

Betriebsdauer-Management am Beispiel des KKW Beznau

Herbert Rust | Stv. Leiter Kernkraftwerk Beznau
CH-5312 Döttingen | Schweiz

Inhalt

- 1. Einleitung**
- 2. Voraussetzungen / Aufgabenstellung**
- 3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes**
- 4. Brennstoff: Beschaffung / Entsorgung**
- 5. Personal und Materialwirtschaft**
- 6. Energiewirtschaft / Externe Einflussfaktoren**
- 7. Wirtschaftlichkeit**
- 8. Fazit**

Inhalt

- 1. Einleitung**
2. Voraussetzungen / Aufgabenstellung
3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes
4. Brennstoff: Beschaffung / Entsorgung
5. Personal und Materialwirtschaft
6. Energiewirtschaft / Externe Einflussfaktoren
7. Wirtschaftlichkeit
8. Fazit

1. Einleitung



1. Einleitung

Historische Daten

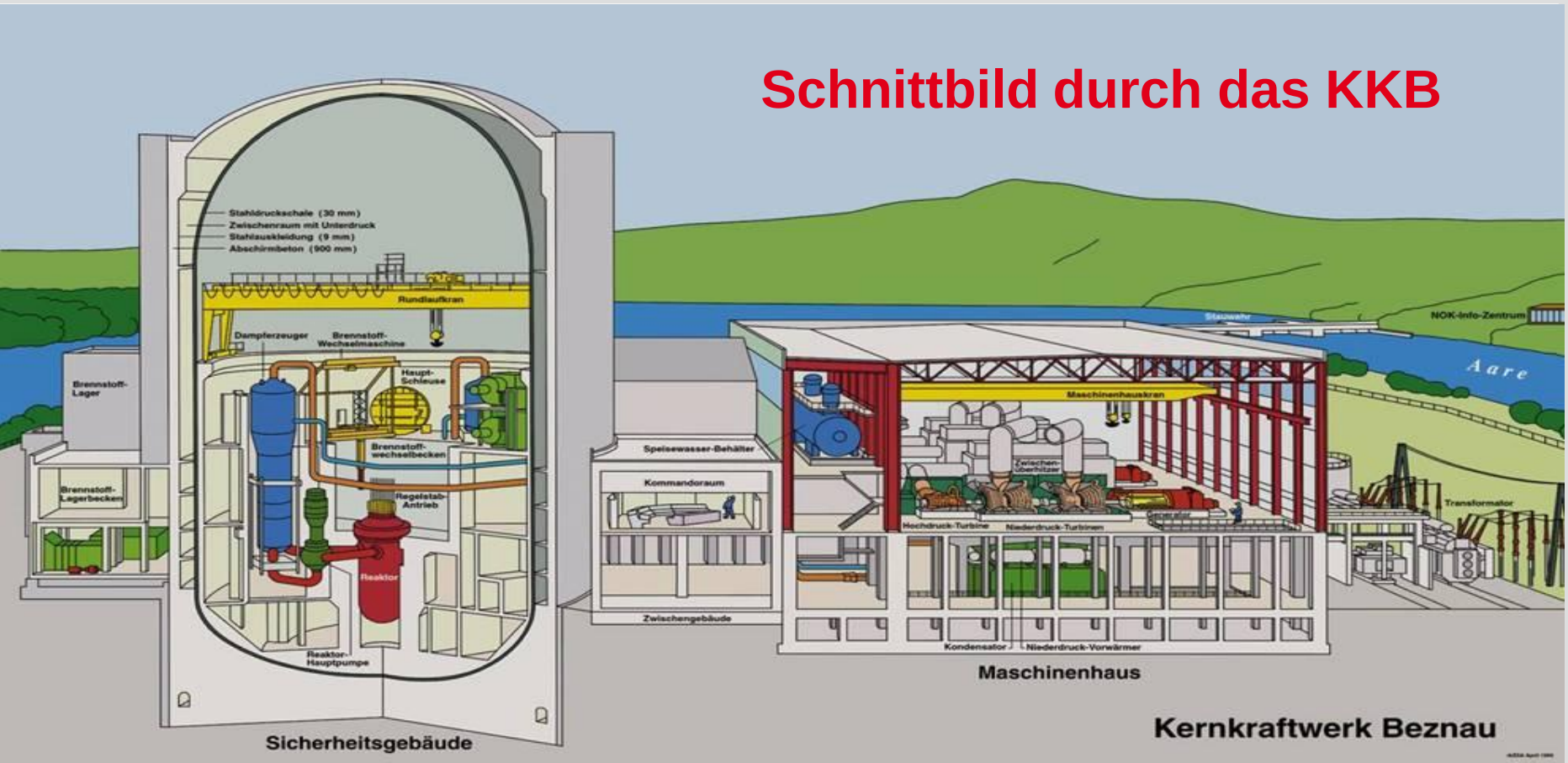
- 1964 beschloss die damalige NOK – heute Axpo AG – den Bau des Kernkraftwerks Beznau
- 1969 Inbetriebnahme Block 1
- 1971 Inbetriebnahme Block 2

Technische Daten

- Typ: Druckwasserreaktor mit 2 Kreisläufen
- Thermische Reaktorleistung: 1130 MW_{th}
- Elektrische Bruttoleistung: 380 MW_{el}
- Reaktorlieferant: Westinghouse Electric
- Turbinenlieferant: BBC (ABB, ALSTOM)

1. Einleitung

Schnittbild durch das KKB



1. Einleitung

- Die Geburtsstunde des **Betriebsdauermanagements** geht auf das Jahr 1992 zurück, als erstmals über Alterungsmanagement und Lebensdauerverlängerung gesprochen wurde.
- Das **Alterungsmanagement** befasst sich mit der Alterungsüberwachung von Komponenten, Systemen und Strukturen und definiert alle notwendigen Massnahmen zur Beurteilung und Beherrschung der werkstofftechnischen und konzeptionellen Alterung.
- Der Ausdruck **Lebensdauerverlängerung** hat seinen Ursprung in den USA, da diese Anlagen ursprünglich eine Lizenz für eine Betriebsdauer von 40 Jahren haben.
(von den 104 Reaktoren in den USA haben deren 59 eine Lizenz für 60 Jahre Betrieb, für weitere 21 Reaktoren ist das Gesuch bei der US-NRC in Bearbeitung, Stand Oktober 2010).

Inhalt

1. Einleitung
2. **Voraussetzungen / Aufgabenstellung**
3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes
4. Brennstoff: Beschaffung / Entsorgung
5. Personal und Materialwirtschaft
6. Energiewirtschaft / Externe Einflussfaktoren
7. Wirtschaftlichkeit
8. Fazit

2. Voraussetzungen / Aufgabenstellung

- **Voraussetzungen**
 - Der Bericht "Perspektiven eines Weiterbetriebs des Kernkraftwerks Beznau" vom Juni 2000 wurde im September 2000 in der Axpo Geschäftsleitung behandelt. Dem Protokoll kann entnommen werden:
Die Geschäftsleitung nimmt vom Bericht zustimmend Kenntnis. Sie stimmt dem auf 50 Betriebsjahre ausgerichteten Betriebsdauer-Management sowie der daraus resultierenden Investitionsplanung im Grundsatz zu.
 - Die im Bericht aufgeführten Zahlen basieren auf Ermittlungen in den Jahren 1997 bis 1999 und flossen in die Investitionsplanung ein.
- **Aufgabenstellung**
 - 1. Aktualisierung der Angaben, anfänglich nur für 50 Betriebsjahre, dann auf 60 Betriebsjahre erweitert. ► Bericht BEDAM 2005
 - 2. Aktualisierung der Angaben für 60 Betriebsjahre ► Bericht BEDAM 2010

Inhalt

1. Einleitung
2. Voraussetzungen / Aufgabenstellung
3. **Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes**
4. Brennstoff: Beschaffung / Entsorgung
5. Personal und Materialwirtschaft
6. Energiewirtschaft / Externe Einflussfaktoren
7. Wirtschaftlichkeit
8. Fazit

3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes

- **Ausgangslage / Istzustand**
 - Das KKB konnte in den vergangenen 40 Betriebsjahren im kontinuierlichem Grundlastbetrieb schonend gefahren werden.
 - Die ursprünglichen Auslegedaten basieren offensichtlich auf äusserst konservativen Annahmen.
 - Die Sicherheit der Anlage konnte durch gezielte Massnahmen (Nachrüstungen) stetig erhöht werden.
 - Die Substanz der Anlage ist dank gezielter Erneuerungen und sorgfältiger Instandhaltung ausgezeichnet.

3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes

- **Ausgangslage**
 - **Block 1:**
 - Unbefristete Betriebsbewilligung seit 1969
 - **Block 1&2:**
 - Erste periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) 2002
 - **Block 2:**
 - Befristete Betriebsbewilligung bis 2004
 - **Block 2:**
 - Unbefristete Betriebsbewilligung seit 2005 mit **Auflagen**

3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes

- **Auflage (AÜ07)**
 - *„KKB hat rechtzeitig vor Ablauf der 40-jährigen Betriebsdauer, das heisst bis Ende 2010 die Nachweise zu erbringen, dass die Auslegungsgrenzen der sicherheitstechnisch relevanten Anlageteile auch in einer verlängerten Betriebsdauer nicht erreicht werden“*
 - *„Andernfalls sind rechtzeitig Nachrüstmassnahmen durchzuführen“*

3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes

- **Auflage (AÜ07)**
 - Vereinbarung mit HSK (heute ENSI), dass die Auflage AÜ07 gemeinsam für Block 1&2 bearbeitet wird und die Nachweise Mitte 2008 einzureichen sind.
 - Am 25. Juni 2008 reichte das KKB die erforderlichen Dokumente ein.

