

# Geruch und Geschmack

# Chemische Sinne

## Riechen

- Fernsinn, aber geringe Lokalisation
- Warnung: Feuer / verdorbenes Essen
  - Moleküle gasförmiger Substanzen

## Schmecken

- Bewertung von Speisen und Getränken
  - Moleküle gelöster Substanzen
  - Beteiligung des Riechens

# Chemische Sinne

Integration chemischer,  
visueller, auditiver und  
taktiler Information zum  
Erleben von Nahrung



# Geruch

Makrosmaten:

- starker Geruchssinn
- primär für Orientierung und Lokalisation
- Sozial- /Paarungsverhalten

Mikrosmaten:

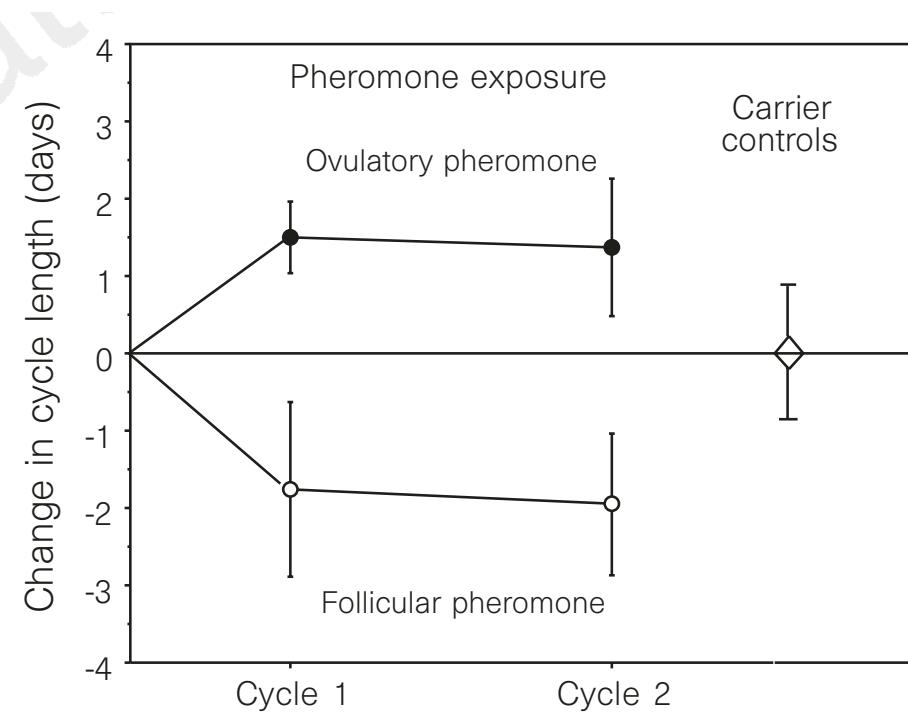
- nicht Überlebensnotwendig
- Unbewusste Funktionen

Anosmie:

- Verlust des Geruchs führt zur Einschränkung des Geschmacks

# Geruch

Pheromone:



Synchronisation des  
weiblichen Zyklus  
aufgrund  
olfaktorischer Cues

Stern, 1998

# Geruch

Geruchssinneszellen:

- Detektionsschwelle 300x-10000x niedriger beim Hund
- Empfindlichkeit – 1 Geruchsmolekül
- 10Mio (Mensch) vs. 1Mrd (Hund)

# Geruch

Detektionsschwelle:

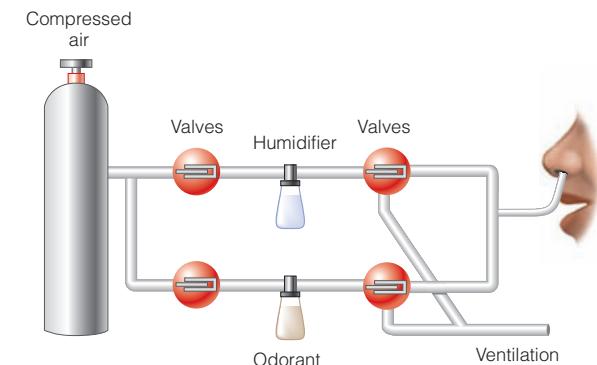
- Abhängig von Substanz

TABLE 15.1 ■ Human Odor Detection Thresholds

COMPOUND	ODOR THRESHOLD IN AIR (PARTS PER BILLION)
Methanol	141,000
Acetone	15,000
Formaldehyde	870
Menthol	40
T-butyl mercaptan	0.3

Unterschiedsschwelle (Intensität):

- Praktisches Problem der Präsentation
- Konfundiert mit Konzentration  
→ Olfaktometer
- 19% - 11%



# Geruch

Erkennungsschwelle:

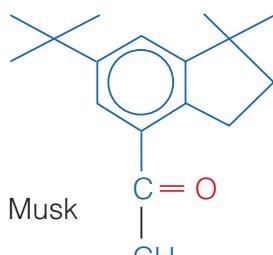
- 3x Detektionsschwelle
- Unterscheidung von über 100000 Gerüchen
- Identifikation ist eher ein Problem der korrekten Assoziation (Cain, 1979)
- Intensität kann Identifikation modulieren

# Geruch

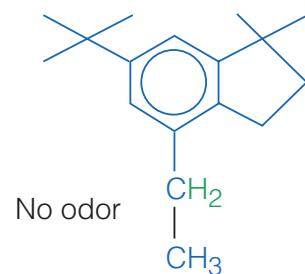
Unklarer Zusammenhang zwischen physikalischer Reizeigenschaft und wahrgenommener Qualität

- Molekulare Struktur? Kettenlängen?

