

---

# Reaktorsicherheit für Leistungskernkraftwerke 2

---

Paul Laufs

# Reaktorsicherheit für Leistungs- kernkraftwerke 2

Die Entwicklung im politischen und  
technischen Umfeld der  
Bundesrepublik Deutschland

2. Auflage

 Springer Vieweg

Paul Laufs  
Universität Stuttgart  
Stuttgart, Deutschland

ISBN 978-3-662-54163-0 ISBN 978-3-662-54164-7 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-54164-7>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer-Verlag GmbH Deutschland 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer-Verlag GmbH Deutschland

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

---

## Vorwort

Als ausgebildeter und industrieerfahrener Ingenieur habe ich mich, insbesondere auch während meiner politischen Tätigkeit als Mitglied des Deutschen Bundestags (1976–2002) und als Parlamentarischer Staatssekretär (1991–1997), mit Fragen der Kerntechnik im In- und Ausland befasst. Unter dem Eindruck der heftigen Auseinandersetzungen um die Nutzung der Kernenergie entschloss ich mich, die Entwicklung der Reaktorsicherheit für Leistungsreaktoren ins Einzelne gehend darzustellen. Es ist der Versuch, aus einer geradezu unermesslichen Fülle von Fakten und Sachverhalten einen Überblick über die wesentlichen Tatbestände zu geben. Ich bin mir bewusst, dass ich nur eine unvollkommene Darstellung bieten kann. Im Vordergrund der Betrachtungen steht der Druckwasserreaktor.

Es ist mir ein vordringliches Anliegen, den zahlreichen Zeitzeugen und Akteuren zu danken, die in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts an den Entwicklungen beteiligt waren und mich bei meiner technikhistorischen Arbeit mit ihrem Rat und ihren persönlichen Mitteilungen unterstützten. Dieser Dank gilt besonders den ehemaligen Mitgliedern in der Reaktor-Sicherheitskommission, den emeritierten Professoren der Universitäten in Stuttgart, Karlsruhe und München, im Ruhestand lebenden Ministerialbeamten, Wissenschaftlern und Ingenieuren der kerntechnischen Industrie. Ich bin überzeugt, dass in den Jahren der Erstellung dieser Arbeit eine der letzten Chancen bestanden hat, wichtige technikhistorische Sachverhalte aus dem Gebiet der Reaktorsicherheit festzuhalten, bevor sie verloren gehen.

In Deutschland soll die nukleare Stromerzeugung im Jahr 2022 beendet werden. Fragen des Alterungsmanagements und der nuklearen Sicherheit des Rückbaus der Kernkraftwerke sowie der Entsorgung der radioaktiven Abfälle sind in den Vordergrund gerückt. Die nun vorliegende 2. Auflage des Werks befasst sich ausführlich mit diesen Themen im politischen und technischen Umfeld der Bundesrepublik Deutschland. Neben diesen umfangreichen Ergänzungen wurde der Stoff der 1. Auflage überarbeitet, erweitert und an die neuere Entwicklung angepasst. Es ist mein Anliegen, einen wirklichkeitsnahen Gesamtüberblick über die Kernenergienutzung in Deutschland zu bieten und in einer von Emotionen und Blockaden beherrschten öffentlichen Diskussion zu einer sachlich-nüchternen Auseinandersetzung um die Energieversorgung in der Zukunft beizutragen.

---

# Abkürzungsverzeichnis

atw	Zeitschrift „atomwirtschaft“
Abg.	Abgeordneter
Av	Kerbschlagarbeit
ABVO	Allgemeine Bergverordnung über Untertagebaue, Tagebaue und Salinen
ABWR	Advanced Boiling Water Reactor
ACRS	Advisory Committee on Reactor Safeguards
ACSNI	Advisory Committee on the Safety of Nuclear Installations
AD	Arbeitsgemeinschaft Dampfkesselwesen/Druckbehälter
AEA	Atomic Energy Authority
AEB	Auslegungserdbeben
AEC	Atomic Energy Commission
AECL	Atomic Energy of Canada Limited
AEG	Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft
AEP	Accident Evaluation Program
AFNETR	Air Force Nuclear Engineering Test Reactor
AFR	Ausschuss für Rohrfernleitungen
AFS	Auxiliary Feedwater System
AG	Aktiengesellschaft, auch Abbaugenehmigung
AGIK	Arbeitsgemeinschaft Innovative Kerntechnik
AGKM	Archiv des Großkraftwerks Mannheim
AGL	Arbeitskreis Gleitlager der Forschungsvereinigung Antriebs-technik
AGO	Arbeitsgruppe Optionenvergleich
AGR	Advanced Gas-Cooled Reactor
AIB	Absicherungsprogramm zum Integritätsnachweis von Bauteilen
AIF	Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen
AIIME	American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers
AkEnd	Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte
AK	Arbeitskreis/Aktionskomitee
AKR	Allgemeines Kerntechnisches Regelwerk
AKS	Arbeitsgemeinschaft Kernkraft Stuttgart
AKW	Atomkraftwerk
Al	Aluminium

ALG	Abfalllager Gorleben
ALWR	Advanced Light Water Reactor
ALOK	Amplituden-Laufzeit-Ortskurven
ALPR	Argonne Low Power Reactor
AM	Accident Management
AMAT	Alterungsmanagement-Team
AMP	Ageing Management Programme
AMPA	Archiv der Materialprüfungsanstalt der Universität Stuttgart
ANDRA	Agence Nationale pour la Gestion des Déchets Radioactifs
ANL	Argonne National Laboratory
ANPA	Agenzia Nazionale per la Protezione dell' Ambiente
ANS	American Nuclear Society
AP	Advanced Passive, auch Arbeitspaket
APET	Accident Progression Event Tree
APEX	Advanced Plant Experiment
APPR	Army Package Power Reactor
APS	American Physical Society
ARIS	IAEA Advanced Reactors Information System
ASA	American Standards Association
ASCOT	Assessment of Safety Culture in Organisation Teams
ASEA	Allmänna Svenska Elektriska Aktieföretaget
ASEP	Accident Sequence Evaluation Program
ASLWR	Advanced Simplified Light Water Reactor
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASN	Autorité de Sécurité Nucléaire
ASTM	American Society for Testing and Materials
AtG	Atomgesetz
ATHLET	Analyse der Thermohydraulik von Lecks und Transienten
ATHLET-CD	ATHLET Core Degradation
ATHLET-SA	ATHLET Severe Accident Analysis
ATKE	Atomkernenergie (Zeitschrift)
AtSMV	Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung
AtVfV	Atomrechtliche Verfahrensverordnung
ATWS	Anticipated Transient Without Scram
AVN	L' Association Vinçotte-Nucléaire
AVR (Jülich)	Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor Jülich
AWN	Abfallwirtschaftsgesellschaft mbH des Neckar-Odenwald-Kreises
AWRE	Atomic Weapons Research Establishment
AWT	Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik
Ba	Barium
BA	Bundesarchiv
BAC	Boric Acid Corrosion
BAG	Bayernwerk AG
BAnz	Bundesanzeiger
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