„KKW Beznau, Block 1 und 2, Sicherheitstechnische Bewertung einer Betriebsdauer über 40 Jahre, Juni 2008“

3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes

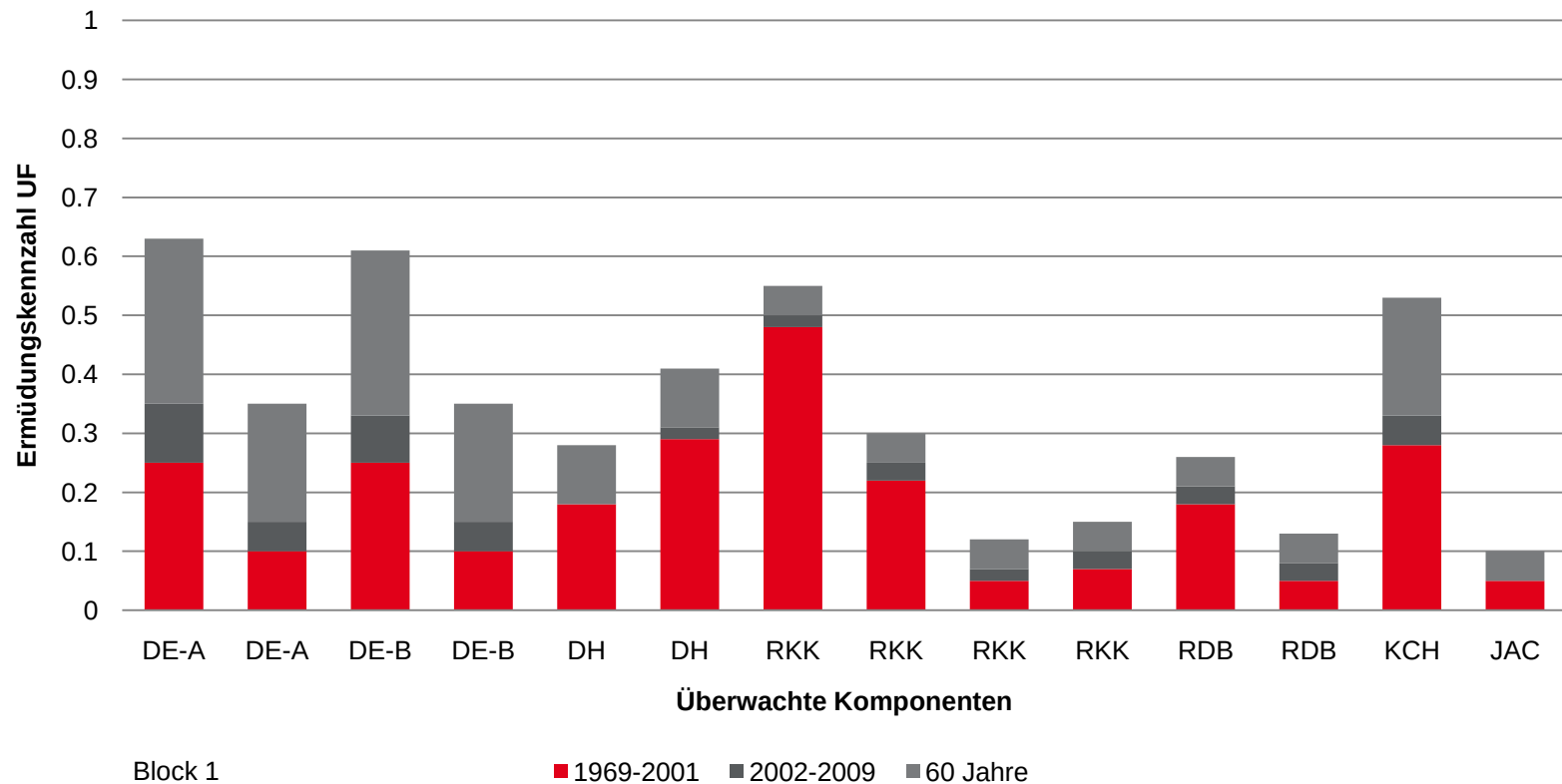
- **Auflage (AÜ07)**
ENSI | Sicherheitstechnische Stellungnahme zum Langzeitbetrieb des KKW Beznau, Block 1 und 2
 - **Vorläufige Stellungnahme mit folgenden Forderungen:**
 1. Bauteile von Bauwerken der Bauwerksklasse I, die nicht oder nur erschwert zugänglich sind, sind im Rahmen des AÜP zu erfassen
 2. Jährlicher Ermüdungsbericht für alle relevanten Stellen unter Berücksichtigung der Medieneinflüsse
 3. Konzept für Planung, Prüfung und Auswertung weiterer Probensätze zur Untersuchung des Bestrahlungsverhaltens der RDB-Werkstoffe
 4. Spezielle PTS-Analysen für den RDB von Block 1 (Ring „C“)
 5. Analysen der Korrosionsschäden an der Stahldruckschale von Block 1
 6. Einwirkungen von Erdbeben mit einer Häufigkeit von 10^{-4} /Jahr auf die Einhaltung der Dosisgrenzwerte gemäss StSV (Störfälle Kat. 3)

3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes

- **Randbedingungen/Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme von Kernkraftwerken** (Verordnung UVEK 732.114.5)
 - Auslegungsfehler
 - Alterungsschäden
 - Integrität des Primärkreislaufs
 - Versprödung des Reaktordruckbehälters
 - Risse im Primärkreislauf
 - Wandstärken des Primärkreislaufs
 - Integrität des Containments
 - Wandstärke der Stahldruckschale
 - Risse und Abplatzungen der Betonhülle

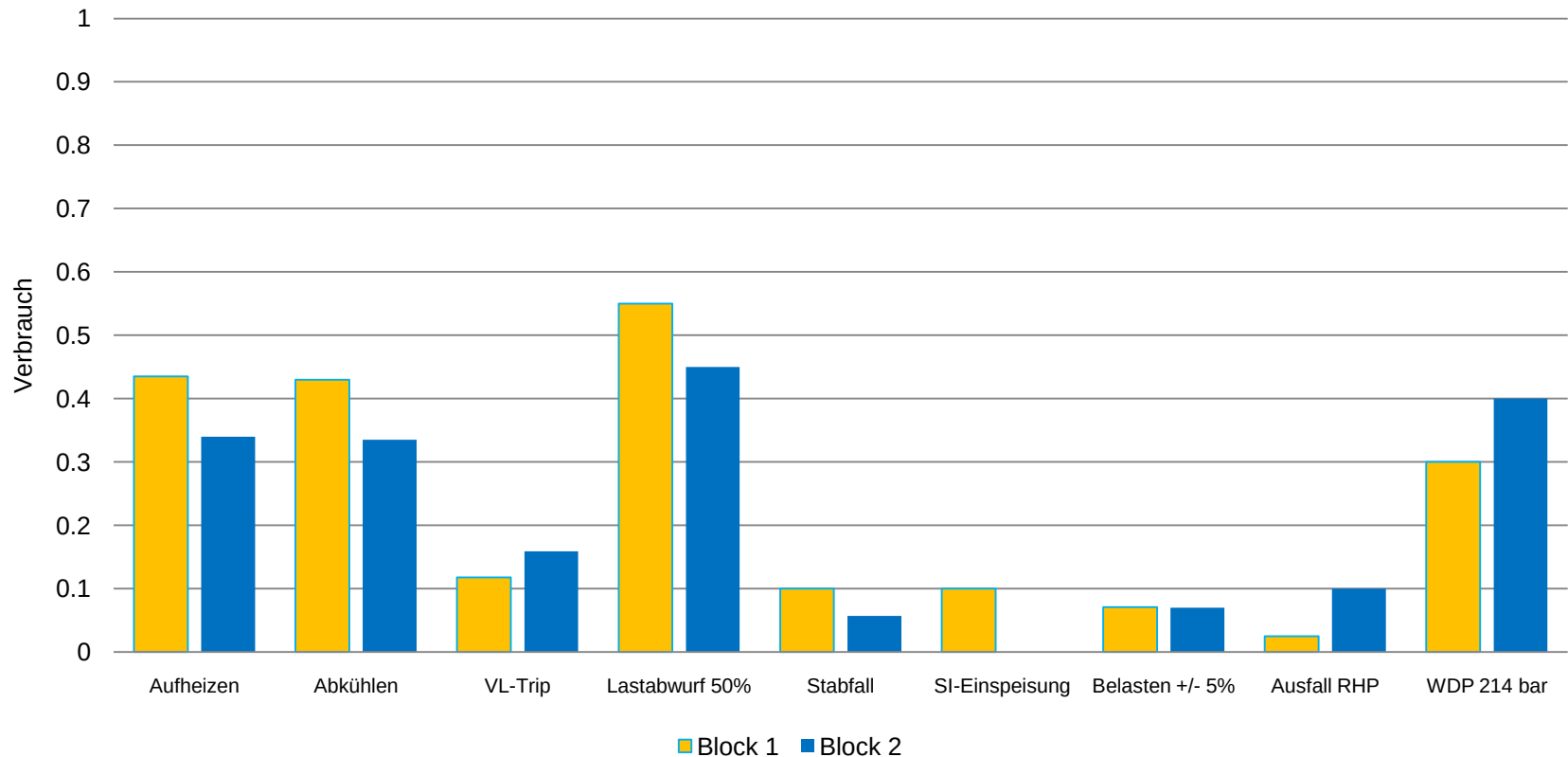
3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes Lebensdauererbrauch per Ende 2009 (40 BJ)

Übersicht Komponentenermüdung



3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes Lebensdauerverbrauch per Ende 2009 (40/38 BJ)

