

# Sicherheit der Kernkraftwerke in Tihange, insbesondere in Bezug auf Aachen

H.-J. Allelein

Vortrag beim VDE Regio Aachen e.V.  
30. Mai 2017

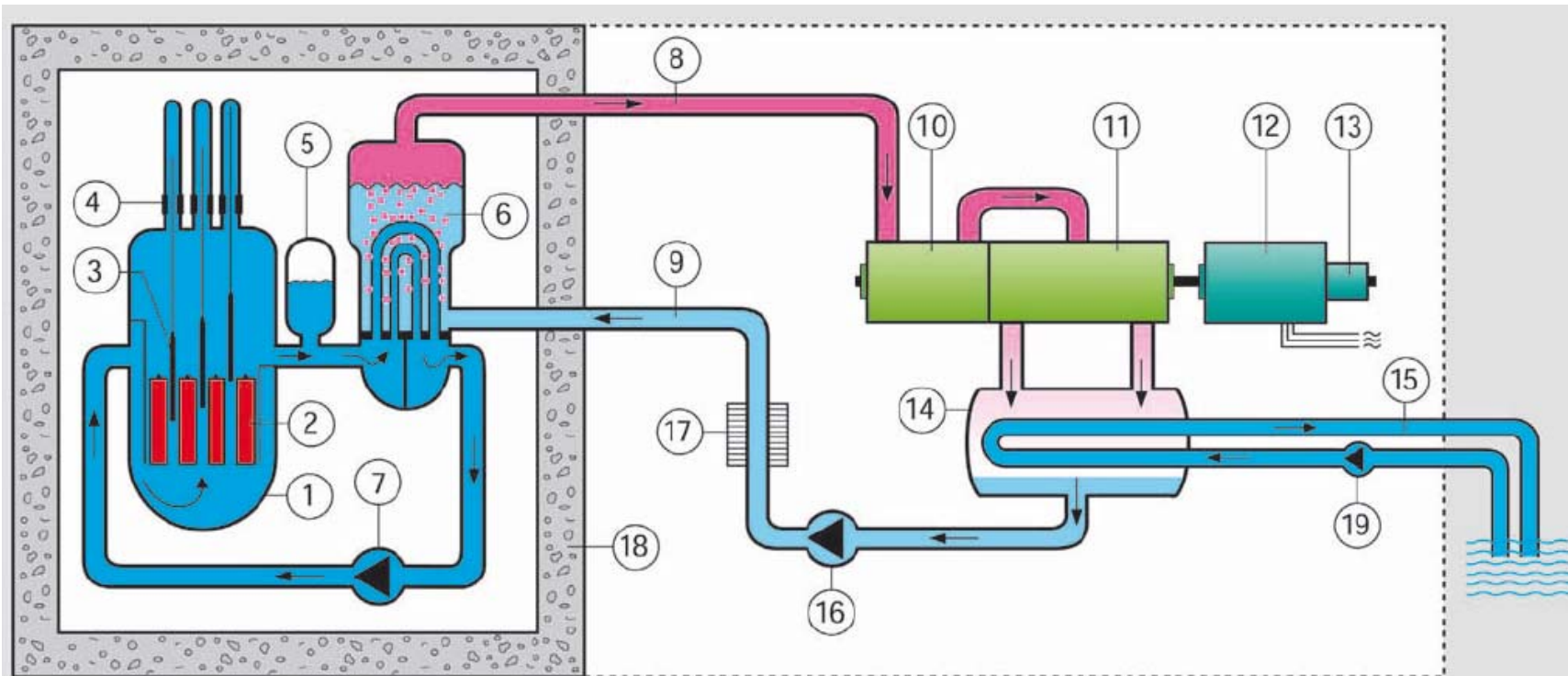
# Gliederung

- 1 Funktionsweise Druckwasserreaktor
- 2 Kritikpunkte an Tihange
- 3 Allgemeiner Überblick Strahlungsexposition
- 4 Mögliche Auswirkungen für Aachen
- 5 Fazit des Vortragenden

