

Sekundäreffekte durch die Lagerung von Castorbehältern im Zwischenlager Gorleben

- CASTOR als Neutronenquelle -

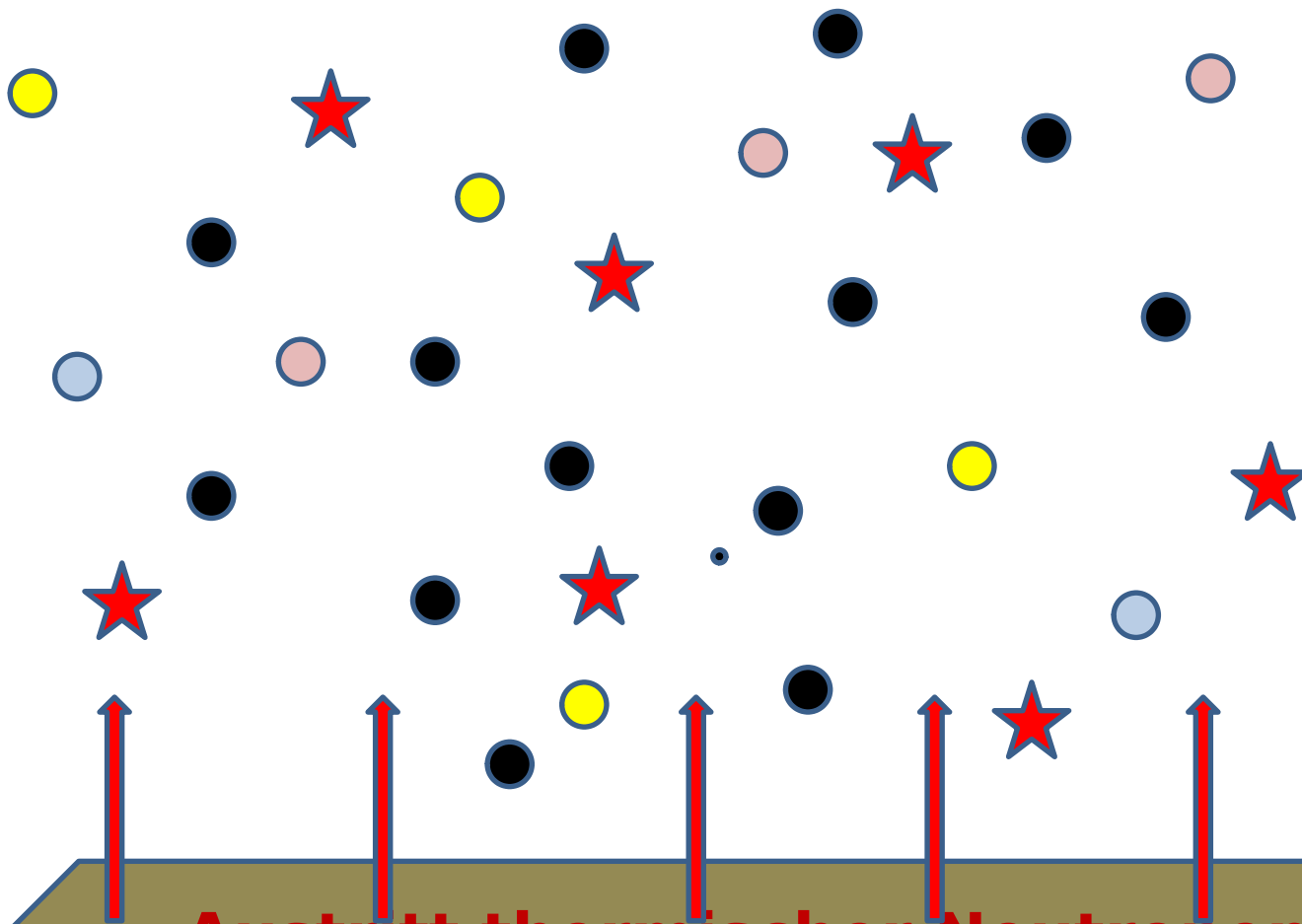
Prof. Dr. Rolf Bertram, Göttingen

- 25. September 2014 -

Studie erstellt im Auftrag des Landkreises Lüchow-

Wie gelangt Radioaktivität aus geschlossenen Behältern in die Umwelt ?