---

BASF	Badische Anilin- und Soda-Fabrik
BBC	Brown, Boveri & Cie. AG
BBR	Babcock-Brown Boveri Reaktor GmbH
BBU	Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz
BCL	Battelle Columbus Laboratories
BDBA	Beyond-Design-Basis-Accident
BDW	Berstdruckwelle
Be	Beryllium
BE	Brennelement, auch Bestrahlung
BETHSY	Boucle d'Études Thermo-Hydraulique Système
BfE	Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BGBI	Bundesgesetzblatt
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BGS	Bundesgrenzschutz
BGZ	Gesellschaft für Zwischenlagerung
BHB	Betriebshandbuch
BI	Bürgerinitiative
BLG	Brennelementlager Gorleben GmbH
BLHV	Badischer Landwirtschaftlicher Hauptverband
BMBF	Bundesminister(ium) für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie
BMBW	Bundesminister(ium) für Bildung und Wissenschaft
BMFT	Bundesminister(ium) für Forschung und Technologie
BMI	Bundesminister(ium) des Innern
BMU	Bundesminister(ium) für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BmWf	Bundesminister(ium) für wissenschaftliche Forschung
BMWi	Bundesminister(ium) für Wirtschaft und Technologie bzw. Energie
BN	Bandnummer
BNDC	British Nuclear Design & Construction Limited
BNES	British Nuclear Energy Society
BNFL	British Nuclear Fuels Ltd
BNL	Brookhaven National Laboratory
BOL	begin of life
BORAX	Boiling Reactor Experiment
BPVC	Boiler and Pressure Vessel Code
Bq	Becquerel
BRH	Bundesrechnungshof
BT	Bundestag
B&W	Babcock & Wilcox Company
BVerfG	Bundesverfassungsgericht
BWB	Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung
BWR	Boiling Water Reactor
BWRVIP	BWR Vessel and Internals Project
BWV	Badischer Weinbauverband

c	Lichtgeschwindigkeit
cbm	Kubikmeter
C	Kohlenstoff
Ca	Calcium
CAMC, auch CAMX	Contact Arc Metal Cutting
CANDU	Canada Deuterium Uranium
CAT	Crack Arrest Temperature
CATHARE	Calcul de la Thermohydraulique Accidentelle dans les Réacteurs
CCFL	Counter Current Flow Limitation
CCTF	Cylindrical Core Test Facility
CDTN	Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear
CDU	Christlich-Demokratische Union Deutschlands
Ce	Cer
CE	Combustion Engineering Inc.
CEA	Commissariat à l'Énergie Atomique
CEC	Commission of the European Communities
CEGB	Central Electricity Generating Board
CEBTB	Centre Expérimental du Bâtiment et des Travaux Publics
C.E.N.	Centre des Études Nucléaires
CENG	Centre d'Études Nucléaires de Grenoble
CESM	Continous Electroslag Melting
CF	Chemistry Factor
CFDT	Confédération Française et Démocratique du Travail
CFR	Code of Federal Regulations
Ci	Curie
CIA	Central Intelligence Agency
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energeticas, Medio Ambientales y Technologicas
Cigéo	Centre industriel de stockage géologique
CIRENE	CISE Reattore a Nebbia
CISE	Centro Informazioni, Studi ed Esperienze
Cm	Curium
CNA	Central Nuclear Atucha
CNDP	Commission du Débat public
CNE	Commission Nationale d'Évaluation
CNEA	Comisión Nacional de Energia Atómica
CNEC	China Nuclear Engineering Corporation
CNEN	Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare
CNN	Cable News Network
CNNC	China National Nuclear Corporation
CNRN	Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari
Co	Kobalt
COBRA	Coolant Boiling in Rod Arrays-Code
COD	Crack Opening Displacement
COGEMA	Compagnie Général des Matières Nucléaires
COL	Combined Construction and Operating License
Cr	Chrom



---

CRE	Centro Ricerche Energia
CREST	Committee on Reactor Safety Technology
CRI	Containment Research Installation
CRIEPI	Central Research Institute of the Electric Power Industry
Cs	Cäsium
CSE	Containment Systems Experiment
CP	Chicago Pile
CSD-C	Colis/Conteneur Standard de Déchets Compactés
CSD-V	Colis/Conteneur Standard de Déchets Vitriifiés
CSF	Chernobyl Shelter Fund
CSFRF	Conceptual Safety Features Review File
CSNI	Committee on the Safety of Nuclear Installations
CSU	Christlich-Soziale Union
CT	Compact Tension
Cu	Kupfer
CV	Containment Vessel
CVTR	Carolinas-Virginia Tube Reactor
CWF	Texas Compact Waste Facility
D	Deutschland
DAEF	Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung
DAtF	Deutsches Atomforum
DAtK	Deutsche Atomkommission
DBA	Design Basis Accident
DBA	Deutscher Druckbehälterausschuss
DBE	Design Basis Earthquake
DBE	Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH
DBETec	DBE Technology GmbH
DDA	Deutscher Dampfkesselausschuss
DDR	Deutsche Demokratische Republik
DE	Dampferzeuger
DECHEMA	Deutsche Gesellschaft für Chemisches Apparatewesen
DFD	Deutsch-französischer Direktionsausschuss
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DGB	Deutscher Gewerkschaftsbund
DGZfP	Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung
DH	Druckhalter
DIN	Deutsches Institut für Normung
DIV	Dampfsolierventil, auch Dehnungsinduzierte Versprödung
DKE	Deutsche Elektrotechnische Kommission
DM	Deutsche Mark
DNB	Departure from Nucleate Boiling
DOE	Department of Energy
DOPAS	Demonstration Of Plugs And Seals
DP	Dringlichkeitsprogramm
DRK	Dehnungsinduzierte Risskorrosion
DRUFAN	Druckabsenkungsvorgänge mit flexibler Anordnung der Kontrollvolumen

