

7. Dialog Wasserrahmenrichtlinie und Landwirtschaft

Güstrow

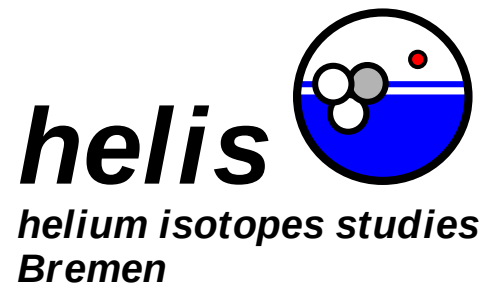
16.11.2017

Grundwasserdatierung

Umweltspurenstoffe $\Rightarrow$

Tracer zur Untersuchung der Grundwasserdynamik

Jürgen Sültenfuß suelten@uni-bremen.de

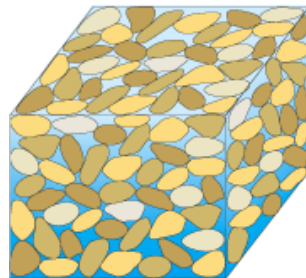
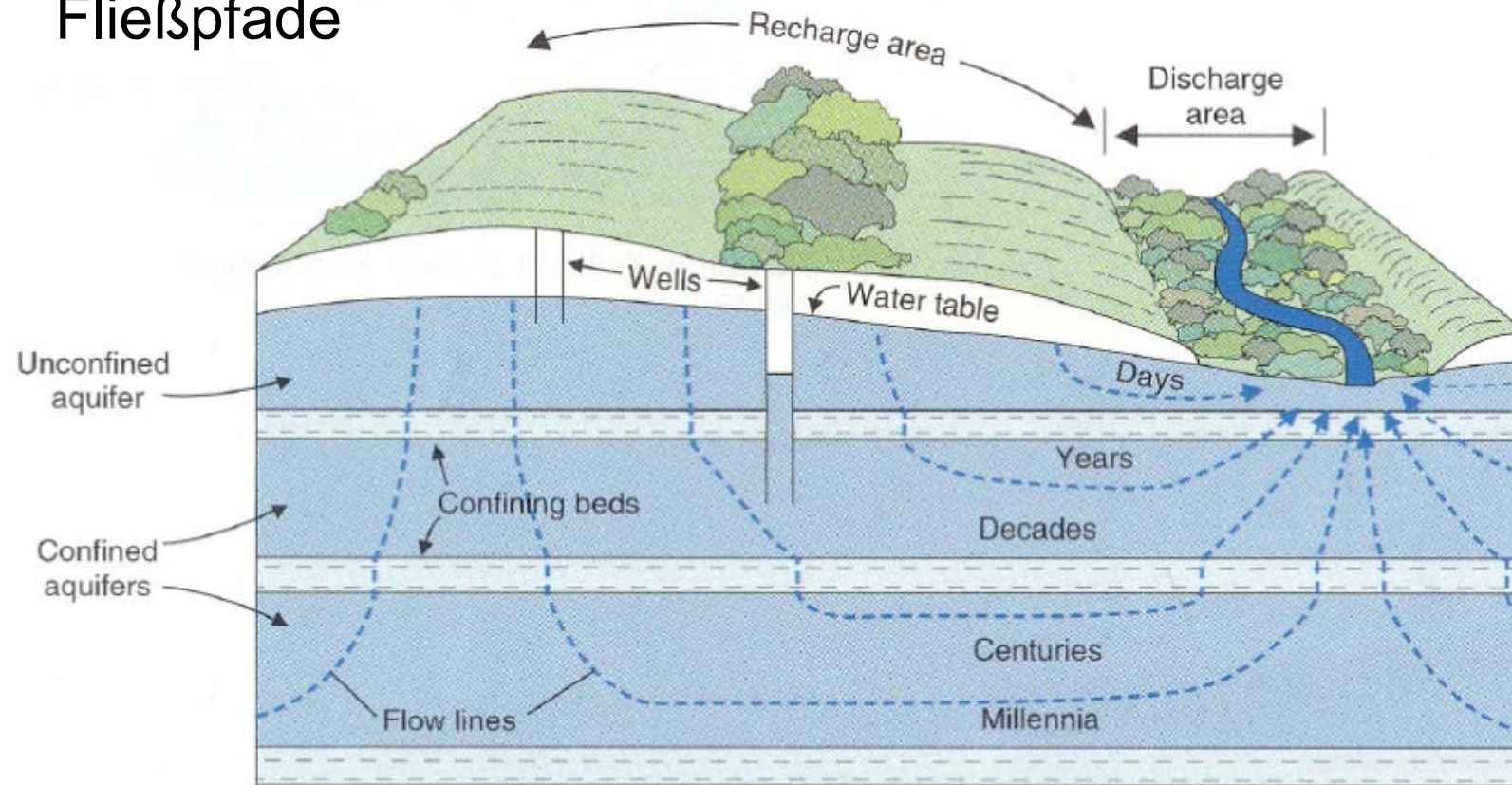


www.noblegas.uni-bremen.de

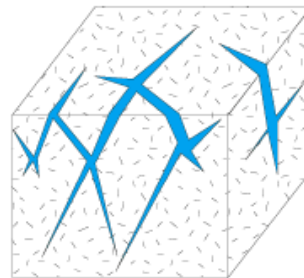


Institut für Umweltphysik
Abt. Ozeanographie

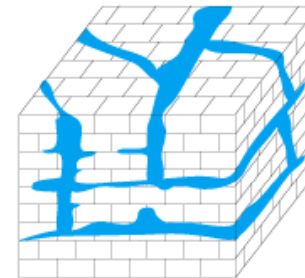
Fließpfade



A. Well-sorted sand



B. Fractures in granite



C. Caverns in limestone

definiere Grundwasseralter:
wann war der Geburtstag?

Grundwasseralter
Erneuerungszeitraum
Aufenthaltsdauer
Infiltrationszeitraum
Fließgeschwindigkeit

Zeitdifferenz zwischen Probennahme und letztem Kontakt zur
Atmosphäre
– typischerweise am Grundwasserspiegel

exakt nur für ein „Wasserpaket“
angemessen wenn Dispersion $\ll$ Advektion

Bedingungen für Datierung:

- kurze Filterstrecken
- keine Karst GW-Systeme
- zeitlich nicht veränderliche Dynamik

Welche Werkzeuge sind verfügbar?

⇒ hängt ab von Längen- und Zeitskala des Systems

- ◆ Messung des GW-Spiegels + Parameter des GWL + Modelle

- ◆ künstliche Tracer (Farbstoffe) für kurze Zeiten und Ausdehnungen

- ◆ Umwelttracer

sollen sich mit dem Wasser bewegen !!

Welche Tracer sind verfügbar?

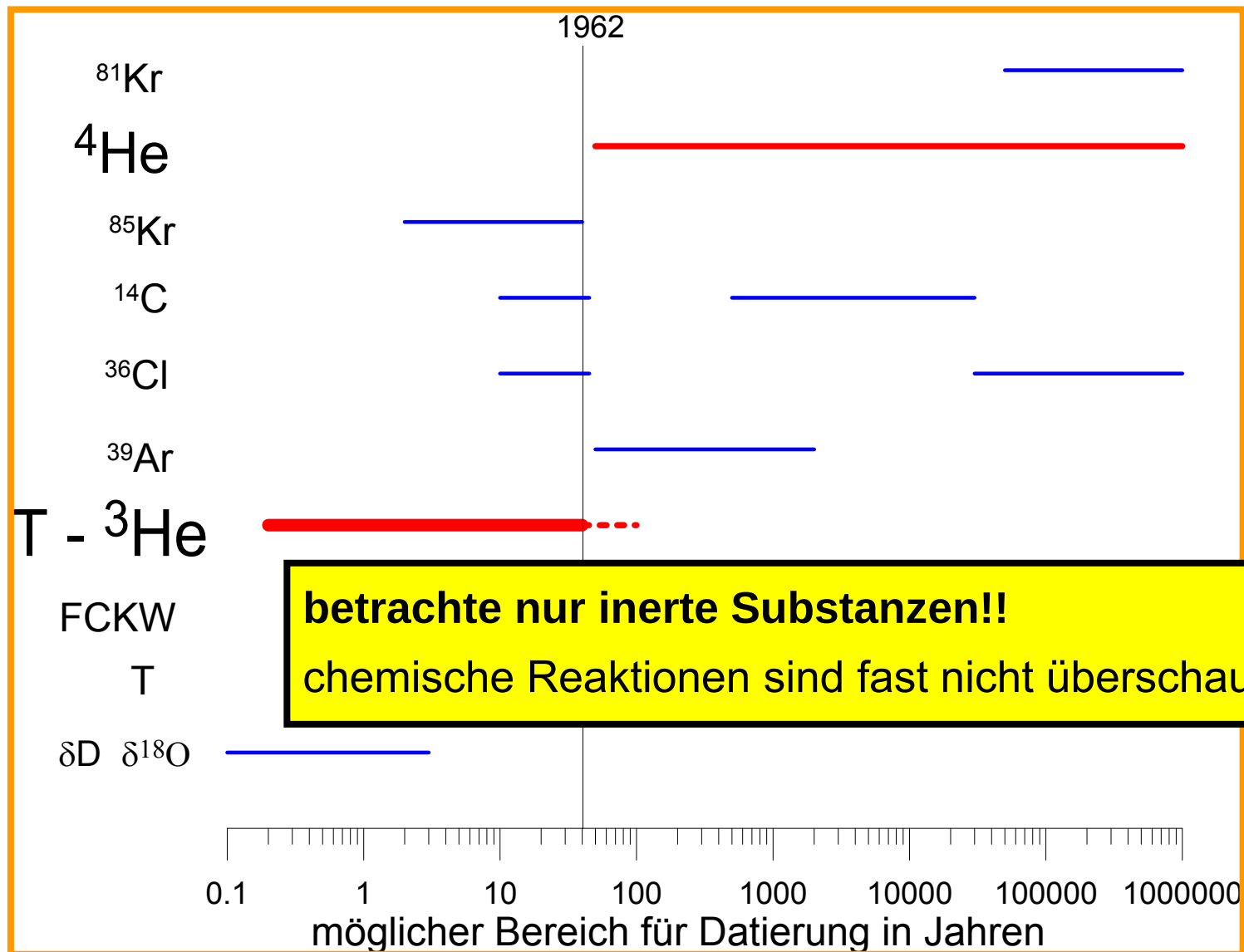
Was sind deren Zeitskalen?

Wie verlässlich sind die Daten?

Wie sieht es mit der Handhabung und den Kosten aus?

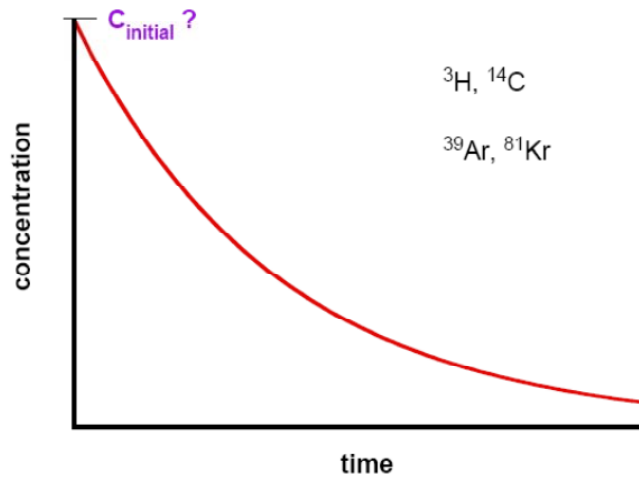
Besondere Bedingungen?

