



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat  
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate

# Design, Modification and Maintenance of Contamination Barriers of RCA as a Challenging Part of Radiation Protection

S.G. Jahn, Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate

ISOE-Symposium 2018, Uppsala



# systematic approach for RP in nuclear facilities

*fundamental safety objective*  
(IAEA Safety Standards Series No. SF-1):  
**protecting people and the environment  
from harmful effects of ionizing radiation**

*main safety objectives of nuclear safety*  
(IAEA Safety Standard NS-R-1 / INSAG 10):

control of  
criticality

cooling  
of spent  
fuel

enclosure  
of  
radioactivity

compatible  
measures to  
control exposure

comprehensive  
management  
measures

safety barriers as  
**fuel matrix &  
cladding, enclosure  
of reactor vessel  
and primary  
cooling loop,  
safety containment**

contamination  
barriers of the  
radiological  
controlled area

container for  
transportation  
and storage of  
radioactive  
goods

container for  
sealed sources  
matrix and  
container for  
rad. waste  
(final disposal)

geological  
barriers of a  
final disposal  
site



# contamination barriers of the RCA

external  
boundary of  
RCA

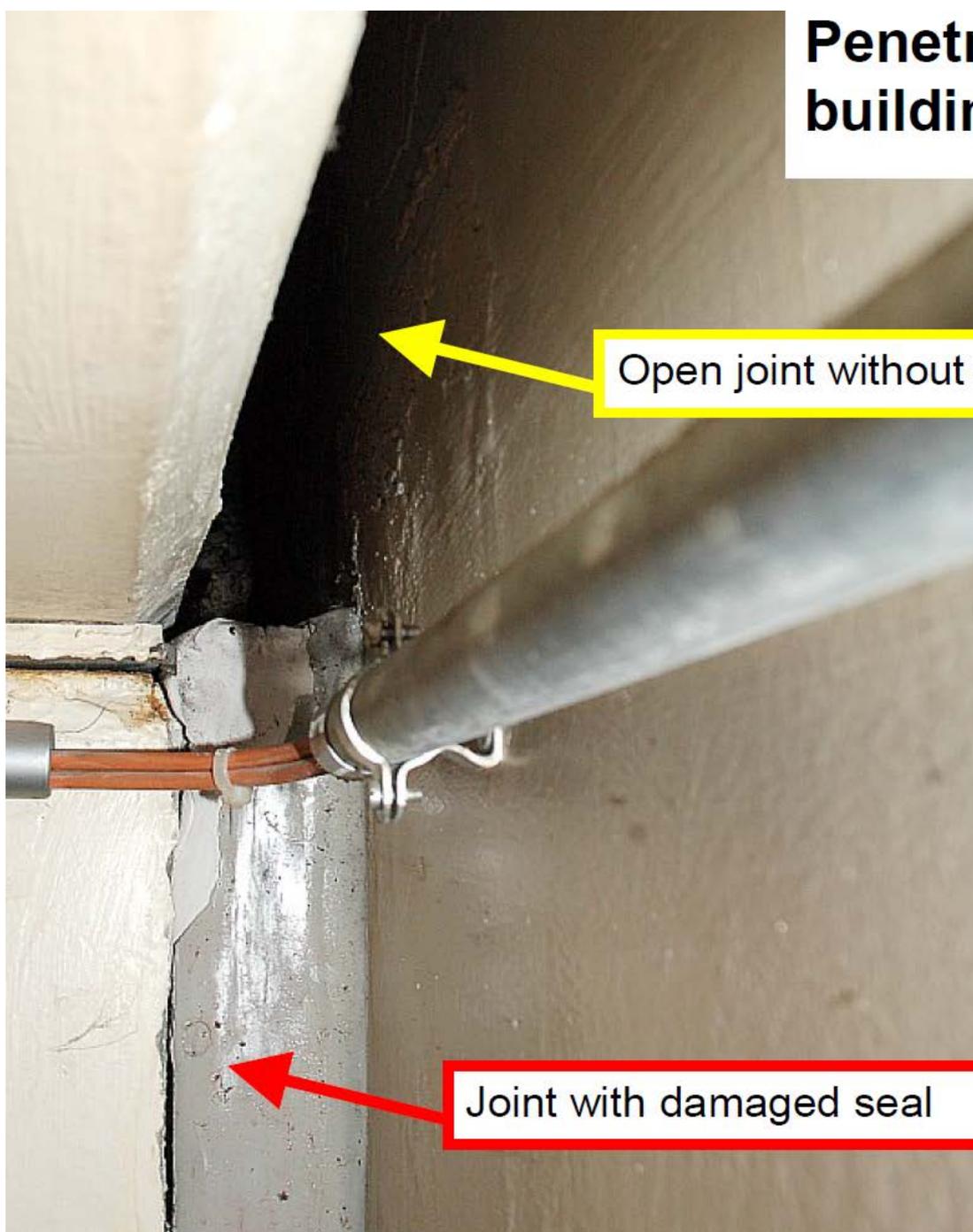




## Example of floor covering and a seal on a joint between building structures in a state, which doesn't look tight



## Penetrations: joint between buildings without seal



Open joint without seal

- Due to the negative pressure inside RCA an inward flow could be demonstrated
- Joints were repaired