Übersicht Transienten

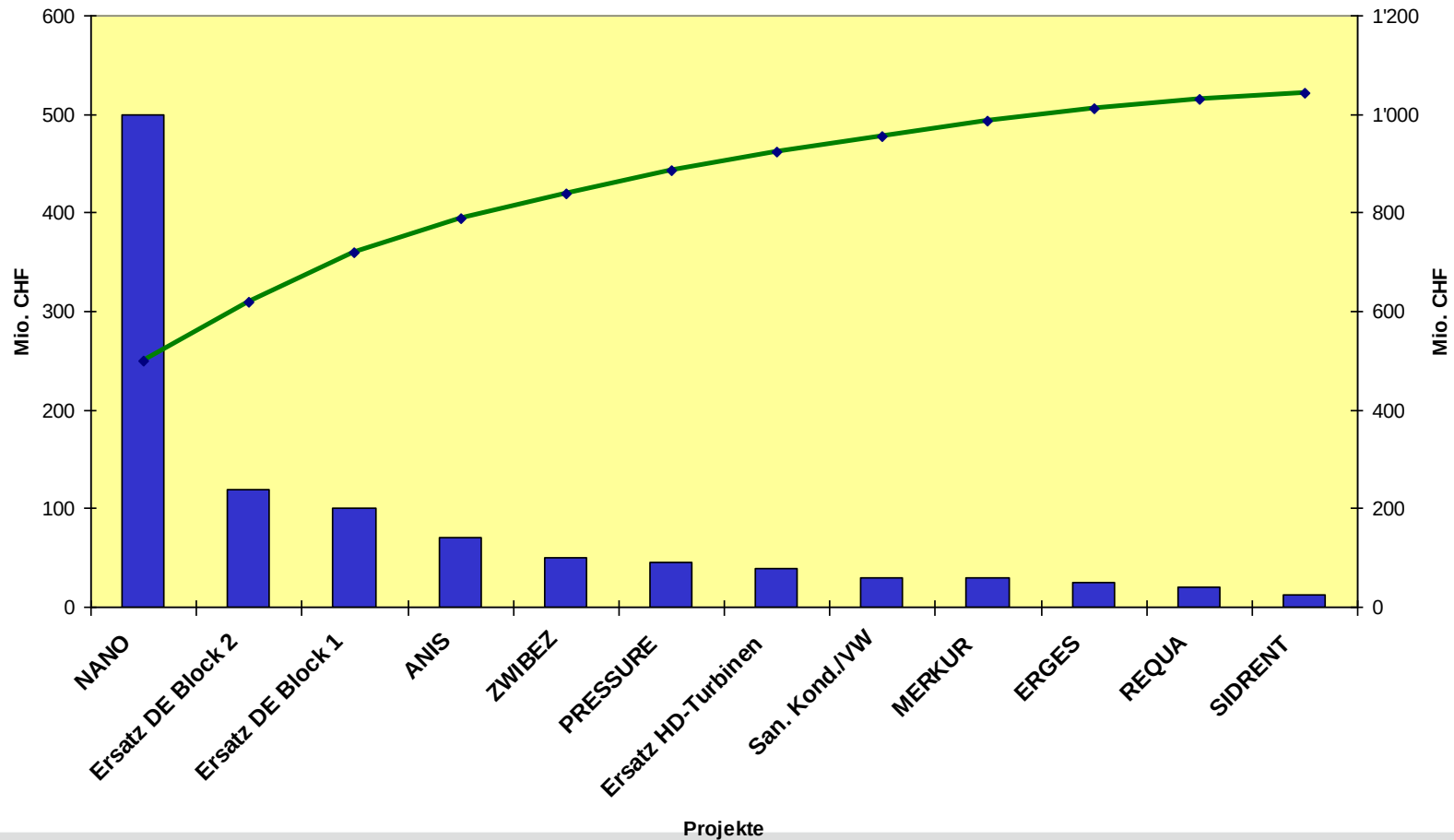


3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes

Vergleich Auslegung/Aktuell per Ende 2009 (40/38 BJ)

	Auslegung		Aktuell	
RKK Aufheizen	200	55 °C/h	87/68	25 °C/h
RKK Abkühlen	200	55 °C/h	86/67	25 °C/h
Schnellabschaltungen	220		26/35	
Lastabwurf 50%	200		110/99	
Stabfall	70		7/4	
Ausfall einer RHP	80		2/8	
SI-Einspeisung	10		1/0	
Belasten/Entlasten	14 000	5% NL/Min	1000/1000	1.5% NL/Min
RKK Druckprüfung 214b	10		3/4	

3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes KKB Nachrüstungen



3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes Geplante Nachrüstungen und Erneuerungen

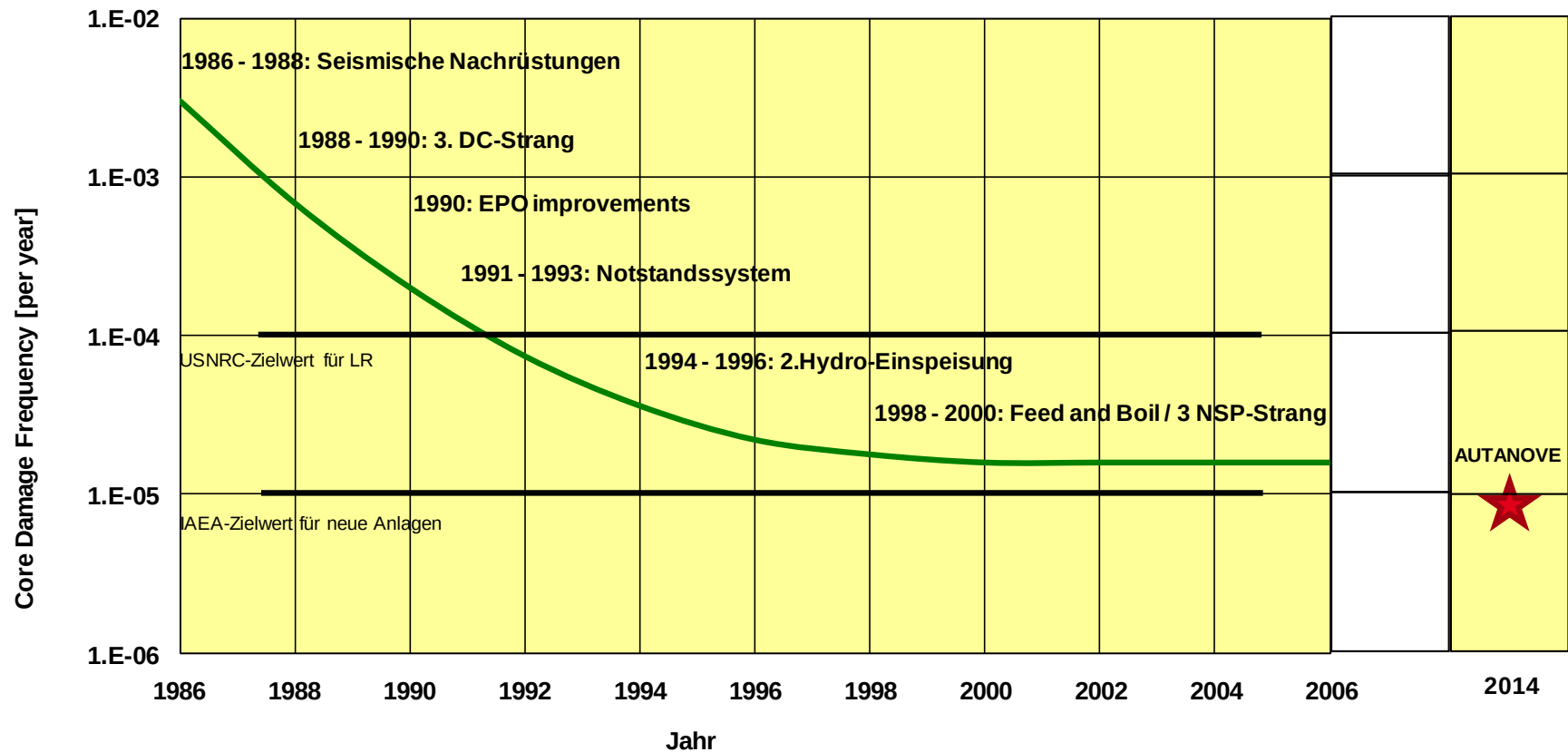
- **Projekt "AUTANOVE"**
 - Autarke Notstromversorgung für das KKB
 - Ziel: Vom Hydro-Beznau unabhängige Notstromversorgung
 - Vorhaben: Bau von zwei Gebäuden mit je zwei Dieseldgeneratoren
 - Baubeginn: Herbst 2011; Aufschaltung und IBS 2014
- **Projekt "NEXIS"**
 - Ersatz des Anlageninformationssystems ANIS
 - Ziel: Ersatz bestehendes System, Kapazitätserhöhung
 - Vorhaben: Migration von Westinghouse System WDPF zum System Emerson "Ovation"
 - Baubeginn: Realisierung 2011 - 2013; Aufschaltung und IBS 2014

3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes Geplante Nachrüstungen und Erneuerungen

- **Projekt "HERA"**
 - **Ersatz der RDB-Deckel**
 - Ziel: Präventiver Austausch, Elimination Alloy 600
 - Vorhaben: Herstellung von zwei Deckeln mit Durchführungen aus Alloy 690 und neuen Steuerstabantrieben
 - Termine:
 - Herstellung Deckel: November 2009 bis Mitte 2013 (Westinghouse)
 - Ausschreibung Austausch (Öffnung Sicherheitsgebäude) Sommer 2010
 - Austausch in beiden Blöcken 2014 (Abstelldauer je ca. 80 Tage)

3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes Geplante Nachrüstungen und Erneuerungen

Full-Scope Level 1 PSA incl. externe Ereignisse (Feuer, Seismik, etc.)