# Gliederung

- 1 Funktionsweise Druckwasserreaktor**
- 2 Kritikpunkte an Tihange
- 3 Allgemeiner Überblick Strahlungsexposition
- 4 Mögliche Auswirkungen für Aachen
- 5 Fazit des Vortragenden

# Druckwasserreaktor – vereinfachtes Schema



- |                        |                              |                                |                      |
|------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| 1 Reaktordruckbehälter | 6 Dampferzeuger              | 11 Niederdruckteil der Turbine | 15 Flusswasser       |
| 2 Uranbrennelemente    | 7 Kühlmittelpumpe            | 12 Generator                   | 16 Speisewasserpumpe |
| 3 Steuerstäbe          | 8 Frischdampf                | 13 Erregermaschine             | 17 Vorwärmanlage     |
| 4 Steuerstabantriebe   | 9 Speisewasser               | 14 Kondensator                 | 18 Betonabschirmung  |
| 5 Druckhalter          | 10 Hochdruckteil der Turbine | 15 Flusswasser                 | 19 Kühlwasserpumpe   |

# Gliederung

- 1 Funktionsweise Druckwasserreaktor
- 2 Kritikpunkte an Tihange**
- 3 Allgemeiner Überblick Strahlungsexposition
- 4 Mögliche Auswirkungen für Aachen
- 5 Fazit des Vortragenden

## Tihange 2 in der IAEA-Datenbank

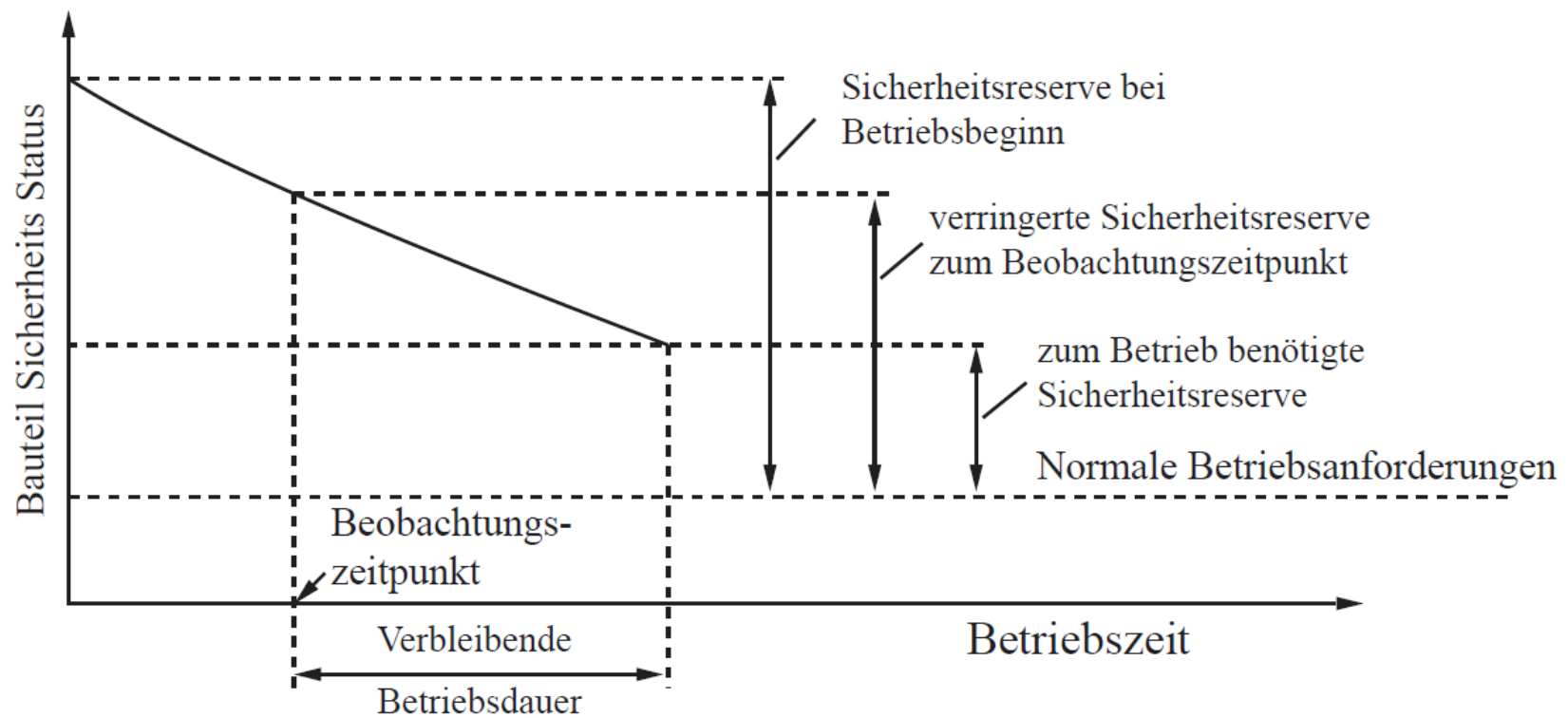
- bis Ende 2011: weit über 80% Verfügbarkeit
- insgesamt einige %-Punkte unter deutschem Mittelwert, aber nichts Negatives erkennbar
- vor allem auch kein Negativtrend für die Blöcke Tihange 2 (und auch Doel 3)
- zum Vergleich: die vier havarierten Fukushima-Blöcke ca. 15%-Punkte kumulativ schlechter

