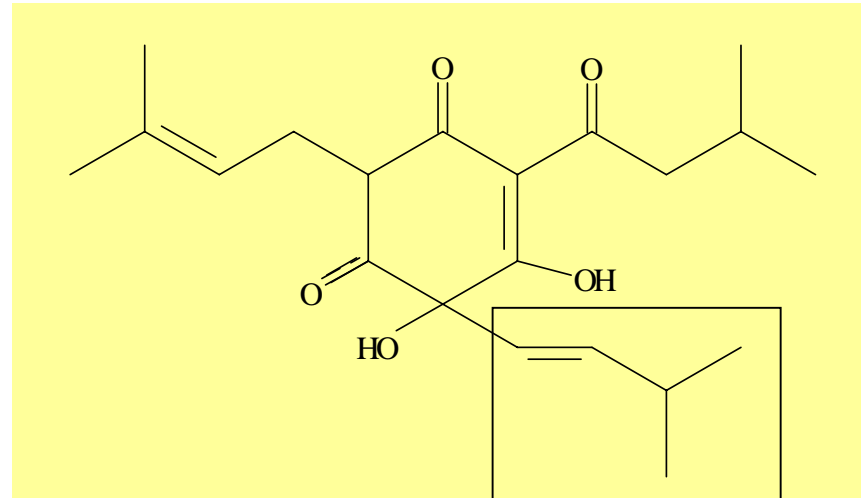
Lupulindrüsen auf Doldenblättern



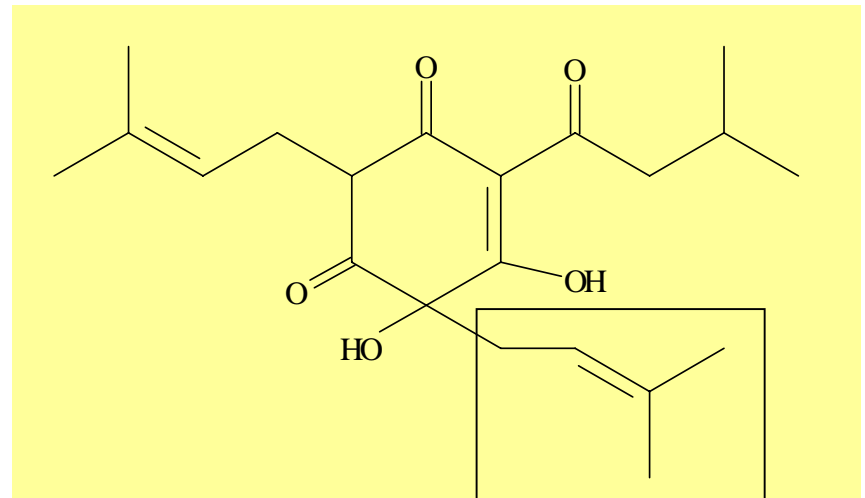
Heinrich Wieland und die Hopfenbitterstoffe



Heinrich Otto Wieland (1877-1957)

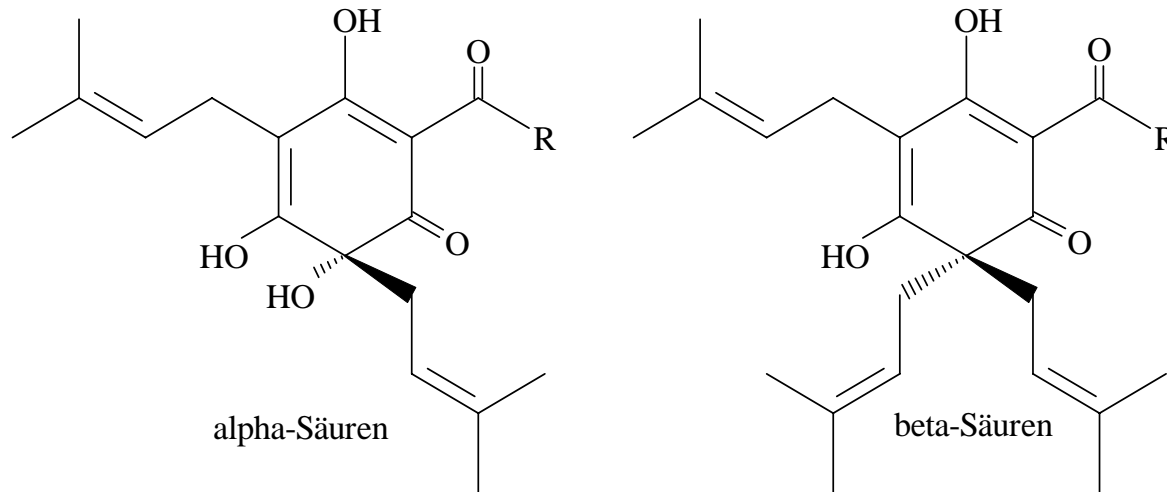


Humulon: Heinrich Wieland 1925



Humulon: tatsächliche Struktur

Die Bitterstoffe des Hopfens



R = CH₂CH(CH₃)₂

R = CH(CH₃)₂

R = CH(CH₃)CH₂CH₃

R = CH₂CH₂CH(CH₃)₂

R = CH₂CH₃

α-Säuren (1)

n-Humulon

Cohumulon

Adhumulon

Prähumulon

Posthumulon

β-Säuren (2)