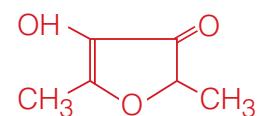
Unterschiedlich



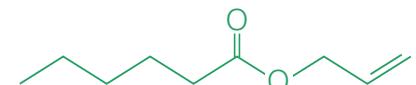
(a)



Gleich



Both pineapple

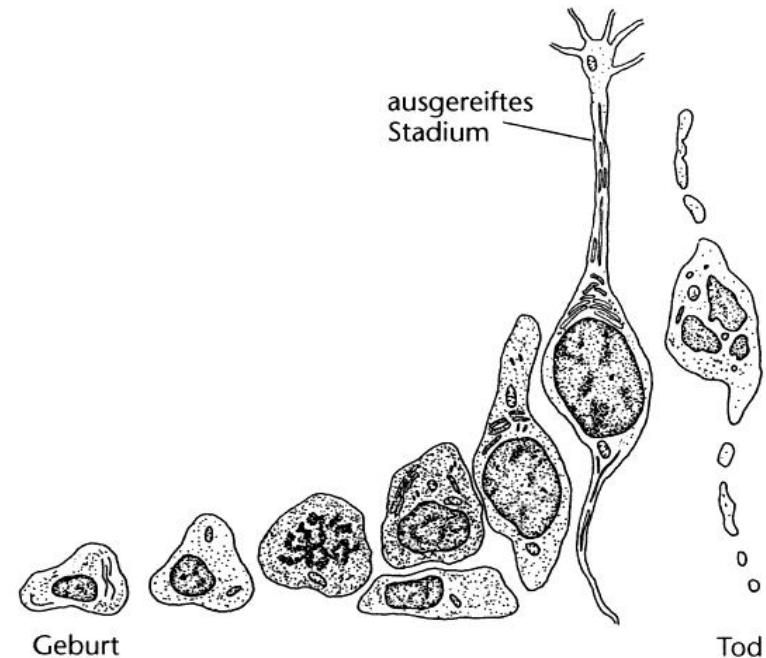


(b)

# Chemische Sinne

## Neurogenese

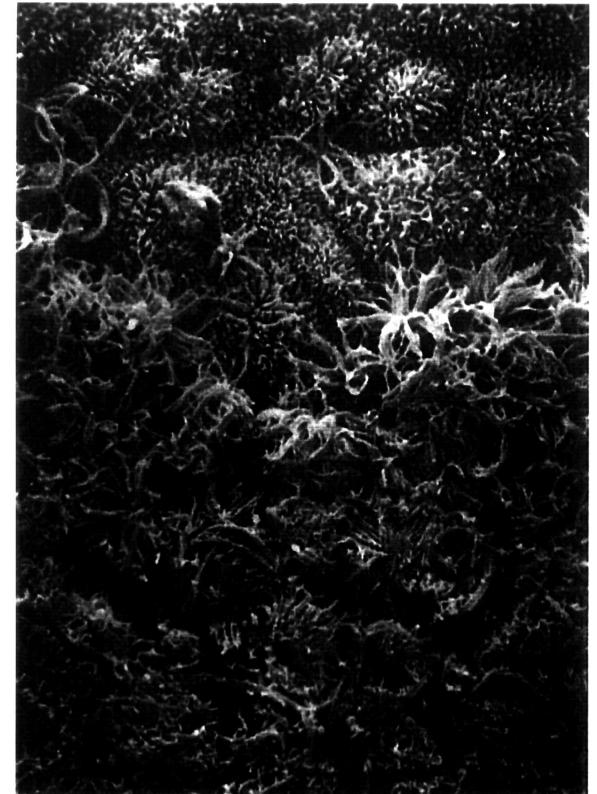
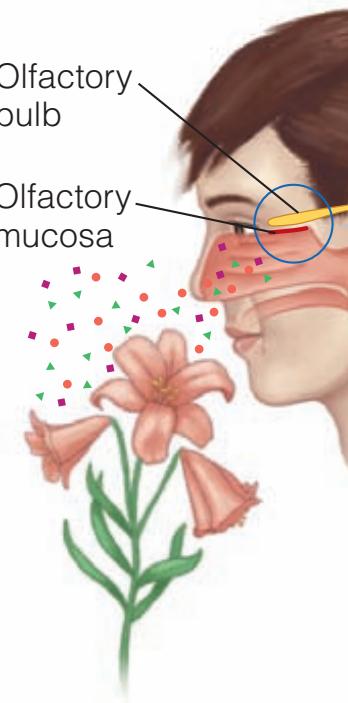
- Chemorezeptoren erneuern sich alle 5-7 Wochen
- Starke Abnutzung durch direkten Kontakt mit der Umgebung



# Geruch

## Riechschleimhaut

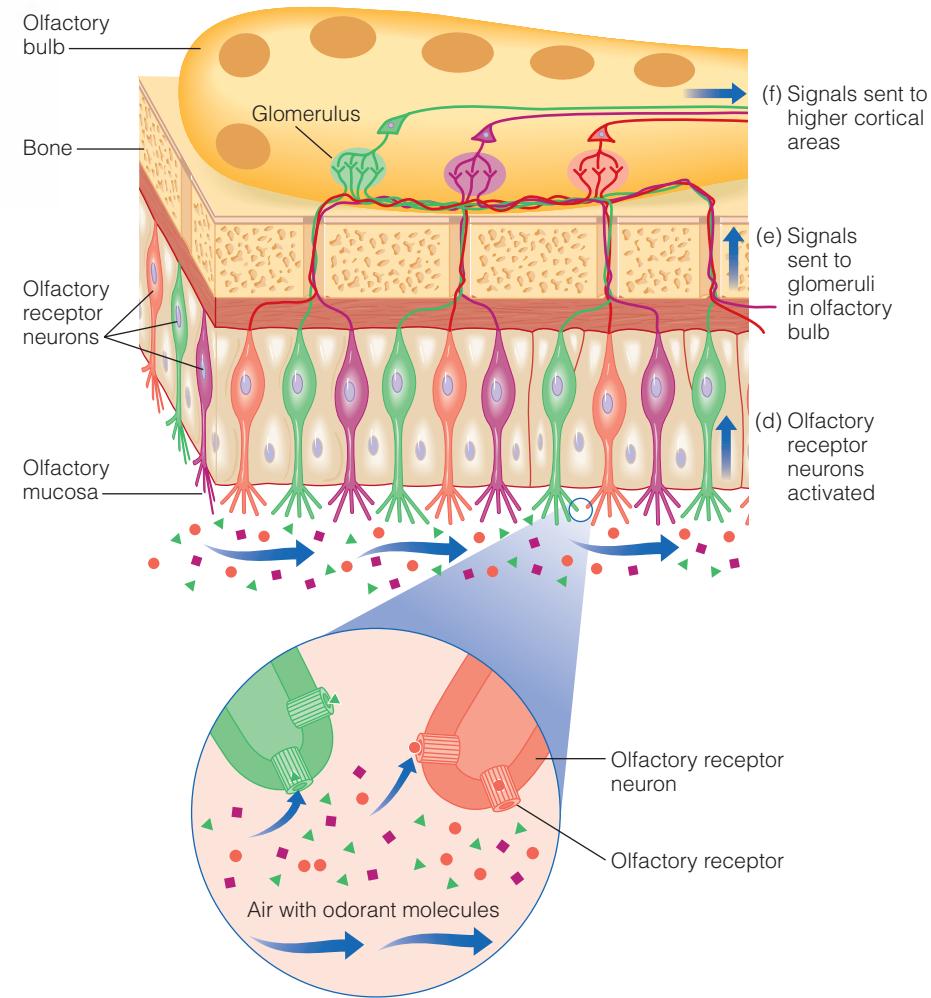
- hintere obere Nasenhöhle
- Riechsinneszellen eingebettet
- Zilienbüschel nehmen Geruchsstoffe auf
- Bindung an Rezeptoren
- 350 Typen (Buck, 1991)