→ Bezeichnung „Schrottreaktor“ ist eigentlich ehrenrührig

## Tihange 2 – Kritikpunkte

- Fachliche Sicht:
  - Tragfähigkeitsnachweis
  - Bekannt gewordene Kritikpunkte:  
(Fraktion der Grünen im Europaparlament, aus Diskussion deutscher und belgischer Experten)
    - Zerstörungsfreie Prüfung
    - Werkstoffzustand
    - “Ersatzfehler“-Konzept
    - Thermoschockbelastungen (PTS – Pressurized Thermal Shock)

# Sicherheitsniveaus





## Kommentare zu diesen Kritikpunkten (1)

- Zerstörungsfreie Prüfung  
Ließe sich mit überschaubarem Aufwand auch an nicht-identischem Material prüfen
  
- Werkstoffzustand  
Rissbefund liegt vor  
Zu klären: herstellungs- und /oder betriebsbedingt,  
aber kein identisches Material mehr verfügbar  
(liefert immer berechnete Angriffsfläche)

## Kommentare zu diesen Kritikpunkten (2)

- „Ersatzfehler“-Konzept  
(siehe nächste Folie!)
- Thermoschockbelastungen  
Zur Reduzierung wird die Temperatur des Notkühlwassers angehoben.  
Dies ist zwar nicht üblich, deutet aber auf Defizite in der Nachweisführung hin.

## Fazit der Reaktorsicherheitskommission\*

- „Aufgrund der umfangreichen Untersuchungen und geführten Nachweise zu den RDB Doel-3 und Tihange-2 sowie der vorliegenden Erkenntnisse aus Forschungsvorhaben im Rahmen der Reaktorsicherheitsforschung in Deutschland kann davon ausgegangen werden, dass unter Betriebsbelastungen ein Integritätsverlust der drucktragenden Wand der RDB nicht zu unterstellen ist.“
- „Bezüglich der Störfallbelastung ist aufgrund der oben genannten offenen Fragen für die RSK nicht nachvollziehbar, dass die hierfür geforderten und in den Nachweisen ausgewiesenen Sicherheitsabstände tatsächlich erreicht werden.“
- „Um zu bestätigen, dass die erforderlichen Sicherheitsabstände eingehalten werden, bedarf es weiterer Nachweise sowohl experimenteller als auch analytischer Art. Hier ist von besonderer Bedeutung die Verifizierung der Konservativität der Anwendung des Ersatzfehlers für Rissfelder in anisotropen Werkstoffbereichen bei Störfällen mit mehrachsigen Beanspruchungen.“

