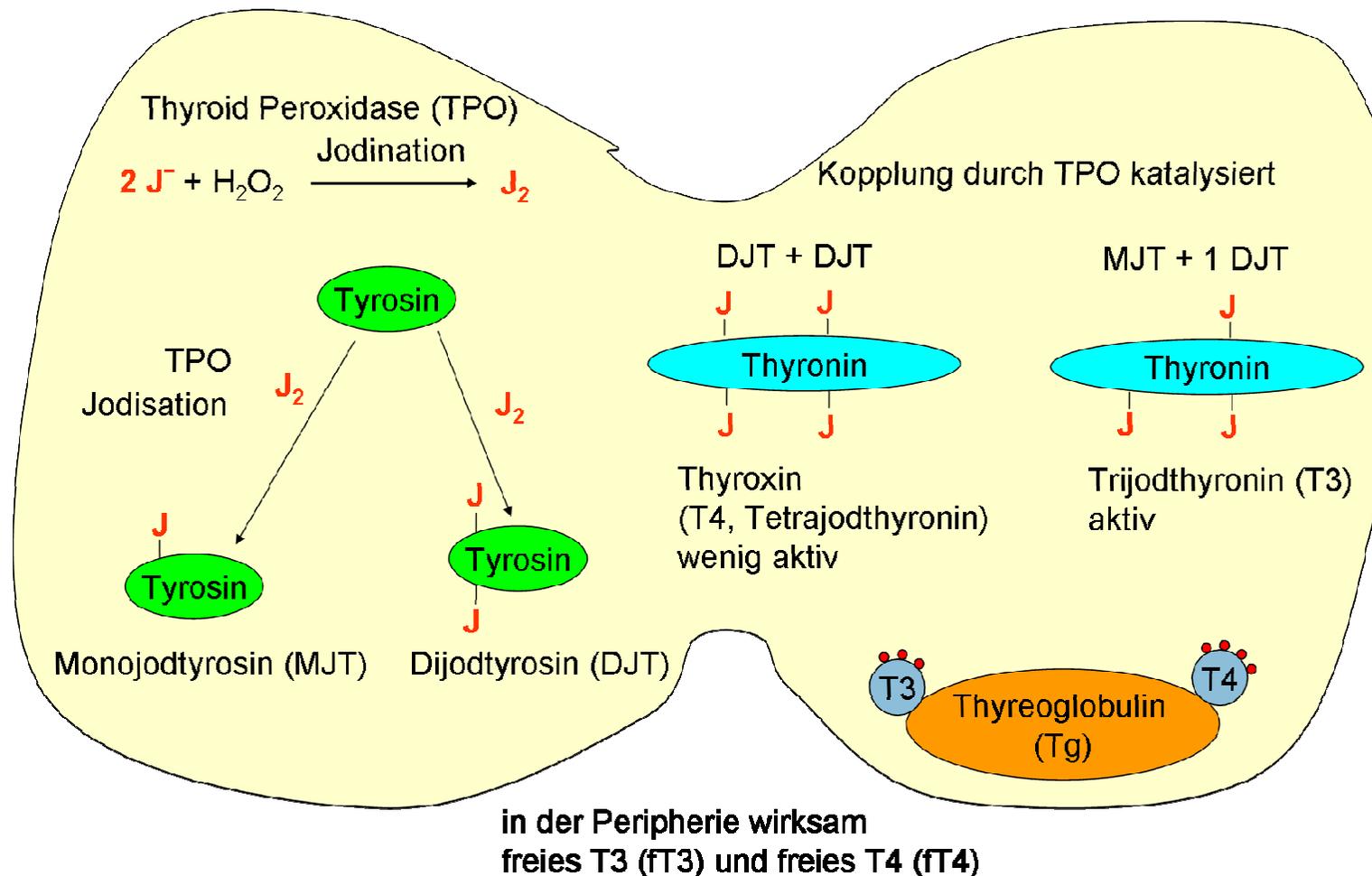


# **Nutzen und Risiken der Jodprophylaxe in Deutschland**

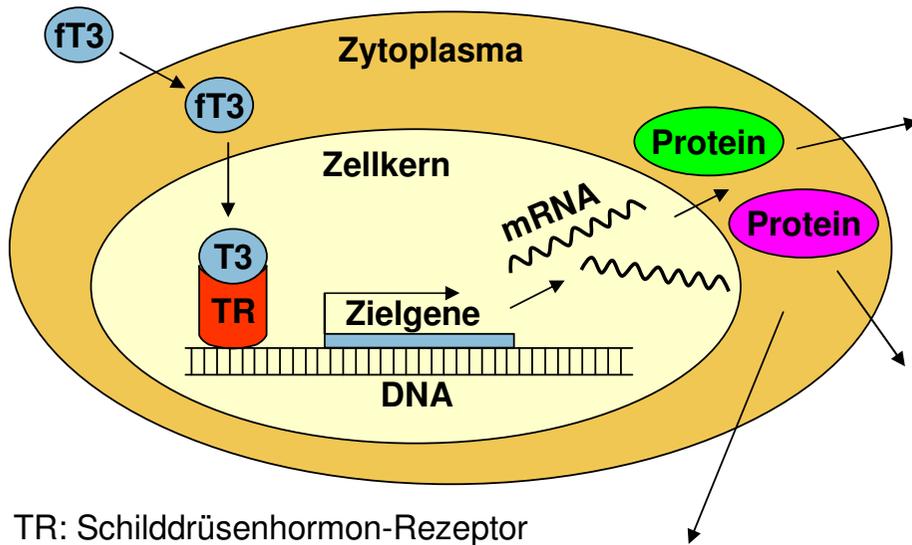
Anke Ehlers

# Jod und Schilddrüsenhormone

- Jod ist ein natürlich vorkommendes Spurenelement
- über die Nahrung aufgenommen wird Jod in die Schilddrüse transportiert und in die Schilddrüsenhormone eingebaut



# Wirkung der Schilddrüsenhormone



TR: Schilddrüsenhormon-Rezeptor

Zentrales Nervensystem (ZNS)

