



**Hallo und
Herzlich Willkommen**
im Informationszentrum der RWE Power AG
Kraftwerkstandort Lingen

Agenda

Kraftwerksstandort Lingen

Die Neue RWE –Wasserstoff@RWE

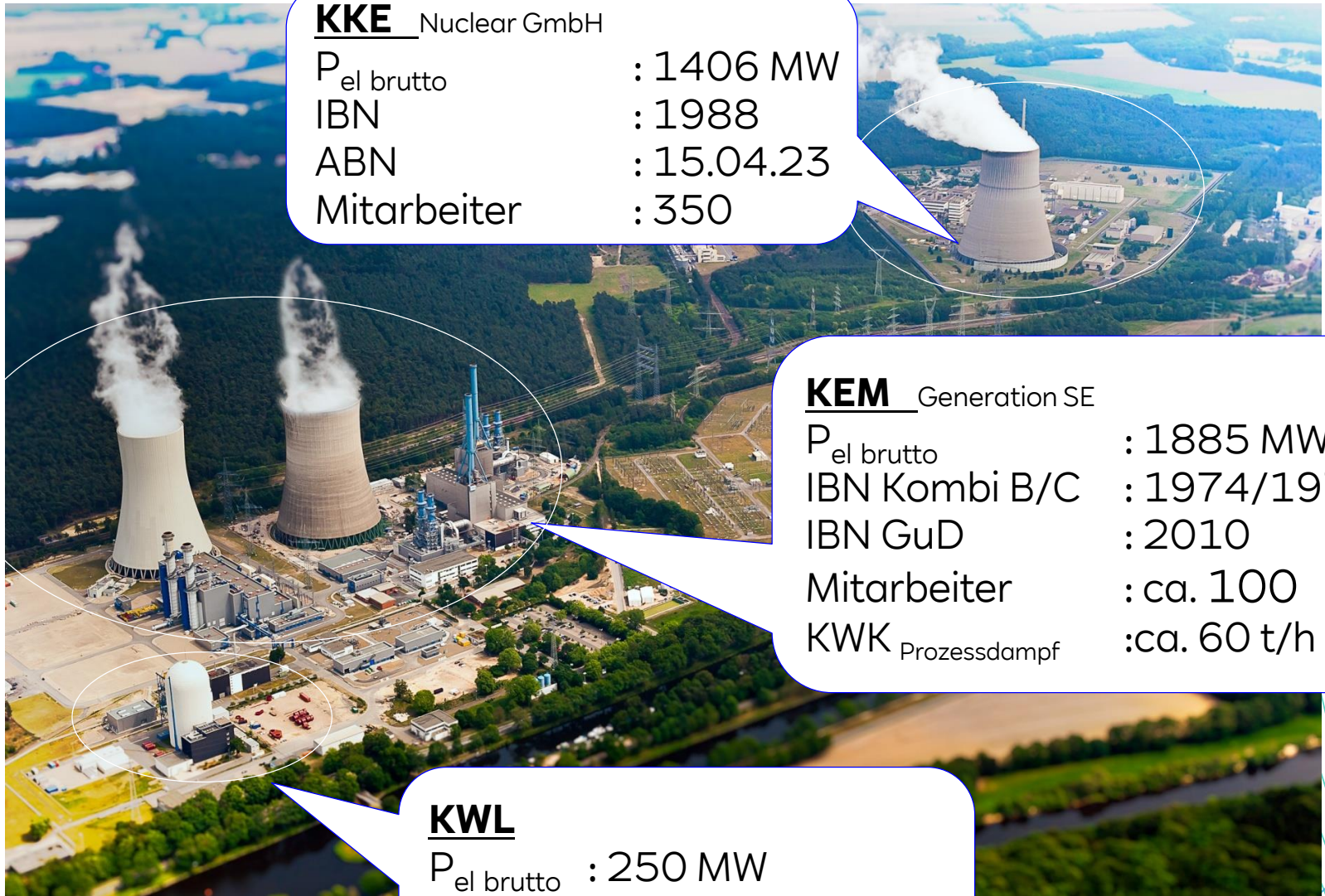
Technik und Funktionsweise KKE

Sicherheit im Kernkraftwerk

Radiologie und Strahlung

Rückbau eines Kernkraftwerks

Kraftwerksstandort Lingen



KKE Nuclear GmbH

$P_{\text{el brutto}}$: 1406 MW
IBN : 1988
ABN : 15.04.23
Mitarbeiter : 350

KEM Generation SE

$P_{\text{el brutto}}$: 1885 MW
IBN Kombi B/C : 1974/1975
IBN GuD : 2010
Mitarbeiter : ca. 100
KWK Prozessdampf : ca. 60 t/h

KWL

$P_{\text{el brutto}}$: 250 MW
Betrieb : 1968 - 1977
Erste Rückbauteilgenehmigung
erteilt Ende 2015

Das Gaskraftwerk Emsland der RWE in Lingen

GuD-Anlage Block D

IBN: 2010
Modernisierung: 2020
el. Wirkungsgrad: 60%
Elektrische Leistung: ca. 895MW

Kombi-Blöcke B/C

IBN: 1974/75
Modernisierung: 2011
el. Wirkungsgrad: 43%
Elektrische Leistung: ca. 2 x 475MW

Umspannanlagen Hanekenfähr

Amprion: 220kV / 380kV
WestNetz: 110kV

Zentrale Kühlwasserentnahme

über Dortmund-Ems-Kanal
aus der Ems bis zu 5.250m³/h

Zentrale Gasverteilung

bis zu 350.000 Nm³/h

Gaskraftwerk Emsland

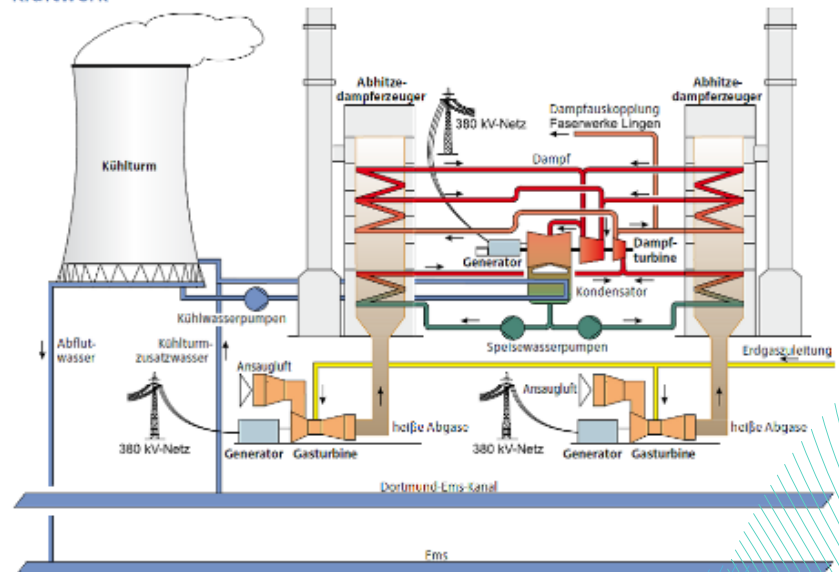
GuD-Anlage (Block D)



- 2 x GT26 von Alstom
- 1 x DT von Alstom
- 3 Druck-Abhitzedampferzeuger
- AHDE: ND/MD Trommeln und FD Benson

- Nettoleistung: 895MW
- Kommerzieller Betrieb seit: 27.09.2010
- Modernisierung: 2020
- Wirkungsgrad: > 60%

Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk



Gaskraftwerk Emsland

Nachrüstung der Kombiblocke B&C

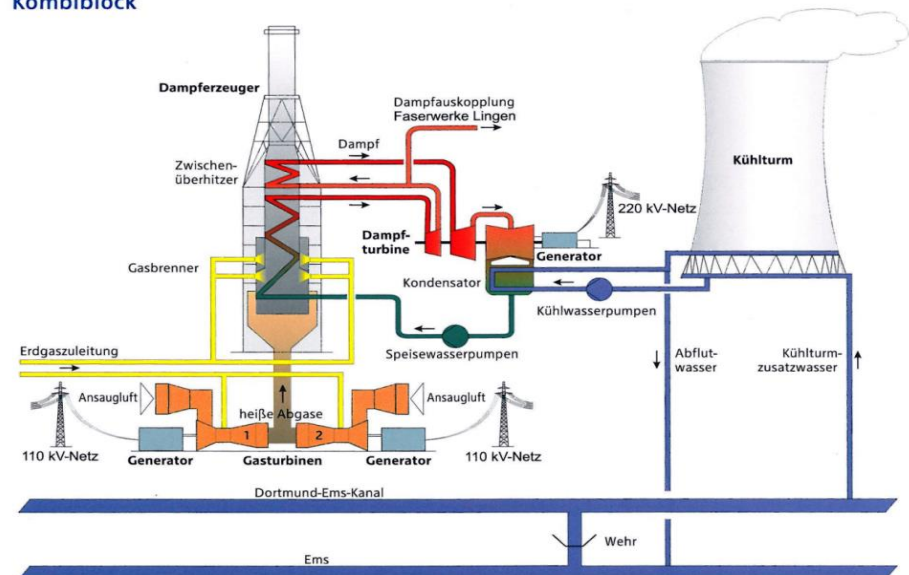


- Zwei Gasturbinen vom Typ Rolls Royce Trent 60
- Steigerung der Nettoleistung der Blöcke um insgesamt 130 MWel
- Blockwirkungsgraderhöhung um ca. 5%-Punkte
- Retrofit der Blockleittechnik

- Nettoleistung:
- Wirkungsgrad:
- Kommerzieller Betrieb:

2x475 MW
43- 48 %
seit August
2012

Kombiblock



Gaskraftwerk Emsland

Optimierungsleitung Lingen



- Länge: 28,4 km
- Leitungsdurchmesser: 1,40 m
- Arbeitsgasvolumen: 2.250.000 m³N
- Max. Ausspeiseleistung: 380.000 m³N /h
- Betrieb erste Ausbaustufe seit: 10.12.2008
- Betrieb zweite Ausbaustufe seit: 12.12.2011

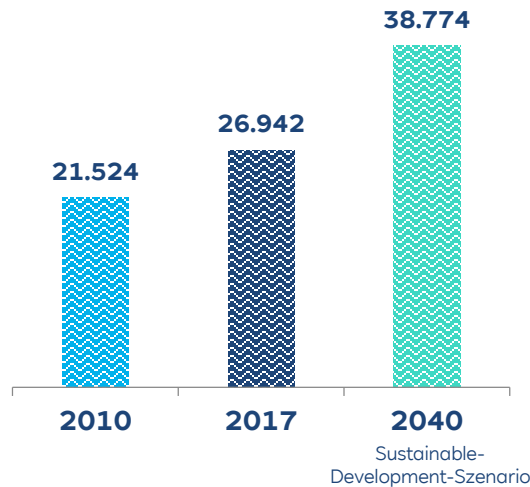
- Hochflexible Gasbeschaffung für den Standort Lingen
- Der Ausbau erfolgte in zwei Ausbaustufen
- Die Errichtung der jeweiligen Ausbaustufe dauerte ca. 9 Monate
- Mit dem Leitungsvolumen kann die GuD-Anlage 16h ohne Gasbezug von „Außen“ betrieben werden

Die Neue RWE Wasserstoff@RWE

Die globale Herausforderung unserer Zeit: Den steigenden Strombedarf decken und das Klima schützen

Weltweiter Strombedarf steigt

Stromerzeugung in TWh¹



Wesentliche Branchentrends



Elektrifizierung der **Mobilität**



Elektrifizierung der **Industrie**



Elektrifizierung der **Wärmeversorgung**

Wichtige Klimaschutzziele



Abkommen von Paris²

Beschränkung der globalen Erwärmung auf deutlich **unter 2 °C**



EU-27:

55%ige Minderung der Treibhausgas-Emissionen von 1990 bis 2030³

¹ International Energy Agency, World Energy Outlook 2020. | ² Pariser Abkommen der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC).