n-Lupulon

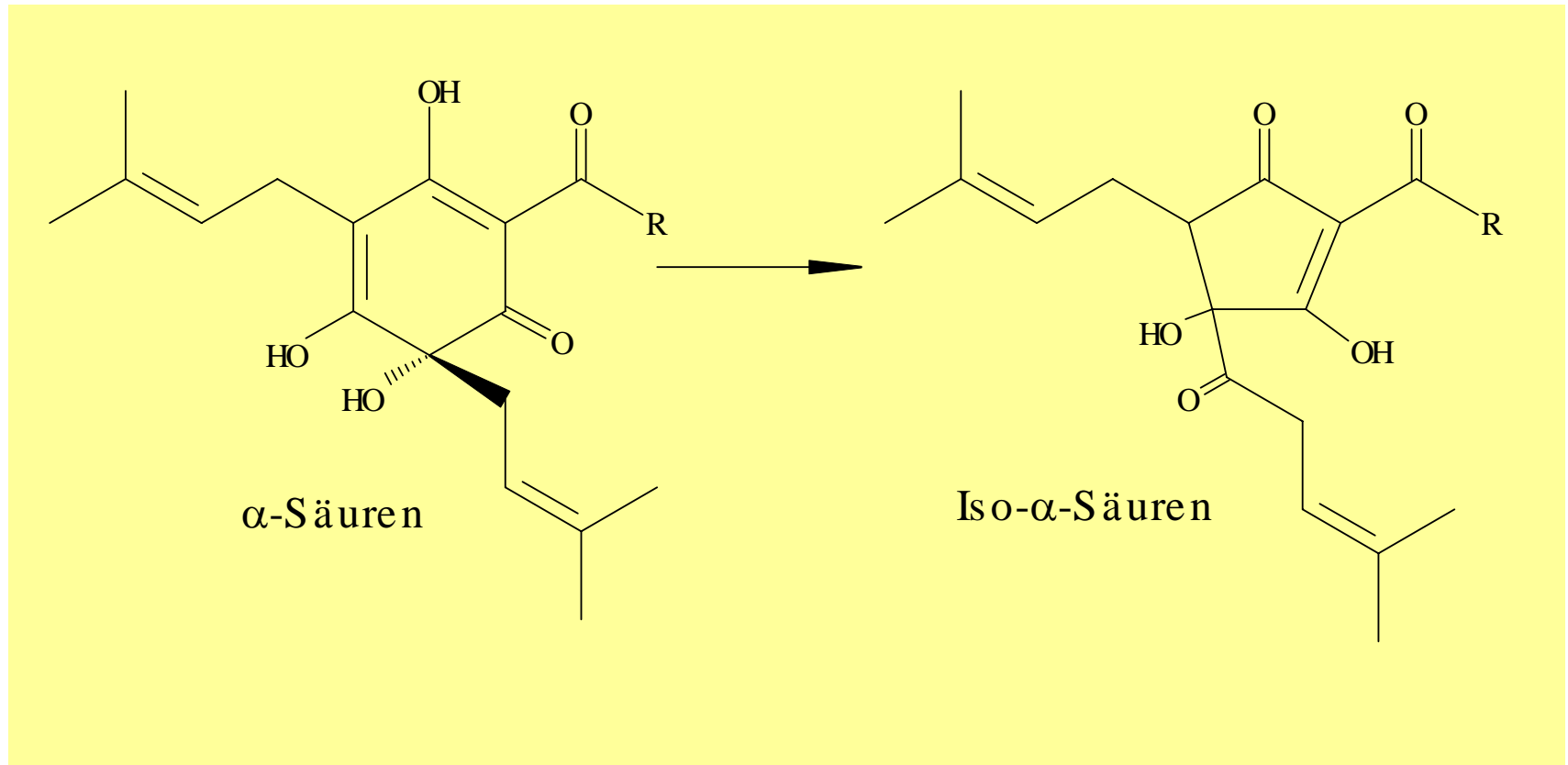
Colupulon

Adlupulon

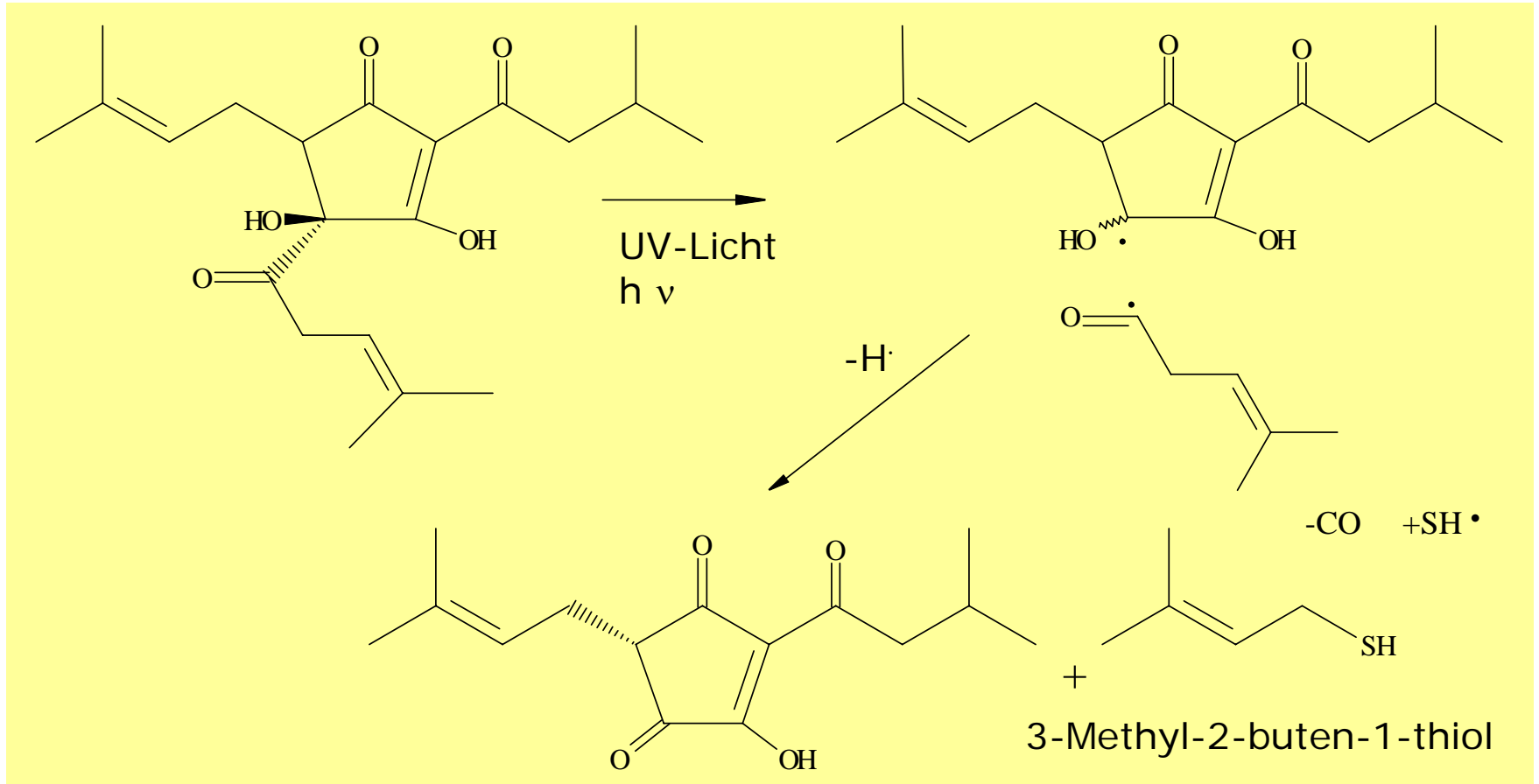
Prälupulon

Postlupulon

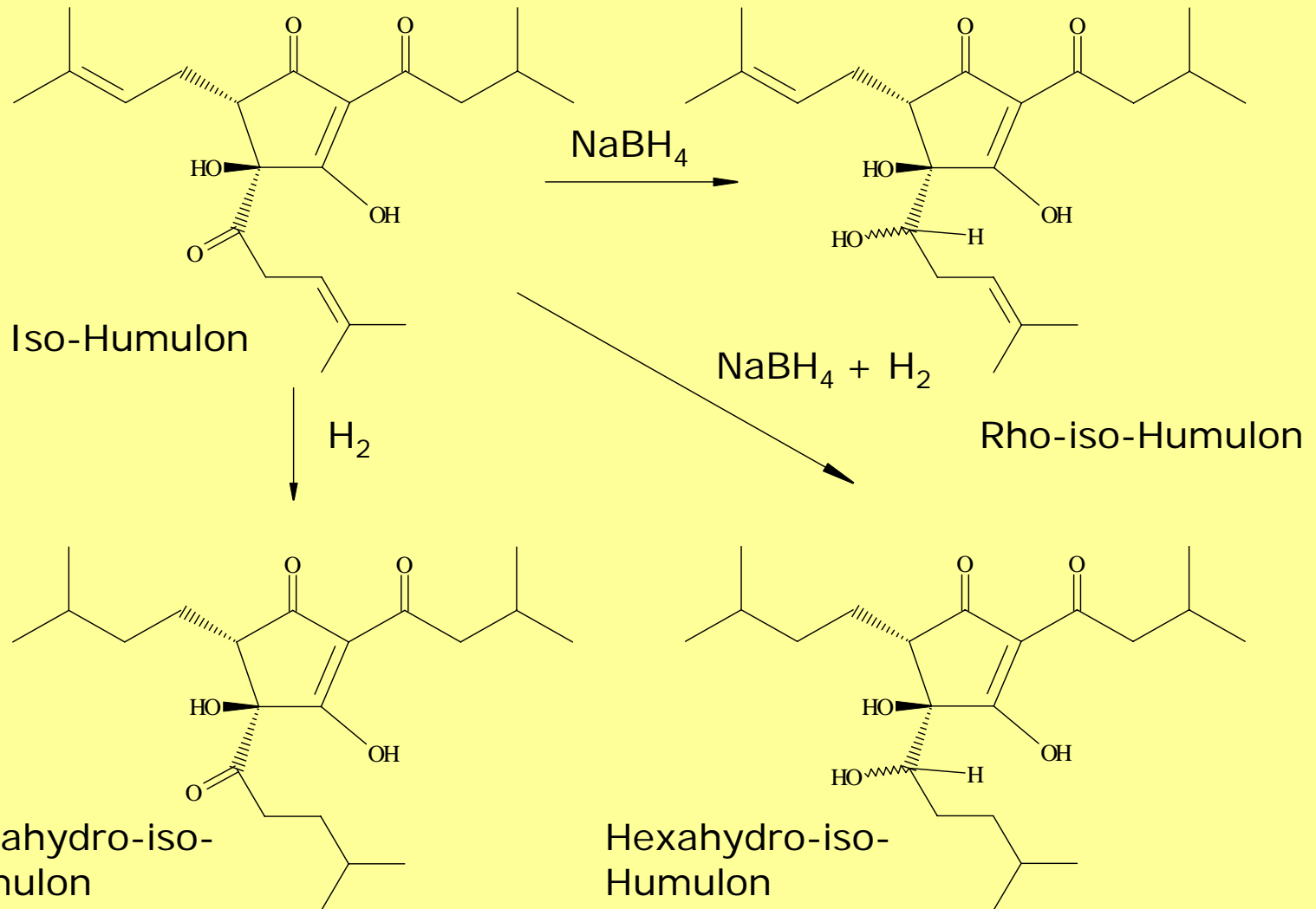
Isomerisierung der α -Säuren zu den Iso- α -Säuren



