

AEROSOLISATION



Kantonsspital Olten

3. HIPOP 20.01.2025

Tuberkulose im OP – Sicht der Operatuerin

Dr. med. Sonja Cronenberg, OAe Orthopädie /
Traumatologie

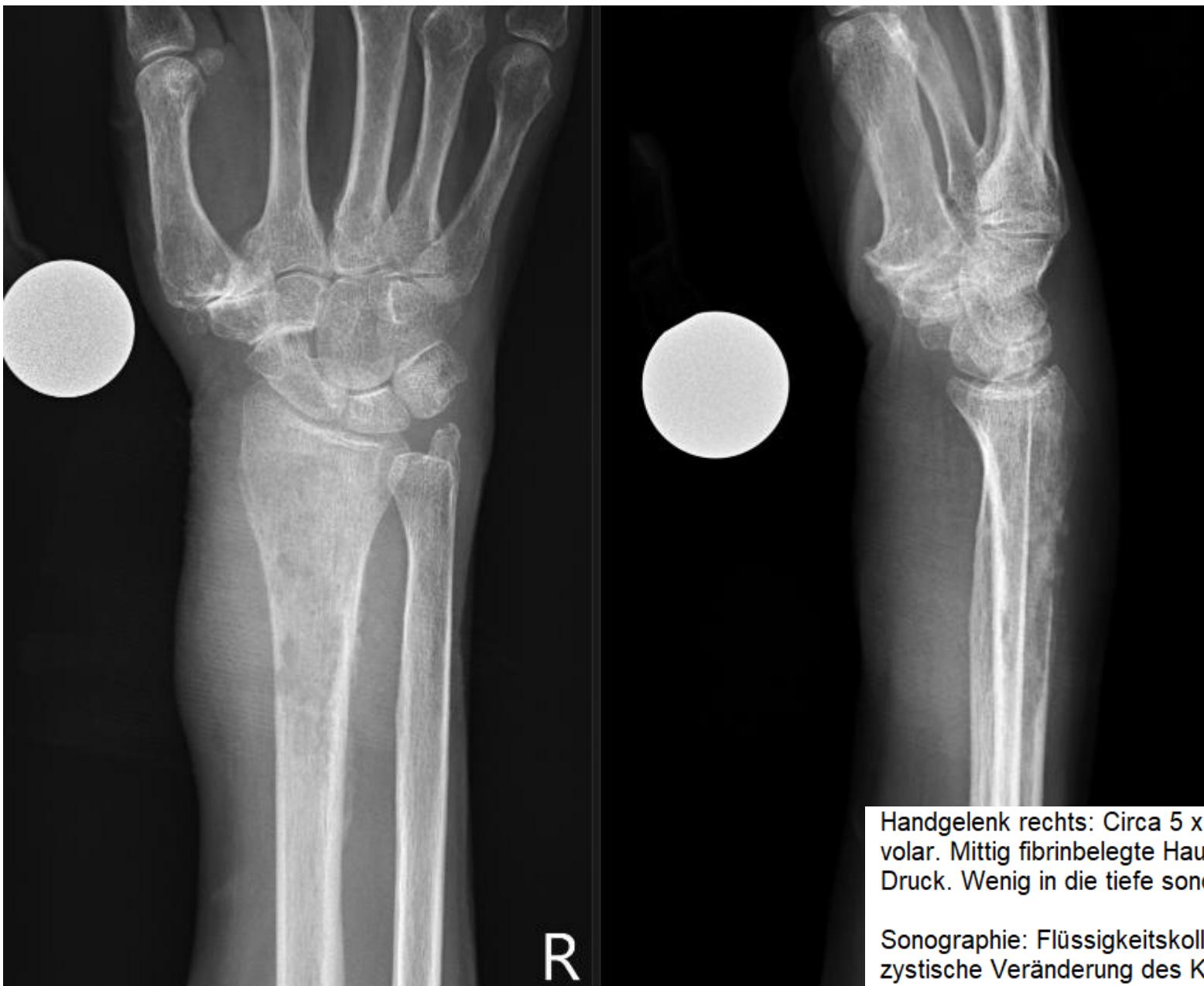
Kantonsspital
Olten

solothurner
spitäler soH

Fallvorstellung

- Frau M, rüstig, 82-jährig, lebt allein
- St.n. Magenkarzinom, «geriatrisch gesund»
- Hausarzt weisst auf Notfall zu:
 - seit ein paar Wochen einen geschwollenen Arm,
 - jetzt auch gerötet gewesen.
 - vom Hausarzt Ibuprofen und Inflamac Creme ...habe nichts geholfen. Dann 5mg/d Cortison, habe auch nicht geholfen.
 - Sonographie wäre unauffällig gewesen, jetzt «Eiter» Entleerung, Hausarzt habe gespült und Kompressen eingelegt.





Handgelenk rechts: Circa 5 x 8 cm grosse, stark druckdolente Schwellung und Rötung volar. Mittig fibrinbelegte Hautläsion mit Austritt von serös fraglich putrider Flüssigkeit auf Druck. Wenig in die tiefe sondierbar. pDMS intakt.

Sonographie: Flüssigkeitskollektion mit Halo um FCR und Palmaris longus Sehne, zystische Veränderung des Knochens mit Kortikalis Unterbrechung.

Röntgen Handgelenk rechts: Hauptsächlich dorsal seitige osteodestruktive Läsion, jeweils Codman Dreiecke, deutliche Weichteilschwellung, DD Knochentumor DD Osteomyelitis

Fallvorstellung

- Irgendwas ist da gar nicht gut, Infektwerte nicht wie bei Abszess
- Tumor? Metastase? Aber woher?
- Sonst was, auf das wir nicht kommen?
 -Brucellen / TB / Lues
 -oder sonstige absurde Seuchen?
- Wie weiter??
 - HIV Test?
 - MRI... dann sehen wir weiter...
- MRI: Infekt oder Neoplasie?

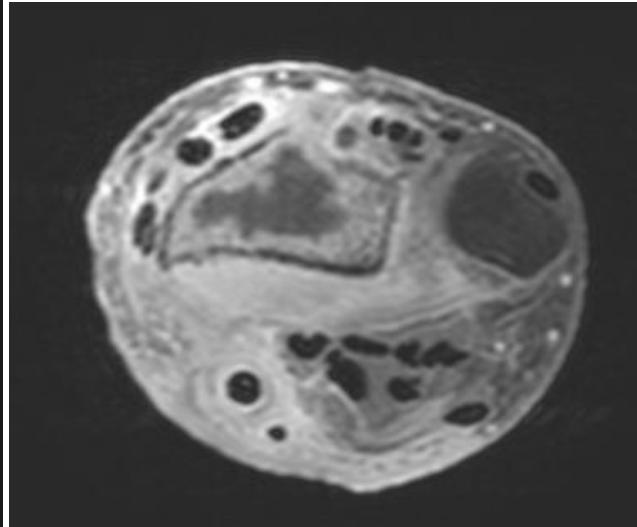
MRI



Beurteilung

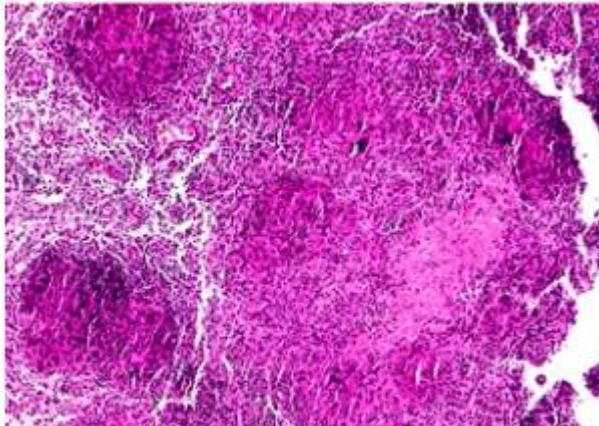
Sehr ausgedehnter infektiöser (DD neoplastischer) Prozess am distalen Vorderarm radialseitig mit kommunizierenden intra- und extraossären Abszesskollektionen und ausgeprägter umgebender Weichteilschwellung sowie permeativen Osteolysen des distalen Radius. Neben einem primär infektiösen Prozess ist letztlich auch eine Neoplasie (z.B. Weichteilsarkom, Osteosarkom, Lymphom) mit Superinfektion der nekrotischen Anteile denkbar; aufgrund der vornehmlich innerhalb der Flüssigkeitskollektionen lokalisierten Diffusionsrestriktion ist die infektiöse Genese jedoch wahrscheinlicher.

Zur weiteren Diagnostik ist eine Biopsie empfehlenswert.



Fallvorstellung

- Debridement im OPS (Tag 1):
 - alle Proben: 3x *Staph. aureus* nach Anreicherung TB negativ
 - wird durch Operateur als Osteomyelitis beurteilt
- Bei weiterer Unklarheit 2nd Look Tag 7:
 - .. «Aber das sieht doch wie TB aus??»
- Erst in 2. OP Säurefeste Stäbchen in Biopsie nachweisbar



Nekrotisierende Granulome



Verlauf

Nach 6 Wochen



Nach 3 Monaten



Kantonsspital Olten

3. HIPOP 20.01.2025

Tuberkulose im OP – Sicht des Anästhesisten

Offene Tuberkulose & Anästhesie

Aerosol Übertragung!

grosses Übertragungsrisiko bei Manipulation am Atemweg

Risiko sinkt in gut gelüfteter Umgebung durch starke Verdünnung

FFP2-Maske (bei multiresist. Tb → FFP3)

CAVE: Medikamenteninteraktion unter TB-Behandlung, z.B.