³ Nationally Determined Contribution by EU 2020

...aber drei grundlegende Entwicklungen verstärken sich derzeit gegenseitig.

1



Stark gestiegene **Verfügbarkeit** wettbewerbsfähiger **erneuerbarer Energien**



Ausgereifte Elektrolysetechnologien stehen kurz vor dem Einsatz in großem Maßstab



Wasserstoff ist unausweichlich, um die „hard-to-abate“ Sektoren zu dekarbonisieren. Die leicht zugänglichen Möglichkeiten zur CO₂-Vermeidung in der Industrie werden bald ausgeschöpft sein

Veränderung der Stromkosten (2010 – 2021)¹

-88%

Photo-voltaic (PV)

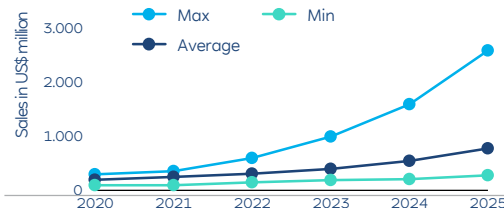
-68%

Onshore Wind

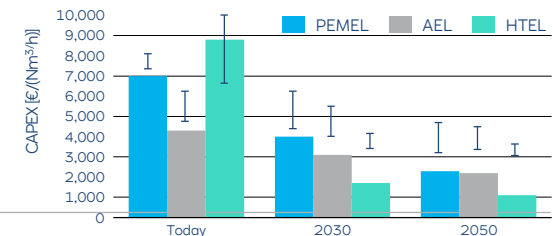
-60%

Offshore Wind

Wachsender globaler Electrolyser-Markt²



Rohmaterial



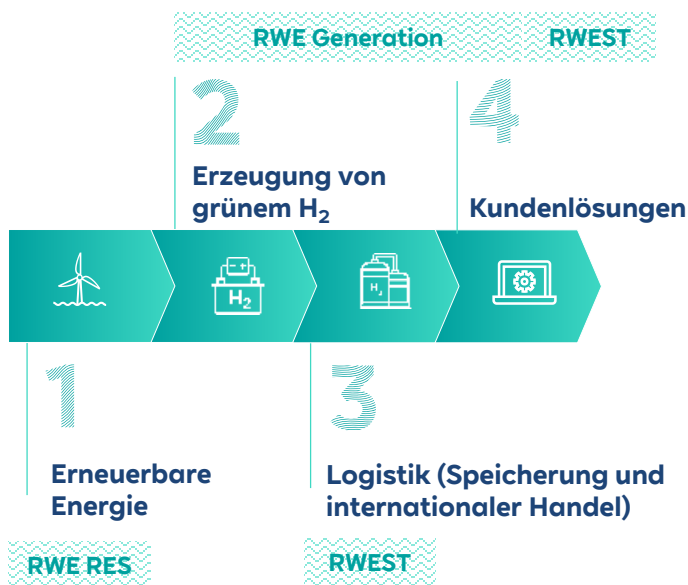
Synthetische Kraftstoffe



¹ Source: Irena | ² Source: Fraunhofer, NOW H2 in a nutshell

RWE: Ideale Positionierung für die Wasserstoffwirtschaft

Starke Expertise entlang der gesamten Wertschöpfungskette



Wachstum des H₂ Marktes

- Stärkste globale Wachstumsdynamik in Europa
- **Industrielle Nachfragezentren** in RWE-Kernmärkten in Europa

Europäische
Elektrolyse-
kapazität

40 GW

EU Wasserstoff-
Strategie
2030

“REPowerEU”
sieht zusätzlich
5 Mio. t
erneuerbarer
H₂ Produktion in
Europa und
10 Mio. t an
Importen vor

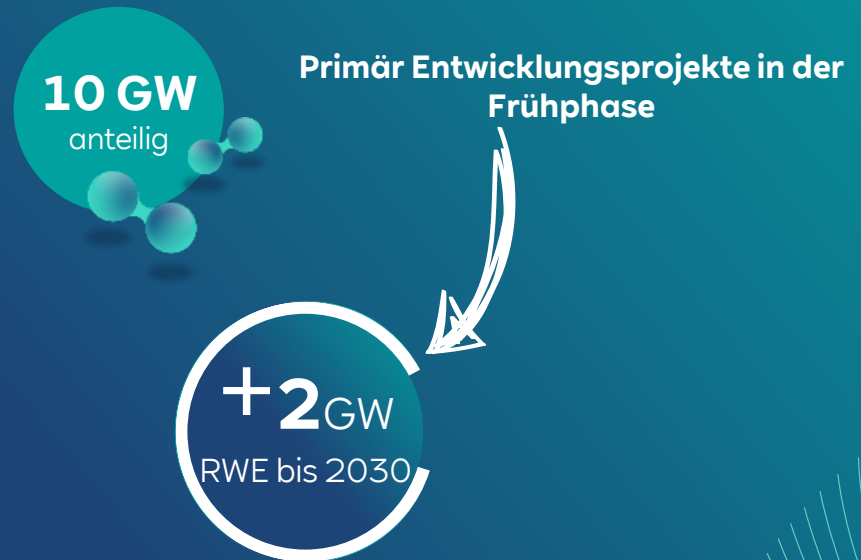
Seite 15

RWE Wasserstoff-Entwicklungspipeline

Marktführendes Wachstumsziel bei der Elektrolysekapazität

Investitionsanforderungen in Elektrolyseure

- Regulatorische und politische Rahmenbedingungen
- Adäquate Förderprogramme
- Zuverlässige Abnehmerverträge



12.04.2022

RWE – Treiber der Energiewende

Seite 16

RWE ist bereits in Projekten entlang der gesamten Wertschöpfungskette aktiv

Projekte der RWE-Gesellschaften entlang der grünen H₂ Wertschöpfungskette (ausgewählte Projekte)

Erzeugung von
erneuerbarer Energie



Elektrolyseur



Logistik
(Speicherung & Transport)

Anwendung



DE



AquaVentus

Lingen: u.a. GET H₂ IPCEI (Important Projects of Common Interest), TransHyDe

Rostock HyTechHafen

Brunsbüttel (LNG, NH₃)

H2ercules

NL



Eemshydrogen

NorthH₂

GBR



South Wales Industrial Cluster

DE/
AUS



HySupply

Wasserstoff-Farbpalette gibt Auskunft über Art der Herstellung und Verarbeitung der CO₂ Emissionen

Wasserstoff Farbe	 Grauer Wasserstoff	 Blauer Wasserstoff	 Türkiser Wasserstoff	 Grüner Wasserstoff
Schlüssel-ressource		 Fossile Brennstoffe		 Erneuerbare Energie
Verfahren	 Dampfreformierung	 Dampfreformierung + CCS/CCU	 Methanpyrolyse	 Elektrolyse
CO ₂	 Gasförmig – frei	 Gasförmig – gespeichert	 Fest	

RWE Fokus auf alkalische und PEM-Elektrolyse, führt jedoch auch eine Testphase für die Solid Oxide Elektrolyse durch, wegen ihrer hohen Effizienz.

Übersicht über die drei Haupttechnologien der Elektrolyse

Technologie Beispiele

Alkaline Electrolysis (AWE)



Ausgereifteste Technologie, die eine flüssige alkalische Elektrolytlösung und eine einfache Membrane verwendet.

PEM Electrolysis (PEM)



Verwendet Edelmetalle in der Membran, ist effizienter, aber auch teurer als AWE

Solid Oxide Electrolysis (SOEC)



Festkeramik-Elektrolyt, arbeitet bei hohen Temperaturen. Am effizientesten und teuersten.

Eigenschaften

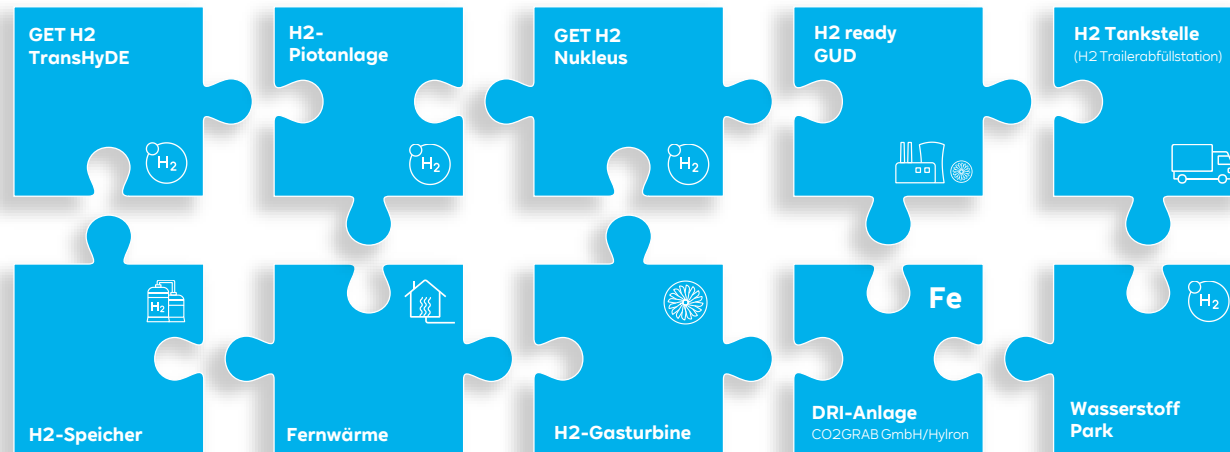
- ✓ Etablierte Technologie (Nutzung seit 1940)
- ✓ Stack Wirkungsgrad über 70%
- ✓ Hohe Stack Lebensdauer
- ✓ Vergleichsweise kostengünstige Technik
- ✗ Große Anlage

- ✓ Jüngere Technologie (Entw. seit 1980)
- ✓ Stack Wirkungsgrad ca. 80%
- ≈ Mittlere Stack Lebensdauer
- ≈ Mittlere Kosten (höher als AWE)
- ✓ Kompakte Anlage