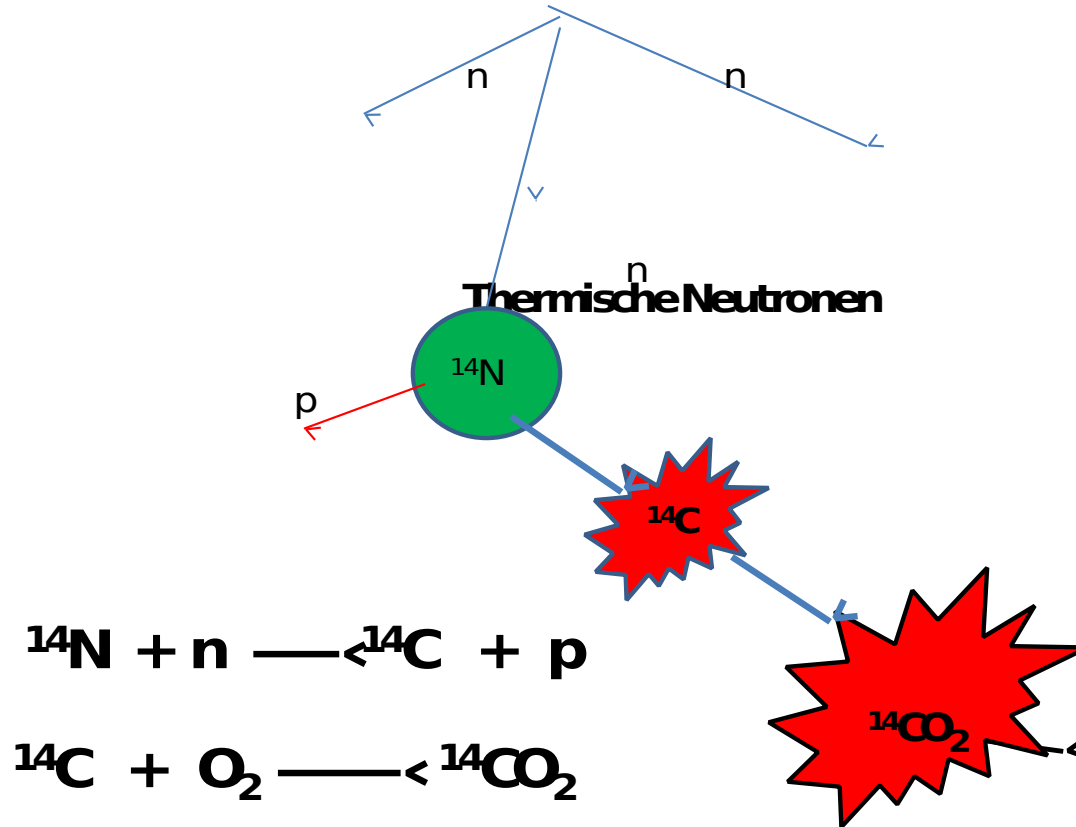
***(Die Expertise ist unter der Annahme erstellt, dass
alle eingelagerten Castoren dicht sind und bleiben
und dass keine Lecks durch mögliche
Überhitzungen auftreten)***



Austritt thermischer Neutronen

**TBL: 182 m lang, 38 m breit , 20 m
hoch,
420 Stellplätze, z.Zt. 113 Castoren**

Schema der Stickstoffaktivierung



Gasbestandteile in trockener Luft

Stoff	Volumenanteil l in %
-------	-------------------------

N₂	78,1
----------------------	-------------

O₂	20,9
----------------------	-------------

Ar	0,9
-----------	------------

CO₂	0,2
-----------------------	------------

Spuren von CH₄, N₂O, O₃,

SO₂ u.a

Partikel/ Aerosole in Luft

Nitrate, Sulfate, Karbonate ,Wasser
etc.

* 1 Kubikmeter Luft enthält weit
über
1 Mio Schwebstoffteilchen

* Mit jedem Atemzug gelangen
diese
Partikel in unser Lungengewebe

Aus gesundheitlicher Sicht ist die Größe der Staubteilchen, aber auch die stoffliche Zusammensetzung und die Schadstoffverteilung vor allem aber der **radioaktive Anteil** von größter Bedeutung

Schadstoffcocktail

radioaktive Gase und darin dispers verteilt
radioaktivitätstragende Partikel

Durch die Auswertung epidemiologischer Studien mit „Mehrschadstoffmodellen“ ist
nachgewiesen worden, dass Feinstaub
wesentlich bedeutsamer ist als gasförmige Schadstoffe

Mikropartikel

- * 1 Mio Partikel von 50 nm haben dieselbe Masse wie 1 Partikel von 5 μm ,
- * aber die **hundertfache** Oberfläche.
- * 1% der Masse stellt also 80% der Oberfläche dar.