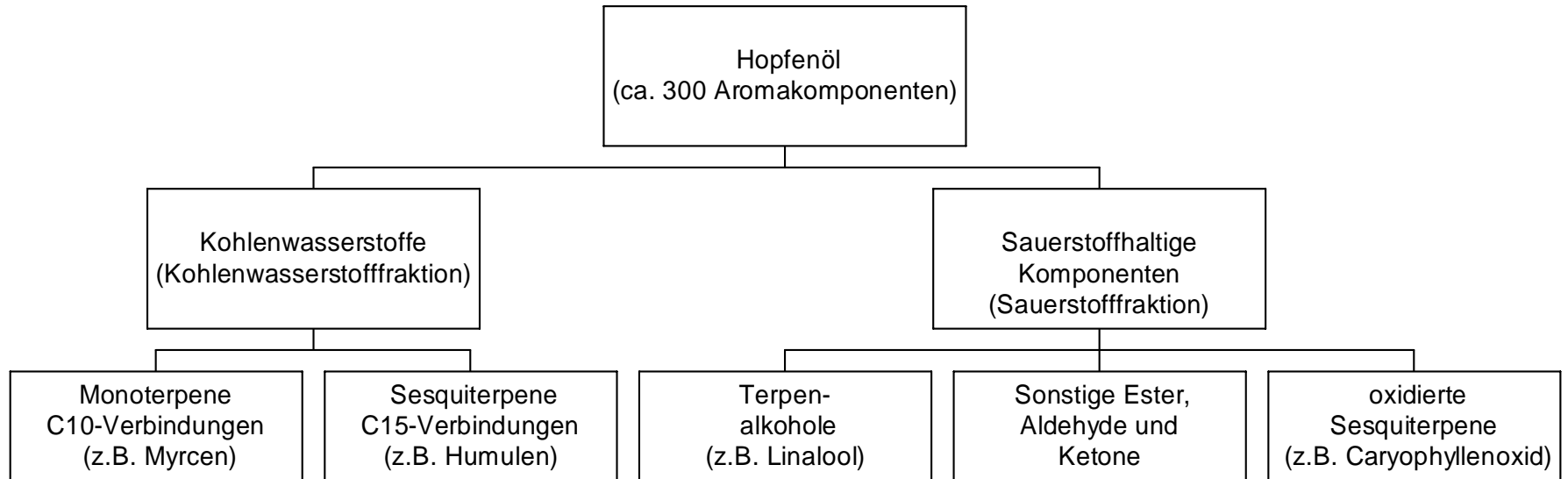
Bildung des „lightstruck“ Geschmacks im Bier