Körpertemperatur

Haut und Haare

Körpergewicht

Herzfrequenz und Blutdruck

Knochenstoffwechsel

Erythropoese

Muskelkontraktionen

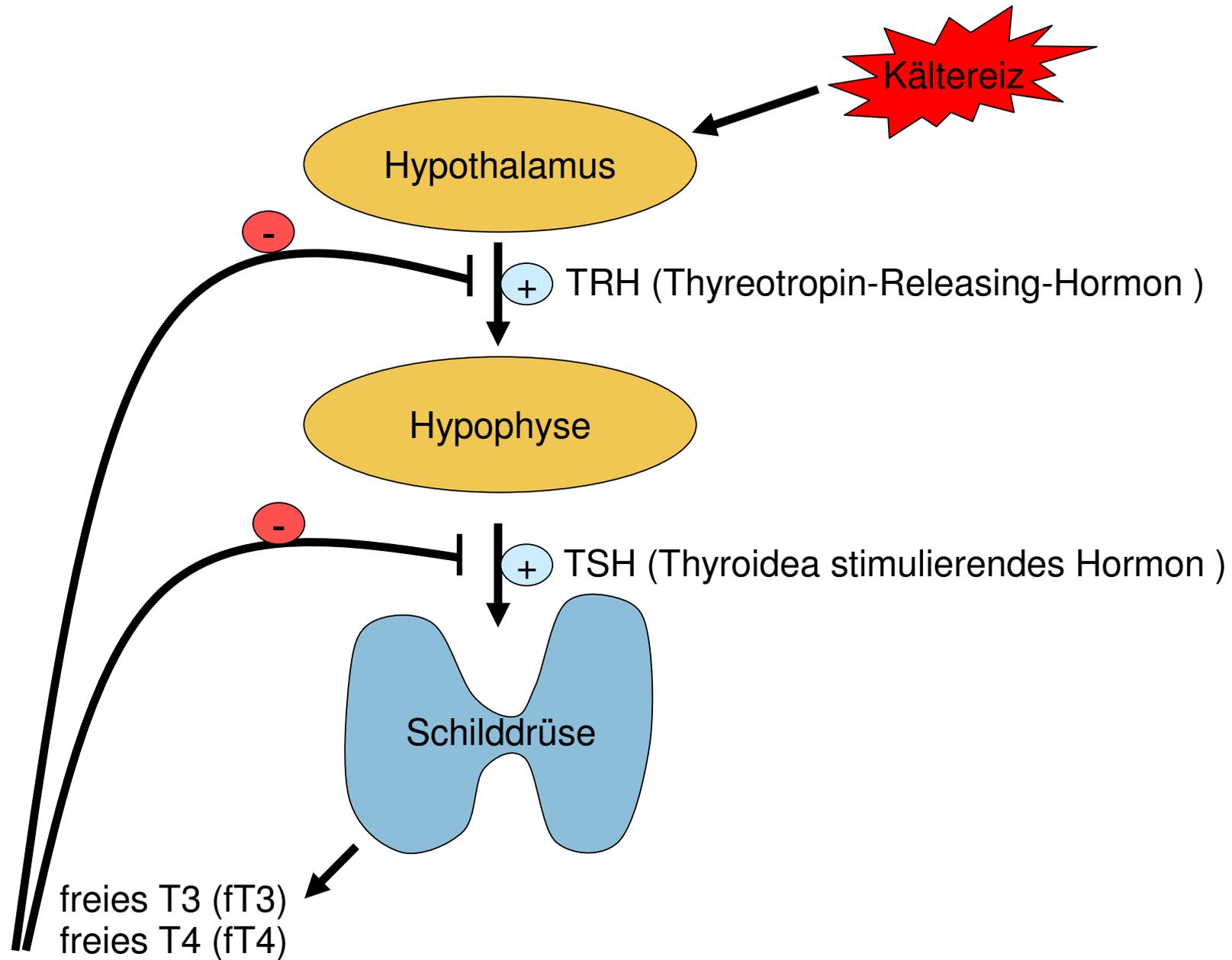
Darmperistaltik

Fettstoffwechsel

Proteinstoffwechsel

Kohlenhydratstoffwechsel

# Schilddrüsen-Regelkreis



# Jodbedarf der Bevölkerung

- in Bezug auf den Jodgehalt im Boden ist Deutschland eine Jodmangelregion
- natürlicherweise in Lebensmitteln enthaltenen Jodkonzentrationen reichen nicht aus, um Bedarf zu decken

## Empfohlene Zufuhr von Jod

Alter	Jodzufuhr µg/Tag
<b>Säuglinge</b>	
0 bis unter 4 Monate	40
4 bis unter 12 Monate	80
<b>Kinder</b>	
1 bis unter 4 Jahre	100
4 bis unter 7 Jahre	120
7 bis unter 10 Jahre	140
10 bis unter 13 Jahre	180
13 bis unter 15 Jahre	200
<b>Jugendliche und Erwachsene</b>	
15 bis unter 51 Jahre	200
51 bis 65 Jahre und älter	180
<b>Schwangere</b>	230
<b>Stillende</b>	260

Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr  
Deutsche Gesellschaft für Ernährung

## Mediane Jodzufuhr der Bevölkerung ohne Verwendung von jodierten Speisesalz:

Männer 110 µg/Tag

Frauen 91 µg/Tag

(Max-Rubner-Institut, Karlsruhe, 2011, unveröffentlicht)

# Maßnahmen zur Verbesserung der Jodzufuhr

Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfiehlt die **Universelle Salzjodierung**

- Jodierung von Tafelsalz für den menschlichen Verzehr
- Jodierung von Mineralstoffmischungen für Tierfutter

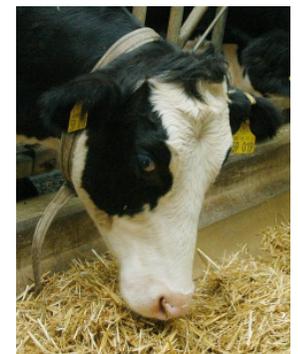
• Geschätzter Verwendungsgrad von jodierten Speisesalz im Jahre 2007

- Haushalte: 84%
- Kantinen und Mensen: 70-80%
- Bäcker- und Fleischerbetriebe: 60-85%
- Lebensmittelindustrie: 29%, Tendenz rückläufig

(Scriba et al. 2007)



- Im Tierfutter werden derzeitig ca. 1 mg Jod/ kg Tierfutter verwendet  
Höchstgehalt im Tierfutter für Legehennen und Milchkühe 5 mg Jod/kg



