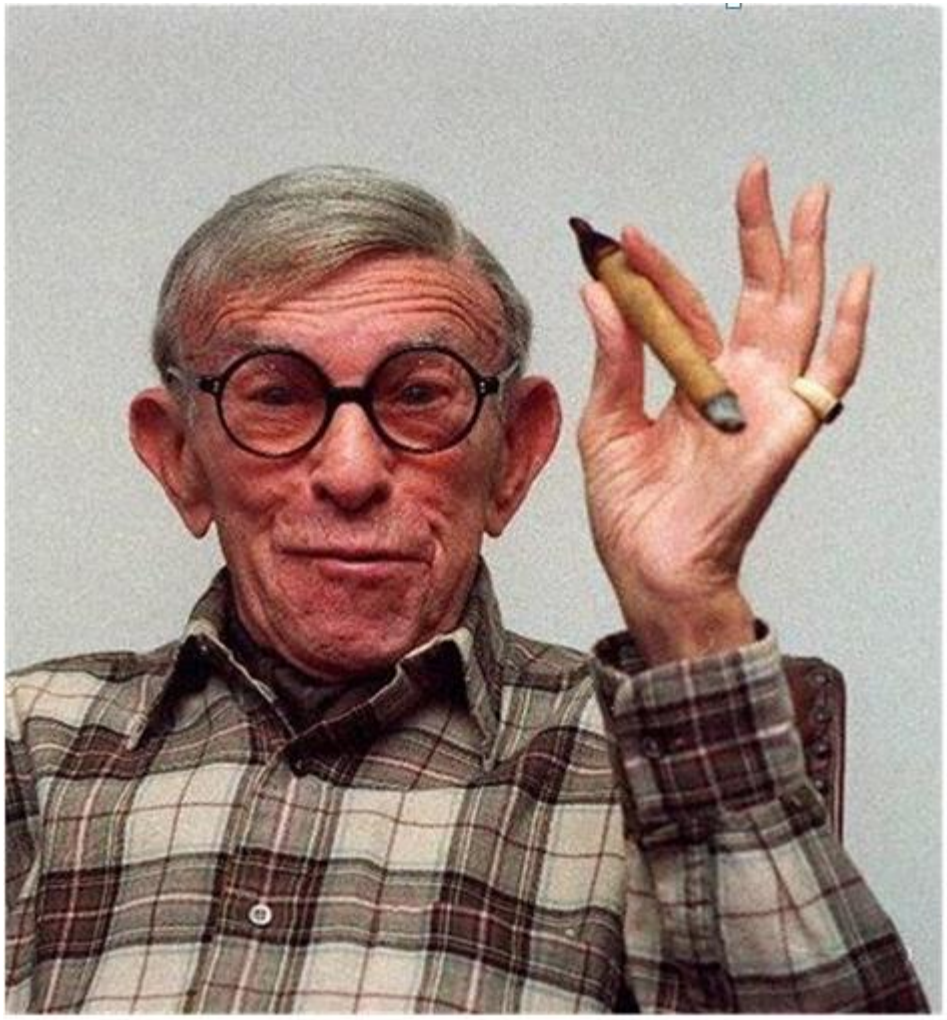
Auswirkungen von Alterungsprozessen auf die Organsysteme



http://d3trabu2dfbdfb.cloudfront.net/3/8/382657_o.jpeg

ZERCUR GERIATRIE

Prof. Ursula Müller-Werdan

2025

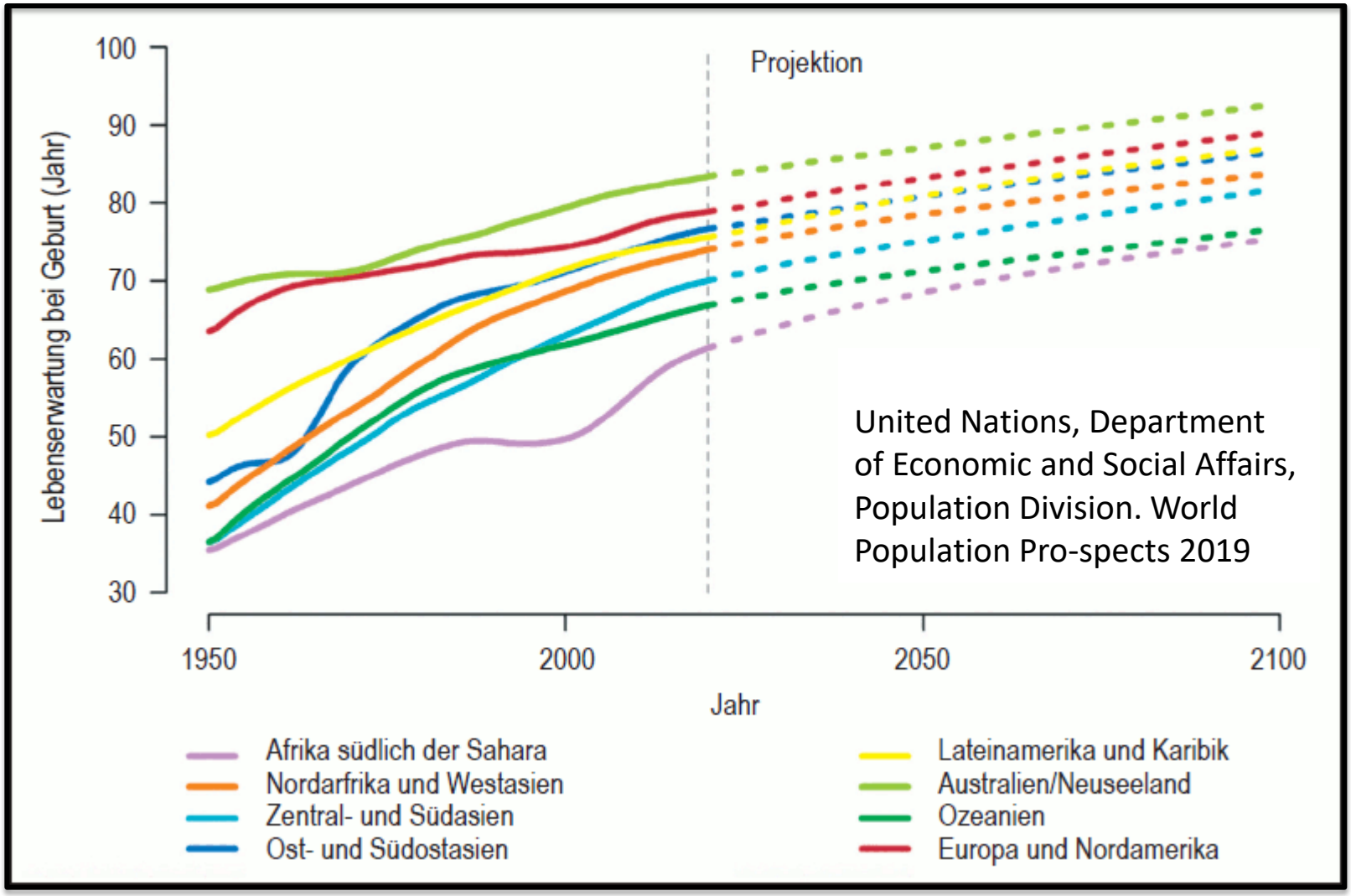
“How old is too old to be president?“

Kandidat/ Kandidatin	Bei Inauguration 2021:			
	Alter [y]	Lebenserwartung [y]	„Healthy Life Span“ [y]	4-Jahres-Überlebens-wahrscheinlichkeit [%]
Bernie Sanders	79,4	8,7	8,4	76,8
Joe Biden	78,2	9,3	9,0	79,2
Bill Weld	75,5	10,9	10,4	83,6
Donald Trump	74,7	11,4	10,9	84,8
Elizabeth Warren	71,6	15,4	14,4	91,8

Datenbasis: US Social Security Administration (SSA) und National Health Interview Survey (NHIS), “white, college-educated population“