Joint with damaged seal



# Another example of old sealing agent without tight covering





## Example of a barrier against uncontrolled release of contaminated fluids: step at an exit door of RCA



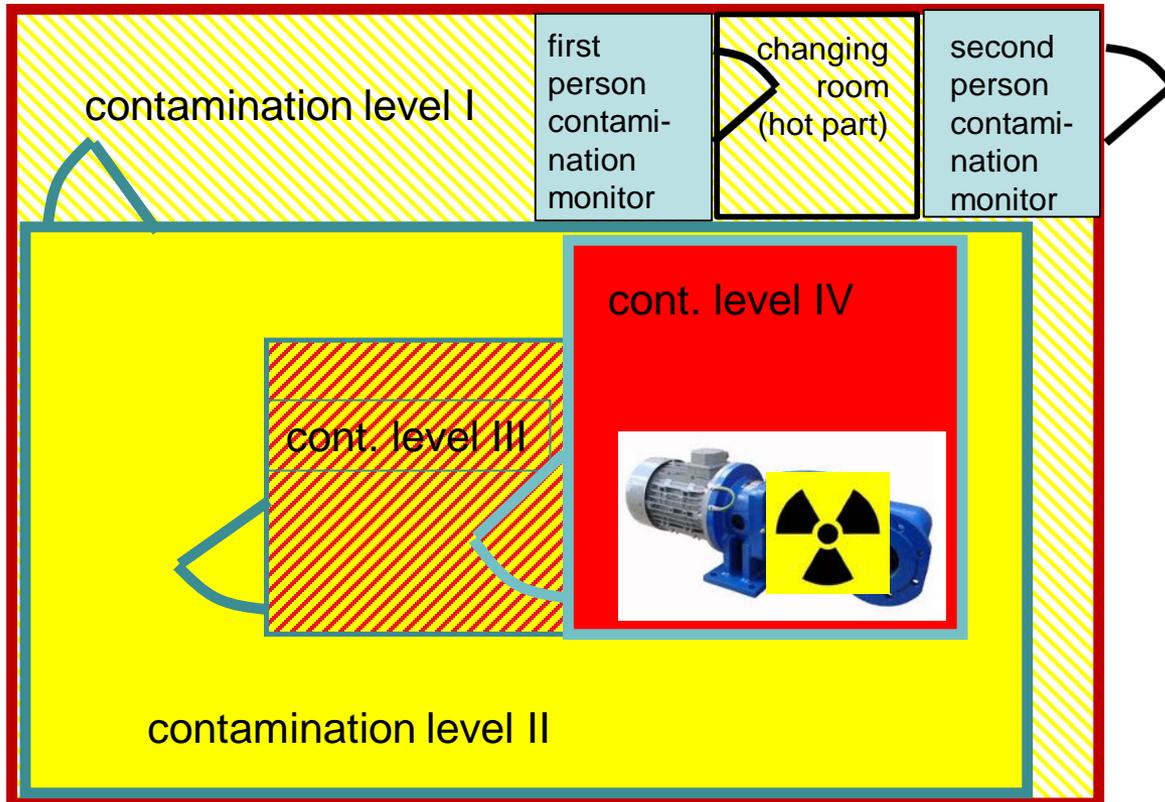


# contamination barriers of the RCA

external  
boundary of  
RCA

cont. control  
on persons  
& materials

barriers  
between  
rooms and  
areas inside  
RCA