# Geruch

## Riechschleimhaut

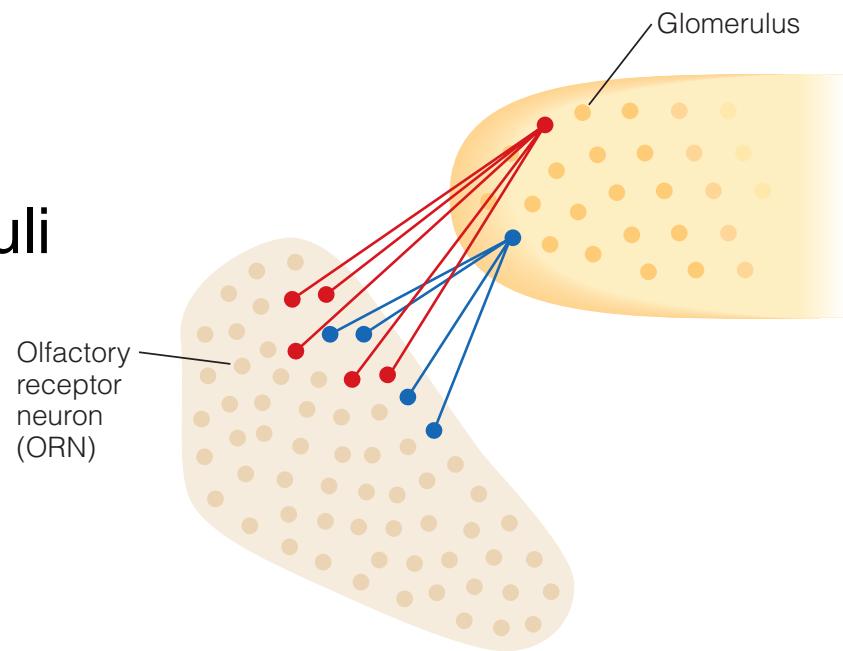
- 10000 Zellen pro Typ
- kurzer Weg der Axone zum ZNS durchs Siebbein



# Geruch

## Riechbahn

- Bulbus Olfaktorius
- Rezeptorneuronentypen konvergieren in 1-2 Glomeruli

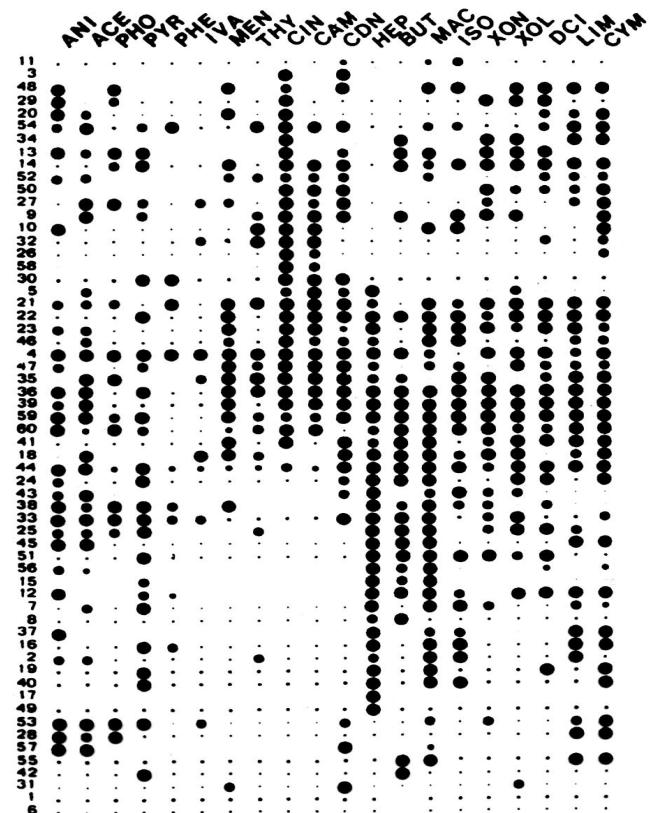


# Geruch

## Musterkodierung von Gerüchen

Riechsinneszellen:

- Rezeptoren reagieren auf unterschiedliche Gerüche
- Ein Geruch aktiviert unterschiedliche Rezeptoren

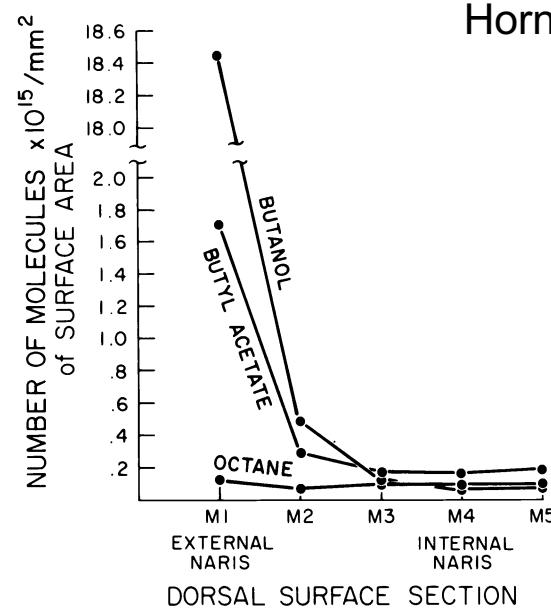
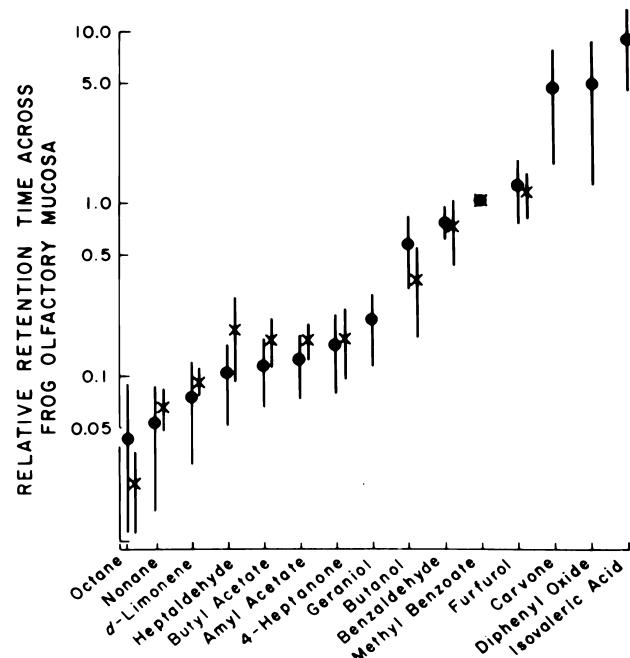