Verhalten in der Luft

Die in der Luft gebildeten radioaktiven Aktivierungsprodukte lagern sich schnell an staubförmige Partikel an und stellen beim Absinken in bodennahe Bereiche eine erhebliche Gefahrenquelle dar.

Besonders kleine Teilchen können über Wochen und Monate in der Atemluft verbleiben.

Anreicherung von C-14 !!!!!

in bodennahen Luftschichten,
in Pflanzen, Böden und Wasser
durch Ausfällungen und
Niederschläge

^{14}C gelangt in die

Biokreisläufe

- * durch Atmung,
- * durch Fotosynthese,

und löst dort durch Betastrahlung

strahlenbiologische

Reaktionsketten aus.

Abschätzung der biokinetischen
Abläufe nach

Inkorporation von **^{14}C** liegen in W

Besondere Gefahr

Strahlenschäden durch

Einatmen

- * $^{14}\text{C}\text{O}_2$ -haltiger Luft und
- * ^{14}C -tragender Partikel

(HWZ von Radiokohlenstoff 5736 Jahre)

Mehr als 100 Generationen werden belastet

Ausbreitung durch Wind und Wetter

zu beachten:

-Mischungsschichthöhe

-Zuggeschwindigkeit

Stagnationswetterlagen

Inversionswetterlagen

**Es ist nicht bekannt, dass jemals in der
Abluft der TBL
Probenahmen erfolgt sind mit dem Ziel,
Aktivierungsprodukte in Form von
Gasen und
aktivitätstragenden Partikeln
nachzuweisen**

(vorrangig zur Ermittlung von ^{14}C)

**ablaufenden
Aktivierungsprozesse ist
angesichts der daraus
folgenden
Belastung für Mensch und
Umwelt
unverzichtbar.**

**Nur so können Gefahren
erkannt und
nach Möglichkeit vermindert**

Forschungs- und Kontrollbedarf:

1. **Erarbeitung eines Gesamtkonzepts zu einer Überwachungsstrategie mit wiederkehrenden Prüfungen.**
2. **Die vorhandene Neutronenstrahlung ist durch zusätzliche Abschirmmaßnahmen umgehend zu reduzieren. Ggf. sind Maßnahmen zur Begrenzung der kurz- und langfristigen Schadwirkungen umgehend einzuleiten.**
3. **Unverzüglich sind Untersuchungen über den Verlauf der ^{14}C -Aktivität in der Atemluft sowie über Anreicherung und über die Verteilung der ^{14}C -Aktivität erforderlich**
4. **Für die Berechnung ist von der höchsten in den Behältern sowie im gesamten Zwischenlager auftretenden Neutronenquellstärke und von der ungünstigsten räumlichen Verteilung der Strahlenquellen auszugehen.**
5. **Die übliche anhand von Nuklidvektoren (QUELLTERM) errechnete Gesamtaktivität berücksichtigt weder die unterschiedliche Aktivität der Behälter noch mögliche Dosiskalkulationen zur Abschätzung gesundheitlicher Risiken.**
6. **Das Ausmaß der beschriebenen radioaktiven Kontamination ist dringend zu untersuchen. Aus radiologischer Sicht muss in einer umweltbezogenen Überwachung der Einfluss der radioaktiven Emissionen auf die Umgebung nachvollziehbar dargestellt werden.**

7. **Art und Intensität der Emissionen sowie der Immissionen in betroffenen Umweltbereichen (bodennahe Luftschichten, Trink- und Grundwasser, Niederschlag, Boden, Pflanzen) sind unter Kennzeichnung der Aufpunkte zu messen und offenzulegen.** Der Ermittlung der Langzeit- und der Kurzzeitausbreitung insbesondere für die Hauptausbreitungsrichtung kommt dabei besondere Bedeutung zu.