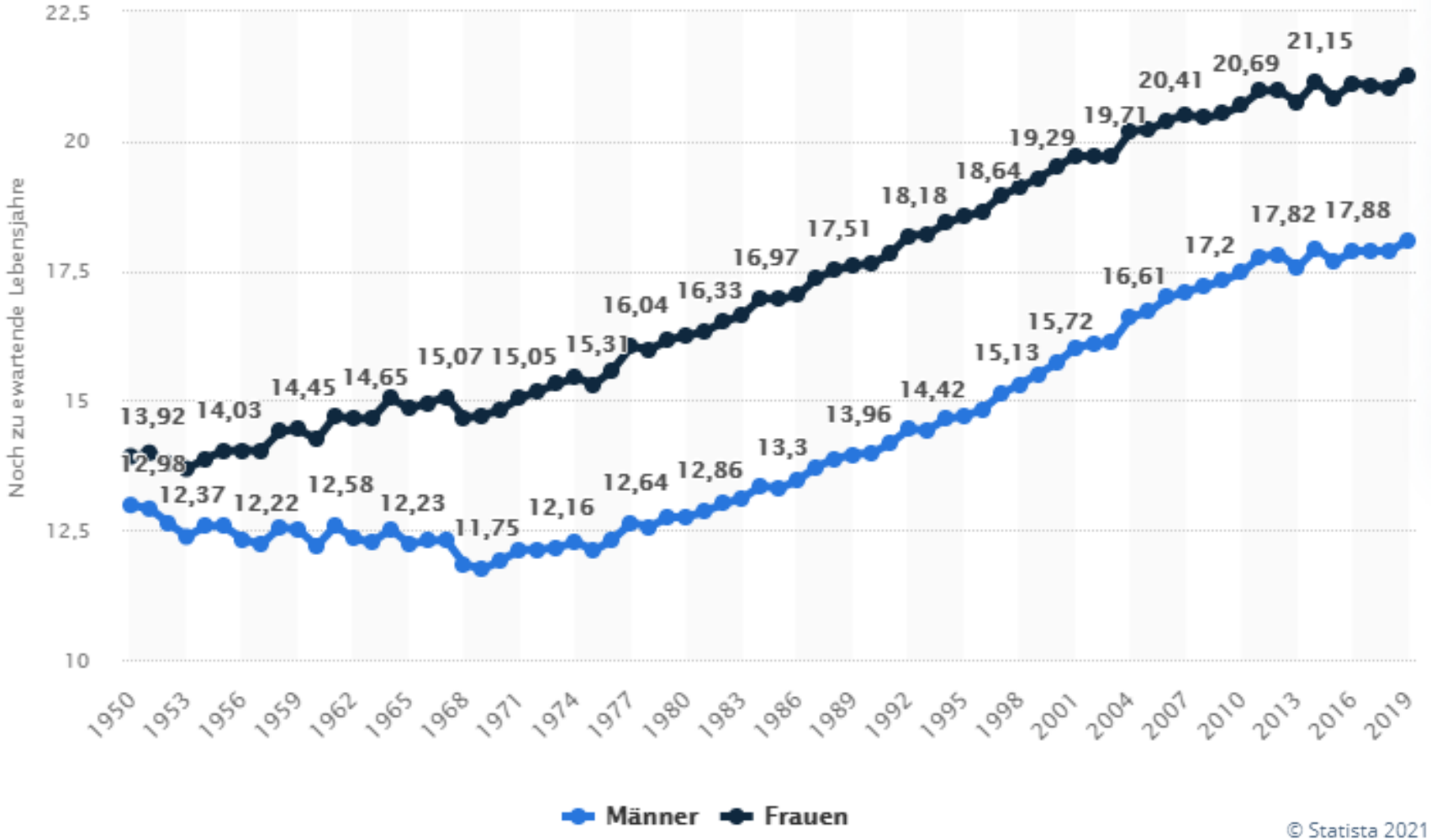
Voelker R. How Old Is Too Old to Be President? *JAMA.* 2019;322(13):1240–1241. doi:10.1001/jama.2019.14329

Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt 1950–2019 für beide Geschlechter sowie mittlere Projektion bis 2100 (UN)



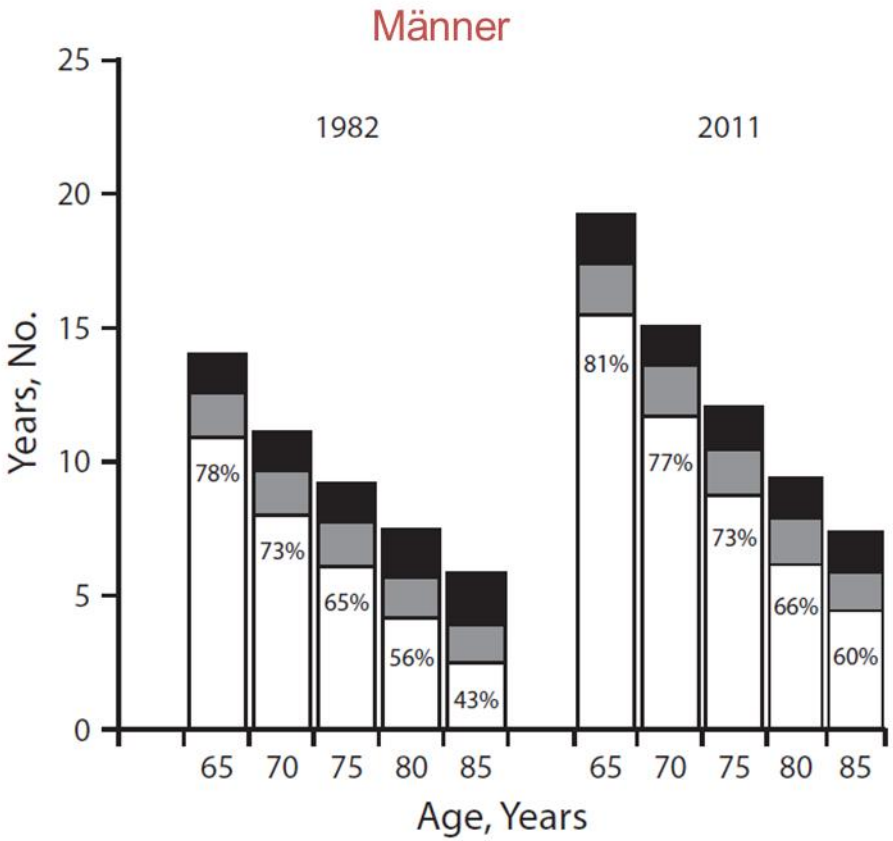
Seger W, Gaertner T: Dtsch Arztebl 2020; 117(44): A-2092 / B-1780

