SEEGARTEN KLINIK

Mit Blick aufs Ganze.

OSTEOPOROSE

Mythen und Fakten

Dr. med. John van Limburg Stirum

Ursachen für Frakturen

- Risiken eingehen
- Verlust an Mobilität
- Verlust von Gleichgewicht
- Visus-verschlechterung
- Reaktionsrückgang
- Sarkopenie
- Osteoporose



STUDIEN

ERFAHRUNG

Quantität

Qualität

Wissen

Verstehen

Definition Osteoporose



WISSENSCHAFT
T-Score < - 2.5

LOGIK
Fraktur ohne
adäquate Gewalteinwirkung

“Das Sklettsystem unterliegt wie kaum ein anderes Gewebe einem ständigen Auf- und Abbau.”

Kornak, Uwe; Delling, Günter; Mundlos, Stefan
Molekulare Mechanismen der Regulation der Knochendichte durch Osteoklasten
Deutsches Ärzteblatt 100, Ausgabe 19 vom 09.05.2003
Seite A-1258 MEDIZIN

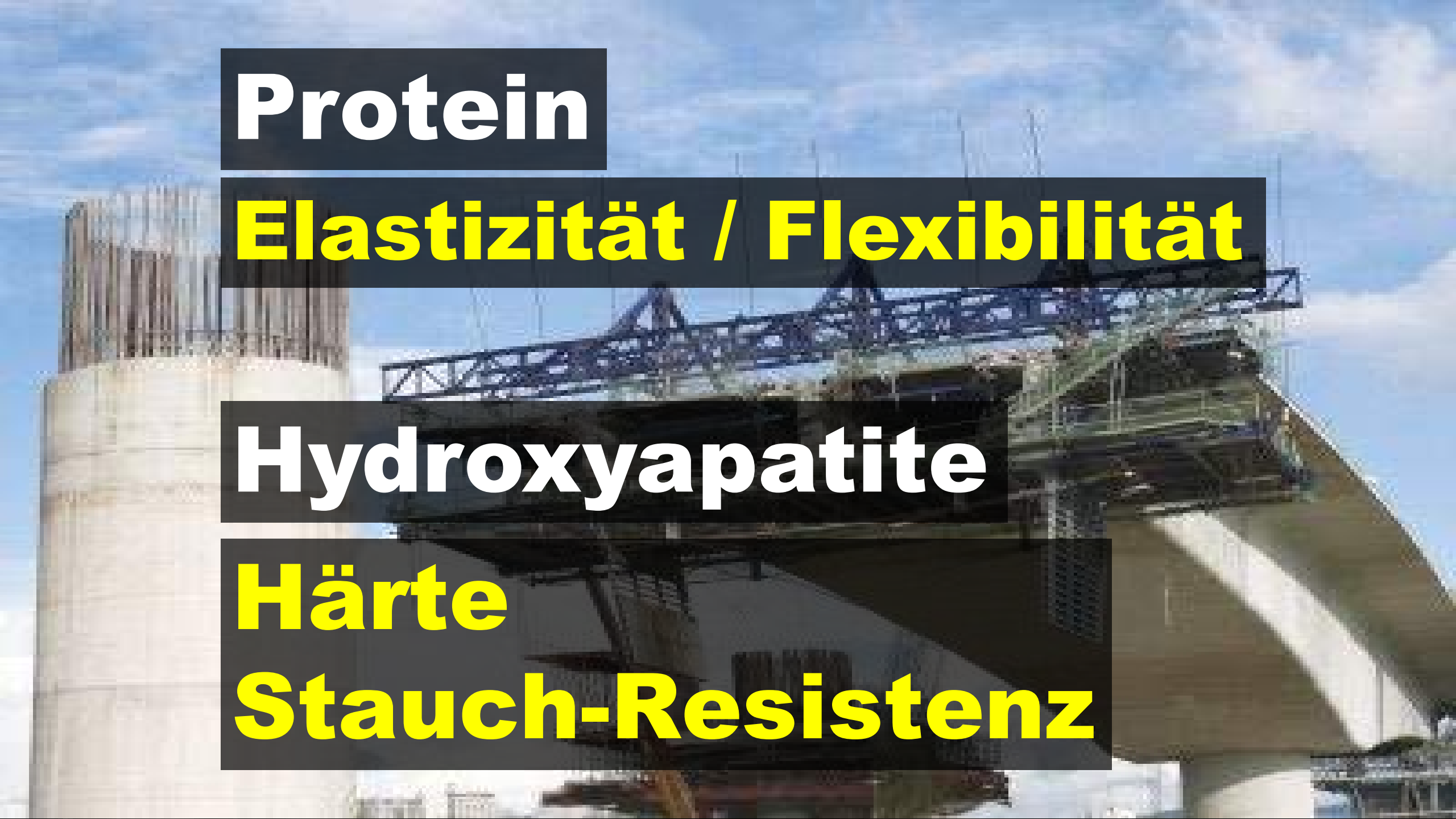
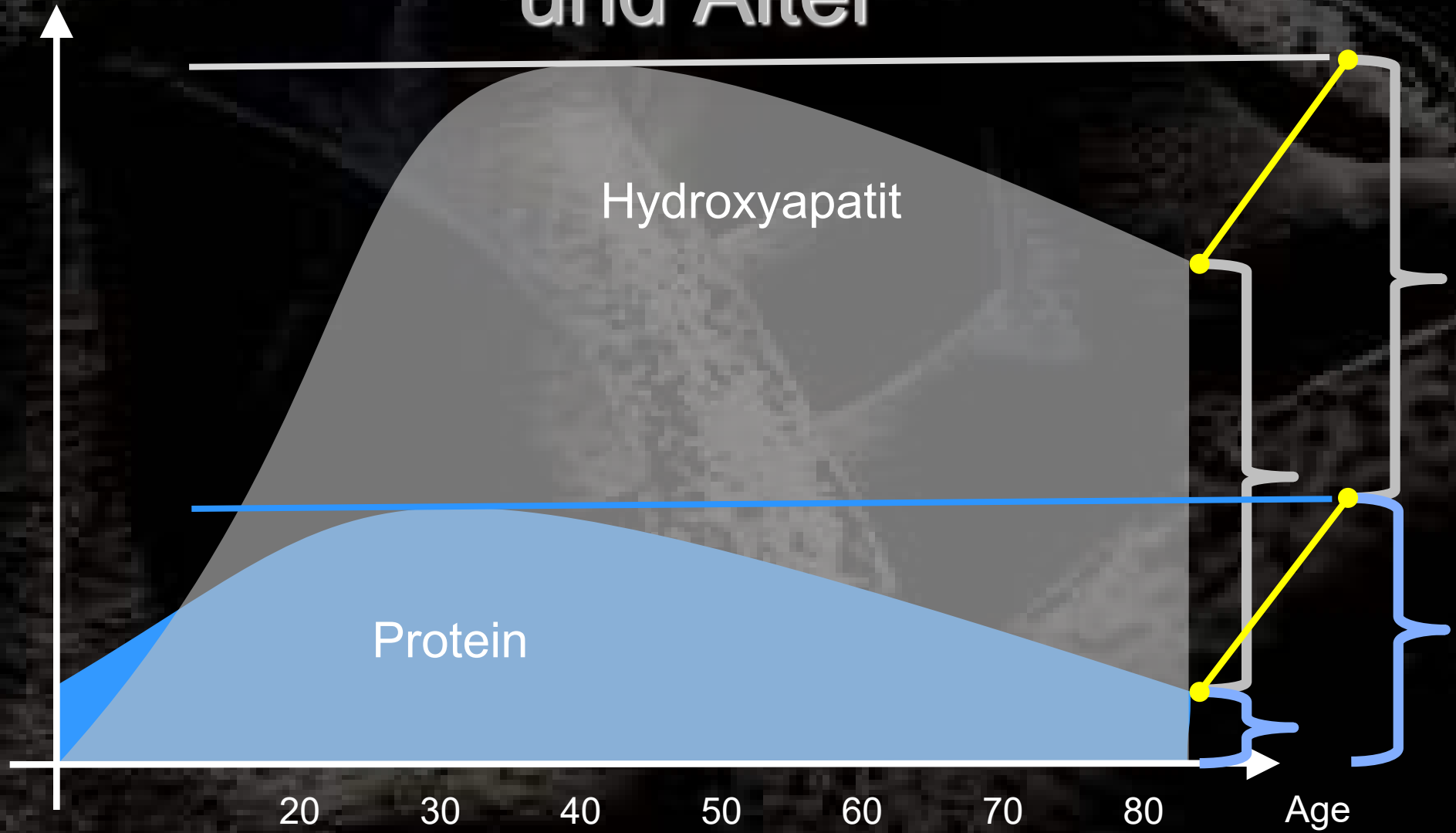

Protein
Elastizität / Flexibilität
Hydroxyapatite
Härte
Stauch-Resistenz



Abb. 124. *Veränderungen des Knochens im Laufe des Lebens.* Struktur und Zusammensetzung der Knochen machen im Laufe des Lebens ständig Veränderungen durch, welche bei einer Therapie zu berücksichtigen ist. Während im Knochen des Kindes der Anteil der organischen Substanz (Kollagen) noch verhältnismäßig groß ist, der Knochen also hoch elastisch ist, nimmt im Alter der anorganische Anteil (Kalziumsalze) ständig zu, die Knochen werden starrer und brüchiger. Gleichzeitig setzt im Alter eine mehr oder weniger physiologische Reduktion der Knochensubstanz ein, die *Altersatrophie* oder *-osteoporose,* wodurch die mechanische Festigkeit der Knochen erheblich abnimmt.

Im Alter nimmt der anorganische Anteil (Kalziumsalze) ständig zu, die Knochen werden starrer und brüchiger.

Knochen-Zusammensetzung und Alter



Alfred Debrunner, Textbook of Orthopedics


Mehr Kalk
Bedeutet nicht
mehr Knochen!



National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases

"The mineral makes bone hard and strong while the collagen provides flexibility so that the bone can resist breaking."

https://www.niams.nih.gov/health-topics/what-bone

«Wir wollen Knochendichte messen, aber wir sind dazu nicht in der Lage…»

«Niemand weiss eigentlich was die DEXA Werte wirklich bedeuten.»