DSIN	Direction de la Sûreté des Installations Nucléaires
DTT	Design Transition Temperature
DVM	Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung e. V.
DVS	Deutscher Verband für Schweißtechnik
DWK	Deutsche Gesellschaft für Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen mbH
DWR	Druckwasserreaktor
D <sub>2</sub> O	schweres Wasser (Bideuteriummonoxid)
$\varepsilon$	Dehnung
el	elektrisch
E	Energie
EA	Empresarios Agrupados
EB	Erkundungsbereich
EBR	Experimental Breeder Reactor
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development
EBWR	Experimental Boiling Water Reactor
ECC	Emergency Core Cooling
ECCS	Emergency Core Cooling System
ECE	Economic Commission for Europe
ECN	Energy Research Centre of the Netherlands
EDF	Électricité de France
EDO	Executive Director of Operations
EDW	Explosionsdruckwelle
EF	Electric Furnace
EFDR	Entwickelter Fortgeschrittener Druckwasserreaktor
EGF	European Group on Fracture
EG&G	Edgertone, Germeshausen and Grier
EIR	Eidgenössisches Institut für Reaktorforschung
ELCALAP	Extreme Load Conditions And Limit Analysis Procedures
EMDA	Expanded Materials Degradation Assessment
EMI	Ernst-Mach-Institut (Fraunhofer Gesellschaft)
EnBW	Energie Baden-Württemberg AG
EnKK	EnBW Kernkraft GmbH
EN	Europäische Norm
ENACE	Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas S. A.
ENEA	Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente
ENEL	Ente Nazionale per l'Energia Elettrica
ENES	Engineering Nuclear Equipment Strength
ENS	European Energy Society
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
ENSREG	European Nuclear Safety Regulators Group
EOB	End-of-Blowdown-Phase
EOL	end of life
E.ON SE	E.ON Societas Europaea
EPA	Environmental Protection Agency
EPERC	European Pressure Equipment Research Council
EPR	European Pressurized Water Reactor
EPRI	Electric Power Research Institute

---

ERAM	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
ERR	Elk River Reactor
ERSEC	Étude de Refroidissement de Secours des Éléments Combustibles
ESD	Earth Sciences Division
ESIS	European Structural Integrity Society
ESK	Entsorgungskommission
Eu	Europium
EURATOM	Europäische Atomgemeinschaft
EVA	Einwirkungen von außen
EVS	Energieversorgung Schwaben
EVU	Elektrizitätsversorgungsunternehmen
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
EWN	Energiewerke Nord GmbH
ft	foot
F	(Querschnitts-) Fläche, auch: Fluor
F&E	Forschung und Entwicklung
FAD	Fracture Analysis Diagram/Failure Assessment Diagramm
FALSIRE	Fracture Assessment of Large Scale Internat. Reference Experiments
FAP	Facilities and Programmes
FAZ	Frankfurter Allgemeine Zeitung
FB	Forschungsbetreuung
FDP	Freie Demokratische Partei Deutschlands
FDR	Fortgeschrittener Druckwasserreaktor
Fe	Eisen
FEM	Finite-Elemente-Methode
FEP	Features, Events, Processes
FK	Fachkommission
FKS	Forschungsvorhaben Komponentensicherheit
FLAB	Flugzeugabsturz
FLECHT	Full-Length Emergency Cooling Heat-Transfer Tests
FLECHT-SET	FLECHT Systems-Effects Tests
FLECHT-SEASET	FLECHT Separate Effects And Systems-Effects Tests
FMPA	Forschungs- und Materialprüfungsanstalt für das Bauwesen der Universität Stuttgart (Otto-Graf-Institut)
FNKe	Fachnormenausschuss Kerntechnik
FRAMATOME	Société Franco-Américaine de Constructions Atomiques
FR 2	Forschungsreaktor Nr. 2
FRG	Forschungsreaktor Geesthacht
F.R.G.	Federal Republic of Germany
FRJ	Forschungsreaktor Jülich
FRM	Forschungsreaktor München
FV	Forschungsvorhaben
FZ	Forschungszentrum
FZJ	Forschungszentrum Jülich
FZK	Forschungszentrum Karlsruhe
FZKA	Forschungszentrum Karlsruhe

FZR	Forschungszentrum Rossendorf
FZS	Forschungszentrum Seibersdorf
GAC	General Advisory Committee
GemAFriedrichstal	Gemeinde-Archiv Friedrichstal
GAU	größter anzunehmender Unfall
GB	Großbehälter
GE	General Electric Company
GEISHA	Gegenüberstellungen von Salz und Hartgestein
GEIST	Gegenüberstellungen von Salz und Tongestein
GERDA	Geradrohrdampferzeuger
GfK	Gesellschaft für Kernforschung Karlsruhe
GfS	Gesellschaft für Simulatorschulung
GFS	Gemeinsame Forschungsstelle
GFT	Gesellschaft für Tribologie
GG	Grundgesetz
GHH	Gutehoffnungshütte
GKM	Großkraftwerk Mannheim
GKN	Gemeinschaftskernkraftwerk Neckarwestheim
GKSS	Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schiffahrt
GLA	Generallandesarchiv Karlsruhe
GMBI	Gemeinsames Ministerialblatt
GNR	Gesellschaft für nukleares Reststoffrecycling mbH
GNS	Gesellschaft für Nuklear-Service mbH
Gp	Gigapond (1000 t)
GPR	Groupe Permanent chargé des Réacteurs Nucléaires
GPU	Groupe Permanent Usines
GPU	General Public Utilities Corporation
GPUN	General Public Utilities Nuclear Corporation
GPWR	Generic Pressurized Water Reactor
GRS	Gesellschaft für (Anlagen- und) Reaktorsicherheit mbH Köln
GRS-F-Nr.	Nr. der Fortschrittsberichte der Gesellschaft für Reaktorsicherheit
GSB	Gesellschaft für Sondermüllbeseitigung
GSF	Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung
GUW	Gesellschaft für Umweltüberwachung Aldenhoven
h	Stunde
H	Wasserstoff
H-3	Tritium
HAMMLAB	Halden Man-Maschine Laboratory
HAW	High Active Waste
HAWC	High Active Waste Concentrate
HBWR	Halden Boiling Water Reactor
HD	Hochdruck
HDR	Heißdampfreaktor
HECTR	Hydrogen Event Containment Transient Response
HEW	Hamburgische Electricitäts-Werke
HKG	Hochtemperatur-Kernkraftwerk GmbH