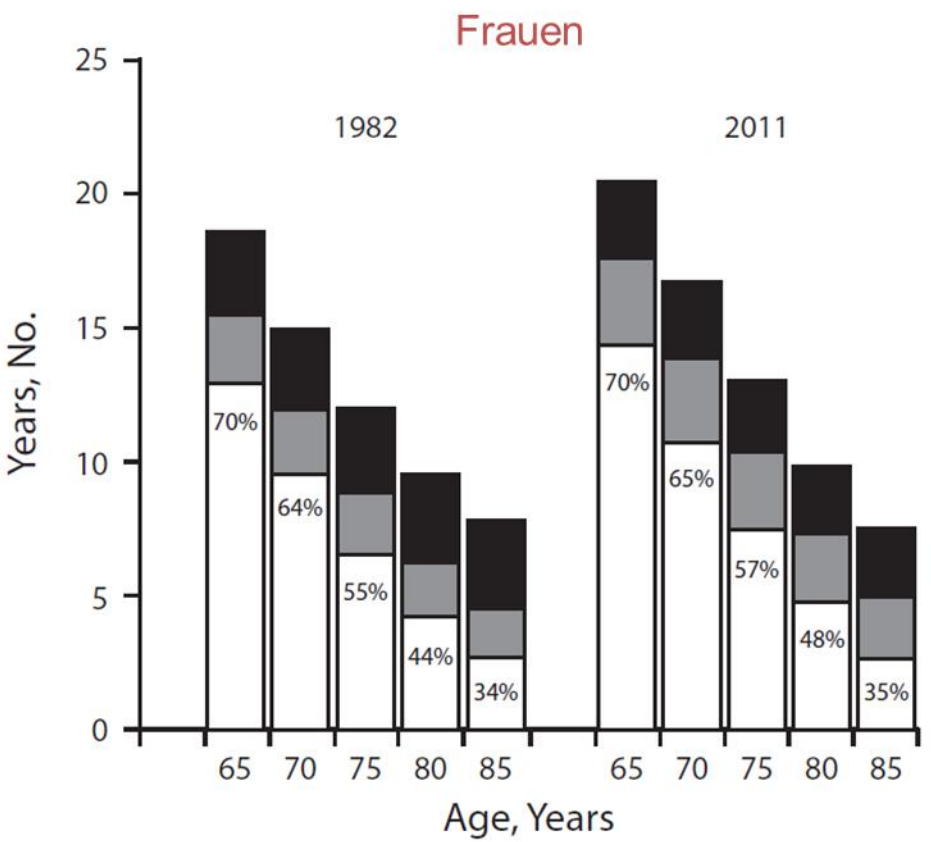
Entwicklung der ferneren Lebenserwartung von Menschen im Alter von 65 Jahren in Deutschland von 1950 bis 2019





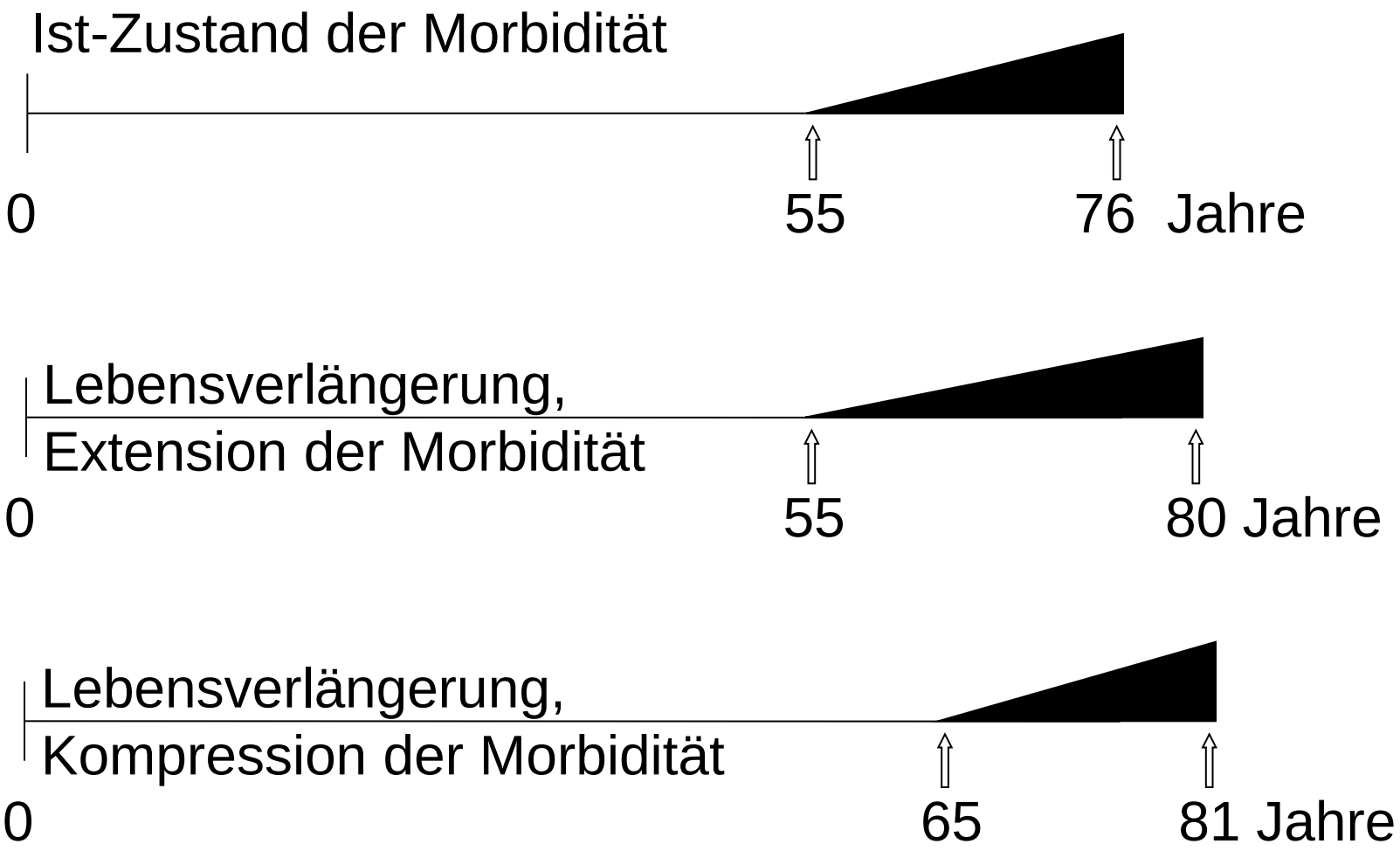
Prognose der Lebensjahre ohne Behinderung, USA 1982 / 2011





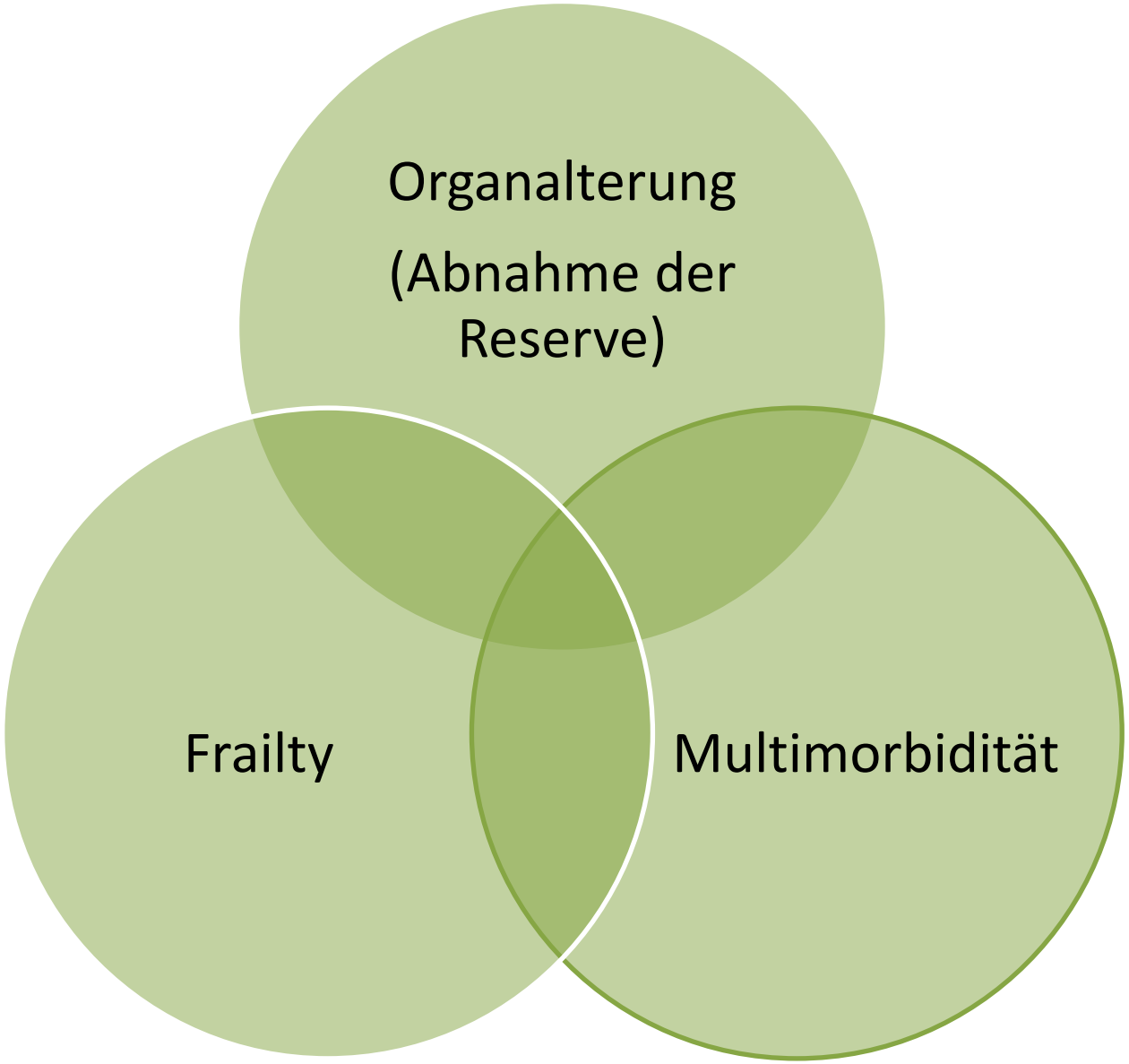
Freedman V et al (2016) Am J Public Health 106:1079–1085