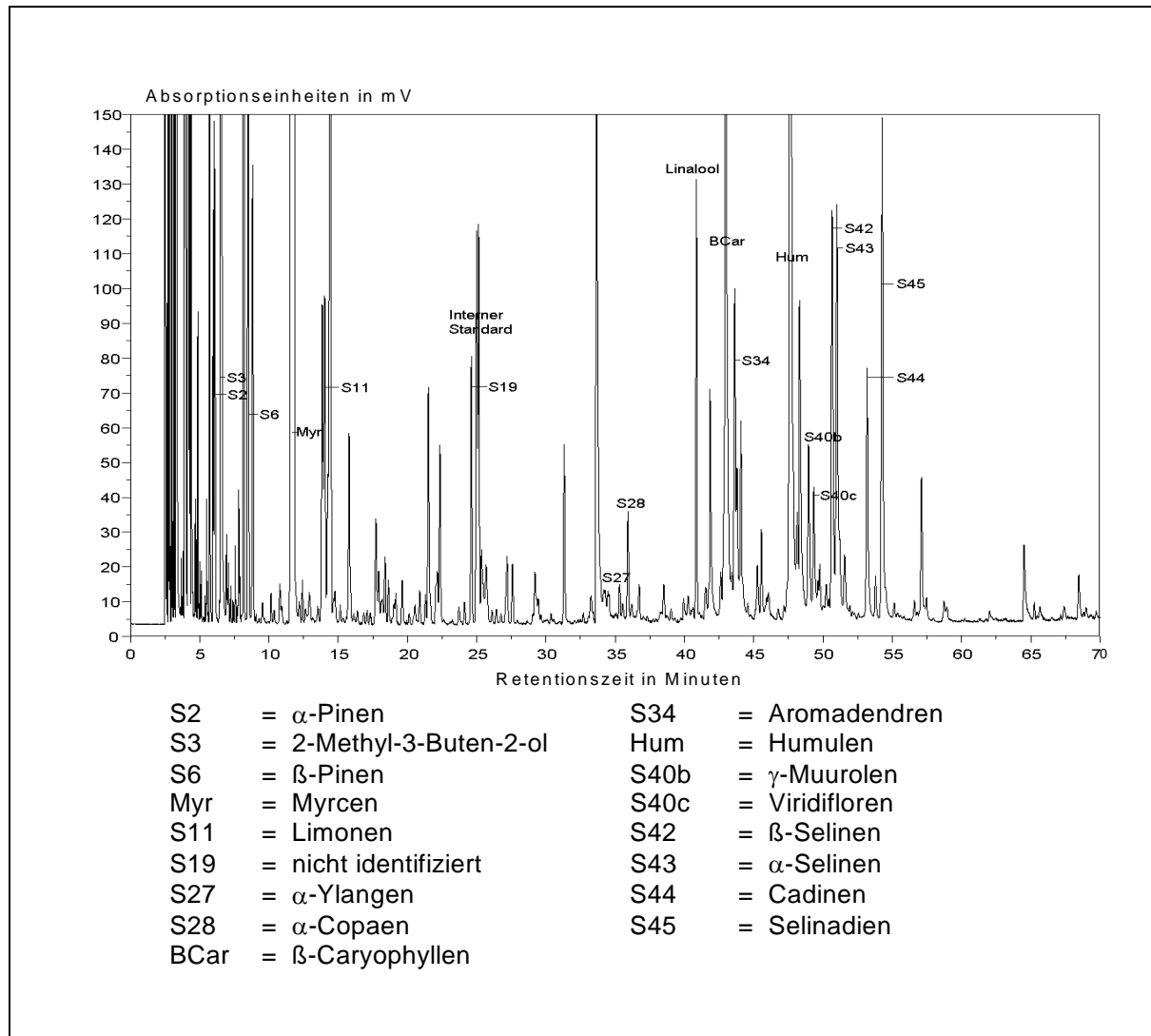
Reduzierte Iso- α -Säuren



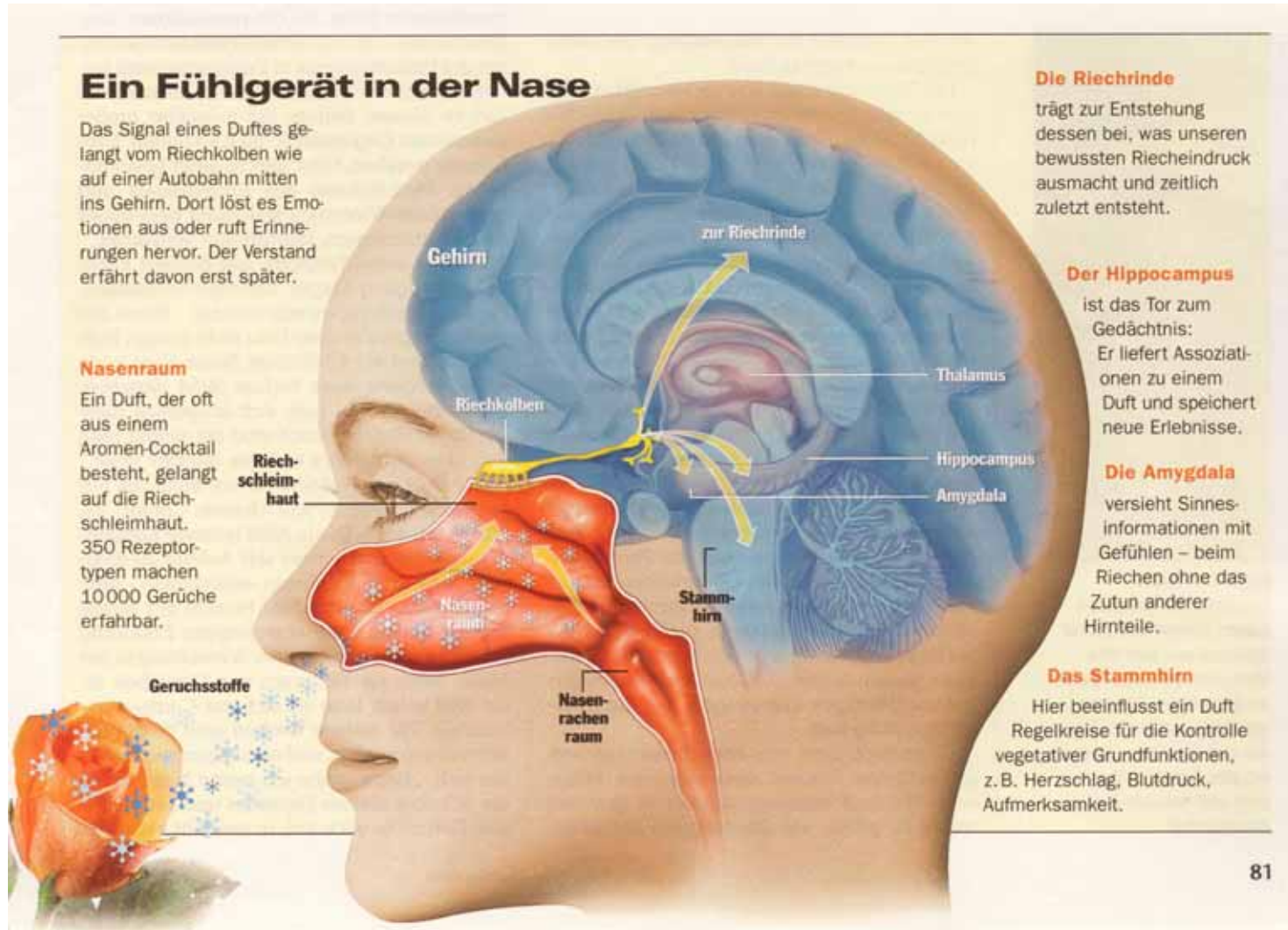
Die ätherischen Öle des Hopfens



Headspace-Gaschromatogramm der Sorte Hersbrucker Spät



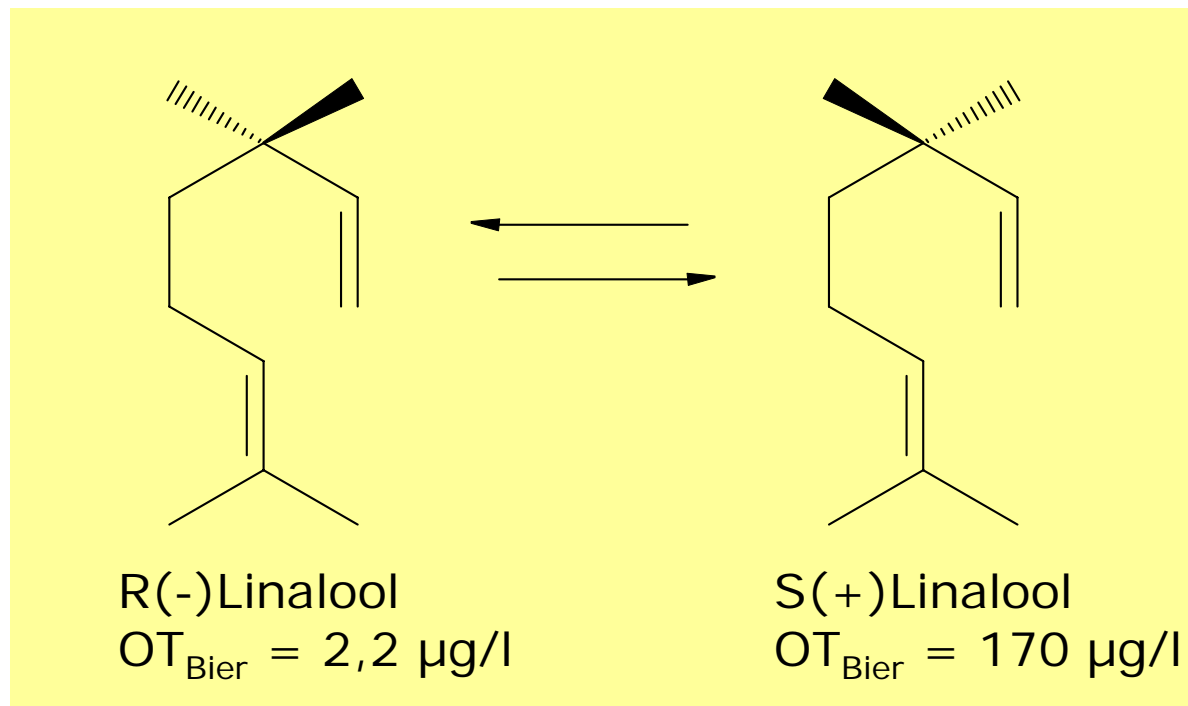
Wie funktioniert Riechen ?