# Geruch

## Ortskodierung

Riechsinneszellen:

- Stoffe diffundieren unterschiedlich durch Riechschleimhaut



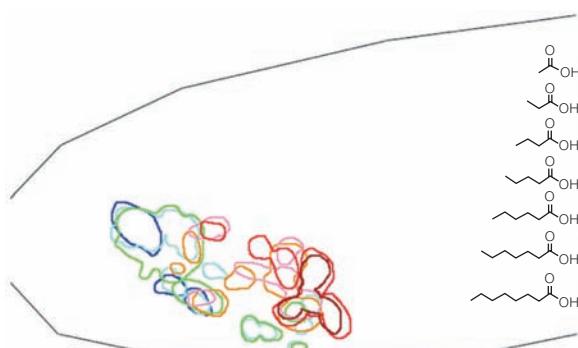
Hornung, 1981

# Geruch

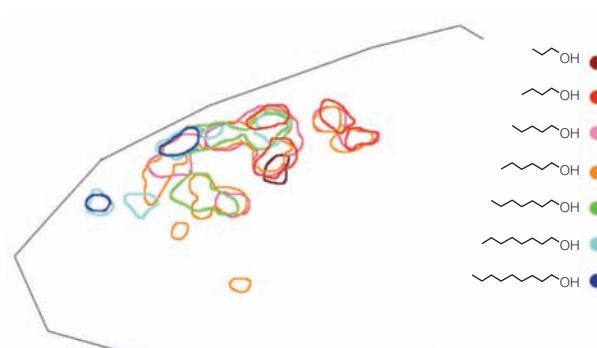
## Musterkodierung von Gerüchen

Bulbus Olfaktorius:

- Teilweise odotope Codierung (Selektivität für bestimmte molekulare Merkmale)



(a) Carboxylic acids



(b) Aliphatic alcohols

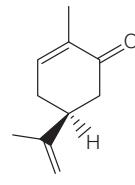
Uchida, 2000

# Geruch

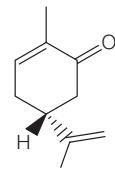
## Musterkodierung von Gerüchen

Bulbus Olfaktorius:

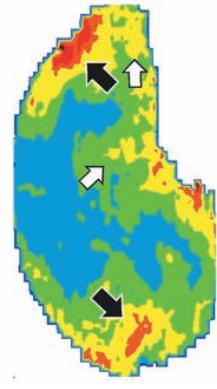
ähnliches Aktivierungsmuster  $\leftrightarrow$  ähnliches Perzept



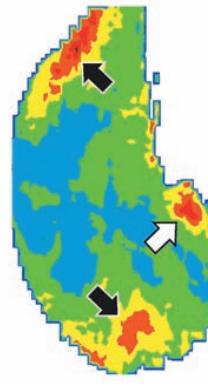
(+)-Carvone



(-)-Carvone



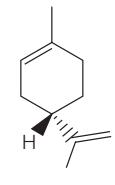
(a) Smell different



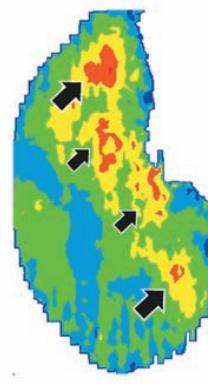
-Carvone



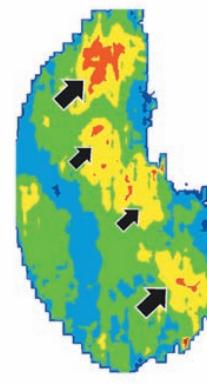
(+)-Limonene



(-)-Limonene



+Limonene



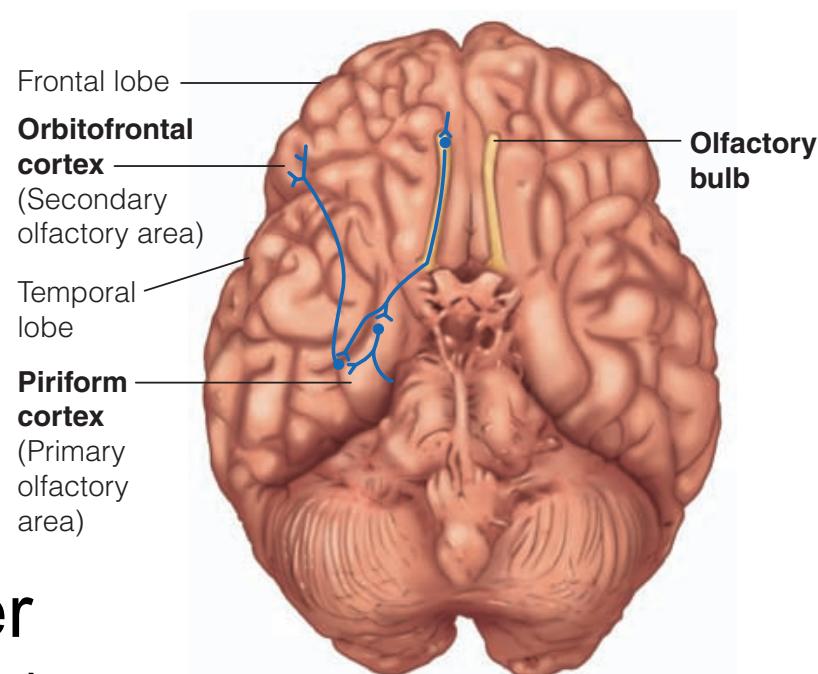
-Limonene

Linster, 2001

# Geruch

## Riechbahn:

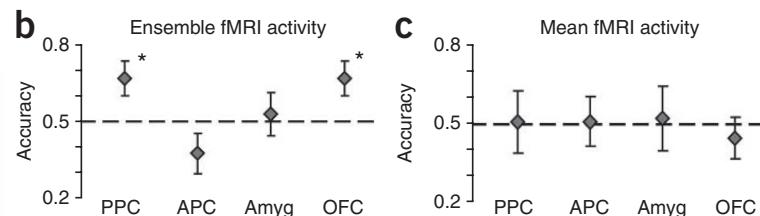
- Bulbus olfactorius  
Glomeruli (1-2Tsd)
- Tractus olfactorius
- primärer olfaktorischer Kortex (cortex piriformis)
- sekundärer olfaktorischer Kortex (Orbitofrontalkortex)