# example for a temporary contamination barrier





# entrance to and exit of a temporary contamination area level III





# contamination barriers of the RCA

external  
boundary of  
RCA

cont. control  
on persons  
& materials

barriers  
between  
rooms and  
areas inside  
RCA

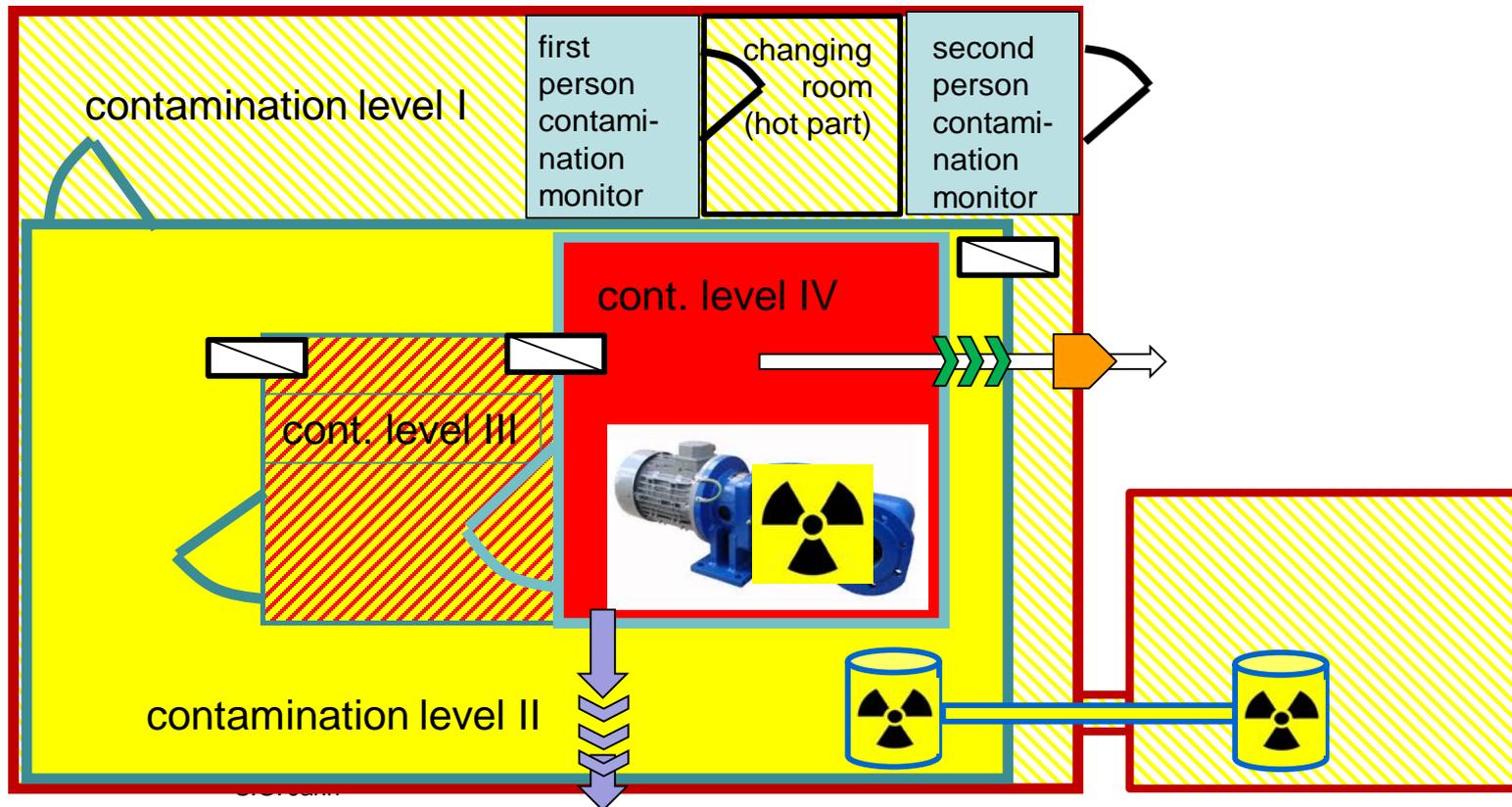
low pressure  
against  
environment

low pressure  
differentiation  
inside RCA

retention of  
rad. aerosols  
and gases

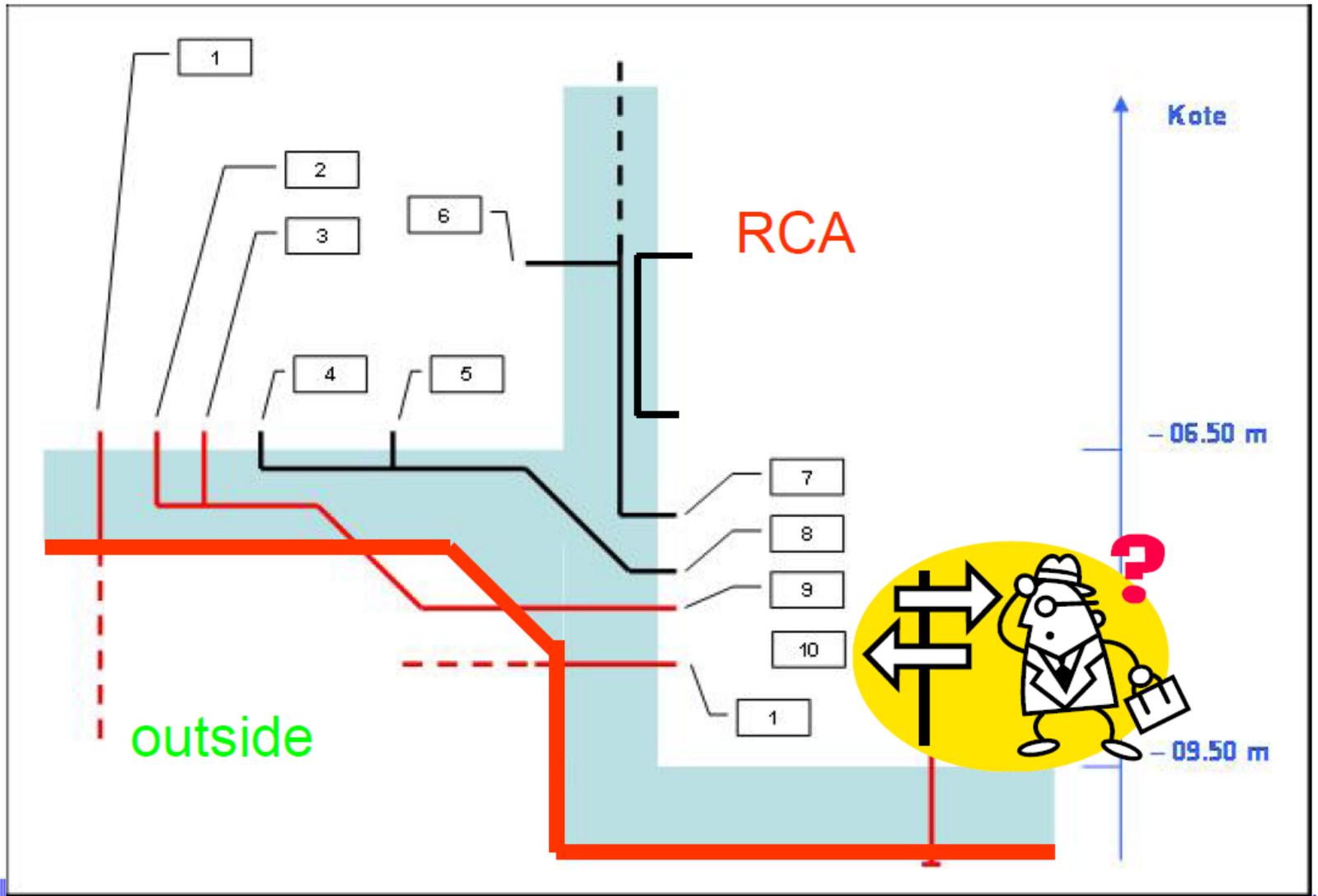
retention of rad.  
particles in waste  
water