Kompression oder Extension der Morbidität?



Fries J (2003) Ann Intern Med 139: 455 - 459
Fries J (1980) N Engl J Med 303: 130 - 139

Medizinische Probleme betagter Patienten



2. Heidelberger Hundertjährigen-Studie

112 Personen im Alter von 100 Jahren	
Eingeschränktes Sehen und/oder Hören:	94 %
Mobilitätseinschränkungen:	72 %
Herz-Kreislauf-Erkrankungen:	57 %
Probleme mit dem Harnsystem:	55 %
Häufige Schmerzen:	30 %

Jopp DS et al. (2016) Dtsch Arztebl Int 113:203-210

Alter – Altern - Alterskrankheiten

GEROSCIENCE:

Altern ist der Hauptrisikofaktor

für nicht-genetisch bedingte Erkrankungen

Hayden, EC (2007) A New Angle on "Old". Nature. 450 (7170): 603–605

Physiologische Veränderungen im Alter

- Veränderungen, die beim gesunden Menschen im Rahmen der natürlichen Lebensvorgänge auftreten.
- Sie haben ihre Grundlage in Veränderungen in den einzelnen Zellen des Körpers.

Ist Alter/ Altern eine Krankheit ?

- Aristoteles „ eine natürliche Krankheit“
- Seneca „ eine unheilbare Krankheit“
- Sollte Altern behandelt werden?

https://de.wikipedia.org/wiki/Altern
Sinzbach AJ (1981) Altern als Folge der Polypathie am Beispiel des menschlichen Herzens. In: Neue Beiträge zur theoretischen Pathologie der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Seiten 19 -30; Springer Verlag, Heidelberg
DOI: 10.1007/978-3-642-68004-5_2 • Corpus ID: 169629897

Das höchste Lebensalter

das aktenkundig von einem Menschen erreicht wurde:

122 Jahre und 164 Tage

Jeanne Louise Calment
* 21.02.1875
† 04.08.1997



http://www.supercentenarian.com/records.html

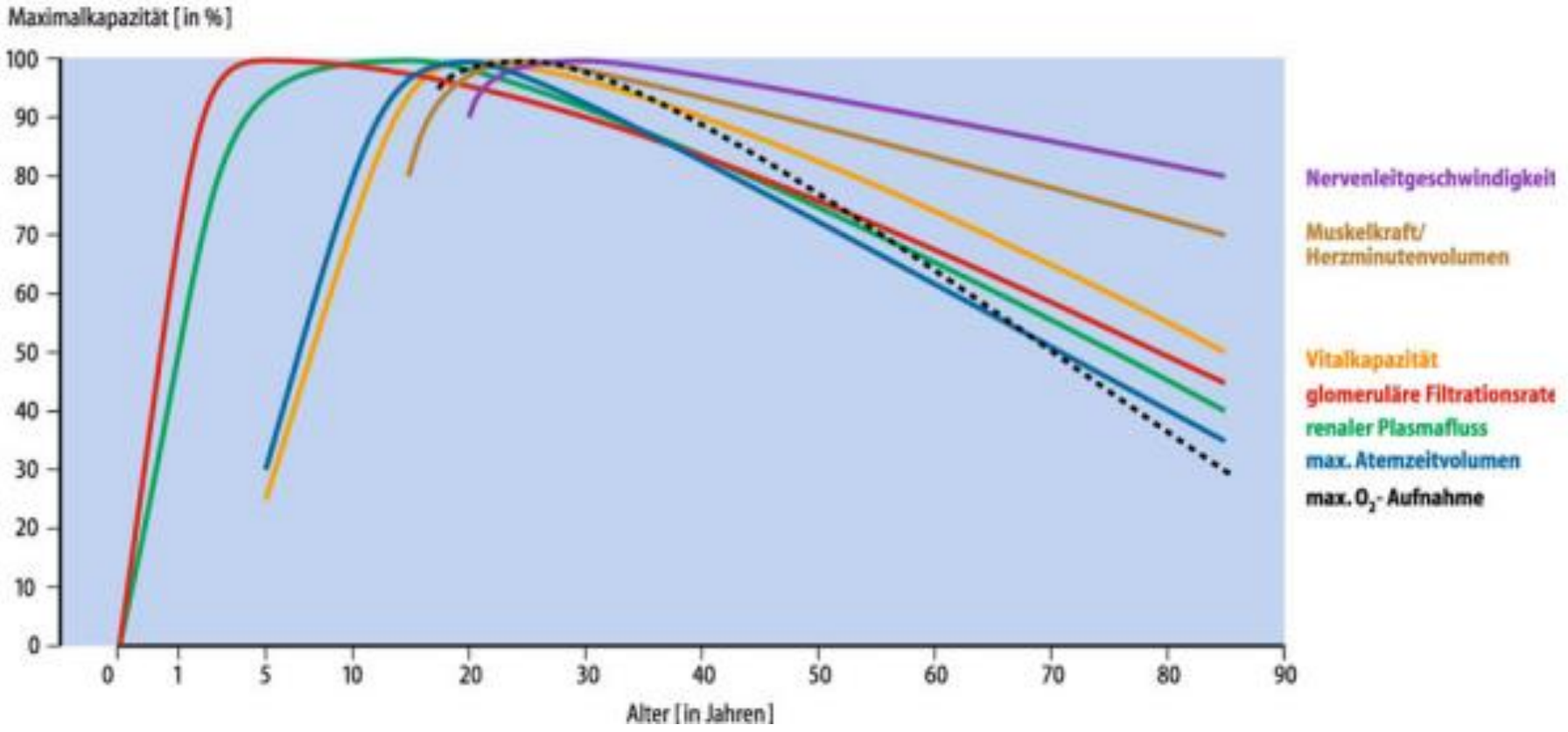
Körperliche Veränderungen im Alter - I

- Veränderungen des äußeren Erscheinungsbildes
- Altershaut
- Veränderungen der Körperzusammmensetzung
- Abnahme von Muskulatur und Knochendichte
- hirnorganische Veränderungen
- verminderte Leistung der Sinnesorgane (Augen, Ohren)

Körperliche Veränderungen im Alter - II

- eingeschränkte Herz-Kreislauf-Tätigkeit
- nachlassende Funktionstüchtigkeit der Verdauungsorgane
- Abnahme des Geschmacks- und Geruchsvermögens
- nachlassende Nierenfunktion
- hormonelle Veränderungen
- Schwächung des Immunsystems

Altersabhängigkeit von Körperfunktionen



Thomas von Zglinicki, Kapitel 41 in:Robert F. Schmidt (Hrsg.), Florian Lang (Hrsg.) Manfred Heckmann (Hrsg.) Physiologie des Menschen. 31., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Springer Medizin Verlag Heidelberg