# Geruch

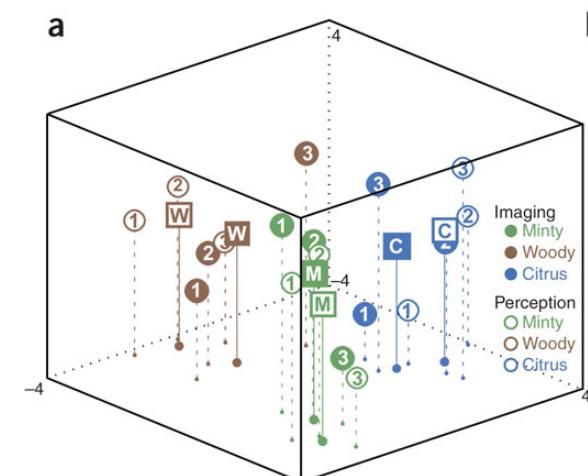
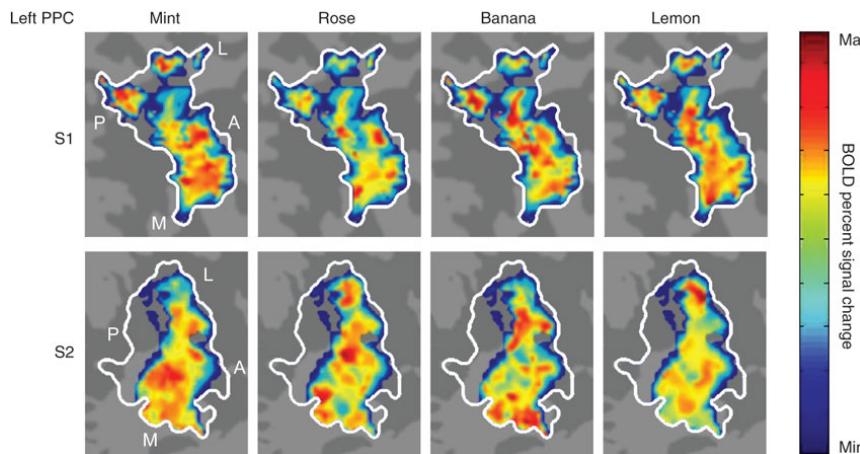
## Olfaktorischer Kortex

- PPC und OFC kodiert Geruchsqualität als Muster



Howard, 2009

- Ähnlichkeit der BOLD-Aktivierungsmuster im piriformen Kortex führt zu ähnlicher Geruchswahrnehmung



# Geruchskategorisierung (nach Dravnieks)

Table 1. Semantic odor quality descriptors.

Materials	Chemicals	Outdoors	Fruits	Foods	Spices
dry, powdery	sharp, pungent, acid	hay	cherry, berry	buttery, fresh	almond
chalky	sour, acid, vinegar	grainy	strawberry	caramel	cinnamon
cork	ammonia	herbal, cut grass	peach	chocolate	vanilla
cardboard	camphor	crushed weed	pear	molasses	anise, licorice
wet paper	gasoline, solvent	crushed grass	pineapple	honey	clove
wet wool, wet dog	alcohol	woody, resinous	grapefruit	peanut butter	maple syrup
rubbery, new	kerosene	bark, birch	grape juice	soupy	dill
tar	household gas	musty, earthy, moldy	apple	beer	caraway
leather	chemical	cedarwood	cantaloupe	cheesy	minty, peppermint
rope	turpentine, pine oil	oakwood, cognac	orange	eggs, fresh	nut, walnut
metallic	varnish	rose	lemon	raisins	eucalyptus
burnt, smoky	paint	geranium leaves	banana	popcorn	malt
burnt paper	sulphidic	violets	coconut	fried chicken	yeast
burnt candle	soapy	lavender	fruity, citrus	bakery, fresh bread	black pepper
burnt rubber	medicinal	laurel leaves	fruity, other	coffee	tea leaves
burnt milk	disinfectant, carbolic				spicy
creosote	ether, anaesthetic				
sooty	cleaning fluid, carbona				
fresh tobacco smoke	mothballs				
stale tobacco smoke	nail polish remover				
Foul	Common	Common	Meats	Vegetables	Body
fermented, rotten fruit	sweet	sweaty	meat seasoning	fresh vegetables	dirty linen
sickening	fragrant	cool, cooling	animal	garlic, onion	sour milk
rancid	perfumery	light	fish	mushroom	sewer
putrid, foul, decayed	floral	heavy	kippery, smoked fish	raw cucumber	fecal, manure
dead animal	cologne	warm	blood, raw meat	raw potato	urine
mouse-like	aromatic		meat, cooked good	bean	cat urine
	musky		oily, fatty	green pepper	seminal, like sperm
	incense		sauerkraut		
	bitter		celery		
	stale		cooked vegetables		

Semantic odor quality rating chart after Dravnieks. Subjects are presented with an odor and asked to rate the suitability of 146 odor descriptors on a scale from 0 (no resemblance to odor) to 5 (extremely good description of odor). The odor profile of a given chemical obtained in this way has been shown to be stable when averaged across relatively large sample sizes.

aus: Keller & Vosshall, 2004)