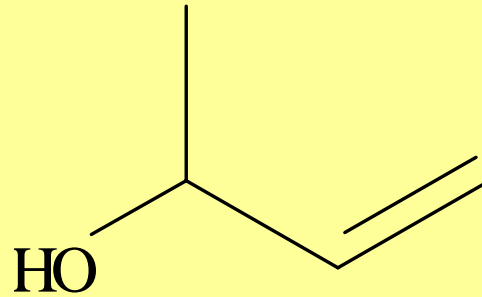
Quelle: Fokus

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

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

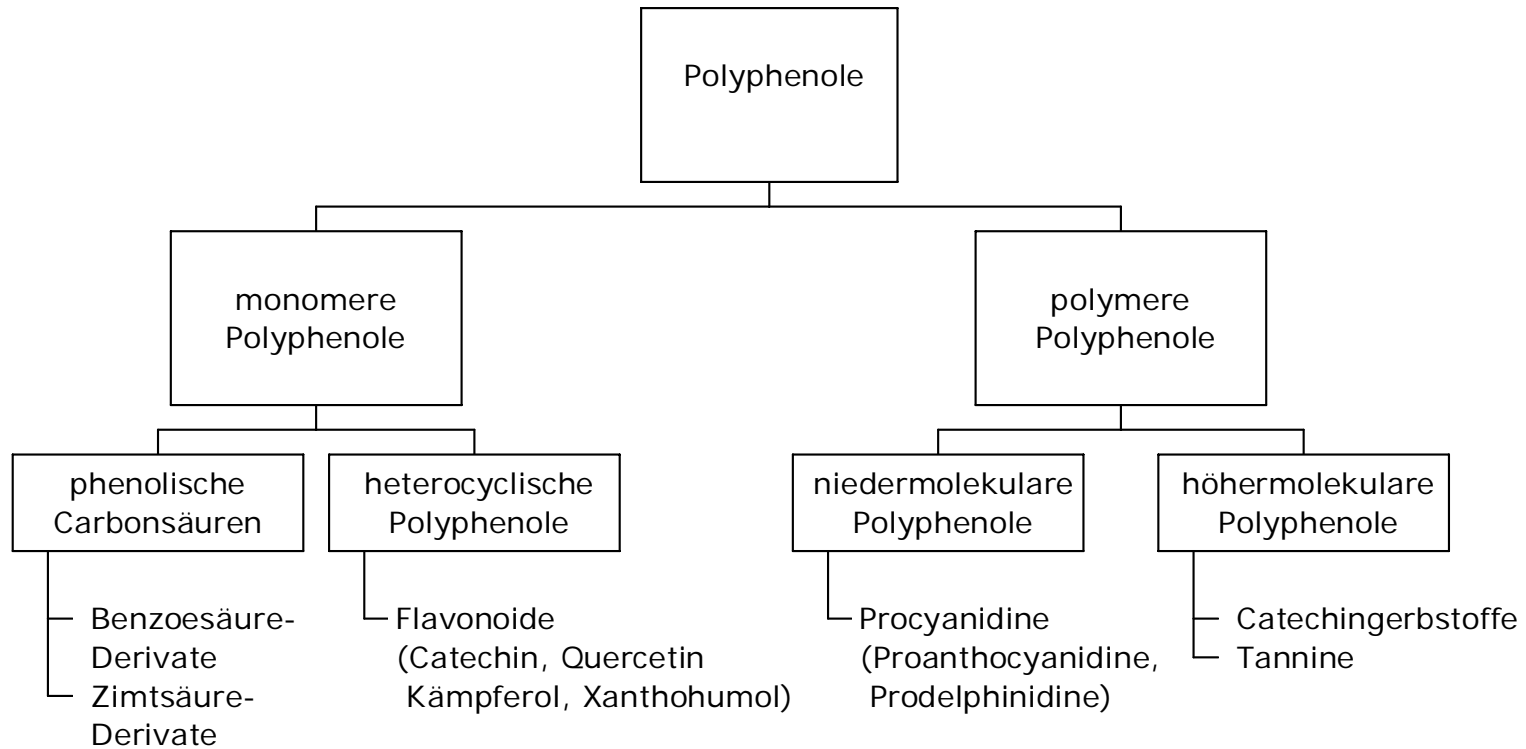


Die ätherischen Öle wirken beruhigend und sedativ



2-Methyl-3-buten-ol

Die Polyphenole des Hopfens

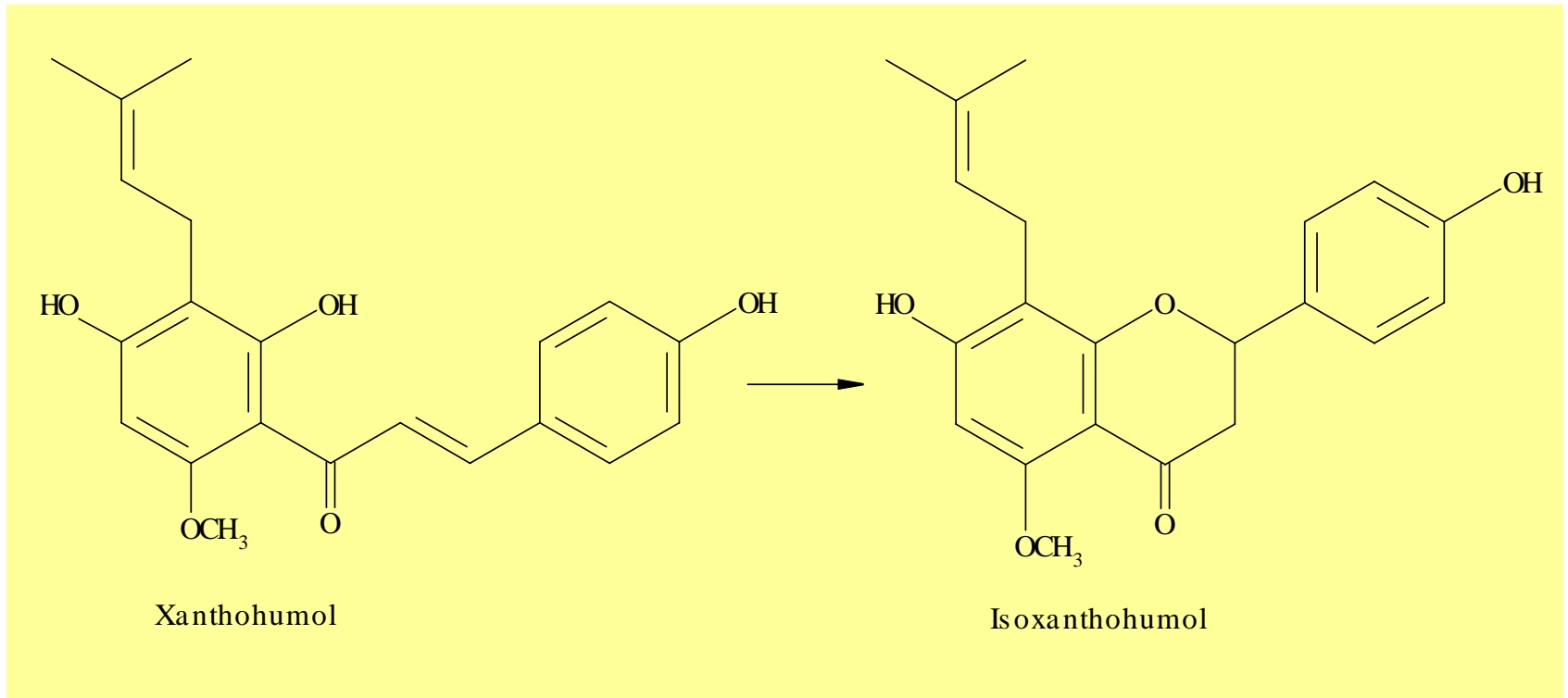


Krankheiten und oxidative Prozesse

Krankheiten, die auf oxidativen Prozessen beruhen sind z.B.:

- Krebs
- Artherosklerose
- Alzheimer
- Parkinson

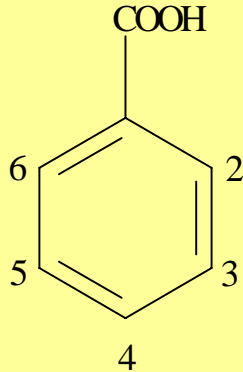
Xanthohumol und Isoxanthohumol



Quantitative Zusammensetzung der Hopfenpolyphenole

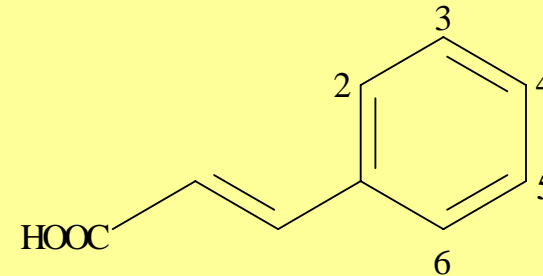
Substanzen und Substanzgruppen	Konzentrationen
Phenolische Carbonsäuren	
1) Benzoesäure-Derivate	< 0,01 %
2) Zimtsäure-Derivate	0,01 – 0,03 %
Flavonoide	
3) Quercetinglykoside	0,05 – 0,23 %
4) Kämferolglykoside	0,02 – 0,24 %
5) Catechine und Epicatechine	0,03 – 0,11 %
6) Proanthocyanidine	0,06 – 0,15 %
Höher molekulare Substanzen	
7) Catechingerbstoffe und Tannine	2,00 – 7,00 %