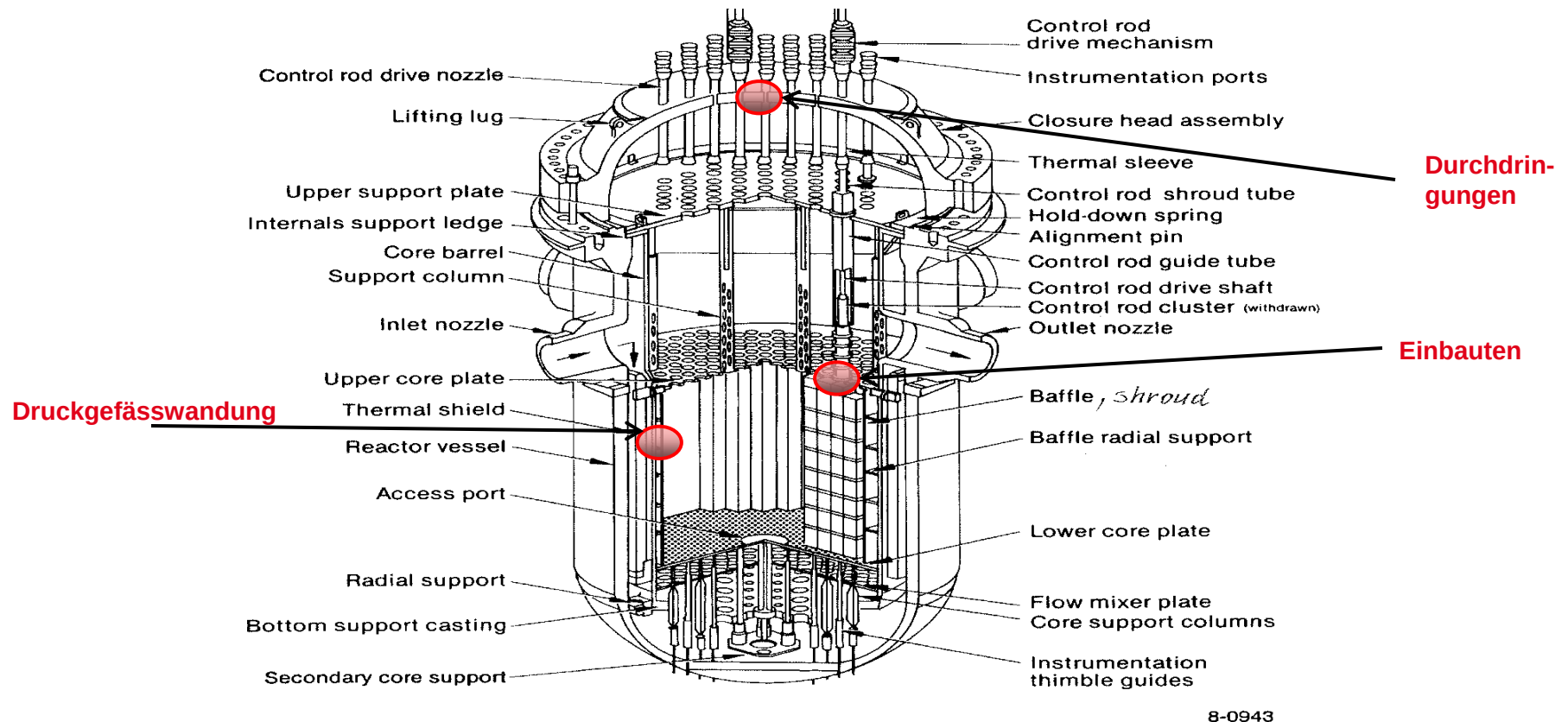
3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes Elektrotechnik

- Systematische Erfassung der Massnahmen zur Beherrschung der Alterung auf der Ebene der Komponenten und Systeme erfolgte im Rahmen des AÜP.
- Hauptproblem liegt nicht in der werkstofftechnischen Alterung, sondern bei der Verfügbarkeit der Hersteller und der konzeptionellen Alterung.
- Nachrüstungen und Erneuerungen von komplexen Systemen sind Daueraufgaben.
- Die technische Machbarkeit der für einen Betrieb bis 60 Jahren notwendigen Massnahmen ist gegeben.

3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes Maschinentechnik, Primäranlage

- Das AÜP attestiert den Grosskomponenten einen allgemein guten Zustand.
- **Ausnahmen sind gewisse eingesetzte Werkstoffe bei Komponenten, insbesondere an den Deckeln der Reaktordruckbehälter. Ersatz mit Projekt "HERA" lanciert.**
- Gezielter Ersatz von einzelnen Komponenten wird notwendig.
- IH-Aufwand, insbesondere die behördlich geforderten qualifizierten Prüfverfahren, erfordern mehr Ressourcen.
- Der Fortschritt der Korrosion der Stahldruckschale im Block 1 ist durch gezielte Massnahmen zu stoppen.
- **Die technische Machbarkeit der für einen Betrieb bis 60 Jahre notwendigen Massnahmen ist gegeben.**

3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes RDB, kritische Komponenten

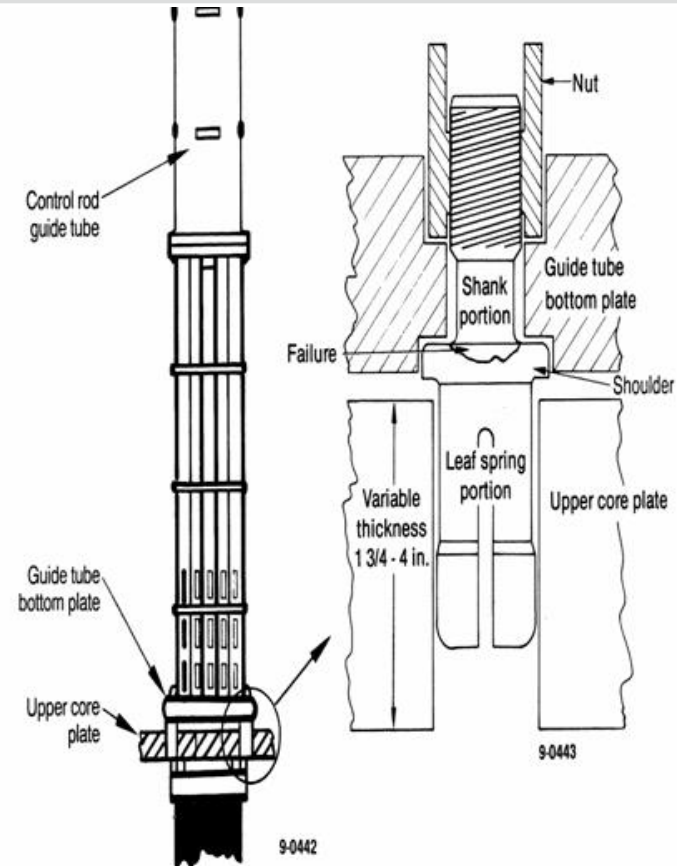


3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes RDB, kritische Komponenten

Split Pins

Anzahl Split Pins: 58

Block 1: Austausch 2010 erfolgt
Block 2: Austausch 2009 erfolgt



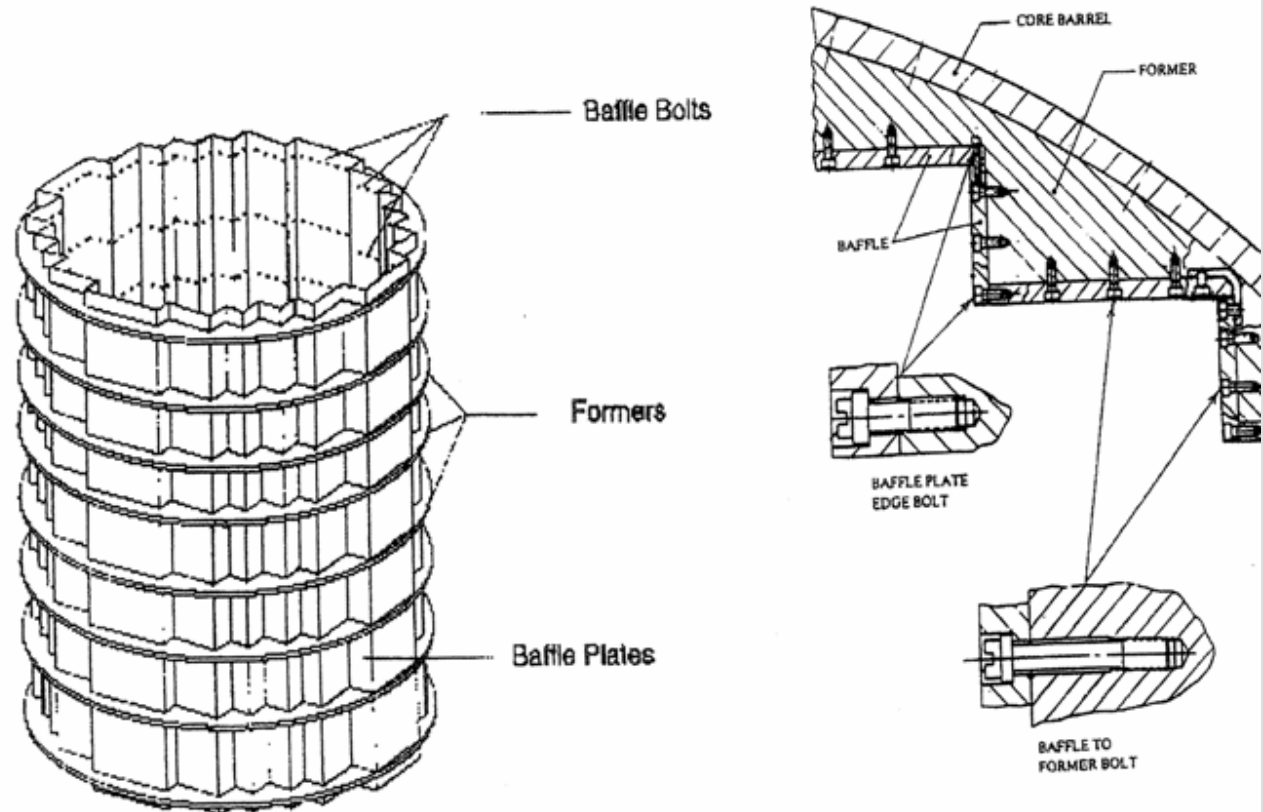
3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes RDB, kritische Komponenten

Baffle Bolts

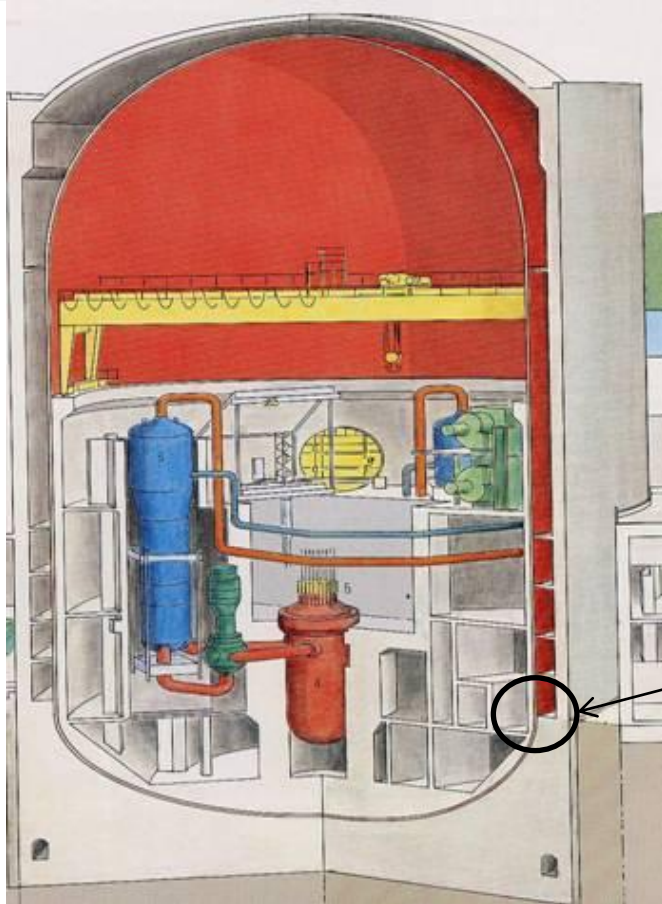
Anzahl Baffle
Bolts: 624

Anzahl Edge
Bolts: 540

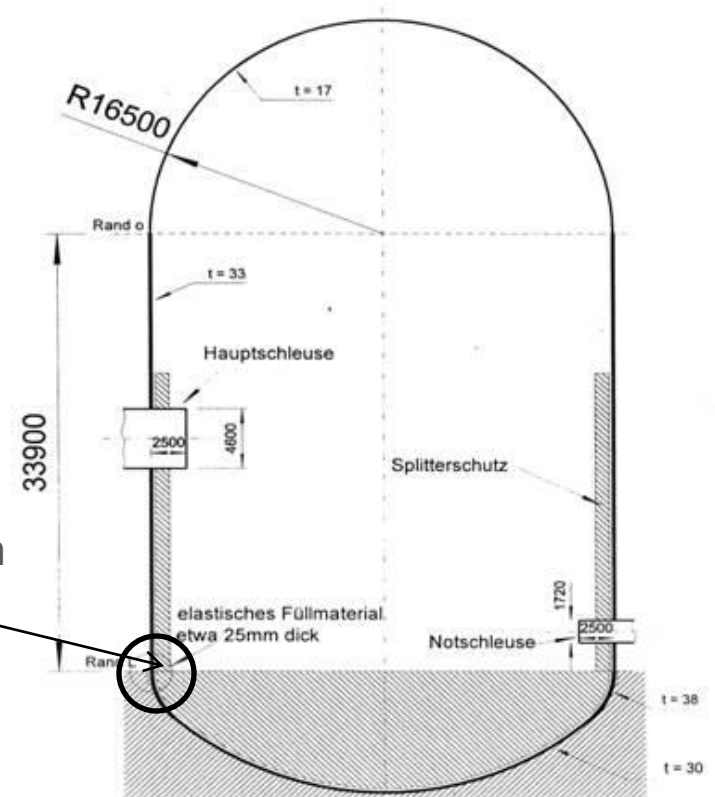
Block 1/2: Austausch von
je 192 Baffle Bolts
2010 erfolgt



3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes Maschinentechnik, Stahldruckschale Block 1

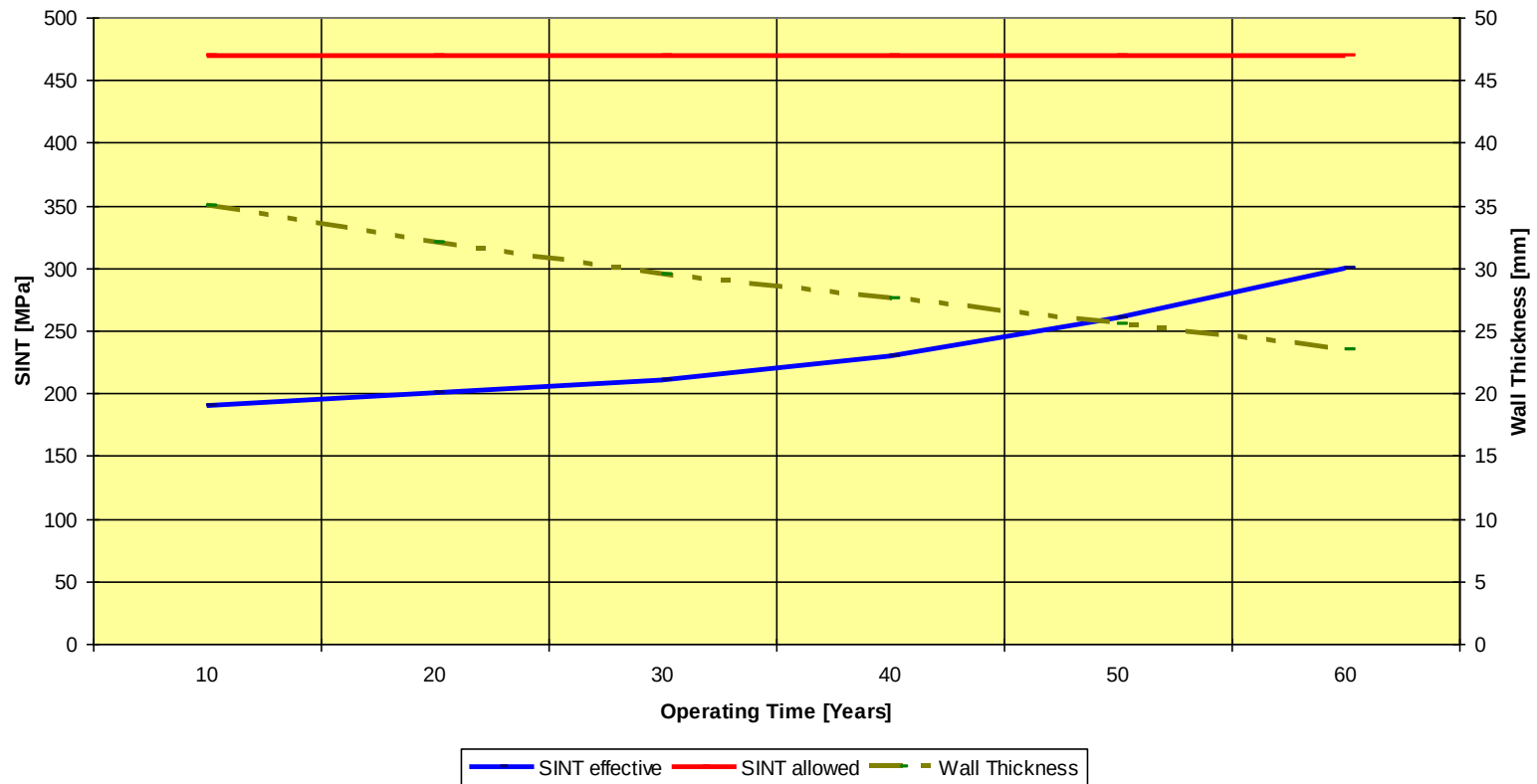


Korrosionsbereich



3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes Maschinentechnik, Stahldruckschale Block 1

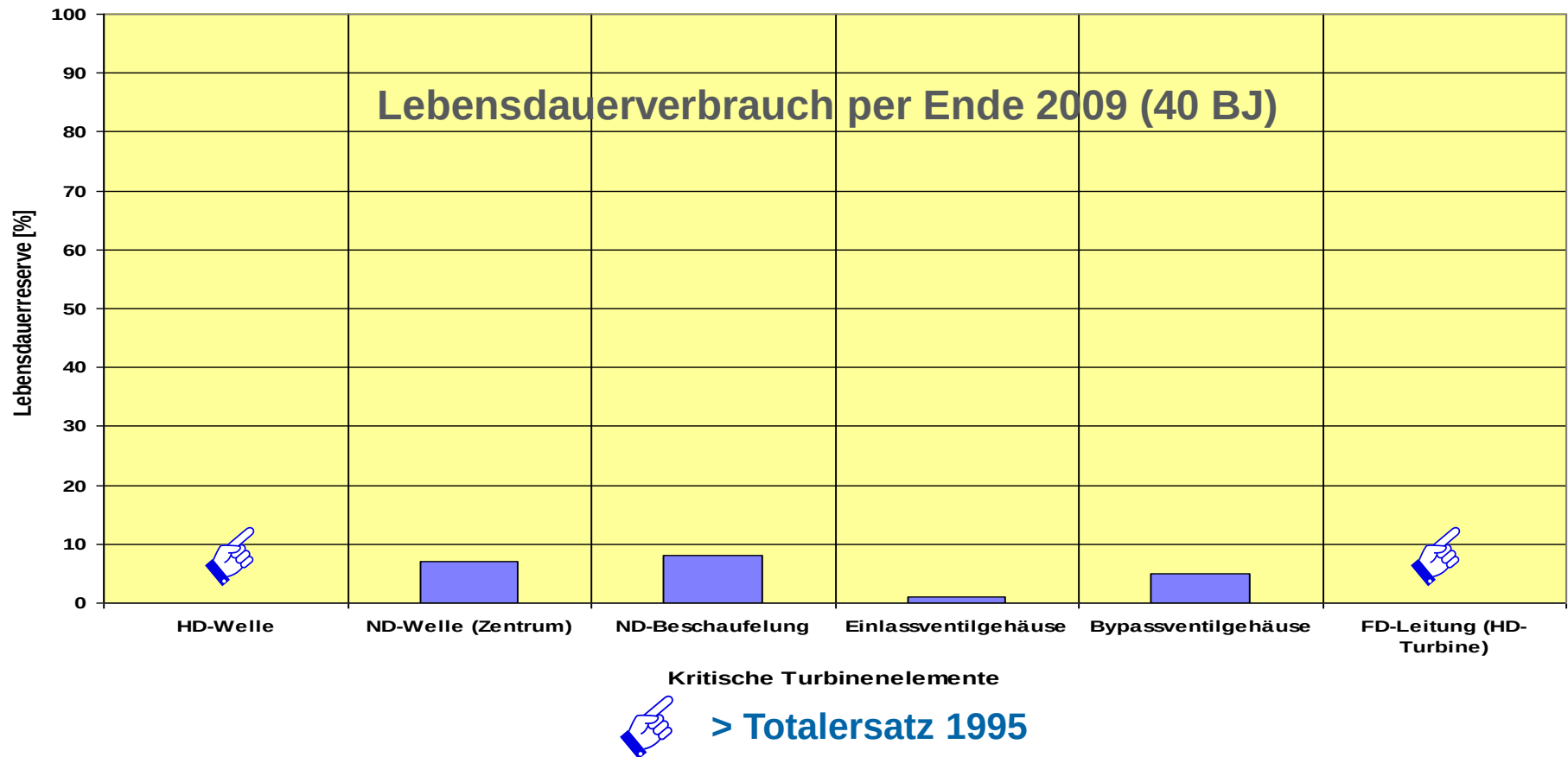
Stress Intensity (SINT) vs. Operating Time



3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes Maschinentechnik, Sekundäranlage

- **HD-Turbinen:** Totalersatz in den Jahren 1993 bis 1995,
> es werden keine Probleme bis 60 Betriebsjahre erwartet.
- **ND-Turbinen,** Endschaufeln ersetzt, evtl. Ersatz der
Schaufelträgergehäuse.
- **Kondensatoren:** Totalersatz in den Jahren 1993 bis 1998,
> es werden keine Probleme bis 60 Betriebsjahren erwartet.
- **Vorwärmanlagen:** Totalersatz oder Umberrohrungen im Verlauf
der letzten Jahre,
> es werden keine Probleme bis 60 Betriebsjahre erwartet.
- **Zwischenüberhitzung:** Apparate in beiden Blöcken ersetzt,
> 60 Betriebsjahre können problemlos erreicht werden.
- Ersatz der **Turbinen-Regel und Leittechnik** realisiert.

3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes Maschinentechnik, Sekundäranlage



3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes Bautechnik

- Die Massnahmen zur Beherrschung der werkstofftechnischen Alterung der Bauwerke wurden im Rahmen des Alterungsüberwachungsprogramms AÜP ermittelt.
 - Das Vorgehen für die Umsetzung der Massnahmen wurde im Rahmen des AÜP festgelegt und laufend vollzogen.
 - Die Massnahmen zur Beherrschung der konzeptionellen Alterung¹⁾ wurden für wichtige Störfälle ermittelt.
 - **Die technische Machbarkeit der für einen Betrieb bis 60 Jahren notwendigen Massnahmen ist gegeben.**
- ¹⁾ Unter konzeptioneller Alterung wird die Entfernung vom fortschreitenden Stand der Technik verstanden (Defizite gegenüber aktualisierten Regelwerken)

Inhalt

1. Einleitung
2. Voraussetzungen / Aufgabenstellung
3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes
4. **Brennstoff: Beschaffung / Entsorgung**
5. Personal und Materialwirtschaft
6. Energiewirtschaft / Externe Einflussfaktoren
7. Wirtschaftlichkeit
8. Fazit

4. Brennstoff: Beschaffung / Entsorgung

- **Beschaffung**
 - Laufende Verträge decken Bedarf bis 2015 ab.
 - Fabrikation ab 2010 mit WAU oder angereichertem Natururan. Kosten bis 2020 mit Langfristvertrag gut bekannt.
 - Kein MOX-Einsatz ab 2011, Optimierung bei Anreicherung und Abbrand reduziert die Anzahl neuer BE pro Nachladung.
- **Entsorgung**
 - Seit Mitte 2006 dürfen während zehn Jahren keine BE wiederaufbereitet werden.
 - Abgebrannte BE werden in den BE-Lagern deponiert und ab 2008 im ZWIBEZ in Lagerbehältern gelagert.
 - NAGRA sucht Örtlichkeiten für geeignetes Tiefenlager.

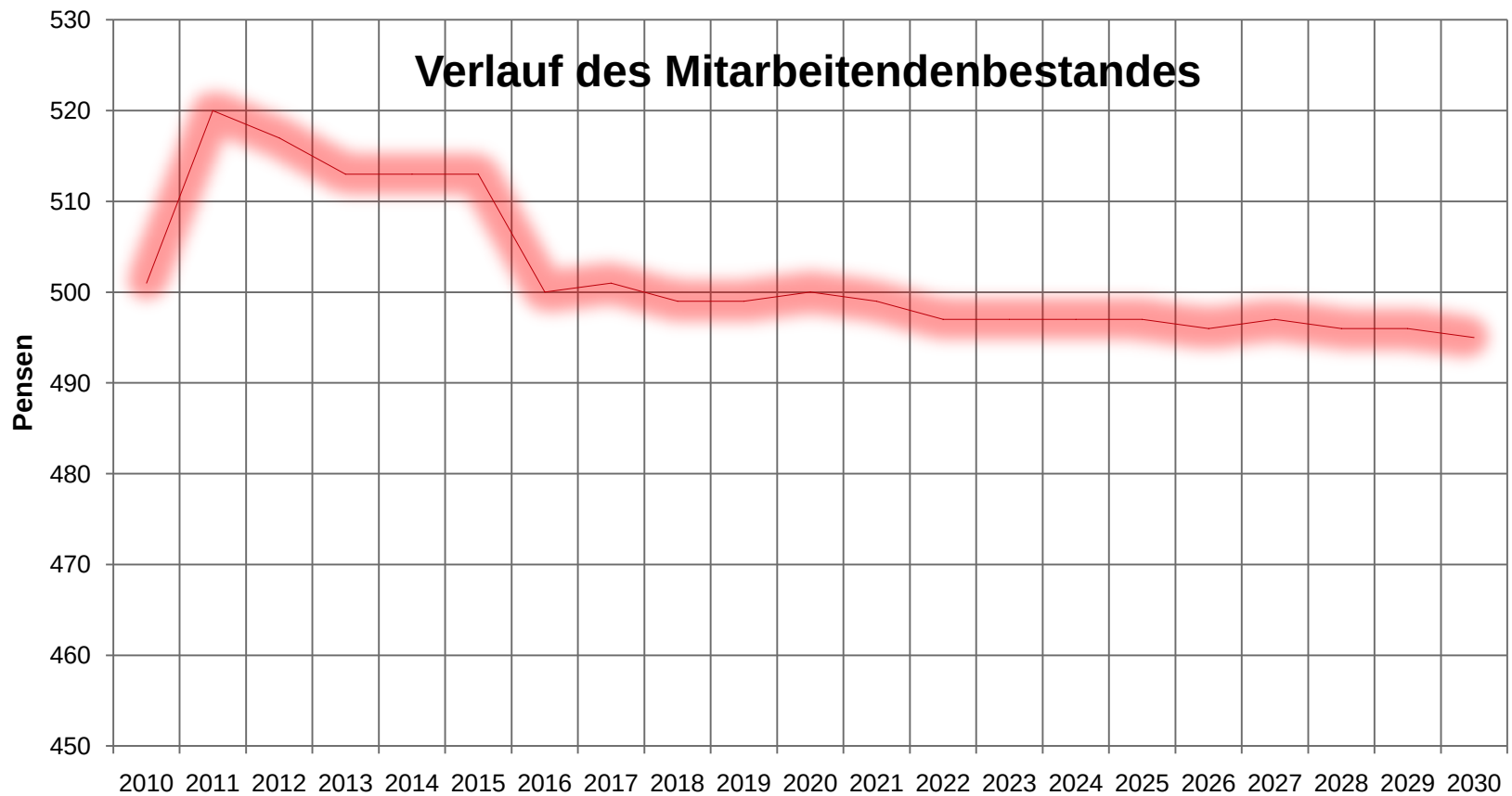
Inhalt

1. Einleitung
2. Voraussetzungen / Aufgabenstellung
3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes
4. Brennstoff: Beschaffung / Entsorgung
5. **Personal und Materialwirtschaft**
6. Energiewirtschaft / Externe Einflussfaktoren
7. Wirtschaftlichkeit
8. Fazit

5. Personal und Materialwirtschaft

- **Personal**
 - Personalbestand (Stand 01.10.2010: 500 Pensen) wird leicht steigende Tendenz aufweisen. Gründe sind:
 - Zurzeit ausstehende grosse Nachrüstprojekte
 - Längere Überlappungszeiten bei Pensionierungen von Betriebspersonal
 - Steigender IH-Aufwand sowie behördlich geforderte qualifizierte Prüfverfahren für Inspektionen, steigender formeller Aufwand
- **Materialwirtschaft**
 - Der Bedarf an Betriebsstoffen ändert kaum gegenüber heute.
 - Der Bedarf an Ersatzteilen hängt von der IH-Strategie ab und wird infolge Ausscheidung von Lieferanten vom Markt erschwert.
 - Der Lagerbestand ist situativ vor der Ausserbetriebnahme des KKB zu reduzieren.

5. Personal und Materialwirtschaft



Inhalt

1. Einleitung
2. Voraussetzungen / Aufgabenstellung
3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes
4. Brennstoff: Beschaffung / Entsorgung
5. Personal und Materialwirtschaft
6. **Energiewirtschaft / Externe Einflussfaktoren**
7. Wirtschaftlichkeit
8. Fazit

