



Aktuelle Forschungsergebnisse zur Bedeutung von Käse in der menschlichen Ernährung

Teil 1: Biogene Amine
Teil 2: Bioaktive Peptide
Teil 3: Trans-Fettsäuren

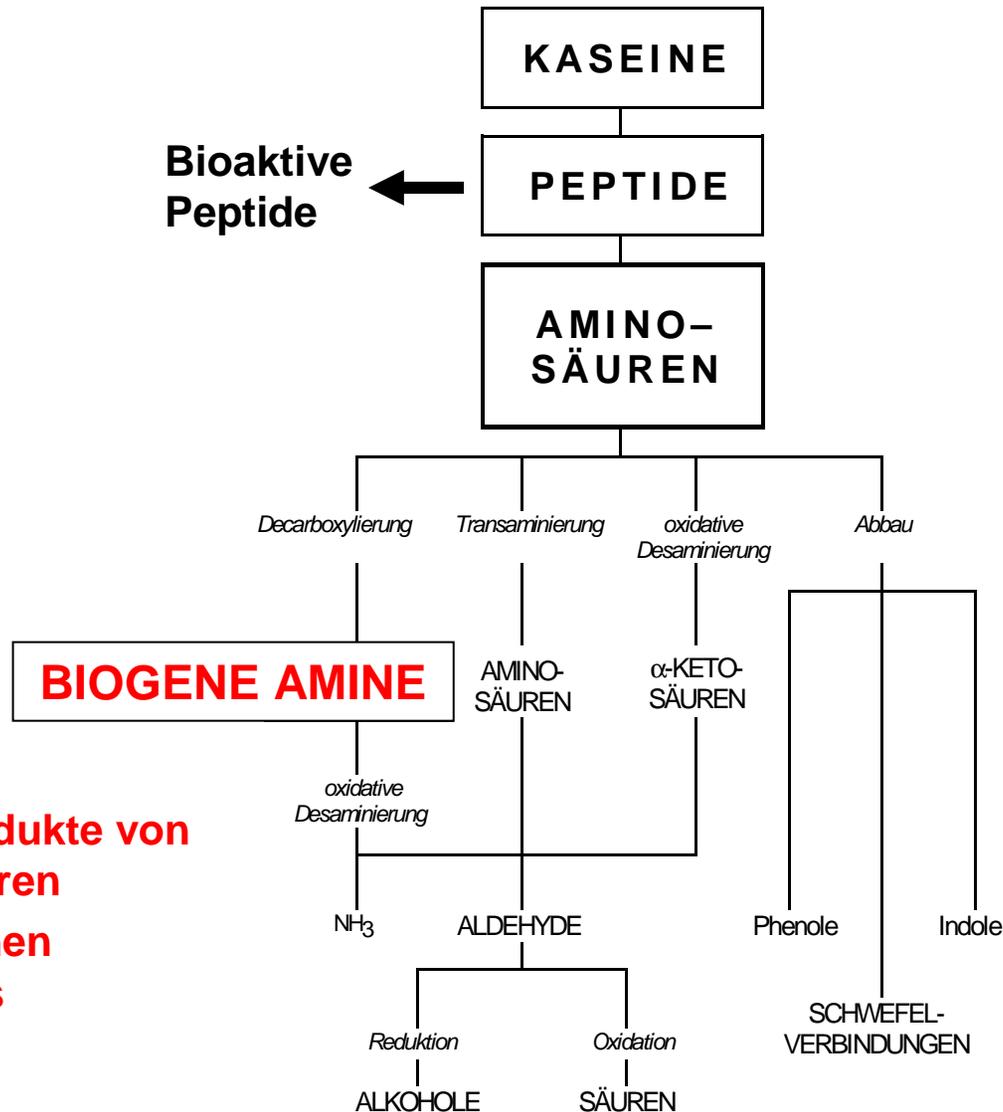


Aktuelle Forschungsergebnisse zur Bedeutung von Käse in der menschlichen Ernährung

Teil 1: Biogene Amine



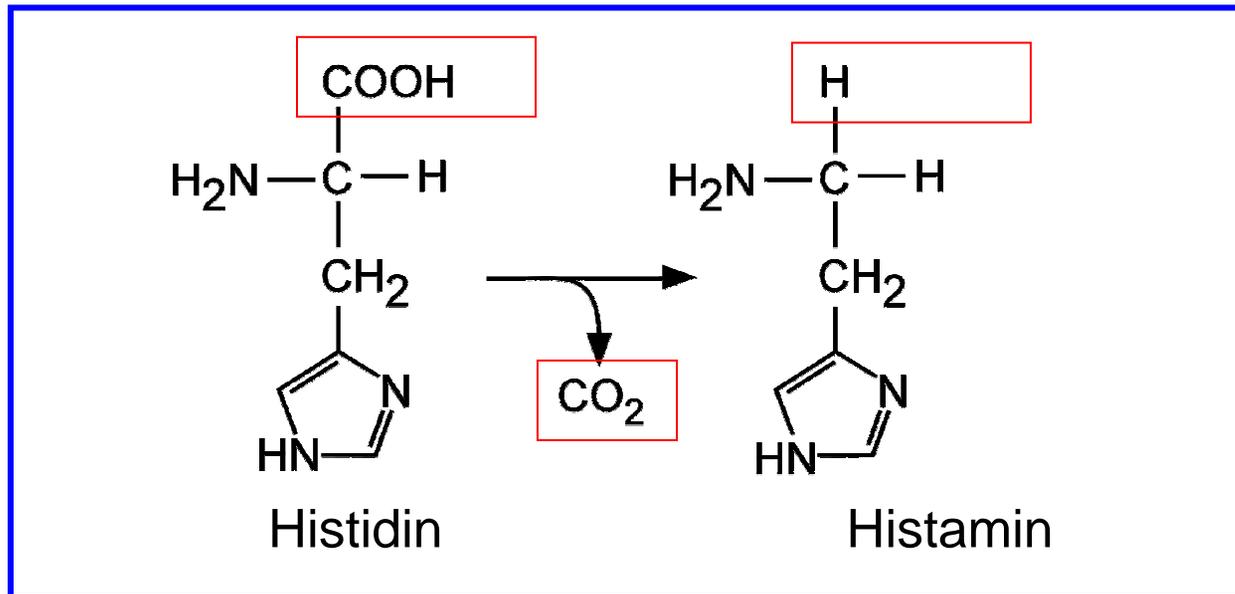
Was sind biogene Amine



- Abbauprodukte von Aminosäuren
- biologischen Ursprungs



Bildung biogener Amine



Tyrosin	\longrightarrow	Tyramin
Tryptophan	\longrightarrow	Tryptamin
Phenylalanin	\longrightarrow	Phenylethylamin
Lysin	\longrightarrow	Cadaverin
Ornithin	\longrightarrow	Putrescin



Physiologische Wirkungen

Histamin

Toxische Dosis: ab 100 - 225 mg. Bei Personen mit erhöhter Histaminsensibilität (z.B. Allergiker) können bereits 8 - 40 mg Histamin erste Symptome hervorrufen.

Symptome: Durchfall, Hautsymptome (Rötungen, Ausschlag, Oedeme), Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, Durchfall

Tyramin

Toxische Dosis: ab 25 - 250 mg (von stoffwechselgesunden Personen meist ohne grössere Probleme vertragen)

Symptome: bei Migränepatienten hoher Blutdruck, bohrende Kopfschmerzen, Schwindel, Sehstörungen, Überempfindlichkeit gegen Licht, Gerüche, Geräusche, Übelkeit, Durchfall, Erbrechen



Bedeutung in der Praxis

Gesundheit: Auf Rotwein und Käse allergisch

Ein Prozent der Österreicher ist von Histamin-Intoleranz betroffen.

GRADO (APA). 80.000 Österreicher leiden daran, die meisten wissen nichts davon: Sie haben eine Histamin-Unverträglichkeit. Emmentaler, Brie, Schimmelkäse, Bordeaux, Chianti, Champagner, Osso collo, Westfälischer Schinken, reife Paradeiser, Spinat oder Salami zählen zu den größten Histamin-Lieferanten, die Allergie-ähnliche Symptome auslösen können.

Je älter der Rotwein, je reifer der Käse, je älter der Fisch, desto mehr Histamin ist enthalten. Im Grunde äußert sich eine Histamin-Intoleranz zumeist als Nahrungsmittel-Unverträglichkeit. Der Pulmologe Gert Wurzinger am Dienstag bei den Österreichischen Ärztetagen in Grado: "Von 500 Patienten mit inhalativen Beschwerden (Asthma-Anfälle, Rhinitis, Anm.) haben zehn Prozent eine echte Nahrungsmittel-Allergie, weitere zehn Prozent eine Lactose- und Fructose-Intoleranz, 40 Prozent haben Kreuzallergien zu Pollen etc. Und weitere 40 Prozent eine Histamin-Intoleranz. Letzteres betrifft ein Prozent der Gesamtbevölkerung." Hinter den Beschwerden steckt ein vermehrter "Spiegel" des Gewebshormons Histamin, das in bestimmten weißen Blutkörperchen gebildet oder über die Nahrung aufgenommen wird. Die Beschwerden selbst sind ähnlich jenen von Allergien: Hitzewallungen im Gesicht, Niesen, Schnupfen, Migräne-ähnlicher Kopfschmerz, Jucken, Ödeme, Durchfall, Blähungen, Asthma-Anfälle, Regelbeschwerden, Blutdruckabfall, Herzrhythmus-Störungen und Schockreaktionen. Auch Infektionen und Stress können Auslöser sein.