(\*zitiert aus vorläufiger Kurzbewertung vom 13. April 2016)

## Entwicklung

- FANC bestätigt Engie-Electrabel Meldung, dass durch neue Ultraschalluntersuchungen weder Risswachstum noch Rissvermehrung festgestellt werden konnte.\*

(\*Aachener Zeitung vom 08. Mai 2017)

## Gliederung

- 1 Funktionsweise Druckwasserreaktor
- 2 Kritikpunkte an Tihange
- 3 Allgemeiner Überblick Strahlungsexposition**
- 4 Mögliche Auswirkungen für Aachen
- 5 Fazit des Vortragenden

## Dosis und Dosisleistung – Einordnung

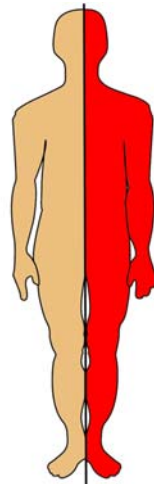
„Stochastische Schäden“  
→ gesteigertes Krebsrisiko

Treten bereits bei geringen Dosisleistungen auf.

100 mSv:  
etwa 1% zusätzliche  
Krebs- und Leukämiefälle

1000 mSv:  
etwa 10 % zusätzliche  
Krebs- und Leukämiefälle

Auswirkungen sehr  
niedriger Dosen sind unklar.



„Deterministische Schäden“  
→ Strahlenkrankheit

Treten bei hohen Dosisleistungen auf  
(hohe Einmaldosis in kurzer Zeit)

100 mSv: Schädigung des Ungeborenen

500 mSv: Hautrötungen,  
Blutbildveränderung

1000 mSv: Übelkeit, Erbrechen

3000 mSv: Blutungen, Durchfall,  
Infektionen, Haarverlust

4000 mSv: 50% Todesfälle ohne  
Behandlung nach 4 – 6  
Wochen

8000 mSv: ohne Behandlung bestehen  
nur geringe Überlebenschancen

## Strahlungsexposition in Deutschland

- Durchschnittliche natürliche Strahlenexposition: 2,1 mSv/a
  - unterschiedliche lokale Dosisraten
    - NRW: 0,36 mSv/a, Saarland: 0,40 mSv/a (max 5 mSv/a in D)
    - Ramsar (Iran): 860 mSv/a, Kerala (Indien): 55 mSv/a
  
- Durchschnittliche zivilisatorische Exposition 1,8 mSv/a
  - hauptsächlich Medizintechnik

## Strahlenbelastung im Alltag – Beispiele

- Flug von Frankfurt nach New York: Dosis von ca. 0,1 mSv
  - gleiche Dosis bei Aufenthalt über geflutetem Reaktorbecken während Revision im Kernkraftwerk
- Computertomographie (z. B. Thorax): 10 mSv
- Mammographie: 1 mSv
- Röntgenaufnahme (z. B. Becken): 0,1 mSv
- Zigaretten:
  - Manche Tabakpflanzen reichern aus dem Boden und aus der Luft Blei 210 (Pb210) und Polonium 210 (Po 210) an.
  - 20 Zigaretten am Tag:
    - Äquivalentdosis 1,2  $\mu$ Sv pro Zigarette: 8,8 mSv/a
    - Lungendosis 14  $\mu$ Sv pro Zigarette: 102 mSv/a



# Gliederung

- 1 Funktionsweise Druckwasserreaktor
- 2 Kritikpunkte an Tihange
- 3 Allgemeiner Überblick Strahlungsexposition
- 4 **Mögliche Auswirkungen für Aachen**
- 5 Fazit des Vortragenden