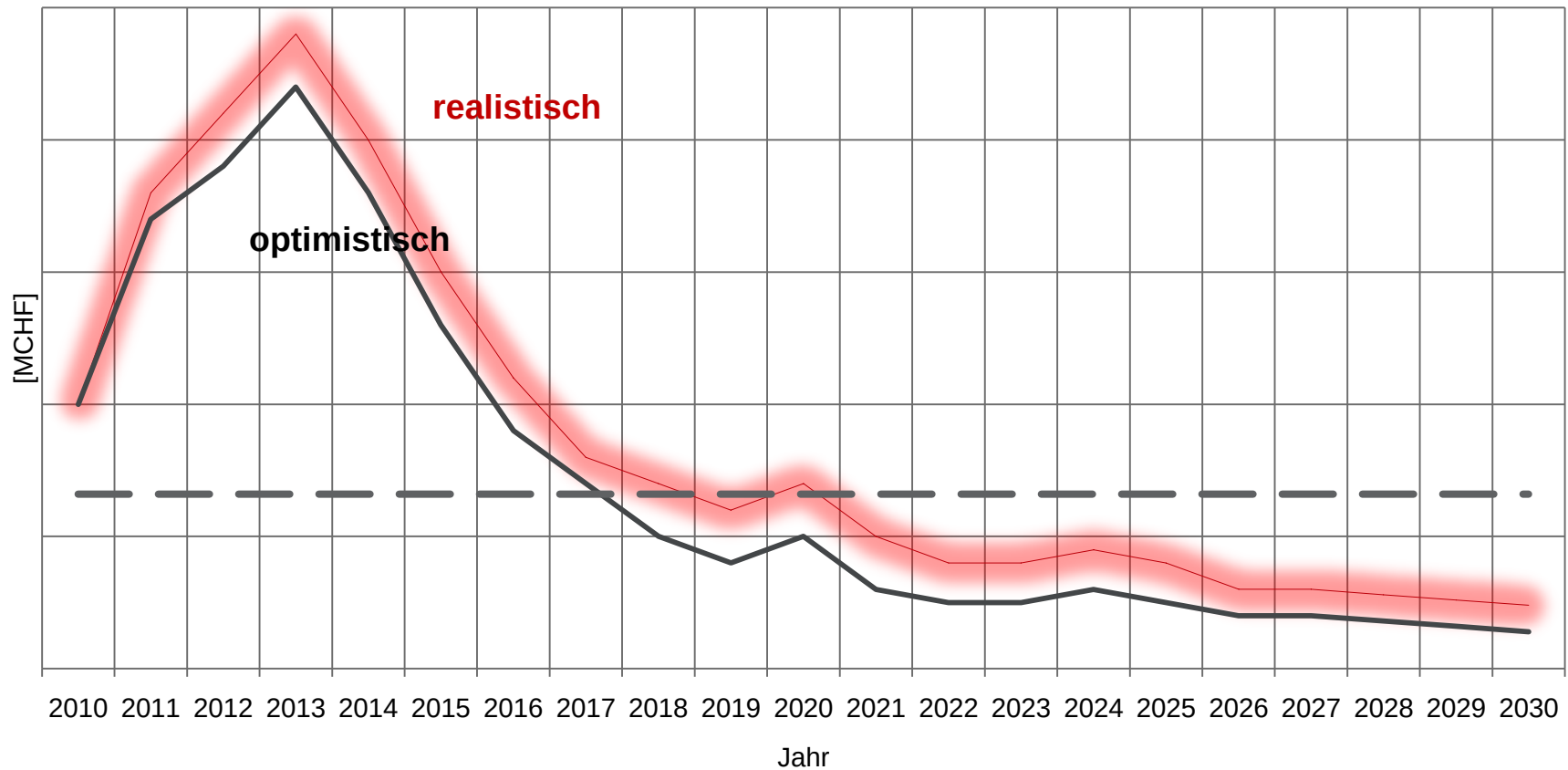
6. Energiewirtschaft / Externe Einflussfaktoren

- **Energiewirtschaft**
 - Basisannahmen basieren auf einer Axpo Studie (P2020) und erlauben folgende Aussagen für das KKB:
 - Ersatzbedarf aus heutiger Sicht in jedem Fall gegeben.
 - Kernenergie mittel- und längerfristig eine umweltfreundliche Option, da CO₂-frei.
 - Kernenergie weist Kostenvorteile auf (steigende Gas- und CO₂-Preise).
- **Externe Einflussfaktoren**
 - KEG, KEV, StSG, StSV, ENSI-Richtlinien
 - Keine gesetzliche Limitierung der Betriebsbewilligung für KKW.
 - Zusatzforderungen zur Nachführung an den Stand der (Nachrüst)-Technik.

Inhalt

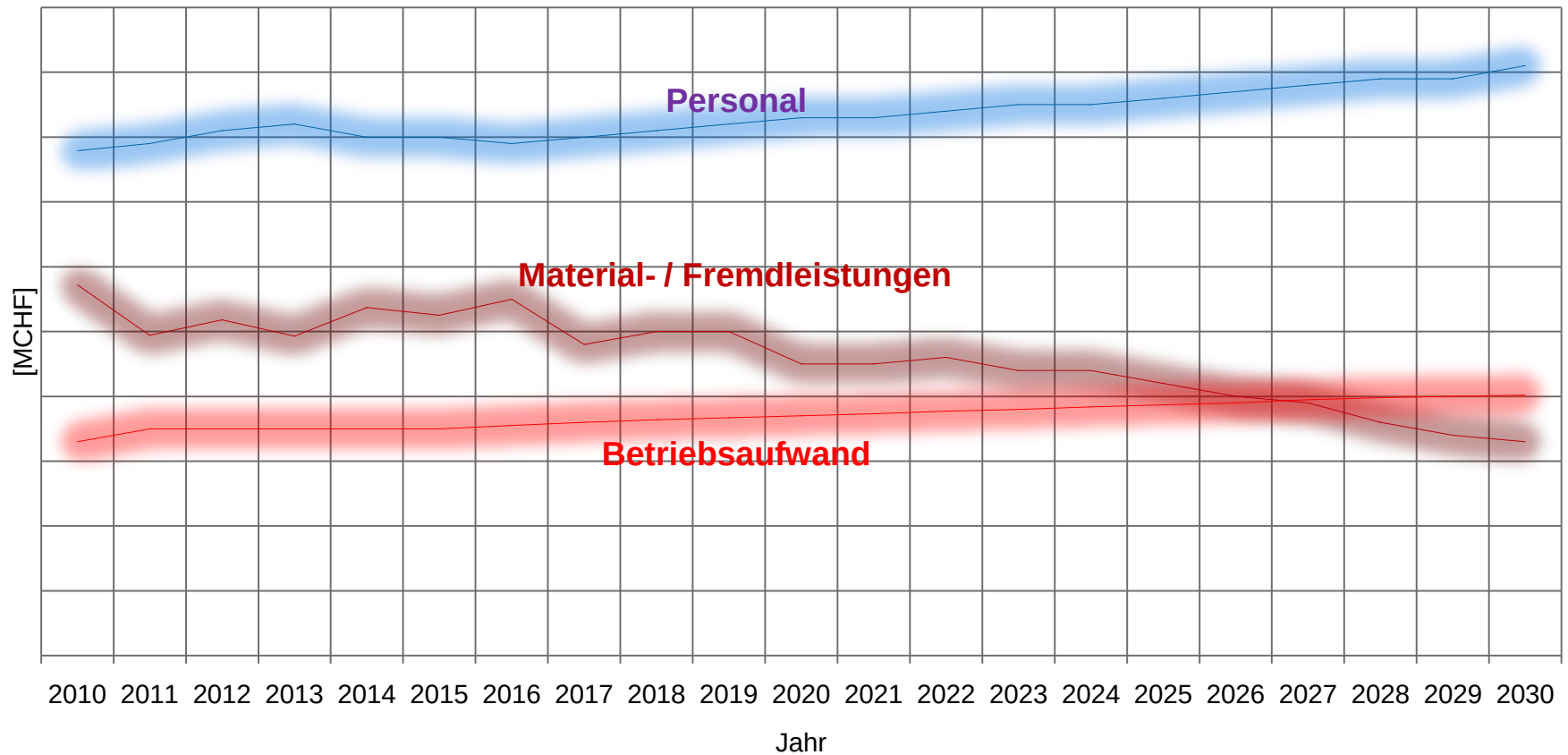
1. Einleitung
2. Voraussetzungen / Aufgabenstellung
3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes
4. Brennstoff: Beschaffung / Entsorgung
5. Personal und Materialwirtschaft
6. Energiewirtschaft / Externe Einflussfaktoren
7. **Wirtschaftlichkeit**
8. Fazit