8. **Bei der Erfassung radioaktiver Aerosole sind die Abhängigkeit vom Durchmesser der Aerosolpartikel sowie die größenabhängigen Verweilzeiten in der Atemluft zu berücksichtigen.**

9. **Durch Analysieren und Vergleichen von gewachsenen Ringen aus Bäumen und gealtertem Holz (Dendrochronologie) sollten zurückliegende Ereignisse und Veränderungen in der Umgebung ermittelt werden.**

10. **Bei einer Ermittlung der flächenbezogenen Aktivität sind eine Verlagerung von ^{14}C in tiefere Bodenschichten sowie eine Bestimmung von Transferfaktoren Boden/Bewuchs für verschiedene Standorte zu berücksichtigen**

11. Bei einer Kontrolle der möglichen Ausbreitung sedimentierter Radionuklide über das Grundwasser sind die Fließgeschwindigkeiten und die Beschaffenheit des Grundwasserleiters zu beachten.

12. Eine mögliche Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser ist anhand von Mischproben zu ermitteln und zu bilanzieren.

13. Eine mögliche steigende Tendenz der Bodenbelastung sollte durch Ermittlung des „Washout- Effekts“ erkennbar sein.

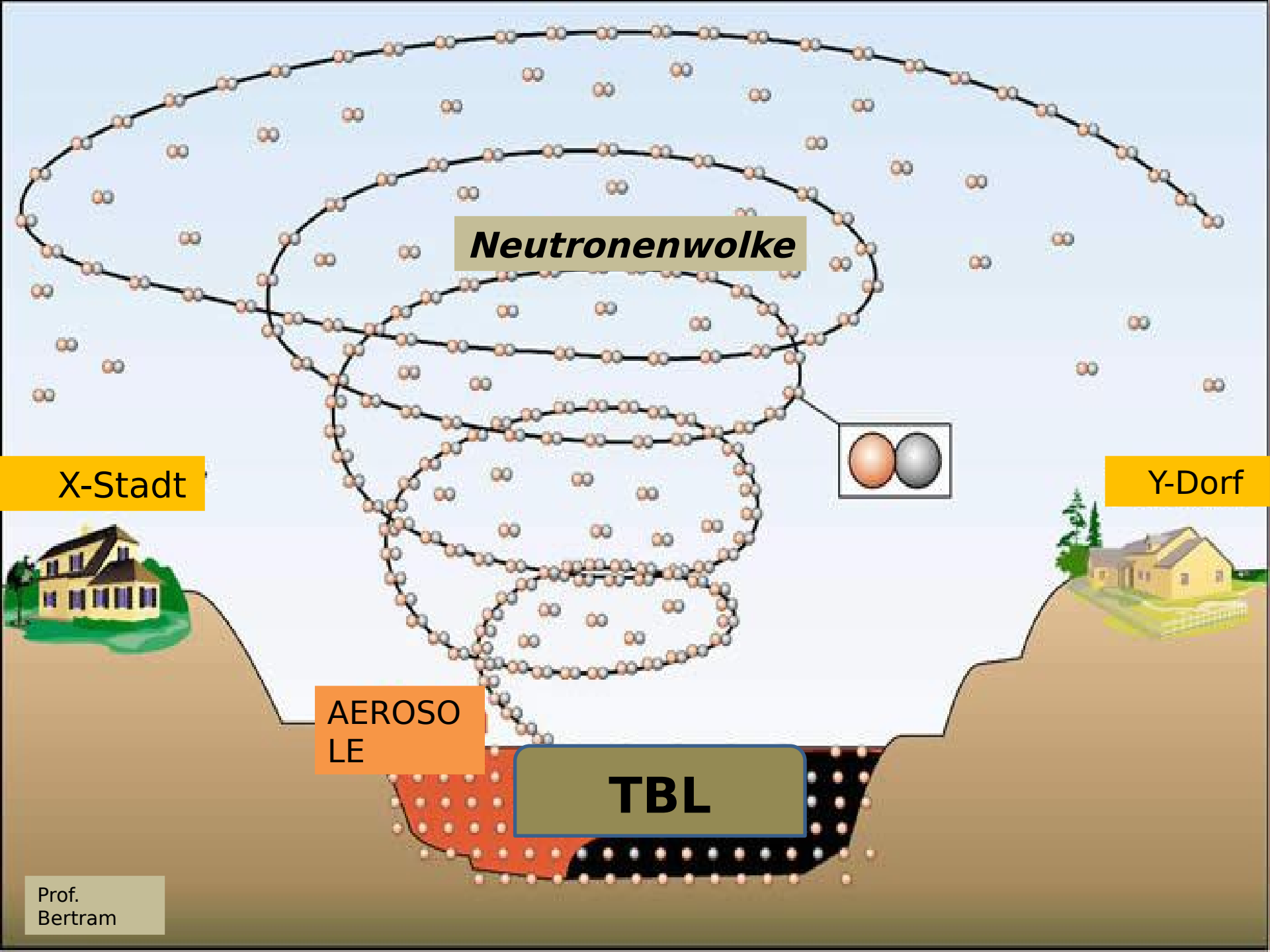
14. Die aus toxikologischen Untersuchungen abgeleiteten biokinetischen Modelle, die die Aufnahme einer Verbindung in den Körper, ihren Metabolismus, die resultierende Verteilung der Aktivität im Körper und schließlich ihre Ausscheidung beschreiben, sind insbesondere auf ^{14}C anzuwenden.