---

HKL	Hauptkühlmittelleitung
HKMP	Hauptkühlmittelpumpe
HLUB	Hot Leg U-Bend
HLW	High Level Waste
HMGU	Helmholtz Zentrum München
HMI	Hahn-Meitner-Institut für Kernforschung Berlin GmbH
HMNII	Her Majesty's Nuclear Installations Inspectorate
H <sub>2</sub> O	Wasser
HORUS	Horizontal U-tube Steamgenerators
HPIS	High Pressure Injection System
HPLWR	High Performance Light Water Reactor
HRB	Hochtemperatur-Reaktorbau GmbH
HRL	Hard Rock Laboratory
HSE	Health and Safety Executive
HSK	Hauptabteilung für die Sicherheit von Kernanlagen Würenlingen
HSST	Heavy Section Steel Technology
HTGR	High-Temperature Gas-Cooled Reactor
HTR	Hochtemperaturreaktor
HWZ	Halbwertszeit
HZDR	Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
I	Jod
IAEA	International Atomic Energy Agency
IAEO	Internationale Atomenergie-Organisation
IAU	Institut für Atmosphäre und Umwelt (Universität Frankfurt/M)
IASMIRT	International Association of Structural Mechanics in Reactor Technology
IBLOCA	Intermediate Break Loss of Coolant Accident
ICENES	International Conference on Emerging Nuclear Energy Systems
ICMF	International Conference on Multiphase Flow
ICONE	International Conference on Nuclear Engineering
ICP	Industry Cooperative Program
ICPVT	International Conference on Pressure Vessel Technology
ICRP	International Commission on Radiological Protection
ICT	Institut für Chemische Technologie (Fraunhofer Gesellschaft)
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IEHK	Institut für Eisenhüttenkunde
IFAM	Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung
IFBT	Institut für Bautechnik (Berlin)
IFG	Institut für Gebirgsmechanik GmbH
IFKM	Fraunhofer-Institut für Festkörpermechanik
IFU	Institut für Unfallforschung (TÜV Rheinland)

IGD-TP	Implementing Geological Disposal of Radioactive Waste – Technology Platform
IGE	International General Electric Co.
IGEOSA	International General Electric Operations S. A.
IIST	INER Integral System Test
IIW	International Institute of Welding
IKA	Industrielle Konditionierungsanlage
ILW	Intermediate Level Waste
IKE	Institut für Kernenergetik und Energiesysteme der Universität Stuttgart
ILK	Internationale Länderkommission Kerntechnik
IMIS	Integriertes Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität
IMT	Issue Management Table
INE	Institut für Nukleare Entsorgung (KIT)
INEL	Idaho National Engineering Laboratory
INER	Institute of Nuclear Energy Research (Lung-Tan/Taiwan)
INES	International Nuclear and Radiological Event Scale
INKA	Inaktives Kernschmelze-Auffangsystem
INPO	Institute of Nuclear Power Operations
INSAG	International Nuclear Safety Advisory Group
INTERATOM	Internationale Atomreaktorbau GmbH
INVAP SE	Investigaciones Aplicadas Sociedad del Estado
INWA	Inaktive Wärmeabfuhr
IPDR	In-Plant Reliability Data System
IPE	Individual Plant Examination
IPSN	Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire
IRIS	International Reactor Innovative and Secure
IRS	Incident Reporting System
IRS	Institut für Reaktorsicherheit Köln
IRS-F-Nr.	Nr. der Forschungs/Fortschrittsberichte Institut für Reaktorsicherheit
IRS-W-Nr.	Nr. der Wissenschaftlichen Berichte des Instituts für Reaktorsicherheit
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
IRWST	In-Containment Refuelling Water Storage Tank
ISBN	Internationale Standardbuchnummer
ISI	The Iron and Steel Institute
ISO	International Standardisation Organisation
ISP	International Standard Problem
ISPMS	Institute of Strength Physics and Materials Science
IST	Integral System Test
ISTec	Institut für Sicherheitstechnologie
IVO	Imatran Voima Corp. Vantaa/Finnland
Izfp	Fraunhofer-Institut für zerstörungsfreie Prüfung
J	Joule
JAERI	Japan Atomic Energy Research Institute
JAIF	Japan Atomic Industrial Forum Inc.

---

JAPCO	Japan Atomic Power Company Ltd.
JCAE	Joint Committee on Atomic Energy
JNES	Japan Nuclear Energy Safety Organization
JNSC	Japanese Nuclear Safety Commission
JRC	Joint Research Center Ispra
JSW	Japan Steel Works
kg	Kilogramm
kPa	Kilopascal
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KAB	Kraftwerks- und Anlagenbau Lubmin/Greifswald
KAERI	Korea Atomic Research Institute
KAPL	Knolls Atomic Power Laboratory
KBB	Kernreaktor Bau- und Betriebsgesellschaft mbH
KBR	Kernkraftwerk Brokdorf
KBS	Kernbrennstoff-Sicherheit
KBWP	Kernkraftwerk Baden-Württemberg Planungsgesellschaft mbH
KCB	Kerncentrale Borssele
KEG	Kommission der Europäischen Gemeinschaften
KEPCO	Korean Electric Power Company
KEWA	Kernbrennstoffwiederaufarbeitungs-Gesellschaft mbH
KFA	Kernforschungsanlage Jülich
KfK	Kernforschungszentrum Karlsruhe
KFK	Kommission zur Überprüfung der Finanzierung des Kernenergieausstiegs
KGR	Kernkraftwerk Greifswald
$K_{Ic}$	Bruchzähigkeit
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
KKB	Kernkraftwerk Brunsbüttel
KKG	Kernkraftwerk Grafenrheinfeld
KKG (CH)	Kernkraftwerk Gösgen
KKI	Kernkraftwerk Isar
KKK	Kernkraftwerk Krümmel
KKP	Kernkraftwerk Philippsburg
KKS	Kernkraftwerk Stade
KKU	Kernkraftwerk Unterweser
KKW	Kernkraftwerk
KMK	Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich
KNE	Eidgenössische Kommission für Nukleare Entsorgung
KNS	Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen
KOMFORT	Katalog zur Erfassung organisatorischer und menschlicher Faktoren bei Inspektionen vor Ort
Kr	Krypton
KRB	Kernkraftwerk Gundremmingen
KS	Komponentensicherheit