Im Verdachtsfall kann per Laboruntersuchung das Histamin und die Diaminoxidase im Blut bestimmt werden. Als Therapie gilt Vermeidung Histamin-hältiger Nahrungsmittel. Frischer Fisch ist Histamin-frei, doch zu lange Lagerung lässt die Histamin-Konzentration dramatisch steigen

Quelle: www.diepresse.com, (Die Presse) 24.05.2006



Ein Fallbeispiel.....

- Januar 2006, ein 18 Monate altes Kind wird in England nach dem Verzehr von Emmentaler Switzerland „extra grade“ (20 Mte alt) hospitalisiert
- Verdacht auf eine allergische Reaktion
- Die Analyse des betroffenen Emmmentalers ergab einen Histamingehalt von ~ 700 mg/kg (in Rückstellmuster bis 900mg/kg)
- Diagnose einer Histaminose aufgrund der Analysendaten
- Die Behörden des britischen Gesundheitsministeriums FSA (Food Standards Agency) nehmen den Fall auf
- Beizug des BAG über das RASFF-Frühmeldewarnsystem (Rapid Alert System for Food and Feed) zur Stellungnahme



Viele unbekannte Fakten im Fall...

- Angaben zur Rückverfolgbarkeit (BZN, Verfalldatum)
- Resultate mikrobiologischer Analysen?
- Wurde das Produkt sachgerecht gelagert?
- Konsum anderer Lebensmittel (Käse, Fisch)?
- Welche Menge Emmentaler wurde gegessen?
- Symptome des Kindes (typisch für eine Histaminose? – andere Erklärungen möglich?)
- Ergebnisse medizinischer Abklärungen: bestehende Lebensmittelallergien, Unverträglichkeiten oder Histamin-Hypersensibilität



Literaturangaben zu klinischen Fällen

- **1967 (erster Bericht) :**
Konsument erkrankte nach Konsum von Käse
Ursache: 2-jähriger Gouda mit **850 mg/kg Histamin**
- **1980 U-Boot Besatzung in USA**
6 Personen erkrankten ca. 1h nach Konsum von Käsesalat
Symptome: Erbrechen, Übelkeit während ca. 2h
Ursache: Swiss cheese mit **1870 mg/kg Histamin**
Käse wurde während 18 Monaten im Kühlschrank gelagert!
- **1994 Deutschland:**
Konsument erkrankte 15 min. nach Konsum von Emmentaler
Symptome: krampfartige Leberschmerzen, Lähmungen, Herzrasen....
Befund: 619mg/kg Histamin, 456mg/kg Tyramin, 1000mg/kg Cadaverin,
424mg Putrescin (**Total ca. 2500 mg/kg biogene Amine**)
(825'000 KBE/g Enterokokken & unsachgemässe Lagerung)



Gesetzgebung

Fremd- und Inhaltsstoffverordnung

817.021.23

1	2	3	4	5
Stoff	Lebensmittel	Toleranzwert mg/kg	Grenzwert mg/kg	Bemerkungen
Histamin	Fische	200	500	Fische, die einem enzymatischen Reifungsprozess in Salzlösung unterzogen wurden; z. B. Sardellenkonserven
Histamin	Fische	100	500	übrige; als Verderbsindikator
Histamin	Fischsauce		500	fermentiert; bezogen auf einen Stickstoffgehalt von 20 g/L
Histamin	Wein	10		

- Histamin: (noch) keine Werte für Käse festgelegt
- Hohe Gehalte ≠ mangelnder Sorgfalt



Bisherige Resultate von ALP (LIMS)

Ausl. Grosslochkäse	Histamin mg/kg
Anzahl Proben	14.0
Minimum	5.8
Maximum	1107.5
Mittelwert	325.4
Median	227.3
Quartil 25 %	82.5
Quartil 75 %	410.0



Bisherige Resultate von ALP (LIMS)

Emmentaler AOC	Histamin mg/kg
Anzahl Proben	219.0
Minimum	0.0
Maximum	519.2
Mittelwert	63.8
Median	19.4
Quartil 25 %	5.5
Quartil 75 %	76.0

- LIMS-Rekord liegt aktuell bei 1016mg/kg Histamin.....



Andere Schweizer Käsesorten

Käsesorte	n	Histamin mg/kg	Tyramin mg/kg
Gruyère	50		
Median		66	37
Maximum		200	500
Appenzeller	50		
Median		173	57
Maximum		500	800
Appenzeller 1/4 fett	10		
Median		148	53
Maximum		425	754
Tilsiter	50		
Median		276	320
Maximum		800	400

Quelle: Sieber et al., Schweiz. Milchw. Forschung 17, 1988

Werte von HH-Käse sind nicht unproblematisch!



Resultate von ALP (Rückstellproben)

	Emmental 22.4.06	Emmental extra 19.2.06	Emmental extra 14.3.06	Emmental extra 14.4.06	Emmental extra 24.5.06	Gruyère Rés king	Gruyère Portion 24.5.06
Tryptamin	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg
β-Phenylethylamin	< 2 mg/kg	37 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg
Isopentylamin	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg
Putrescin	< 2 mg/kg	6 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	7 mg/kg
Cadaverin	< 2 mg/kg	15 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	26 mg/kg	23 mg/kg
Histamin	166 mg/kg	142 mg/kg	974 mg/kg	16 mg/kg	423 mg/kg	5 mg/kg	17 mg/kg
Tyramin	9 mg/kg	663 mg/kg	16 mg/kg	< 2 mg/kg	14 mg/kg	< 2 mg/kg	9 mg/kg
Spermidin	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg
Spermin	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg	< 2 mg/kg
Summe biogene Amine	175 mg/kg	862 mg/kg	990 mg/kg	16 mg/kg	437 mg/kg	31 mg/kg	56 mg/kg

- Hohe Gehalte an biogenen Aminen können auch bei Emmentaler AOC nach Reifungszeiten von mehr als 18 Monaten gefunden werden.
- Maximales Alter für Emmentaler AOC festlegen?



Forschungsbedarf

● **Bekannte Einflussfaktoren**

- Rohmilchflora / -qualität → *Lb. buchneri* & Enterokokken)
- Wärmebehandlung → wirkt sich positiv aus
- Käsetyp (→ Blauschimmelkäse)
- Kulturen & unbekannte Faktoren (Interaktionen?)

● **Eigene Aktivitäten von ALP?**

- Kulturentests → Bildung biogener Amine
- neue Methoden → PCR für Histamin-Decarboxylase
- Untersuchung von Versuchskäsen (Kulturentests)

● **Zusammenarbeit mit ES: Start Monitoring-Programm**

- Analyse kommerzieller Proben (Reifungsverlauf)
→ Solidere Datengrundlage für weitere Abklärungen



Monitoring-Programm ALP-ES

- **Emmentaler aus 17 Betrieben**
total ca. 220 Proben (Kosten: ca. CHF 55'000.-)
- Einfluss der Reifung:
Untersuchung von 38 Laiben im Alter von 4, 8 und 12 Mte
- saisonale Einflüsse
Vergleich Winter- & Sommerproduktion
- betriebsspezifische Einflüsse (Kulturen)

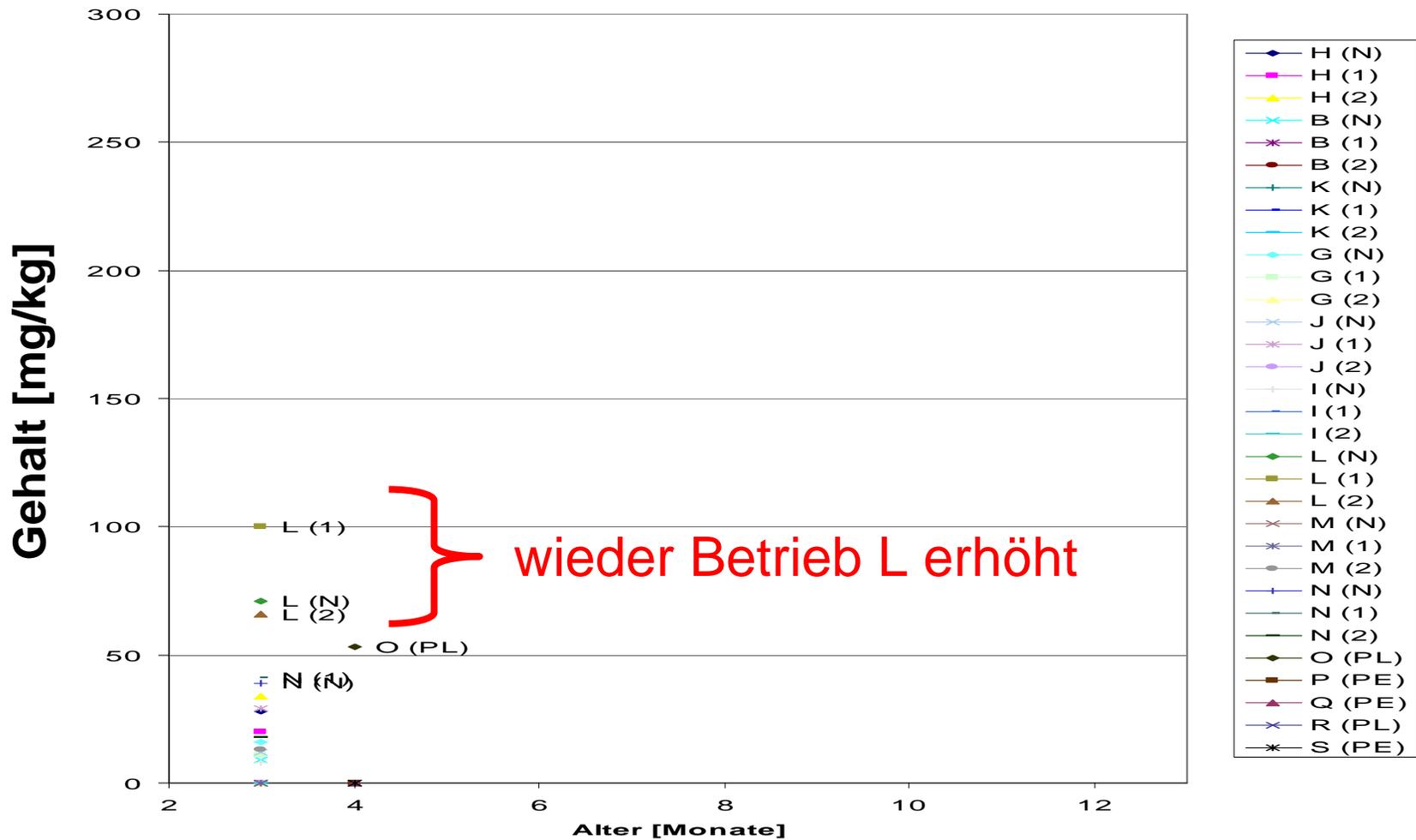
Ziele des Monitoring-Programms:

- 1. Überblick zur aktuellen Situation in der Praxis**
- 2. Ursachen ermitteln**
- 3. Ausarbeitung von Empfehlungen**



Zwischenergebnisse Monitoring

Monitoring Histamin (Sommerfabrikation)



Erste Folgerungen aus dem Monitoring

- **Risikobetriebe sind erkennbar!!!**
 - hohe Gehalte an biogenen Aminen sind kein Einzelfall
 - Risikobetriebe produzieren auf konstant hohem Niveau
 - Sensorisch sind solche Betriebe nicht erkennbar!
 - Risikobetriebe sind mit Monitoring-Programm erkennbar
 - Eigenverantwortung der Affineure wird wichtig!
- **Käse von Risikobetrieben sind ungeeignet für Ausreifung**
 - jung konsumiert sind solche Käse unproblematisch
 - bei Höhlenreifung/Feuchtreifung problematisch
- **Weitere Abklärungen zur Ursachenermittlung nötig**
 - Zusammenarbeit von Betrieb L mit ALP läuft
 - Als nächstes soll abgeklärt werden, ob Rohmilch oder Verarbeitung als Ursache in Frage kommen



Aktuelle Forschungsergebnisse zur Bedeutung von Käse in der menschlichen Ernährung

Teil 2: Bioaktive Peptide



Freisetzung bioaktiver Peptide

Nahrungsprotein (z.B. Milcheiweiss)

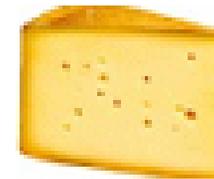
Verdauung



Intestinale oder
Plasmaenzyme

Bioaktive Peptide

Fermentation



Bioaktive Peptide

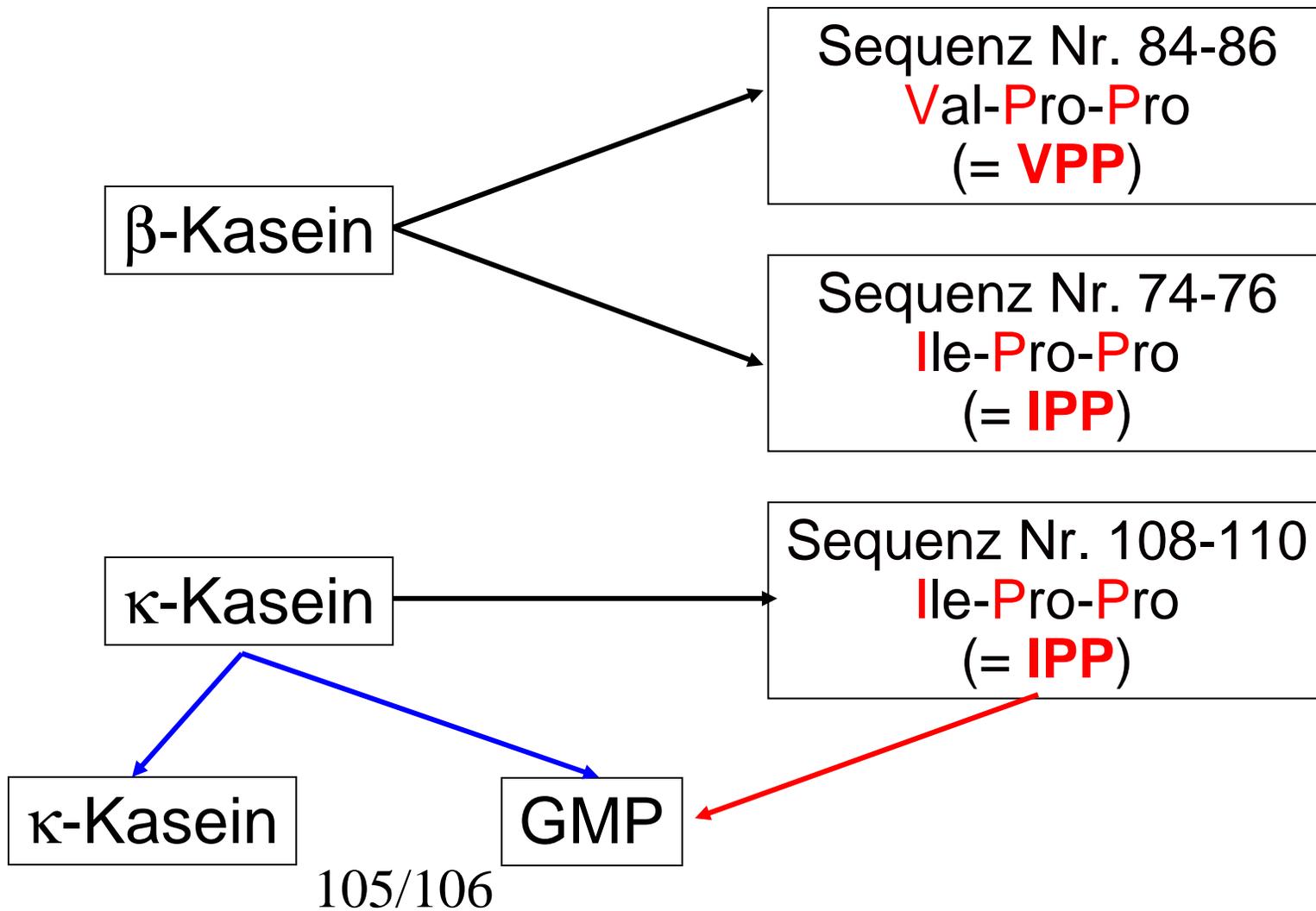


Die verschiedenen bioaktiven Peptide

- blutdrucksenkende (ACE-hemmende) Peptide
- mineralbindende Peptide (Phosphopeptide)
- antimikrobielle Peptide
- beruhigend wirkende Peptide (Anti-Stress)
- antithrombotische Peptide
- immunomodulierende Peptide
- Casomorphine – Opioid-Peptide