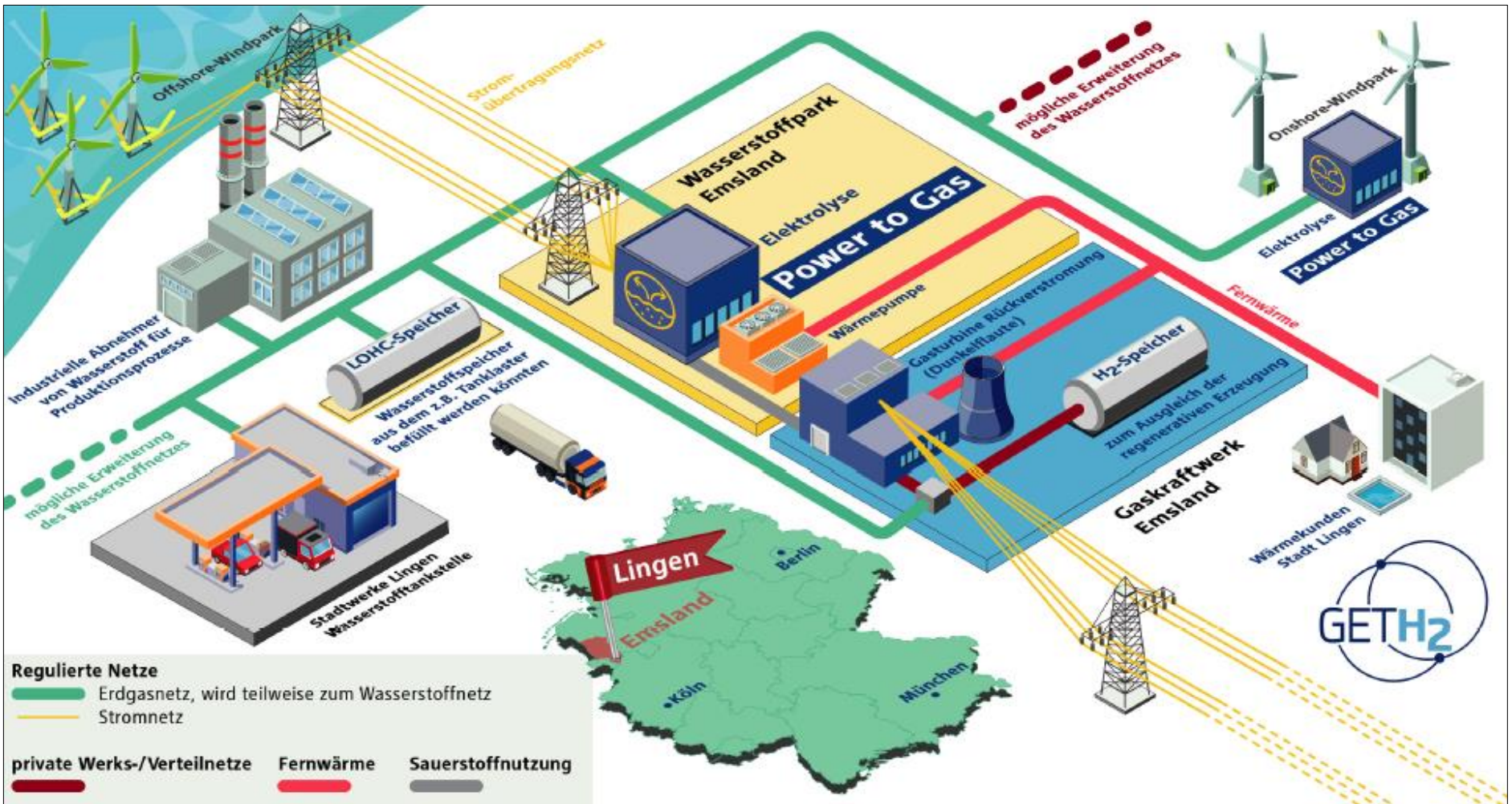
- ✗ Noch in Entwicklung (erste kommerzielle Anwendungen)
- ✓ Stack Wirkungsgrad ca. 97%
- ✗ Niedrige Stack Lebensdauer
- ✗ Vergleichsweise teure Technik
- n/a Noch nicht im großen Maßstab vorhanden

Wasserstoffinfrastruktur.

Zukunftsprojekte für die Energiewelt von morgen.

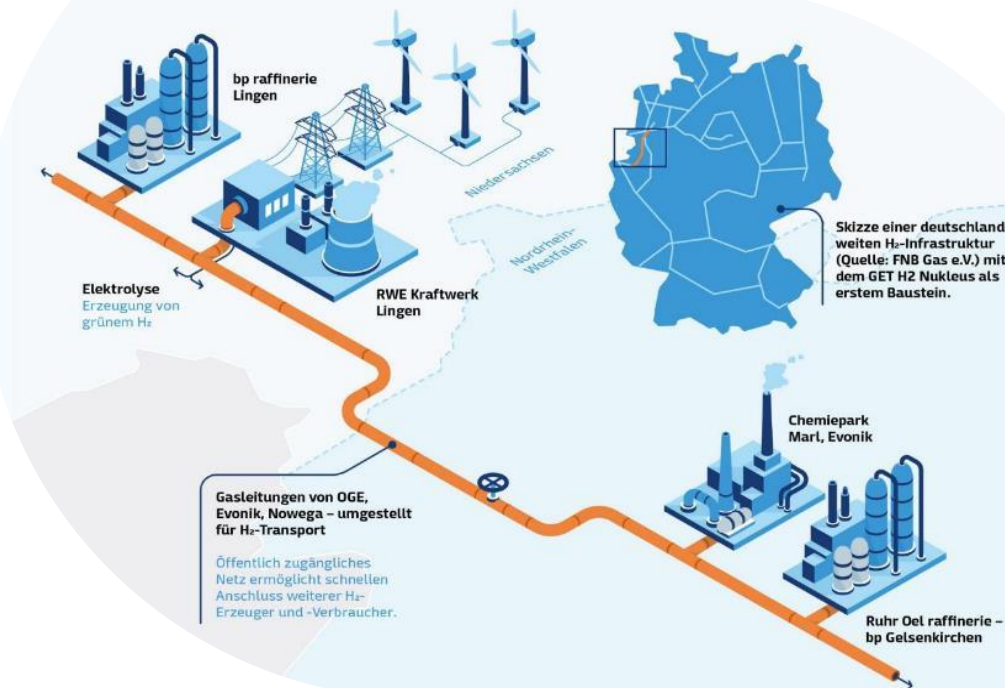


Energieversorgungskonzepte der Zukunft am Energiestandort Lingen



GET H2 Nukleus

Der Startschuss für die Infrastruktur



Wir transportieren Gas.

nowega

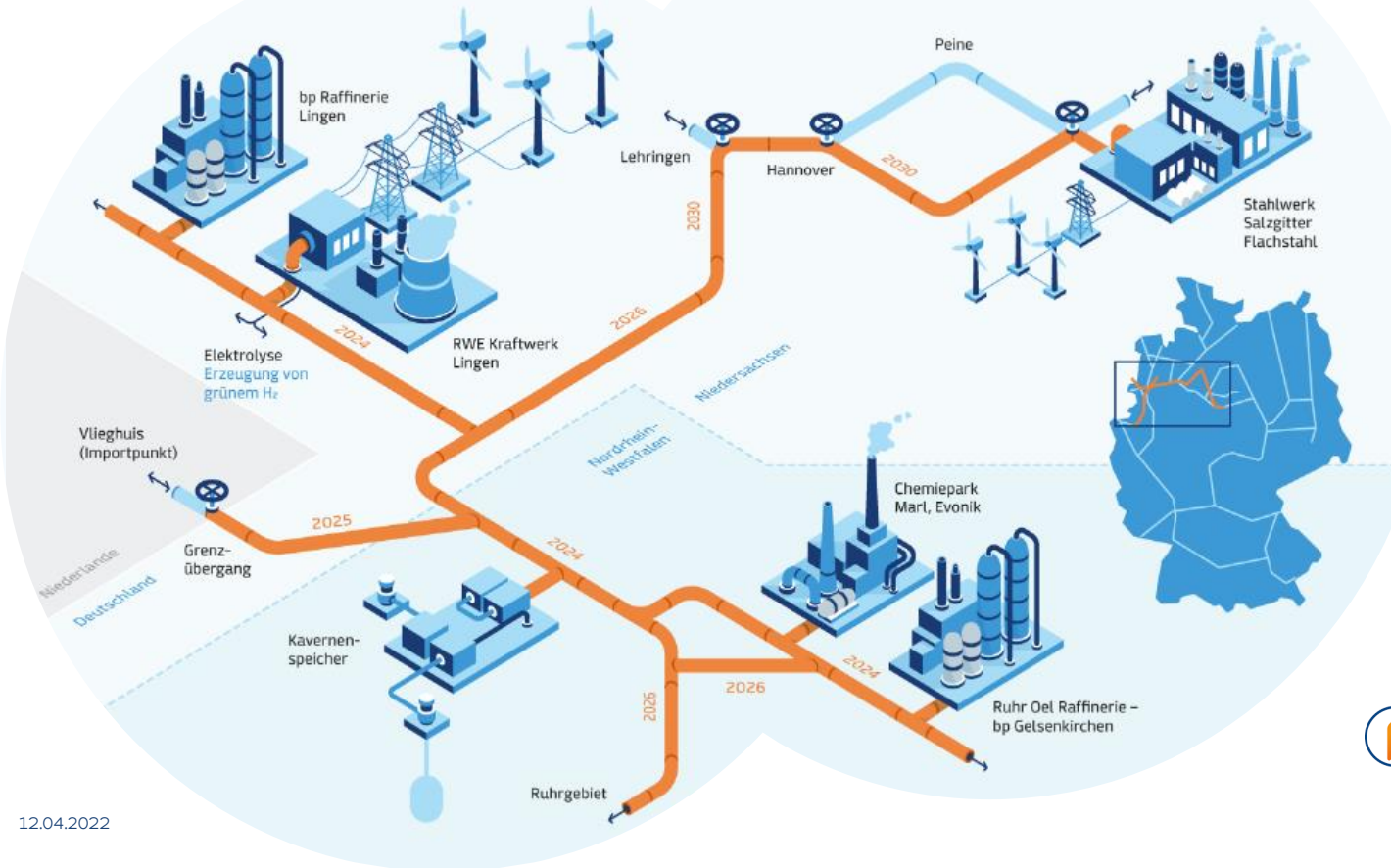


RWE

12.04.2022

GET H2 IPCEI

Der Ausbau der Infrastruktur



bp



Wir transportieren Gas.

nowega



RWE



12.04.2022

Standortübersicht Projekte am Gaskraftwerk Emsland

„Wasserstoffkraftwerk“
34MW Kawasaki H2-Gasturbine
geplante Errichtung 2023/24

„H2-Pilotanlagen“
Versuchselektrolyseanlagen
geplante Errichtung 2022/23

Fernwärme Stadtkern Lingen 10 MW
Ausbau potential langfristig bis 40 MW
geplante Errichtung 2024

Fernwärme Industriepark 10 MW
Wärmezentrale Umbau im Block A
geplante Errichtung 2022

GET H2 TransHyDE
Forschungsvorhaben
Errichtung 2022

„Wasserstoff-Campus-Lingen“
Bürogebäude mit H2-Infozentrum,
H2 Forschungs- und Testanlagen
(noch in der Projektentwicklung)

Batteriespeicher
Triton+ ca. 45MW
Errichtung 2021/22

DRI-Anlage Testanlage
grüner Stahl aus Lingen
Errichtung 2022, Testbetrieb bis 2025

Schwarzstart Block D
Eigenbedarfsoptimierung KEM
Errichtung 2022

3. Bauabschnitt (Erweiterung)
„Wasserstoffwerk“
(GET H2 Nukleus)
1x 100MW-Anlage
Errichtung 2025/26

1. und 2. Bauabschnitt
„Wasserstoffwerk“
(GET H2 Nukleus)
2x 100MW-Anlagen
Errichtung 2023/24/25

Amprion Konverter (2x 900MW)
Errichtung 2024-29
Netzanschluss für WasserstoffPark