- Isoniazid (CYP Inhibitor)
- Rifamycine ((CYP Induktor)

Stay and play or...
run...?



Bild: KI-generiert, ChatGPT 5.2

Anästhesieformen und Risiken bei offener TB

Regionalanästhesie

Rückenmarksnahe & Regionalanästhesie bevorzugen

Vorteile:

- keine Manipulation am Atemweg
- Pat trägt chirurgische Maske
- Keine Provokation eines Hustenreizes

Immer FFP2-Maske bei Verdacht



Allgemeinanästhesie

Expositionsteam klein halten

Absaugen nur wenn notwendig, ggf. geschlossenes System verwenden

Verzicht auf Überdruck-Extubation, wenn anästhesiologisch vertretbar

Bei Extubation möglichst nicht in Richtung Hustenstoss stehen

Barträger

FIT-Check – Dichtsitzprüfung

Kein Betreten des Raumes bei undichter Maske



Aktuell einzige potenzielle
Möglichkeit für Barträger
→ Gebläsefiltergerät

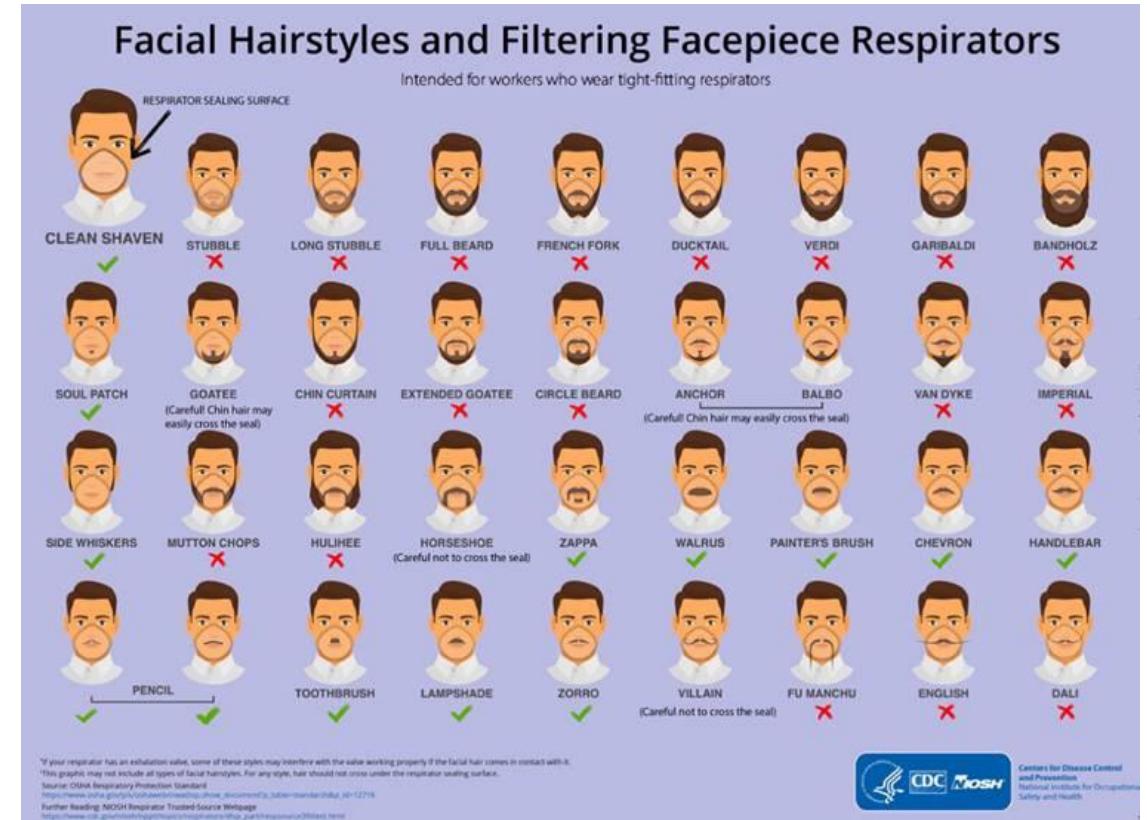


Abb. 1: Online verfügbar unter [Facial Hairstyles and Filtering Facepiece Respirators \(cdc.gov\)](#) (Stand 20.09.2021)
Dräger X-plore 8000 Hauben, 12.01.2026

Take Home Messages

Bei nicht offener TB, Risiko für infektiöse Aerosolbildung äusserst gering

Selbstschutz (v.a. auch bei Manipulation am Atemweg)

- Umgebung/Teamgrösse/Indikation
- FFP2-Maske
 - auch bei Verdacht
 - FIT-Check

Regionalanästhesie bevorzugen (Pat. mit MNS)



HIPOP 2026

Tbc aus Sicht der Infektionsprävention



Foto soH 2026

Richtlinien - Check

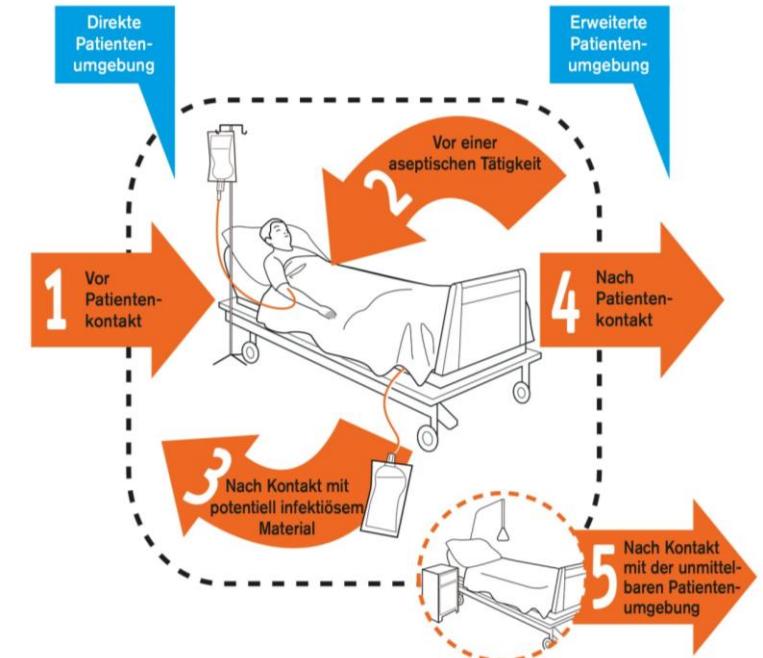
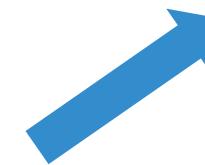
Infektionskrankheit oder Erreger	Übertragungs-weg	Infektiöses Material	Isolierung Schutz-massnahmen	Dauer der Isolierung	Bemerkungen	Meldung an die Infektions-prävention	Meldung an Kantons-arzt
Tuberkulose pulmonal, offen (und Verdacht)	Aerosol	Aus-atmungs-luft	A Aerosolisolation	Siehe RL	Siehe Hygienerichtlinie: Aerosolisolation	Ja	Ja
Tuberkulose, extrapulmonal, nässende Läsionen, inkl. Skrofula			S				
Tuberkulose, Hauttest positiv, keine Evidenz auf Erkrankung			S				
Tuberkulose, Meningitis			S				

Organtuberkulose (extrapulmonale Tuberkulose)



WUNDE

Keine
Aerosolbildung



Richtlinien - Check

Infektionskrankheit oder Erreger	Übertragungs-weg	Infektiöses Material	Isolierung Schutz-massnahmen	Dauer der Isolierung	Bemerkungen	Meldung an die Infektions-prävention	Meldung an Kantons-arzt
Tuberkulose pulmonal, offen (und Verdacht)	Aerosol	Aus-atmungs-luft	A Aerosolisolation	Siehe RL	Siehe Hygierichtlinie: Aerosolisolation	Ja	Ja
Tuberkulose, extrapulmonal, nässende Läsionen, inkl. Skrofula			S				
Tuberkulose, Hauttest positiv, keine Evidenz auf Erkrankung			S				
Tuberkulose, Meningitis			S				

Offene pulmonale Tbc

1.18.4 Aerosolisolation (z.B. bei offener pulmonaler Tuberkulose und Masern)

FFP-2 Maske	<p>Personal Alle Personen, welche den Patienten empfangen und betreuen oder sich im selben Raum aufhalten, tragen eine FFP2-Maske → Achtung: Der Rand der Maske muss dicht an der Gesichtshaut anliegen (Fit-Check).</p> <p>Patient</p> <ul style="list-style-type: none">- Patient wird nach dem Umbetten direkt in den OP Saal gefahren- Trägt eine chirurgische Maske auf dem Transport, im OP- Trakt bis zur Intubation und nach der Extubation- Intubation und Extubation im OP-Saal.
Saal	<ul style="list-style-type: none">- Wenn vorhanden, kann die Lüftung vor der OP auf Unterdruck eingestellt werden- (im BSS kann nicht auf Unterdruck umgeschaltet werden)- Nach Durchführung der Desinfektionsmassnahmen und Antrocknen des Desinfektionsmittels sollte der Luftaustausch erfolgt sein, und der Saal kann nach 30 min. weiter genutzt werden.
Reinigung: Reinigung OP Saal	<ul style="list-style-type: none">- Während der Reinigung trägt das Reinigungspersonal eine FFP2-Maske- OP-Zwischenreinigung gemäss Standard.