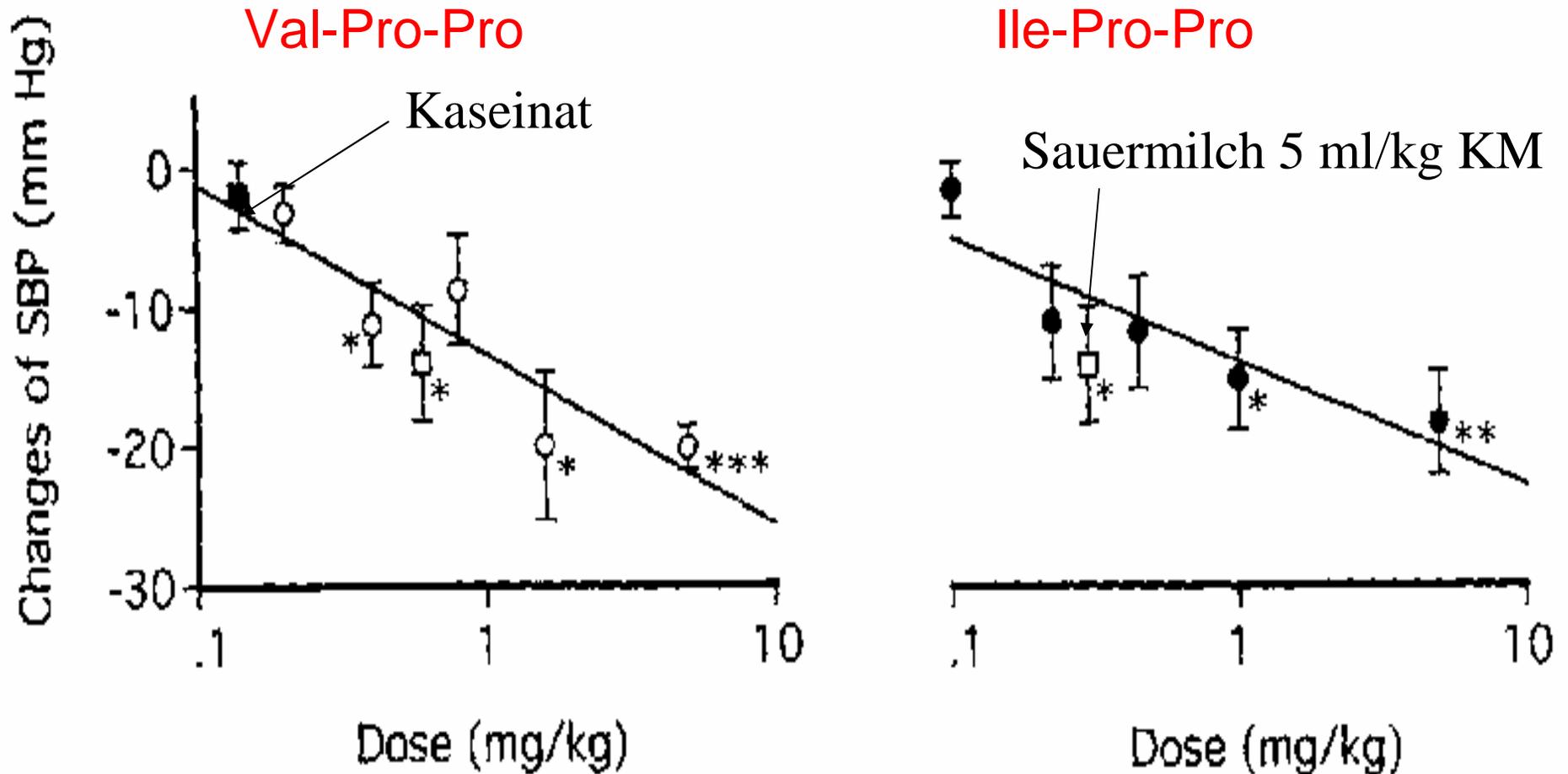


VPP und IPP: 2 Peptide aus Milchprotein





Wirkung von VPP+IPP bei SHR-Ratten



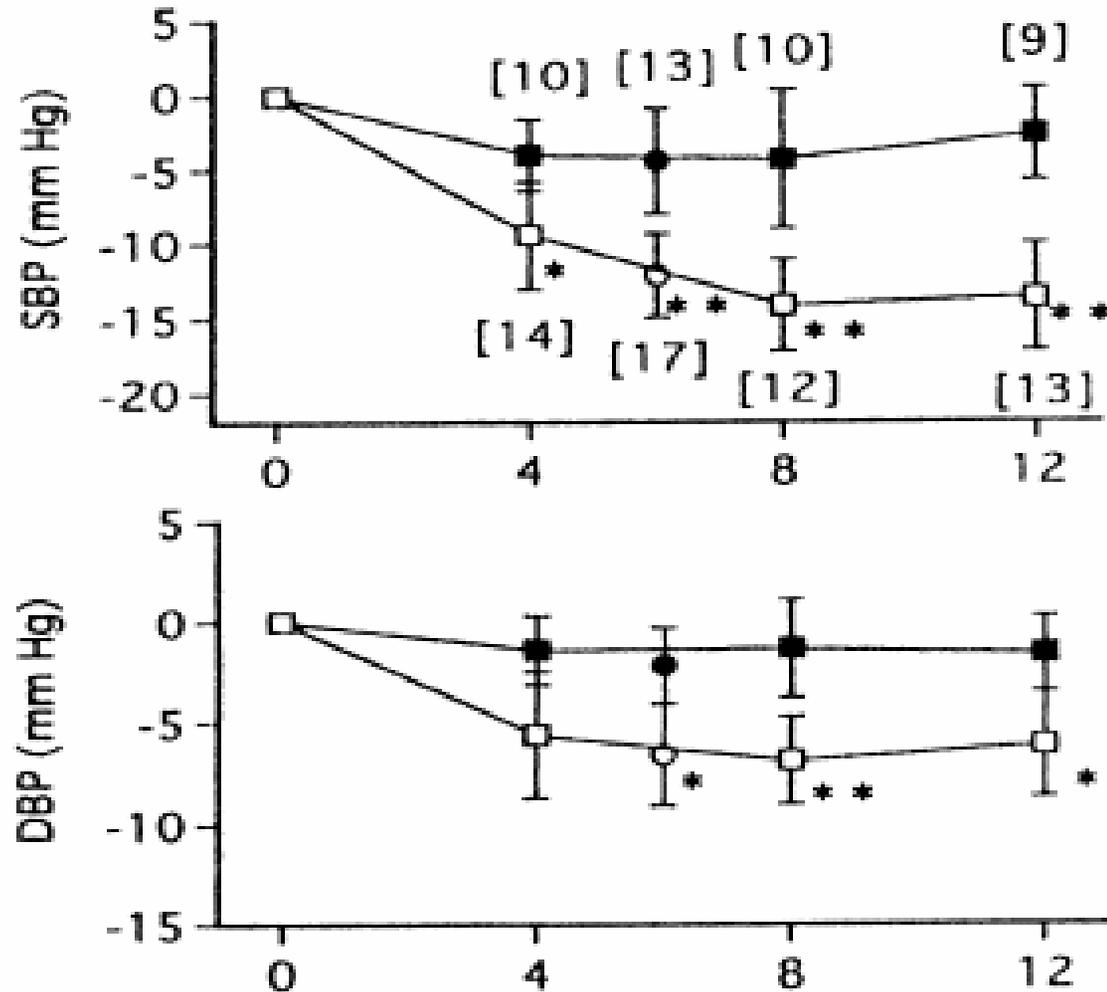
Nakamura Y. et al. J.Dairy Sci. 78, 1253 (1995)



Kommerzielle Produkte: Calpis (Japan)



Klinische Studie



Hata Y. et al., Amer.J.Clin.Nutr. 64, 767 (1996)



Calpis: wissenschaftliche Studien



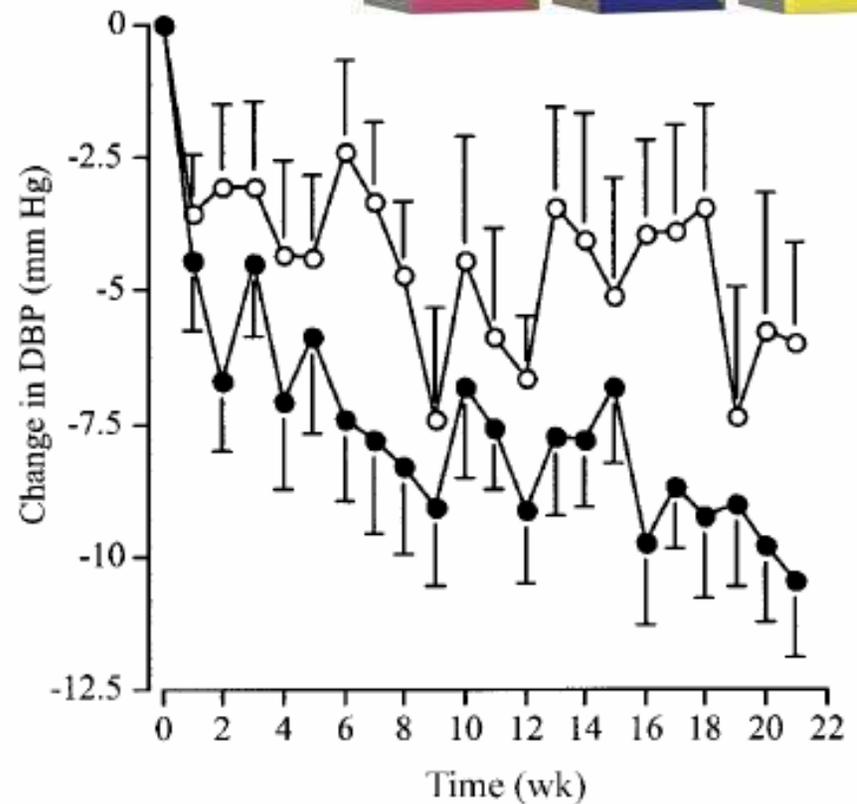
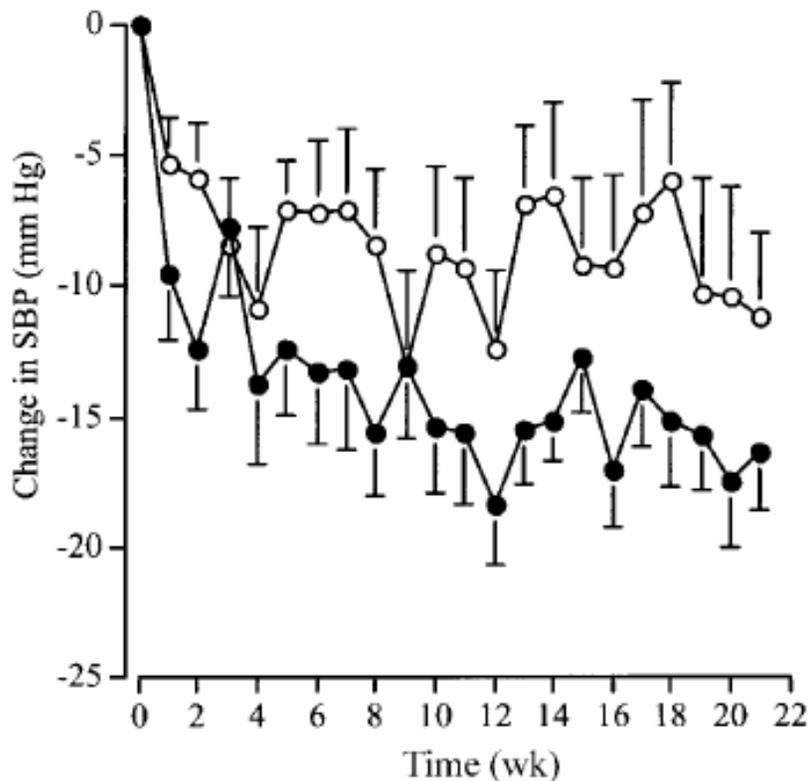
- an SH-Ratten (2) und Menschen (1)
- Dosierung: VPP 1,5 mg / IPP 1,1 mg
- 30 ältere Personen (40-86 J.) mit Bluthochdruck:
17 Versuchsgruppe, 13 Kontrolle
SBP: 159 / 151, DBP: 89 / 87 mm Hg
- 95 ml Calpis oder Placebo während 8 W.
- **systolischer Blutdruck -14,1 mm Hg (P<0,01)**
- **diastolischer Blutdruck -6,9 mm Hg (P<0,01)**