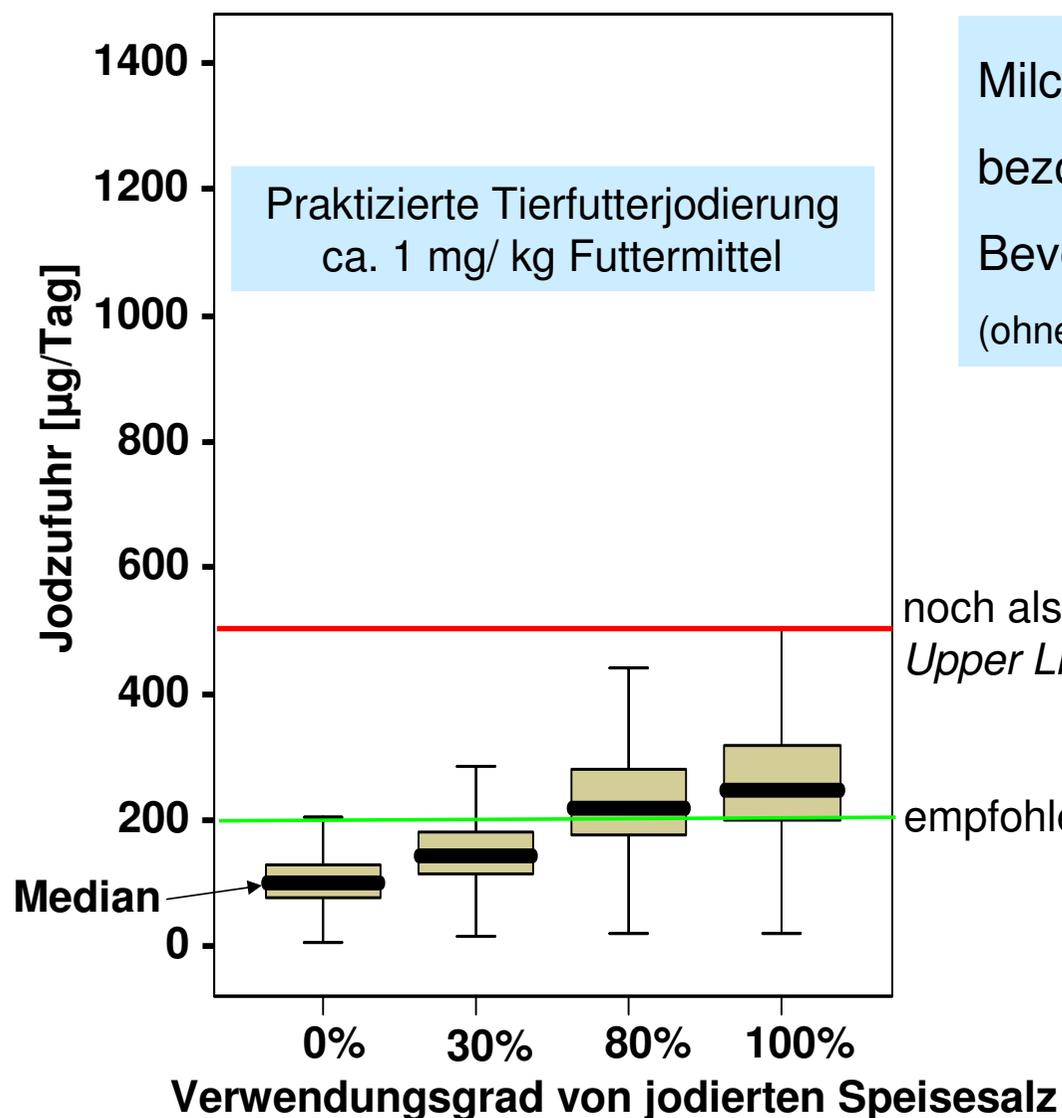
## Jodversorgungsstatus der Bevölkerung

**Lässt sich abschätzen anhand der**

- **ernährungsbedingten (alimentären) Jodzufuhr**
- **Jodurinausscheidung**
- **Strumaprävalenz bei Kindern und jungen Erwachsenen**