enclosure of systems,  
components, tanks and ...  
with radioactive content





# Different types of penetrations





# Example: piping with radioactive content outside RCA

- flang = risk of leakage
- water would drain into the river without control
- second barriers are needed: design modification with reroute ventilation and drain discharges towards RCA





# contamination barriers of the RCA

external  
boundary of  
RCA

cont. control  
on persons  
& materials

barriers  
between  
rooms and  
areas inside  
RCA

low pressure  
against  
environment

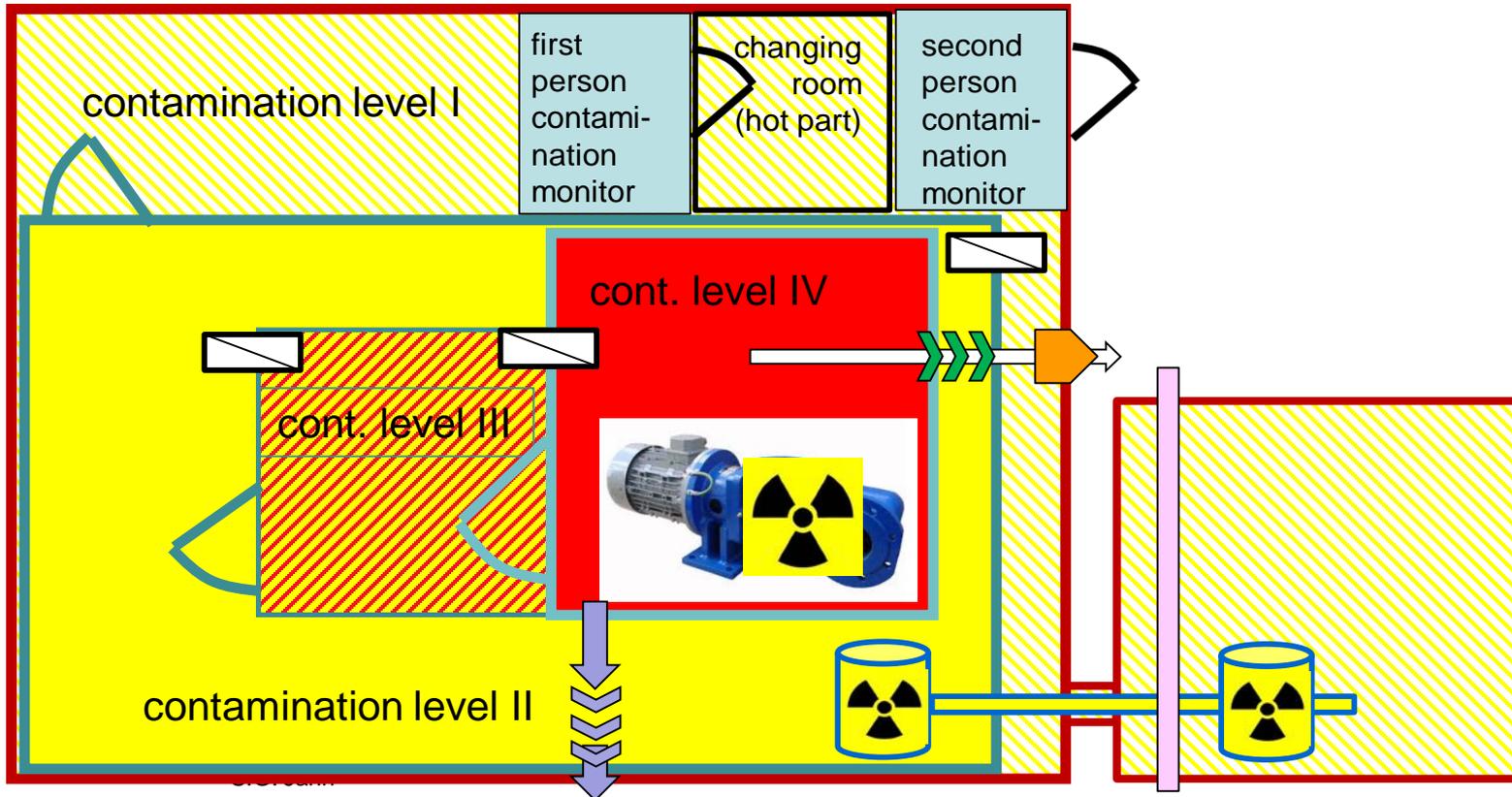
low pressure  
differentiation  
inside RCA