Zusammenfassender Bericht des Arbeitsausschusses "Ärztliche Behandlung" des Bundesausschusses der Ärzte und Krankenkassen über die Beratungen des Jahres 1999 zur Bewertung der Osteodensitometrie gemäß §135 Abs.1 SGB V

T-Score

- Knochendichte
- ⇔ Referenzkollektiv
  - Gesunde Erwachsene
  - ca. 25-30 Jährig
- Geschlechtsspezifisch
- Populationsabhängig

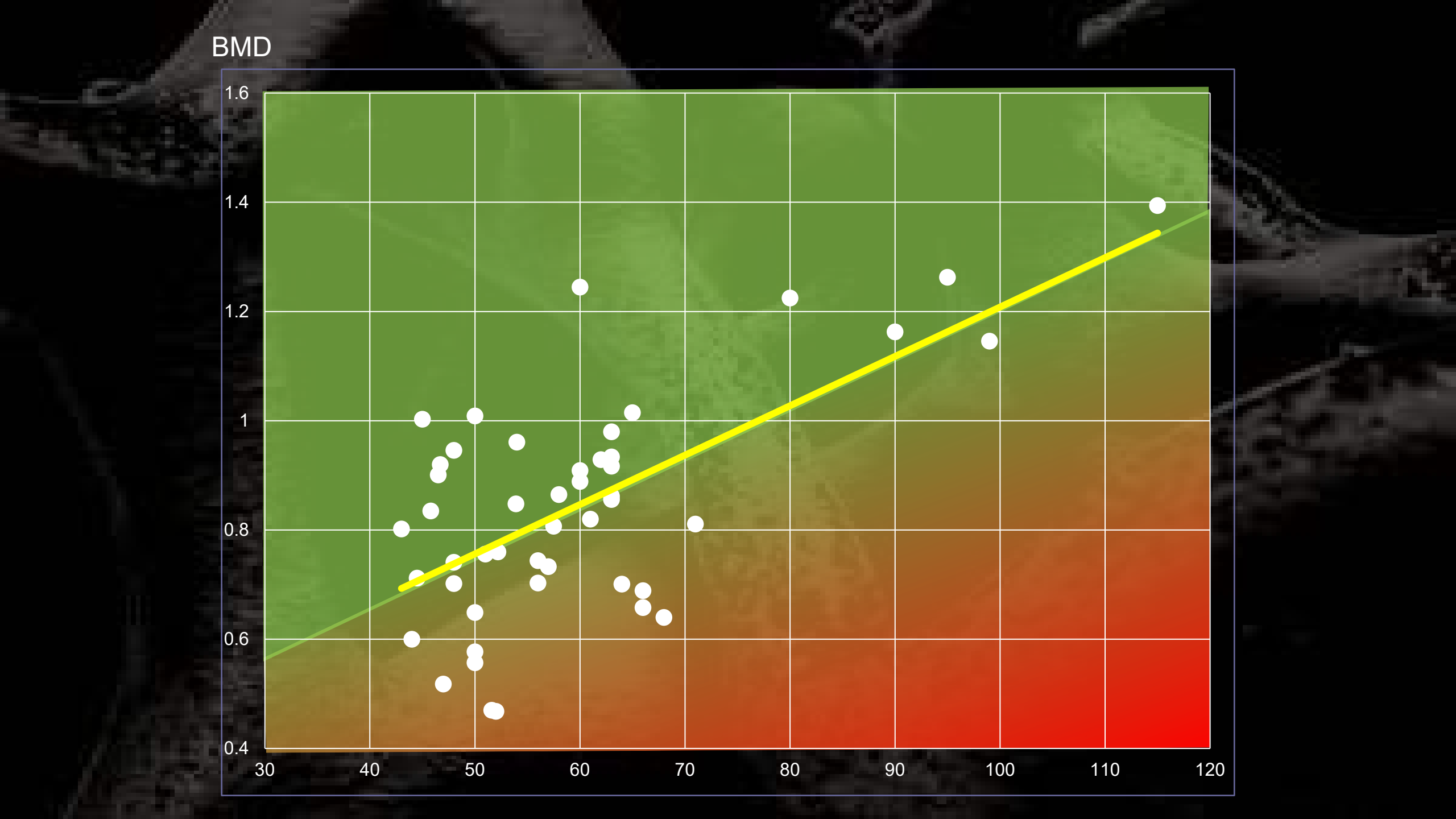
Wir definieren Krankheit als Distanz zur Jugend.



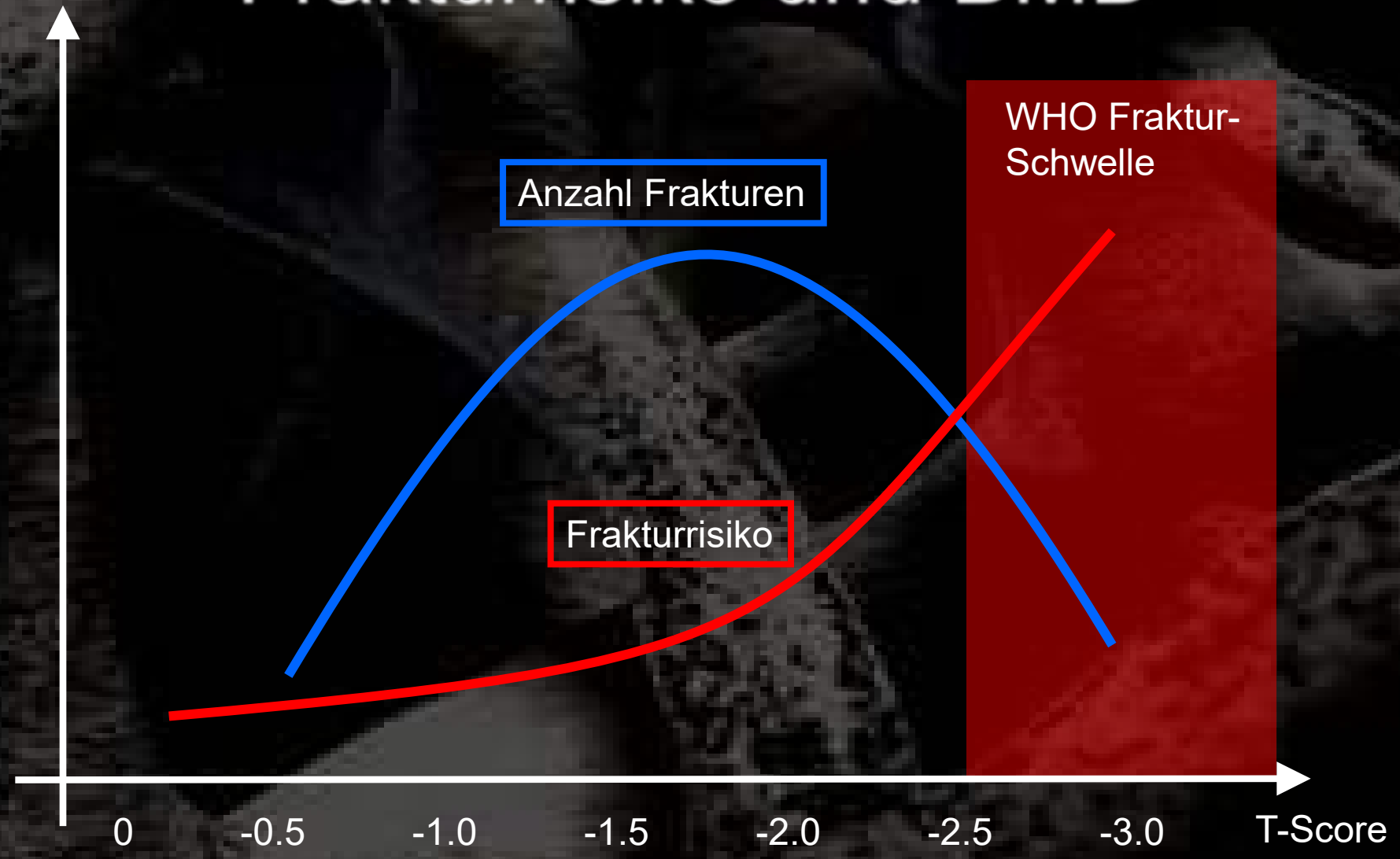
Fett sei Dank!

“Adipöse haben nur das
halbe Risiko einer Fraktur
zu erleiden wie
schlanke Personen.”

Prof. Dr. med. Helmut W. Minne
Klinik Der Furstenhof, Osteologische Fachklinik Am Hylligen Born 7, D-31812 Bad Pyrmont


BMD
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120

Frakturrisiko und BMD



OFELY, NORA, Rotterdam studies and others

Knochenstärkung

Abbau-
Hemmung

Aufbau
Stimulierung

SPORT

ALKALISIERUNG

EVENITY

Bioelektrische Potentiale



Alkalisierung
➔ Osteoblasten-Aktivierung
➔ Mineralisierung
➔ Knochenbildung

Yasuda, Fukuda, Bassett, Becker, Shamos, Lavine, Friedenberg, Brighton

T-Score
-1 – +1

Quelle: ChatGPT





T-Score
+2 – +4

Knochendichte und Sport

Mechanischer Stress ist entscheidend

Kirchner/Lewis/O‘Connor 1995,548

Speech by Weineck, J., Prof. Dr.med., Dr.phil., Dr.h.c.: Head of the Institut of Sport Sciences Univ. Erlangen/Nürnberg

Resultierende Kraft beim Sport

Körpergewicht Multiplikationsfaktor	
• Langsames Gehen	1.19 x
• Charleston	1.32 x
• Rasches Gehen	1.49 x
• Joggen	1.75 x
• Rennen am Ort	2.79 x
• Jumping Jack	3.29 x
• Gewichtheben	5-6 x
• Niedrige Sprünge	<10 x

Speach by Weineck, J., Prof. Dr.med., Dr.phil., Dr.h.c.: Head of the Institut of Sport Sciences Univ. Erlangen/Nürnberg