# Geruch

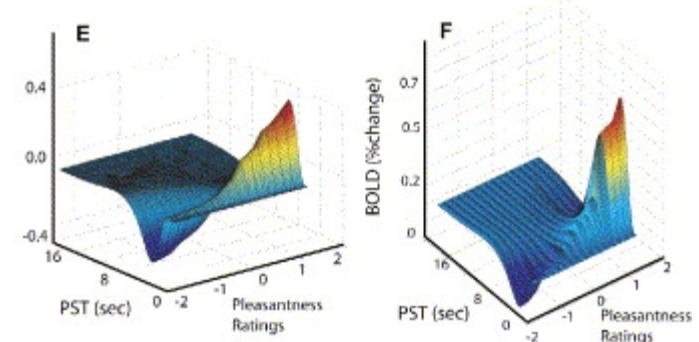
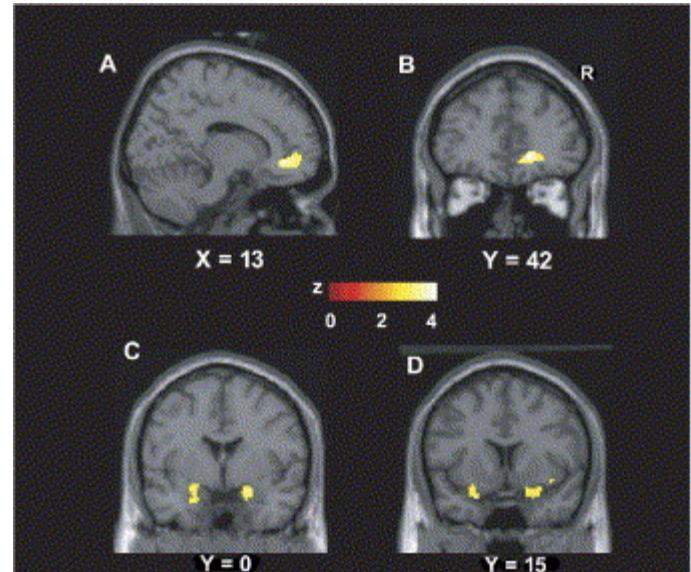
## Geruchsmischung

- alltägliche Gerüche meist Mischungen
- keine einfache Addition der Teilgerüche
  - agonistische und antagonistische Wirkungen
  - Intensität des Mischgeruchs kann stärker oder schwächer als stärkster/schwächster Teilgeruch sein oder zwischen diesen liegen
- analytische/synthetische Geruchswahrnehmung
  - Gerüche der Einzelsubstanzen können/können nicht wahrgenommen werden
- Netzwerkantwort – Erfahrung/Gedächtnis

# Geruch

Kognitive Bewertung  
gleicher Geruch →  
unterschiedliche  
Aktivierungsmuster im  
orbitofrontalen Kortex

Darbietung während  
unterschiedlicher  
Bezeichnung  
(,Cheddar‘/‘Schweiß‘)



Araujo et al. 2005  
OvG-Universität Magdeburg 22

# Geruch

Geruch als Genotyp-Indikator

Moleküle des  
Haupthistokompatibilitätskomplexes (major  
histocompatibility complex, MHC)  
beeinflussen Partnerpräferenzen

- sitzen auf der Zelloberfläche
- regeln die Immunerkennung
- mit unterschiedlichem Körpergeruch gekoppelt

Wedekind, 1995

# Geschmack

## Anatomie der Zunge

- Zungenpapillen (Faden, Pilz, Blätter, Wall) – Bilden rauhe Struktur
- P. erhalten Geschmacksknospen:

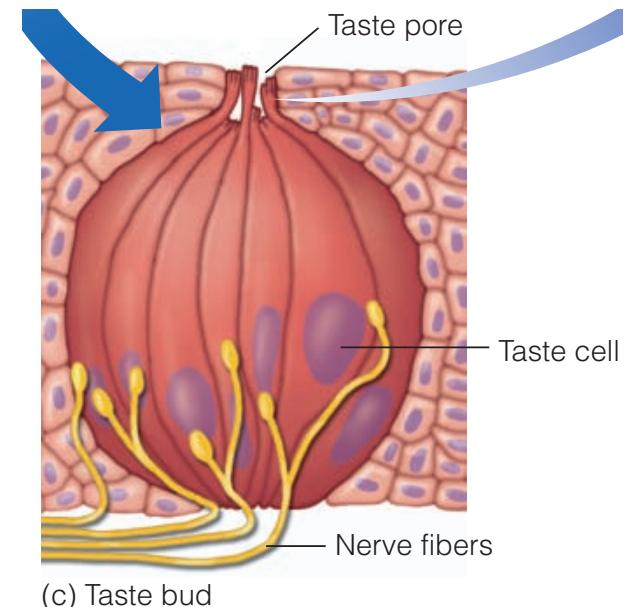
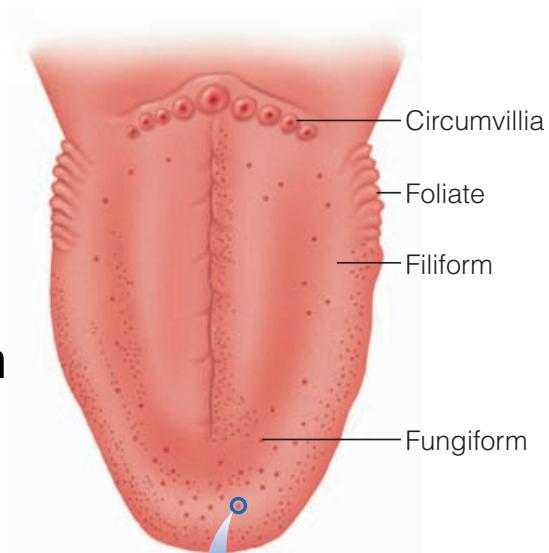
Fadenp. – 0