möglicher Zeitraum für der Datierung

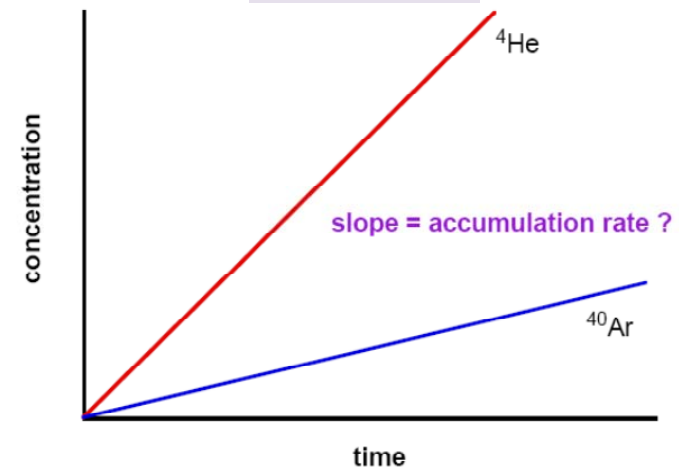


Uhren für das Wasser

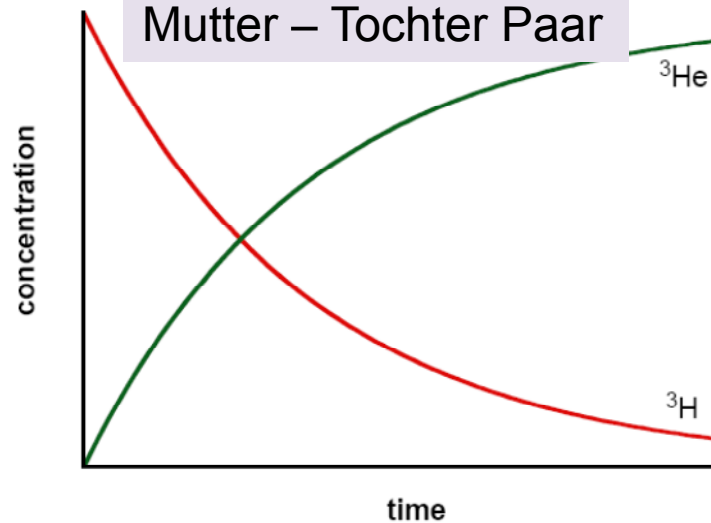
radioaktiver Zerfall



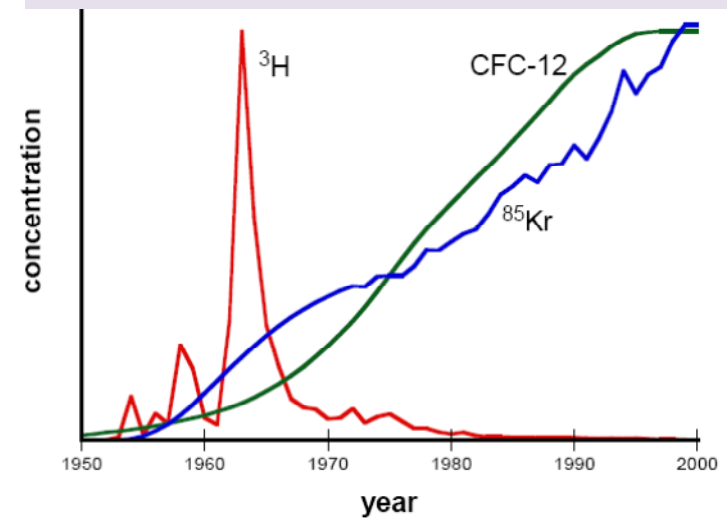
Zuwachs



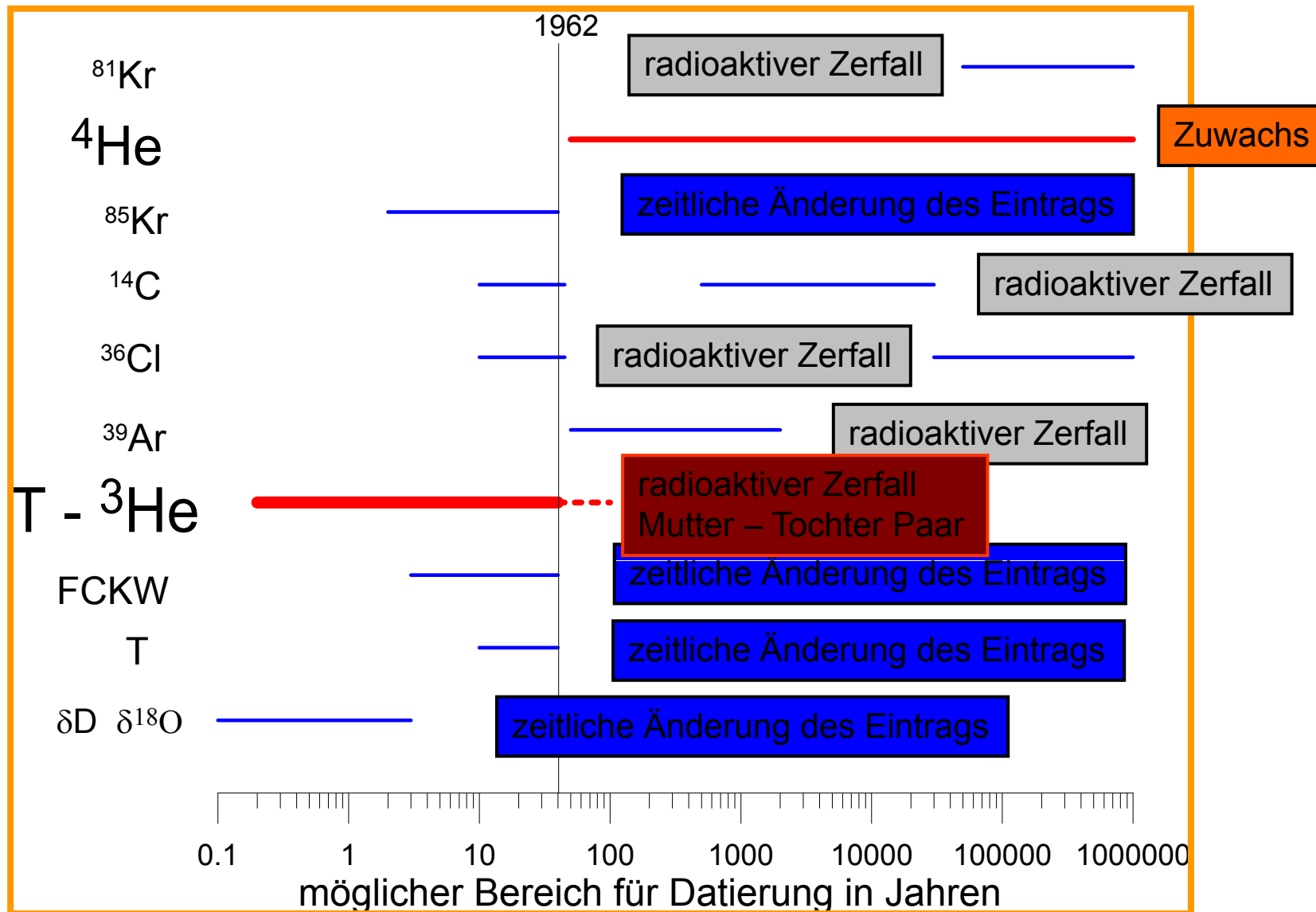
radioaktiver Zerfall Mutter – Tochter Paar



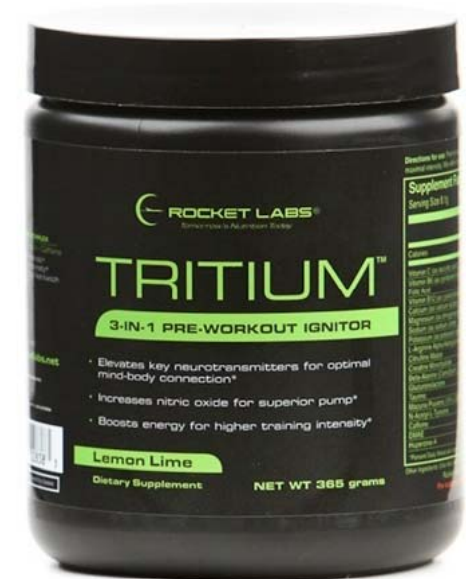
zeitliche Änderung des Eintrags



möglicher Bereich der Datierung



Untersuchungen an Tritium



^3H oder T: radioaktiver Wasserstoff

anthropogenes Tritium von Fusionsbombentests 1955 - 1963

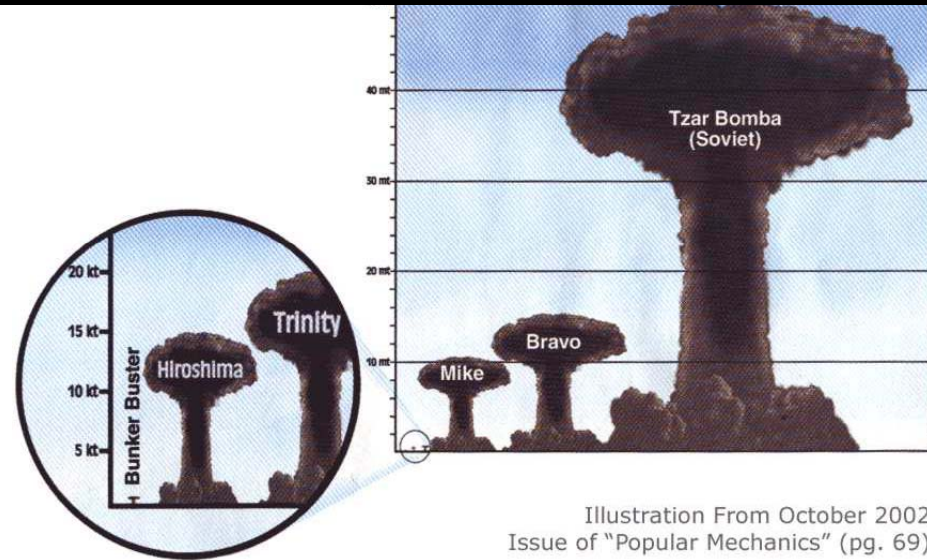
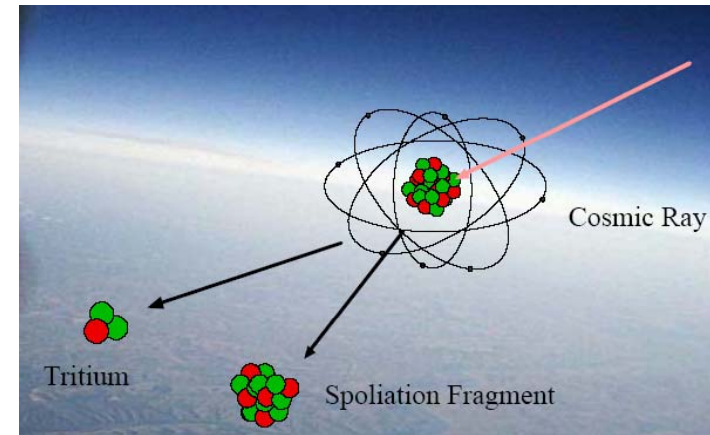


Illustration From October 2002
Issue of "Popular Mechanics" (pg. 69)



Herkunft, Einheit

Natürliches Tritium über kosmische Strahlung:
 $^{14}\text{N}(n,^3\text{H})^{12}\text{C}$



Schnelle Reaktion zu $^1\text{H}^3\text{HO} \rightarrow$ Wasserkreislauf

Menge des natürlichen Tritium = 4kg

globale Wassermasse: 1.4×10^{21} kg $\text{H}_2\text{O} = 1.6 \times 10^{20}$ kg H

1 TU (tritium unit) = $^3\text{H}/^1\text{H} = 10^{-18}$

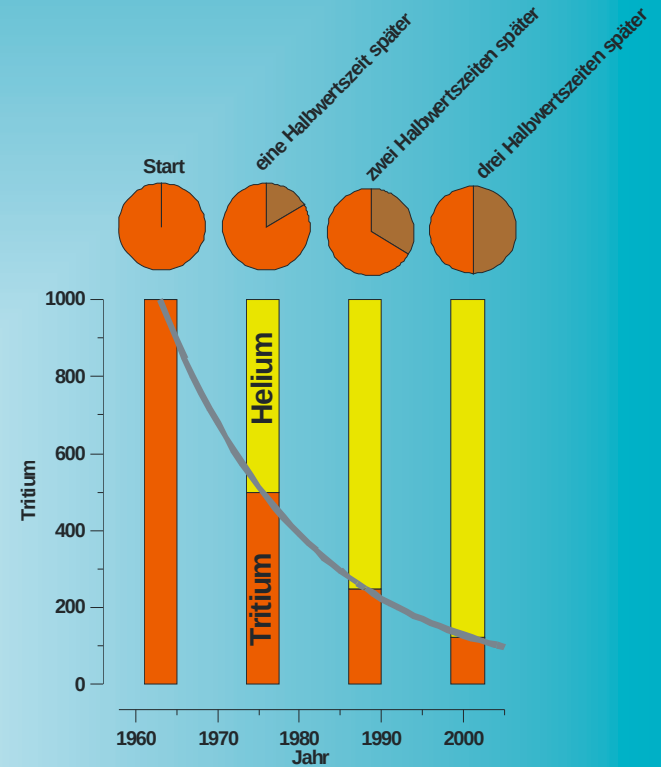
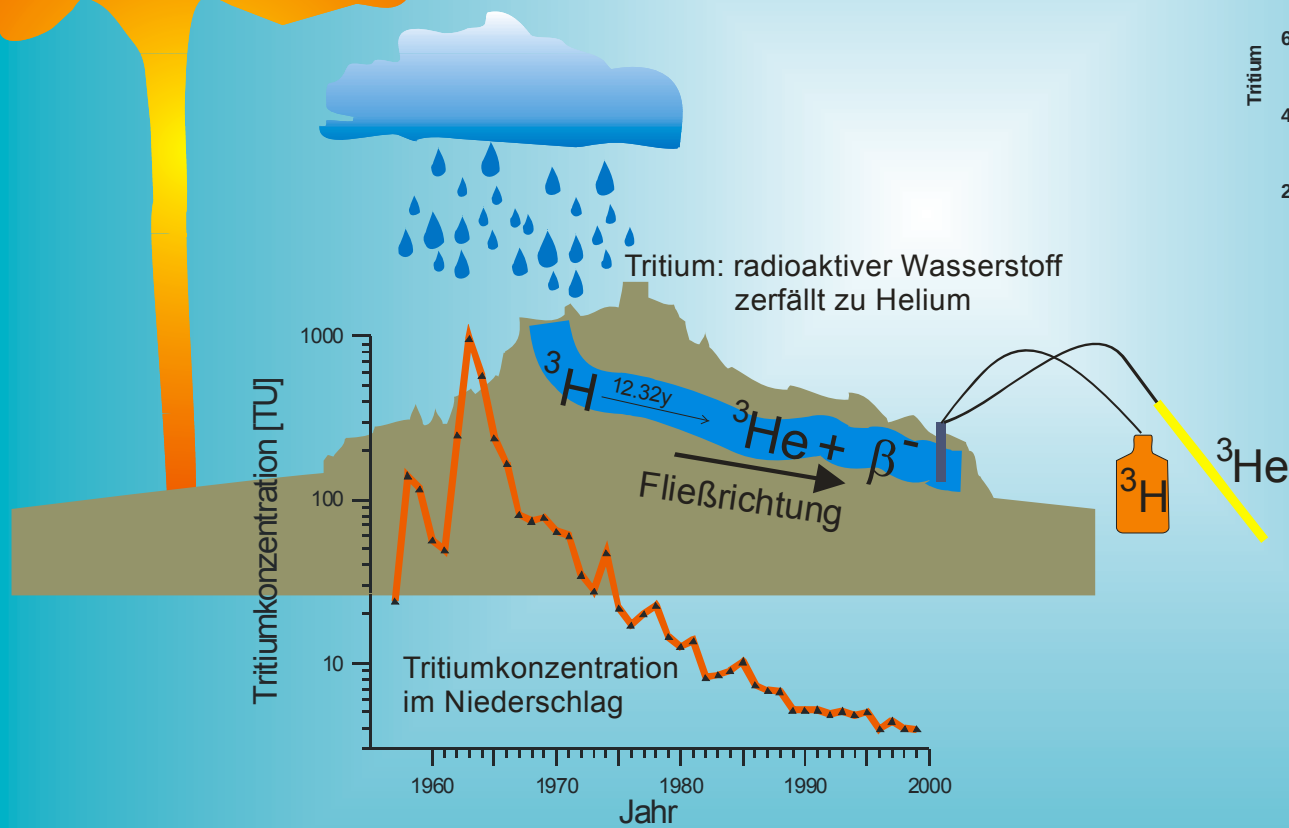
$= 0.118 \text{ Bq/kg} = 1.11 \times 10^{-16} \text{ mol/kg} = 6.68 \times 10^7 \text{ Atome/kg}$