KSA	Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen
KSG	Kraftwerks-Simulator-Gesellschaft
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
KTG	Kerntechnische Gesellschaft e. V.
KVP	Kontinuierliche Verbesserung betrieblicher Prozesse
KWB	Kernkraftwerk Biblis
KWG	Kernkraftwerk Grohnde
KWL	Kernkraftwerk Lingen
KWO	Kernkraftwerk Obrigheim/Neckar
KWS	Kernkraftwerk Süd GmbH, auch Kraftwerksschule
KWU	Kraftwerk Union AG
KWW	Kernkraftwerk Würgassen
loca	loss of coolant accident
LA	Lenkungsausschuss
LANL	Los Alamos National Laboratory
LASL	Los Alamos Scientific Laboratory
LAW	Low Active Waste
LBB	Leak-Before-Break
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LBLN	Lawrence Berkeley National Laboratory
LBLOCA	Large Break Loss of Coolant Accident
LER	Licensee Event Report
LERF	Large Early Release Frequency
LITR	Low-Intensity Testing Reactor
LL-DWR	Leitlinien für Druckwasserreaktoren
LLNL	Lawrence Livermore National Laboratory
LLW	Low Level Waste
LNT	Linear-Non-Threshold
LOBI	Loop Blowdown Investigations
LOCA	Loss of Coolant Accident
LOFT	Loss of Fluid Test
LRA	Laboratorium für Reaktorregelung und Anlagensicherheit München
LRF	Ladle Refining Furnace
LSTF	Large Scale Test Facility
LTO	Long Term Operation
LuftSiG	Luftsicherheitsgesetz
LvB	Leck-vor-Bruch
LWHCR	Light Water High Conversion Reactor
LWR	Leichtwasserreaktor
m	Masse
mc	Millicurie
mca/MCA	maximum credible accident
ms	Millisekunde
mSv	Millisievert
M	Spaltproduktmenge
MAN	Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG



---

MAPC	Materials Degradation and Aging Action Plan Committee
MAVL	Moyenne activité à vie longue
MAW	Medium Active Waste
MCi	Millionen Curie
MD	Ministerialdirektor
MDgt	Ministerialdirigent
MDM	Metal Disintegration Machining, auch Materials Degradation Matrix
MERLIN	Multi rod Electrically heated Rig for LOCA Investigation
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry
MeV	Millionen Elektronenvolt
Mg	Magnesium
MHE	Maximum Hypothetical Earthquake
MHKW	Midvale-Heppenstall-Klößner-Werke
MIST	Multiloop Integral System Test
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MITI	Ministry of International Trade and Industry
MLU	Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt (Sachsen-Anhalt)
Mn	Mangan
MN	Meganewton
MNm	Meganewtonmeter
Mo	Molybdän
MOX-BE	Mischoxid-Brennelement
MPa	Megapascal
MPA	Materialprüfungsanstalt
MPC	Metal Properties Council
MPR	Mandil-Panoff-Rockwell Associates, Inc. Alexandria, Va.
Mr, mr	Milliröntgen
MR	Ministerialrat
MRP	Materials Reliability Program
MRW	Mannesmann-Röhren-Werke AG
MTA	Mobile Test Assembly
MTO	Mensch-Technik-Organisation
MTOU	Mensch-Technik-Organisation-Umfeld
MTR	Materials Testing Reactor
MW	Megawatt
MW <sub>el</sub>	Megawatt elektrischer Leistung
MW <sub>th</sub>	Megawatt thermischer Leistung
MWs	Megawattsekunden
MZFR	Mehrzweck-Forschungsreaktor
N	Newton
NaCl	Natriumchlorid (Kochsalz)
NAGRA	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
NAIIC	The Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission
NAS	National Academy of Sciences

---

Nb	Niob
NCS	Nukleares Container-Schiff
ND	Niederdruck
NDE	Nondestructive Examination
NDRC	National Defense Research Committee
NDT	Nil Ductility Transition
NDT-T	Nil Ductility Transition Temperatur
NEA	Nuclear Energy Agency
NEA-IRT	Nuclear Energy Agency – International Review Team
NED	Nuclear Engineering and Design
NEI	Nuclear Energy Institute
NEPA	National Environmental Policy Act
NEPTUN	Nachwärmeabfuhr-Experiment am SNR-2 Natur-Konvektionsmodell
NERI	Nuclear Energy Research Initiative
NESC	Network for Evaluation of Structural Components
Ni	Nickel
NI	Nuclear Island
NII	Nuclear Installation Inspectorate
NHK	Nippon Hoso Kyotai
NISA	Nuclear and Industrial Safety Agency
NKe	Normenausschuss Kerntechnik
NKS	Notkühlsimulation
NKW	Notkühlwasser
NLFZ	Nationales Lage- und Führungszentrum
NMU	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz
NOAC	Nuclear Operations Analysis Center
NPAR	Nuclear Plant Aging Research
NPI	Nuclear Power International
NRA	Nuclear Regulation Authority
NRG	Nuclear Research and Consultancy Group, Petten/NL
NRI	Nuclear Research Institute Rez
NRL	Naval Research Laboratory
NRTS	National Reactor Testing Station Idaho
NRX	Nuclear Research Reactor Chalk River
nse	international nuclear safety engineering GmbH (RWTH)
NS	Nuklearschiff
NSA	Nukleare Sicherheitsarchitektur
NSAC	Nuclear Safety Analysis Center
NSBDT	Nationalsozialistischer Bund Deutscher Technik
NSC	Nuclear Safety Commission of Japan
NSIAC	Nuclear Strategic Issues Advisory Committee
NSSS	Nuclear Steam Support System
NUKEM	Nuklear-Chemie und Metallurgie GmbH
NUREG	Nuclear Regulatory Commission
NURETH	Nuclear Reactor Thermal Hydraulics
NUSS	Nuclear Safety Standards
NW	Nennweite