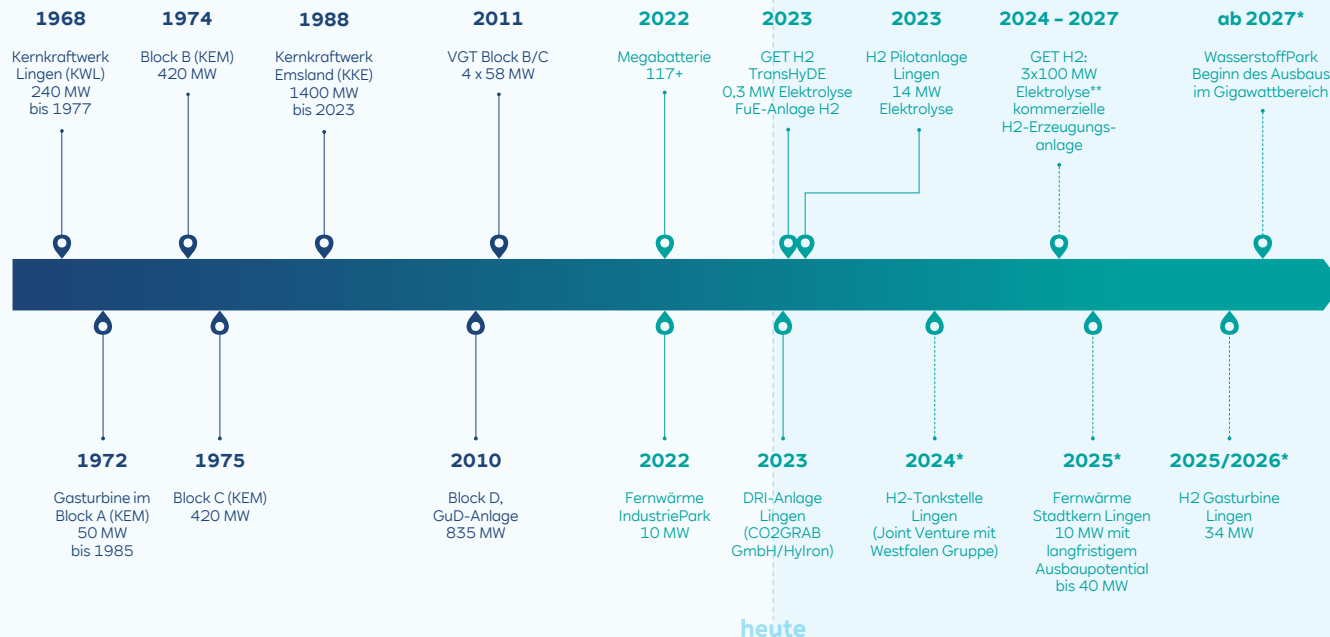
„WasserstoffPark“
Giga-Anlage in Vorbereitung
Errichtung ab 2027 möglich

2000 MW

Der Energiestandort Lingen

Innovation mit langer Tradition

Der Weg zur verlässlichen Erzeugung und zur sicheren Versorgung mit Wasserstoff führt über Forschung und Entwicklung. **Für die Zukunft kann so eine stabile und sichere Wasserstoffversorgung gewährleistet werden.**



* Projekte in der Entwicklungsphase
** Förderzusage ausstehend

Modularer Batteriespeicher am Gaskraftwerk 45 MW



Anlieferung der ersten Elektrolyseureinheit



Muster 3D-Grafik der Kawasaki Gasturbine 34MWel / 80MWth



08.07.2024

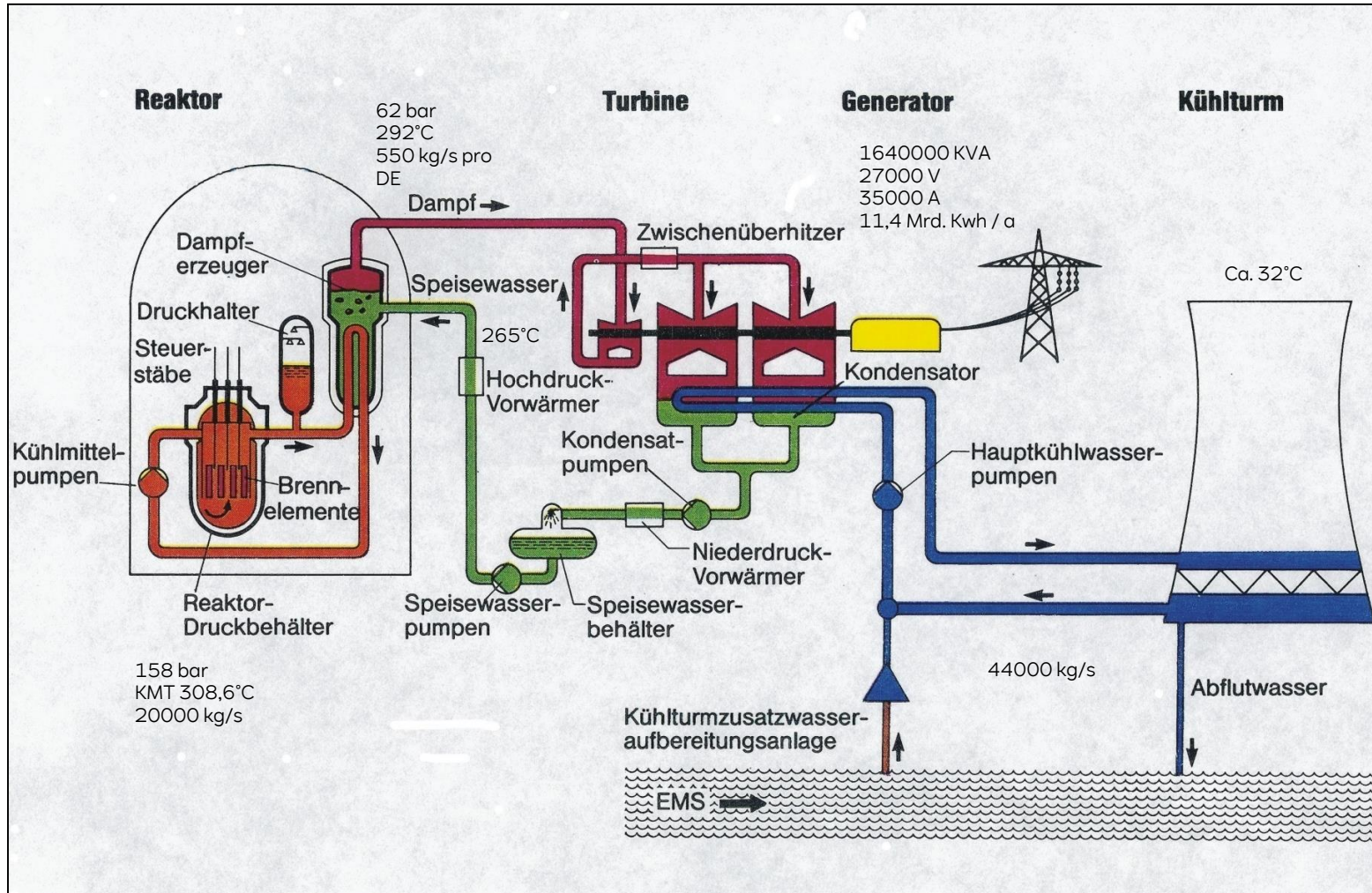
Zukünftiges Wasserstoffwerk am Gaskraftwerk Emsland 300MW

Konzeptstudie



Technik und Funktionsweise KKE

Funktionsweise eines Druckwasserreaktors (DWR)



KKE 1986 / 1987

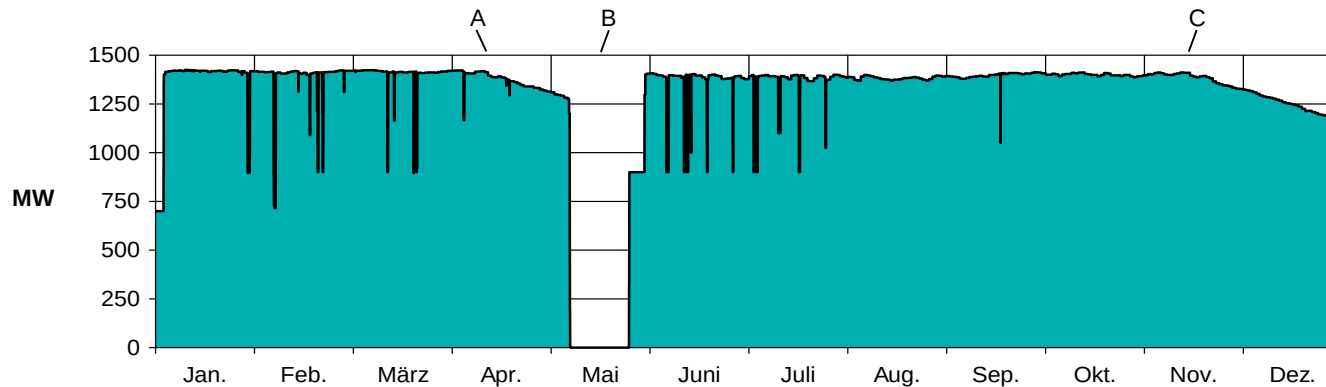


Kernkraftwerk Emsland

Betriebsdiagramm 2022

Stand:
31.12.2022

Elektrische Bruttoerzeugung



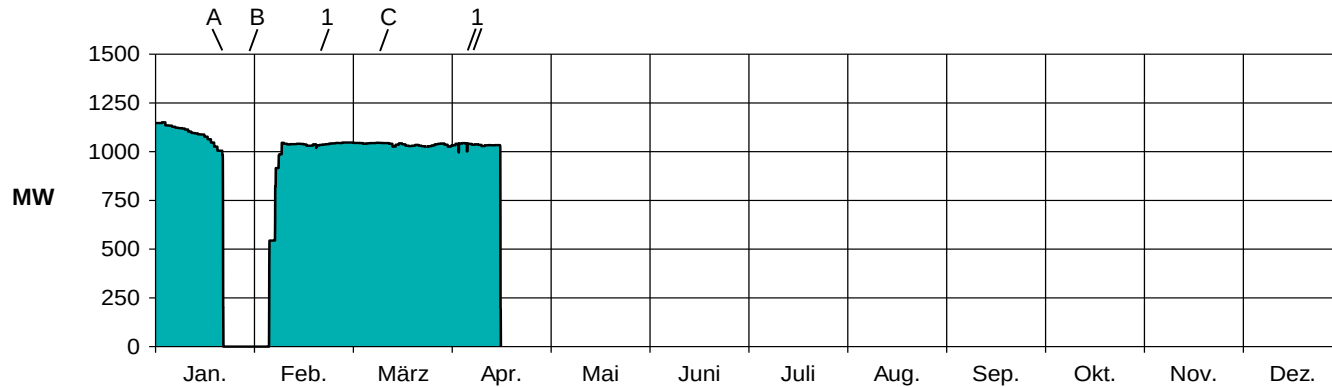
geplante Laständerungen	ungeplante Laständerungen	2022		ab Übernahme
A= Beginn Streckbetrieb (11.04.2022, 08:00 Uhr) B= Jahresrevision mit BE-Wechsel (06.05.2022, 20:01 Uhr bis 25.05.2022, 12:47 Uhr) C= Beginn Streckbetrieb (13.11.2022, 16:00 Uhr) Alle nicht gekennzeichneten Laständerungen einschließlich Primärregelreserve erfolgten auf Anforderung des Lastverteilers		Bruttoarbeit	11.293.993 MWh	391.661.277 MWh*
				*ab 1. Kritikalität
		Zeitverfügbarkeit	94,88%	93,98%
		Arbeitsverfügbarkeit	94,83%	93,85%
		Arbeitsausnutzung	91,66%	93,10%