Halbwertszeit: 12,32 J

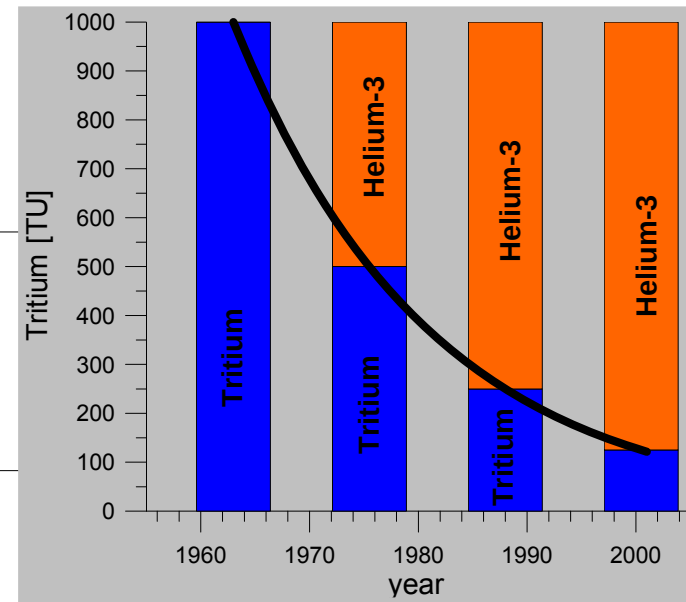
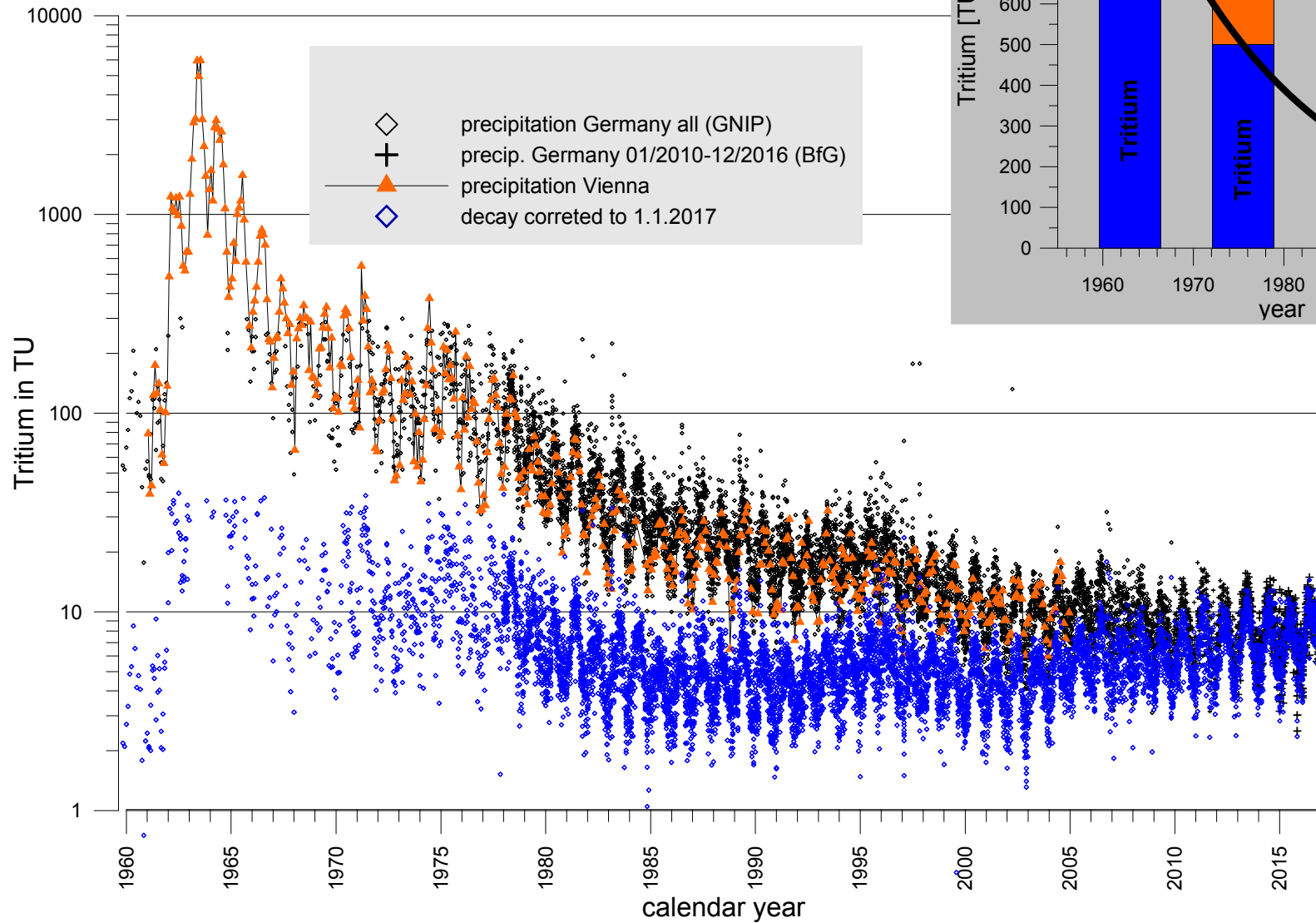
Zerfallsprodukt: ^3He

Eine radioaktive Uhr im Grundwasser: Altersbestimmung von Grundwasser mit radioaktivem Wasserstoff (Tritium, ^3H)

Wasserstoffbomben-
Tests 1962/63



Tritium im Niederschlag in Deutschland



einfache **Probennahme**



Probenaufarbeitung im Labor:

zur Tritium-Messung:

vollständige Entgasung der Probe

anschließend Lagerung für ^3He -Anwachs

zur He-Messung:

Extrahieren der Probengase aus dem Wasser

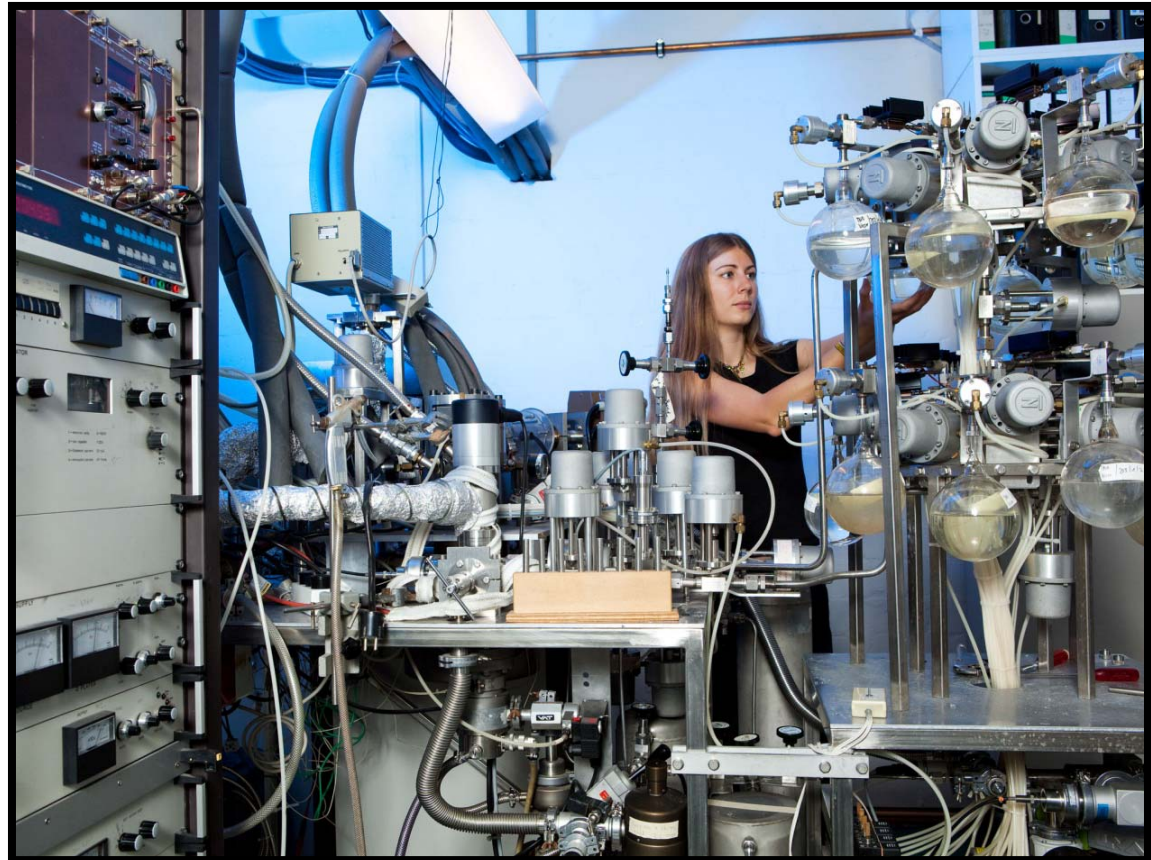
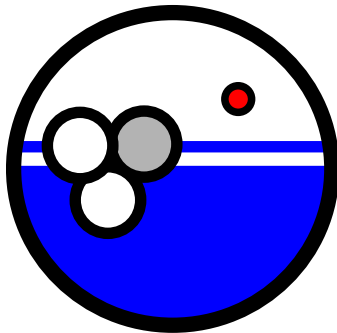
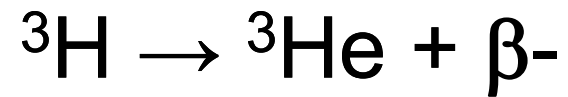
low-level Tritium Analysen mit ^3He

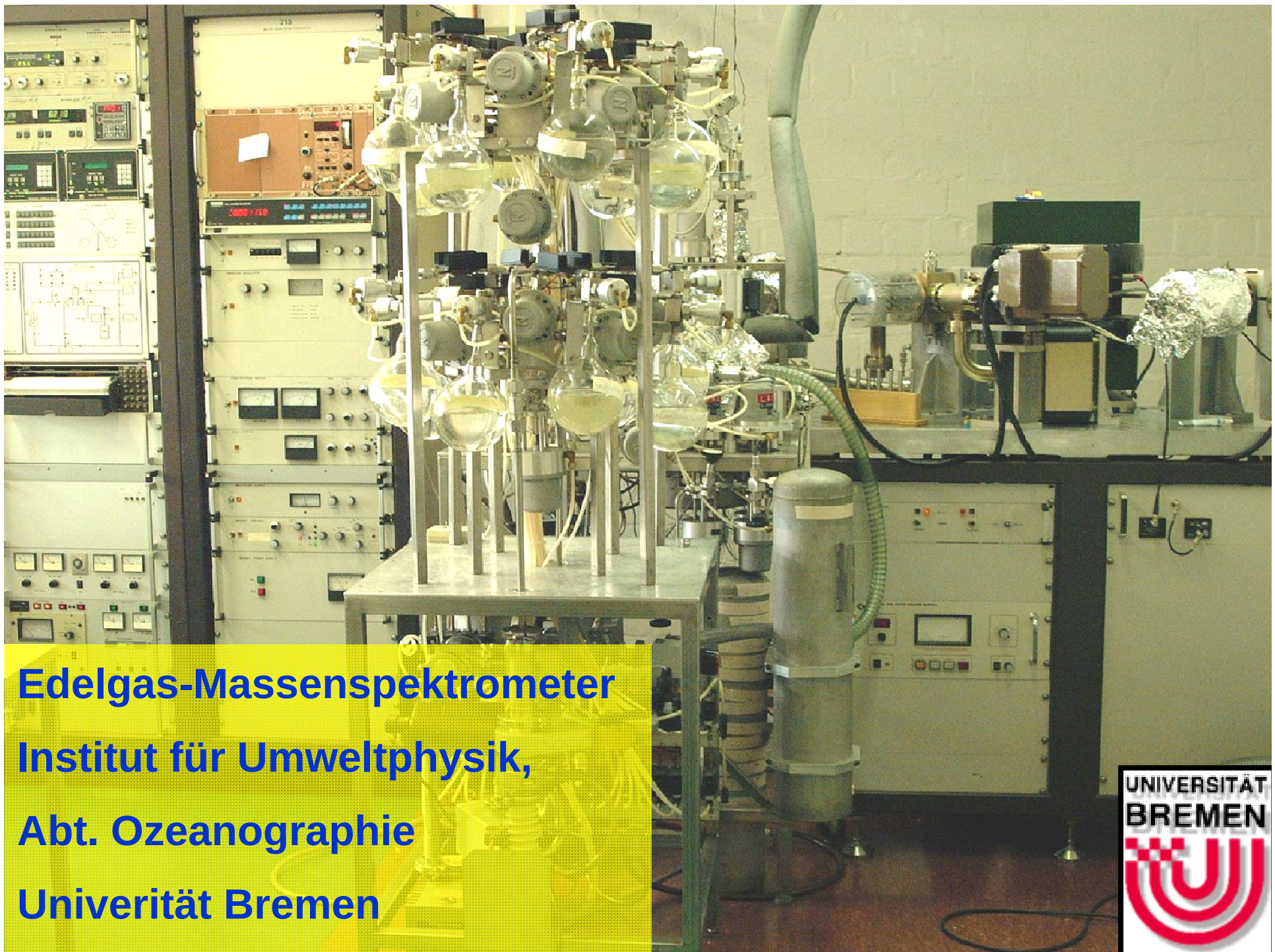
^3He -Methode:

- entgase das Wasser
- 4 – 8 Monate lagern für die Akkumulation von ^3He
- messe ^3He mit Edelgasmassenspektrometer