”Hope I Die Before I Get Old”: Gitarrist Pete Townshend jetzt Ü70



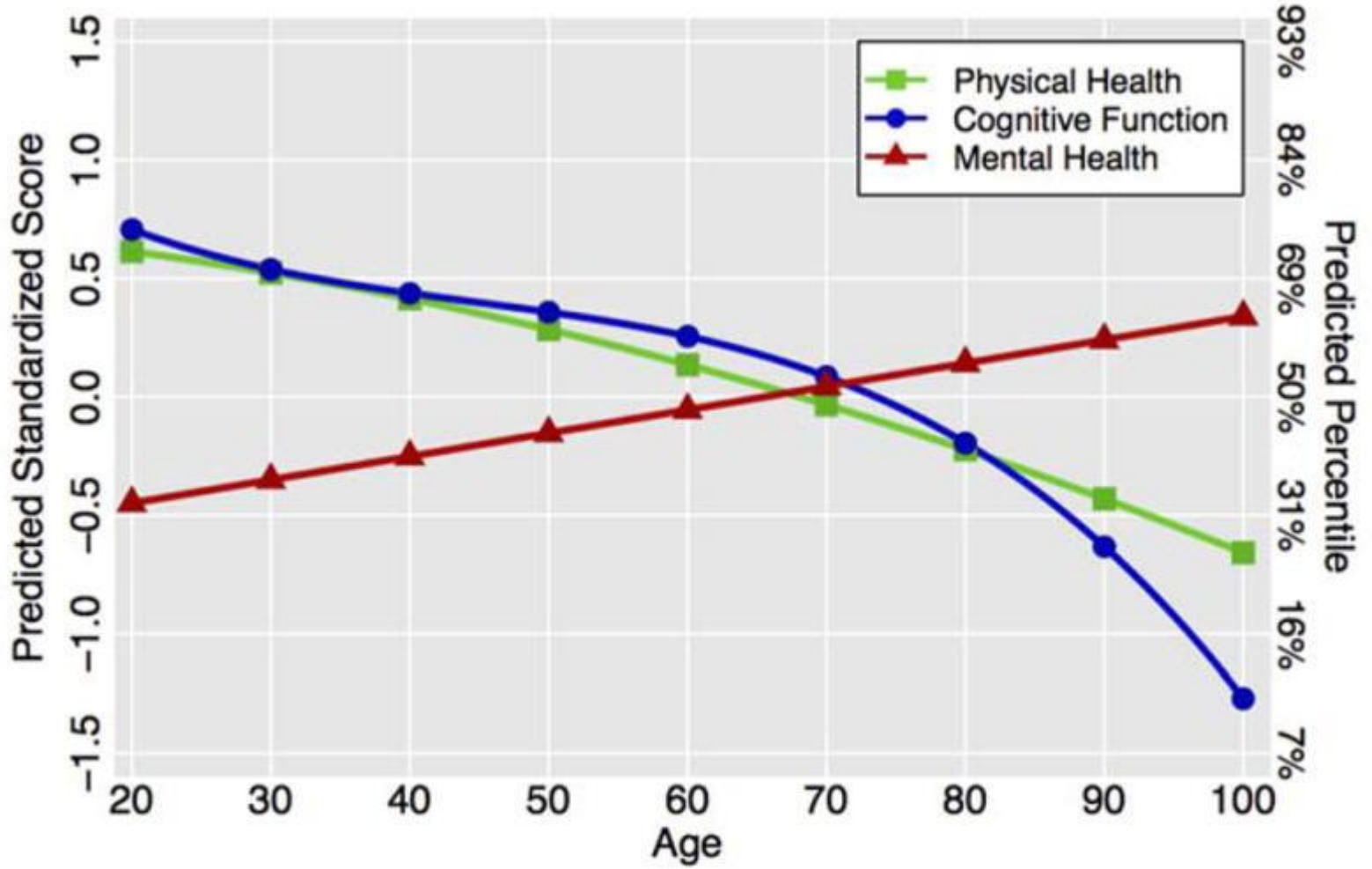
Pete Townshend (1972)



Pete Townshend (2012)

https://de.wikipedia.org/wiki/Pete_Townshend

Paradoxer Trend – Verbesserung der mentalen Gesundheit im Verlauf der Alterung:
Studie mit 1546 Personen im Alter von 21-100 Jahren



Predicted Values of Each Health Domain by Age

Thomas ML et al. J Clin Psychiatry 2016; 77(8):e1019-25. doi: 10.4088/JCP.16m10671

Veränderungen der Haut im Alter

- Abnahme des Unterhautfettgewebes
- **Rauhigkeit** durch Nachlassen der Talgproduktion
- **Trockenheit** durch Abnahme der Anzahl und Funktion der Schweiß- und Talgdrüsen
- **Schlaffheit** durch Verlust elastischer Fasern
- Abnahme der Stabilität durch geringere Anzahl und nachlassende Verflechtung der Bindegewebsfasern
- **reduzierte Durchblutung:** schlechtere Versorgung mit Nährstoffen; Blässe
- **Pigmentstörungen** (äußere Hautalterung, Sonnenstrahlung)

Altershaut – klinische Bedeutung

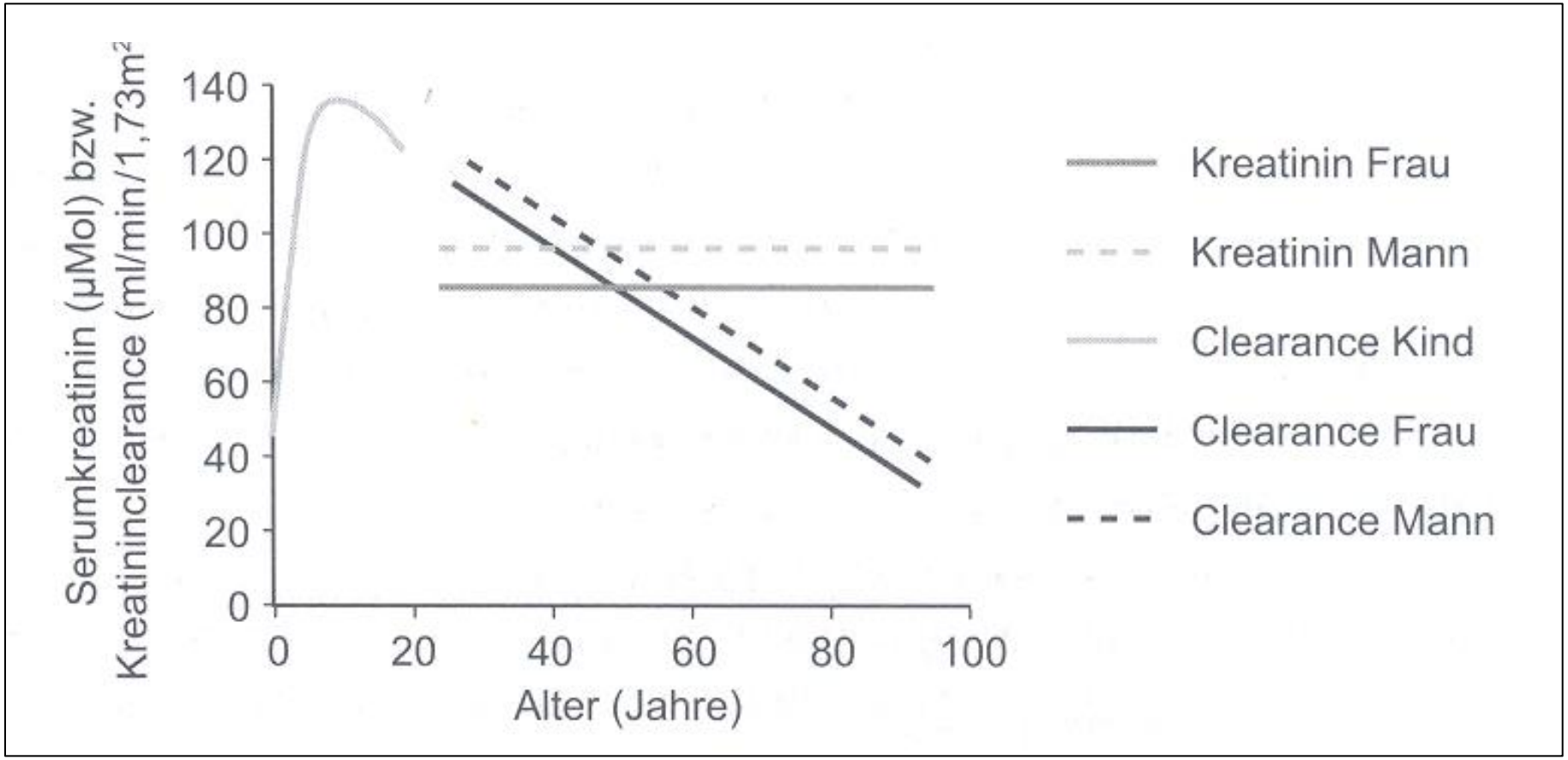
- reduzierte Thermoregulation
- Exsikkose
- Infektanfälligkeit
- verlangsamte Heilung nach Verletzungen
- chronische Wunden
- Dekubitusgefahr