**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit**

**Luftgetragene radioaktive
Stoffe in Form von
Aerosolen** sind durch Filter
nur z.T. zurückzuhalten. Der
nichtrückhaltbare Anteil ist
**bisher weder gemessen
noch abgeschätzt worden.**

Prof. Dr. Rolf Bertram, Dezember 2014

Luftchemische Reaktionsmodelle zwischen
Radioaktivität tragende Feinstaubpartikel (Aerosole)
sind nicht bekannt



Neutronenwolke

X-Stadt

Y-Dorf

AEROSOLE

TBL

von Aerosolen sind durch Filter nur z.T. zurückzuhalten. Der nichtrückhaltbare Anteil ist **bisher we**

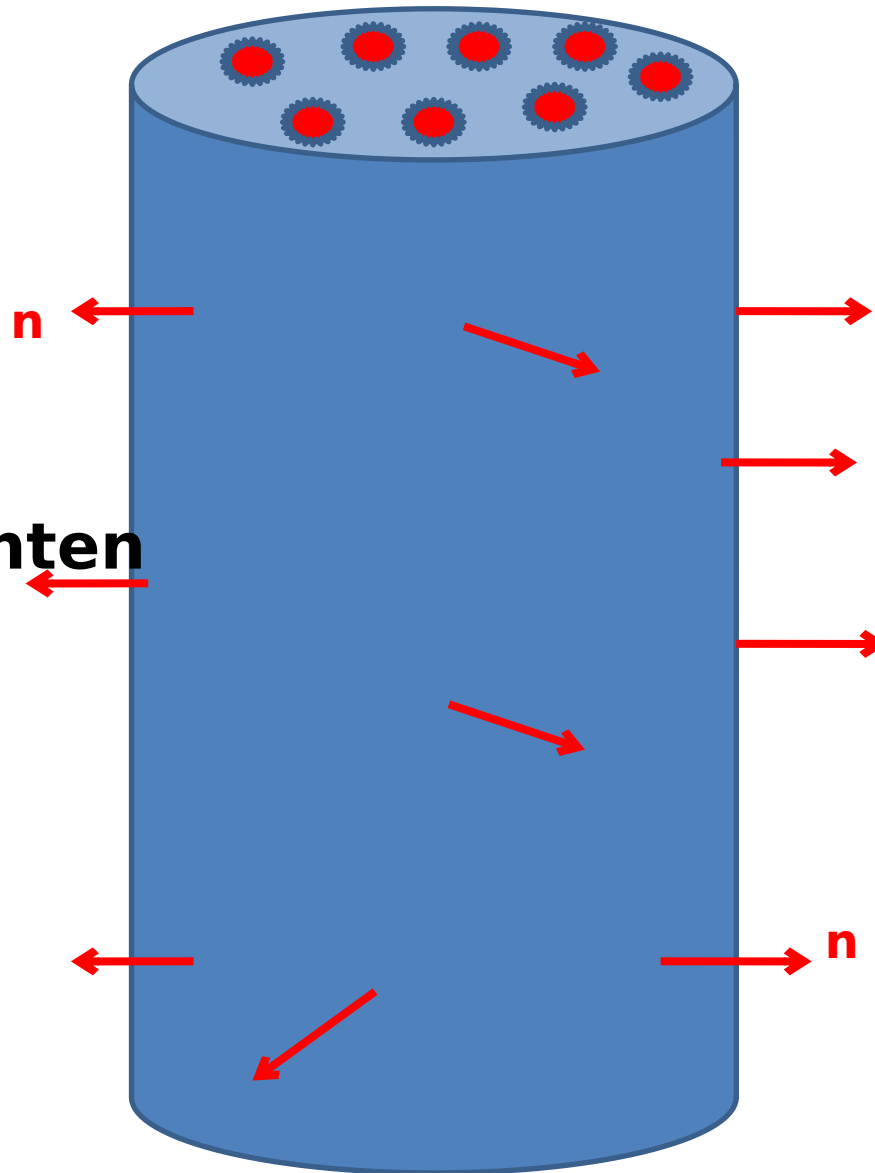
Bildung von Radiokohlenstoff (^{14}C) aus Luft-Stickstoff (^{14}N)