Es gilt im Übrigen die Arbeitshygiene im OP-Bereich



ISOLATION

(z.B. bei offener Tbc, Masern)

Zutritt nur für das am OP beteiligte Personal!

- FFP2-Maske im Patientenkontakt und vor Betreten des OP anziehen
- FFP2-Maske muss dicht sein (Achtung Bartträger)
Falls undicht, OP nicht betreten! (Fit-Check).

Übertragung offene Tbc

Patient:

- Niest
- Hustet
- spricht



• Definition: 1 Mikrometer = 0,000001 Meter = 1/1.000 Millimeter

Bei Exposition einer offenen Tbc oder bei Verdacht

Bei bestätigter offener Tuberkulose



Infektionsprävention macht Umgebungsabklärung (alle Mitpatienten und Personal)



Betroffene Mitarbeitende werden dem Personalärztlichen Dienst zur Abklärung angemeldet



Mitpatienten werden dem behandelnden Arzt zur Abklärung gemeldet

Vorgehen des Personalärztlichen Diensts

Betroffene Mitarbeitende sind alle:

- die mehr als 8 Stunden Patientenkontakt hatten
- die bei invasiven Tätigkeiten dabei waren



8 Wochen später werden diese Mitarbeitenden zur Blutentnahme einbestellt (Quantiferontest)



Sollten Test bei diesen Mitarbeitenden positiv ausfallen:

- Werden Mitarbeitende evaluiert die 6 Stunden Kontakt mit dem positiven Patienten hatten
- Alle Mitarbeitende mit Kontakt werden der Versicherung gemeldet
- Quantiferontests werden bei neuen Mitarbeitenden gemacht, wenn sie aus einem Risikogebiet stammen oder dort gearbeitet haben.

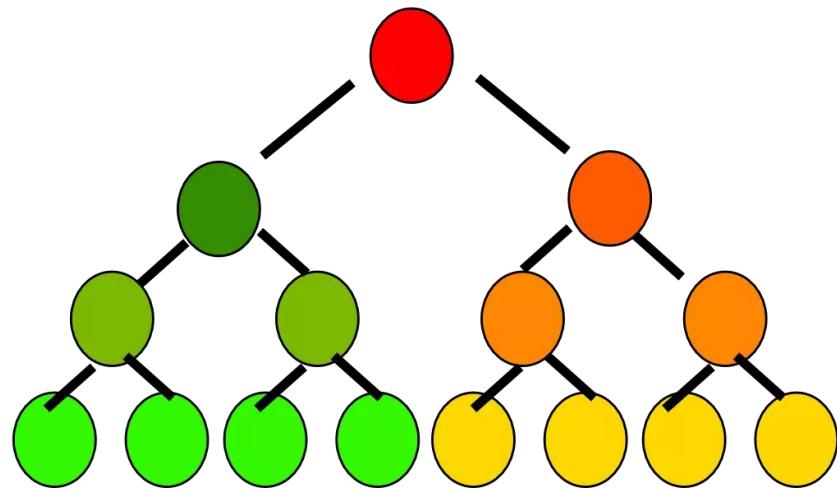
TAKE HOME

- **Unterscheide:**
Offene TB (Lungen-TB) & geschlossene TB («Organ»-TB)
- **Offene TB**
Patient – chir. Maske
Personal – FFP-2 Maske
- **Pragmatismus!**

TB - Diagnostik und Resistenzprüfung

20. Januar 2026
Claudia Fricker-Feer

Analytische Vorbemerkung



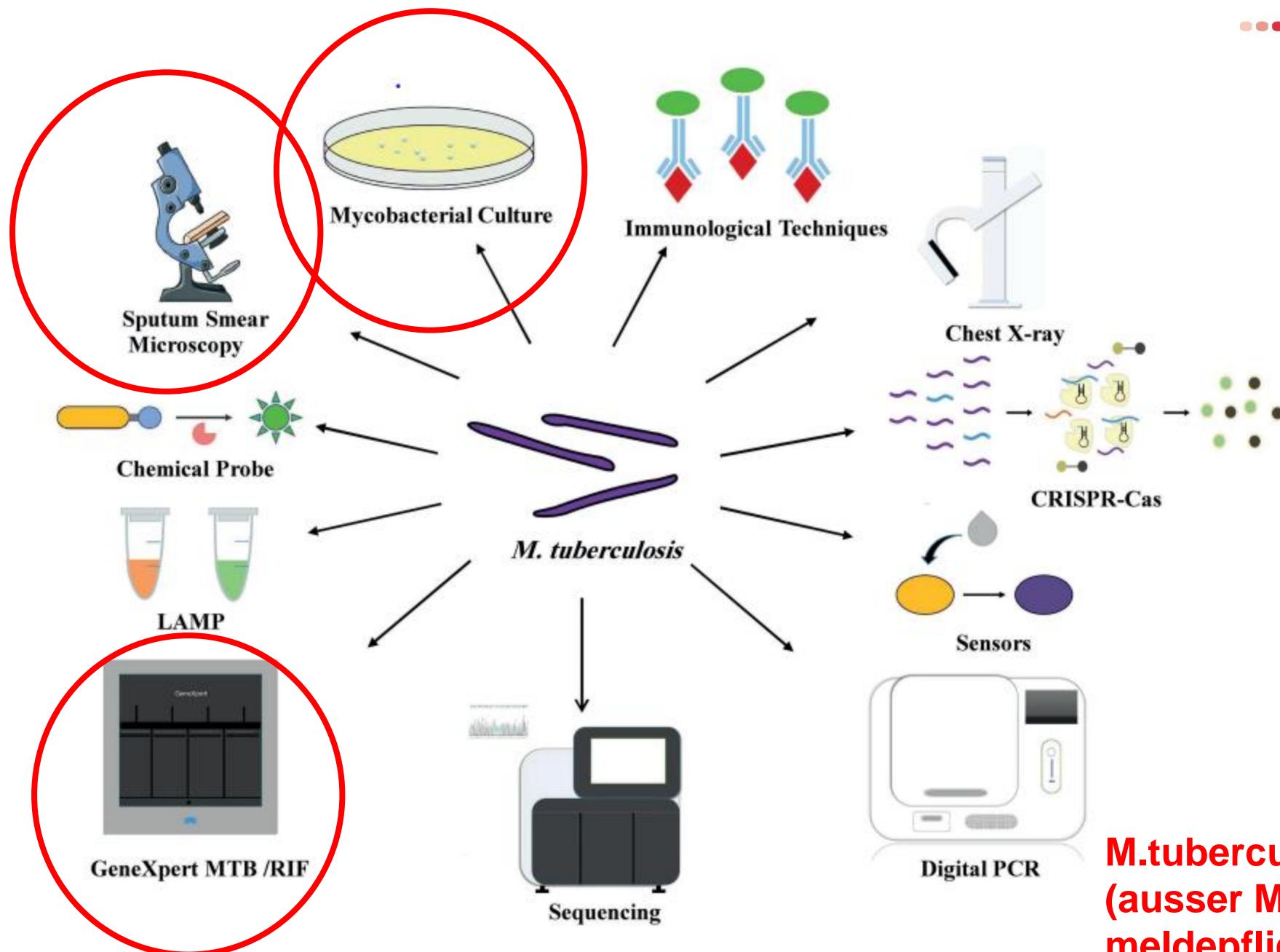
Bakterien vermehren sich durch Teilung



Generationszeit E.coli: 20min → nach 24h = **5 Trilliarden**

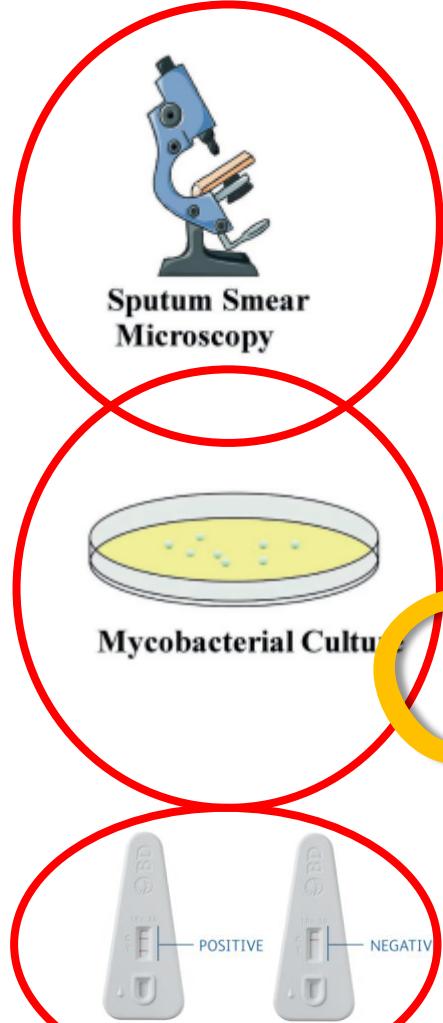
Generationszeit Mykobakterien: 18-24h = **2**





**M.tuberculosis-Komplex
(ausser M.bovis BCG) ist
meldepflichtig!!**

Klassische Bakteriologie



- Färbung nach Ziehl Neelsen



Quelle: https://meinlehrmittel.de/de/mathematik-naturwissenschaft/mikroskopie/mikropraeparate/praeparate-serien/botanik/einzelpraeparate-serien/mikropraeparat-mycobacterium-tuberculosis-ausstrich-positiven-sputumfaerbung-ziehl-neelsen?srstid=AfmBOoqpcnNfDq-zD6bGfB4xgvpUQumahTrC_MWhNQwTbpOWIWq2fQ2