Veränderung der Körperzusammensetzung im Alter

fettfreie Körpermasse ↓	Muskelmasse ↓
	innere Organe ↓
	Körperwasser ↓
	Knochenmasse ↓
Körperfett ↑	
	Umverteilung: intraabdominelles Fett (IAF) ↑

Volkert D. Körperzusammensetzung im Alter … Aktuel Ernaehr Med 2004; 29: 69 – 77

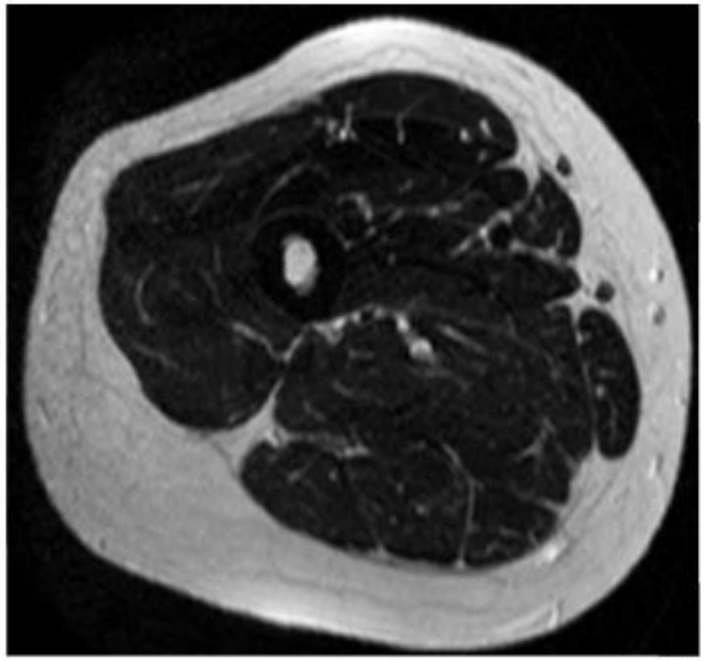
Serum-Kreatinin und Kreatinin-Clearance in verschiedenen Lebensphasen



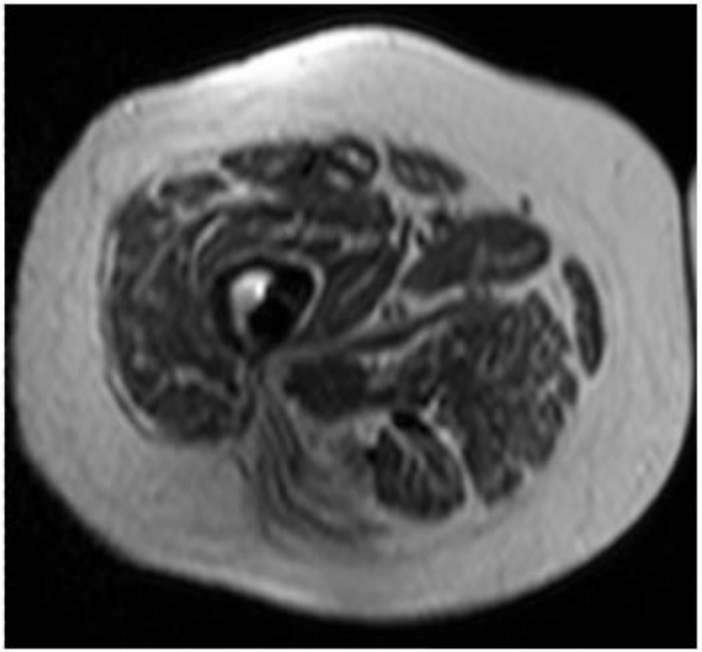
Wehling, Burkhardt: Arzneitherapie für Ältere. Springer 2010

Altersbedingter Abbau der Muskulatur

CT-Bilder der Oberschenkelmuskulatur:



Junge Patientin (26 Jahre)



Ältere Patientin (85 Jahre)

http://www.iflebenskunde.de/wp-content/uploads/2015/09/Sarcophenie.gif

Sarkopenie

ICD-10-GM-Code M62.50 (seit 2016)



Foto von: http://www.geronto.at/2018/12/13/2458/

“Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis“ (2010 / aktualisiert 2019)

Cruz-Jentoft AJ et al; Age Ageing (2019) 48:16-31

Cruz-Jentoft AJ et al; Age Ageing (2010) 43:674-678

Definition und Diagnose:

Fortschreitender und generalisierter Verlust von

- Muskelmasse (“low muscle mass“) – BIA, DXA
- Muskelkraft (“muscle strength“) - Handkraft
- Verminderung der körperlichen Leistungsfähigkeit (“performance“)

Graduierung:

	Muskelmasse		**Muskelkraft**		**Leistung**
Präsarkopenie	□				
Sarkopenie	□	und	□	oder	□
Schwere Sarkopenie	□	und	□	und	□

432DE15PR00104-01

Veränderungen Energiebedarf

Abnahme der Muskelmasse

Grundumsatz ↓

geringere körperliche Aktivität

Leistungsumsatz ↓

Energiebedarf ↓

Veränderungen Gehirn im Alter - I

- Gehirnatrophie
- Abnahme der Dendriten
- Abnahme der Vernetzung der Nervenzellen
- Abnahme von Neurotransmittern
- Abnahme der Myelinschicht
- Durchblutungsstörungen bei Arteriosklerose

Veränderungen Gehirn im Alter - II

- nachlassende Aufnahme- und Verarbeitungsgeschwindigkeit
- nachlassende Reaktionsgeschwindigkeit
- verlangsamte Reflexe
- abnehmende Informationsverarbeitungskapazität
- eingeschränkte Aufmerksamkeit
- Störungen in der Koordination
- längere Lernzeiten

Veränderungen Sehen im Alter

- Verminderung der Sehschärfe
- schlechtere Kontrastwahrnehmung
- schlechtere Farbwahrnehmung
- höhere Blendempfindlichkeit
- verzögerte Scharfeinstellung
- verzögerte Hell-Dunkel-Adaptation
- Gesichtsfeldeinschränkung
- Altersweitsichtigkeit

Die Linse wird in ihrem Zentrum dichter, die Linsensubstanz zunehmend härter und unelastischer. Zudem wird die Linse etwas gelblich.