Pilzp. – 3/4

Blätterp. – 50

Wallp. – 100

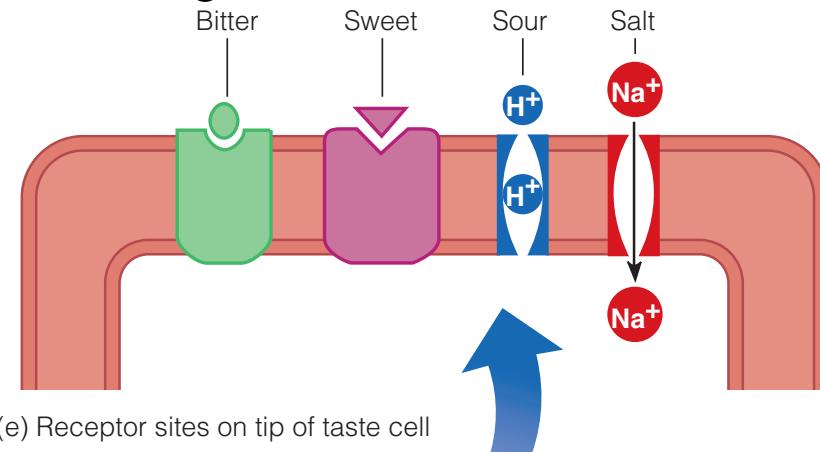
- keine Sinneszellen  
in der Mitte



# Geschmack

## Anatomie der Zunge

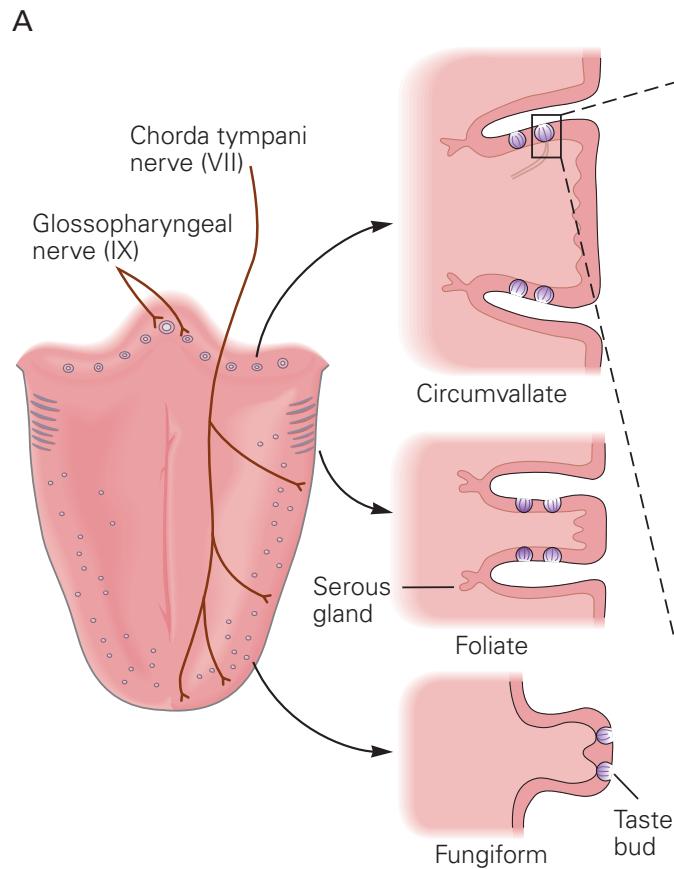
- Geschmackssinneszelle (mehrere pro Knospe)
- Transduktion an den Mikrovilli in den Porus
- Geschmacksspezifische Rezeptoren mit unterschiedlichen Aktivierungsmechanismen (jede Zelle hat mehrere Rezeptortypen)
- keine Ortskodierung von Geschmack



# Geschmack

## Afferente Geschmacksrezeptorverbindungen

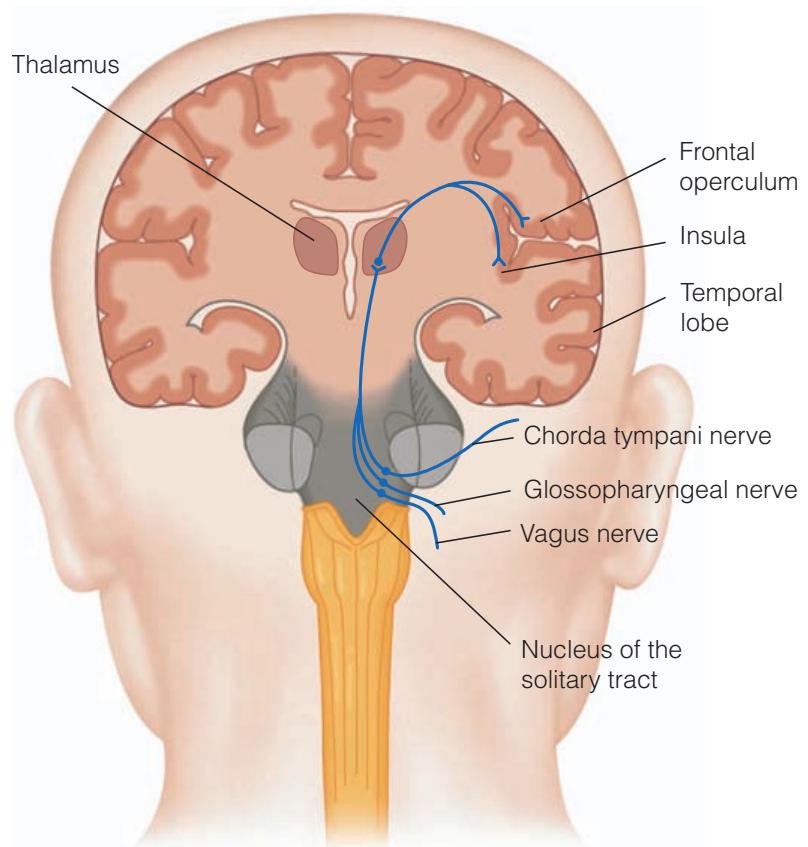
- Chorda tympani  
Zungenspitze, -seite
- Nervus glossopharyngeus  
Zungenwurzel
- Nervus vagus  
Mund, Kehlkopf



# Geschmack

## Afferente Geschmacksrezeptorverbindungen

- Nucleus tractus solitarius
- Thalamus
- Insula, frontales Operculum  
(primär gustatorischer K.)



# Geschmack

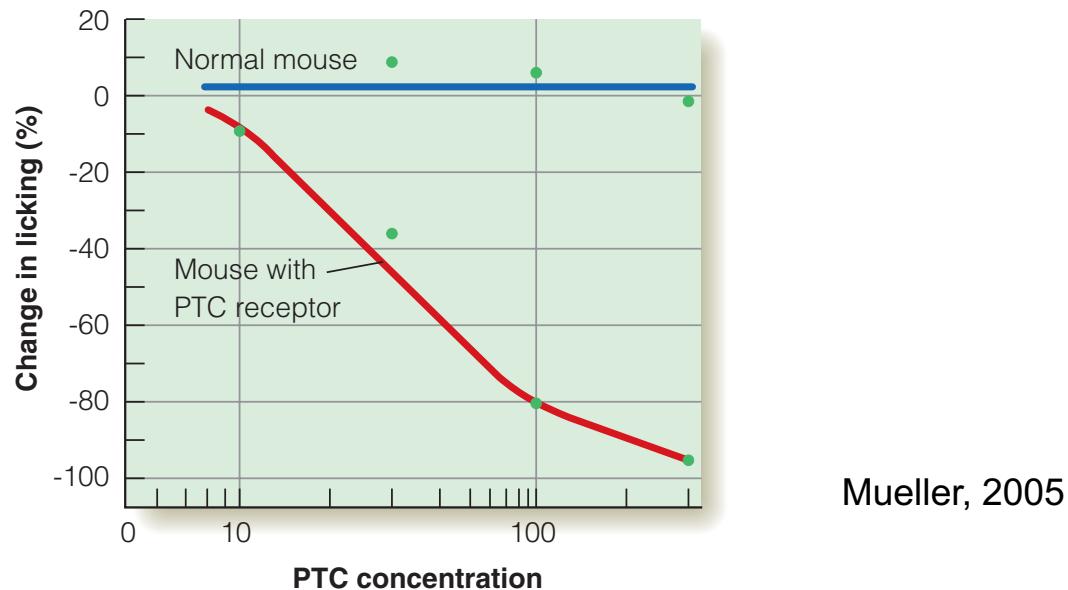
## Geschmacksqualitäten

- salzig
- sauer
- süß
- bitter
  
- umami (MSG - glutamat)
- (seifig/metallisch)