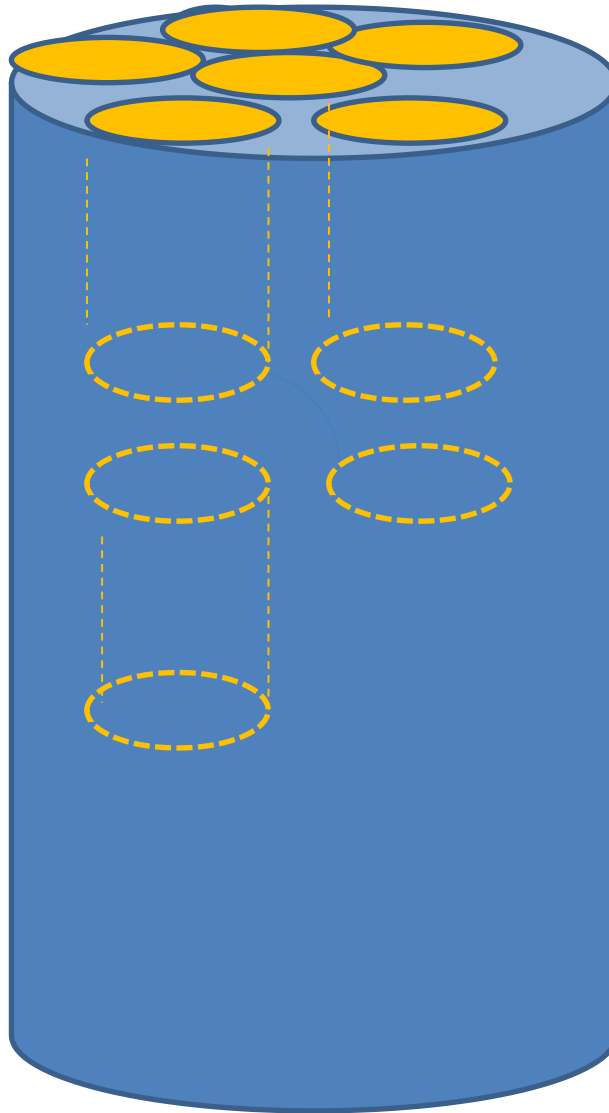
1,8 b, Protonen

(HWZ Radiokohlenstoff 5736

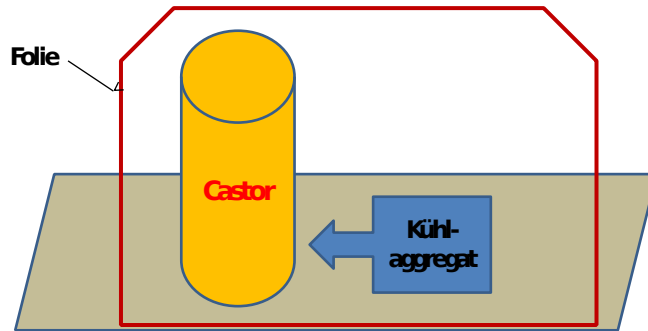
CASTOR
gefüllt mit
Brennelementen



CASTOR
gefüllt
mit
Glaskokil
len



Skizze der Einhausung mittels gasdichter Folie



Folie schließt die Anordnung Castor + Kühlaggregat gasdicht ab. Das Kühlaggregat dient der Kühlung ohne Luftwechsel. Gebildeter Radiokohlenstoff bleibt innerhalb der Folienumhüllung und reicht sich innerhalb von Wochen/Monaten so an, dass kontrollierende Messungen auf Aktivierungsprodukte erfolgen können.

weitere Aktivierungsprozesse



332 mb, Gamma



0,55 mb,

Gamma

(HWZ von Tritium 12,346

Jahre)