Knochenstärkung

Abbau-
Hemmung

Aufbau
Stimulierung

SPORT

ALKALISIERUNG

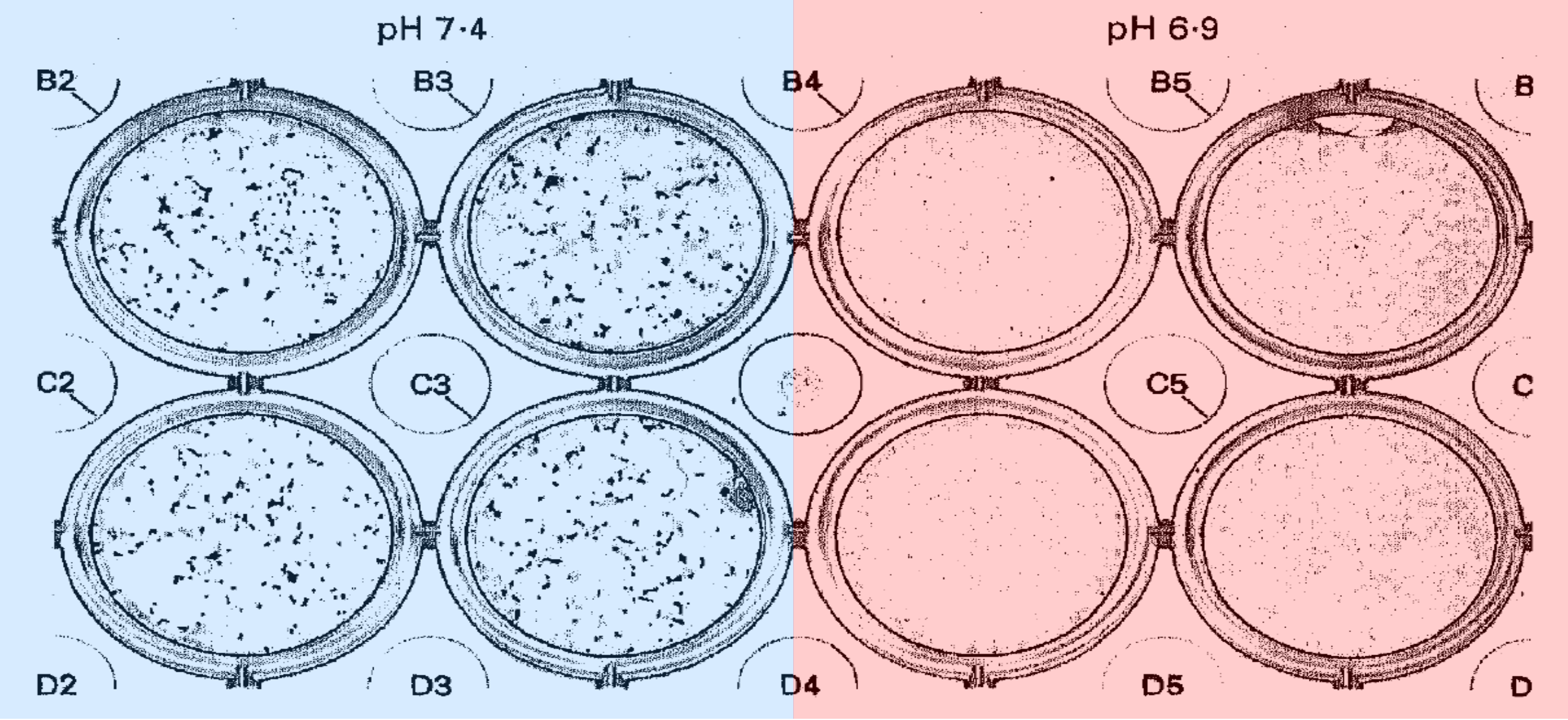


Fig. 9. Inhibition of bone nodule formation by acidosis. Primary rat osteoblasts were cultured in plastic wells for 14 d in control medium at pH 7·4 or in acidified medium at pH 6·9. Bony nodules consisting of mineralised extracellular matrix, visualised by alizarin red staining are evident only in control wells. (Reproduced by courtesy of Ms A. Brandao-Burch.)

Damit der Knochen nicht bricht

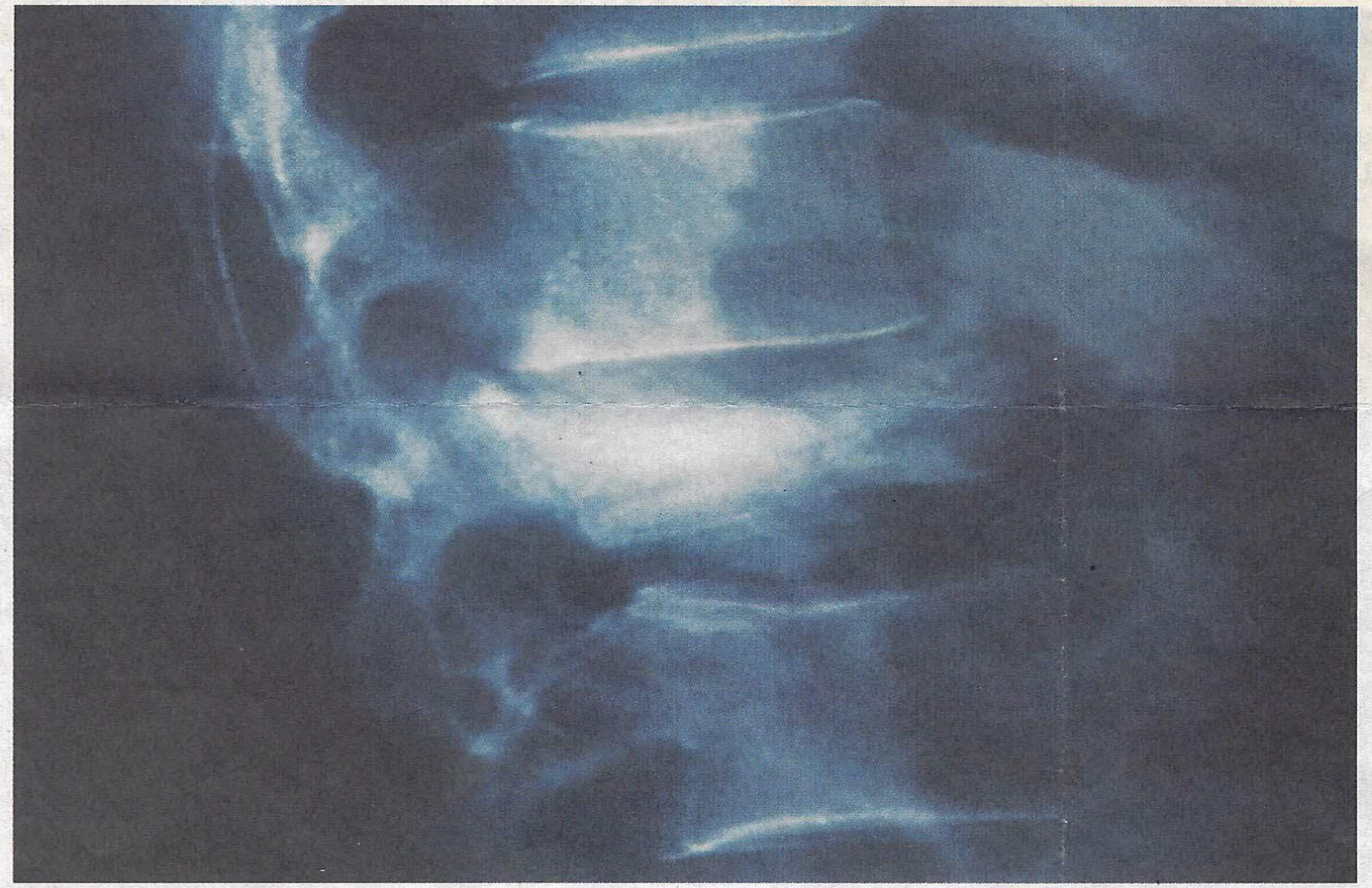
Osteoporose-Prävention über die Regulierung des Säure-Basen-Gleichgewichts

Die Einnahme von Kaliumzitrat wirkt der ernährungsbedingten Übersäuerung im Körper entgegen. Dies könnte sich als einfache Präventionsmassnahme gegen Osteoporose eignen.

Alan Niederer

Zu den Gebre Alter bereithält, gehört au poporose. Die durch rasche chwund gekennzeichnete acht, dass so mancher Rück wird und wir nach einem die Arme, Beine oder nen. In der Schweiz muss e Frau und jeder fünfte M zig mit einer solchen Frakt – wobei die Überalte in die Höhe trei man zudem das gro Hospitalisationen und akturen gehäuft auftretene fälle, so wird klar, welche Bed g einer wirksamen Osteoporose-P vention zukommt.

Alkalische Substanz



Gebrochener Wirbelkörper bei einer 58 Jahre alten Frau mit Osteoporose. SPL/KEYSTONE

Studie: Softdrinks fördern das Osteoporose-Risiko

BONN. Jugendliche, die ihren Durst häufig mit Softdrinks wie Coca Cola, Fanta oder Eistee löschen, haben im Schnitt weniger stabile Knochen.

«Je mehr derartiger Limonaden Jugendliche zu sich nehmen, desto geringer der Mineralgehalt», fasste Studienleiter Thomas Remer gestern das Ergebnis einer Studie der Universität Bonn zusammen. Die Konsequenz könnte nach Einschätzung der Wissenschaftler eine erhöhte Osteoporose-Gefahr im Erwachsenenalter sein.

Worauf dieser Effekt zurückzuführen ist, ist allerdings noch nicht vollständig geklärt. Zumindest bei koffeinhaltigen Softdrinks gebe es direkte Auswirkungen auf den Knochenstoffwechsel, berichteten die Wissenschaftler. Doch komme noch ein indirekter Effekt hinzu: Wer auf zuckersüsse Limonaden steht, bevorzugt der Studie zufolge eine insgesamt kohlenhydratreichere und proteinärmere Kost. Proteine sind jedoch wichtig für die Knochenentwicklung.

«Mit dem, was wir in jungen Jahren essen und trinken, bestimmen wir bis ins hohe Alter die Stabilität unserer Knochen mit», betont der Autor der Studie, Lars Libuda. «Eine gesunde Ernährung in der Jugend ist daher die beste Vorbeugung gegen Osteoporose.»



Softdrinks: Schlecht für die Knochen.

Knochenstärkung

Abbau-
Hemmung

Aufbau
Stimulierung

SPORT

ALKALISIERUNG

EVENITY

EVENITY® (Romosozumab)

ZUSAMMENFASSUNG

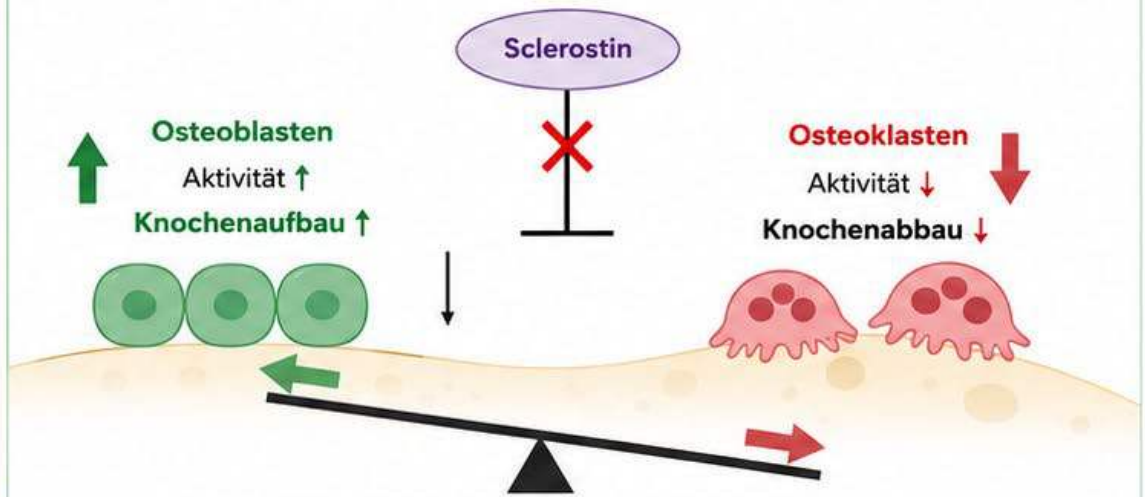
1. WAS IST EVENITY?