# Alimentäre Jodzufuhr der Bevölkerung

## auf Basis der derzeitigen Jodgehalte in Lebensmitteln



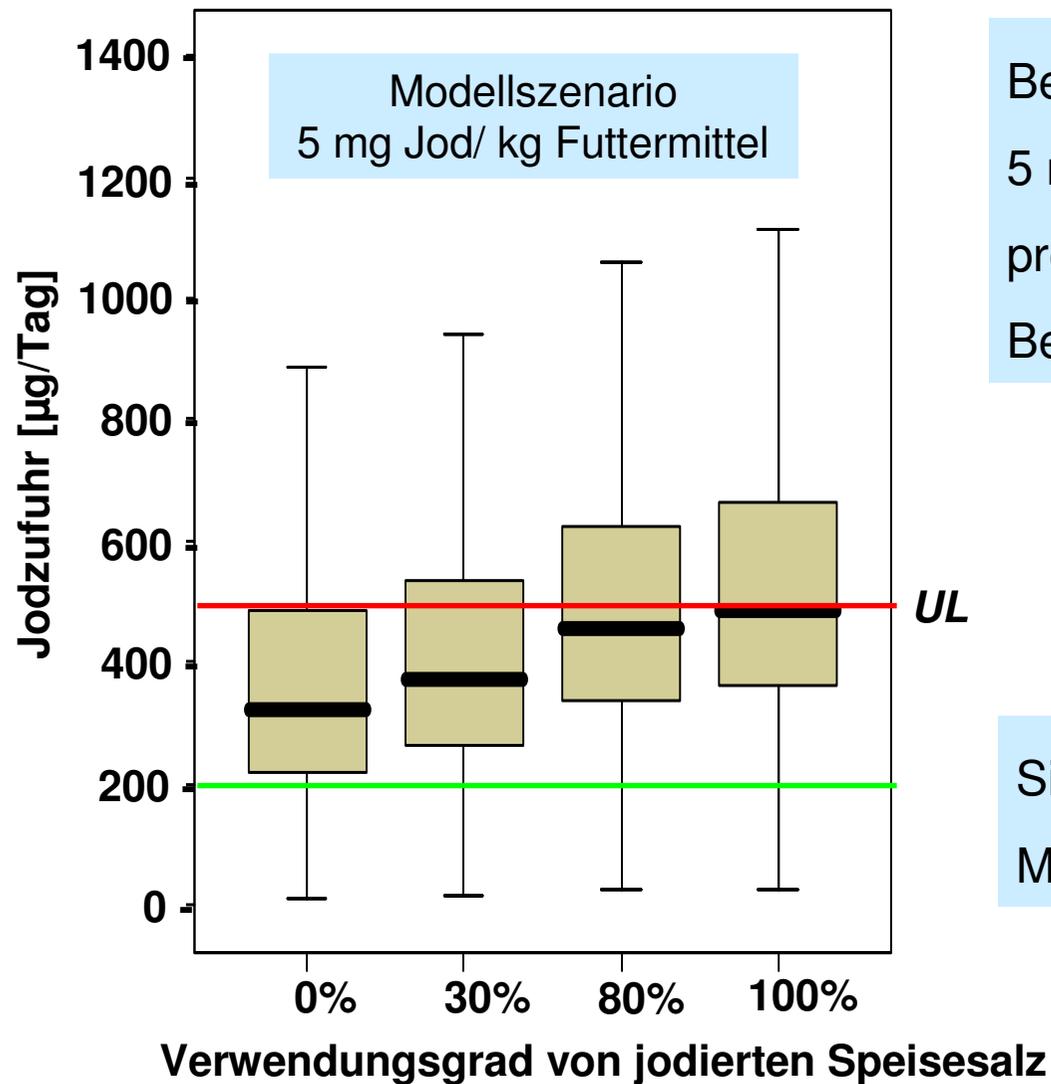
Milch, Milcherzeugnisse und Käse sind bezogen auf die Ernährungsgewohnheiten der Bevölkerung die größte Jodquelle (ohne Berücksichtigung der Verwendung von Jodsalz)