Phenolische Carbonsäuren (Benzoessäuren, Zimtsäuren)



Benzoessäuren:

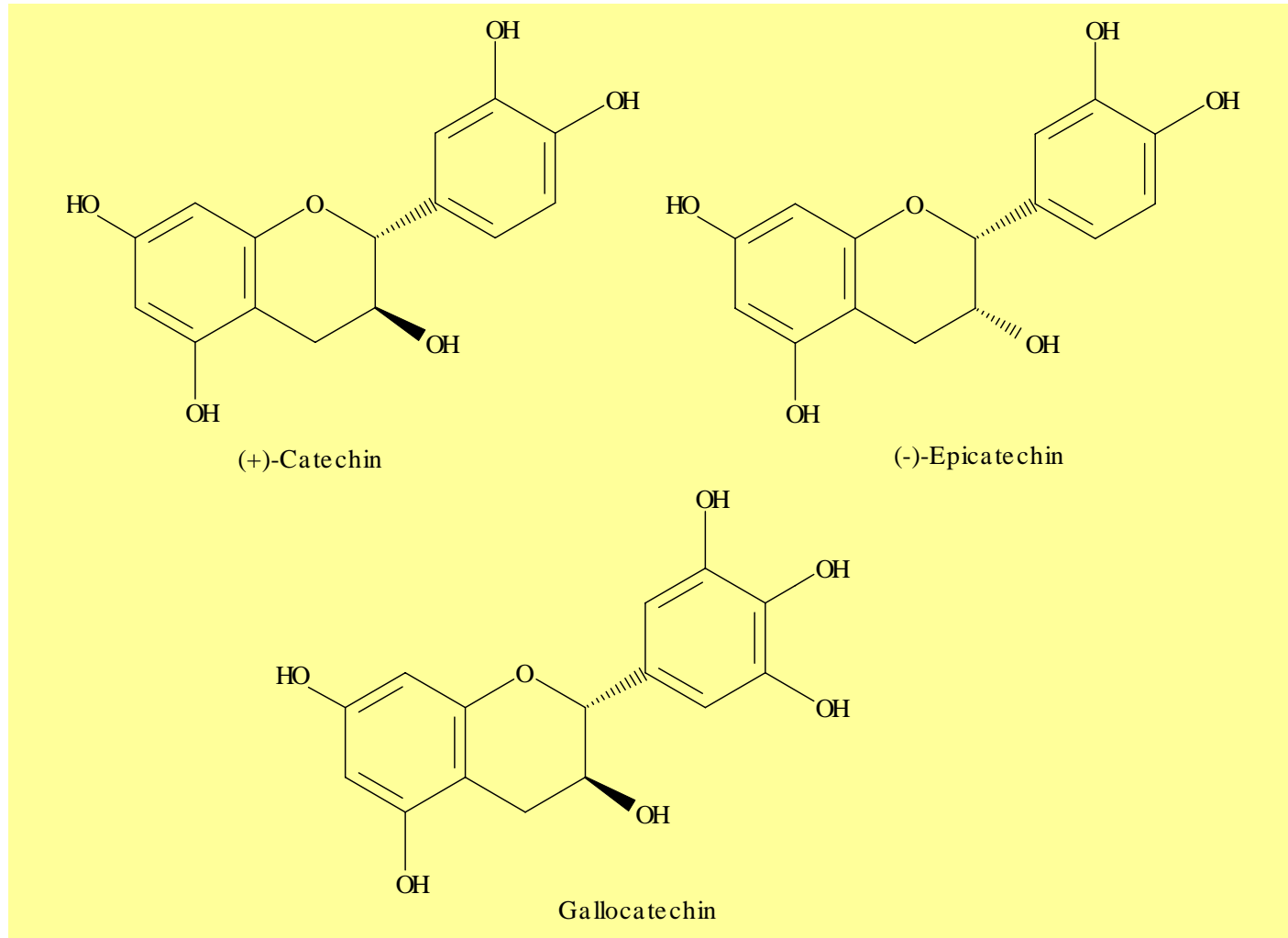
o-Hydroxybenzoessäure (2-OH)
m-Hydroxybenzoessäure (3-OH)
p-Hydroxybenzoessäure (4-OH)
Protokatechusäure (3,4-OH)
β-Resorcinsäure (2,4-OH)
Vanillinsäure (4-OH, 3-OCH₃)
Gallussäure (3,4,5-OH)



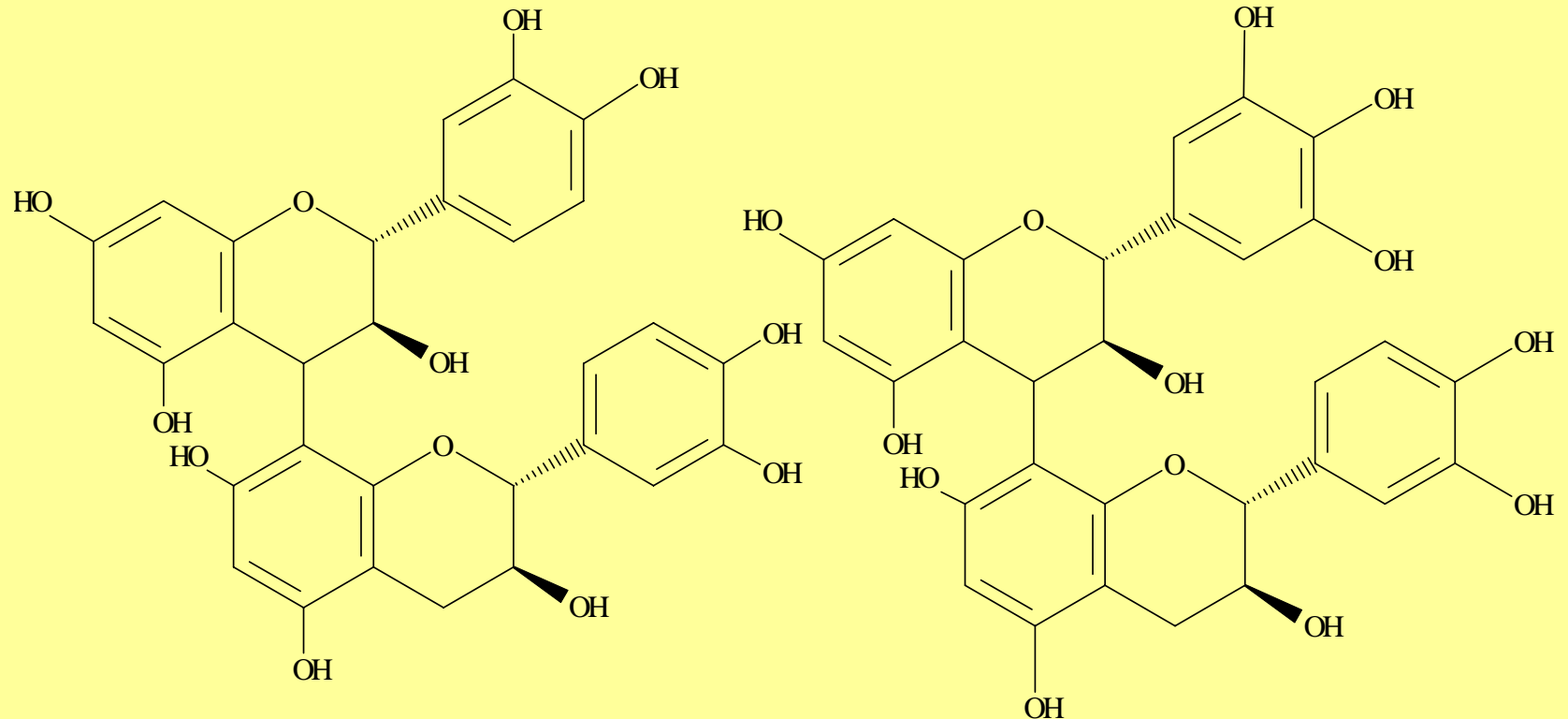
Zimtsäuren:

o-Cumarsäure (2-OH)
m-Cumarsäure (3-OH)
p-Cumarsäure (4-OH)
Kaffeensäure (3,4-OH)
Chlorogensäure
Ferulasäure (4-OH, 3-OCH₃)
Isoferulasäure (3-OH, 4-OCH₃)