- Monoklonaler Antikörper (humanisiert)
- Gegen Sclerostin
- Doppelte Wirkung:
  aufbauend + antiresorptiv



Wirkstoff:
Romosozumab

2. WIRKMECHANISMUS



NETTO: KNOCHENAUFBAU ↑
KNOCHENMASSE ↑

3. INDIKATION

Postmenopausale Frauen mit sehr hohem Frakturrisiko, z.B.:

- Mehrere Wirbelkörperfrakturen
- Frakturen unter Therapie
- Sehr tiefe BMD (T-Score ≤ -3.0)
- Hoher FRAX-Risiko-Score

ZIEL

Rasche und ausgeprägte
Reduktion des Frakturrisikos



4. ANWENDUNG



- 210 mg als 2 Injektionen (je 105 mg) s.c.
- 1× monatlich
- Behandlungsdauer:
  maximal 12 Monate

5. WIRKUNG AUF KNOCHENMARKER

P1NP (Aufbau)
↑ stark
spürbar nach 1–3 Monaten

CTX (Abbau)
↓ stark
spürbar nach 1–3 Monaten

6. WICHTIGE RISIKEN / WARNHINWEISE

- Möglicherweise erhöhtes Risiko für kardiovaskuläre Ereignisse (z.B. Herzinfarkt, Schlaganfall)
- Nicht anwenden bei:
  – Myokardinfarkt oder Schlaganfall in den letzten 12 Monaten
- Gute kardiovaskuläre Anamnese und Risikobeurteilung wichtig

7. NEBENWIRKUNGEN

- Arthralgie
- Kopfschmerzen
- Reaktionen an der Injektionsstelle
- Hypokalzämie (selten)
- Selten: Überempfindlichkeitsreaktionen

8. BESONDERE HINWEISE

- Nach 12 Monaten Therapie **UMSTELLEN** auf ein Antiresorptivum (z.B. Bisphosphonat oder Denosumab), um den Zugewinn an Knochenmasse zu erhalten
- Calcium- und Vitamin D-Substitution sicherstellen
- Nicht empfohlen bei Kindern, Schwangeren und in der Stillzeit

9. KERNAUSSAGE

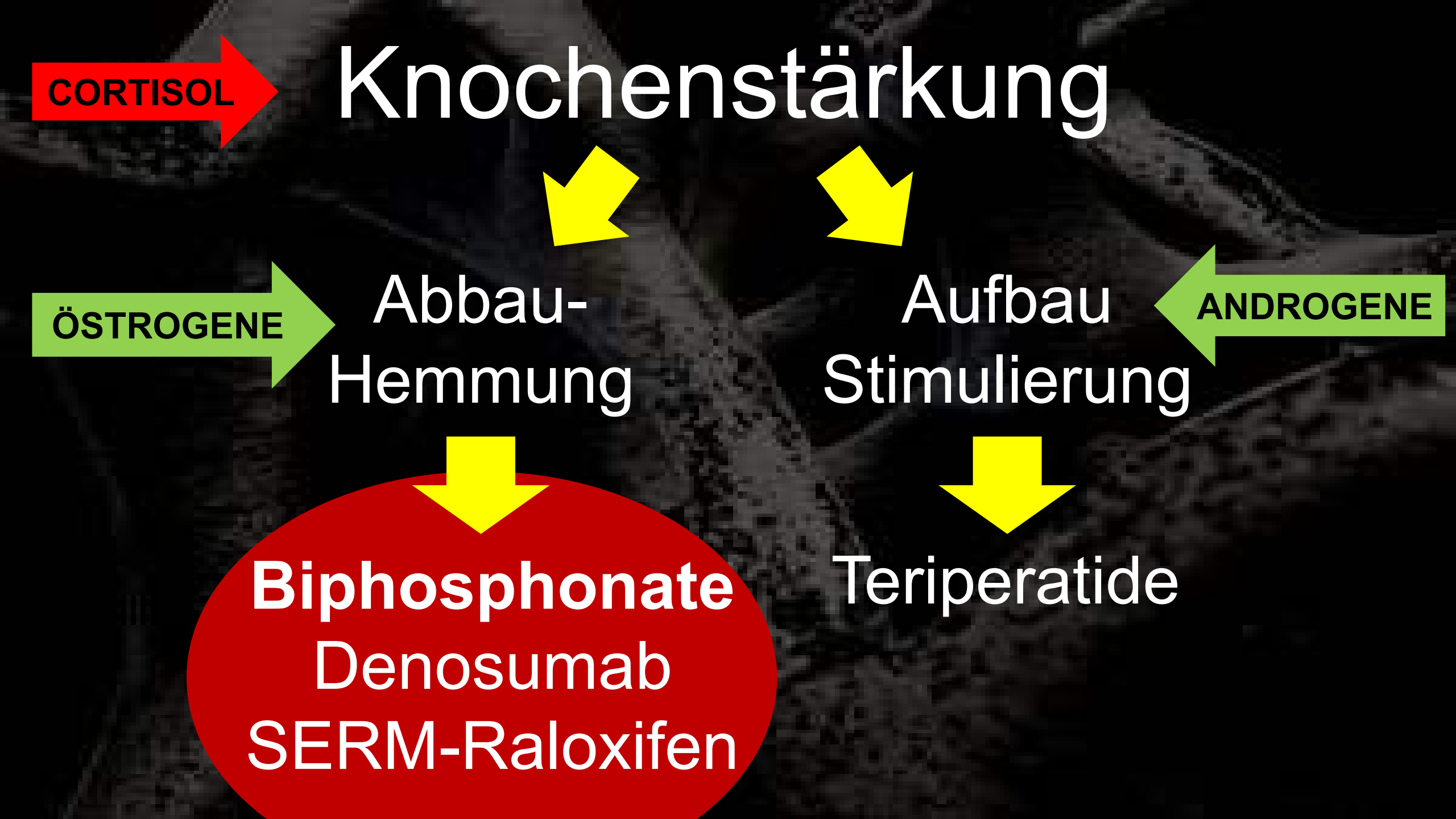
Evenity ist das einzige bisher zugelassene Osteoporose-Medikament mit dualer Wirkung:

ES BAUT Knochen AUF

und **HEMMT** gleichzeitig den Knochen**ABBAU**.

Ideal für Patientinnen mit sehr hohem Frakturrisiko.

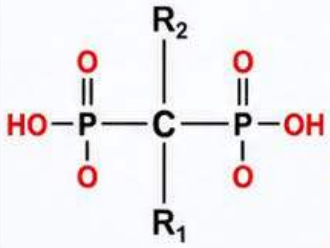
PRAXIS-TIPP 12 Monate Evenity → danach zwingend Antiresorptivum, sonst rascher Verlust der gewonnenen Knochenmasse!


CORTISOL
Knochenstärkung
ÖSTROGENE
Abbau-
Hemmung
Aufbau
Stimulierung
ANDROGENE
Biphosphonate
Denosumab
SERM-Raloxifen
Teriperatide

BISPHOSPHONATE

Wirkprinzip, Effekte und Besonderheiten

CHEMISCHE STRUKTUR



P-C-P Grundgerüst mit zwei **Phosphonat-Gruppen**

R_1 Seitenkette bestimmt Potenz

R_2 Seitenkette bestimmt Bindung an Knochen

PHARMAKOLOGIE

- Sehr hohe Affinität zu Hydroxylapatit (Knochenmineral)
- Lange Verweildauer im Knochen (Jahre bis Jahrzehnte)
- Keine Metabolisierung – renale Ausscheidung unverändert

ANWENDUNG

- Oral oder i.v.
- Oral: nüchtern, mit viel Wasser aufrecht bleiben (≥ 30–60 Min.)
- Nicht zusammen mit Calcium, Magnesium, Antazida, Eisen (2 Std. Abstand)
- Häufige UAW: Ösophagitis, Magenreizungen (oral)

WIRKMECHANISMUS

1 Anlagerung im Knochen

Bisphosphonate binden stark an Knochenmineral an Resorptionsstellen.

2 Aufnahme durch Osteoklasten

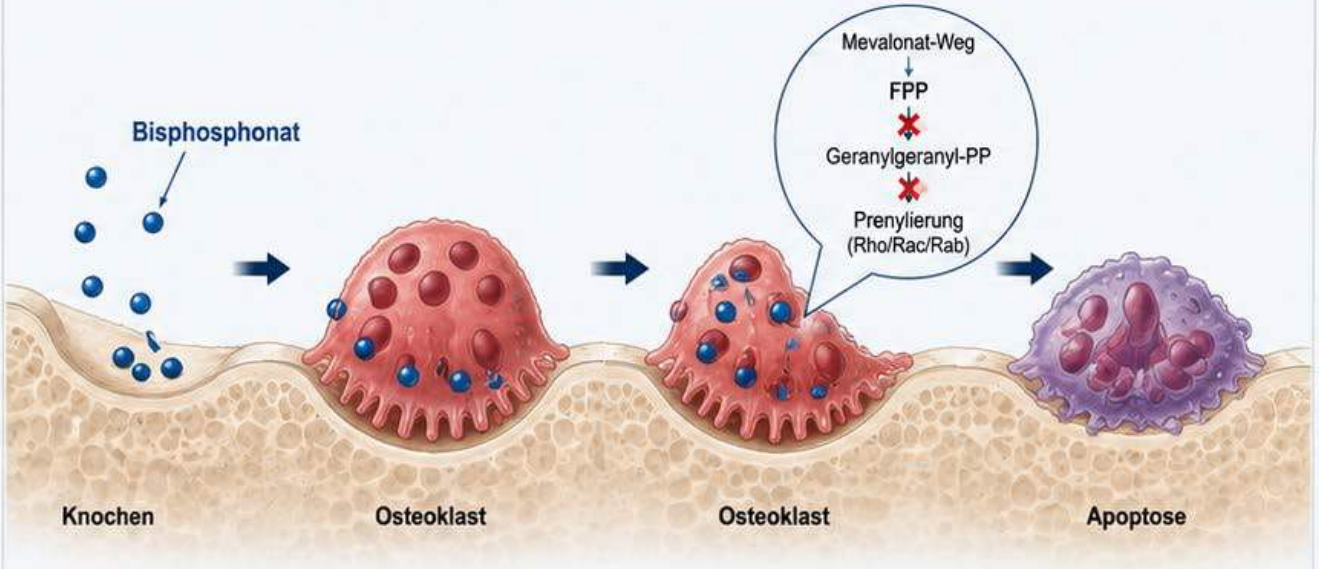
Bei Resorption nehmen Osteoklasten das Bisphosphonat auf.