⇒ Nachweisgrenze 0.01 TU ~

⇒ 0.2% von aktuellen Werten im Niederschlag

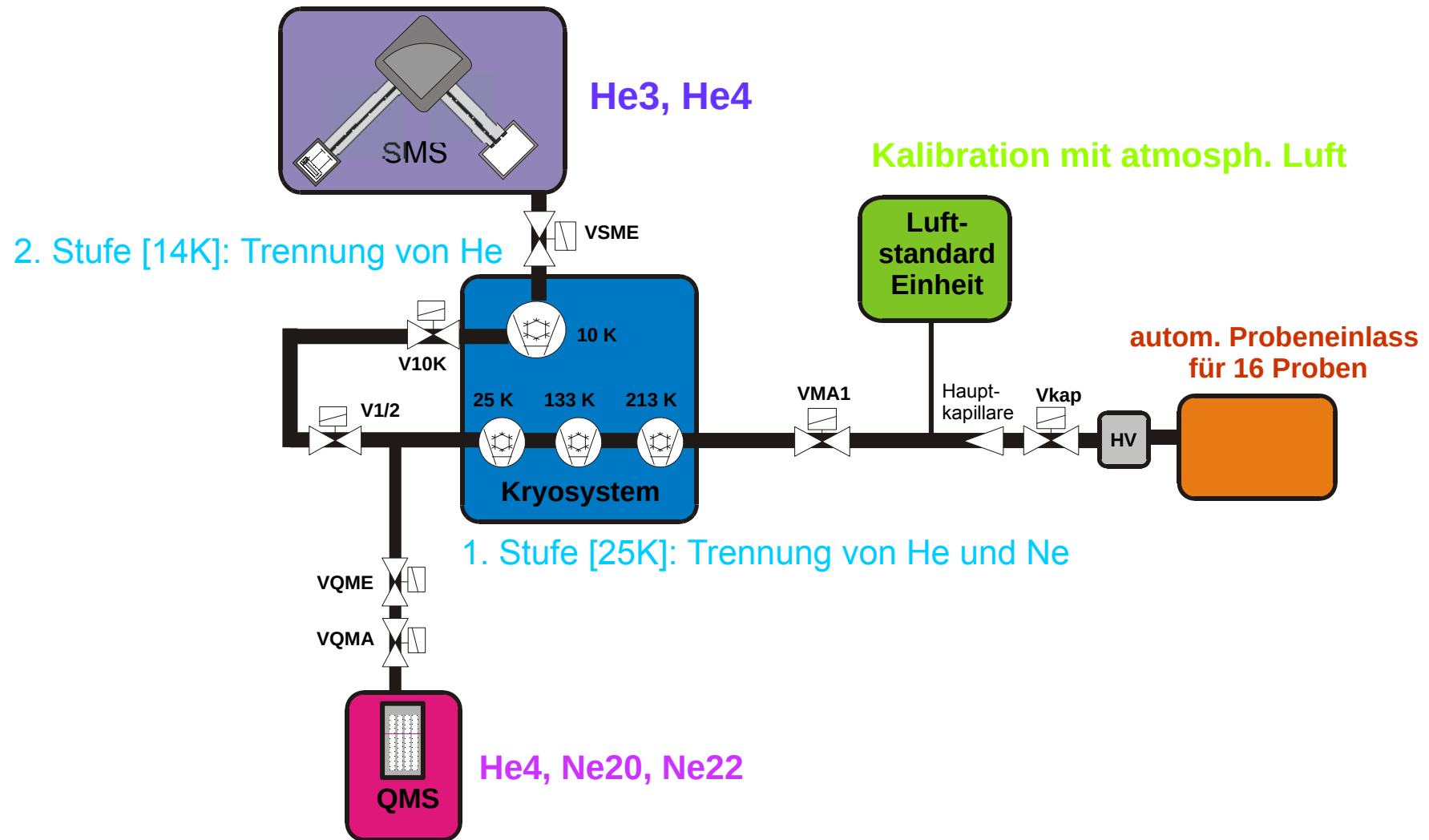




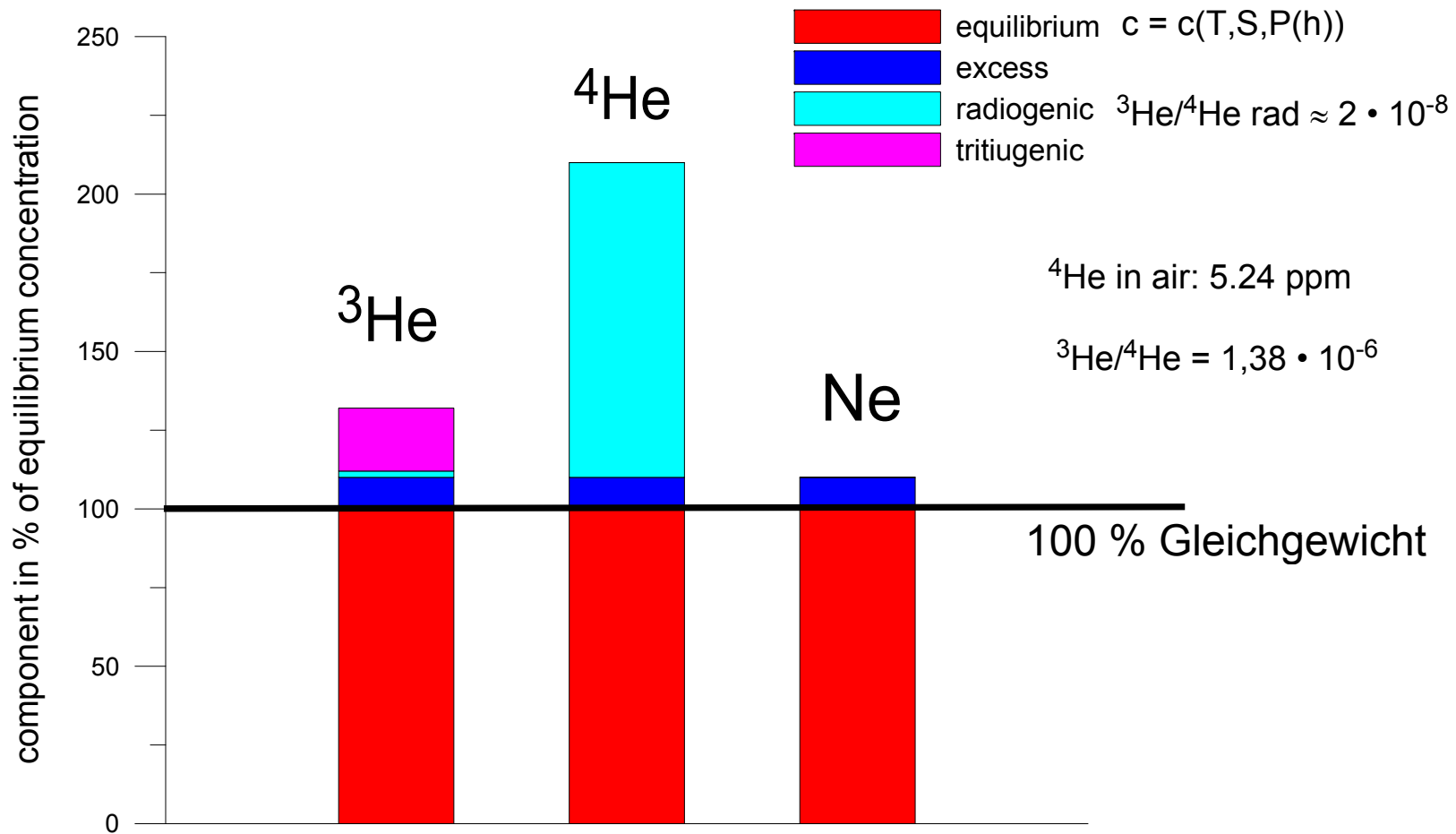
Edelgas-Massenspektrometer
Institut für Umweltphysik,
Abt. Ozeanographie
Univerität Bremen

Edelgas-Massenspektrometer

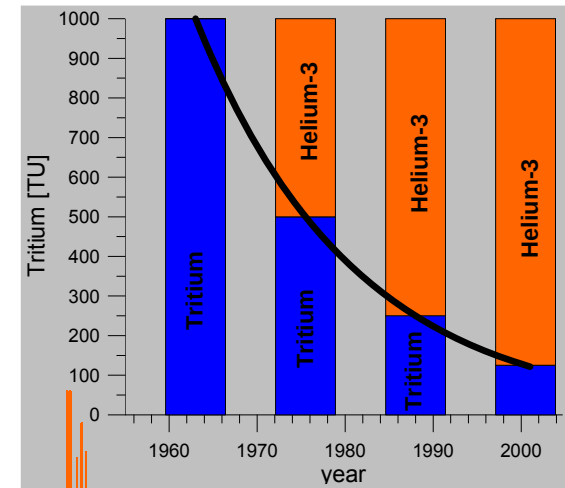
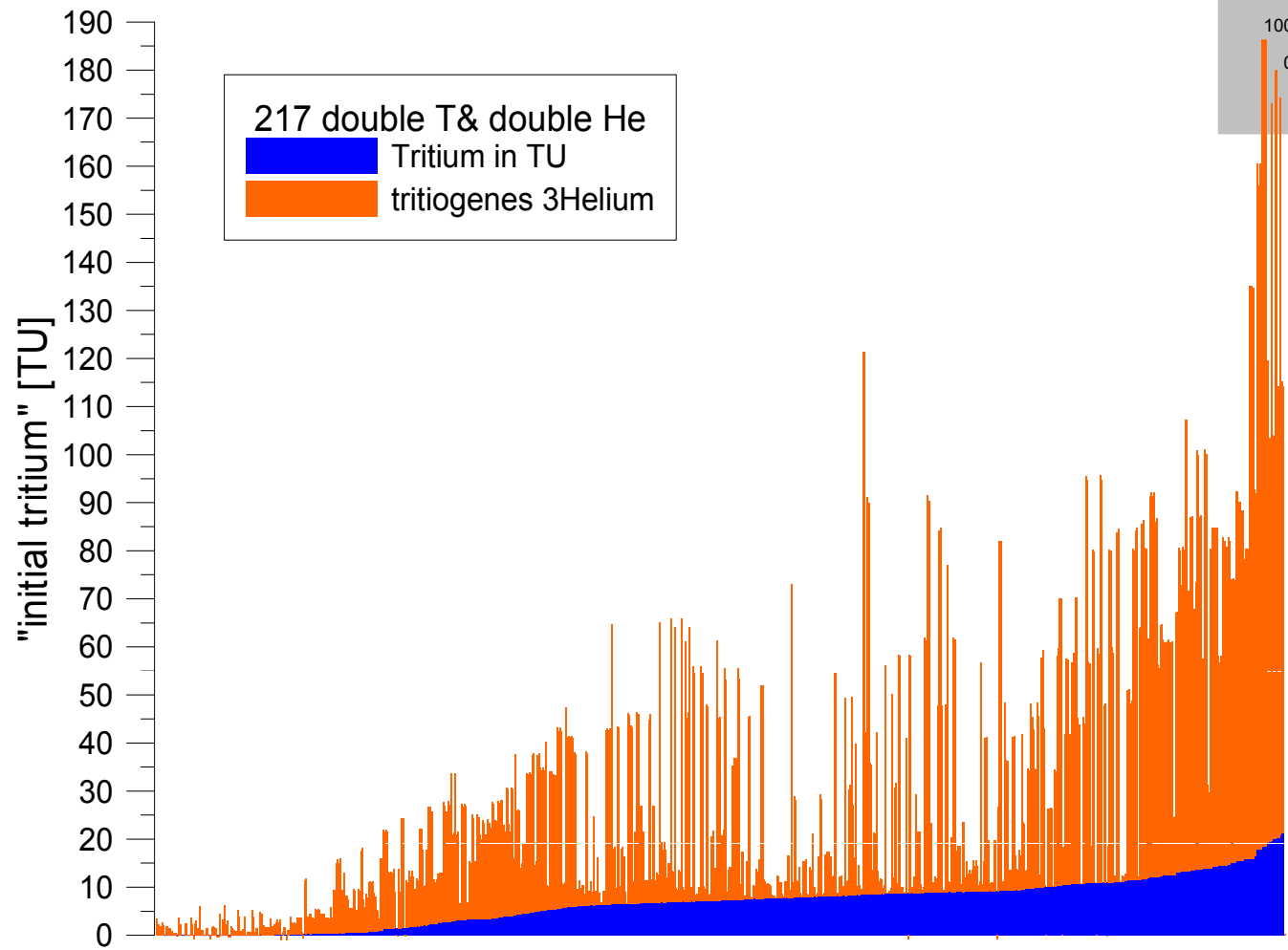
vollautomatisiert, Ultrahochvakuum



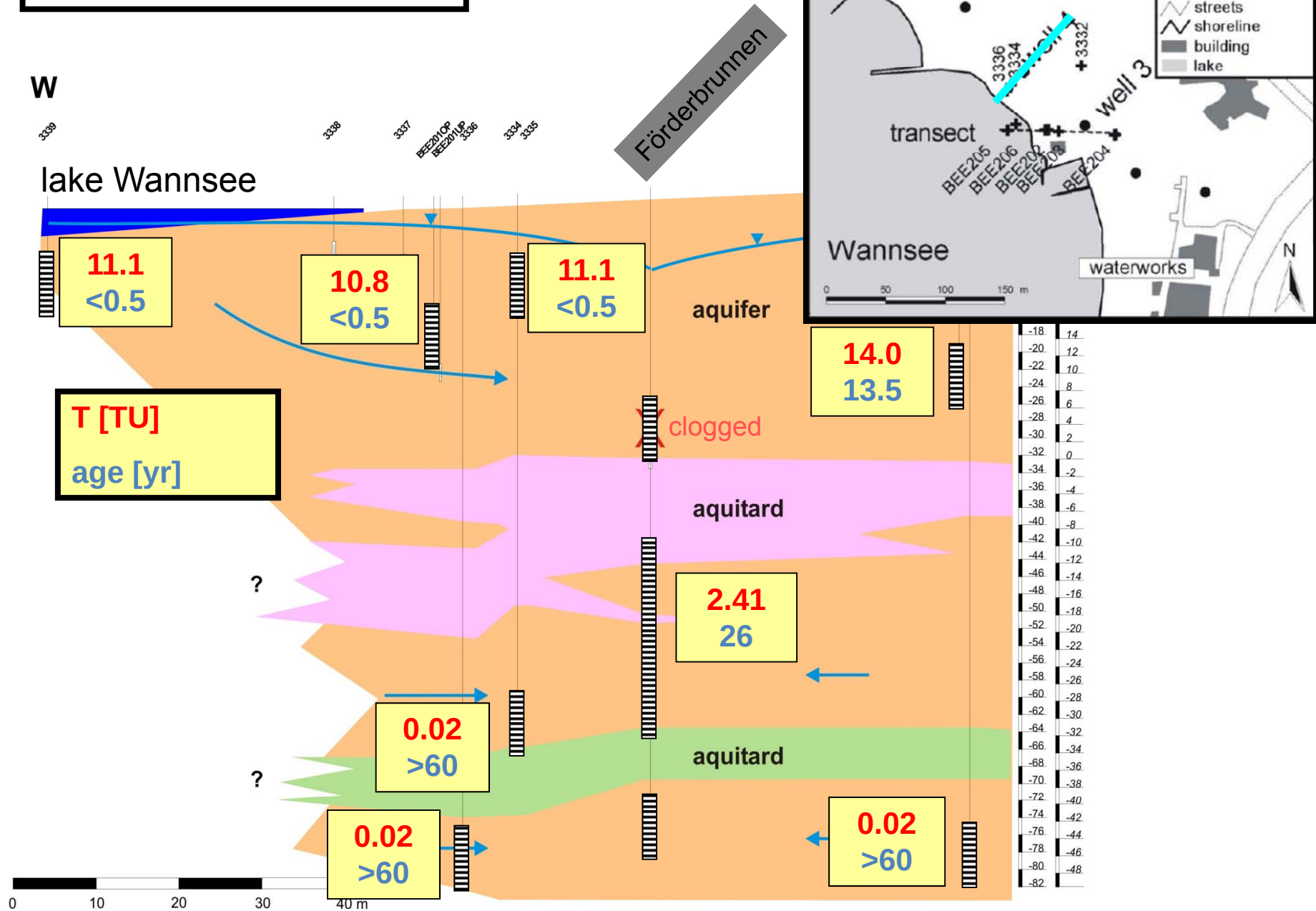
Aufgabe: trenne Helium Komponenten



Porengrundwasserleiter in Norddeutschland



Berlin – Wannsee 2004



$^4\text{He}_{\text{radiogenic}}$ [ccSTP/kg]