Beitrag der Tierfutterjodierung zum Jodgehalt dieser Lebensmittel daher wichtig, um bedarfsdeckende Jodzufuhr zu erreichen

# Modellszenario einer alimentären Jodzufuhr der Bevölkerung

bei Ausschöpfung des Höchstgehaltes (5mg/kg) von Jod im Tierfutter



Bei Ausschöpfung der Höchstmenge von 5 mg Jod /kg Tierfutter könnte es zu problematisch hohen Jodaufnahmen in der Bevölkerung kommen.

Sinnvolle Maßnahme:  
Monitoring des Jodgehaltes in der Milch

# Jodurinausscheidung als Maßstab der Jodversorgung

## WHO-Klassifikation der Jodversorgung auf Basis der Jodurinausscheidung

Mediane Jodurie [µg/L]	Jodaufnahme	Jodversorgung
< 20	unzureichend	schwerer Jodmangel
20-49	unzureichend	moderater Jodmangel
50-99	unzureichend	milder Jodmangel
100-199	adäquat	adäquate Jodversorgung
200-299	über dem Bedarf	mehr als adäquate Jodaufnahme (außer schwangere u. stillende Frauen)
≤ 300	exzessiv	Risiko adverser Folgen für die Gesundheit

Schulkinder ≥ 6, Erwachsene, nicht schwangere und nicht stillende Frauen

WHO, Stand 2007

# Jodurinausscheidung

## Bundesweites repräsentatives Jodmonitoring 1996

	<b>Männer 50-70 J</b>	<b>Frauen 50-70 J</b>	<b>Rekruten 18-21 J</b>	<b>Neuge- borene insgesamt</b>	<b>Neugeborene (Mutter ohne Jodsupplemente)</b>	<b>Neugeborene (Mutter mit Jodsupplemente)</b>
Teilnehmerzahl	278	288	772	739	588	151
<b>Mediane Jodurie [<math>\mu\text{g/L}</math>]</b>	<b>99</b>	<b>88</b>	<b>83</b>	<b>56</b>	<b>51</b>	<b>86</b>

Manz/Böhmer/Gärtner/Grossklaus/Klett/Schneider, 1996, 2002

## Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS) 2003 bis 2006

durchgeführt vom Robert-Koch-Institut (RKI), in 167 repräsentativen Städten Deutschlands

	<b>Kinder (0-17 Jahre)</b>
Teilnehmerzahl	17000
<b>Mediane Jodurie [<math>\mu\text{g/L}</math>]</b>	<b>117</b>

Thamm et al. 2007

Die Jodversorgung der Kinder liegt 2006 im unteren optimalen Bereich gemäß WHO Kriterien

Aktuelle Daten hinsichtlich des Jodversorgungsstatus von Erwachsenen werden derzeit in einer Studie zur Gesundheit Erwachsener (DEGS) am RKI erhoben.