HWZ: 1,83 h

**3. Sind die
Überwachungssysteme
geeignet ?**

Radioaktivität und Strahlung beim GNS-Werk Gorleben



Der Zwischenlager des Werkes Gorleben hat keine radiologischen Auswirkungen auf die

Messungen im Neutronen- und Gamma-

Strahlungsfeld eines beladenen Castor-

IIa-

Behälters im Transportbehälterlager

Gorleben

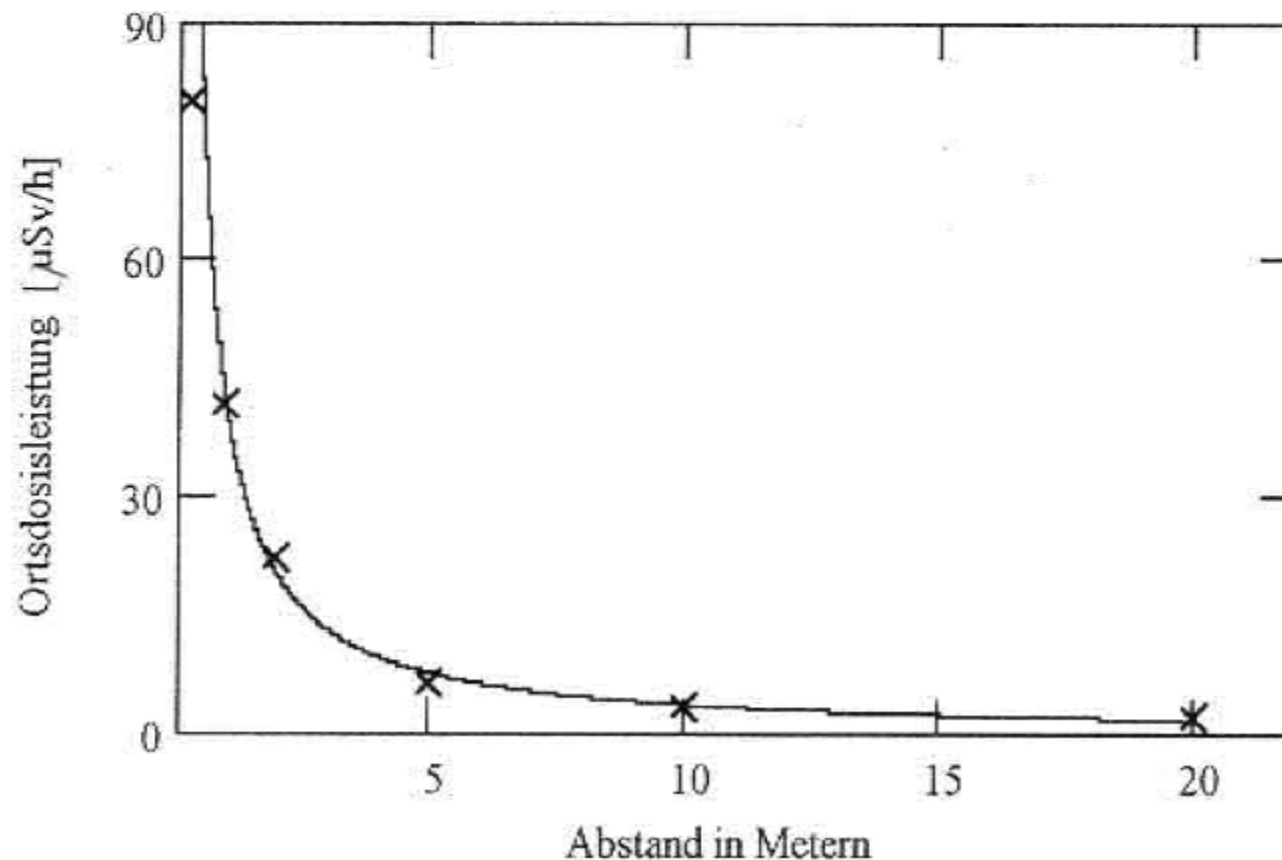
und Vergleich der Meßergebnisse für

Neutronen

mit Monte-Carlo-Rechnungen

Abb. 6: Abstandsverhalten der Neutronen-Strahlung

(durchgezogene Kurve - Fit mit $y = \frac{a}{x^b}$)



- "Sekundäreffekte bei Transport und Lagerung von
- Castorbehältern im Zwischenlager Gorleben"
-
- (CASTOR als Neutronenquelle)