Veränderungen Sehen im Alter

Relevante Erkrankungen :

- Presbyopie (Altersweitsichtigkeit)
- Katarakt (grauer Star)
- Glaukom (grüner Star)
- Altersabhängige Makuladegeneration
- Diabetische Retinopathie
- Netzhautablösung
- Amaurosis fugax

Altersschwerhörigkeit - I

Peripherer Hörverlust
Innenohrhörverlust durch Verlust von Haarsinneszellen

Zentraler Hörverlust
= Verlust der komplexen Verarbeitungsstrategien in höheren Zentren der Hörbahn durch z.B. Verlust an Synapsen

Veränderungen der Lunge im Alter

Strukturelle Veränderungen

- Vergrößerung der Alveolen und Rückbildung der Trennwände zw. den einzelnen Alveolen, damit auch Abnahme der Alveolen
- Verminderung der Alveolaroberfläche, damit geringere Fläche für Sauerstoffaustausch zw. Lungen und Blut
- Verlust elastischer Fasern, damit eingeschränkte Ausdehnungsfähigkeit der Lunge
- Abnahme der Anzahl der Lungenkapillaren, damit geringere Perfusion; geringere Austauschfläche (Ventilations-Perfusionsstörungen)

Funktionelle Veränderungen

- erhöhtes Residualvolumen, erhöhte funktionelle Residualkapazität
- verminderte Vitalkapazität; verminderte Compliance
- verminderte FVC und FEV1

Charakteristika des kardialen Alterungsprozesses

- Strukturell -

Myokard	im Alter
♦ Zahl der Muskelzellen	⇓
♦ Dicke der Muskelzellen, Amyloid, Lipofuszin	⇑
♦ Herzgewicht, Muskelmasse, Wanddicken	⇑
♦ Kollageneinlagerung, Fibrose	⇑
♦ Größe der Herzhöhlen (LA, LV)	⇑
♦ Remodeling im Sinusknoten	⇑

Nakou ES et al (2016) Int J Cardiol 209:167-175; Schwartz JB, Zipes D - In: Braunwald‘s Heart Disease 9th edition 2008; Peters, Colin H et al. (2020) Annu Rev Physiology 82: 21-43

Charakteristika des kardialen Alterungsprozesses

- Funktionell -

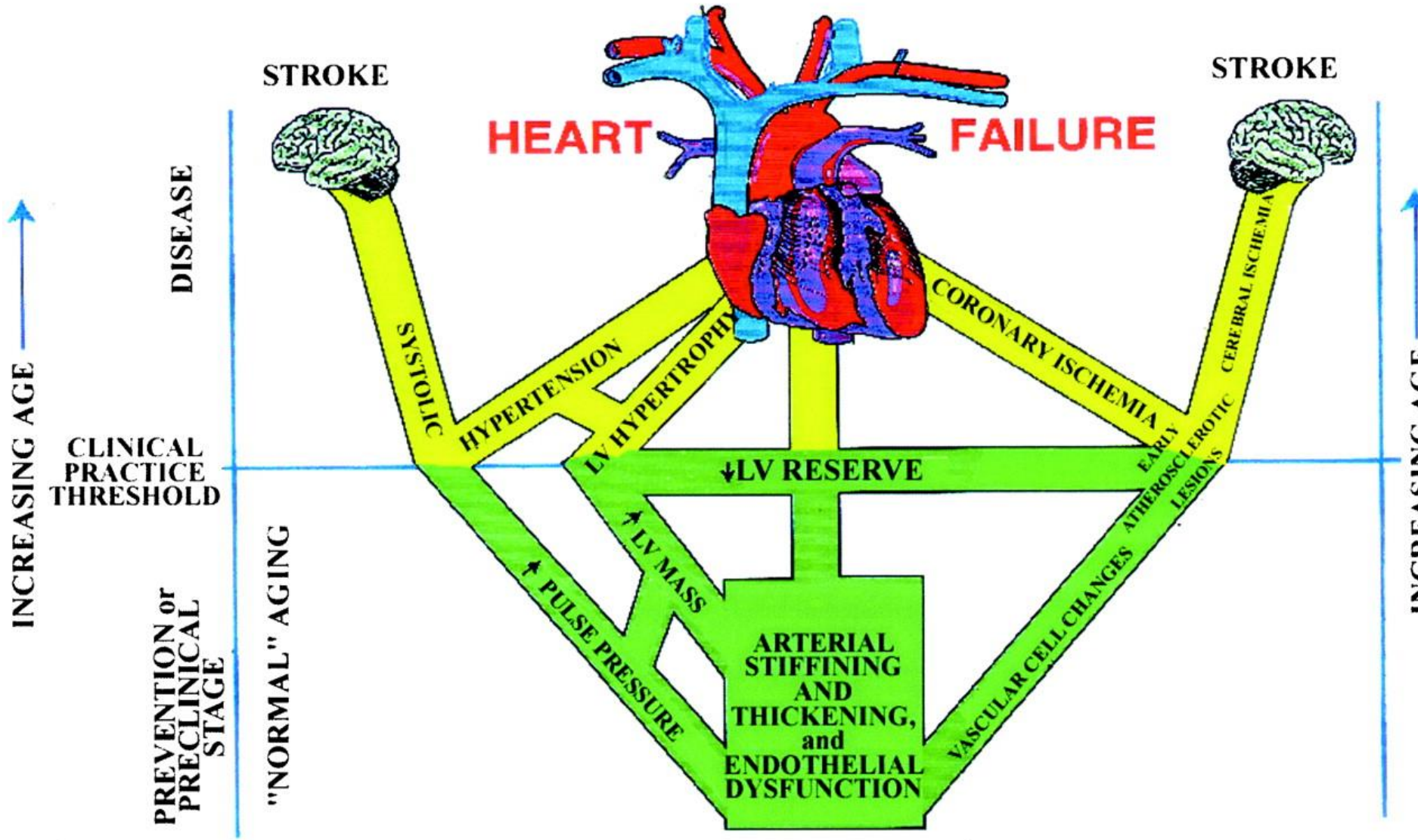
	im Alter
♦ Systolische Ruhe-Herzfunktion	⇔
♦ Herzleistung unter Belastung	⇓
♦ Linksventrikuläre Relaxation*	⇓
♦ BNP**	⇑
♦ Herzfrequenzvariabilität	⇓

*Carrick-Ranson G et al (2012) Am J Physiol Heart Circ Physiol 303:H315-H322

**Yoshida Y et al (2019) J Am Coll Cardiol 74:1789-1800

Müller-Werdan U (2007) Z Gerontol Geriatr; 40: 1-4

AGING: THE MAJOR RISK FACTOR FOR CARDIOVASCULAR MORBIDITY AND MORTALITY



Edward G. Lakatta, and Daniel Levy Circulation. 2003;107:346-354

Veränderungen Sättigung und Kauapparat

- Änderung von Hunger- und Sättigungsregulation (Früherer Eintritt von Sättigung durch erhöhte Aktivität von Sättigungshormonen)

Möglicher Therapieansatz: Lebensmittel mit höherer Nährstoffdichte

- Abnahme der Kaufähigkeit, insbesondere bei Prothesenträgern
  - schlechtere Nahrungszerkleinerung
  - Einbußen des Mundgefühls und des Geschmacks
- Rückbildungsprozesse am Zahnapparat
  - Parodontitis, Zahnverlust

Geschmack im Alter –
„Früher hat alles besser geschmeckt“

„Geschmack“
Zusammenspiel von Geschmacks- und Geruchssinn gemeinsam mit Tast- und Temperaturempfindungen aus der Mundhöhle

Im Alter:
Schwellenwerte für die vier Geschmacksqualitäten verschieben sich.

Folge:
Viele Speisen werden als gleich und normal gewürzte Gerichte als fade schmeckend empfunden.