Hata Y. et al., Amer.J.Clin.Nutr. 64, 767 (1996)



Evolus: Langzeit-Studie

150ml Produkt mit 5mg VPP+IPP
⇒ Reduktion des Blutdruckes erwiesen



Seppo L. et al., Am.J.Clin. Nutr. 77, 326 (2003)



Definition Bluthochdruck

Stage	Systolic blood pressure mmHg	Diastolic blood pressure mmHg
Optimal	< 120	< 80
Normal	< 130	< 85
High-normal	130–139	85–89
Mild hypertension	140–159	90–99
Moderate hypertension	160–179	100–109
Severe hypertension	≥ 180	≥ 110

Wichtig: Functional Foods sind im Falle von mässig bis stark erhöhtem Blutdruck zu wenig wirksam! (Medikamente unerlässlich!)



VPP und IPP auch in Käse?



- Proteolyse/Reifung setzt Peptide frei
 - Peptide werden weiter abgebaut
- ⇒ **Gute Chancen bioaktive Peptide in Käse zu finden**



VPP+IPP in Weichkäse

Käsesorte	Herkunft	VPP+IPP [mg/kg]
CH-Brie	CH	0.7
Feta (Schafmilch)	F	0.5
Reblochon	F	0.5
CH-Camembert	CH	0.4
Vacherin Mont d'Or	CH	0.3
CH-Mozarella (Büffelmilch)	CH	0.1
CH-Mozarella (Kuhmilch)	CH	< 0.05
Tomme Vaudoise	CH	0.0

- Proteolyse in die Breite \Rightarrow grosse Peptide
- meist aus pasteurisierter Milch hergestellt

\Rightarrow **kaum Chancen VPP & IPP in Weichkäse zu finden**



VPP+IPP in Halbhart- & Hartkäse

Käsesorte	Alter	Herkunft	VPP+IPP [mg/kg]
Hobelkäse Berner Oberland	> 18 M	CH	319.5
Emmentaler, Bio	> 4 M	CH	189.5
Gouda old	?	NL	187.8
Appenzeller, viertelfett, räss	7-10 M	CH	159.3
Tilsiter, Rohmilch	> 90 T	CH	150.3
Winzerkäse	?	CH	124.7
Emmentaler, höhlengereift	> 12 M	CH	123.6
Tête de moine	> 75 T	CH	113.5
Vacherin Fribourgeois	> 60 T	CH	108.8
Gruyère, salé	> 10 M	CH	89.1

- Proteolyse in die Tiefe \Rightarrow kleine Peptide
 - Vielfalt der Rohmilchflora begünstigt Proteolyse
- \Rightarrow **gute Chancen VPP & IPP zu finden**



Gehalte von VPP & IPP nach Sorte

Käsesorte	Alter	VPP+IPP [mg/kg]
Emmentaler, Classic	> 4 M	47.2
Emmentaler, Réserve	> 8 M	81.9
Emmentaler, Höhlengereift	> 12 M	123.6
Emmentaler, Bio	> 4 M	189.5
Gruyère, doux	> 5M	62.3
Gruyère, mi-salé	> 8M	37.6
Gruyère, salé	> 10M	89.1
Gruyère vieux Moléson, surchoix	> 12M	21.6
Appenzeller, vollfett, classic	> 3 M	30.5
Appenzeller, vollfett, surchoix	> 4 M	44.5
Appenzeller, vollfett, extra	6-7 M	43.8
Appenzeller, viertelfett, jung, mild	> 3 M	66.4
Appenzeller, viertelfett, räss	7-10 M	159.3

⇒ **grosse Unterschiede innerhalb einer Sorte**



Starker Einfluss der Verarbeitung

Käsesorte	Alter	VPP+IPP [mg/kg]
Raclette, Pastmilch	ca. 3M	1.1
Raclette, Rohmilch	ca. 3M	15.2
Tilsiter, Pastmilch	ca. 3M	1.3
Tilsiter, Rohmilch	ca. 3M	150.3
CH-Edamer	ca. 3M	1.0
Raclette, Pastmilch	ca. 3M	1.1
Parmino	> 6 M	2.8
St. Paulin	ca. 3M	6.2

⇒ **Technologische Einflüsse wahrscheinlich
z.B. Wärmebehandlung der Milch, Kulturen**



VPP und IPP in Käse

Analyse von 44 Käsen (35 CH-Käse, 9 ausländische Käse)

Käse	n	Mittelwert VPP+IPP [mg / kg Käse]	Ø erforderliche Käsemenge für 5mg VPP&IPP [g]
Weichkäse	11	3.4 ± 6.3	1459
Halbhartkäse	19	51.6 ± 50.2	97
Hart- & Extra- Hartkäse	14	100.0 ± 91.7	50

Bütikofer et al., Int. Dairy Journal (2007), in press

1 Tagesration Käse = 50g



Naturkäse ein Functional Food?



Total
5mg VPP&IPP
in 65 ml

Vergleichbar Mengen in diversen Einzelproben gefunden

12g Käse mit 400 mg/kg VPP&IPP (Berner Oberländer Alpkäse)

16g Käse mit 300 mg/kg VPP&IPP (Hobelkäse & Appenzeller ¼-fett)

25g Käse mit 200 mg/kg VPP&IPP (Emmentaler, Tête de Moine)

50g Käse mit 100 mg/kg VPP&IPP (Tilsiter, Vaccherin frib. Gruyère)

**Mittelwerte der wichtigsten CH-Käsesorten sind tiefer....
aber liegen dennoch im Bereich von 60-110 mg VPP&IPP !!!**

Gehalte nicht garantiert ⇒ Claims unmöglich



Biogene Amine & bioaktive Peptide

Herkunft:	Abbauprodukte von Milcheiweiss	
Vorkommen:	praktisch in allen Käsen	
Einfluss Rohstoff:	Rohmilchflora	↑ ↑ ↑
Einfluss Verarbeitung:	- Pasteurisation - Thermisation - hohe Brenntemperatur - Kulturen ALP	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ - (??)
Reifung:	lange Ausreifung	↑ ↑

⇒ **Viele Gemeinsamkeiten, aber unterschiedliche Wirkung!**



Viele offene Fragen.....



ALP forscht für gesunde und bekömmliche Naturkäse!

TRADITION & INNOVATION DANK ROHMILCHKÄSE



Werbung in eigener Sache.....

www.alp.admin.ch -> Veranstaltungen -> Kolloquien

18.10.2007

Neue Erkenntnisse zum Vorkommen von bioaktiven Peptiden in Schweizer Käsesorten

Ort: Liebefeld

Zeit: 15.00 - 17.00 Uhr

Wir freuen uns auf Ihren Besuch!