retention of  
rad. aerosols  
and gases

retention of rad.  
particles in waste  
water

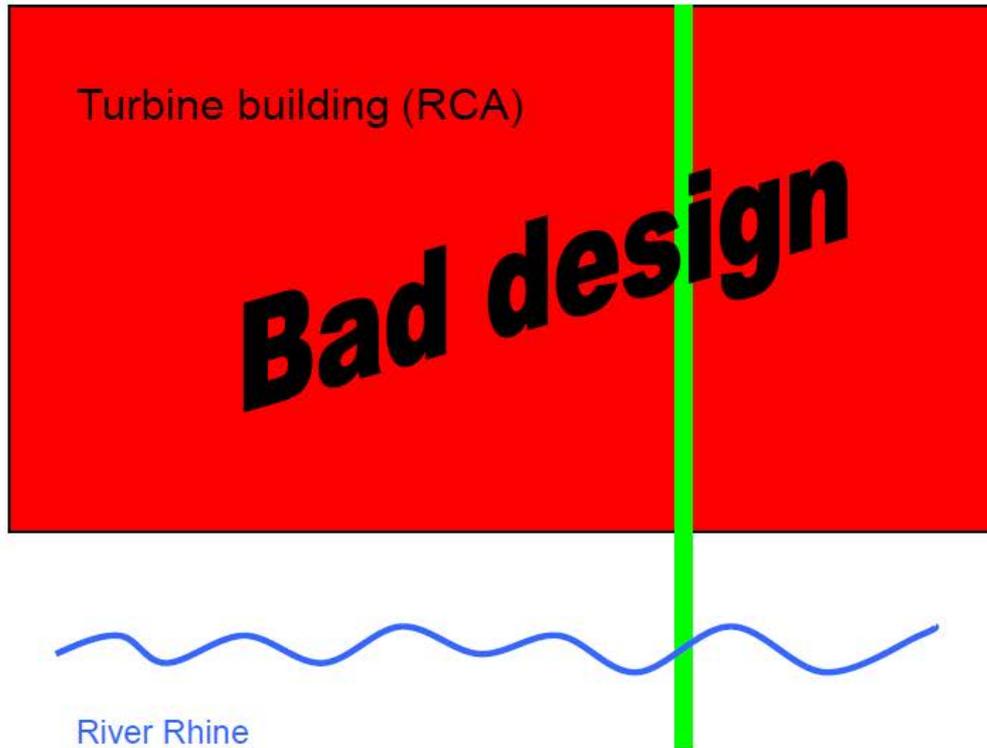
enclosure of systems,  
components, tanks and ...  
with radioactive content

enclosure of non radioactive  
systems which are open to the  
environment





- Rainwater drain lines crossing the RCA





# contamination barriers of the RCA

external  
boundary of  
RCA

cont. control  
on persons  
& materials

barriers  
between  
rooms and  
areas inside  
RCA

low pressure  
against  
environment

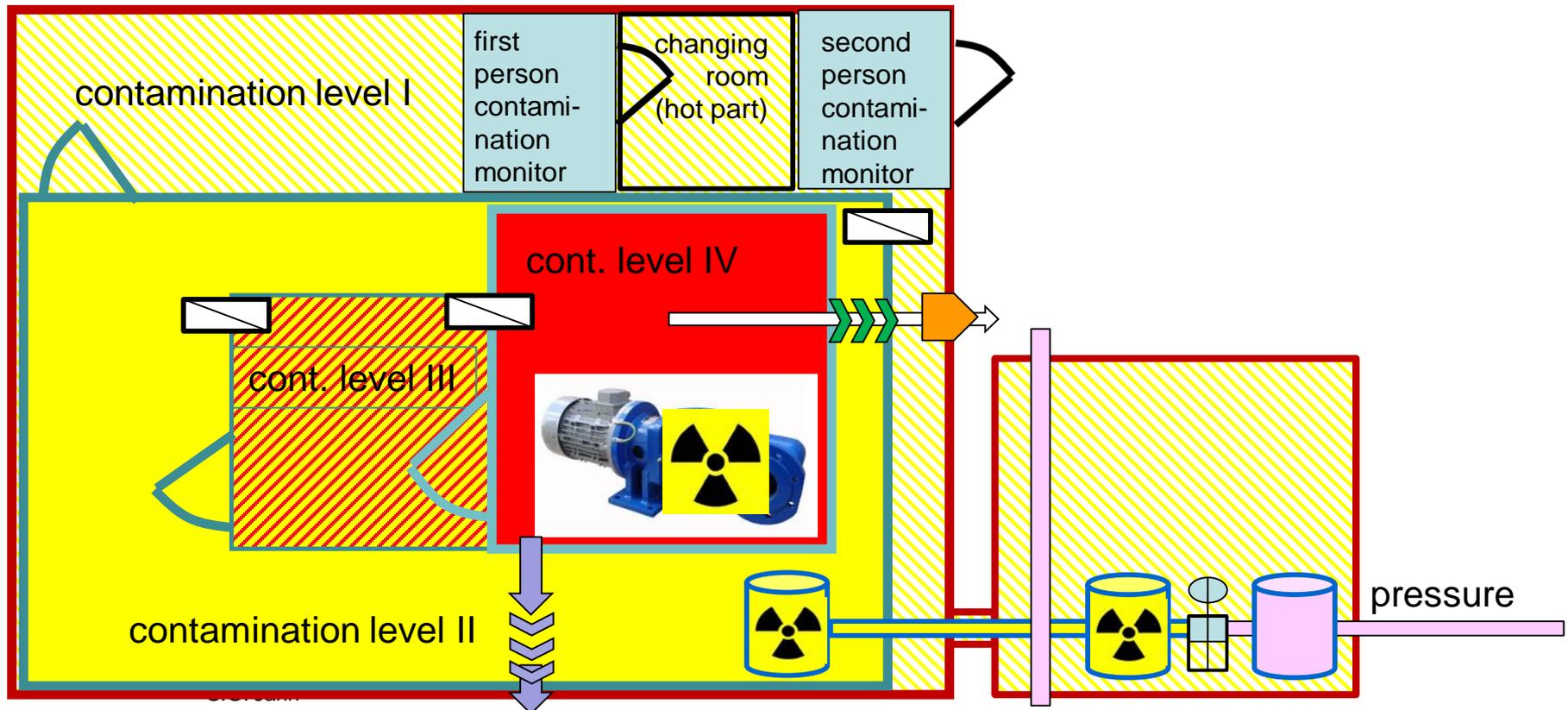
low pressure  
differentiation  
inside RCA