Speichelproduktion im Alter

ausreichende Speichelbildung ist für den Kauprozess, die Freisetzung von Geruchs- und Geschmacksstoffen und den Schluckvorgang erforderlich

Ursachen für mangelnde Speichelbildung/ Mundtrockenheit
-Medikamente
-zu geringe Flüssigkeitszufuhr
-permanentes Prothesentragen
-andere, z.B. Sicca-Syndrom,Diabetes, Radiatio…

Folgen
-Appetitverlust
-Schwierigkeiten beim Schlucken
-erhöhte Kariesgefahr
-eingeschränkte Nahrungsauswahl

Veränderungen am Gastrointestinaltrakt im Alter

Strukturelle Veränderungen

- Atrophie der Magen- und Darmschleimhaut
- Größenabnahme von Leber und Pankreas
- Veränderungen der Darmflora
- Hypertrophie der Muscularis mucosae, Atrophie der Muscularis propria

Funktionelle Veränderungen

- verlangsamte Magendehnung mit schneller Magenfüllung und veränderte Magenmotilität mit verzögerter Magenentleerung
- Abnahme von Magensäure, Intrinsicfaktor- und Pepsinsekretion
- reduzierte Absorption von Eisen und Calcium
- Abnahme der Albuminsynthese/ -konzentration
- verminderte hepatobiliäre Elimination von Medikamenten

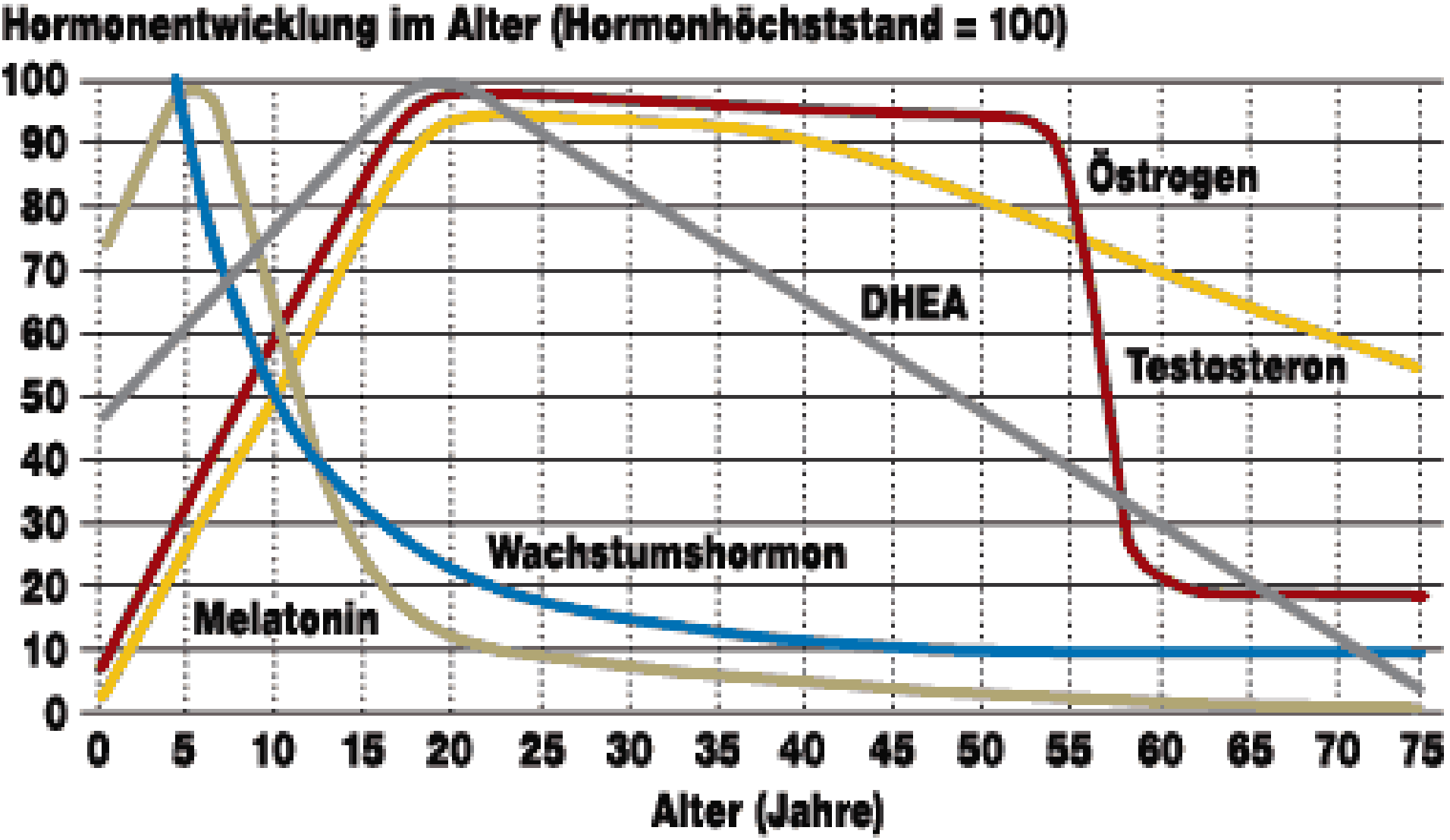
Immunseneszenz

- Vermehrte Neigung zu Infektionen
- Schlechtere Wirkung von Impfungen
- Thymusrückbildung, Reduktion von Knochenmark, Schrumpfung von Milz und Lymphknoten

Veränderungen Immunsystem im Alter

- Rückbildung von Thymus, Knochenmark und Lymphgewebe
- zunehmender Ersatz des Knochenmarks durch Fettgewebe
- Abnahme der Produktion der roten und weißen Blutkörperchen, v.a. der T-Lymphozyten

- **Abnahme der hämatopoetischen Reservekapazität**
- **Abnahme der zellulären Immunantwort**



Aus: Kleine-Gunk; Deutsches Ärzteblatt 2007; 104:A2054-A2060

Organalterung

Altersphysiologische Veränderungen machen sich durch die **verminderte Organreserve** besonders bei Belastungen bemerkbar.

Thomas von Zglinicki
In: Schmidt/ Lang/ Heckmann, Physiologie des Menschen, 31. Auflage

Organalterung

Organ	Altersphysiologische Veränderungen
ZNS	Hirnmasse ↓, zerebrale Perfusion und metabolische Rate ↓, kognitive Prozesse ↓, Dopamin-/Serotoninlevel ↓, Permeabilität der Bluthirnschranke ↑
Gastro-intestinal-trakt	intestinale Perfusion ↓, Magen-/Darmmotilität ↓ (Gastroparese), Geschmacks- und Geruchssinn ↓, Sättigungsempfinden ↑ (Verringerung der adaptiven Relaxationsfähigkeit des Magens), Appetit ↓, Enzym-/Bikarbonatsekretion ↓, Durstempfinden ↓ (Volumenstatus), Lebervolumen/-perfusion/-metabolismus ↓
Kardio-vaskuläres System	Systemischer Widerstand ↑ (arterial stiffness, arterieller Hypertonie, endotheliale Dysfunktion [vascular aging], Sympathikotonus ↑), diastolische Dysfunktion ↑, ß-Rezeptoransprechbarkeit ↓
Pulmonales System	Compliance ↓ (Lungenparenchym, Thoraxwand), Gasaustausch ↓, Hustenreflex ↓, Vitalkapazität ↓, Ventilations-Perfusions Mismatch ↑, pharyngealer Muskeltonus ↓
Renal	Glomeruläre Filtrationsrate ↓, Fähigkeit der Urinkonzentration ↓
Endokrinium	Hormonsekretion ↓, Glukosemetabolismus ↓
Immun-system	Alterung des Immunsystems (Immunseneszenz) mit Immunität ↓ (Infektanfälligkeit ↑, „altersmäßige“ CRP-Erhöhung)

Müller-Werdan U, Michels G, Heppner HJ (2018) Med Klinik Intensivmed (in Anlehnung an: Lapin und Böhmer, *Z Gerontol Geriat*, 32:41-46, 1999; Marik, *Crit Care Med*, 34[Suppl.]:S176–S182, 2006; Alvis et al., *Anesthesiol Clin*; 33(3): 447-456, 2015)

Fazit

- Der Alterungsprozess verläuft nicht einheitlich.
- Die physiologischen Veränderungen im Alter sind vielfältig.
- Die Veränderungen erfolgen nicht an allen Organen gleichmäßig.
- Muskelsystem und Knochengerüst sind stärker betroffen als das Hormonsystem.

Es gibt weder den typischen Alten noch einen typischen Altersverlauf !



BILD Leipzig, 03.04.2012 // Turn-Oma Johanna Quaas