---

NWK	Nordwestdeutsche Kraftwerke AG
O	Sauerstoff
OBE	Operational Basis Earthquake
ODL	Ortsdosisleistung
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
OEEC	Organization for European Economic Cooperation
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment Series
OKB	Experimental-Konstruktionsbüro (russ. Akronym)
OMR	Organisch moderierter und gekühlter Reaktor
ORNL	Oak Ridge National Laboratory
OSART	Operational Safety Review Team
OSU	Oregon State University
OTIS	Once-Through Integral System
OVG	Oberverwaltungsgericht
psig	pound-force per square inch gauge
P	Power, auch: Phosphor
Pa	Pascal (1 N/m <sup>2</sup> )
PACTEL	Parallel Channel Test Loop
PAE	Projektgruppe Andere Entsorgungstechniken
PAMELA	Pilot-Anlage Mol zur Erstellung endlagerfähiger Abfälle
PANDA	Passive Nachwärmeabfuhr und Druckabbau Testanlage
PCSR	Pre-Construction Safety Report
PCV	Primary Containment Vessel
Pf	Pfenning
PHDR	Projekt Heißdampfreaktor
PIRT	Phenomena Identification and Ranking Table
PIUS	Process Inherent Ultimate Safe
PKA	Pilot-Konditionierungsanlage
PKKOM	Projektkomitee Komponentenverhalten
PKL	Primärkreislauf
PLEX	Plant Life Extension
PLIM	Plant Life Management
PMDA	Proactive Materials Degradation Assessment
PMDM	Proactive Materials Degradation Management
PNS	Projekt Nukleare Sicherheit
PORV	Pilot-Operated Relief Valve
PRDC	Power Reactor Development Corporation
PRG	Program Review Group
PRHR	Passive Residual Heat Removal
PRISCA	Process Information System Computer Aided
PSA	Probabilistische Sicherheitsanalyse
PSE	Projekt Sicherheitsstudien Entsorgung
PSF	Projekt Nukleare Sicherheitsforschung
PSI	Paul Scherrer Institut Würenlingen
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
PTE	Projekträgerschaft Entsorgung
PTKA-WTE	Projekträger Karlsruhe – Wassertechnologie und Entsorgung
PTS	Pressurized Thermal Shock

Pu	Plutonium
PVRC	Pressure Vessel Research Committee
PWR	Pressurized Water Reactor
r,R	Röntgen, auch Radius
rem	röntgen equivalent man
Ra	Radium
RAF	Rote Armee Fraktion
RBMK	Reaktor Bol'schoi Moschtschnosti Kipjaschtschij
RCIC	Reactor Core Isolation Cooling
RE	Reaktorentwicklung
RDB	Reaktordruckbehälter
RDM	De Rotterdamsche Droogdock Maatschappij N. V.
RDT	Reactor Development and Technology
REFLA	Reflood Analysis Code
REFLOS	Refined Evaluation of Fuel Loading Schemes Code
RELAP	Reactor Leak and Analysis Program
REM	Rasterelektronenmikroskop
RES	Research
REWET	Rewetting test facility
RGW	Rat für Gegenseitige Wirtschaftshilfe
ROSA	Rig of Safety Assessment
Rp	Dehngrenze
RPV	Reactor Pressure Vessel
RS	Reaktorsicherheit
RSB	Reaktor-Sicherheitsbehälter
RSK	Reaktor-Sicherheitskommission
RSK-UA	Reaktor-Sicherheitskommission-Unterausschuss
RSS	Reactor Safety Study
Ru	Ruthenium
RWE	Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
RWTÜV	Rheinisch-Westfälischer Technischer Überwachungsverein
Ry	Reactor-year
S	Schwefel
SAFE	Safety Assessment and Facilities Establishment
SAG	Stillegungs- und Abbaugenehmigung
SAR	Safety Analysis Report
SAS	Schnellabschaltsystem
Sb	Antimon
SB	Sicherheitsbehälter
SBS	Sonderbrennstab
SBLOCA	Small Break Loss of Coolant Accident
SBO	Station Blackout
SCC	Stress Corrosion Cracking
SCK-CEN	Studiecentrum voor Kernenergie – Centre d'Étude de l'énergie Nucléaire
SCOTT	Super-Critical, Once-Through Tube
SCSS	Sequence Coding and Search System

---

SCTF	Slab Core Test Facility
SE	Sicherer Einschluss
SEASET	Separate Effects and Systems Effects Tests
SEB	Sicherheitserdbeben
SELNI	Società Elettronucleare Italiana
SEMO	Société Belgo-Française d'Énergie Nucléaire Mosane
SER	Safety Evaluation Report
SESAR	Senior Group of Experts on Nuclear Safety Research
SETH	SESAR Thermal Hydraulics
SFR	Slutförvar För Radioaktivt Avfall
SGT	Sachplan Geologisches Tiefenlager
SGTR	Steam Generator Tube Rupture
Si	Silizium
SIET	Società Informazioni Esperienze Termoidrauliche S.p. A.
Si-G/R	Simulationsproben für Glüh- und Relaxationsversuche
Si-SSi	Simulationsproben für den Schweißsimulator
SIR	Submarine Intermediate Reactor
SK	Sachverständigenkreis
SKB	Svensk Kärnbränslehantering AB (Schwedische Kernbrennstoff- und Abfallgesellschaft)
SL-1	Stationary Low-Power Reactor No. 1
SLV	Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Halle
SM	Schwermetall
SMIRT	Structural Mechanics in Reactor Technology
SMR	Small and Medium sized Reactors, auch: Small Modular Reactor
Sn	Zinn
SNEC	Saxton Nuclear Experimental Corporation
SNL	Sandia National Laboratories
SNR	Schneller Natriumgekühlter Reaktor
SORIN	Società Ricerche Impianti Nucleari
SpRK	Spannungsrissskorrosion
SwRK	Schwingrissskorrosion
SPD	Sozialdemokratische Partei Deutschlands
SPDS	Safety Parameter Display System
SPERT	Special Power Excursion Reactor Tests
SPES	Simulatore Pressurizzato per Esperienze di Sicurezza
Sr	Strontium
SR	Sicherheit kerntechnischer Anlagen
SRC	Stress Relief Crack (Relaxationsriss)
SRD	Safety and Reliability Directorate
SRI	Stanford Research Institute
SRR	Stahl- und Röhrenwerke Reisholz
SSC	Systems, Structures, Components
SSE	Safe Shutdown Earthquake
SSK	Strahlenschutzkommission
SSM	Strålsäkerhetsmyndigheten (schwedische Strahlenschutzbehörde)