3 Hemmung im Osteoklasten

Hemmung des Mevalonat-Wegs → gestörte Prenylierung kleiner GTPasen.

4 Folge Osteoklasten

Osteoklasten verlieren Funktion und gehen in Apoptose über.



KLINISCHE EFFEKTE

Knochenresorption ↓

- Osteoklastenaktivität gehemmt
- Knochenabbau reduziert

Knochendichte ↑

- BMD nimmt zu
- v. a. trabekulärer Knochen

Frakturrisiko ↓

- Wirksamkeit bei vertebralen, nicht-vertebralen und Hüftfrakturen
- Nachweis in zahlreichen Studien

Therapiedauer

- Nutzen-Risiko-Abwägung nach 3–5 Jahren (Drug Holiday erwägen)

LANGZEITASPEKTE UND BESONDERE RISIKEN

Atypische Femurfrakturen (AFF)

- Sehr selten, v. a. nach > 3–5 Jahren
- Prodromalsymptome: Oberschenkelschmerz
- Röntgen/MRT bei Verdacht

Kiefernekrose (ONJ)

- Sehr selten
- V. a. nach i.v.-Gabe und bei zahnärztlichen Eingriffen
- Gute Mundhygiene wichtig

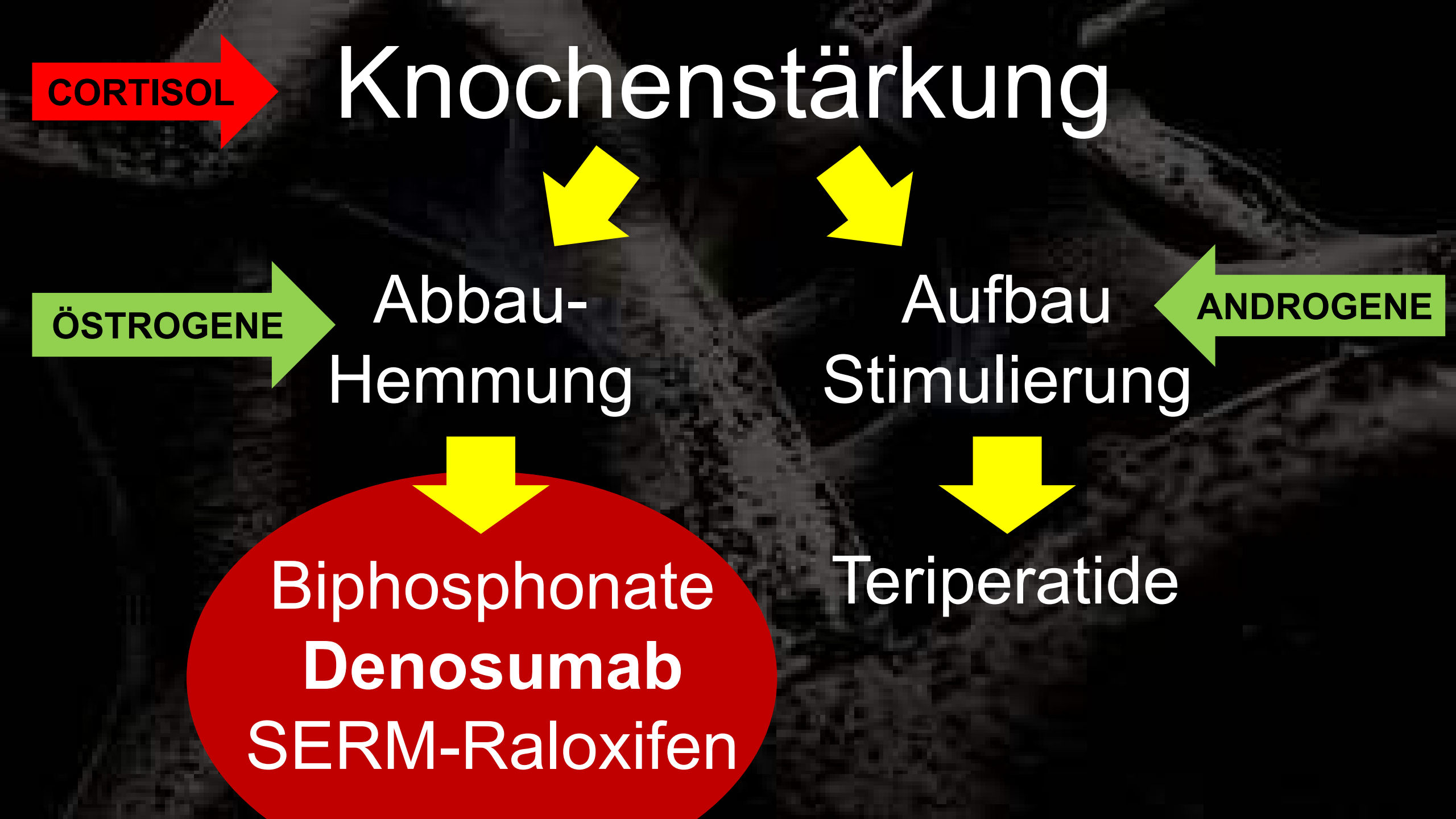
Nierenfunktion

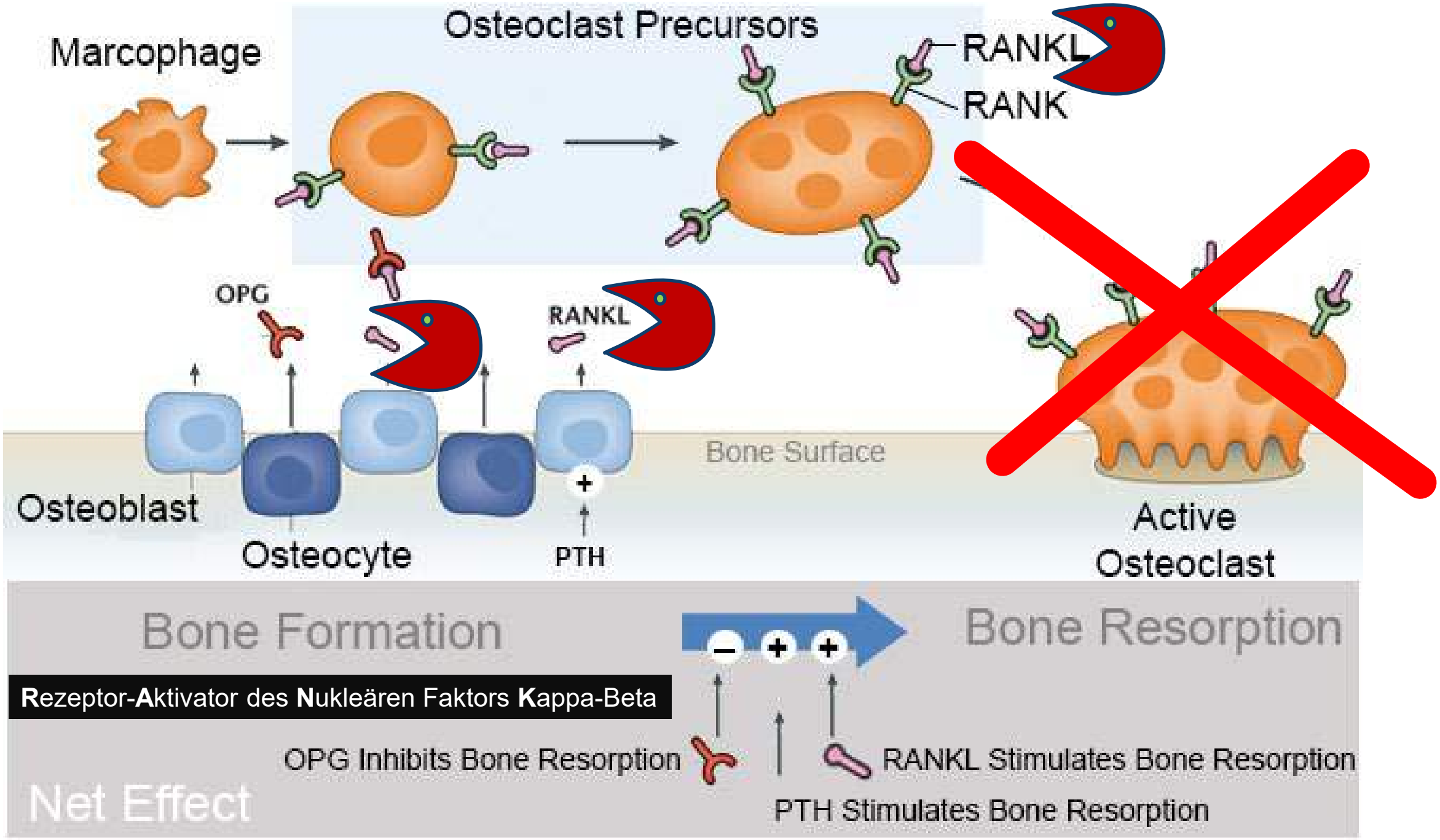
- Vorsicht bei eingeschränkter Nierenfunktion
- i.v.-Gabe kontraindiziert bei starker Niereninsuffizienz