Chemische Strukturen einiger Hopfenpolyphenole, Flavan-3-ole



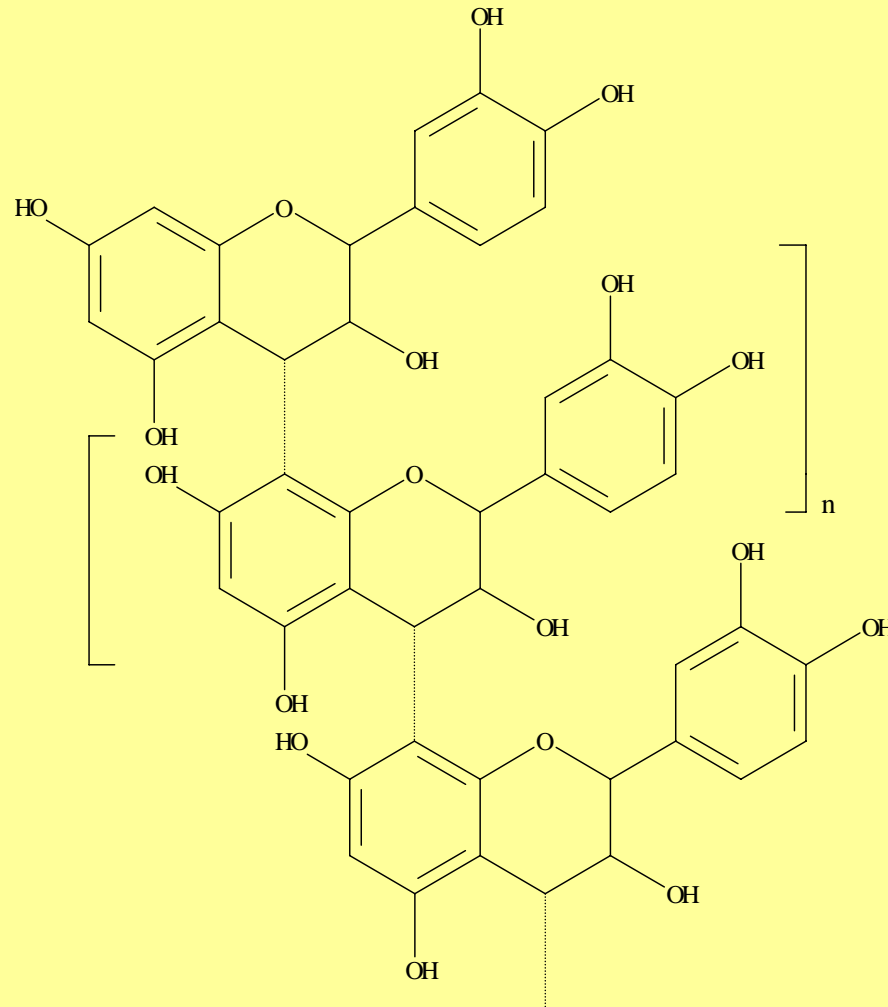
Chemische Strukturen einiger Hopfenpolyphenole, Proanthocyanidine



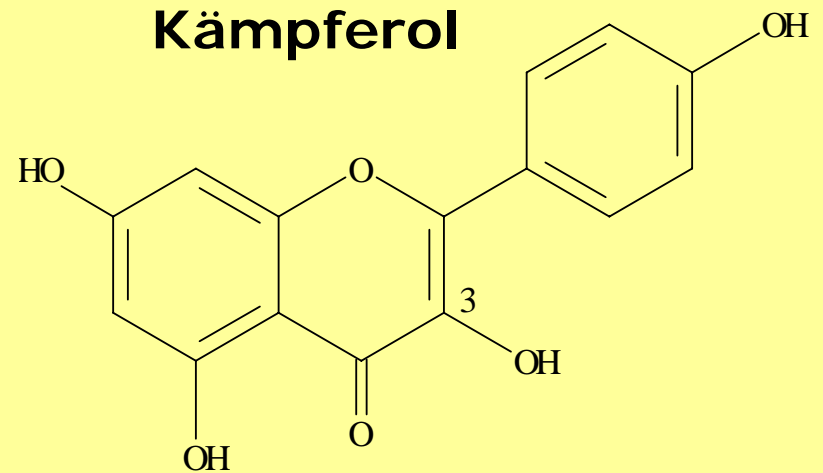
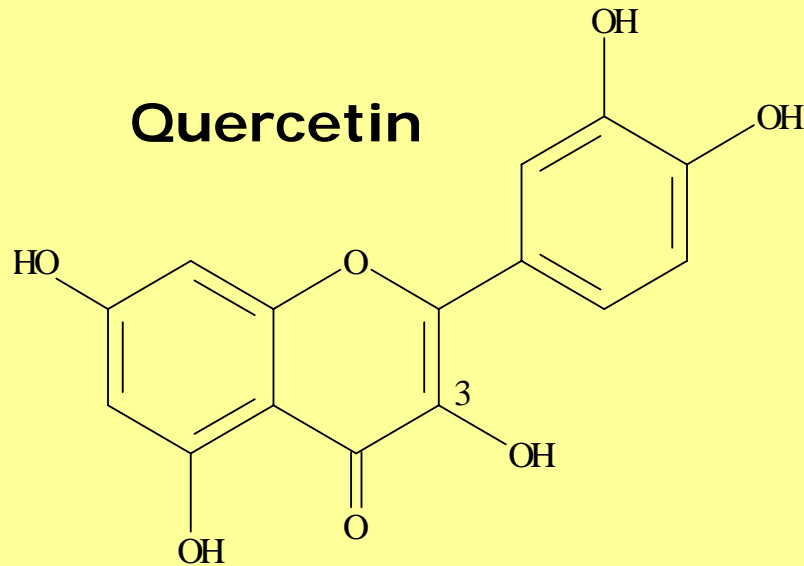
Procyanidin B3