Aktuelle Forschungsergebnisse zur Bedeutung von Käse in der menschlichen Ernährung

Teil 3: Trans-Fettsäuren



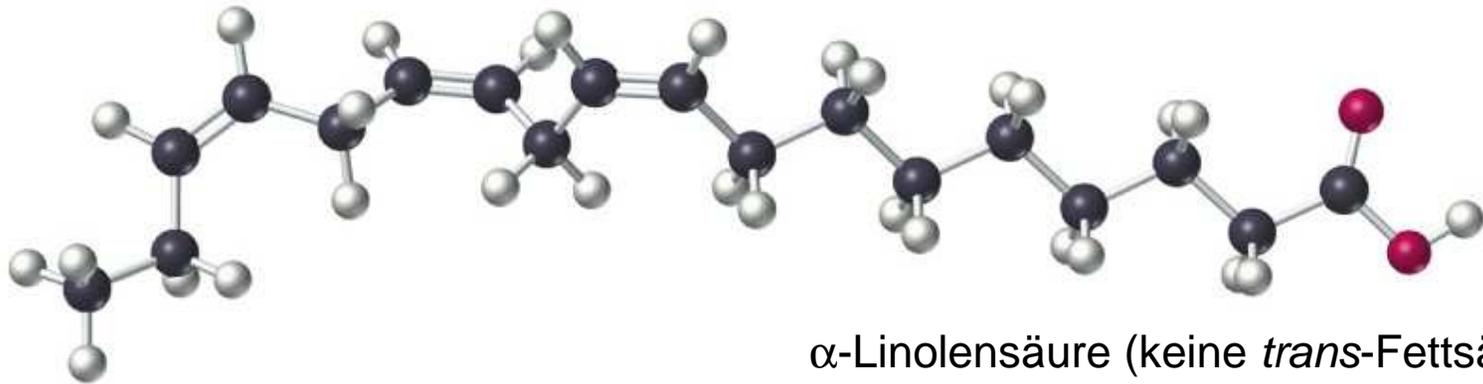
Trans-Fettsäuren Eine Einführung



Alexandra Schmid

13. Februar 2007

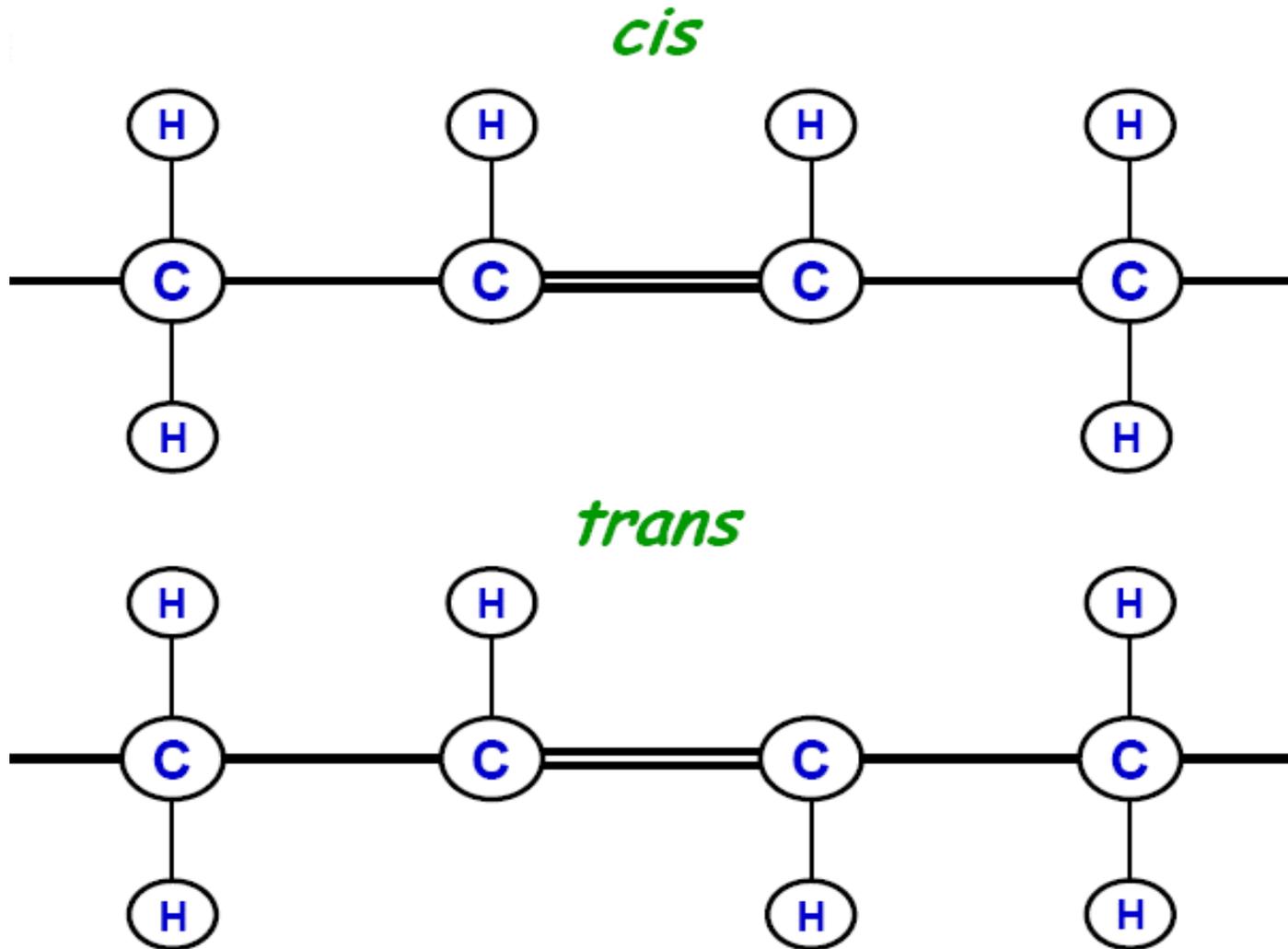
Was sind (*trans*)-Fettsäuren?



Trans-Fettsäuren (TFA) sind ungesättigte Fettsäuren mit mindestens einer Doppelbindung in *trans*-Konfiguration.



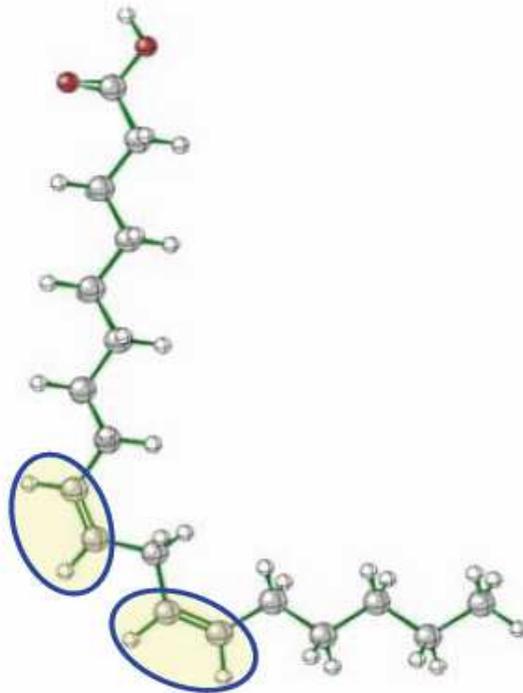
Cis- und trans-Struktur



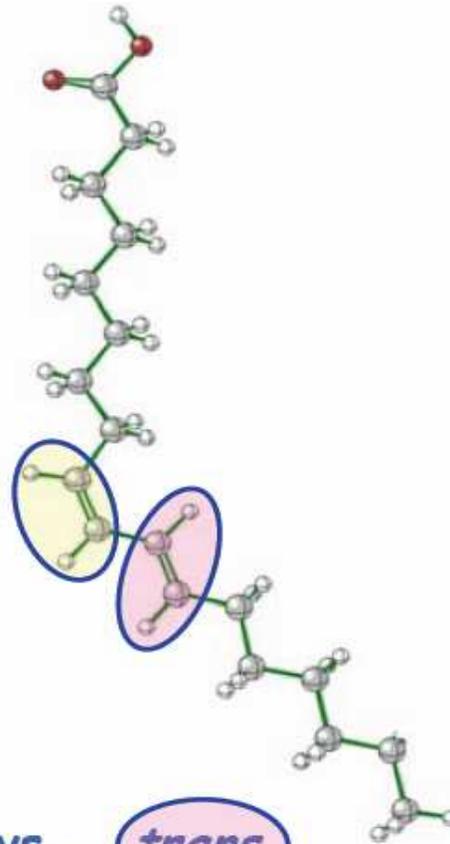


Räumliche Strukturen

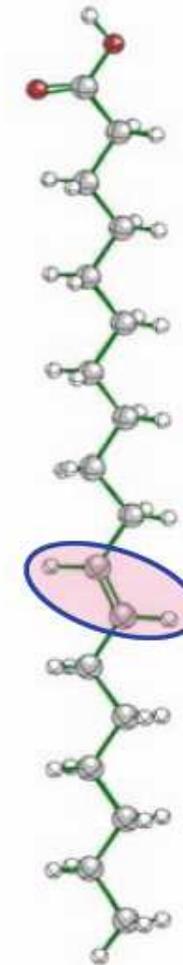
Linolsäure



cis-9, *trans*-11 CLA



trans-11 18:1



Doppelbindung:

cis vs. *trans*

Lock & Bauman, World Dairy Summit, Vancouver 2005



Entstehung von *trans*-Fettsäuren

- Bei der teilweisen Hydrierung (= Härtung) von pflanzlichen Ölen
- Bei Hitzebehandlung von Ölen, Fetten und Nahrungsmitteln, welche ungesättigte Fettsäuren enthalten



→ TFA industrieller Herkunft

- Im Pansen der Wiederkäuer durch bakterielle Umwandlung mehrfach ungesättigter Fettsäuren



→ TFA tierischer Herkunft

Biohydrogenierung im Pansen

Futter 



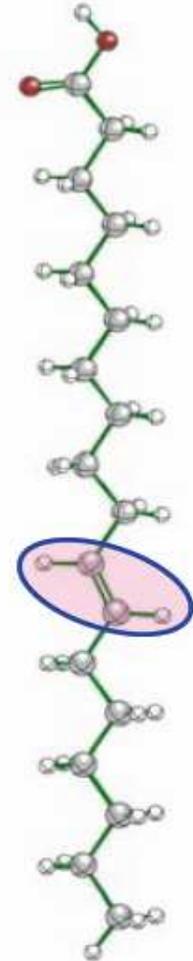
ungesättigte
Fettsäuren

*Mikroorganismen im
Pansen*

trans-11 C18:1 (Vaccensäure)