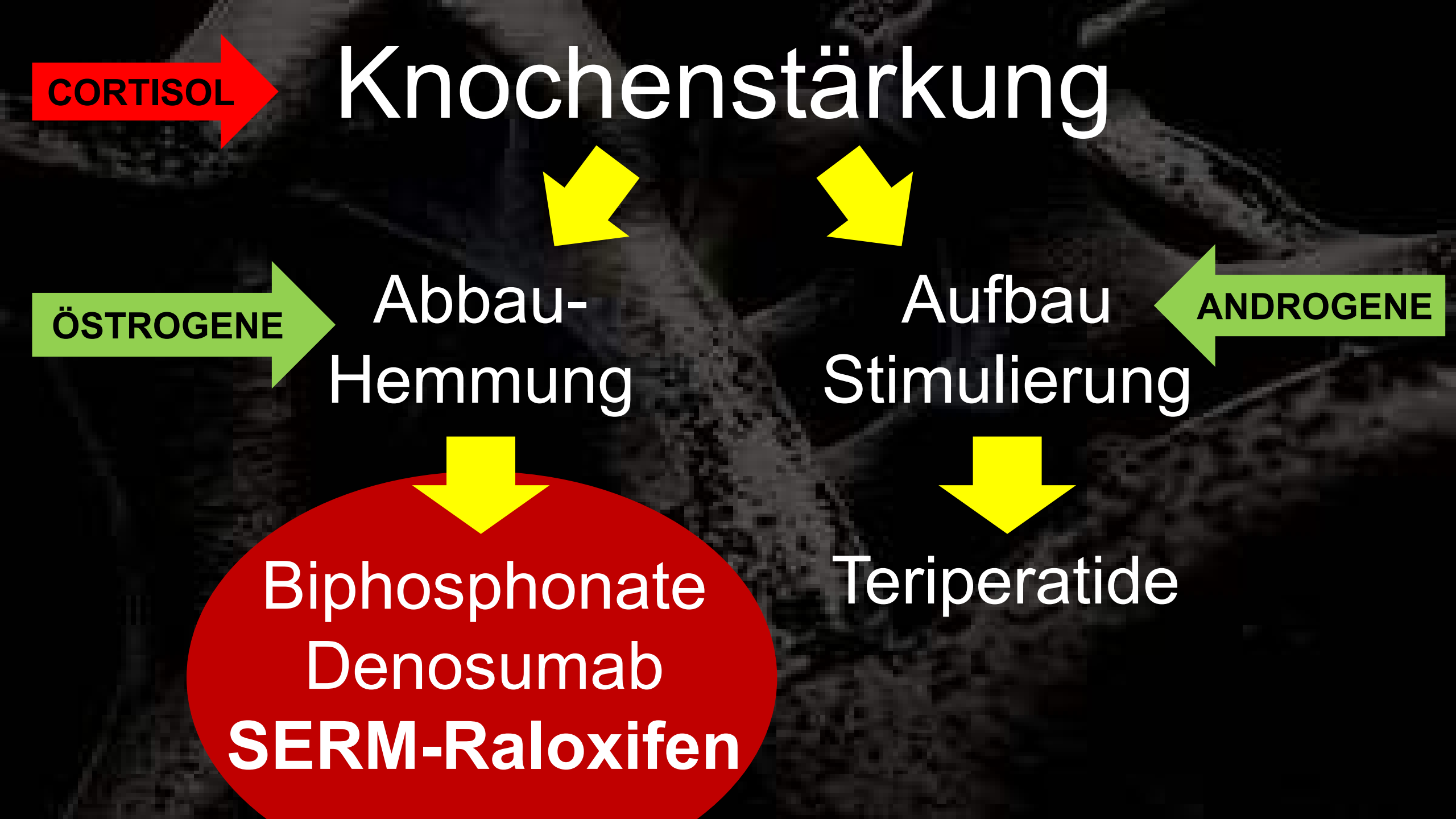
Reversibilität

Wirkung bleibt lange im Knochen erhalten – auch nach Absetzen.

KERNAUSSAGE: Bisphosphonate reichren sich im Knochen an und hemmen Osteoklasten gezielt. Effektiv gegen Frakturen – aber Langzeittherapie erfordert Nutzen-Risiko-Abwägung.


CORTISOL
Knochenstärkung
ÖSTROGENE
Abbau-
Hemmung
Aufbau
Stimulierung
ANDROGENE
Biphosphonate
Denosumab
SERM-Raloxifen
Teriperatide


Marcophage
Osteoclast Precursors
RANKL
RANK
OPG
RANKL
Bone Surface
Osteoblast
Osteocyte
PTH
Active
Osteoclast
Bone Formation
Bone Resorption
Rezeptor-Aktivator des Nukleären Faktors Kappa-Beta
OPG Inhibits Bone Resorption
RANKL Stimulates Bone Resorption
PTH Stimulates Bone Resorption
Net Effect

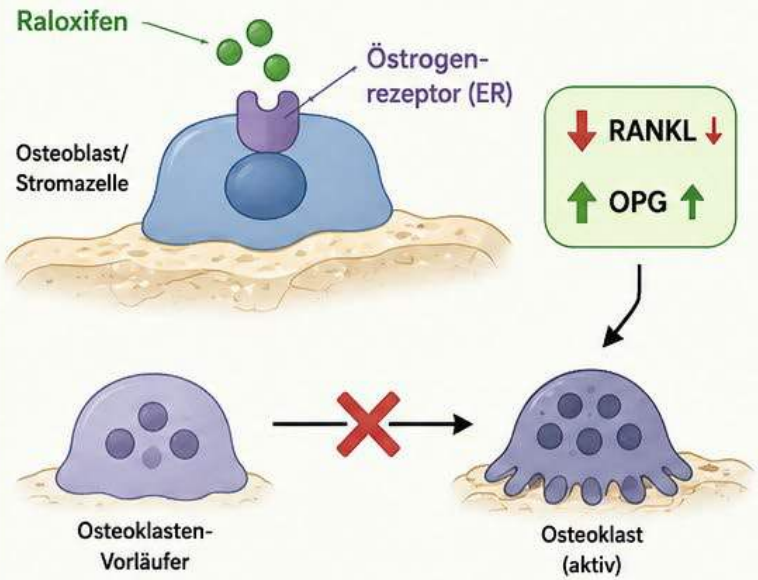

CORTISOL
Knochenstärkung
ÖSTROGENE
Abbau-
Hemmung
Aufbau
Stimulierung
ANDROGENE
Biphosphonate
Denosumab
SERM-Raloxifen
Teriperatide

SERM wie Raloxifen – Wirkmechanismus

Selektiver Östrogenrezeptor-Modulator: je nach Gewebe Östrogen-Agonist oder -Antagonist

1. Wirkung im Knochen (agonistisch)

Raloxifen bindet an Östrogenrezeptoren (ER) in Osteoblasten und Stromazellen



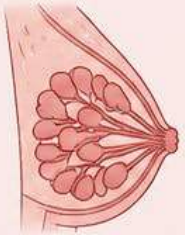
Weniger Aktivierung und Aktivität von Osteoklasten
→ **Weniger Knochenabbau**
→ **Erhalt der Knochendichte**

Mechanistische Kette im Knochen

Raloxifen bindet an ER in Knochenzellen
↓
RANKL ↓ OPG ↑
↓
Osteoklastenbildung und -aktivität ↓
↓
Knochenabbau ↓
↓
Knochendichte ↑ Frakturrisiko ↓

2. Selektive Wirkung in anderen Geweben

Brustgewebe (antagonistisch)



Raloxifen blockiert Östrogenrezeptoren in Brustzellen
↓
Hemmung der östrogenabhängigen Zellproliferation

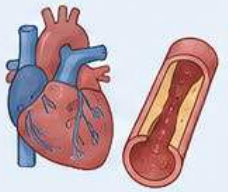
Senkung des Risikos für östrogenrezeptor-positive Brustkrebse

Uterus (weitgehend neutral/ schwach agonistisch)



Geringe Stimulation des Endometriums
↓
Kein oder nur gering erhöhtes Risiko für Endometrium-proliferation

Andere Gewebe (z.B. kardiovaskulär)



Wechselnde Effekte – teilweise neutral oder möglicherweise günstig
↓
Keine endometriale Stimulation und kein Anstieg der Brustdichte

Klinische Effekte von Raloxifen

- Reduziert Wirbelkörperfrakturen (~30–50%)
- Erhält oder erhöht die Knochendichte
- **Senkt das Risiko** für invasive, östrogenrezeptorpositive Brustkrebse (~50%)