SSMRP	Seismic Safety Margins Research Program
SSP	Sicherheitsspezifikation
SSVO	Strahlenschutzverordnung
SSW	Siemens-Schuckertwerke AG
StandAG	Standortauswahlgesetz
StAF	Staatsarchiv Freiburg
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
STR	Submarine Thermal Reactor
STUK	Säteilyturvakeskus Radiation and Nuclear Safety Authority
Sv	Sievert
SVA	Schweizerische Vereinigung für Atomenergie
S-UP-Ro	Unterpulver-Schweißproben von Ronden
SWR	Siedewasserreaktor
SWR-69	Siedewasserreaktor der Baulinie 69
SZS	Staatliche Zentrale für Strahlenschutz (DDR)
t	Zeit, auch: Tonne
T	Temperatur
TA	Technicatome
TACIS	Technical Assistance to the Commonwealth of Independent States
TASS	Telegrafnoje Agentstwo Sowjetskogo Sojusa
TB	Technischer Bericht
TBL-G	Transportbehälterlager Gorleben
Tc	Technetium
Te	Tellur
TECHDOC	Technical Document
TEG	Teilerrichtungsgenehmigung
TEM	Transmissions-Elektronenmikroskop
TEPCO	Tokyo Electric Power Company
th	thermisch
TH	Technische Hochschule
THTF	Thermal Hydraulic Test Facility
THTR	Thorium-Hochtemperatur-Reaktor
Ti	Titan
TIV	Temperaturinduzierte Versprödung
TLAA	Time-Limited Aging Analyses
TMI	Three Mile Island
TN	Transnucléaire
TNT	Trinitrotoluol
TPTF	Two-Phase Test Facility
TRAC	Transient Reactor Analysis Code
TRAM	Transient Reactor Accident Management
TRB	Technische Regeln für Druckbehälter
TRD	Technische Regel für Dampfkessel
TRG	Technische Regeln Druckgase
TRS	Technical Report Series
TRW	Thompson-Ramo-Woolridge Inc.
TS	Technische Stammabteilung

---

TSO	Technical Support Organization
TSPA	Total System Performance Assessment
TU	Technische Universität
TÜV	Technischer Überwachungs-Verein
TÜV ET	TÜV Energie- und Systemtechnik
TVO	Teollisuuden Voima Oy
TWh	Terawattstunde
TWS	Technische Werke Stuttgart
U	Uran
UA	Unterausschuss
UA-PG	Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen
UAW	United Automobile Workers
UCB	University of California – Berkeley
UCS	Union of Concerned Scientists
UFSAR	Updated Final Safety Analysis Report
UHI	Upper Head Injection
UHS	Ultimate Heat Sink
UKAEA	United Kingdom Atomic Energy Authority
UM	Umweltministerium
UMAN	Universalmanipulator
UMCP	University of Maryland, College Park
UN	United Nations
UNDP	United Nations Development Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNICEF	United Nations Children’s Fund
UN-OCHA	United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
UNSPPO	Universalsteuerpult
UP	Unter-Pulver
UPTF	Upper Plenum Test Facility
UPR	Unterplattierungsrisse
US	United States, auch: Ultraschall
USAEC	United States Atomic Energy Commission
USACRS	United States Advisory Committee on Reactor Safeguards
USDOE	United States Department of Energy
USM	Untere Süßwassermolasse
USNRC	United States Nuclear Regulatory Commission
USUS	Unabhängiges Sabotage- und Störfallschutz-System
UVV	Unfallverhütungs-Vorschriften
V	Vanadin/Vanadium
VAK	Versuchsatomkraftwerk Kahl
VBA	Verlorene Betonabschirmung
VBM	Verformungs- und Bruchmechanismus
VBWR	Vallecitos Boiling Water Reactor
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker

VDEh	Verein Deutscher Eisenhüttenleute
VDEW	Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke ab 2000 Verband der Elektrizitätswirtschaft
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VdTÜV	Vereinigung der Technischen Überwachungs-Vereine
VEB	Volkseigener Betrieb
VEK	Verglasungseinrichtung Karlsruhe
VEW	Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG
VfW	Vereinigte Flugtechnische Werke
VGB	Vereinigung der Großkesselbetreiber (-besitzer) (später: Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e. V., heute: VGB PowerTech e. V.)
VGD	Vorgespannte Guss-Druckbehälter
VGH	Verwaltungsgerichtshof
VIH	Vorbeugende Instandhaltung
VIK	Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft
VIP	Vessel Investigation Project
VKTA (Rossendorf)	Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V.
VMPA	Verband der Materialprüfungsanstalten
VSG	Vorläufige Sicherheitsanalyse Gorleben
VSGD	Vorgespannte Stahlguss-Druckbehälter
VTT	valtion teknillinen tutkimuskeskus – Technisches Forschungszentrum Finnland
WAA	Wiederaufarbeitungsanlage
WAK	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe
WANO	World Association of Nuclear Operators
WASH	Washington
WEC	Westinghouse Electric Corporation
WENESE	Westinghouse Electric Nuclear Energy Systems Europe
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association
WEZ	Wärmeeinflusszone
W+ F	Werkstoffe und Festigkeit
WGWD	Working Group on Waste and Decommissioning
WIPP	Waste Isolation Pilot Plant
WNA	World Nuclear Association
WRC	Welding Research Council
WRL-E	Westinghouse Research Laboratories Europe
WRSIM	Water Reactor Safety Information Meeting
WTZ	Wissenschaftlich-Technisches Zentrum Roßlau
WWER	Wasser-Wasser-Energie-Reaktor
Xe	Xenon
YAEC	Yankee Atomic Energy Company
Y	Yttrium
YMDA	Yucca Mountain Development Act
z2, z3	Zechstein 2, 3
Z	Ordnungszahl, Atomnummer
ZB	Behälter in Zwischengröße



---

ZfK	Zentralinstitut für Kernforschung Rossendorf
ZfP	Zerstörungsfreie Prüfung
ZIRA	Zone d'interêt pour la reconnaissance approfondie
ZLN	Zwischenlager Nord
ZMA	Zentrale Melde- und Auswertestelle des VGB
Zr	Zirkonium