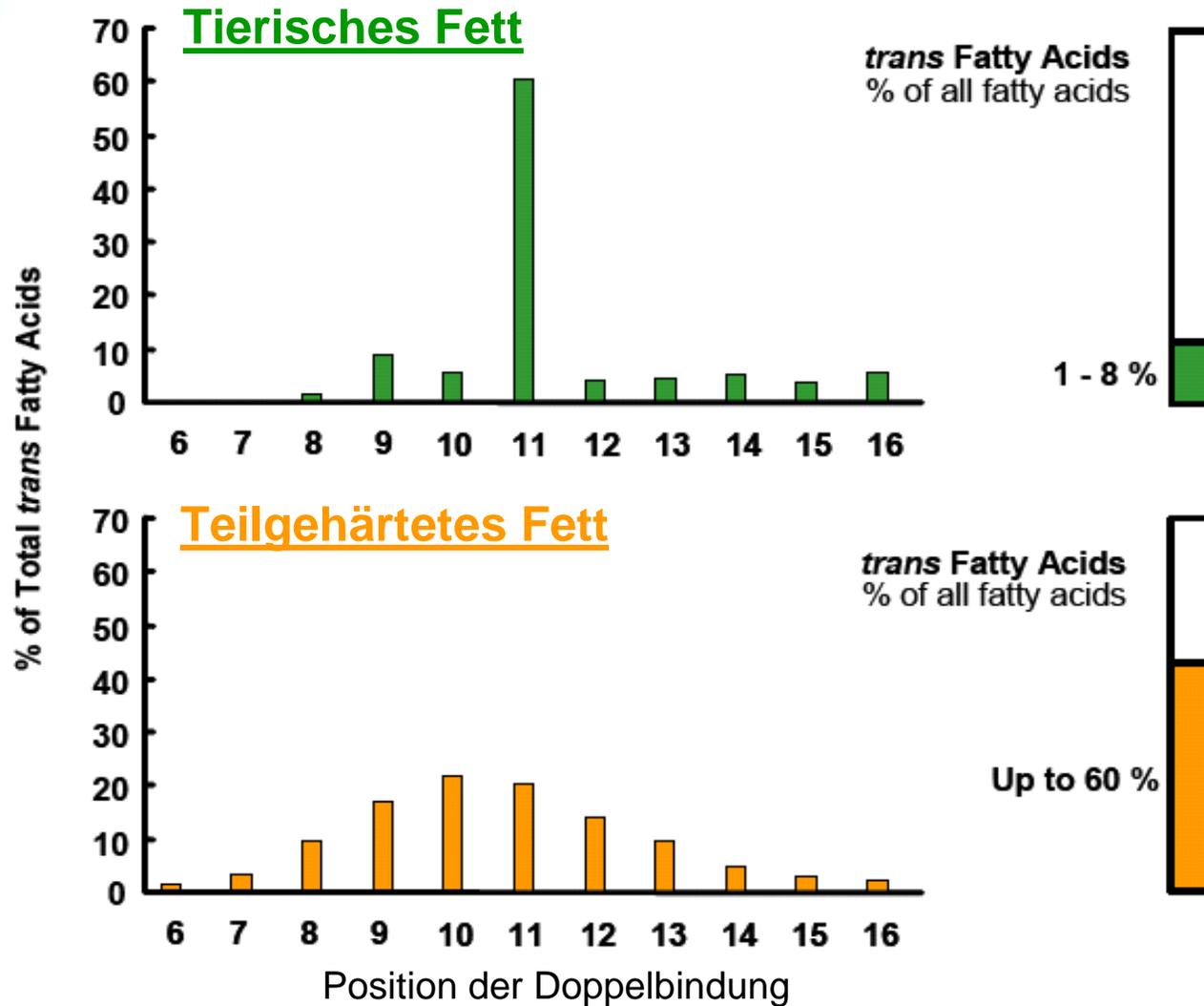
gesättigte
Fettsäuren

trans-11 18:1





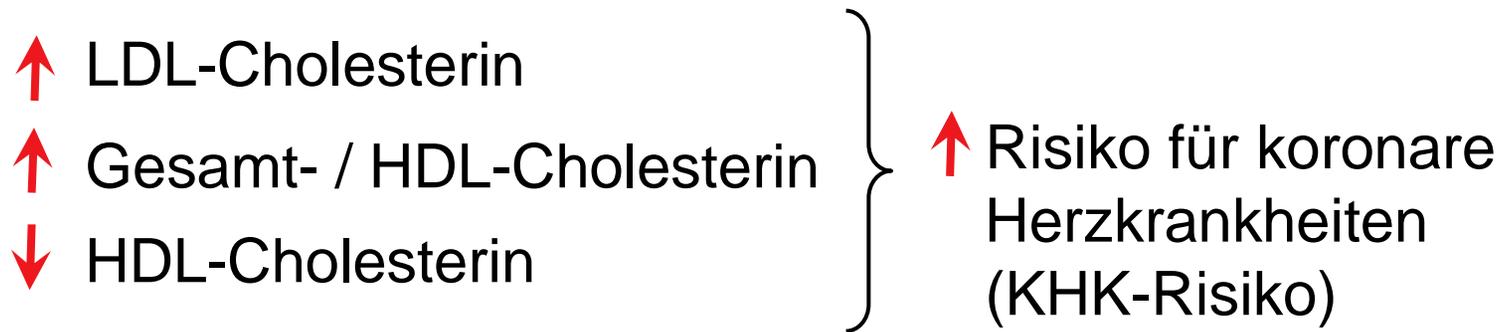
Tierische vs. industrielle Quellen





Physiologische Wirkungen von TFA

Eine Meta-Analyse hat bestätigt, dass industrielle TFA die Blutfette negativ beeinflussen.

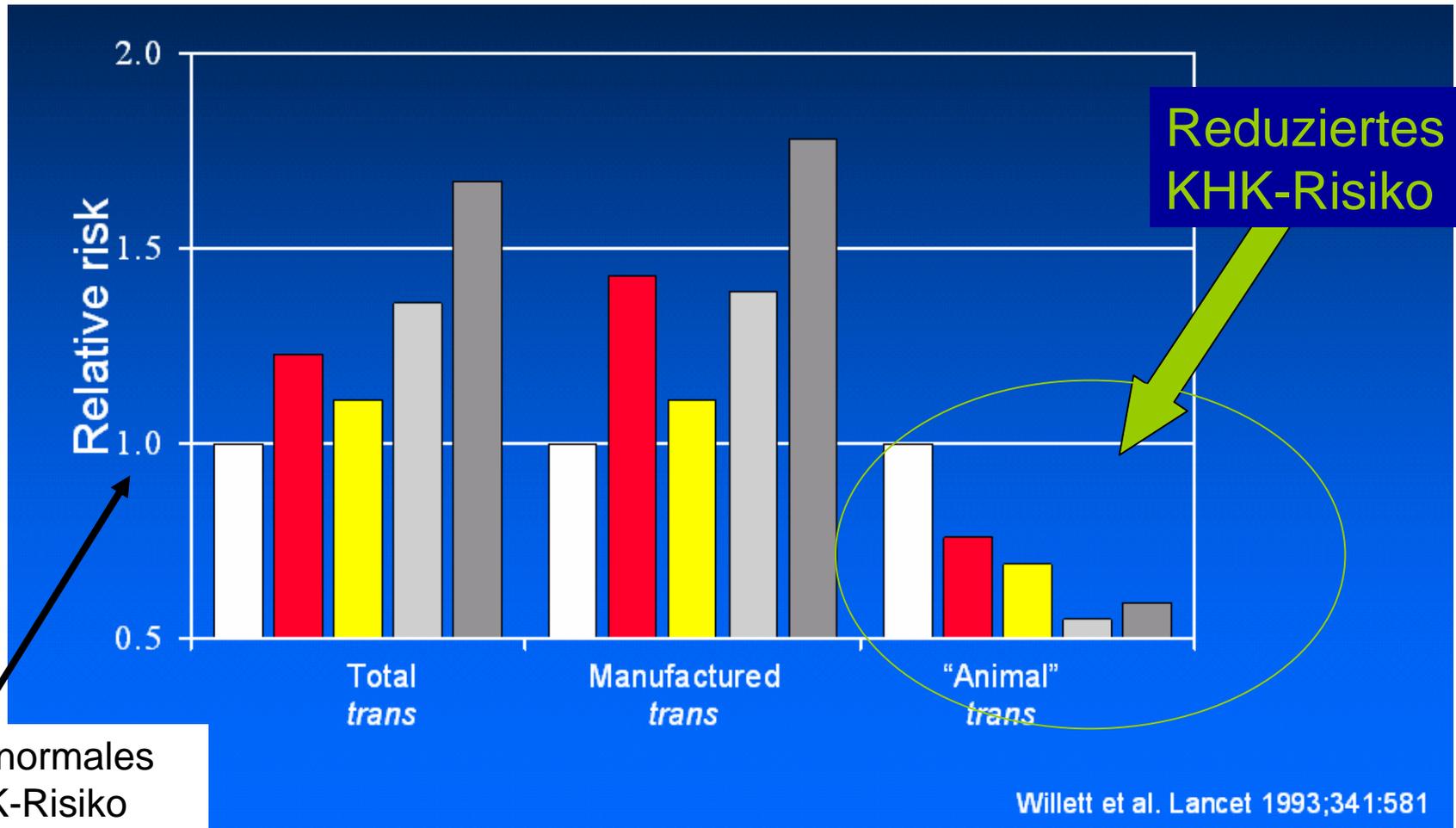


Mensink et al. 2004

Es gibt Hinweise, dass industrielle und tierische *trans*-Fettsäuren unterschiedliche Wirkungen auf die menschliche Gesundheit haben !