Kernkraftwerk Emsland

Betriebsdiagramm 2023

Stand:
15.04.2023
22:31 Uhr

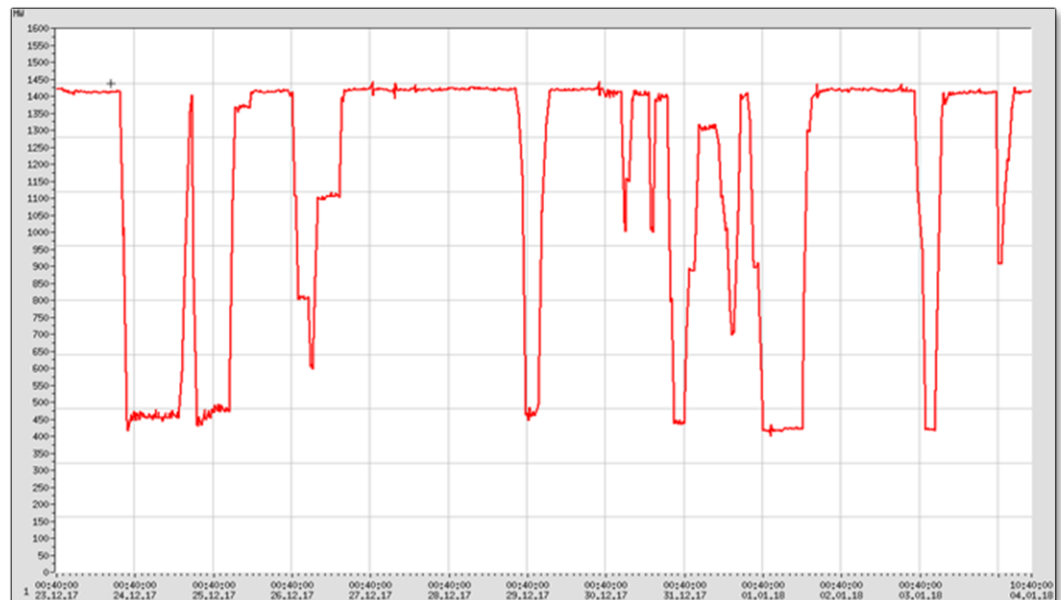
Elektrische Bruttoerzeugung



geplante Laständerungen	ungeplante Laständerungen	2023 ab Übernahme	
A= Streckbetrieb bis zum (21.01.2023, 17:30 Uhr) B= BE-Wechsel (21.01.2023, 19:59 Uhr bis 05.02.2023, 12:30 Uhr) C= Beginn Streckbetrieb (08.03.2023, 06:00 Uhr) Alle nicht gekennzeichneten Laständerungen einschließlich Primärregelreserve erfolgten auf Anforderung des Lastverteilers.	1= Ansprechen L-RELEB durch Neutronenflussrauschen	Bruttoarbeit 2.245.050 MWh 393.906.327 MWh* *ab 1. Kritikalität	
		Zeitverfügbarkeit 86,00% 93,92%	
		Arbeitsverfügbarkeit 84,01% 93,77%	
		Arbeitsausnutzung 62,60% 92,85%	

Das Kernkraftwerk Emsland lieferte gesicherte Grundlast und war flexibler Partner der Erneuerbaren

- Sichere Grundlastversorgung mit ca. 94 % Verfügbarkeit.
- In Abhängigkeit der Einspeisung regenerativer Energiequellen wurde die Kraftwerksleistung flexibel den aktuellen Erfordernissen angepasst.
- Standardgradienten bis zu 25 MW/min und schneller waren fahrbar.
- Eine Regelungsbandbreite von ca. 1000 MW stand schnell und flexibel zur Verfügung.
- Zur Stabilisierung der Netze wurden Regelenergieprodukte bereitgestellt.
 - **Frequenzstützung: +/- 75 MW**
 - Minutenreserve: 250MW / 15 Min



Lastdiagramm KKE vom 23.12.17 - 04.01.18

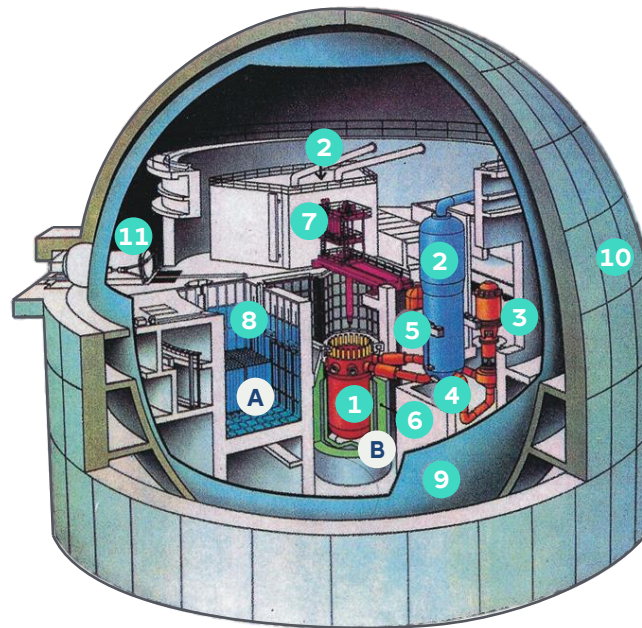
08.07.2024

Das Kernkraftwerk Emsland kompensiert durch seine flexible Fahrweise schwankende Einspeisungen und trug somit wesentlich zur Netzstabilität bei.

Funktionsweise des KKE

Vereinfachte Darstellung

- 1 Reaktordruckbehälter*
- 2 Dampferzeuger
- 3 Hauptkühlmittelpumpe
- 4 Hauptkühlmittelleitung
- 5 Druckhalter
- 6 Betonabschirmung
- 7 Brennelement-Wechselmaschine
- 8 Brennelement-Lagerbecken
- 9 Sicherheitsbehälter
- 10 Stahlbetonhülle
- 11 Materialschleuse



*gezeichnet im geöffneten Zustand (ohne Deckel)
während des Brennelement-Wechsels

A

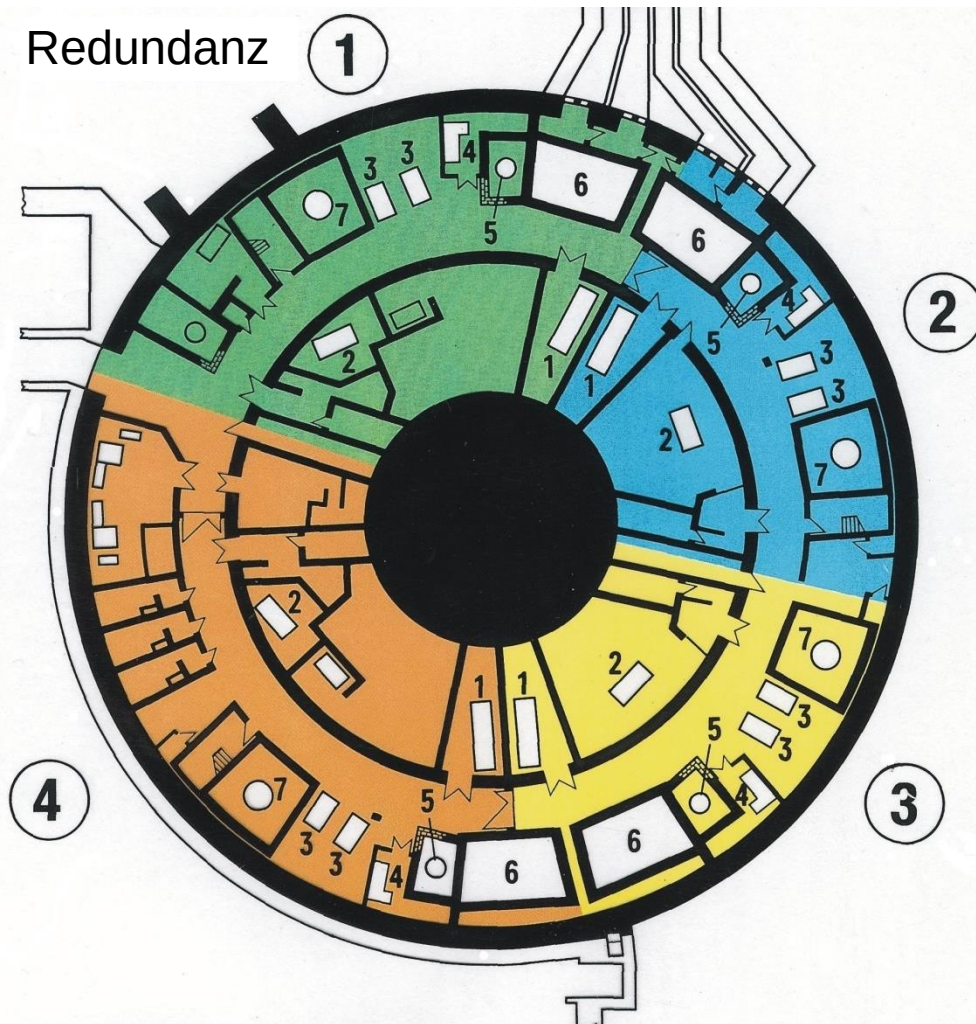
Die Brennelemente machen mehr als 99 % der gesamten Radioaktivität in der Anlage aus und sollen bis Q1 2027 entfernt werden.

B

99 % der verbliebenen Radioaktivität (ohne Brennelemente) sind im Reaktordruckbehälter und im Biologischen Schild gebunden.

Sicherheit im Kernkraftwerk

Anordnung sicherheitstechnischer Komponenten im Reaktorgebäude



1. Sicherheitseinspeisepumpe
2. Nachkühlpumpe
3. Zwischenkühlpumpe
4. Zusatzborierpumpe
5. Nachwärmekühler
6. Flutbecken
7. Zwischenkühler

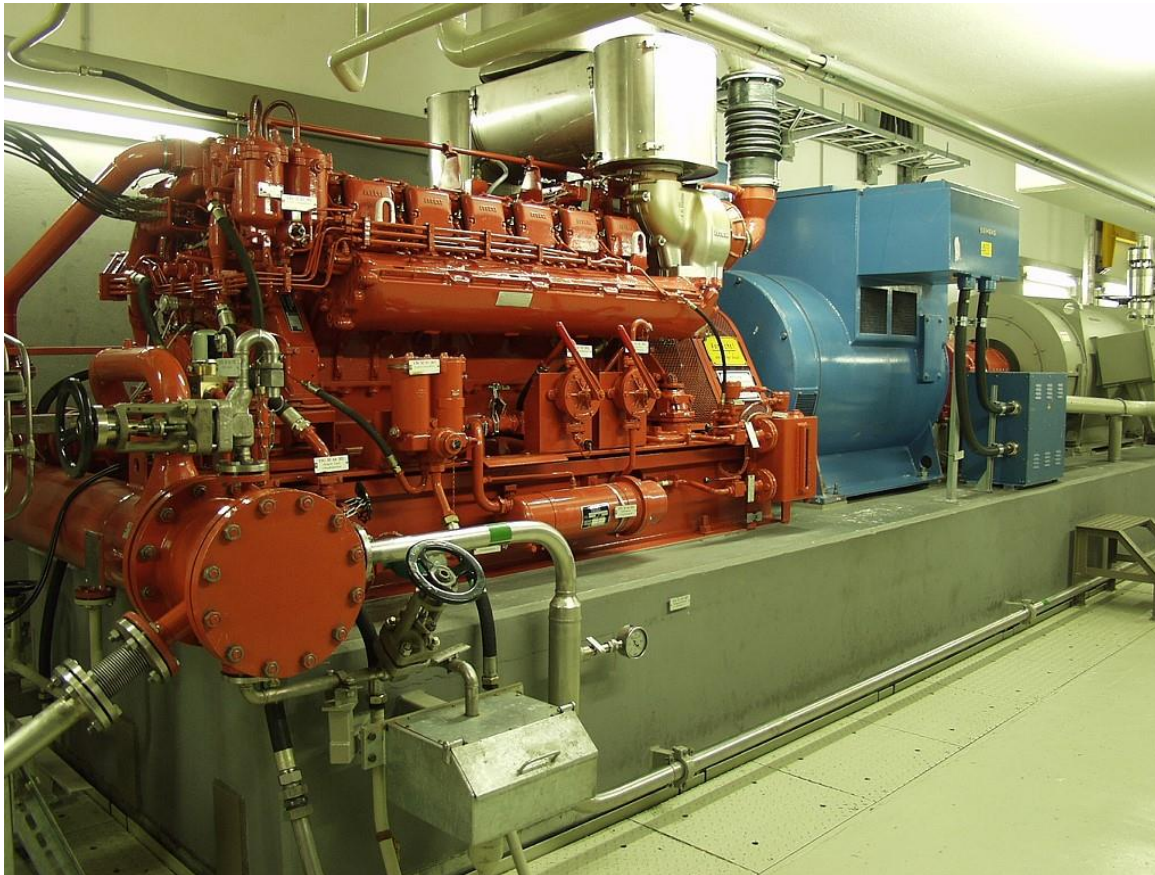
D1 - Dieselaggregat



MTU

Zylinder	16
Drehmoment	31810Nm
Dauerleistung	5000kw
Gewicht	440t
Verbrauch	242g/kwh = 1210 l/h