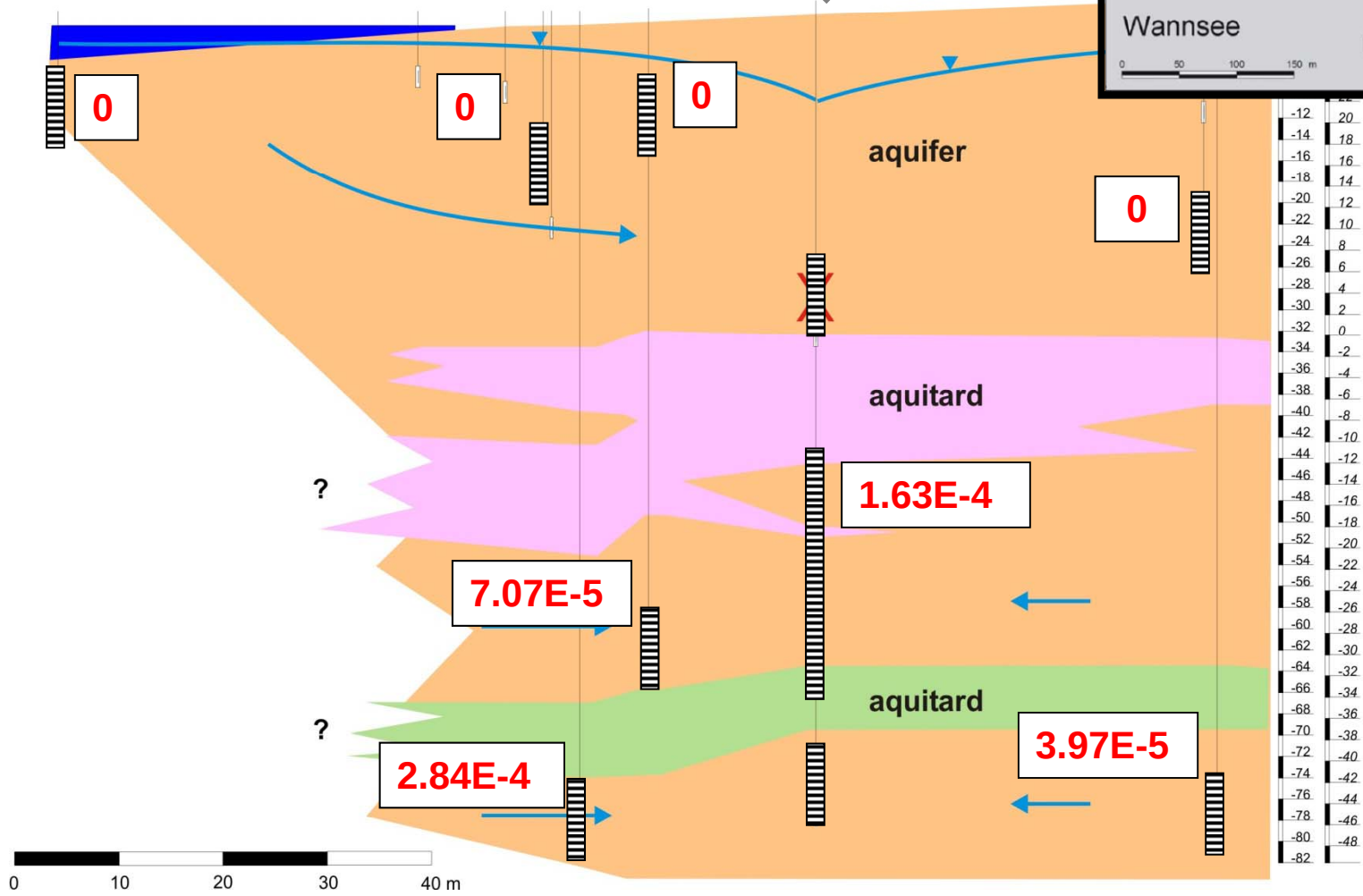
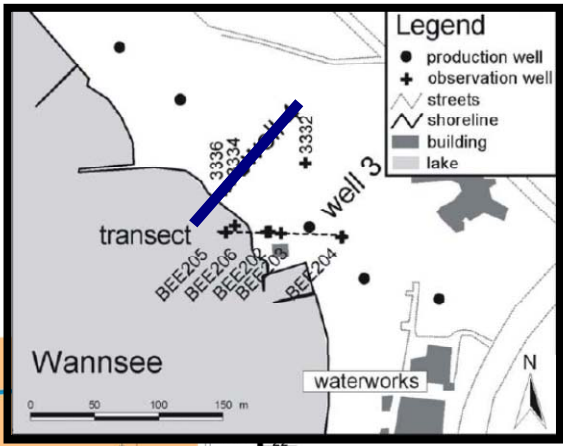
Ne excess [% solubility equilibrium]

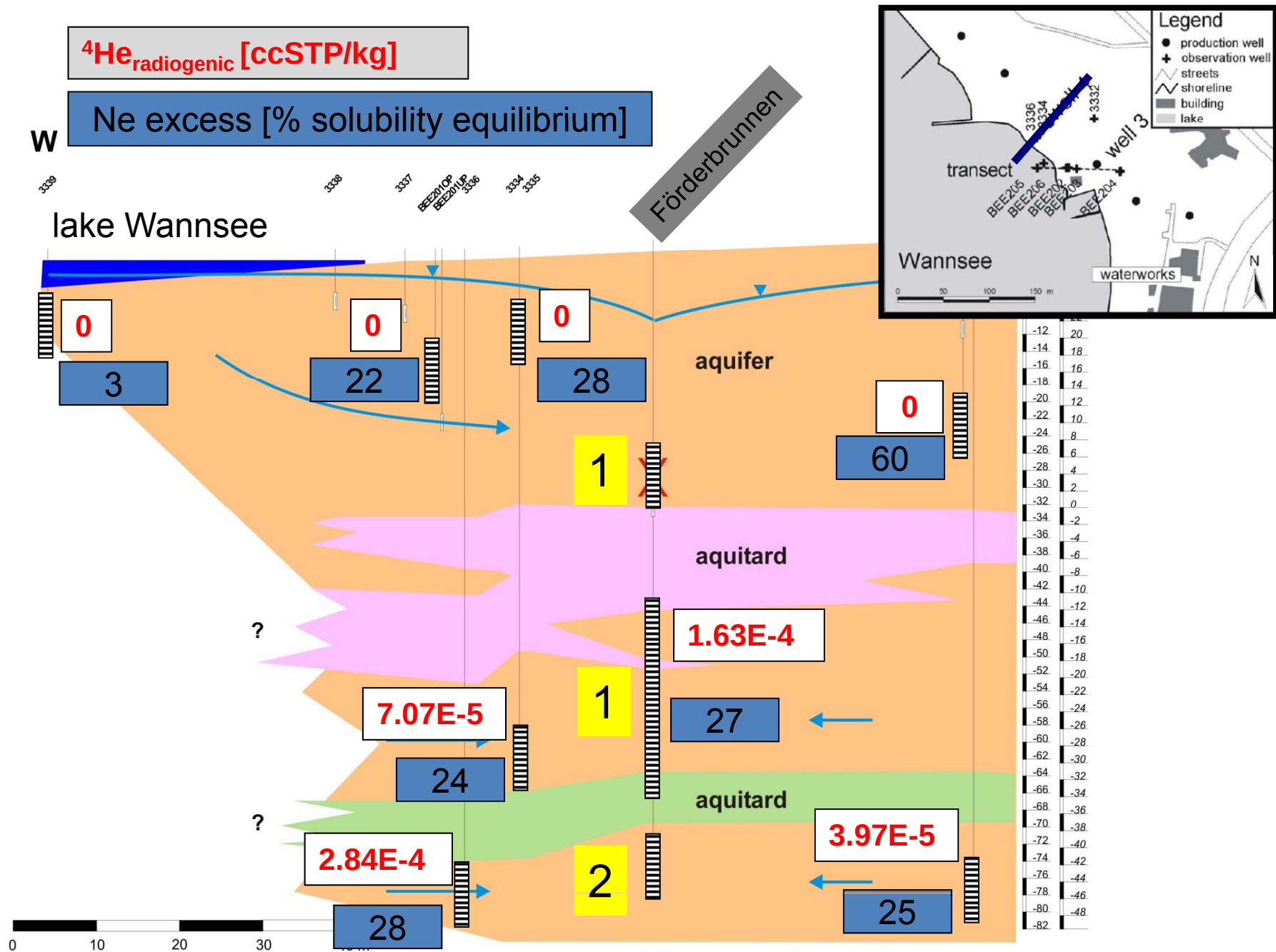
W

3339

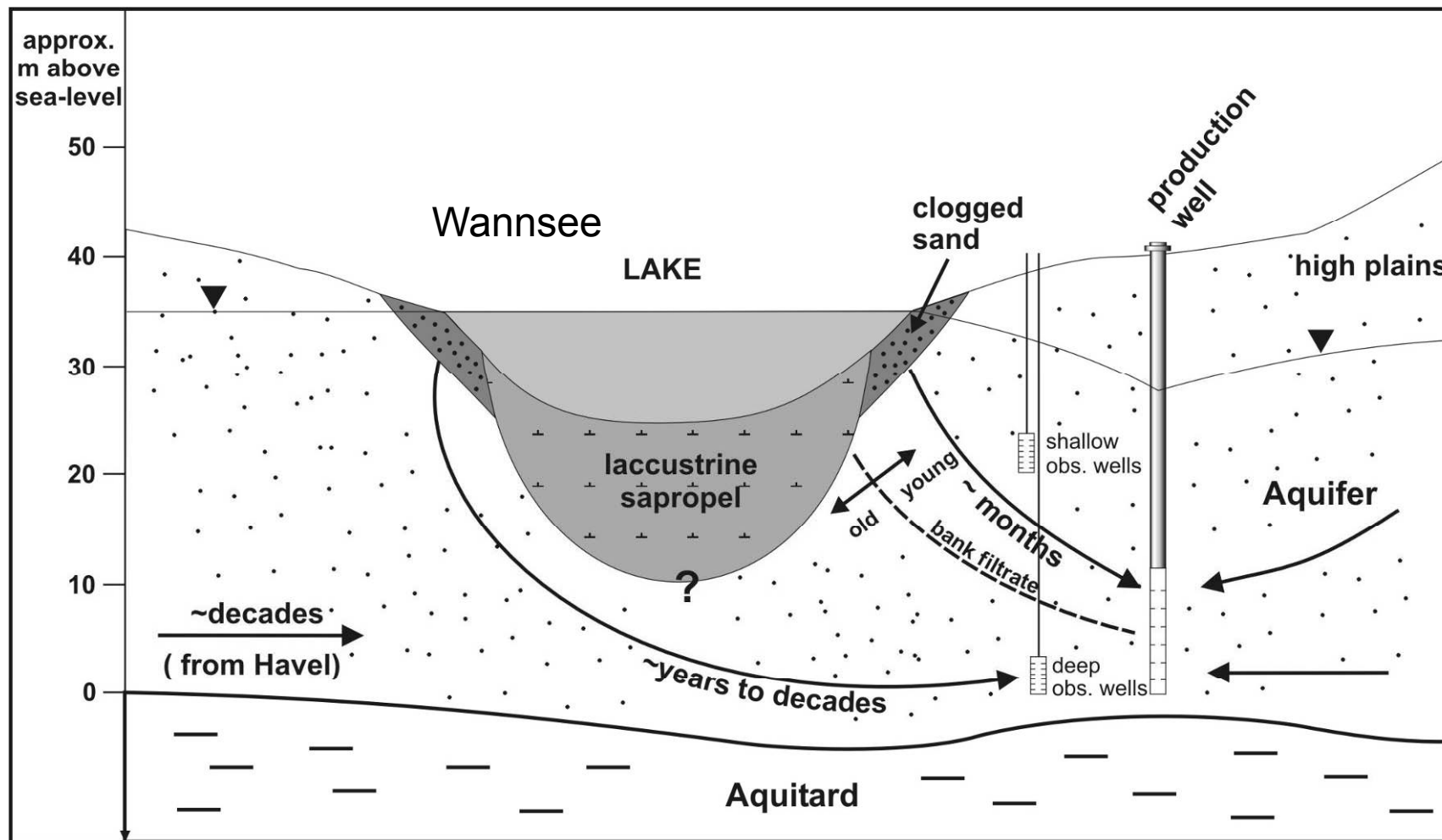
lake Wannsee

A diagram showing a blue square on the left and a gray rectangle on the right. The gray rectangle is tilted and contains the text "Förderbrunnen" in black.

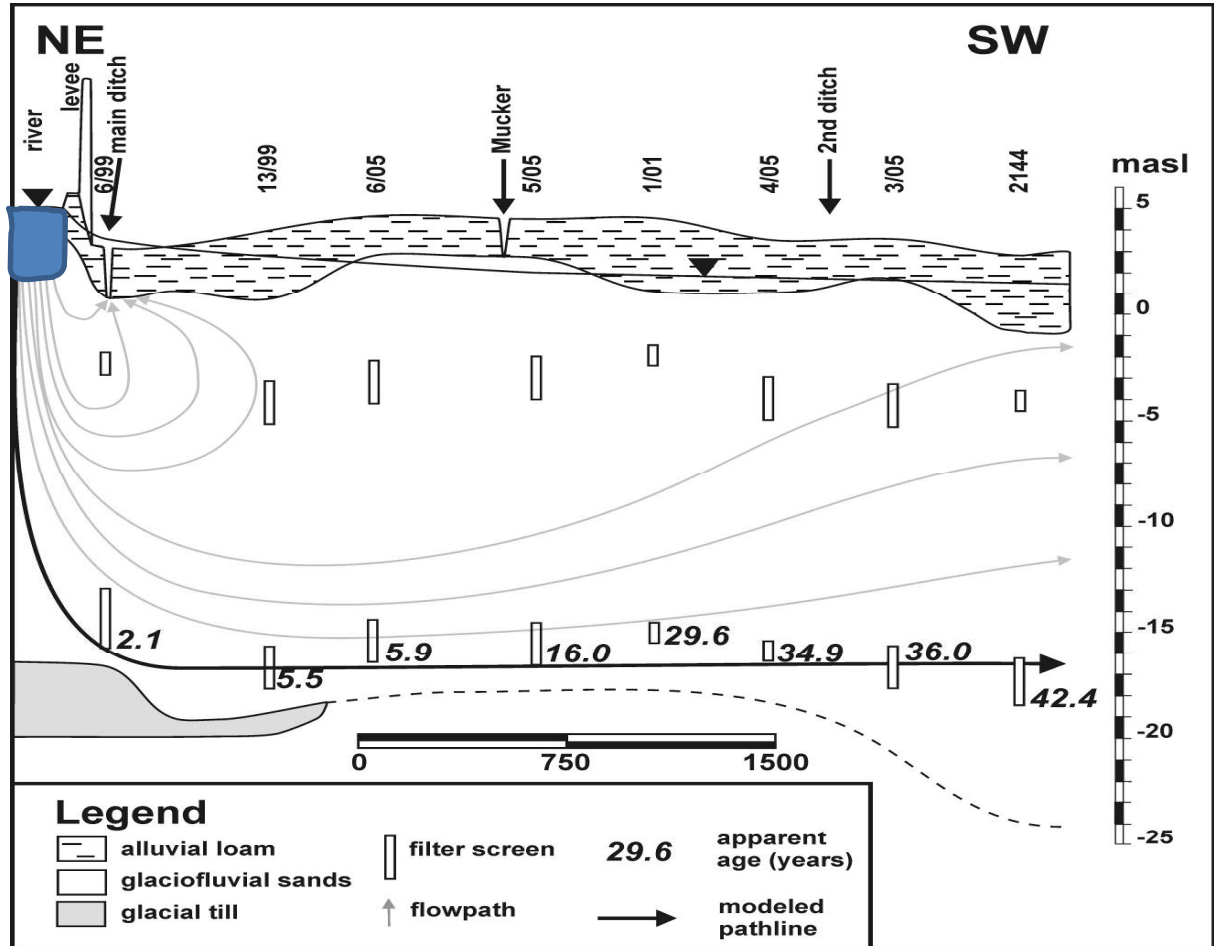
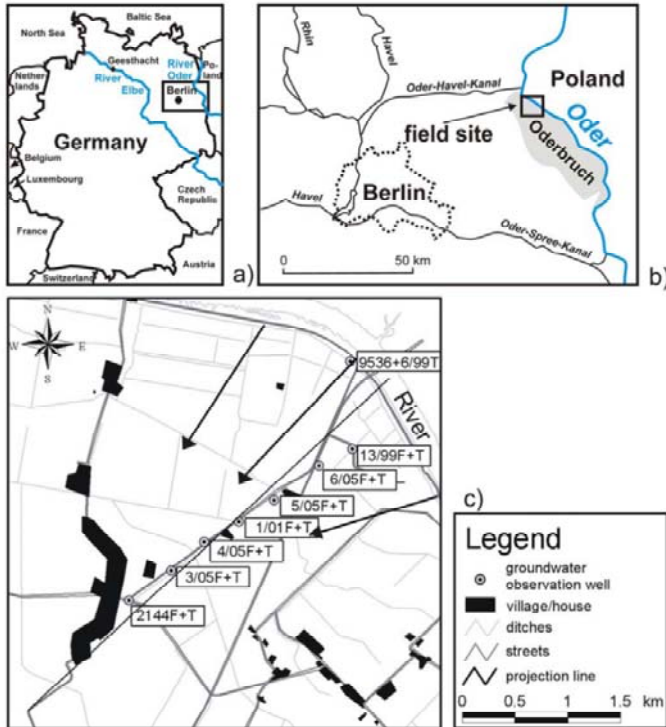