- Kultur Flüssig
- Kultur Festmedium



Quelle: <https://www.fishersci.ca/shop/products/lowenstein-jensen-medium-lj/r08500>



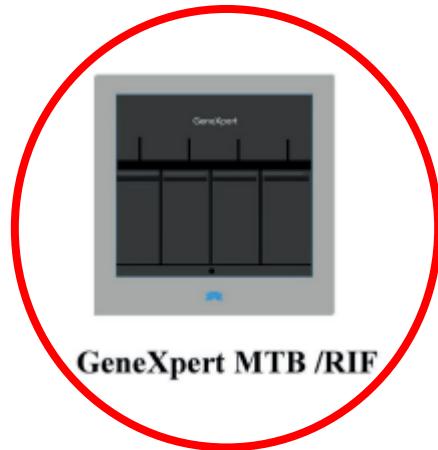
Quelle: <https://www.bd.com/de-ch/products-and-solutions/products/product-families/bd-bactec-mgit-mycobacterial-growth-indicator-tubes>

- TB- ID bei Wachstum (Schnelltest)

Aerosolübertragung → BSL 3 Labor!



Molekularbiologie

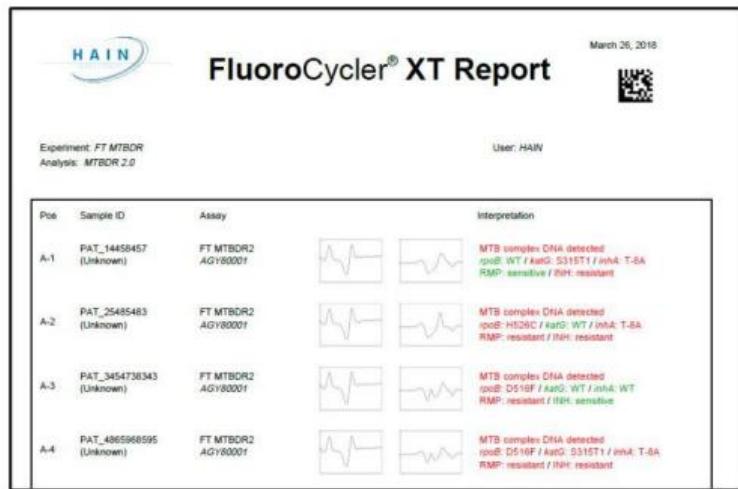


GeneXpert MTB /RIF

- rt-PCR
- inkl. Resistenzgen *rpoB*

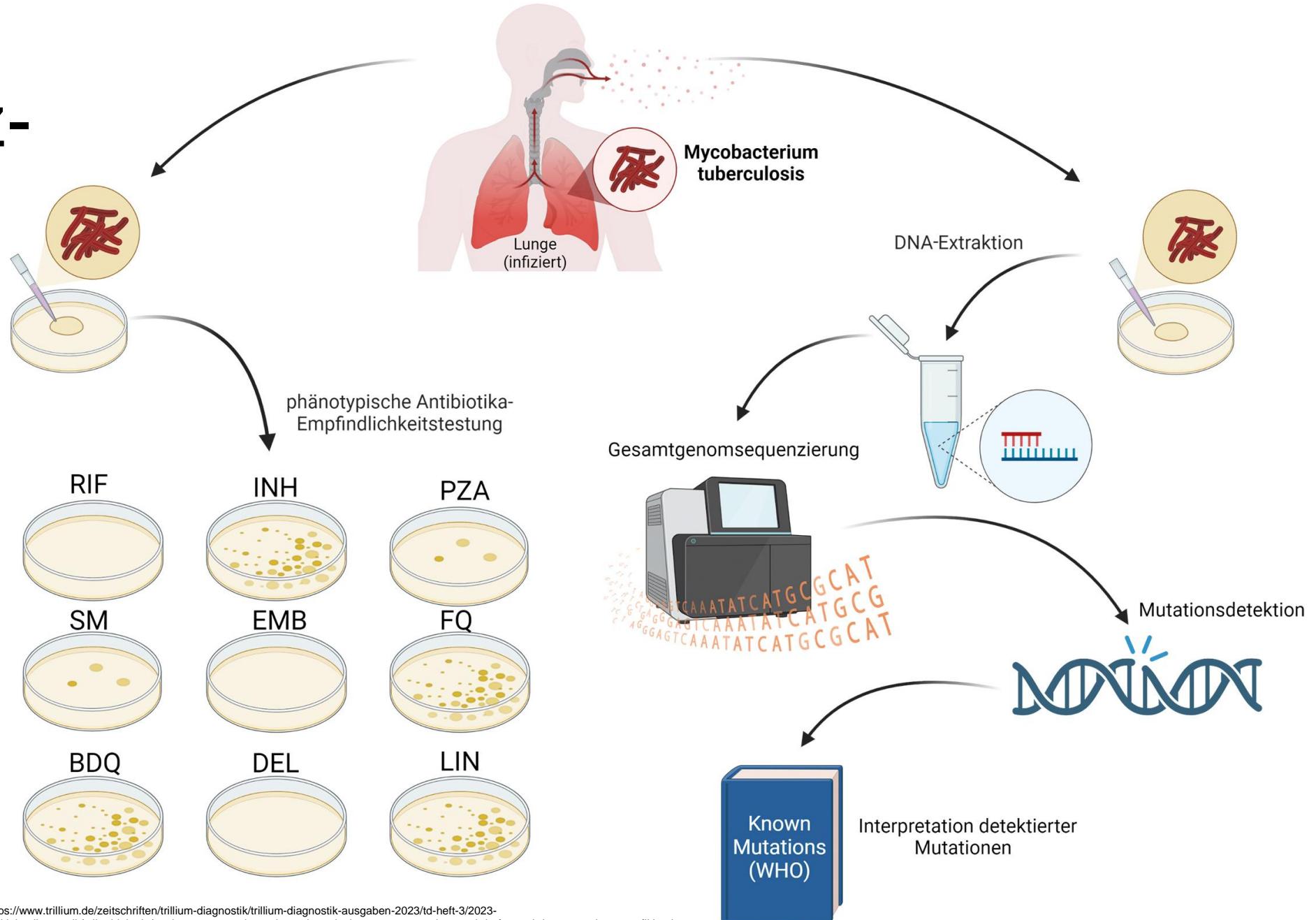


Quelle: <https://www.cepheid.com/en-CZ/tests/tb-emerging-infectious-diseases/xpert-mtb-rif-ultra.html#nav-id-2>



- Liquid Array Technik
- inkl. Resistenzgene *rpoB*, *katG*, *inhA*

Resistenz-testung



Untersuchungsauftrag

Material

Biopsie, Hämatom Markraum, Probe 2

Fragestellung

M. tuberculosis-Komplex PCR, Tbc / Mykobakterien

Klinische Diagnose

Brucelleninfekt, Pilzinfekt, Tuberkulose

PCR

M.tuberculosis-Komplex

½ Tg

SEHR SCHWACH POSITIV

Mutation rpoB-Gen

negativ

Mikroskopische Untersuchungen

Säurefeste Stäbchen

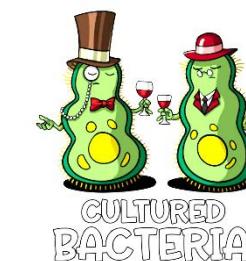
½ Tg

nicht nachweisbar

Kulturelle Ergebnisse

1 – 6 Wo

1. *Mycobacterium tuberculosis*



S = sensibel I = sensibel bei erhöhter Dosis

Ethambutol 5,0 mg/l

1.

S

Isoniacid 0,1 mg/l

+1 – 2 Wo

S

Pyrazinamid 100 mg/l

S

Rifampicin 0,5 mg/l

S

Kultur

- *Mycobacterium tuberculosis* [1]
- Rifampicin rpoB-Gen Wildtyp
- Isoniazid katG-Gen Wildtyp
- Isoniazid inhA-Gen Wildtyp

+2 – 5 Tg

Kein Hinweis auf eine Mutation im rpoB-Gen. Sensitivität für eine Rifampicin-Resistenz: 96% (Zhang et al. in: *Tuberculosis and the Tubercl Bacillus*. 2005. ASM Press, Washington DC).

Kein Hinweis auf eine Mutation weder im katG-Gen [20-80% der INH-relevanten Resistenzmutationen] noch im inhA-Gen [15-43% der Mutationen]. (Zhang et al. in: *Tuberculosis and the Tubercl Bacillus*. 2005. ASM Press, Washington DC).