retention of  
rad. Aerosols  
and gases

retention of rad.  
particles in waste  
water

enclosure of radioactive  
systems, components, tanks  
and containers

enclosure of non radioactive  
systems which are open to the  
environment





# contamination barriers of the RCA

## *basic rule:*

There have to be

## **at least two barriers**

which may be passive borders, active components as valves, differential pressure, retention equipment as filters, rules and monitors to inhibit contamination carry over, etc.

## **between**

**unsealed (open) radioactive materials  
including airborne, fluid and not fixed surface  
contamination**

and

**the environment incl. nonradioactive systems,  
which may be open to the environment**



# Systematic Approach

*fundamental safety objective* (IAEA Safety Standards Series No. SF-1):

**protecting people and the environment from harmful effects of ionizing radiation**

*main safety objectives of nuclear safety*  
(IAEA Safety Standard NS-R-1 / INSAG 10):

control of  
criticality

cooling  
of spent  
fuel

enclosure  
of  
radioactivity

*additional objective*  
(Guideline ENSI-G02)

compatible  
measures to  
control exposure

comprehensive  
management  
measures

barriers  
of the  
radiological controlled  
area

source term  
reduction

control of  
external  
exposure  
(limiting and  
optimization)

control of  
internal  
exposure  
(avoiding or  
reduction)

**radiation protection objectives in nuclear facilities**  
( Draft Guideline ENSI-G12)



# Conclusion

- for **design, modifications including decommissioning as well as operational jobs** a systematic check of RP objectives, functions and rules have to be integrated into the planning procedures ...
- the compliance of RP objectives, functions and rules have to **assessed from time to time** ...
- **regular maintenance** of RP measures has to be established ...

... using a **systematic approach** including ...