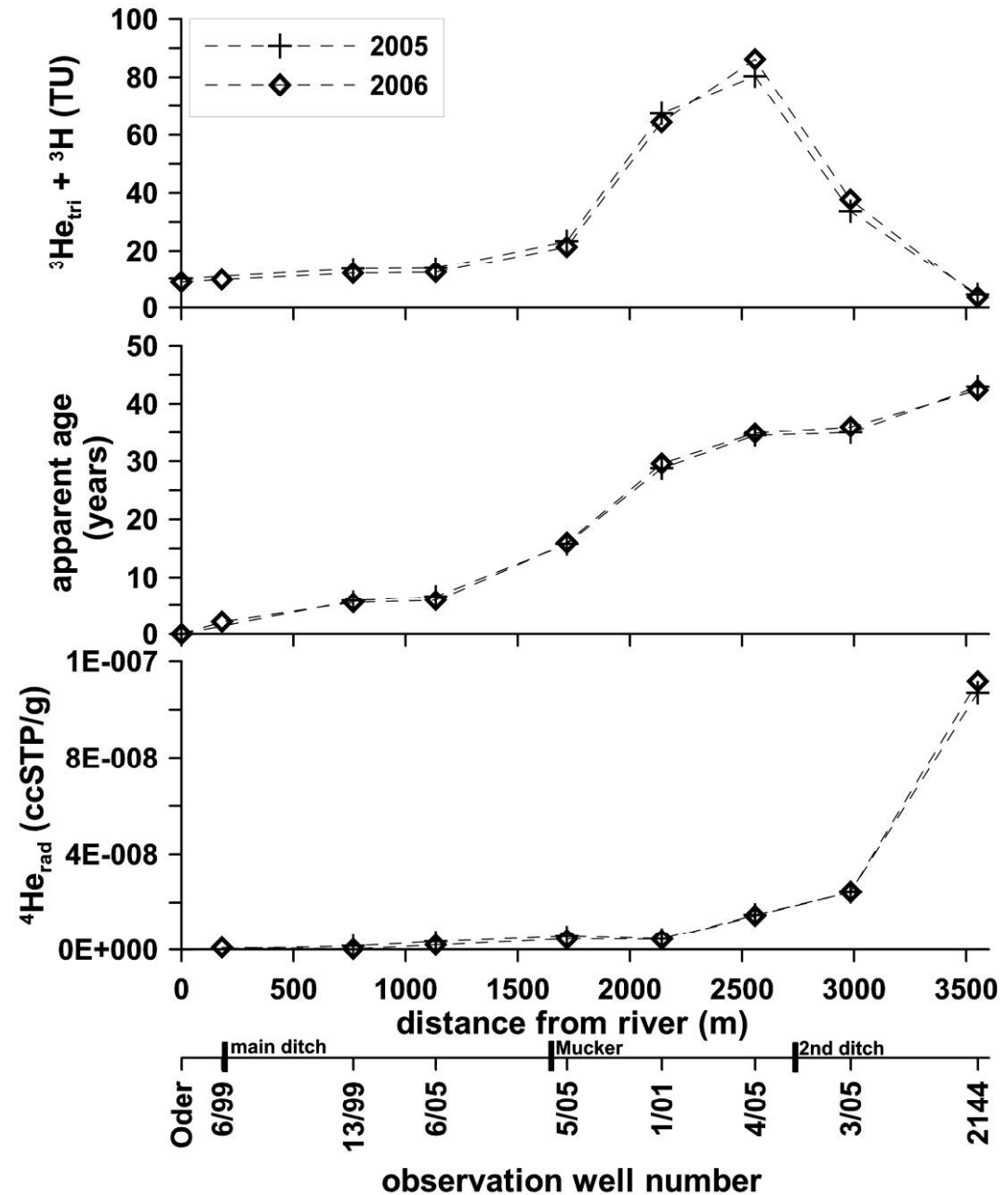
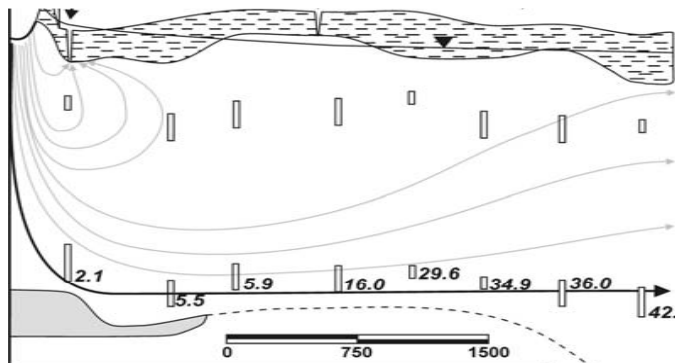
schematische Fließpfade

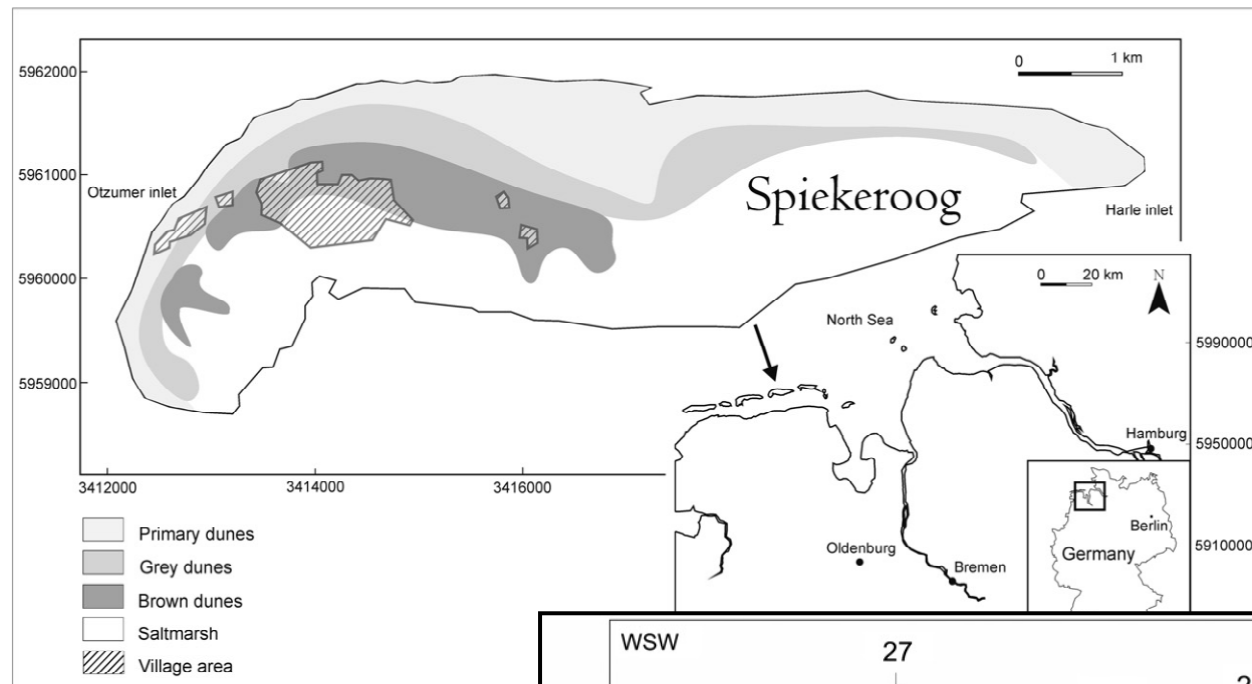


Oderbruch



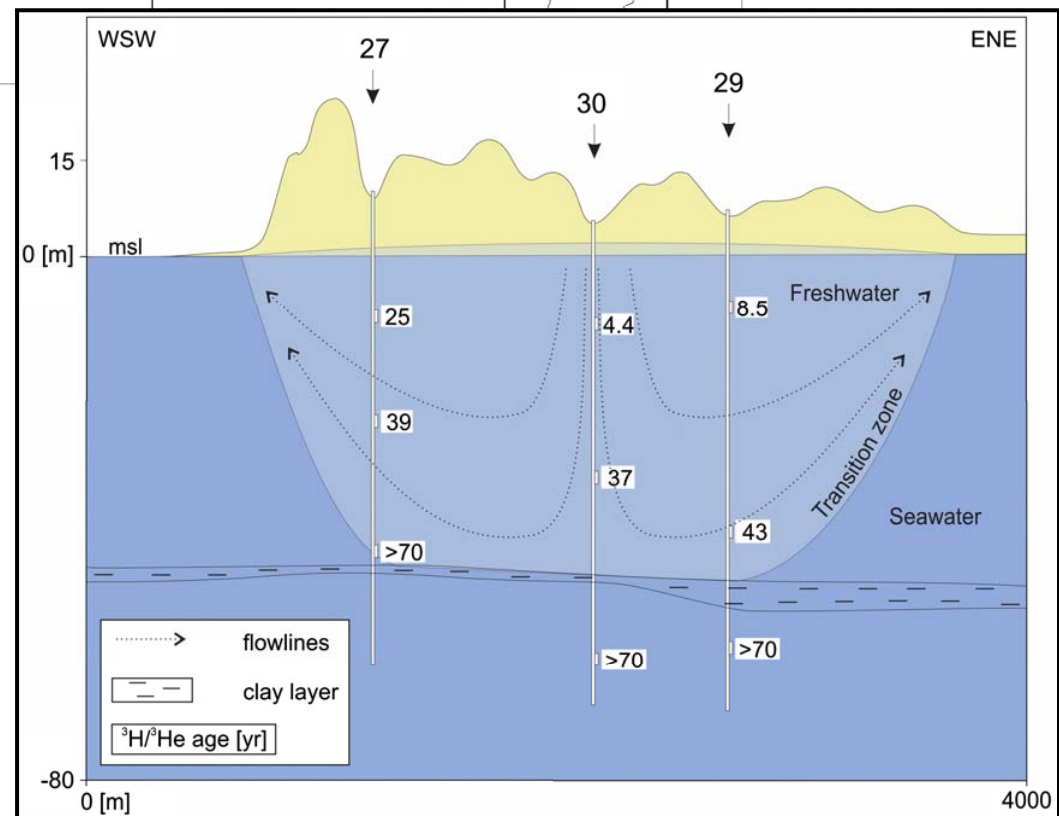
Entwicklung entlang des Fließpfades im Oderbruch



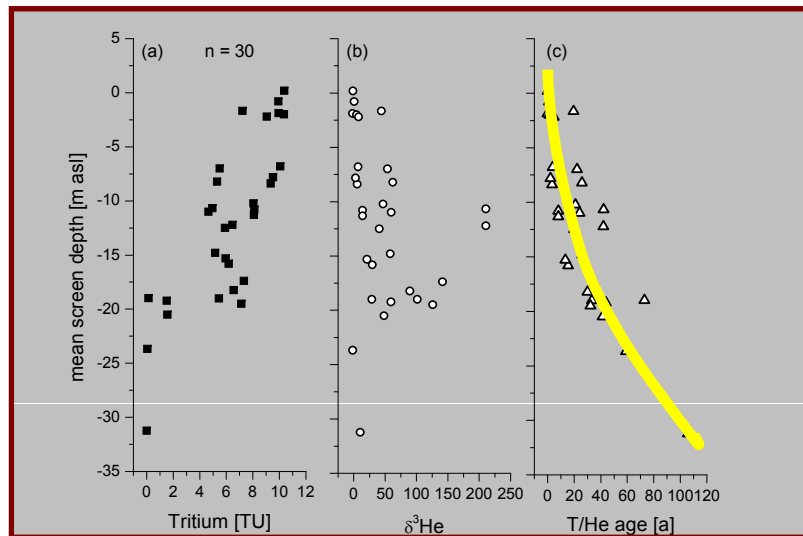
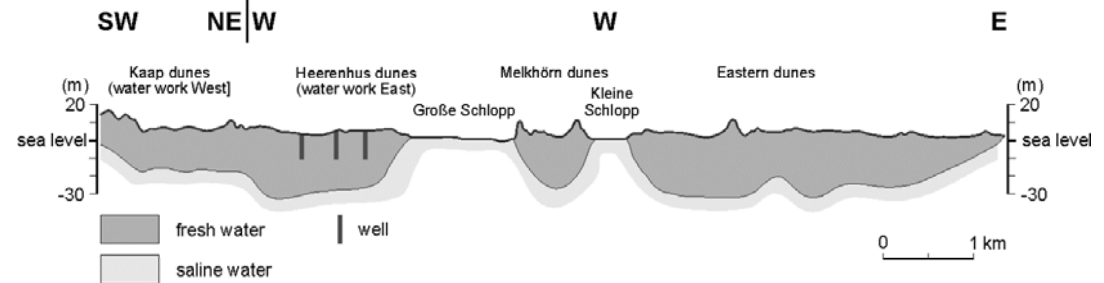
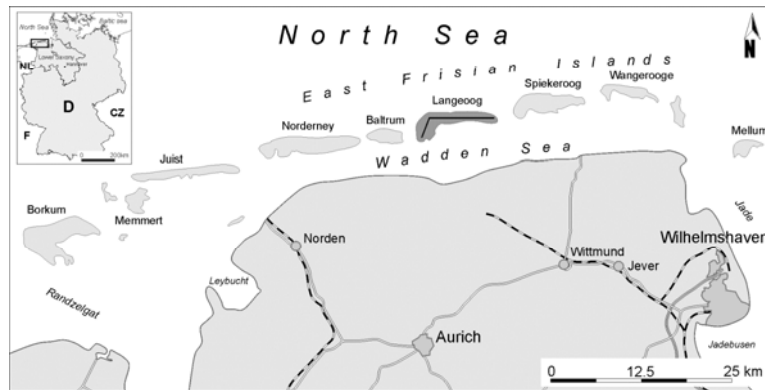


^3H – ^3He - age on the East Frisian Island Spiekeroog

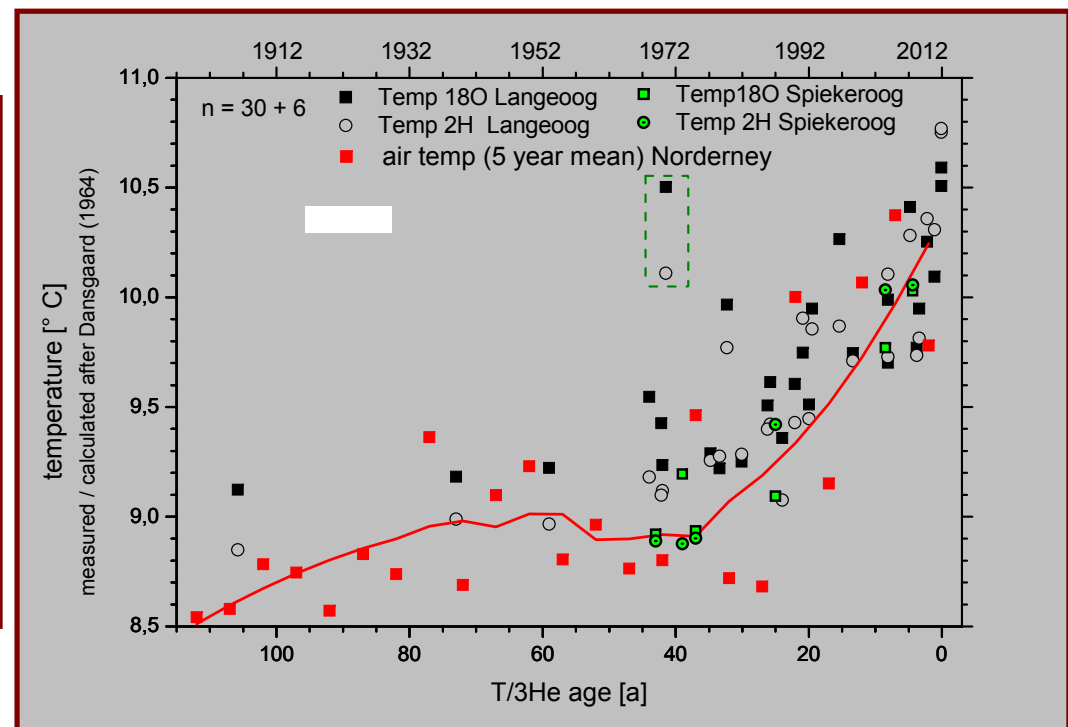
Röper et al.2012
J.Hydrol.