TAKE HOME

- Mycobakterien – **langsame Wachstum**
- **PCR** – schnell (1/2 Tag)
- **Kultur** – «Goldstandard» (6-8 Wochen)
- «**Tender loving care!**»
[für Mykobakt. & (Labor-)Personal]



Kantonsspital Olten

3. HIPOP 20.01.2025

Tuberkulose im OP – Sicht des Infektiologen

Matthias Hoffmann, MD, DAS HCM
LA Infektiologie / Infektionsprävention, IFRC ERU

Kantonsspital
Olten

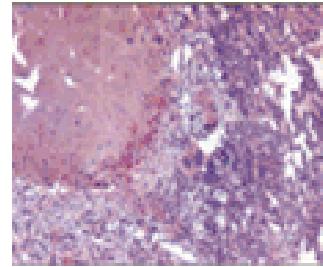
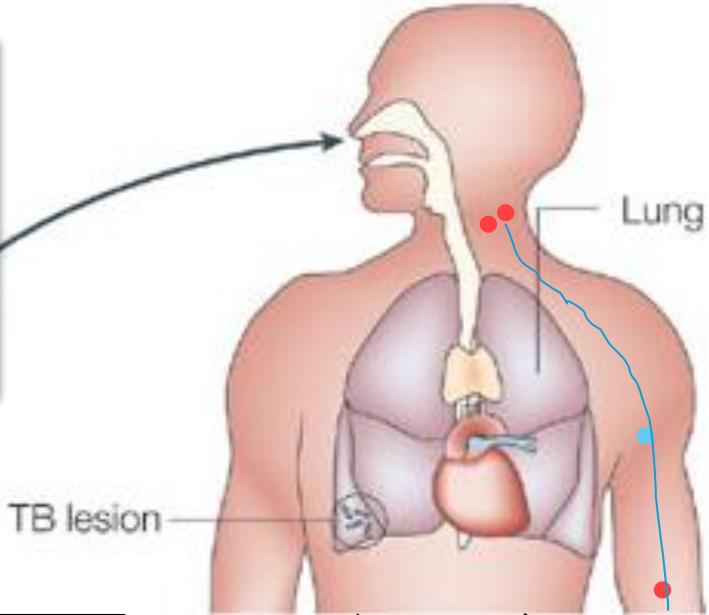
solothurner
spitäler soH

ZURÜCK ZUM FALL..... (♀, 82 J.)

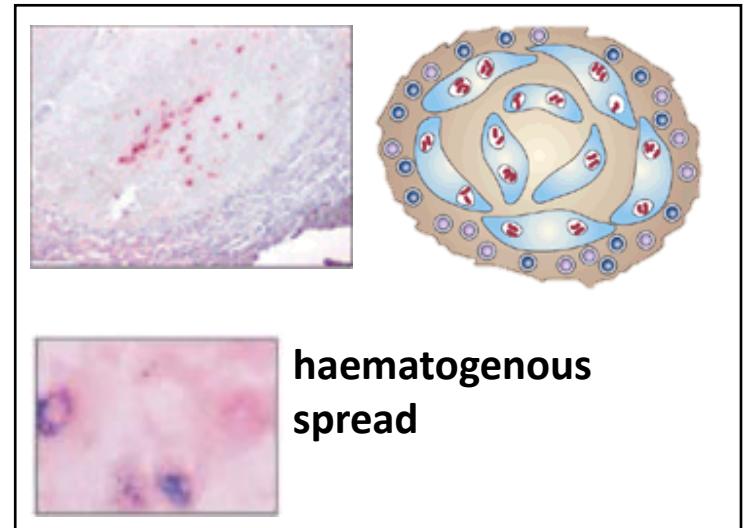
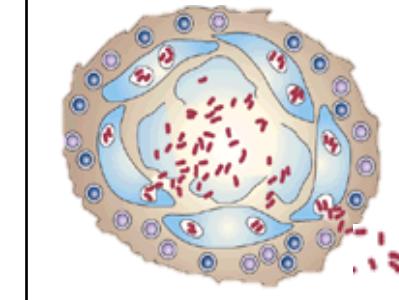
- **Warum jetzt?**
 - TB Pathophysiologie
 - TB Epidemiologie
- **Wie behandeln?**
 - Standard TB Therapie
- **Isolieren? - wie lange?**



Tuberkulosekontakt

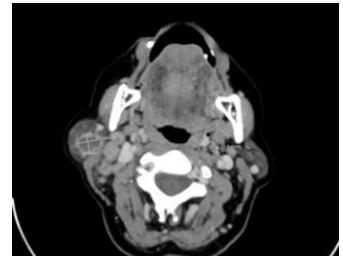
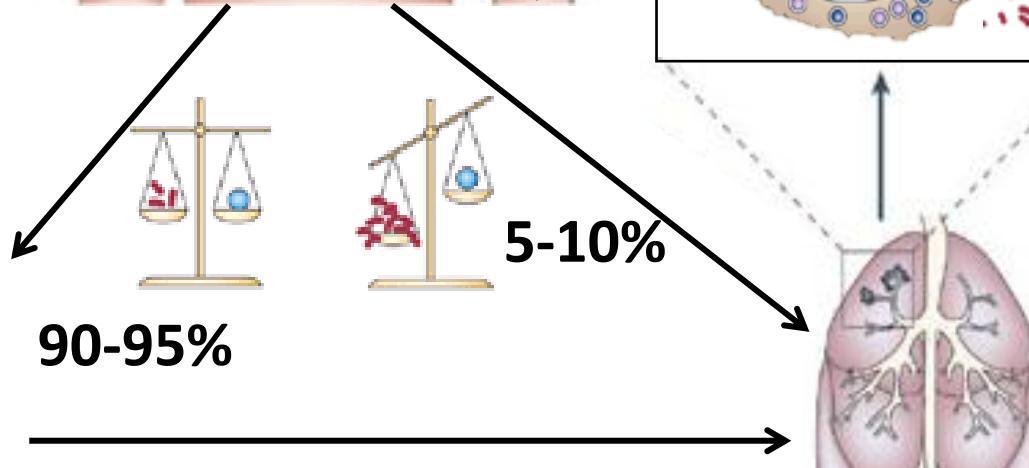


**Aktive
Tuberkulose**



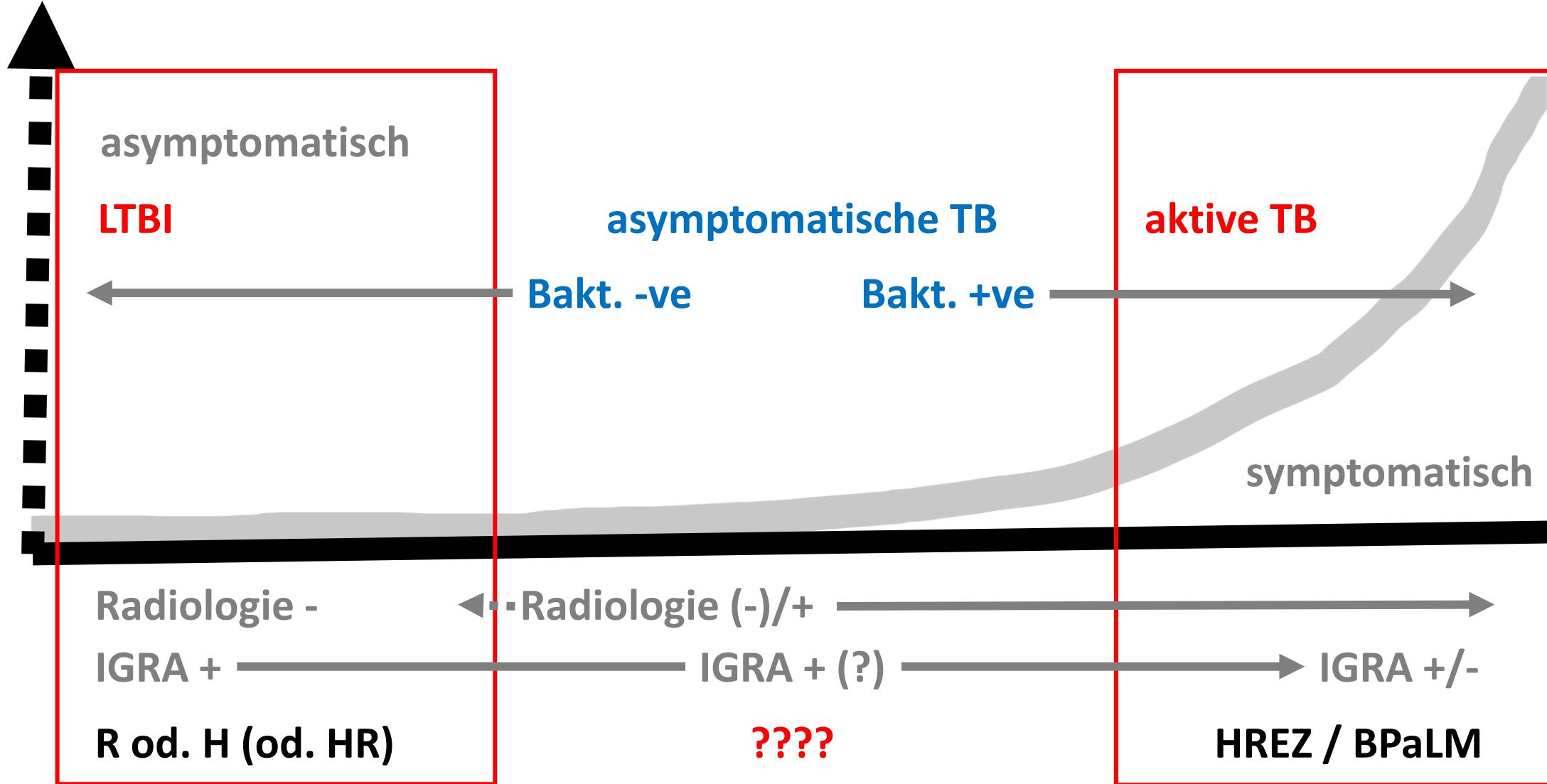
**haematogenous
spread**

Latente Tuberkulose (LTBI)