Prodelphinidin B3

Catechine können polymersisieren zu den Catechingerbstoffen



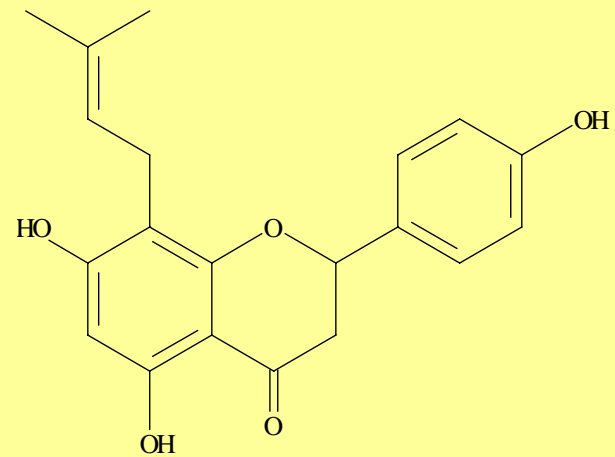
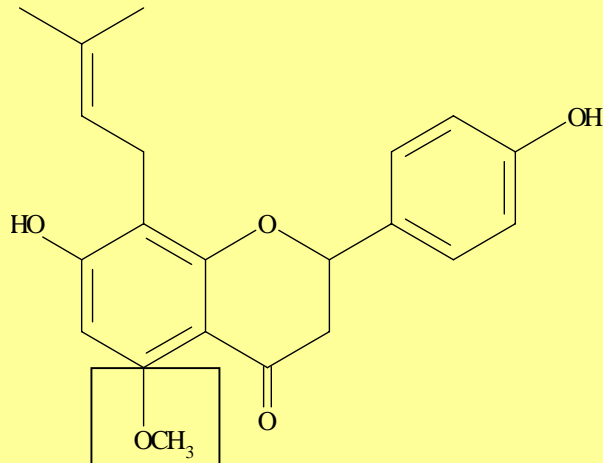
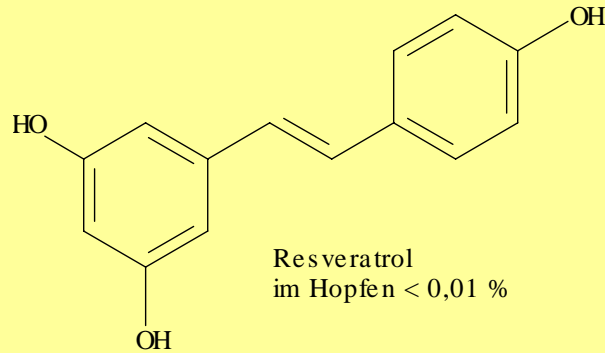
Quercetin und Kämpferol



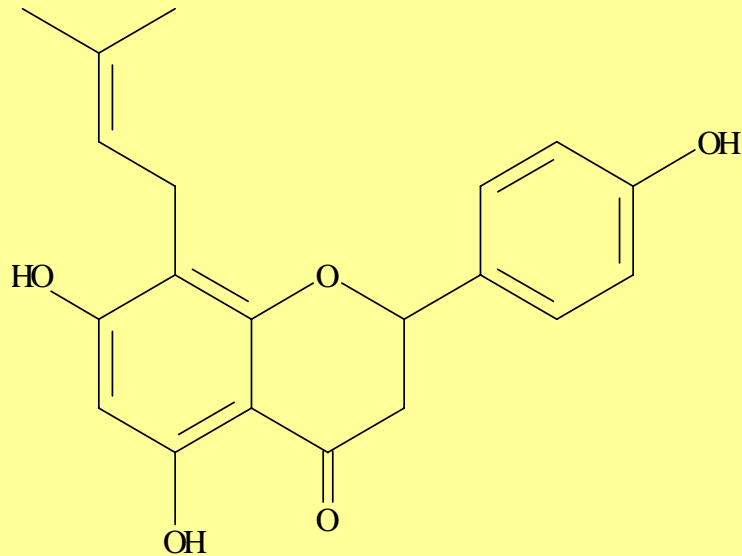
Quercetin-3-galactosid
Quercetin 3-glukosid
Quercetin-3-arabinosid
Quercetin-3-rhamnosid
Quercetin-3-rutinosid
Quercetin-3-malonyl-hexosid
Quercetin-3-neohesperidosid

Kämpferol-3-glukosid
Kämpferol-3-rutinosid
Kämpferol-3-arabinosid
Kämpferol-3-rhamnosid
Kämpferol-3-malonyl-hexosid
Kämpferol-3-neohesperidosid

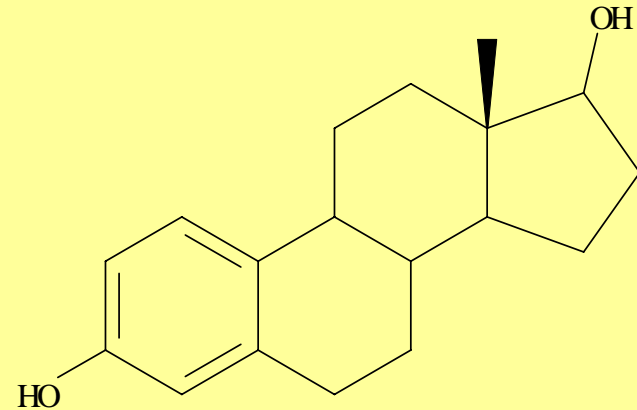
Resveratrol, Isoxanthohumol, 8-Prenylnaringenin,



8-Prenylnaringenin, 17- β -Östradiol



8-Prenylnaringenin



17- β -Östradiol

Mögliche Risikofaktoren des Hopfens

- Pflanzenschutzmittelrückstände
(umfangreiche Untersuchungen, alle Werte sind unterhalb der zugelassenen Höchstmengen)
- Mykotoxine (nicht nachweisbar)
- Schwermetalle, Radionuklide (in Spuren nachweisbar, keine Anreicherung im Hopfen, entspricht der allgemeinen Umweltbelastung)
- Nitrat (teilweise mehr als 1 %)

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

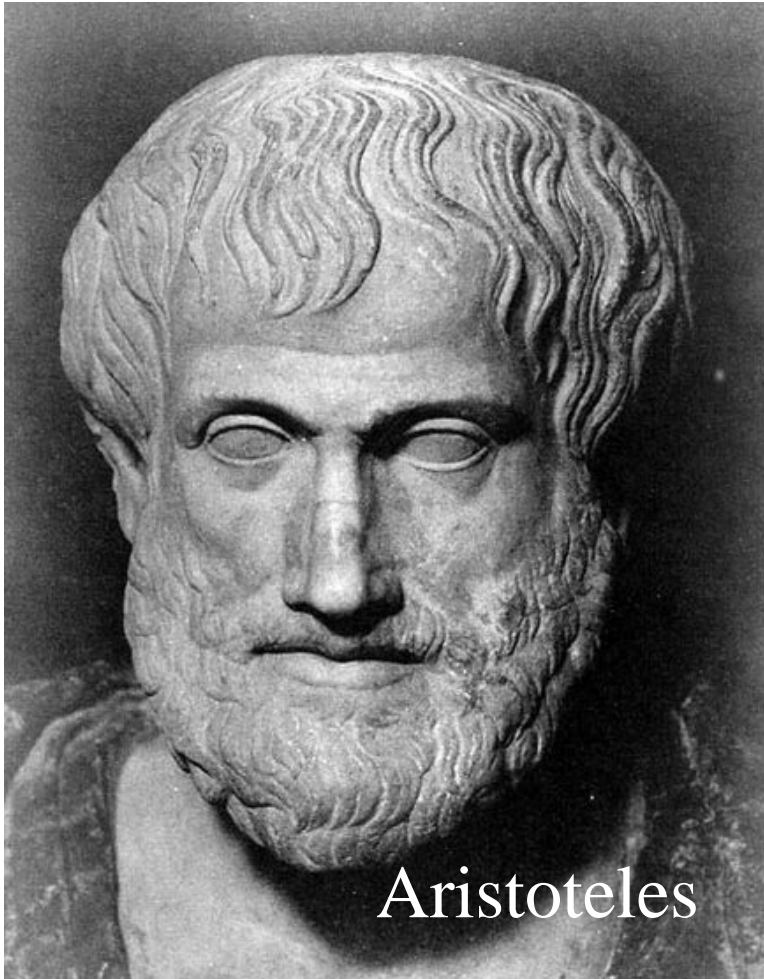
Geruchs- und Hygieneverbesserung von Streu

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

Ganzheitlichkeit oder Reduktionismus ?



Aristoteles

**„Das Ganze ist
mehr als die
Summe seiner
Teile“**

Arbeitsgruppe IPZ 5d (Hopfenqualität und –analytik)

Team IPZ 5d

Dr. Klaus Kammhuber (Dipl. Chem.)
Cornelia Petzina 0,7 (Dipl. Ing. Agr.)
Birgit Wyschkon 0,6 (CTA)
Evi Neuhof-Buckl 0,6 (CTA)
Silvia Weihrauch 0,6 (CTA)
(Aushilfen)



Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit !