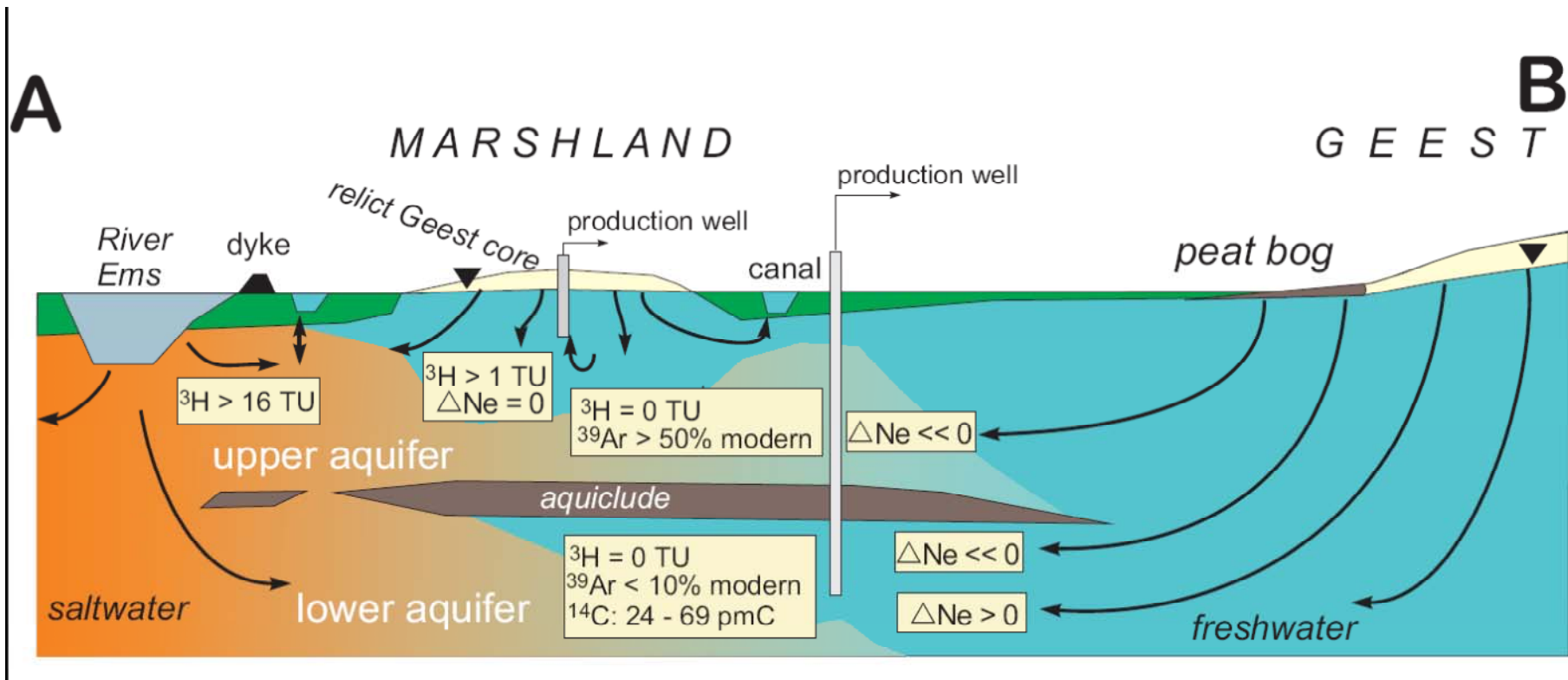
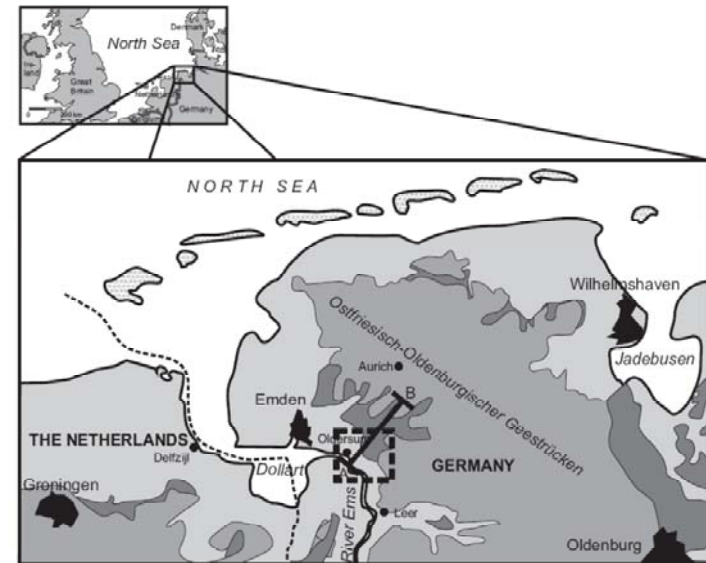
$^3\text{H} - ^3\text{He}$ - age on the East Frisian Island Langeoog