... **contamination barriers of RCA**



**Thank you!**

**Questions?**



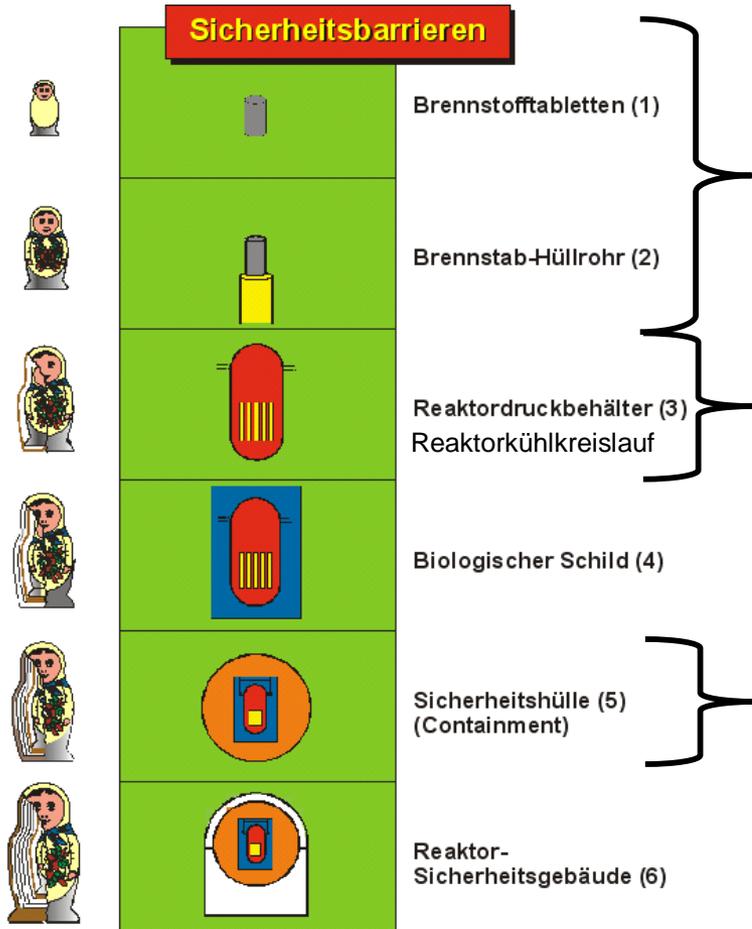




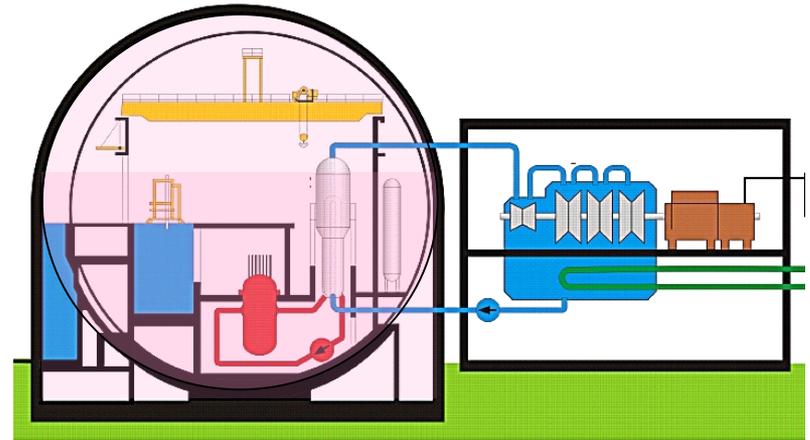
# 3. Einschluss radioaktiver Stoffe

## Teilschutzziele

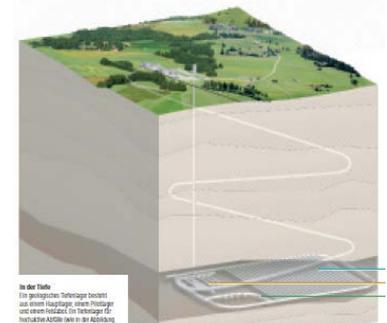
Barrierenkonzept  
ENSI gemäss G02 Teil 1, G20



Einschluss radioaktiver Stoffe durch  
Barrieren der kontrollierten Zone



Einschluss radioaktiver Stoffe, die ausserhalb  
der kontrollierten Zone transportiert  
und (end-)gelagert werden



In der Tiefe  
Ein geologischer Tiefenlager bewahrt  
ausserhalb der kontrollierten Zone  
radioaktive Abfälle (wie in der Abbildung  
schematisch dargestellt) bis 100.000 Jahre.



# Inhalt der Richtlinie ENSI-G12

- 1 Einleitung
- 2 Gegenstand und Geltungsbereich
- 3 Rechtliche Grundlagen
- 4 Schutzzielübergreifende Anforderungen
- 5 Begrenzung und Reduktion der Aktivitätsinventare
- 6 Einschluss radioaktiver Stoffe durch Barrieren der kontrollierten Zone
- 7 Begrenzung und Optimierung der externen Strahlenexposition auf dem überwachten Betriebsareal
- 8 Begrenzung und Optimierung der Inkorporation und der Personen-kontamination auf dem überwachten Betriebsareal



# Weitere Abgrenzungen

Die Richtlinie ENSI-G12 regelt nicht:

- Anforderungen an Strahlenschutzmassnahmen, welche ausschliesslich für **Störfälle und Notfälle** getroffen werden müssen (**ENSI-B12**). Betriebsstörungen müssen bei der Planung des Normalbetriebs mit berücksichtigt werden
- Anforderungen an **Lüftungsanlagen, die nicht den Strahlenschutzzielen dienen**, wie z.B. Kühlung, Brandschutz, Regelung der Luftfeuchte, etc. (**ENSI-G02 Teil 2, ENSI-G18**)
- Anforderungen an die **Behandlung radioaktiver Abfälle** (**HSK-B05**)
- Anforderungen an **Überwachungsmassnahmen**, welche in **ENSI-G13, ENSI-B09** und **ENSI-B04** geregelt sind



Beispiel für die Unterteilung des Strahlenschutzziels  
**Einschluss radioaktiver Stoffe durch  
Barrieren der kontrollierten Zone**

in einzelne **Schutzzielfunktionen** und  
Anforderungen an Strahlenschutzmassnahmen



# 4. Begrenzung der Strahlenexposition

## Teilschutzziele

4.1 **Reduktion der Aktivitätsinventare** auf das Notwendige

4.2 **Begrenzung und Optimierung der externen Strahlenexposition**

4.3 **Verhinderung oder Begrenzung der Inkorporation und der Personenkontamination sowie Minimierung der internen Strahlenexposition**



# Begrenzung und Reduktion der Aktivitätsinventare auf das Notwendige

- **Verhinderung unerwünschter Aktivierungen**
  - Ausschluss von aktivierbaren Stoffen im Neutronenfeld des Reaktors oder im Kontakt mit dem Primärkühlmittel
  - Verhinderung von Korrosionsbildung und Eliminierung von Korrosionsprodukten im Primärkühlsystem
  - Verhinderung von Fremdmaterialeintrag in Kühlkreisläufen
- **Begrenzung und Reduktion radioaktiver Stoffe in Reaktor- und Brennelementbecken-Kühlsystemen**
  - Auslegung und Betrieb der Kühlkreisläufe zur Vermeidung von Ablagerung und Übertrag
  - Reinigung der Reaktor- und Beckenkühlmittel
  - Reduktion der in den Kühlsystemen abgelagerten Stoffe
- **Begrenzung und Reduktion radioaktiver Stoffe in und an sonstigen Systemen und Komponenten**
- **Begrenzung und Reduktion radioaktiver Stoffe in Räumen der kontrollierten Zone**