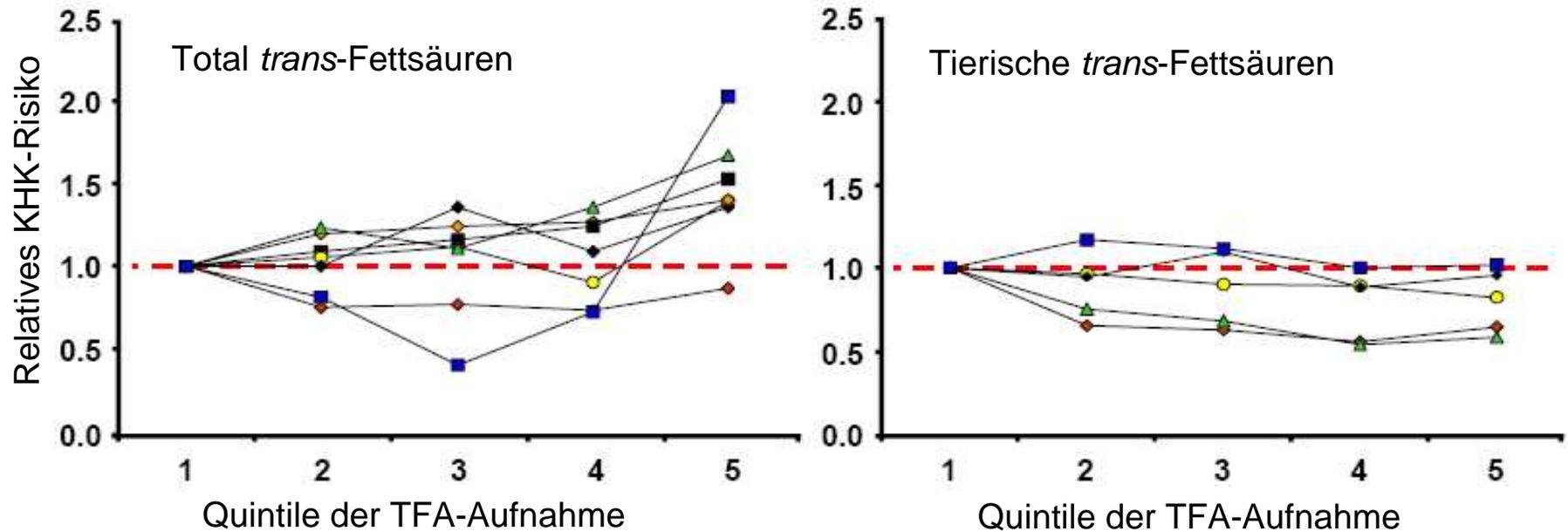


Tierische vs. industrielle TFA





Epidemiologische Studien



Verschiedene epidemiologische Studien bekräftigten, dass ein erhöhtes KHK-Risiko nur bei TFA industrieller Herkunft besteht.



Mögliche Gründe für unterschiedliche Resultate

1. Die Quintilen der TFA-Aufnahme stehen für sehr unterschiedliche TFA-Mengen

TFA tierischer Herkunft: 0,5 – 2,5 g/d

TFA industrieller Herkunft : 0,1 – 5,1 g/d

Weggemans et al. 2004



Mögliche Gründe für unterschiedliche Resultate II

2. Unterschiedliche Zusammensetzung der TFA in tierischen und industriellen Lebensmitteln

Die TFA tierischen Ursprungs bestehen v.a. aus Vaccensäure

↳ Vaccensäure kann vom Organismus in *cis-9,trans-11* CLA umgewandelt werden

↳ CLA zeigte in Tier- und in vitro-Studien verschiedene positive Effekte auf die Gesundheit



Endogene Synthese



Vaccensäure

(*trans*-11 C18:1)

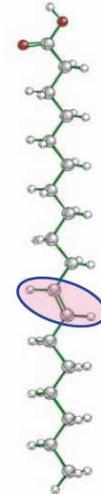


Enzym in Gewebe

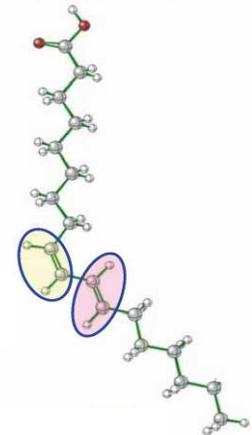
cis-9,*trans*-11 CLA

(*cis*-9,*trans*-11 C18:2)

trans-11 18:1

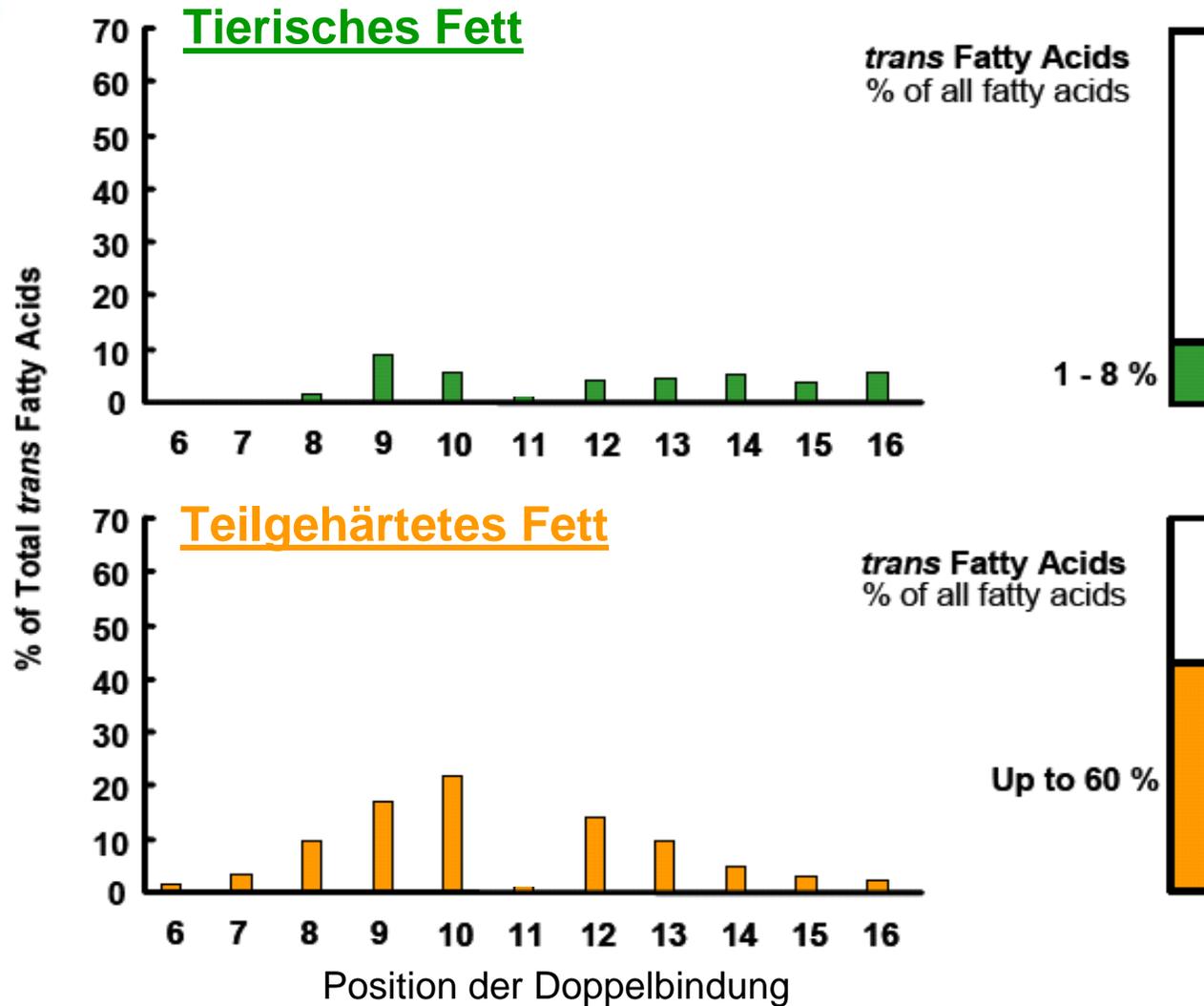


cis-9, *trans*-11 CLA





Tierische vs. industrielle Quellen





CLA – physiologische Wirkungen

Positiver Einfluss auf:

- Krebs
- Immunsystem
- Arteriosklerose
- Körperzusammensetzung
- Knochenmasse
- Diabetes
- Blutdruck

Positive Wirkungen in Tier- und *in vitro*-Studien.
Resultate der Humanstudien bisher noch nicht
schlüssig.

Wahle et al. 2004



Schlusswort

Individuelle *trans*-Fettsäuren können sehr unterschiedliche Wirkungen haben.

**Werfen Sie deshalb nicht alle *trans*-Fettsäuren
in einen Topf!**





Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit !