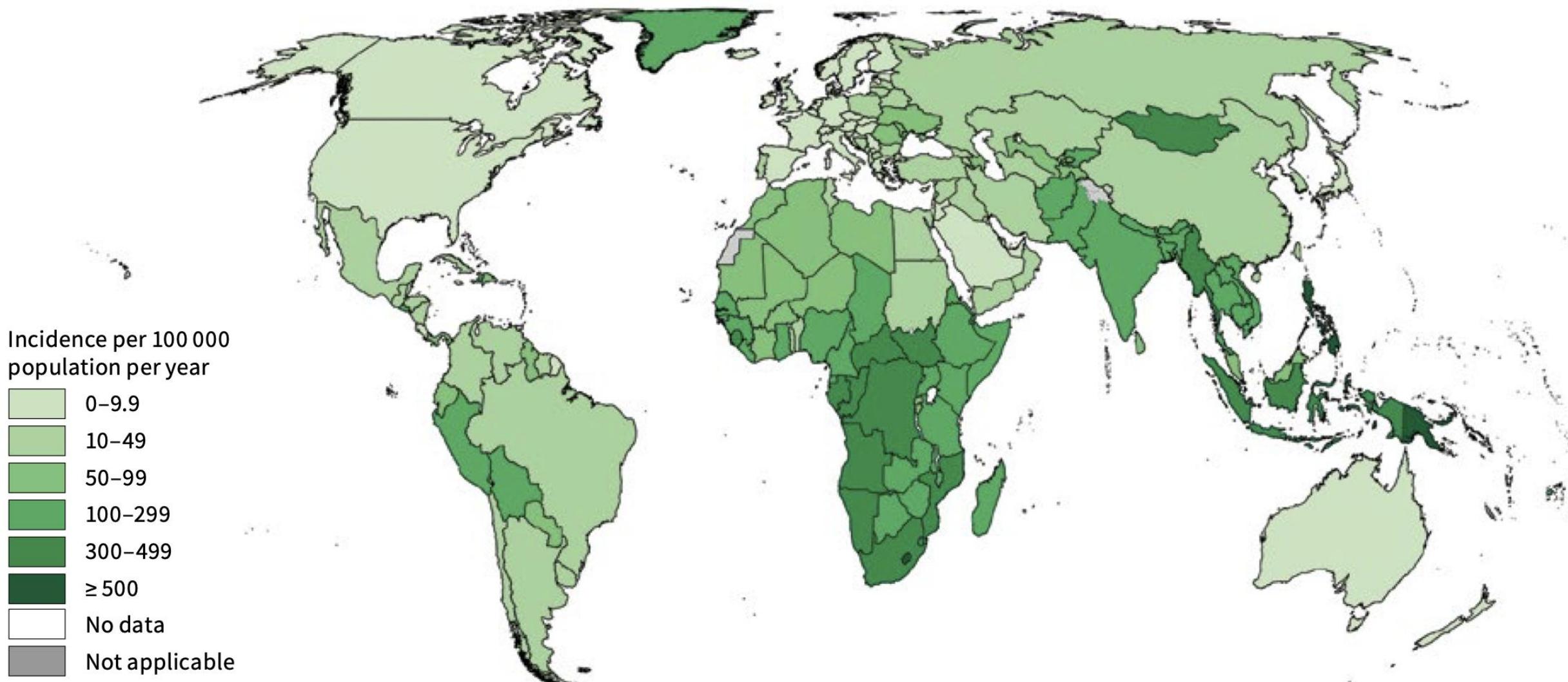


TB 2025... Paradigm-Shift

Klinik / Pathologie

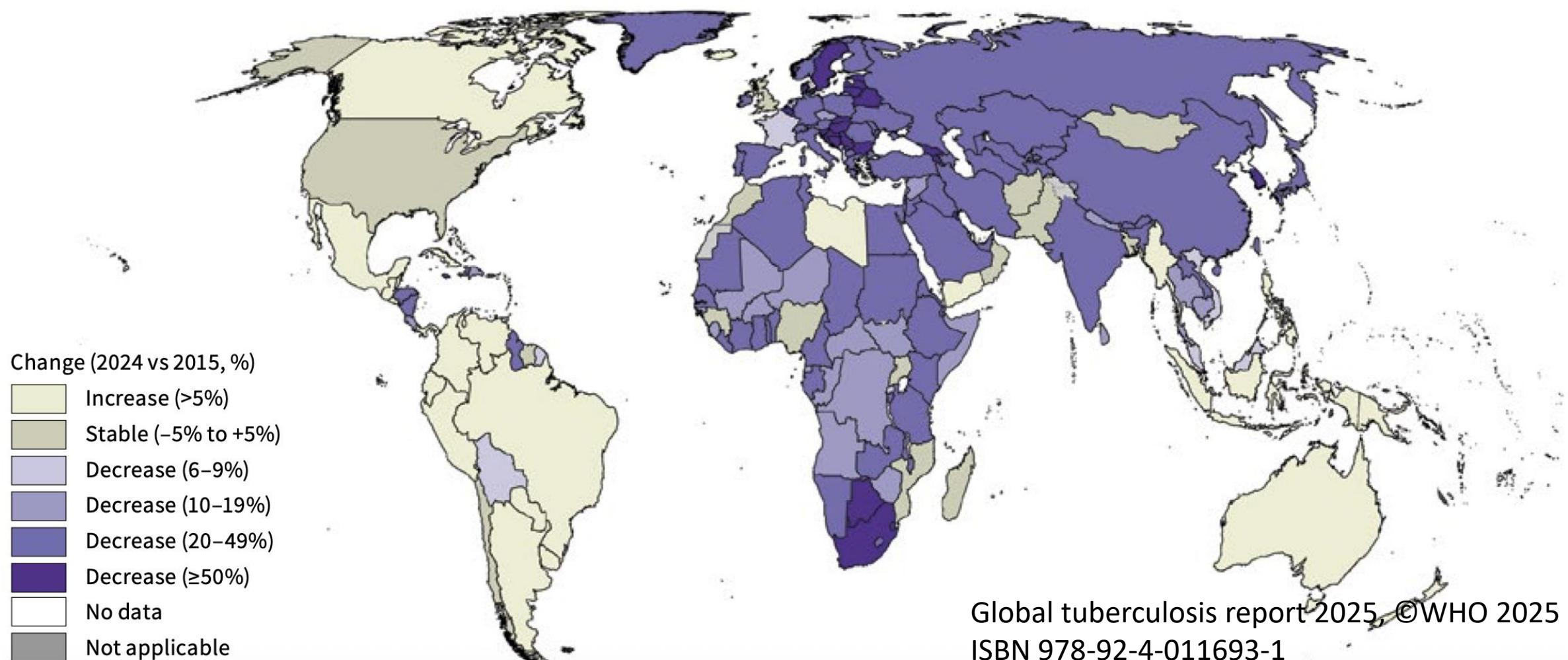


Estimated TB incidence rates at country level, 2024



Change (%) in the estimated TB incidence rate (new cases per 100 000 population per year) at country level, 2024 compared with 2015

The first milestone of the End TB Strategy was a 20% reduction by 2020, compared with 2015; the second milestone is a 50% reduction by 2025, compared with 2015. The last two categories (decrease 20–49%, and decrease $\geq 50\%$) distinguish the countries that have made the most progress towards the second milestone of the End TB Strategy.





Tuberkulose in der Schweiz und dem Fürstentum Liechtenstein 2002 bis 2022 nach Herkunft der Erkrankten und Erkrankungsbeginn nach Kalenderjahr