# Strumaprävalenz als Maßstab der Jodversorgung

## Epidemiologische Kriterien gemäß WHO

Abschätzung der Jodversorgung basierend auf der Strumaprävalenz von Schulkindern

	<b>Jodmangel</b>			
	<b>keine</b>	<b>mild</b>	<b>moderat</b>	<b>schwer</b>
<b>Struma-Rate</b>	0,0-4,9%	5,0-19,9%	20,0-29,9%	≥ 30%

Die Kriterien der WHO beziehen sich nur auf Schulkinder

Vergleich aktueller Daten mit älteren Daten schwierig, da altersentsprechende Referenzwerte für das Schilddrüsenvolumen sich geändert haben

WHO Referenzwerte 1997, 2001, 2004

## Strumaprävalenz bei Kindern

Studie			Strumaprävalenz			
			Referenzwerte der WHO			
Autor	Jahr der Erhebung	repräsentativ	keine	1997	2001	2004
Hesse et al.	1976/77	Nein (DDR-weit)	46,5%			
Lange Dissertation	1991	Nein (Mecklenburg- Vorpommern)		20%		
	1996			17%		
	1998			12%		
Rendl et al.	2001	Nein (Würzburg)		3%		
KiGGS (RKI)	2003-2006	ja		3%	17%	30%

Referenzpopulation aus „WHO 2004“ enthält Kinder aus Ländern, die nicht mit mitteleuropäischen Ländern zu vergleichen sind

Die Strumaprävalenz bei Kindern ist seit Einführung der Jodprophylaxe rückläufig

## Strumaprävalenz bei Erwachsenen

Repräsentative Daten werden derzeit in der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland“ (DEGS) (RKI) erhoben → Ergebnisse Mitte des Jahres erwartet

Ergebnisse älterer Studien:			Referenzwert: Frauen $\geq$ 18 ml, Männer $\geq$ 25 ml		
Studie			Strumaprävalenz		
			Alter [Jahre]		
Autor	Jahr der Erhebung	repräsentativ	18-30	31-45	46-65
Hampel et al.	1993-1994	bundesweit	21		33
Papillon-Studie (Sanofi)	2001-2002	bundesweit	6	18	26

Auf bereits bestehende Strumen meist älterer Menschen hat eine verbesserte Jodversorgung kaum Einfluss.

Die Strumahäufigkeit älterer Menschen spiegelt daher nicht die aktuelle Jodversorgung wider

## Gesundheitliche Folgen von Jodmangel und Jodüberschuss

Jodmangel	Jodüberschuss
endemischer Kretinismus (kaum mehr in Deutschland vorhanden)	Morbus Basedow
Fetus: Fehlbildungen, Aborte, perinatale Mortalität	Autoimmunthyreoiditis (z.B. Hashimoto-Thyreoiditis)
nachteiliger Einfluss auf die körperliche und geistige Entwicklung	Wolff-Chaikoff-Effekt
Jodmangelstruma mit oder ohne Knoten	
Hyperthyreose aufgrund einer entwickelten Schilddrüsenautonomie	
Hypothyreose	

# Hyperthyreose und Hypothyreose

Hyper-

Hypo-

Hormon	TSH		fT3/fT4		TSH		fT3/fT4	
	erhöht	Referenzbereich	erniedrigt	Schilddrüsenfunktion	erhöht	Referenzbereich	erniedrigt	Schilddrüsenfunktion
erhöht				subklinische Hyperthyreose	X			manifeste Hyperthyreose
Referenzbereich	X	X		Euthyreose		X		subklinische Hypothyreose
erniedrigt			X	manifeste Hypothyreose	X		X	manifeste Hypothyreose

# Krankheitsbild einer Hyper- und Hypothyreose

Hyperthyreose	Hypothyreose
<ul style="list-style-type: none"><li>• Müdigkeit, Schwäche, Leistungsminderung,</li><li>• Haarausfall</li><li>• Frauen: Zyklusstörungen, Infertilität; Männer: Impotenz</li><li>• Wärmeintoleranz</li><li>• Gesteigerter Grundumsatz mit Gewichtabnahme</li><li>• Herzrasen (Tachykardie)</li><li>• Schwitzen, Myxödem bei Morbus Basedow</li><li>• Hervortreten der Augen (Exophthalmus) bei Morbus Basedow</li><li>• Nervosität, innere Unruhe, Ängstlichkeit, Schlafstörung, Tremor</li><li>• Heißhungerattacken (Jugendliche), Anorexie (ältere Patienten)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kälteintoleranz</li><li>• verminderter Grundumsatz mit Gewichtszunahme</li><li>• Verlangsamter Herzschlag (Bradykardie)</li><li>• trockene, blasse Haut, brüchige Nägel, Myxödem</li><li>• Lidödeme</li><li>• Apathie, Schläfrigkeit, Konzentrationsstörungen, depressives Syndrom,</li><li>• Appetitlosigkeit, Verstopfung (Obstipation)</li></ul>