## 4.2 Begrenzung und Optimierung der externen Strahlenexposition

orts-  
oder  
raum-  
bezogen

- **Abschirmung** von Quellen, radioaktiven Systemen, Räumen und Bereichen mit potentiell hohen Ortsdosisleistungen:  
Wasser, Beton, Stahl, Blei, Wolfram, abger. Uran, Paraffin, bor-haltige Kunststoffe, Schürzen, Brillen, temporäre Abschirmungen

- **Absperrung** von Räumen und Bereichen potentiell hoher Dosisleistung:  
Einteilung der kont. Zone in Gebietstypen, physische Barrieren, administrative Vorgaben und deren Kontrolle

personen-  
oder  
tätigkeits-  
bezogen

- **Minimierung der Aufenthaltszeit:**  
geeignete Auslegung und Werkzeuge zur schnellen und störungsarme Montage / Inbetriebsetzung / Instandhaltung / Rückbau, Mock-Up-Training, EPD mit Dosis- und DL-Alarm
- **Maximierung des Abstands** zu Strahlenquellen  
Einsatz ferngesteuerter oder verlängerter Werkzeuge)



## 4.3 Verhinderung der Inkorporation und der Personenkontamination sowie Minimierung der internen Strahlenexposition

- **innerhalb der kontrollierten Zone im Normalbetrieb:**  
Staffelung der kontrollierten Zone entsprechend dem Kontaminationspotential, Schutzbekleidung, Atemschutz, Verbot von Essen, Trinken, Rauchen,
- **innerhalb der kontrollierten Zone im Störfall:**  
Vorsorgemassnahmen wie Not-Atemschutzmasken, Jodtabletten, Einrichtungen zur Personendekontamination, medizinischer Notfallplan



# Veranlassung und Erfahrungsauswertung

- **Revision der Verordnungen im Strahlenschutz:**  
Aufhebung der HSK-R-07,
- **Vorkommnisse:**  
insbesondere “unkontrollierte Abgaben”
- **Inspektionen:** Inspektionsthemen und Gegenstände
- **Anerkennungsverfahren für Ausbildungskurse:**  
Lernziele für die Ausbildung von Strahlenschutzpersonen
- **Sonstige Aufsichtstätigkeiten: ...**
- **Internationale Strahlenschutz-Symposien:**  
Gruppierung der Beiträge nach Themenbereiche



**Ergänzungen und Präzisierungen sind trotz der Revision der StSV und der Erstellung der Verordnung über den Umgang mit radioaktivem Material (UraM) an sehr vielen Stellen nötig.**



## 4.3 Verhinderung der Inkorporation und der Personenkontamination sowie Minimierung der internen Strahlenexposition

- **ausserhalb der kontrollierten Zone im Normalbetrieb:**  
dosisoptimierte Ausbreitung radioaktiver Stoffe über Kaminhöhe, Ausstossgeschwindigkeit, Nutzung von geeigneten Wetterbedingungen
- **ausserhalb der kontrollierten Zone im Notfall:**  
Vorsorgemassnahmen wie z.B. Verteilung von Jodtabletten,  
Sofortmassnahmen wie z.B. Alarmierung und Anweisung Einnahme der Jodtabletten, Gebäude aufsuchen, Fenster schliessen, Keller aufsuchen  
Nachsorgemassnahmen wie z.B. die Kontrolle der Aktivität in Lebensmitteln



# 5. Schutzzielübergreifende Aspekte: Kernaufgaben des Strahlenschutzes

sind **Strahlenschutz- und Überwachungsmaßnahmen**  
zu **planen**, **vorzubereiten**, **anzuwenden**, **zu kontrollieren (bewerten)**  
und die Erfahrung zu dokumentieren

dabei wird unterschieden zwischen

## **Generischer Strahlenschutz:**

Massnahmen die beim Bau (und bei Änderungen) der Kernanlage eingeplant und festinstalliert wurden bzw. in allgemein verbindlichen Weisungen festgelegt wurden

## **Operationeller Strahlenschutz:**

temporäre Massnahmen, die für Routine- oder spezielle Tätigkeiten zusätzlich zu den generischen Massnahmen getroffen werden müssen



# Stand des Projekts und Planung

## Stand:

- Spezifikation wurde im März 2017 genehmigt
- Ein Entwurf der Richtlinie G12 samt Erläuterungsbericht existiert und wird derzeit im Projektteam (SCU, BEAT, MERU, RAAS, SIKK, SUNO, SYTE, TISA, WISI) bearbeitet

## Zeitplan:

**11.06. bis 06.08.2018**    **erste KASI-Vernehmlassung**

ca. 22.10.2018  
2019

externes Hearing  
Interne Anhörung Bereich S  
Interne Anhörung KASI  
Interne Anhörung GK  
Backend

1.1.2020

Inkraftsetzung