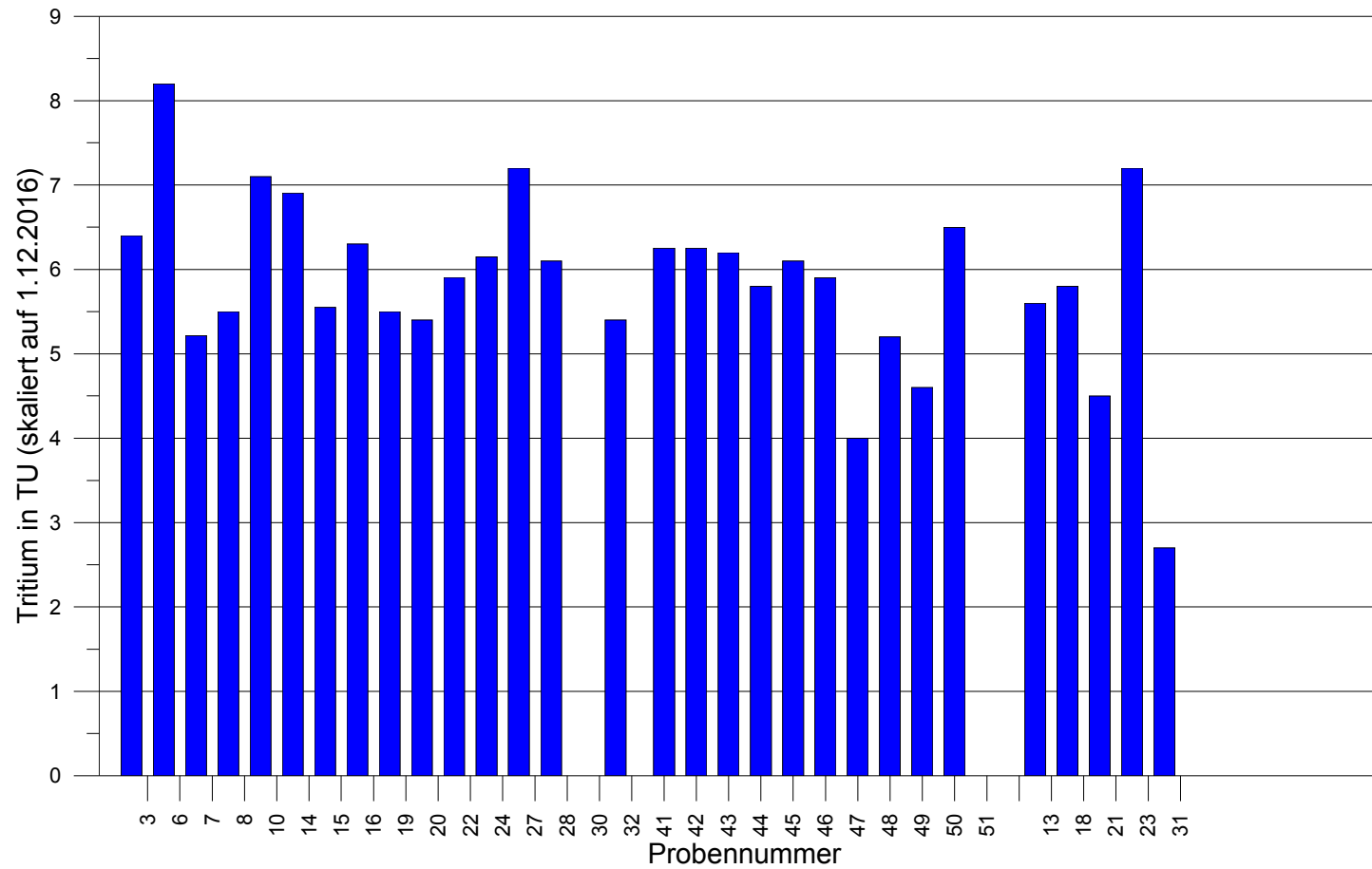
Houben et al. 2014, WRR

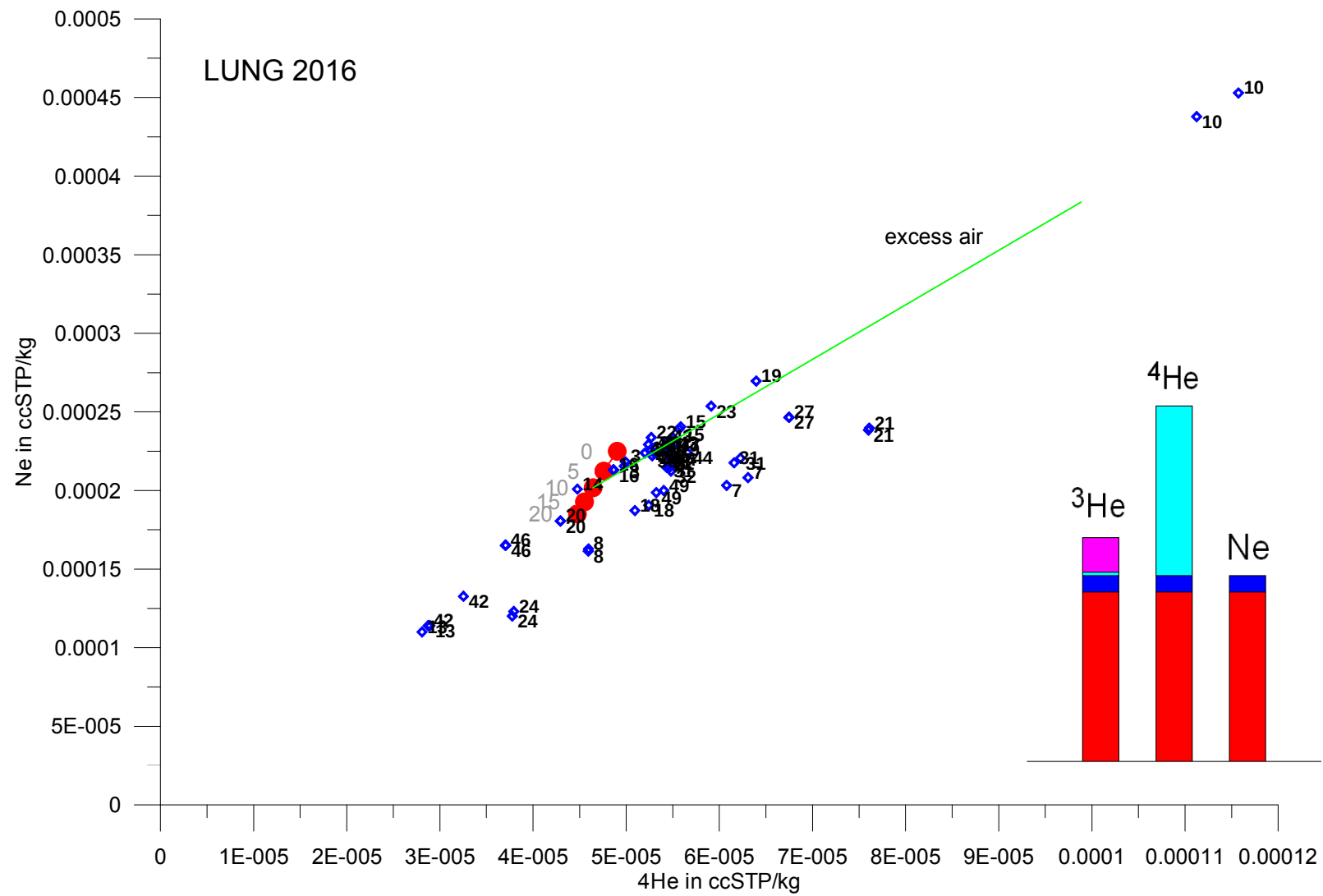


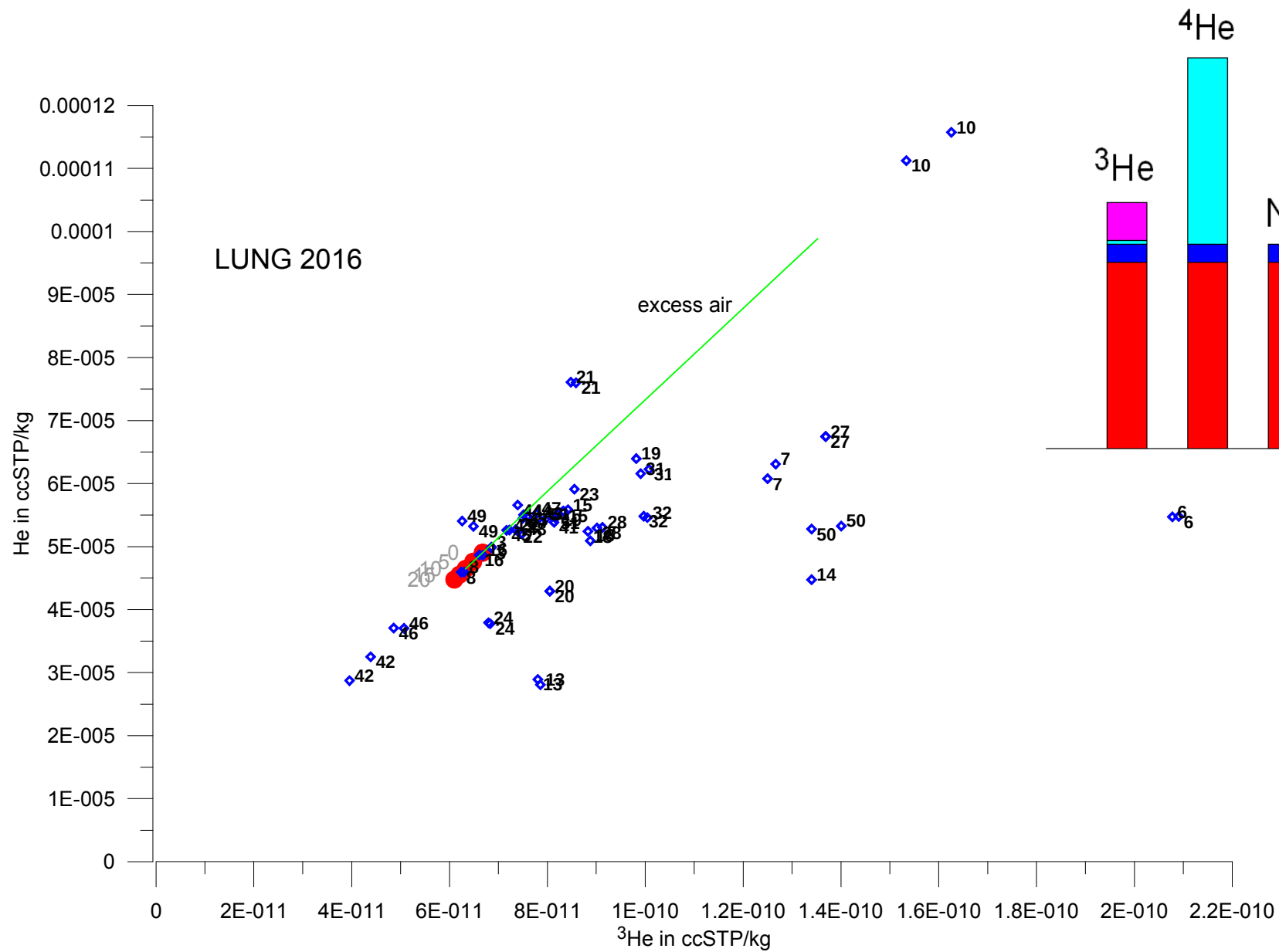
Versalzung des Emshinterlands

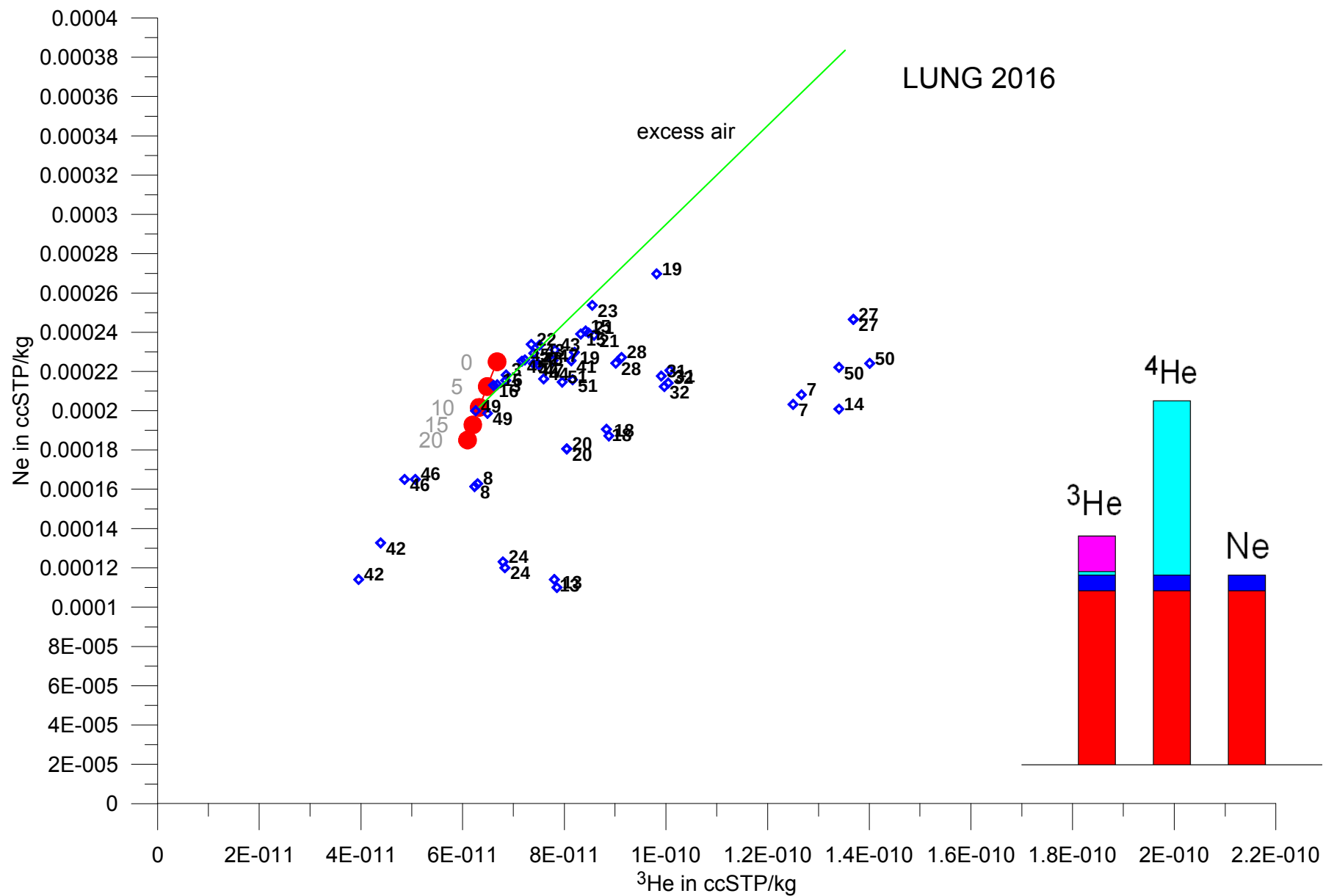


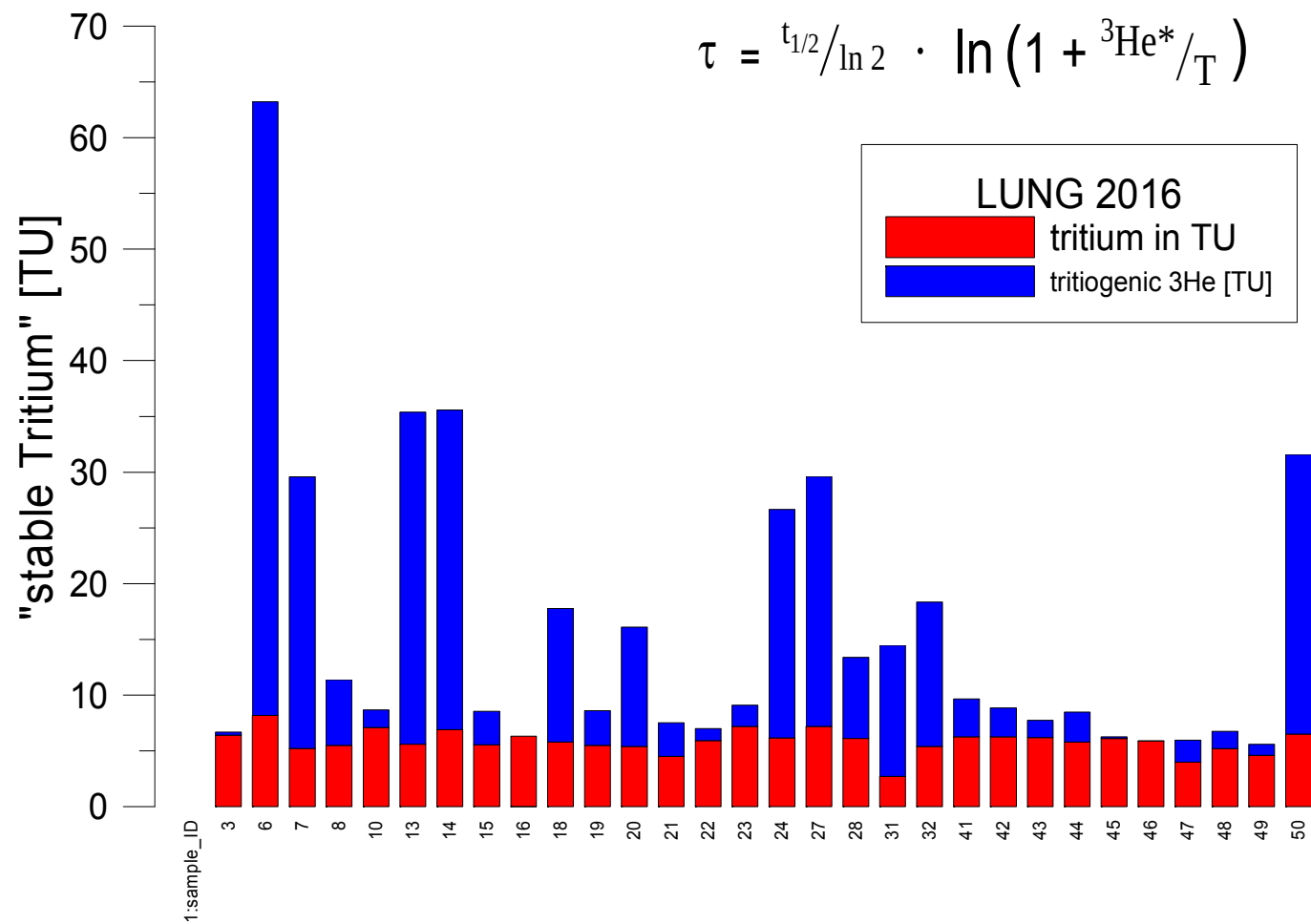
Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern 2016

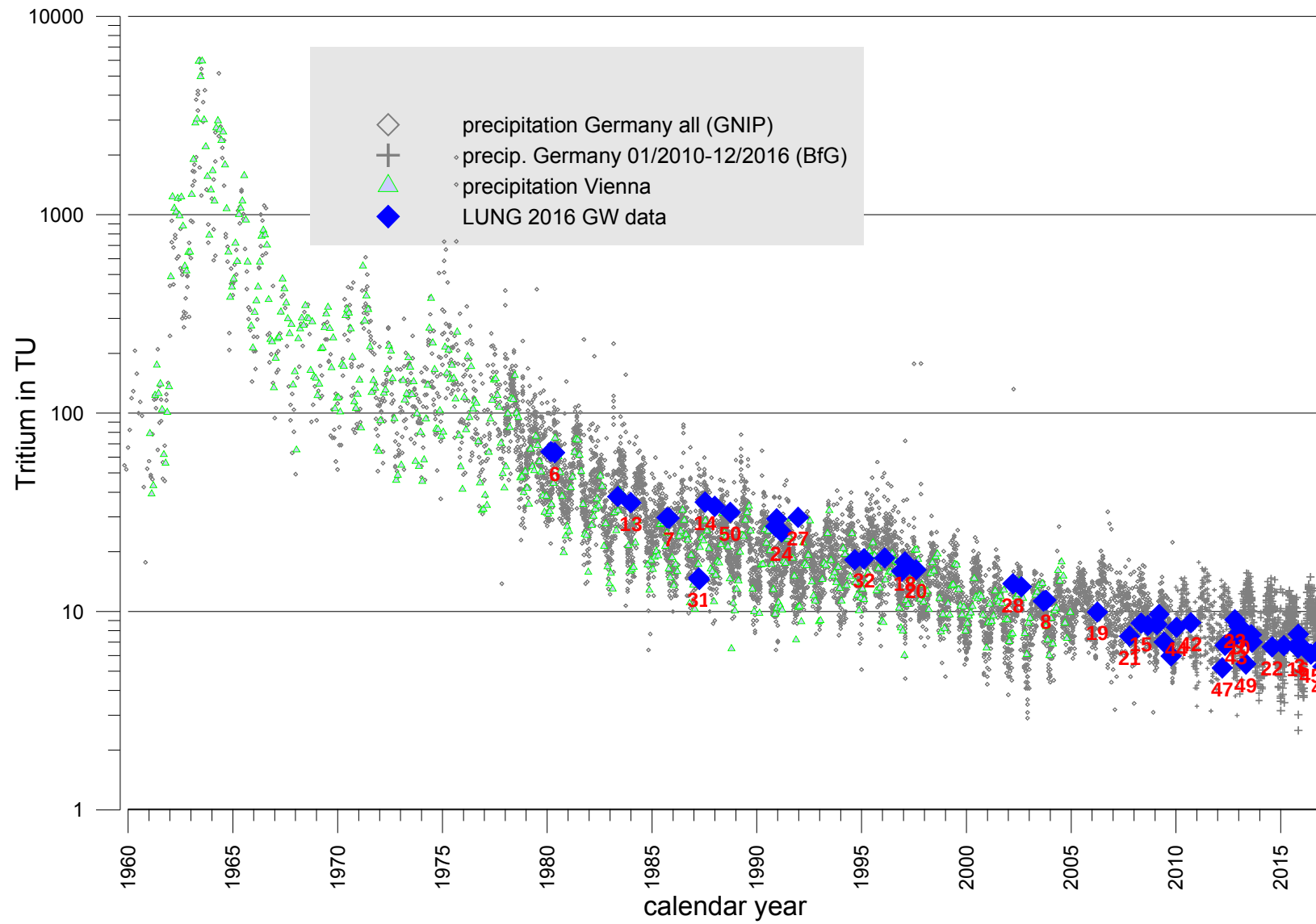












Datierung mit Tritium + $^3\text{Helium}$

- Methode

- Tritium alleine liefert schlechte zeitliche Auflösung
- $^3\text{Helium}$ -Tritium-Alter verlässlich
- Vergleich des "stabilen Tritiums" mit Eintrag
($\Rightarrow$ Mischung mit "altem" Wasser)

- Technik

- Probennahme für Helium ist einfach
- Messkapazitäten beschränkt, Messfehler klein

- Extras

- radiogenes $^4\text{Helium}$ als zusätzlicher Alterstracer
- Excess air

www.noblegas.uni-bremen.de