# Jodmangelstruma

- Vergrößerung der Schilddrüse
- häufigste Ursache: länger bestehender alimentärer Jodmangel  
Folge: TSH vermittelte Hypertrophie und auch Hyperplasie

## Schweregrade:

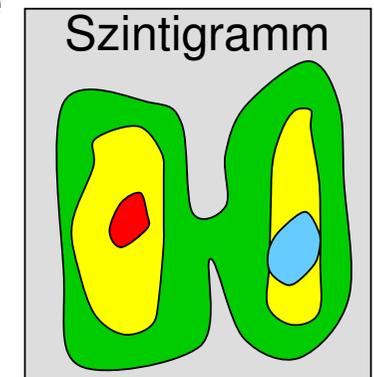
- kleine Struma und normale Hormonbildung (Euthyreose) -> keine Symptome
- große Struma bei Euthyreose -> Druck-, Enge-, Kloßgefühl, Schluckbeschwerden, Räuspern, Luftnot, Atemgeräusche, Heiserkeit
- trotz Vergrößerung keine ausreichende Hormonbildung -> Hypothyreose
- **Struma diffusa:** diffuse Organvergrößerung
- **Struma nodosa:** heiße und kalte Knoten

heißer Knoten: autonome Zellen, die vermehrt Jod

aufnehmen -> Überfunktion (funktionelle Autonomie)

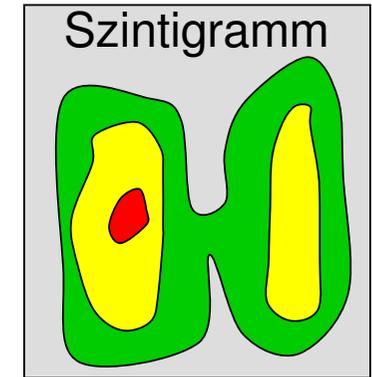
kalter Knoten: funktionsgemindertem Schilddrüsengewebe, das

weniger Jod aufnimmt (Zysten, regressive Veränderungen, Schilddrüsenkrebs)



## Hyperthyreose aufgrund einer Autonomie der Schilddrüse

- betroffen sind vor allem ältere Menschen, die lange einem Jodmangel ausgesetzt waren und autonome Knoten entwickelt haben
- TSH-Rezeptor aufgrund von somatischen Mutationen konstitutiv aktiv
- keine Rückkopplung mehr über hypophysäre Regulation
- autonome Knoten reagieren auf geringe Erhöhungen der Jodzufuhr mit einer Steigerung der Produktion der Schilddrüsenhormone -> Hyperthyreose



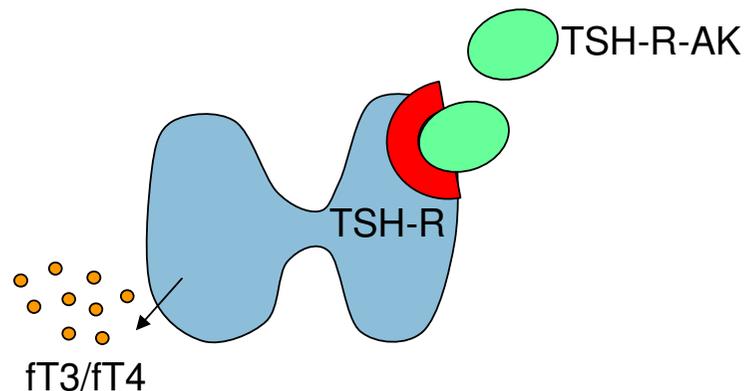
- dauerhafte Überschreitung des geltenden Höchstwertes von 500 µg Jod pro Tag könnte daher für Patienten mit einer Schilddrüsenautonomie problematisch sein
- Die gegenwärtige mittlere alimentäre Jodzufuhr (Lebensmittel + Jodsalz) bereitet Patienten, die aufgrund einer Autonomie behandelt werden, keine Probleme

## Wolff-Chaikoff-Effekt

- bei sehr hohen Joddosen (Röntgenkontrastmittel, Amiodaron)
- akute Blockade der Hormonsynthese aufgrund der sehr hohen Jod-Konzentration in der Schilddrüse
- **Wolff-Chaikoff-Effekt** wird nach 2-4 Wochen wieder aufgehoben (durch Reduktion des Jodtransportes) (**Escape-Phänomen**)
- bei pathologischen Schilddrüsen (funktionelle Autonomie, Morbus Basedow) kann es daher 2-4 Wochen nach dem Jodexzess zur jodinduzierten Hyperthyreose kommen (evt. thyreotoxische Krise)
- bei Feten, Neugeborenen und Kleinkindern funktioniert Escape-Phänomen noch nicht  
Folge: jodinduzierte Hypothyreose