D2 - Dieselaggregat



MTU

Zylinder 12
Drehmoment 6042Nm
Dauerleistung 950kw
Gewicht 57t
Verbrauch 210g/kwh
= 200l/h

EU-Stresstest und RSK-Sicherheitsüberprüfung

Empfehlungen für eine weitere Erhöhung der Robustheit des KKE

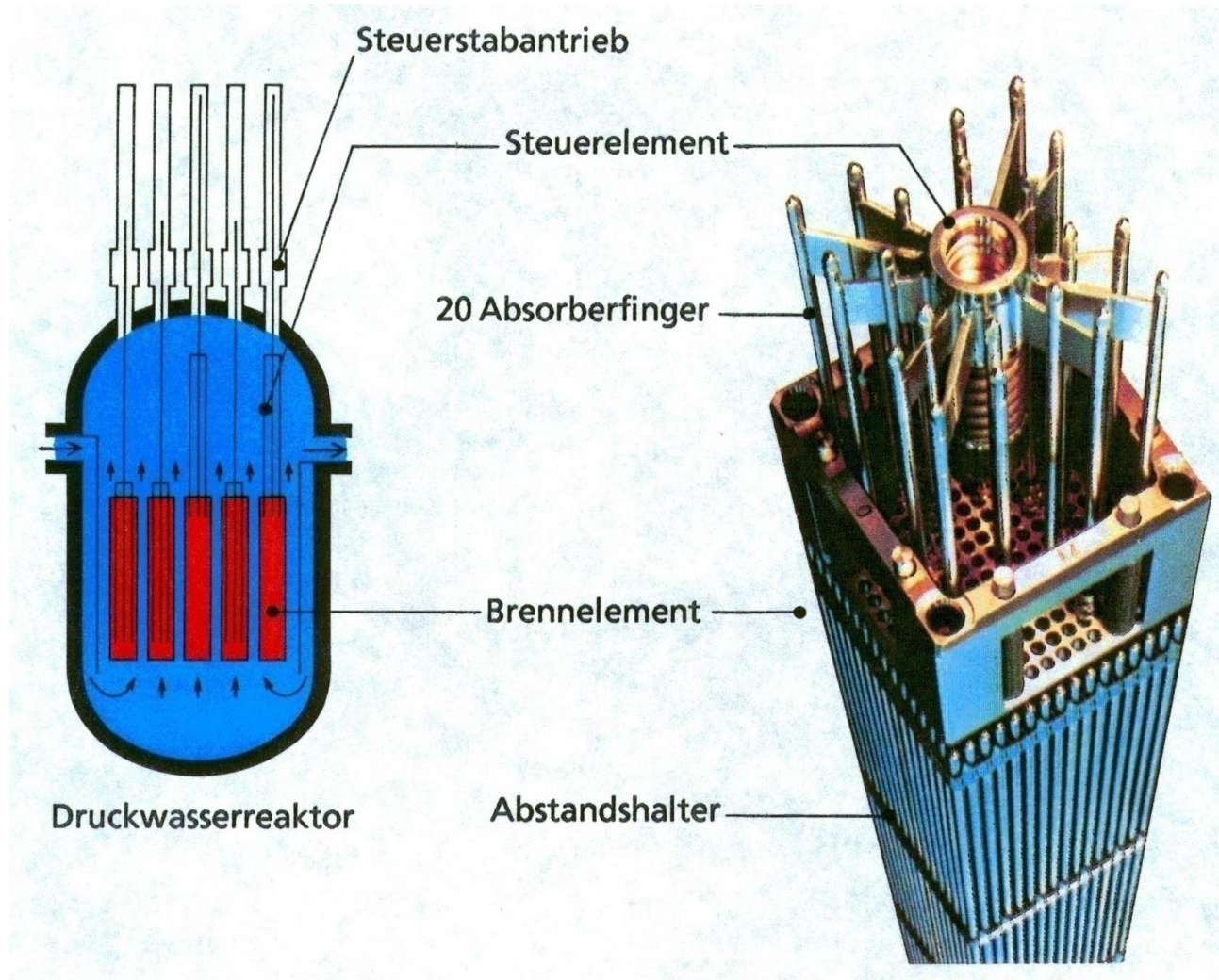
Installation einer Erdbebeninstrumentierung:
Es existiert eine Erdbebeninstrumentierung gemäß der gültigen Regeln, d. h. diese Empfehlung ist für uns nicht nachvollziehbar.

Entwicklung sogenannter SAMGs (Severe Accident Management Guidelines: Richtlinien für die Behandlung schwerer Störfälle):
Die Entwicklung der SAMGs ist in Arbeit.
Die Wirksamkeit wurde bei einer Übung bereits erprobt.

Anschaffung von zwei mobilen Diesel-Generatoren und passenden Anschlussmöglichkeiten:
Die Anschlussmöglichkeiten wurden eingerichtet, zwei mobile Dieselaggregate befinden sich auf dem Anlagengelände. (450 KVA)