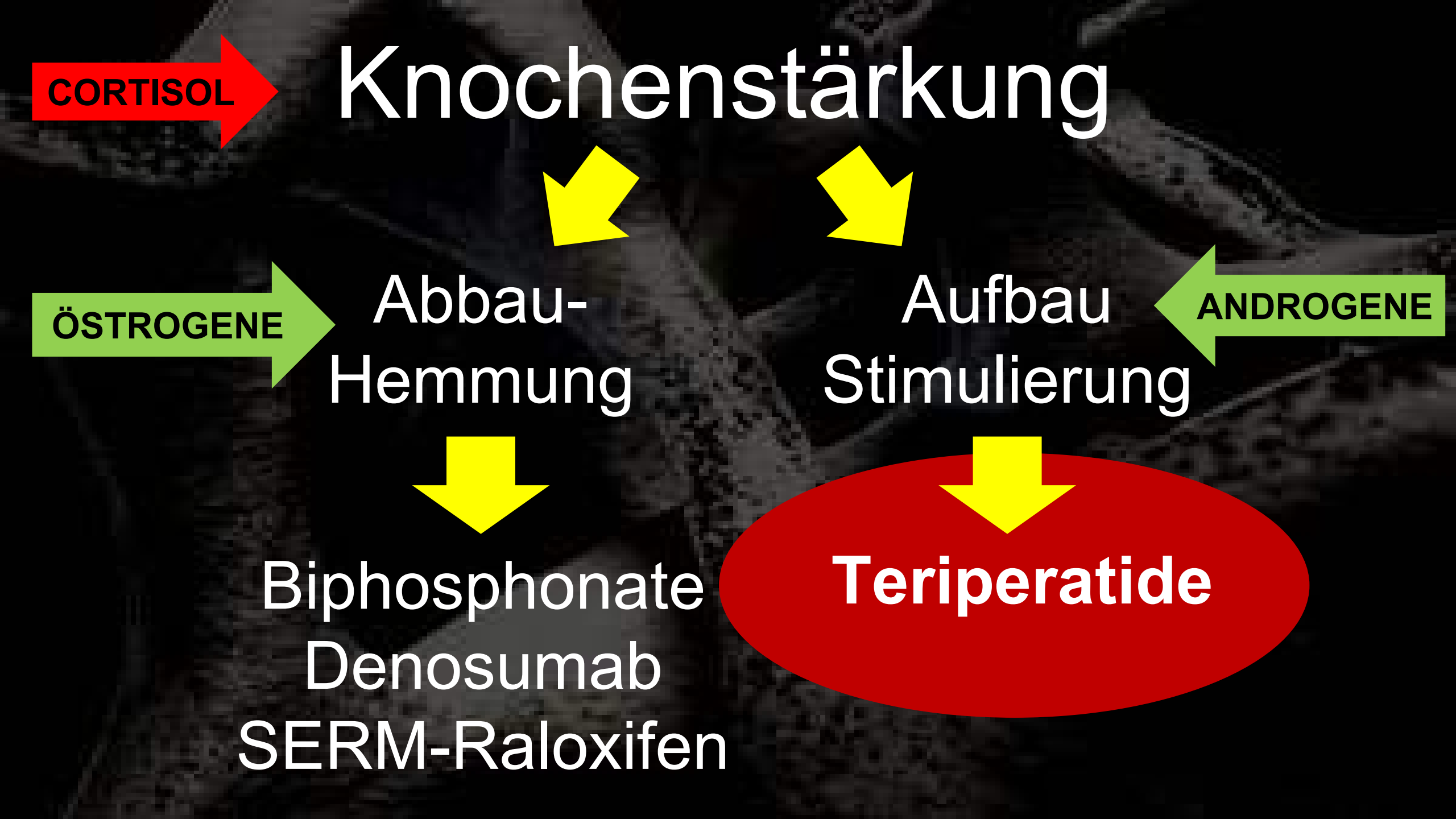
Wichtige Nebenwirkungen / Risiken

- Erhöhtes Risiko venöser Thromboembolien (TVT, Lungenembolie)
- Kann Hitzewallungen verstärken
- Geringerer Effekt auf Hüftfrakturen

Kernaussage

Raloxifen imitiert Östrogen selektiv:
Schutz für den Knochen,
Schutz für die Brust,
Neutralität für den Uterus.

RANKL = Receptor Activator of Nuclear Factor κB Ligand | OPG = Osteoprotegerin | ER = Östrogenrezeptor | SERM = Selective Estrogen Receptor Modulator


CORTISOL
Knochenstärkung
ÖSTROGENE
Abbau-
Hemmung
Aufbau
Stimulierung
ANDROGENE
Biphosphonate
Denosumab
SERM-Raloxifen
Teriperatide

FORSTEO® (TERIPARATID) – NIEDRIG DOSIERT & INTERVALLBASIERT

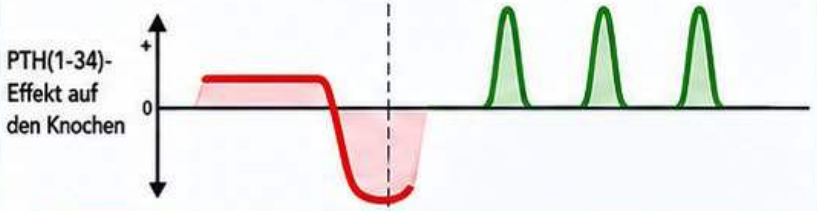
Intermittierende, niedrige PTH(1-34)-Stimulation fördert Knochenaufbau



Wirkmechanismus: Dosis macht den Unterschied

Kontinuierlich / hoch dosiert
(nicht physiologisch)

Intermittierend / niedrig dosiert
(physiologisch)



↑ Osteoklasten-Aktivität
→ Knochenabbau



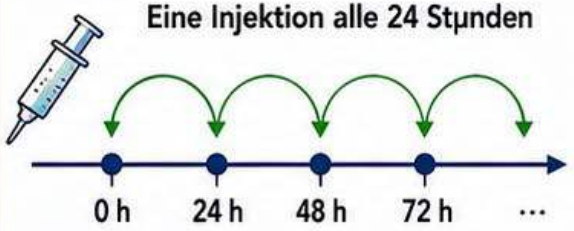
✗ Netto-Knochenabbau

↑ Osteoklasten-Aktivität
→ Knochenaufbau



✓ Netto-Knochenaufbau

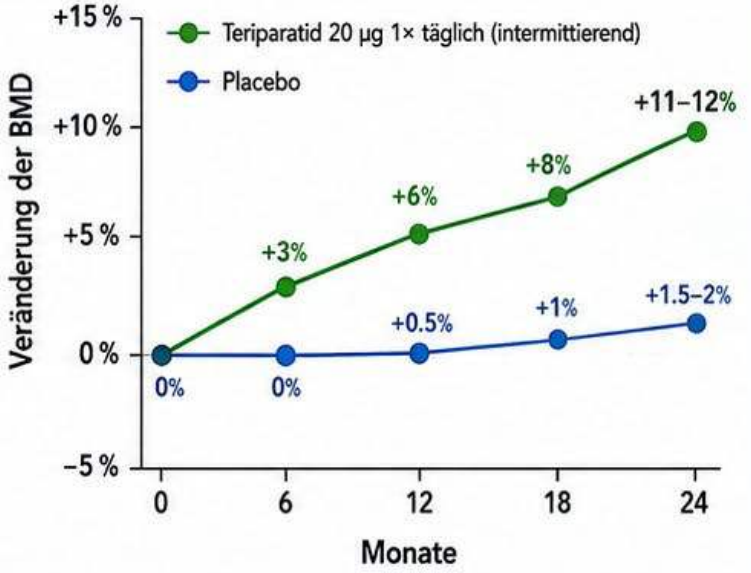
Niedrig dosiert – Intervallprinzip



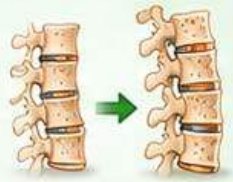
Warum Intervall?

- Ermöglicht PTH-Spitzen (anaboler Signalimpuls)
- Dazwischen Rückkehr zum Ausgangsniveau
- Vermeidet kontinuierliche Stimulation → weniger Abbau

Wirkung auf die Knochendichte (BMD) über die Zeit



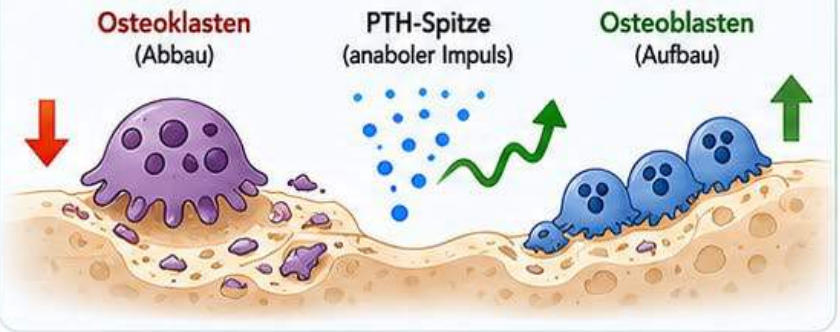
Signifikanter Anstieg der BMD



LWS: +8–13 %
Hüfte: +3–6 %

Reduktion von Wirbel- und Nicht-Wirbelfrakturen

Wirkung auf den Knochen



Anwendung



Teriparatid (PTH 1-34)	Niedrige Dosis 20 µg s.c.	Intermittierend 1× täglich	Maximale Dauer: 24 Monate

Zu vermeiden

- Mehrfachinjektionen pro Tag
- Kontinuierliche Infusion / Dauerexposition
- **Kontinuierlich / hoch dosiert kann zu Knochenabbau führen**

Praxis-Hinweise

- Immer gleiche Tageszeit wählen
- Intervall ≥ 24 h zwischen Injektionen
- Sicherheit: Calcium, Vitamin D ausreichend
- Wirkt am besten in Kombination mit physikalischer Belastung

PTH = Parathormon (1-34) s.c. = subkutan BMD = Knochendichte

Es zeigte sich, dass die Einnahme von reinen **Calciumpräparaten** das **Risiko für Herzinfarkt um bis zu 30 Prozent erhöhen kann**. Insbesondere Personen, die Konzentrationen von mehr als 800 Milligramm Calcium pro Tag schluckten, hatten ein erhöhtes Risiko. Auch die Gefahr für Schlaganfälle und die Sterberate stieg leicht an.

Bolland M. Effect of calcium supplements on risk of myocardial infarction and cardiovascular events: meta-analysis. British medical Journal 341, c3691, doi:10.1136/bmj.c3691, 2010
http://www.ugb.de/forschung-studien/vorsicht-vor-calciumpraeparaten/

„Eine Calciumzufuhr mittels Tabletten kann, wenn sie über 500 mg/Tag dosiert ist, Nierensteine und Gefäßverkalkungen nach sich ziehen.“

Deutsche Gesellschaft für Endokrinologie 2022

The Telegraph

Calcium pills 'double heart attack risk'

Calcium supplements taken by millions of people every day can double the risk of heart attacks, according to a study, while researchers say they do little to protect bones against fractures.

schreiben.» Dies sagte er dem Gesundheitstipp schon früher (Ausgabe 12/2009). Auch das «Arznei-Telegramm» kam zum Schluss: «Bisphosphonate sollen nur noch bei Patienten eingesetzt werden, die sich schon Wirbel gebrochen haben oder bei einem grossen Risiko, dass sich die Osteoporose verschlimmert.»

Ärzte verschreiben Patientinnen oft auch Tabletten oder Tropfen mit Vitamin D und Kalzium. Beides brauchen die Knochen, um stark zu bleiben. Doch auch diese Mittel sind nicht ganz unbedenklich. Neuseeländische Forscher der Uni Auckland haben kürzlich herausgefunden: Kalzium-Tabletten erhöhen das Risiko für Herzinfarkt und Schlaganfall.

Bestimmte Medikamente gegen andere Krankheiten können Osteoporose fördern oder mitverursachen. So z. B. kortisonhaltige Präparate, Medikamente gegen Epilepsie und gewisse Mittel gegen Brustkrebs. In einer grossen Analyse belegten kanadische Forscher zudem: Auch Mittel gegen Diabetes, Magensäurehemmer, Antidepressiva und bestimmte Hormontherapien zur Empfängnisverhütung erhöhen das Risiko für spröde Knochen.

The Best Calcium Supplement Is None



It's important to protect your bone strength and guard against fractures as you age, but taking a supplement isn't the best way to do that, says Erin Michos, MD, MHS , associate director of preventive cardiology for the Ciccarone Center for the Prevention of Heart Disease . "A nutrient in pill form is not processed in the body the same way as it is when ingested from a food source. Furthermore, people believe that the proof that calcium supplements fortify bones is more robust than it really is," she says. "The truth is, the research is inconclusive. But there is a growing body of evidence that suggests no health benefit, or even worse, that calcium supplements may be harmful."