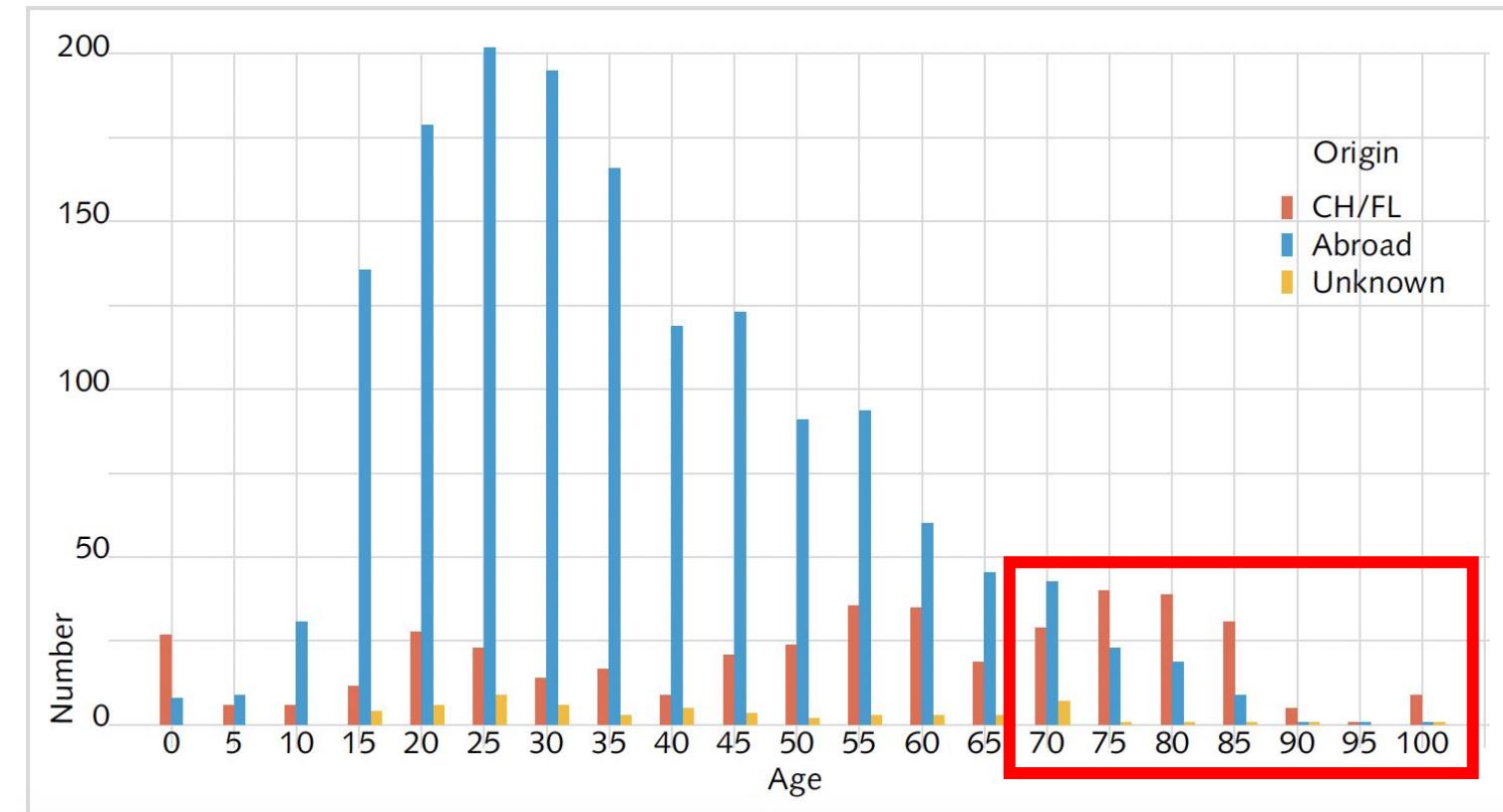
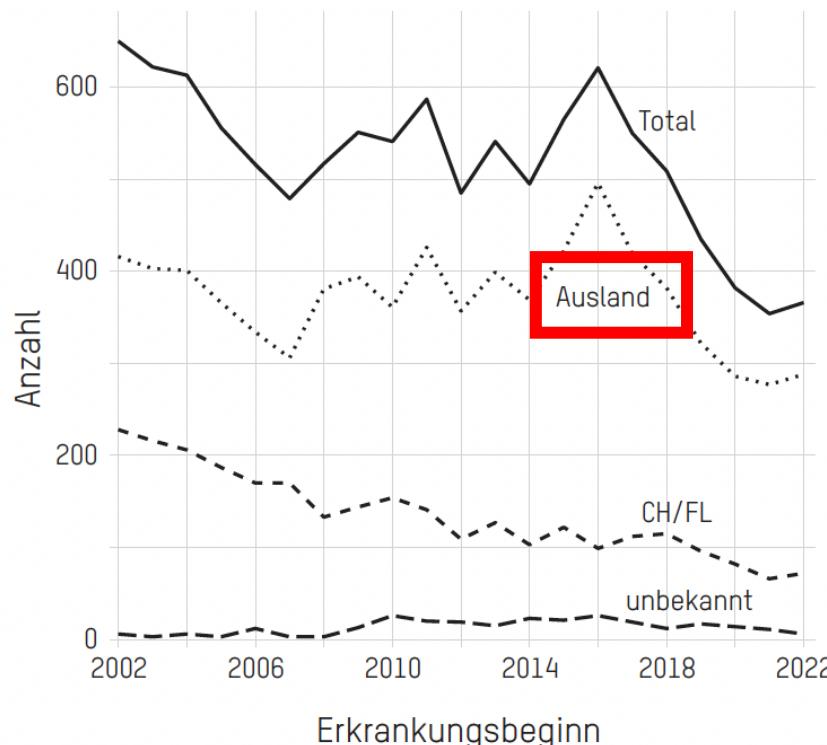
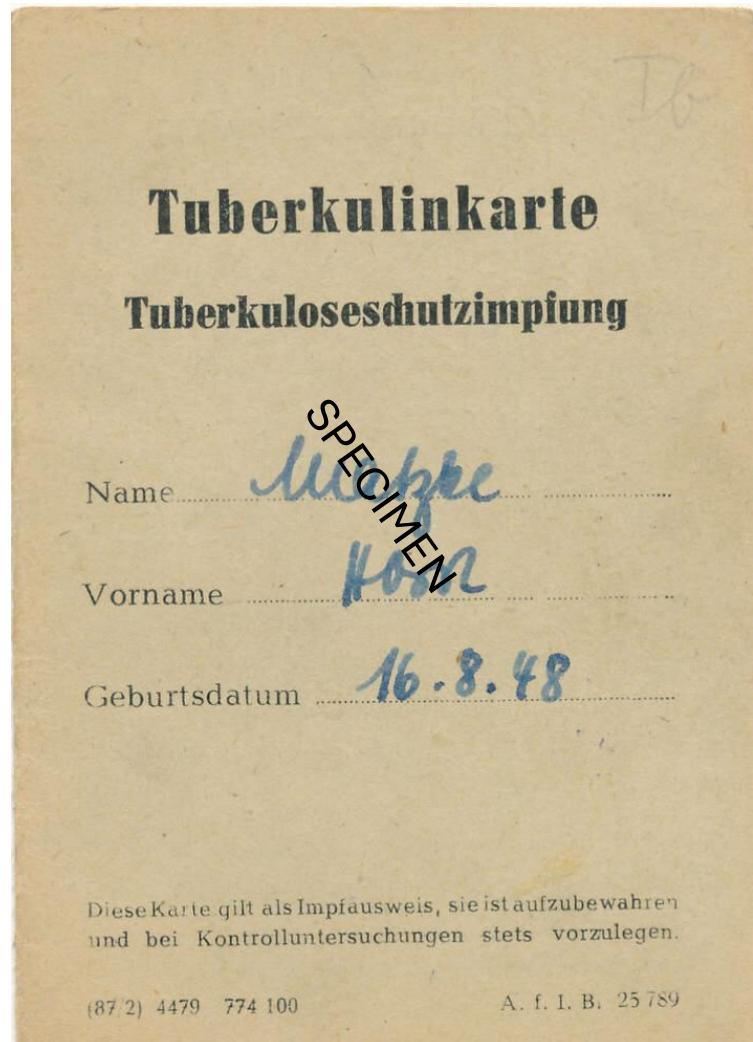
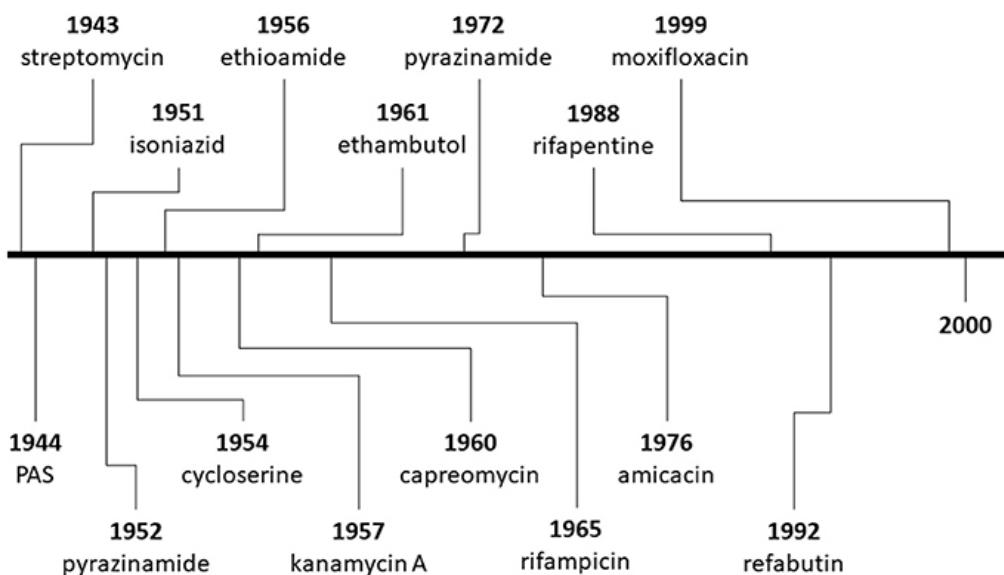


Abbildung 2-2 Dem Bundesamt für Gesundheit gemeldete Tuberkulose-Fälle von 2018 bis 2022 nach Alter und Herkunft (n = 2521)