Brennelement mit Steuerstab

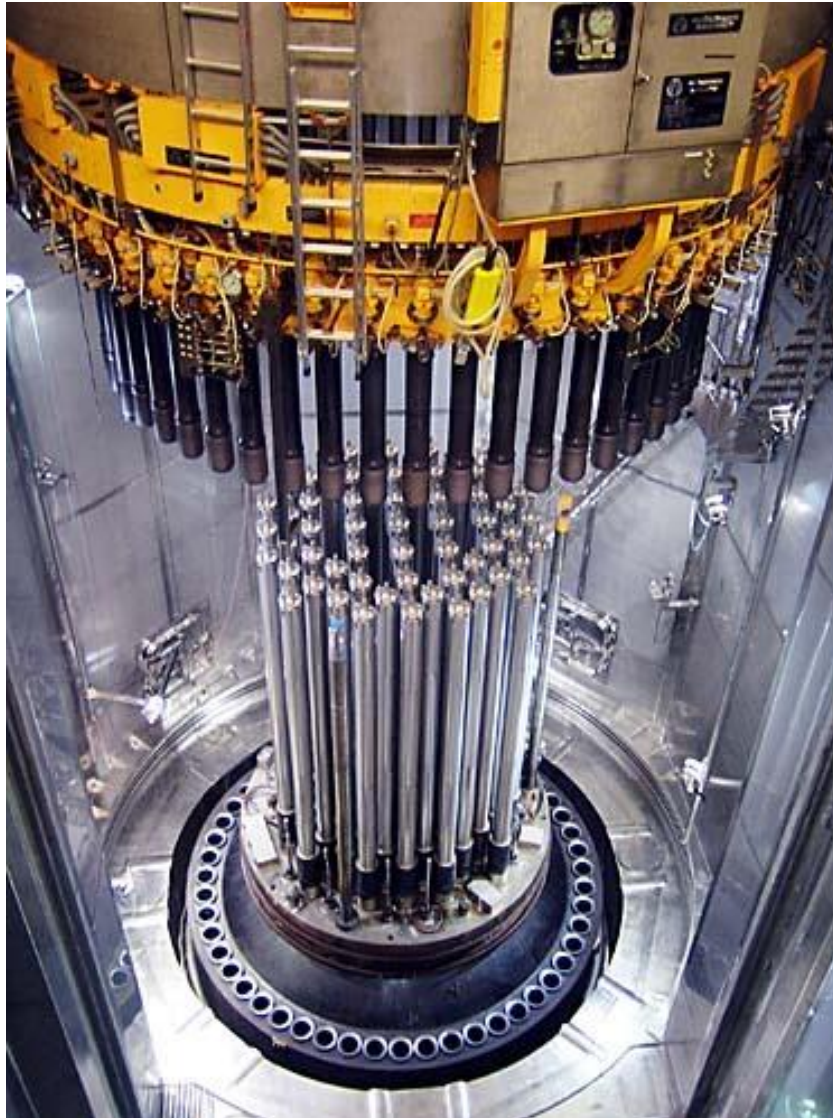


193 Brennelemente
300 Brennstäbe
~57900 Brennstäbe

61 Steuerstäbe

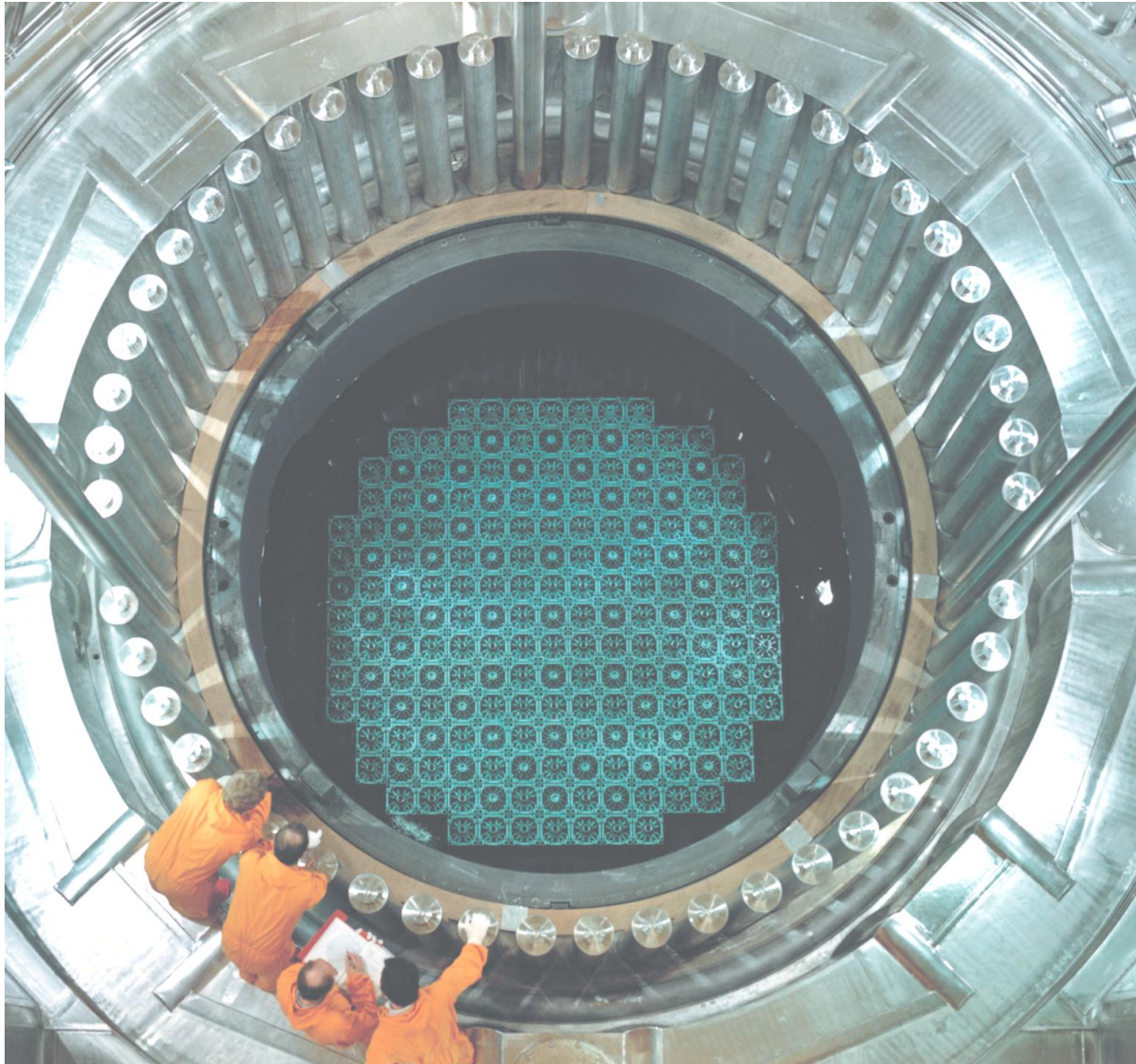
Material :
Cadmium/Indium/Silber

Steuerstabantriebe und Bolzendreheinrichtung

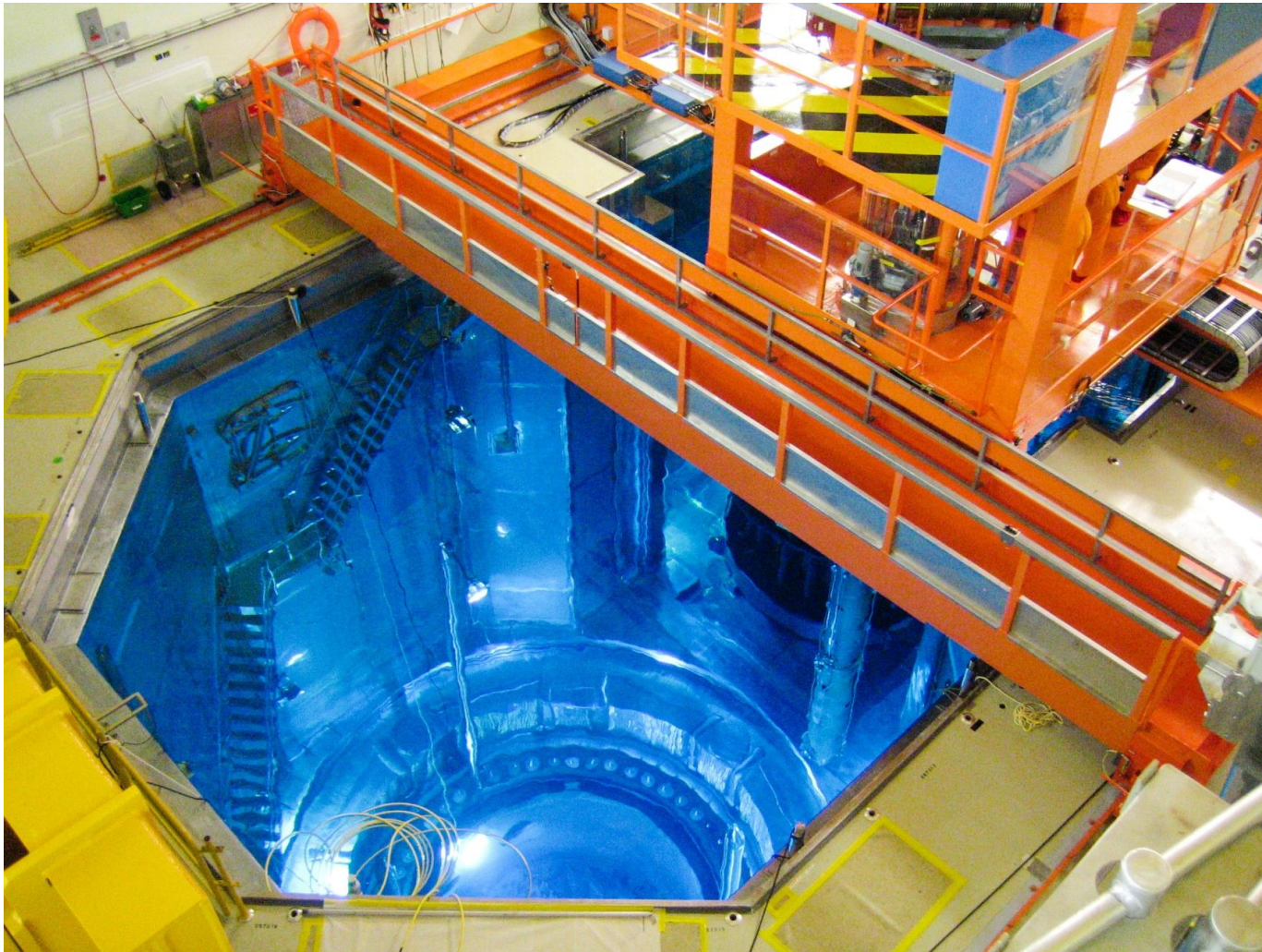


Radioaktivität und Strahlung

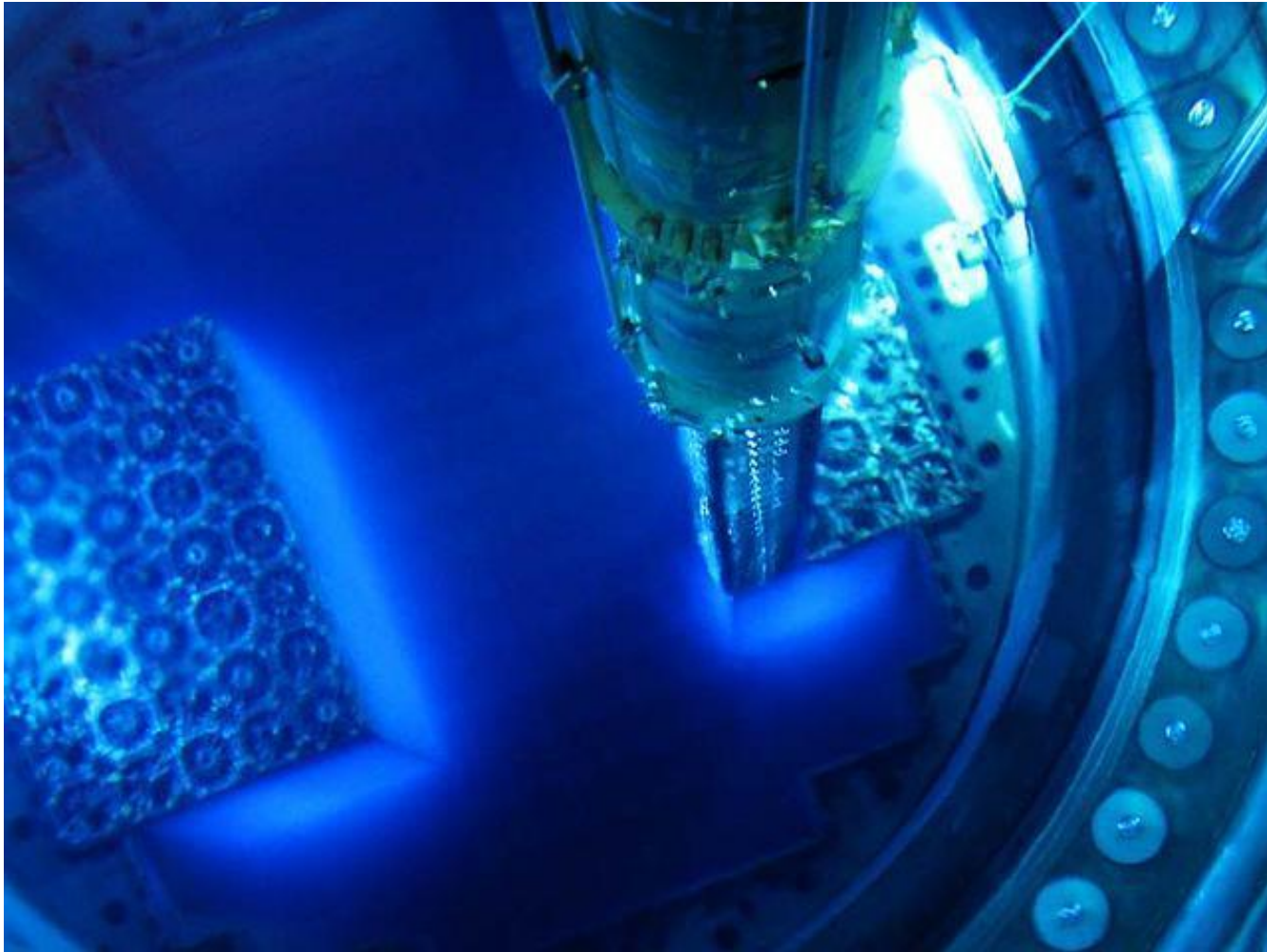
Blick in den Reaktor



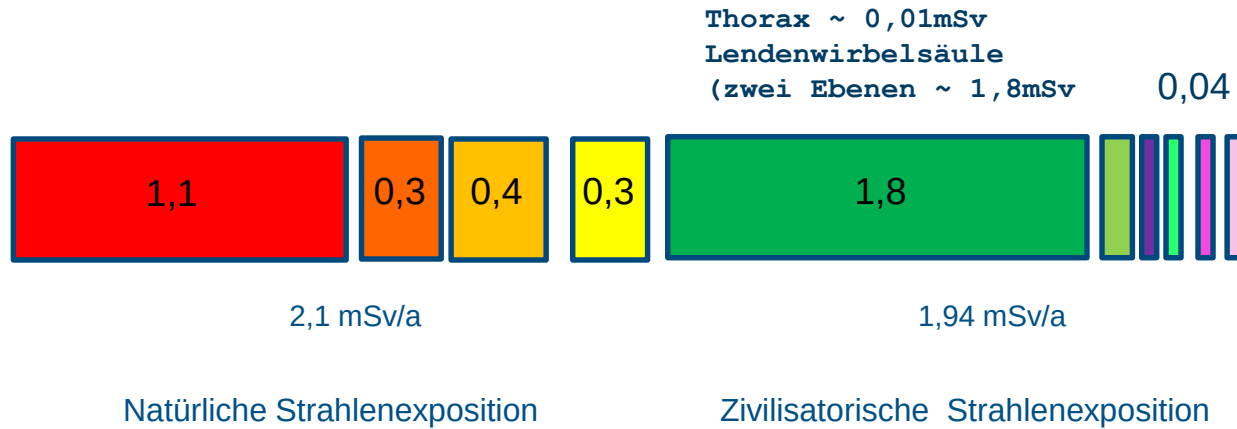
Die Reaktorgrube

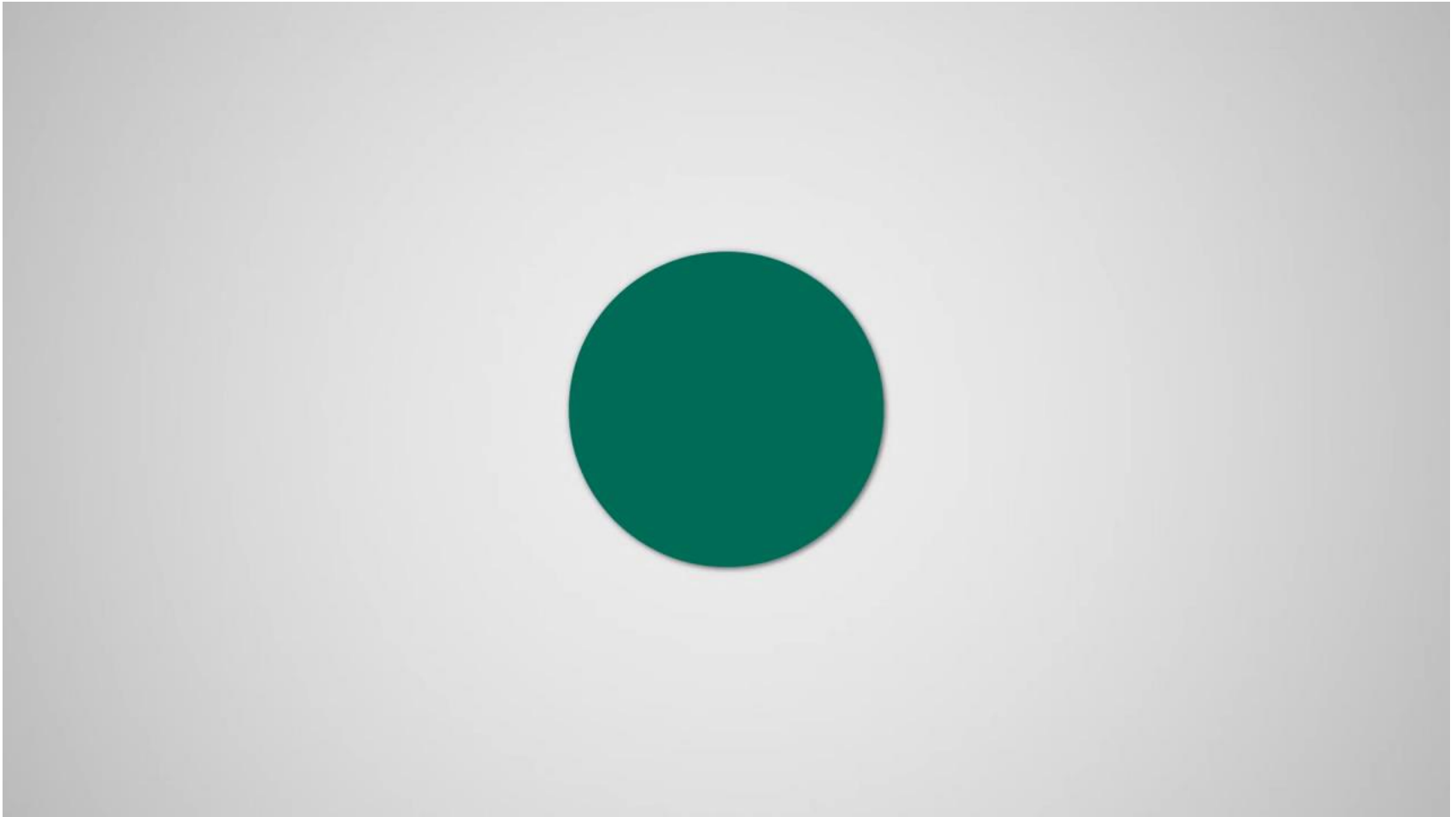


Brennelementwechsel



Mittlere jährliche Strahlenexposition in Deutschland





Rückbau von Kernkraftwerken

Neuordnung der Verantwortung der kerntechnischen Entsorgung zwischen Bund und Energieversorgungsunternehmen



Verantwortung Energieversorgungsunternehmen

- Sicherer Anlagenbetrieb bis Laufzeitende
- Stilllegung und Rückbau der Kraftwerksanlagen
- Fachgerechte Verpackung

Für den Übergang der Handlungs- und Finanzierungspflicht der kerntechnischen Entsorgung haben die EVU in einen dotierten Fonds eingezahlt.

Übergabe



Verantwortung Bundesrepublik Deutschland

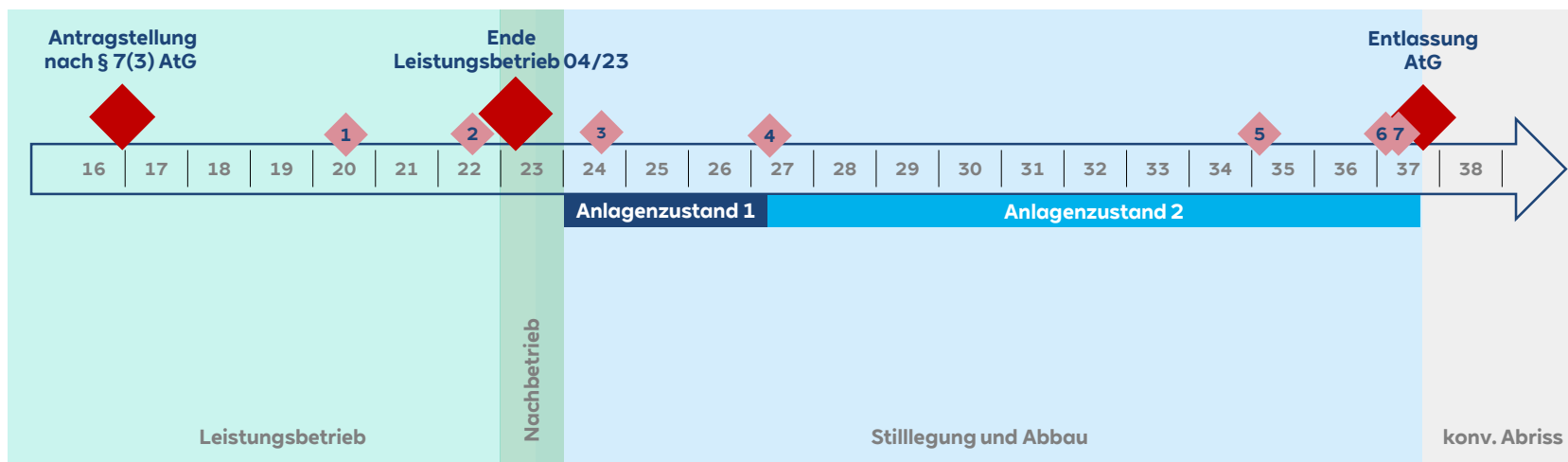
- Zwischenlagerung (BGZ)
- Endlagerung (BGE)

Neuordnung der Verantwortung

- Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung vom 27.01.2017 (in Kraft getreten am 16. Juni 2017)
- § 7 Abs. 3 Satz 4: „Anlagen, ... deren Leistungsbetrieb endgültig beendet ist ... sind unverzüglich stillzulegen und abzubauen.“
- Abfälle werden fachgerecht verpackt an die Gesellschaft für Zwischenlagerung (BGZ) übergeben.

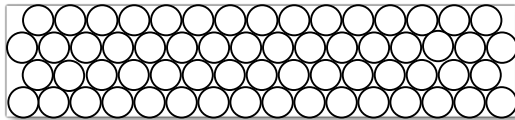
Zeitplan zum Abbau

Von der Genehmigung bis zur Entlassung aus dem AtG