# Geschmack

## Einzelzellkodierung

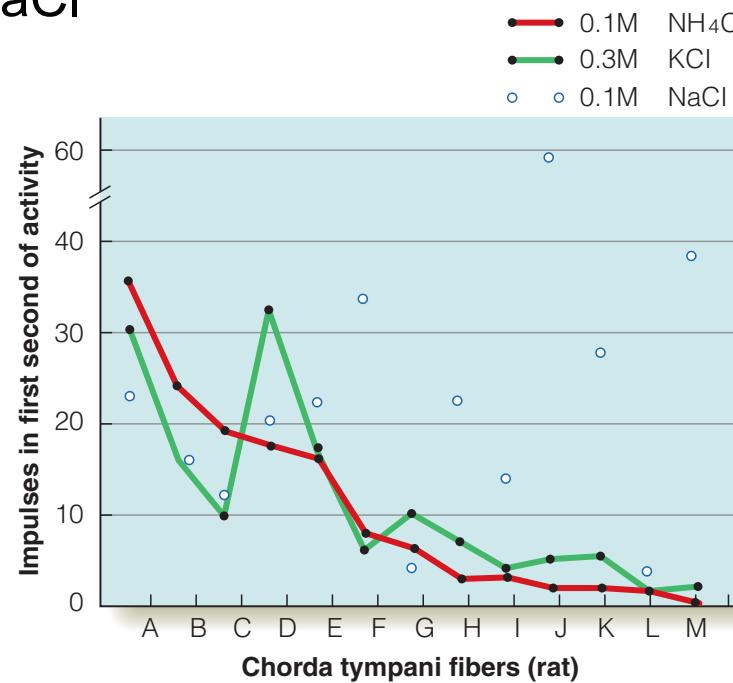
- Spezifische Rezeptoren vermitteln Geschmacksempfinden
- Genetisch veränderte Mäuse mit und ohne ‚bitter‘-Rezeptoren



# Geschmack

## Populations (Muster-) kodierung

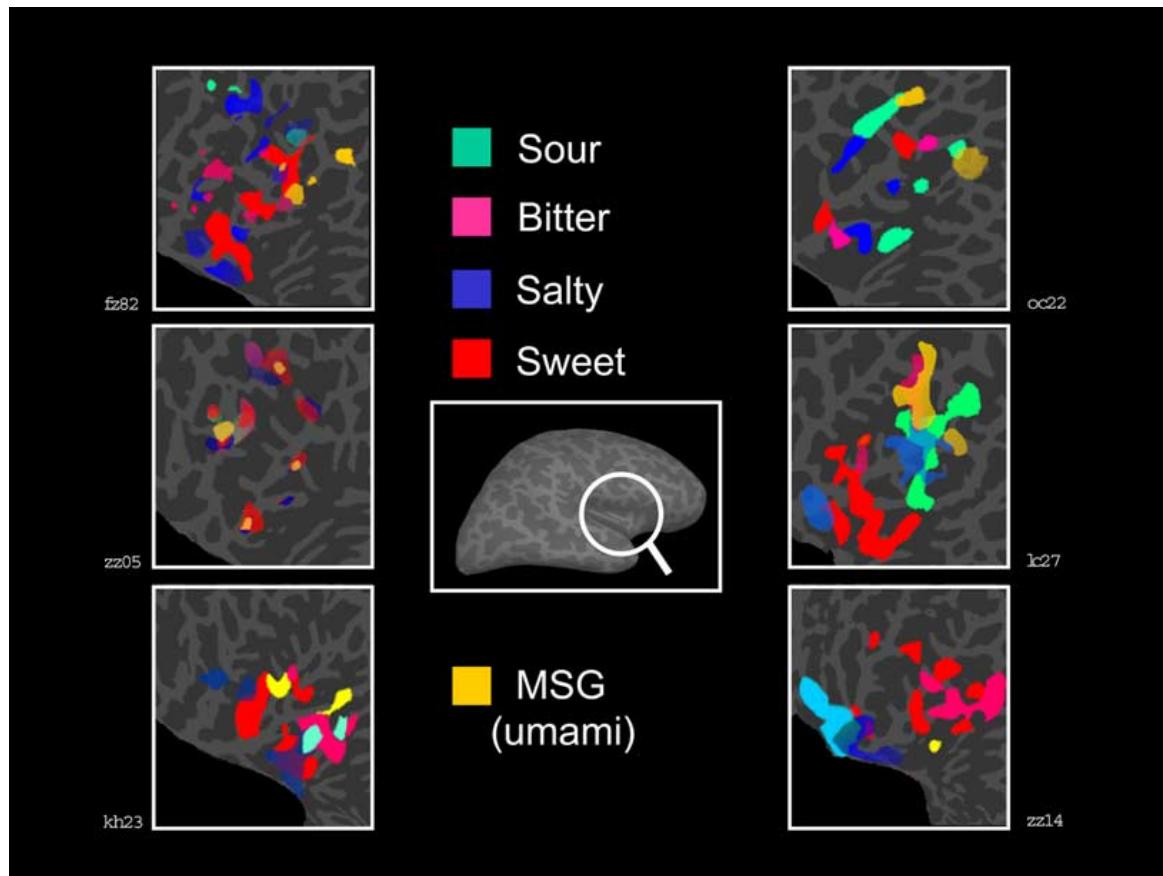
- Antwortmuster der Verbindungen der Chorda tympani
- $(\text{NH}_4\text{Cl} = \text{KCl}) \approx \text{NaCl}$



Erickson, 1963

# Geschmack

## Chemotope Information



# Geschmack

Multimodales Geschmacksempfinden

- Geschmack
- Textur
- Gewicht
- Temperatur
  
- vermittelt über Chemo- und Mechanorezeptoren des Mundraums
  
- Nucleus trigeminus → sekundärer gustativer Kortex (OFC)

# Geschmack

## Aromawahrnehmung