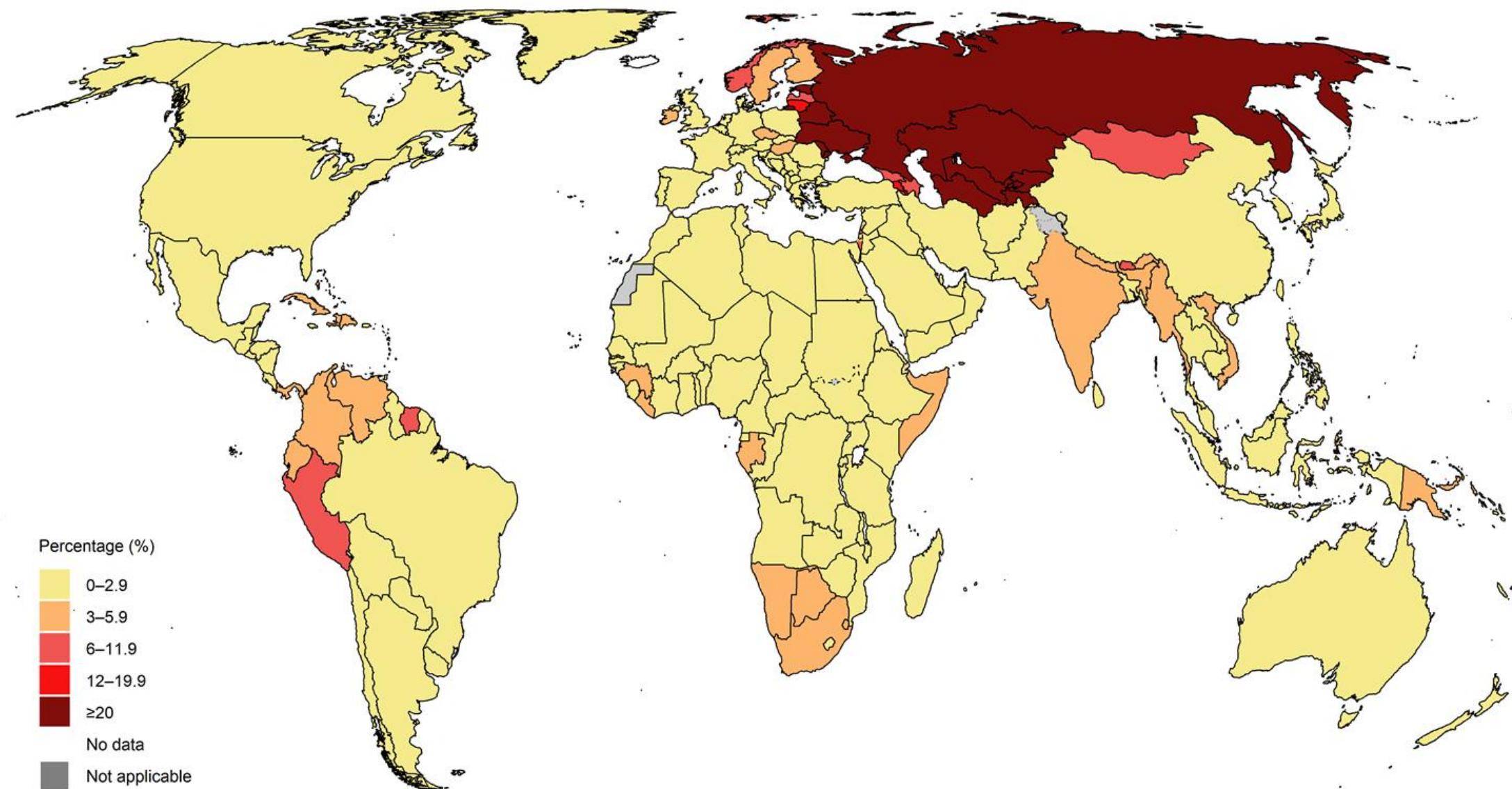
♀, 82 J.



- Als Teenager (c.a. 1957) whs. TB-Therapie (DDR)
 - Rx-Thorax – Pleurakuppenschwielen
 - BCG geimpft



Percentage of people with TB who had MDR/RR-TB, for those with no previous history of TB treatment, 2024



TB Standard[#]-Therapie 2026

Standardtherapie der Tuberkulose[#]

Initial- oder Intensivphase:

4 Medikamente: Isoniazid (H), Rifampicin (R), Pyrazinamid (Z) und Ethambutol (E) während 2 Monaten

Fortsetzungsphase:

2 Medikamente: Isoniazid (H) und Rifampicin (R) während 4 Monaten

Kurzbezeichnung: 2 HRZE / 4 HR

2 MT.		38-54kg	55-70kg	>70kg
Rimstar®	HRZE	3 Tbl.	4 Tbl.	5 Tbl.
*		40-49kg	50-64kg	>65kg
Rifater®	HRZ	4 Drg.	5 Drg.	6 Drg.

* Initialphase 2 Mt., falls alle Substanzen HRZE sensibel

4 MT.		<50kg	>50kg
Rifinah®	HR	3 Drg.	4 Drg.

& Vitamin B6 40mg QD

[#] CAVE: Abweichungen bei grossen Kavernen, extrapulmonaler TB (v.a. TB-Meningitis, ossäre TB u.a.)
→ infektiolog. Konsil / Rücksprache empfohlen!

♀, 82 J.

Untersuchungsauftrag	
Material	Biopsie, Hämatom Markraum, Probe 2
Fragestellung	M. tuberculosis-Komplex PCR, Tbc / Mykobakterien
Klinische Diagnose	Brucelleninfekt, Pilzinfekt, Tuberkulose
PCR	
M.tuberculosis-Komplex	sehr schwach positiv
Mutation rpoB-Gen	negativ
Mikroskopische Untersuchungen	
Säurefeste Stäbchen	nicht nachweisbar
Kulturelle Ergebnisse	
1. <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	
S = sensibel I = sensibel bei erhöhter Dosierung R = resistent f = folgt N = negativ P = positiv	
1.	
Ethambutol 5,0 mg/l	S
Isoniacid 0,1 mg/l	S
Pyrazinamid 100 mg/l	S
Rifampicin 1,0 mg/l	S
3. ~8 Wochen	

- Beginn TB Therapie (4-rer Kombination & Vit. B6)
& Clindamycin (*Staph.aureus* Weichteilinfektion)

♀, 82 J.

- UAW innert Tagen: Übelkeit und Erbrechen
 - Re-Hospitalisierung
- Nach 1 Mt. – 3-er Therapie
 - TB-Kultur: sensibel
 - Nausea nur leicht besser
- Nach 2 Mt. – 2-er Therapie





...aus 4 wird 9...

4-rer Therapie

Pharmacode	GTIN	BezeichnungD	Firma	Meldekategorie	Datum erste Meldung	Status	Datum letzte Meldung
3320389	7680567680032	RIMSTAR Filmtabl 150/75/400/275 60 Stk	Sandoz Pharmaceuticals AG	1	02.12.2016	9 abgeschlossen	06.12.2016
3320389	7680567680032	RIMSTAR Filmtabl 150/75/400/275 60 Stk	Sandoz Pharmaceuticals AG	1		9 abgeschlossen	12.11.2021
3320389	7680567680032	RIMSTAR Filmtabl 150/75/400/275 60 Stk	Sandoz Pharmaceuticals AG	1	10.12.2021	9 abgeschlossen	17.12.2021
3320389	7680567680032	RIMSTAR Filmtabl 150/75/400/275 60 Stk	Sandoz Pharmaceuticals AG	1	18.03.2022	9 abgeschlossen	20.05.2022
3320389	7680567680032	RIMSTAR Filmtabl 150/75/400/275 60 Stk	Sandoz Pharmaceuticals AG	1	29.09.2023	9 abgeschlossen	14.08.2024
3320389	7680567680032	RIMSTAR Filmtabl 150/75/400/275 60 Stk	Sandoz Pharmaceuticals AG	1	26.05.2025	9 abgeschlossen	06.06.2025
3320389	7680567680032	RIMSTAR Filmtabl 150/75/400/275 60 Stk	Sandoz Pharmaceuticals AG	1	08.07.2025	9 abgeschlossen	12.09.2025

3-er Therapie

Pharmacode	GTIN	BezeichnungD	Firma	Meldekategorie	Datum erste Meldung	Status	Datum letzte Meldung
1236259	7680470630353	RIFATER Drag 60 Stk	Sanofi-Aventis (Suisse) SA	1	27.11.2018	9 abgeschlossen	26.07.2019
1236259	7680470630353	RIFATER Drag 60 Stk	Sanofi-Aventis (Suisse) SA	1	21.10.2021	9 abgeschlossen	21.11.2021
1236259	7680470630353	RIFATER Drag 60 Stk	Sanofi-Aventis (Suisse) SA	1	26.12.2021	9 abgeschlossen	31.12.2021
1236259	7680470630353	RIFATER Drag 60 Stk	Sanofi-Aventis (Suisse) SA	1	13.01.2022	9 abgeschlossen	03.02.2022
1236259	7680470630353	RIFATER Drag 60 Stk	Sanofi-Aventis (Suisse) SA	1	19.05.2022	9 abgeschlossen	18.08.2022

♀, 82 J.

- Nach **6 Monaten** – Stop der Therapie
 - Fx klinisch verheilt (stabile Funktion)
 - Gewichtsverlust (nochmals) c.a. 5 kg wg. Übelkeit

Aerosolisolation bei TB(-Verdacht)*

*nur für Rif-sensible TB!

	ALT	NEU
Dauer:	• Richtwert: 14 Tage	• 3-5 Tage
Kontrolle:	• Sputumkonversion • Klinische Besserung	• bis - afebril - AZ Verbesserung - Husten abnehmend - Tx-Verträglichkeit gesichert
Arbeitsausschluss	• 14 Tg.	• 14 Tg

TAKE HOME

- **Global** – «world's leading cause of death» (Infektionen)
- **Systemische Infektion** – Continuum (über Jahrzehnte)
- **Therapie** – «no problem» (ABER.... kompliziert)
- **Isolation** – kürzer ist besser!

**DANKE FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT
UND IHRE FRAGEN / DISKUSSION**