7. Wirtschaftlichkeit Investitionen, 60 Jahre Betrieb

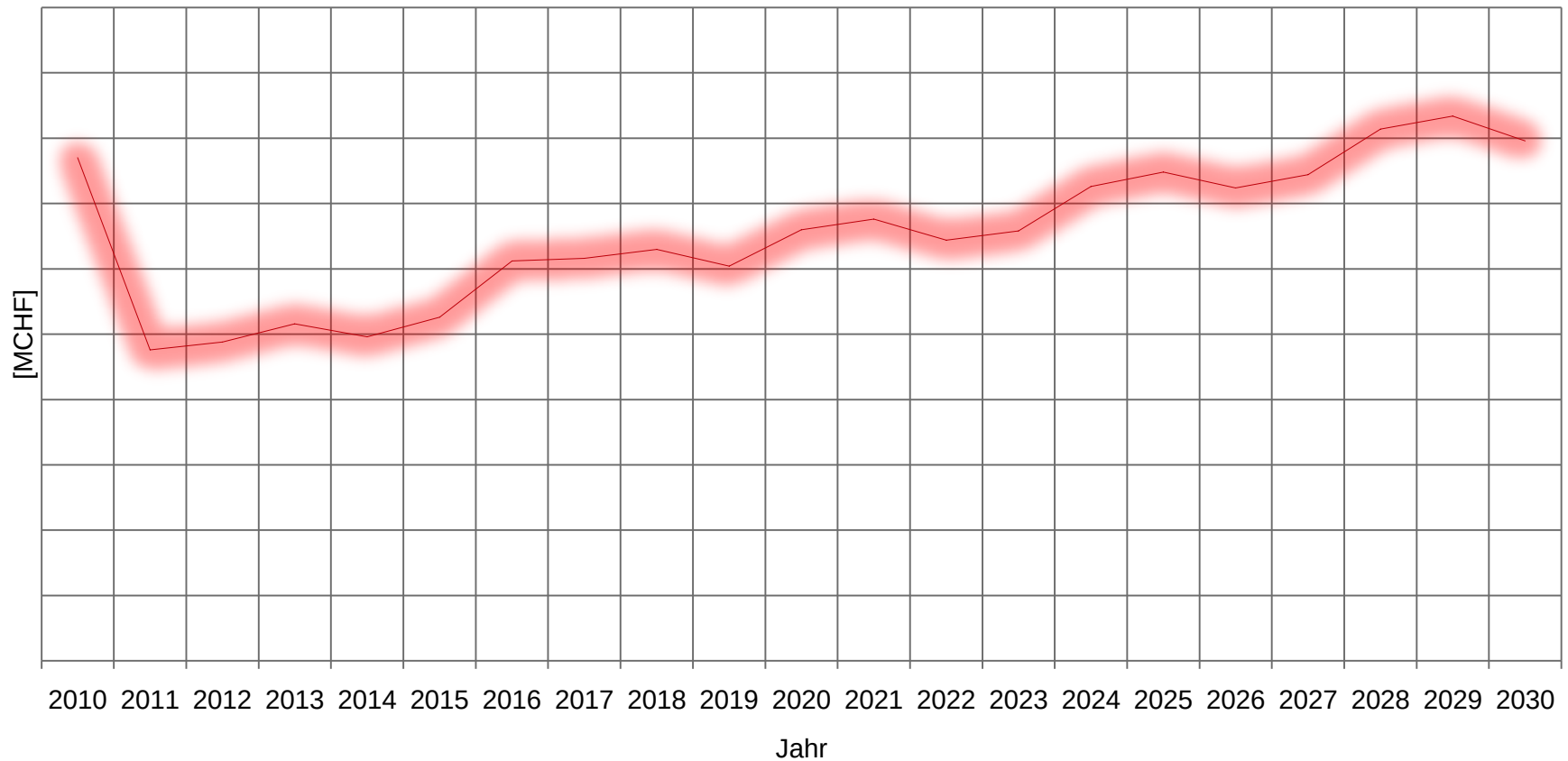


7. Wirtschaftlichkeit

Betriebskosten, 60 Jahre Betrieb

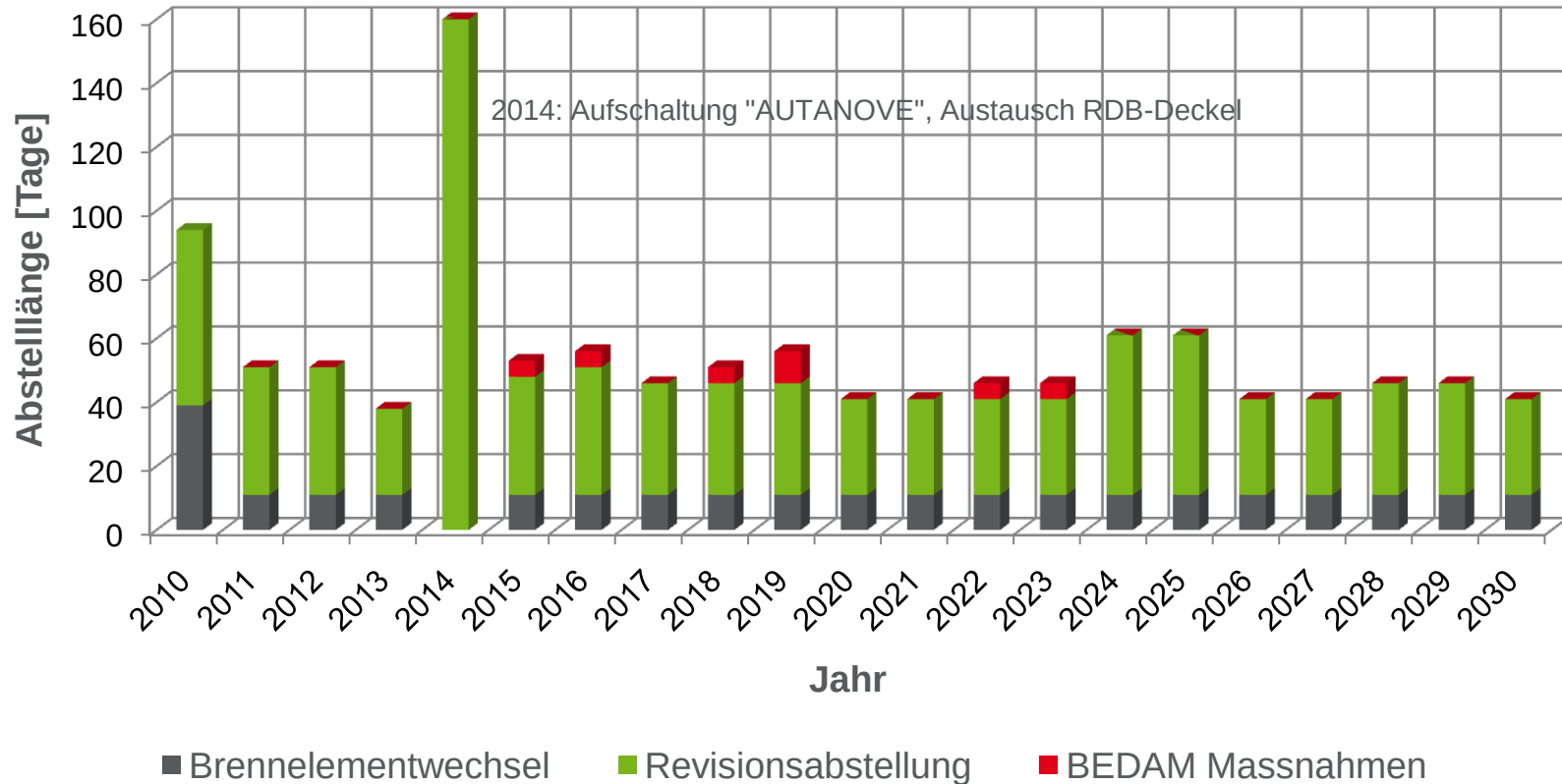


7. Wirtschaftlichkeit Brennstoff, 60 Jahre Betrieb (nur Abbrand)



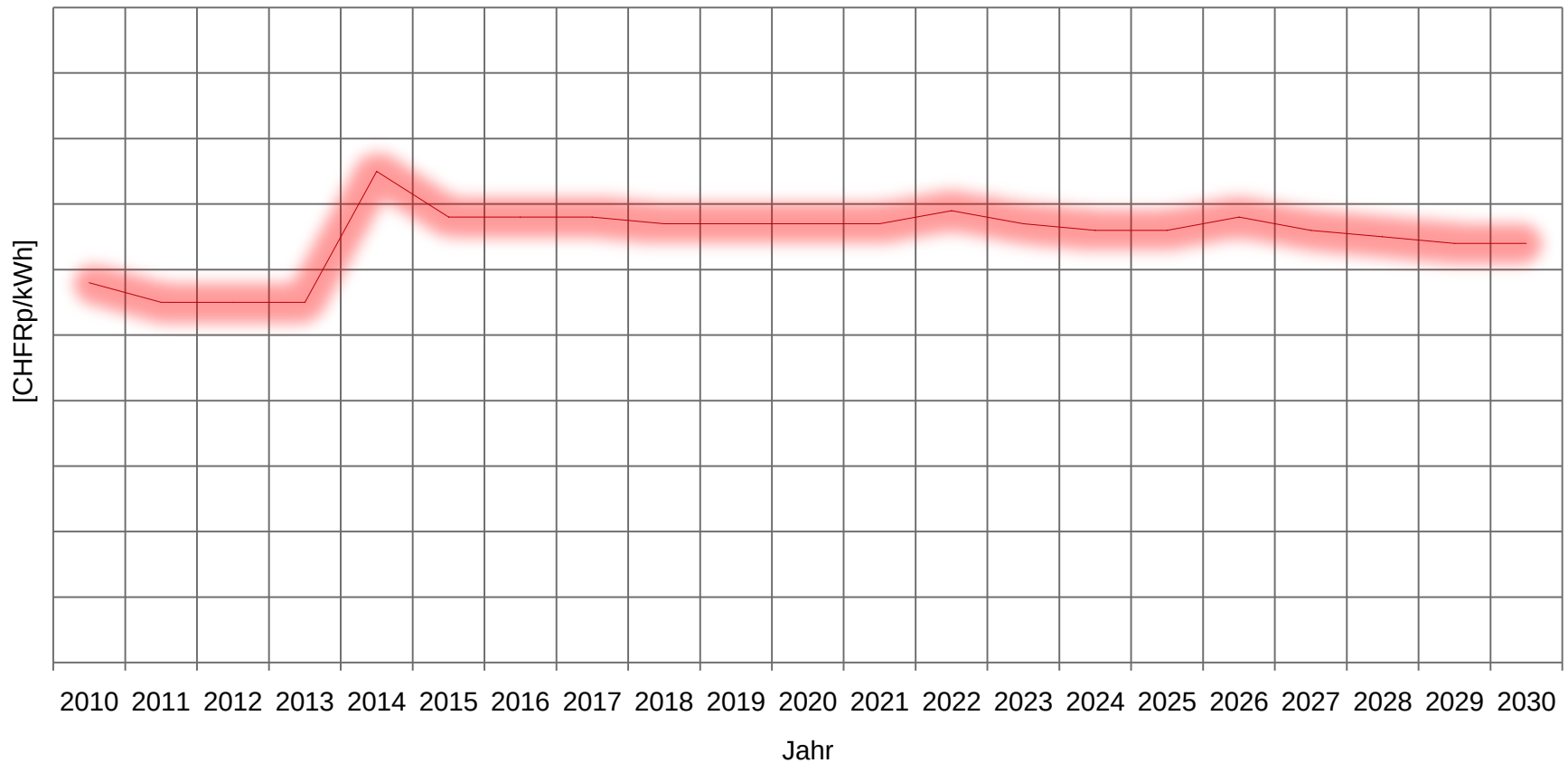
7. Wirtschaftlichkeit

Abstelllängen, 60 Jahre Betrieb



7. Wirtschaftlichkeit

Vollkosten Produktion, 60 Jahre Betrieb



Inhalt

1. Einleitung
2. Voraussetzungen / Aufgabenstellung
3. Technische Beurteilung eines Weiterbetriebes
4. Brennstoff: Beschaffung / Entsorgung
5. Personal und Materialwirtschaft
6. Energiewirtschaft / Externe Einflussfaktoren
7. Wirtschaftlichkeit
8. **Fazit**

8. Fazit

- Das KKB wurde in den vergangenen 40 Jahren im Grundlastbetrieb schonend gefahren, viele Auslegungskriterien weisen erst "Halbzeit" aus.
- Der Sicherheitsstatus des KKB ist durch Nachrüstungen mit neuen Anlagen vergleichbar.
- Die Substanz des KKB ist dank gezielter Erneuerungen und sorgfältiger Instandhaltung sehr gut.
- Unter Voraussetzung der Realisierung identifizierter Massnahmen ist ein Betrieb bis 60 Jahre sowohl technisch wie wirtschaftlich möglich.
- Gewisse Unsicherheiten liegen in den Bereichen der "konzeptionellen Alterung" sowie der "Weiterentwicklung der Erdbebenvorhersage".

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