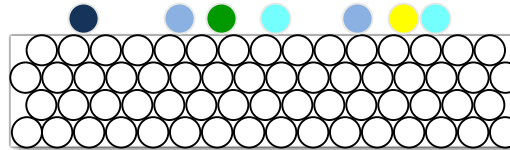


- | | |
|---|--|
| 1 Scoping Termin | 5 Abschluss Abbau u. Verpackung akt. Komponenten |
| 2 Erörterung | 6 Freigabe u. Abgabe aller Materialien abgeschlossen |
| 3 Stilllegungs- u. Abbaugenehmigung liegt vor | 7 Letzte Gebinde mit radioaktivem Material abtransportiert |
| 4 Brennstofffreiheit ist erreicht | |

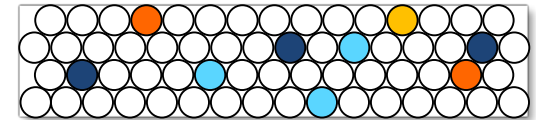
Kontaminiertes Material unterscheidet sich von aktiviertem Material



Neues oder gesäubertes Material



Kontamination
(nur an der Oberfläche)



Aktivierung
(in der Materialstruktur)

Mit Hilfe von Verfahren zur Dekontamination werden die Oberflächen gesäubert.



Variante Mechanische
Dekontamination: z.B.
Abrasiveverfahren

- Aktiviertes Material hat die Radioaktivität in der Materialstruktur aufgenommen.
- Eine Reinigung mit den Verfahren der Dekontamination ist nicht möglich.
- Aktivierte Anlagenteile werden fachgerecht verpackt und dem Bund zur Zwischen- bzw. Endlagerung übergeben.

**Ziel ist die effiziente
Aufbereitung der
Wertstoffe**

**Bereitstellung von fachgerecht
verpackten Gebinden für die
Übernahme durch die BGZ/BGE**



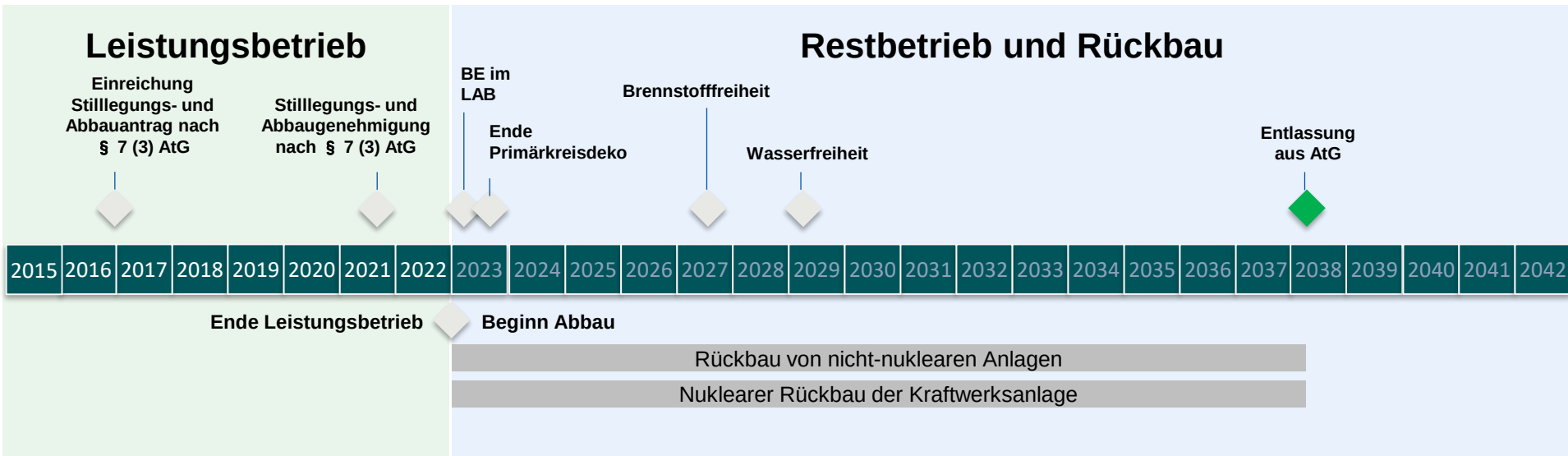
RWE

**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit**

A decorative graphic in the bottom right corner of the slide. It consists of numerous thin, white, curved lines that originate from the bottom right and fan out towards the top right, creating a sense of motion or a stylized wave pattern. The lines are set against a dark blue background that transitions to a lighter teal at the top.

Zeitplanung des Kernkraftwerksstandortes Lingen

Kernkraftwerk Emsland



Kernkraftwerk Lingen