## Morbus Basedow (engl. Graves' disease)

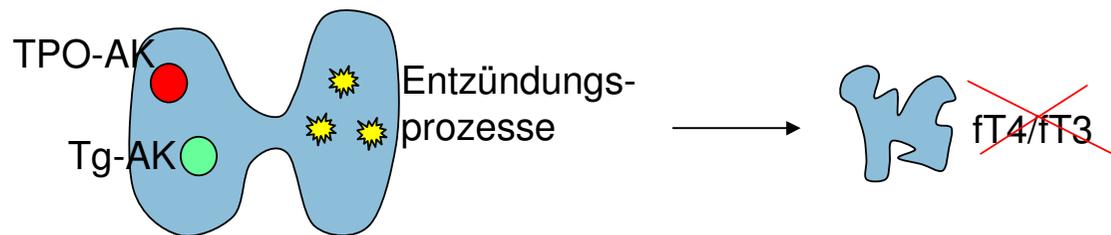
- genetisch bedingte Autoimmunerkrankung
- Krankheitsauslöser: psychosozialer Stress, Umweltfaktoren, Jodexzess, (Virus)infektionen
- tritt gehäuft bei Frauen auf
- unkontrollierte Stimulation von Autoantikörpern (TSH-R-AK) am TSH-Rezeptor (TSH-R)
- keine Rückkopplung mehr über hypophysäre Regulation
- vermehrte Produktion von fT3 und fT4 -> Hyperthyreose



- Die gegenwärtige mittlere alimentäre Jodzufuhr (Lebensmittel + Jodsalz) bereitet Patienten, die aufgrund einer Basedow-Erkrankung behandelt werden, keine Probleme

# Hashimoto-Thyreoiditis

- genetisch bedingte Autoimmunerkrankung
- Krankheitsauslöser: Infektionen, psychosozialer Stress, Jodexzess, Geburt
- Produktion von Autoantikörpern gegen Thyroxinperoxidase (TPO) und Thyreoglobulin (Tg)
- zytotoxische Autoimmunreaktion -> chronische Entzündung -> Hypothyreose



- TPO- und Tg-Antikörper werden oft Jahre vor der klinisch manifesten Erkrankung gefunden
- Nachweis der Autoantikörper führen nicht immer zum Organversagen mit Hypothyreose
- Die gegenwärtige mittlere alimentäre Jodzufuhr in Deutschland stellt für Patienten mit Hashimoto-Thyreoiditis kein Problem dar
- Ein Verzicht auf jodiertes Speisesalz ist nicht erforderlich
- Patienten mit aktiver Entzündung sollten auf Jodtabletten und besonders jodhaltige Speisen (Algen, japanische Speisen) verzichten

# Ursachen einer Hyperthyreose und Hypothyreose

- Hyper- und Hypothyreose sind Symptome, keine Krankheitsentitäten
- Ursächlich für diese Symptome sind Schilddrüsenerkrankungen

Ursachen	
Hyperthyreose	Hypothyreose
<ul style="list-style-type: none"><li>• Autonomie der Schilddrüse (Jodmangel)</li><li>• Autoimmunerkrankung (Morbus Basedow)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• verringerte Hormonsynthese (Jodmangel)</li><li>• Defekt der Schilddrüse (primäre)<ul style="list-style-type: none"><li>-&gt; Schilddrüsenentzündung (z.B. chronische Autoimmunthyreoiditis)</li><li>-&gt; Operation, Radiojodtherapie</li></ul></li><li>• Sekundäre und tertiäre Hypothyreose (keine Stimulation durch TSH oder TRH)</li></ul>

# Zusammenfassung

- die Verwendung von jodiertem Speisesalz, aber auch die Tierfutterjodierung leisten einen wesentlichen Beitrag zu einer bedarfsgerechten Jodzufuhr der deutschen Bevölkerung
- die Jodversorgung von Kindern liegt derzeit im unteren optimalen Bereich
- sowohl ein Jodmangel als auch ein Jodüberschuss kann Schilddrüsenerkrankungen hervorrufen
- wichtig sind daher ein regelmäßiges Monitoring der Jod-assozierten Erkrankungen und des Jodgehaltes in der Milch

# Danksagung

## **Bundesinstitut für Risikobewertung**

Birgit Niemann

Katharina Berg

Oliver Lindtner

Diana Rubin

Anke Weissenborn

Rainer Ziegenhagen

Klaus Richter

Anja Jacobs

Alfonso Lampen

## **Max-Rubner-Institut, Karlsruhe**

Thorsten Heuer

Bernd Hartmann

# **DANKE FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT**

Anke Ehlers

Bundesinstitut für Risikobewertung

Thielallee 88-92 • D-14195 Berlin

Tel. 0 30 - 184 12 - 0 • Fax 0 30 - 184 12 - 47 41

[bfr@bfr.bund.de](mailto:bfr@bfr.bund.de) • [www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de)