Multiple studies have found that there's little to no benefit to taking calcium supplements for the prevention of hip fractures. On the other hand, recent studies have linked calcium supplements with an increased risk of colon polyps (small growths in the large intestine that can become cancerous) and kidney stones, which are hard masses usually formed in the kidneys from an accumulation of calcium and other substances. Additionally, a 2016 study by Michos and her colleagues suggested that calcium supplements may increase the risk of calcium buildup in the heart's arteries.

https://www.hopkinsmedicine.org







Kalziumhaltige Basenmittel

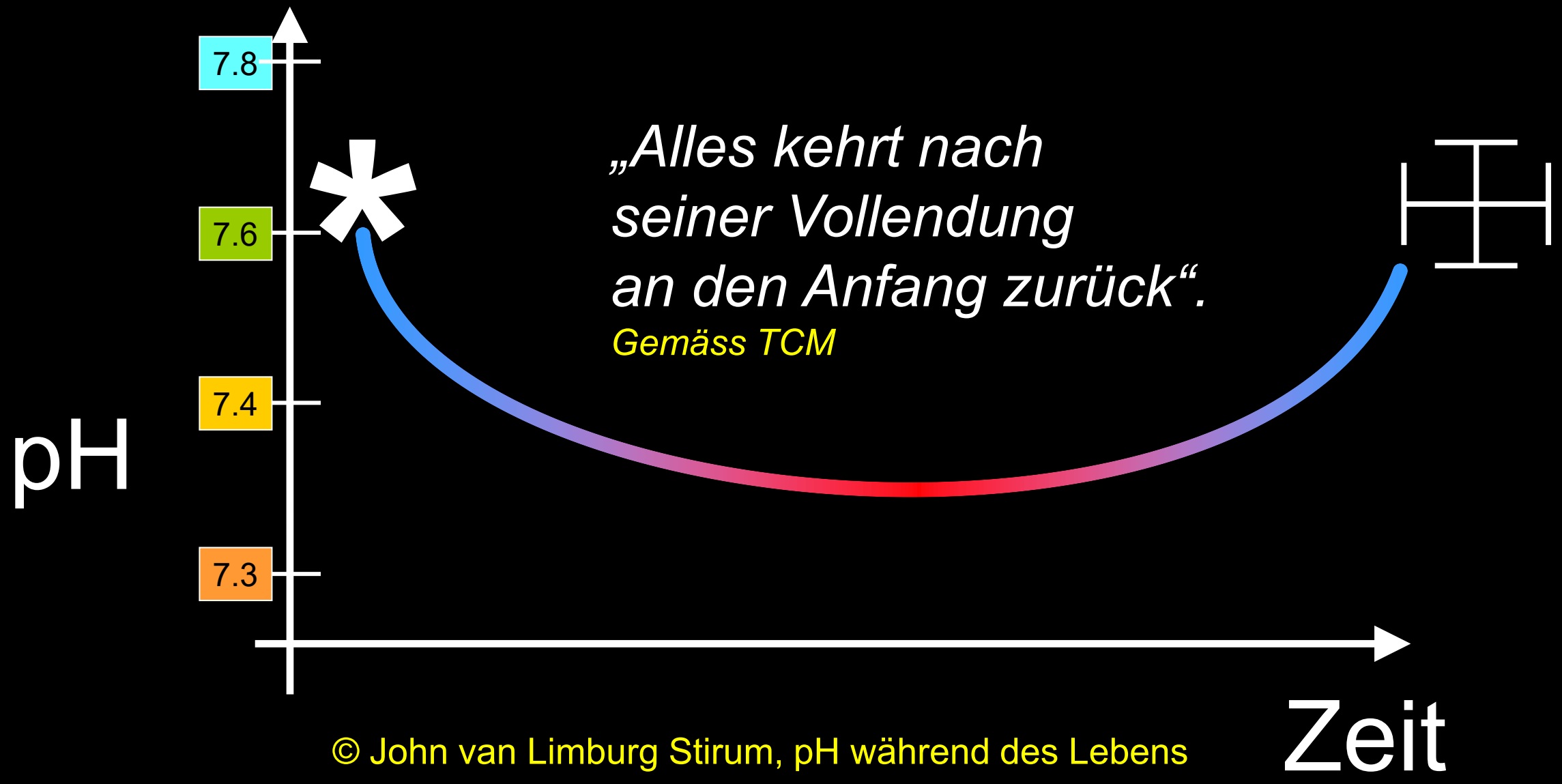






Kalziumfreie Basenmittel





© John van Limburg Stirum, pH während des Lebens

- **Isoflavon:** Bioflavonoid, ähnliche Effekte wie Oestrogene, jedoch ohne Nebenwirkungen. Bindet an Oestrogenrezeptoren der Knochenzellen-Oberfläche. Signalmoleküle für die Beschleunigung des Zellwachstums.
- **Vitamin D:** Integrativer Bestandteil im Kalziumstoffwechsel, reguliert die intestinale Kalziumabsorption und bremst die Ausscheidung durch die Nieren.
- **Magnesium:** Dieses Mineral ist essentiell in allen Phasen der Knochenbildung und weist eine Synergie mit Kalzium auf. Magnesium aktiviert Osteoblasten, erleichtert den Transport von Kalzium in den Knochen und fördert die Sensitivität von Knochengewebe für Vitamin D und kalziumregulierende Hormone.
- **Vitamin K1 und K2:** Cofaktoren für die Synthese von Osteocalcin, ein Haupt-Protein von Osteoblasten, welche den Knochenmatrix aufbauen. Osteocalcin ist an den ersten Schritten der Knochen-Mineralisierung beteiligt. Zudem verhindert Vitamin K Gefässverkalkung durch überschüssiges Calcium und können Kalkablagerungen sogar wieder abbauen.
- **Zink:** Essenzielles Spurenelement für die Knochengesundheit, da es die Bildung von Knochenkollagen fördert und knochenaufbauende Zellen aktiviert.
- **Kupfer:** Aufbau von Proteoglycan-Knochenmatrix und unterdrückt (als Cofaktor für den Antioxidans SOD) die proentzündlichen Stoffwechselwege.
- **Kieselsäure:** Essentielles Mineral, auch als Silizium bekannt, verleiht den Proteoglycanknochenmatrix eine grössere Zugfestigkeit. Es beteiligt sich an der Bildung von Apatitkristallen, welches Kalzium und andere Knochenmineralien enthalten.
- **Bor:** Cofaktor für die Umwandlung von Vitamin D in seine aktive Form.
- **Molybdän:** Unterstützt den Schwefelstoffwechsel, welcher die Mineralisierung des Knochens stabilisiert.
- **Vitamin B6, B12, Pyridoxal-5-Phosphat (aktiviertes B6):** Mit Folsäure hilft das Homozystein abzubauen, und stützt damit die Hydroxylierung des Knochenkollagens.
- **Mangan:** Cofaktor des antioxidativ wirksamen SOD.
- **Vitamin C:** Bildung von Kollagen
- **Kaliumcitrat:** Knochenabbau verlangsamt, den Calciumverlust über den Urin senkt, Knochendichte leicht erhöht. Als basisches Salz neutralisiert es ernährungsbedingte Übersäuerung (Azidose), die den Knochen schädigt.

KEIN KALZIUM !

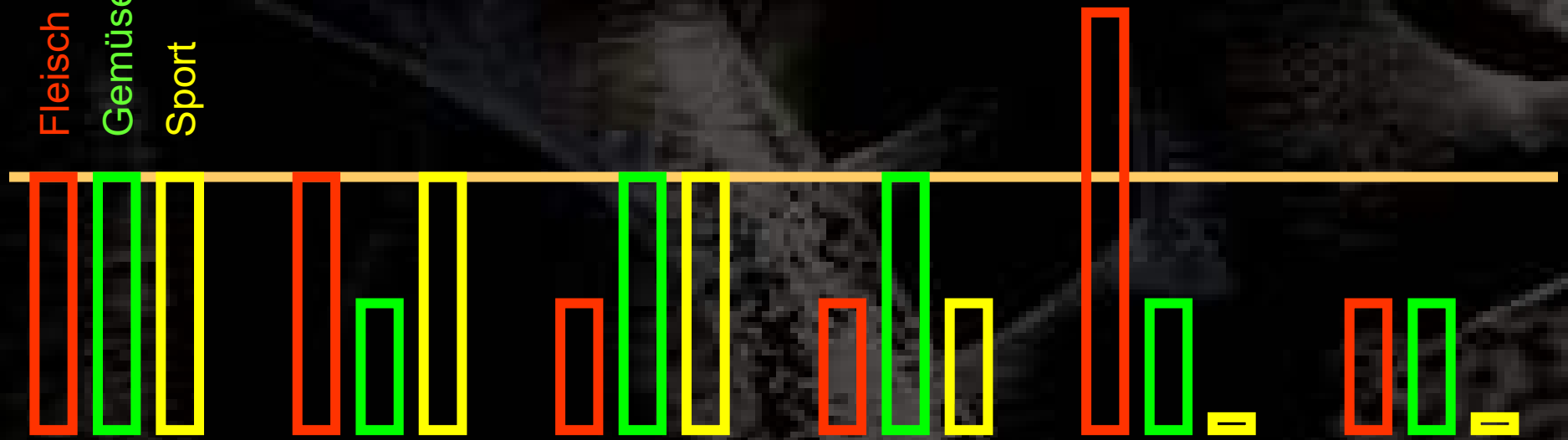
Labor bei Osteoporose

- Knochenabbau (Katabolie)
  - CrossLaps – Blut: 100-1000ug/L
  - Desoxypyridinolin – Urin: 2-7 nmol/mmol Kreatinin
- Knochenaufbau (Anabolie)
  - Procollagen type 1 N-terminal – Blut: 15-90ug/L
- *NEU:* Knochenstoffwechsel: Aufbau/Abbau
  - Calcium-Isotope – Blut

Frakturen-Prävention

- Verbesserung der Mobilität – Bewegung – Hüpfen!
- Kraft-Training
- Ausreichend Protein – Kautraining – Zähne!
- Verbesserung des Gleichgewichtes
- Visus-Optimierung
- Reaktionsfähigkeit trainieren
- Nahrungsergänzungsmittel / Kein Kalzium!
- Osteoporose Medikamente

Ernährung, Sport und Knochengesundheit



Osteoporose-Risiko

Medikamente ➔ Osteoporose

- Cortison
- Anti-Depressiva
- Magenschoner
- GnRH-Analoga
- Aromatasehemmer
- Antidiabetika – Glitazone
- Anti-Epileptika
- Hochdosis Schilddrüsenhormone