## Mögliche Depositionen im Raum Aachen

- Im Rahmen einer vielfach zitierten Studie des Instituts für Sicherheits- und Risikowissenschaften der Universität für Bodenkultur Wien wurden mittels postulierter Freisetzungsraten und repräsentativer Wetterdaten Wahrscheinlichkeiten für die Deposition eines repräsentativen Isotops (hier: Cs-137) berechnet. Für die Region Aachen ergeben sich demnach
  - für die Deposition von mehr als 1 mSv/a eine Wahrscheinlichkeit von ca. 30% sowie
  - eine 10%-Wahrscheinlichkeit für die Erreichung des Umsiedlungsgrenzwerts des Unfalls in Tschernobyl.
- Für nicht näher spezifizierte, sehr ungünstige Wettersituationen wird außerdem der Eingreifrichtwert der Strahlenschutzkommission erreicht, der eine Evakuierung der Region Aachen notwendig machen würde (100 mSv/ 7 Tage). Hierfür wird jedoch keine Wahrscheinlichkeit genannt.

## Bei der Studie zu hinterfragen

- nur Cs-137 oder nach irgendeiner ‘Analogie’ auf Gesamtradioaktivität hochgerechnet?
- Auch wenn man Wahrscheinlichkeiten für Eintreten eines Kernschmelzunfalls zurecht nicht traut, sollte doch für die zugrunde gelegten Witterungsbedingungen ‘worst case’ eine Eintrittswahrscheinlichkeit angegeben werden.
- Da bei dem zugrunde gelegten Störfall auch das Versagen aller sonstigen Maßnahmen, Systeme und Komponenten unterstellt wird, handelt es sich tatsächlich um die Überlagerung zweier unabhängiger Störfallszenarien.
  - Sinnfälligkeit diskussionswürdig
- Hier kommen sog. ‘accident managemant’-Maßnahmen „ins Spiel“, sowohl bei Ausfall der externen Stromversorgung als auch bei einem Dampferzeugerheizrohrleck.

## Diesbezügliche Statements der FANC\*

- „The strategy for the Complete Station Black-Out is now well-defined on both sites. The induced actions as well as the actions concerning the loss of the Ultimate Heat Sink are ongoing at Tihange and under finalization at Doel.“
- „The design of the filtered venting systems is completed and the realization phase has been started.“
- „The regulatory body considers that the progress made in 2015 is satisfactory but notes considerable delays in the implementation of the stress tests action plan. Most remaining actions are now beyond the time schedule of the original action plan by on average more than one year.“

(\*zitiert aus National progress report on the stress tests of nuclear power plants, FANC, March 2016, p. 27)

## Gliederung

- 1 Funktionsweise Druckwasserreaktor
- 2 Kritikpunkte an Tihange
- 3 Allgemeiner Überblick Strahlungsexposition
- 4 Mögliche Auswirkungen für Aachen
- 5 Fazit des Vortragenden**

## Anmerkungen zur Sicherheitskultur

- Öffentlichkeitsarbeit verbesserungsbedürftig
- Der Leiter der belgischen Aufsichtsbehörde war von 2004 bis 2013 Leiter des KKW Doel
- Brandsicherheit/ Mängel
- Jemand hat ca. 65.000 Liter Öl einer Turbine auslaufen lassen (Doel 4, 5. Aug. 2014).
- Ein aus Marokko stammender Techniker mit belg. Pass hat ca. 3 a im Hochsicherheitsbereich in Doel gearbeitet, sich 2014 nach Syrien abgesetzt und wurde dort beim Kampfeinsatz für den IS getötet.

## Fazit (1/2)

- aufmerksame Beobachtung des Betriebs der belgischen Kernkraftwerke: **ja**  
(Transparenz schadet nicht.)
- Umgehende Umsetzung der Maßnahmen wie gefilterte Druckentlastung fordern
- vorbeugende Maßnahmen, Katastrophenschutzübungen und -planung: **ja**
- private Vorratsbehaushaltung: wenn man dann beruhigt(er) ist: **ja**

## Fazit (2/2)

- Angst haben: **nein**
- Bewusst in AC und Umgebung geschürte Hysterie ist einfach nur schofelig.
- Den organisierten Tihange-Gegnern geht es selbst erklärtermaßen darum, (Mittel-)Europa kernenergiefrei zu machen; sie lassen leider keine sachliche Diskussion zu.