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Die Sicherheit des Reaktordruckbehälters (RDB)</b>	
	<b>von Druckwasserreaktoren</b> . . . . .	1
1.1	Die Regelwerke . . . . .	1
1.1.1	Der konventionelle Kesselbau im 20. Jahrhundert . . . . .	4
1.1.2	Der nukleare Kesselbau . . . . .	8
1.1.3	Schwere Schadensfälle im nichtnuklearen Bereich und ihre Konsequenzen . . . . .	9
1.1.4	Anforderungen an die RDB für Großkraftwerke . . . . .	24
1.2	Alternativen zu Vollwandbehältern aus Schmiedestücken . . . . .	33
1.2.1	RDB aus Spannbeton . . . . .	33
1.2.2	Mehrlagen-Stahlbehälter . . . . .	38
1.2.3	Das Elektroschlack-Umschmelzverfahren (MHKW) . . . . .	49
1.2.4	Vorgespannte Guss-Druckbehälter (VGD) . . . . .	54
1.2.5	Formgeschweißte Großbehälter . . . . .	65
1.3	Das amerikanische RDB-Vorbild . . . . .	71
1.3.1	Die ASTM-Reaktorwerkstoffe . . . . .	72
1.3.2	Konstruktionsbeispiele Shippingport, Indian Point, Yankee Rowe, Trino, Haddam Neck . . . . .	75
1.4	Reaktordruckbehälter deutscher Anlagen . . . . .	84
1.4.1	Die Reaktorbaustähle . . . . .	84
1.4.2	RDB-Beispiele MZFR, Atucha-2, NS Otto Hahn, KWO, KWB-A, KMK, KKP-2 . . . . .	90
1.5	Reaktordruckbehälter russischer Bauart – WWER-440/1000 . . . . .	105
<b>2</b>	<b>Forschungen zur Qualitätssicherung und Quantifizierung des</b>	
	<b>Sicherheitsabstands für druckführende Umschließungen</b> . . . . .	111
2.1	Frühe internationale Vorhaben und Kooperationen . . . . .	111
2.1.1	Das amerikanische HSST-Programm . . . . .	111
2.1.2	Die EURATOM-Forschungsprogramme . . . . .	118
2.2	Anfänge deutscher Forschungsvorhaben „Reaktordruckbehälter“ . . . . .	122
2.2.1	Forschungsprojekte in den 1960er-Jahren (national/international) . . . . .	122
2.2.2	RSK-Ad-hoc-Ausschuss RDB . . . . .	125
2.2.3	Der MPA-Statusbericht 1970/1971 und der IRS-Statusbericht 1973/1976 . . . . .	128

2.2.4	Das Aktionskomitee Unterplattierungsrisse (AK UPR) 1971	137
2.2.5	Das Sofortprogramm 22 NiMoCr 3 7, RS 84	142
2.2.6	Das Dringlichkeitsprogramm 22 NiMoCr 3 7, RS 101	151
2.2.7	Schadenphänomene/Fehleratlas	164
2.2.8	Die BMI-Krisensitzung 1975	168
2.2.9	Das Sofortprogramm 20 MnMoNi 5 5	170
2.3	Das Forschungsprogramm Reaktorsicherheit der Bundesregierung	173
2.4	Das BMFT-Projekt Qualitätssicherung	175
2.4.1	Die Anfänge der Ultraschall-Prüfung	176
2.4.2	Die Ultraschallprüfung der Druckführenden Umschließung	178
2.5	Das BMFT-Forschungsvorhaben Komponentensicherheit (FKS)	181
2.5.1	Die FKS-Zielsetzung	183
2.5.2	Die FKS-Organisationsstruktur	187
2.5.3	Die Stellung der MPA Stuttgart	190
2.5.4	Durchführung und Ergebnisse des FKS Phase I und II	196
2.5.5	Das Gesamtkonzept Komponentensicherheit	205
2.5.6	Das Forschungsvorhaben Großbehälter (FV-GB)	206
2.5.7	Das HDR-Sicherheitsprogramm	211
2.5.8	Phänomenologische Behälterberstversuche (BV)	221
2.5.9	RDB-Notkühlsimulationen (NKS)	227
2.5.10	Bestrahlung (BE)	231
<b>3</b>	<b>Die Basissicherheit und das Basissicherheitskonzept für die druckführende Umschließung</b>	<b>237</b>
3.1	Die Basissicherheit und ihre Vorgeschichte	237
3.1.1	Die Bedingungen der „primären“ RDB-Berstsicherheit	237
3.1.2	Das Thesenpapier	239
3.2	Die Übernahme der Basissicherheit in das Regelwerk	242
3.2.1	Die RSK-Leitlinien für DWR vom 24.01.1979	242
3.2.2	Die Anwendung der Basissicherheit auf die „Äußeren Systeme“	244
3.2.3	Die Rahmenspezifikation Basissicherheit	245
3.2.4	Die Basissicherheit im KTA-Regelwerk	247
3.3	Das Basissicherheitskonzept	248
3.3.1	Umrüstungen	251
3.3.2	Internationale Beachtung	256
3.3.3	Das Programm LIS der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)	259
<b>4</b>	<b>Alterungsmanagement</b>	<b>261</b>
4.1	Programme und Vorgehensweise in den USA	261
4.2	Alterungsüberwachung und -management in der Bundesrepublik Deutschland	272

<b>5</b>	<b>Neue fortschrittliche Ansätze für Leichtwasserreaktoren</b> . . .	291
5.1	Entwicklungen in Deutschland . . . . .	303
5.2	Das deutsch-französische Projekt EPR . . . . .	306
<b>6</b>	<b>Zukunftsoption Kernenergie in Deutschland?</b> . . . . .	313
<b>7</b>	<b>Der Rückbau von Kernkraftwerken und die Entsorgung radioaktiver Abfälle</b> . . . . .	321
7.1	Der Rückbau von Kernkraftwerken . . . . .	321
7.1.1	Überblick und Aufgabenstellung . . . . .	321
7.1.2	Rechtsgrundlagen . . . . .	325
7.1.3	Die Nachbetriebsphase . . . . .	327
7.1.4	Der Sichere Einschluss (SE) und Abklinglagerung . . . . .	331
7.1.5	Die Phasen des direkten (zeitnahen) Rückbaus . . . . .	336
7.1.6	Rückbau- und Entsorgungskosten . . . . .	347
7.2	Die Entsorgung radioaktiver Abfälle . . . . .	352
7.2.1	Rechtsgrundlagen . . . . .	352
7.2.2	Abfallarten und Anforderungen an ihre Endlagerung im Widerstreit . . . . .	354
7.2.3	Abfallmengen in Deutschland . . . . .	362
7.2.4	Endlager-Planungen im Ausland . . . . .	364
7.2.5	Endlagerplanungen in Deutschland . . . . .	396
<b>8</b>	<b>Schlussbetrachtung</b> . . . . .	477
	<b>Anhang</b> . . . . .	487
	<b>Archive</b> . . . . .	541
	<b>Glossar</b> . . . . .	543
	<b>Literatur</b> . . . . .	549
	<b>Namensverzeichnis</b> . . . . .	601
	<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	603