
Energie in Naturwissenschaft, Technik, Wirtschaft und Gesellschaft

Die Frage nach der Energieversorgung ist entscheidend dafür, wie sich die Zukunft gestaltet – sowohl was technische Entwicklungsarbeit betrifft als auch wirtschaftliche Konzepte oder einen gesellschaftlichen Wandel. Je nach räumlicher Betrachtungsebene (global, national oder regional) stehen unterschiedliche Fragestellungen, Sichtweisen oder Herausforderungen im Vordergrund.

Die Titel dieser Buchreihe wollen somit auf neue Perspektiven aufmerksam machen, und in interdisziplinärer Weise Facetten rund um die Energieerzeugung, -nutzung, -verteilung, -wirtschaft und Wirtschaftlichkeit sowie zur Bedeutung für Umwelt und Gesellschaft beleuchten.

Um dies zu erreichen, bearbeiten in der Reihe *Energie in Naturwissenschaft, Technik, Wirtschaft und Gesellschaft* Autoren aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen zusammen ein Thema und entzünden gemeinsam eine Diskussion zu energiespezifischen Fragestellungen aus mehreren Blickwinkeln.

Weitere Bände in dieser Reihe: <http://www.springer.com/series/14344>

Ulrich Smeddinck • Sophie Kuppler
Saleem Chaudry
Herausgeber

Inter- und Transdisziplinarität bei der Entsorgung radioaktiver Reststoffe

Grundlagen – Beispiele – Wissenssynthese

Herausgeber

Ulrich Smeddinck
TU Braunschweig
Institut für Rechtswissenschaften
Braunschweig, Deutschland

Saleem Chaudry
Institut für Endlagerforschung, TU Clausthal
Clausthal-Zellerfeld, Deutschland

Sophie Kuppler
Institut für Technikfolgenabschätzung und
Systemanalyse, Karlsruher Institut für Technologie
Karlsruhe, Deutschland

ISSN 2366-6242 ISSN 2366-6250 (electronic)
Energie in Naturwissenschaft, Technik, Wirtschaft und Gesellschaft
ISBN 978-3-658-12253-9 ISBN 978-3-658-12254-6 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-658-12254-6

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 Fachmedien Wiesbaden GmbH 2016

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.

Lektorat: Dr. Daniel Fröhlich

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Strasse 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Autoren- und Herausgeberverzeichnis

Achim Brunnengräber, Dr. phil. habil.

Privatdozent am Fachbereich Politik- und Sozialwissenschaften und Projektleiter der BMBF-geförderten, interdisziplinären Forschungsplattform „ENTRIA-Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe“ am Forschungszentrum für Umweltpolitik, FU Berlin. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Internationale Politische Ökonomie (IPÖ), Global und Multi Level Governance (MLG), Klima- und Energiepolitik, NGOs und Neue Soziale Bewegungen.

Saleem Chaudry, Dipl.-Geol.

1972 in Kempen geboren; Studium der Geologie an der Technischen Universität Clausthal; Diplom im April 2010; Mai 2010 bis März 2013 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Endlagerforschung der Technischen Universität Clausthal, Fachgebiet Mineralogie, Geochemie, Salzlagerstätten; seit April 2013 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsprojekt ENTRIA.

Anne Eckhardt Dr. sc. nat. ETH

1962 geboren; Studium der Biologie mit Schwerpunkt in Biophysik. 1990 bis 2007 Beraterin und Projektleiterin bei Basler & Hofmann, Ingenieure und Planer, Zürich. Dort Aufbau und Leitung eines Fachbereichs „Technik und Gesellschaft“. Seit 2007 Geschäftsführerin und Projektleiterin bei der risicare GmbH. Ab 1997 Mitglied verschiedener Gremien zur Sicherheit von Kernanlagen und zur nuklearen Entsorgung in der Schweiz. Ab 2008 Vizepräsidentin, seit 2012 Präsidentin des Rats des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats.

Armin Grunwald, Prof. Dr. rer. nat.

geboren 1960 in Soest/Westf.; Studium von Physik, Mathematik und Philosophie. Berufstätigkeiten in der Industrie (Software Engineering, 1987–1991), im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (1991–1995) und als stellvertretender Direktor der Europäischen Akademie Bad Neuenahr-Ahrweiler (1996–1999). Seit 1999 Leiter des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS). Seit 2002 auch Leiter des Büros für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). Seit 2007 auch Inhaber des Lehrstuhls für Technikphilosophie und Technikethik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Mitglied der Endlagerkommission des Deutschen Bundestages. Mitglied des Präsidiums der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech). Arbeitsgebiete: Theorie und Methodik der Technikfolgenabschätzung, Technikethik, Theorie und Praxis nachhaltiger Entwicklung.

Daniel Häfner, M.A.

Studium „Kultur und Technik“ (Kulturwissenschaften der technischen Zivilisation) an der BTU Cottbus; dort 2011–2012 akademischer Mitarbeiter am Lehrstuhl „Sozialwissenschaftliche Umweltfragen“; seit 2012 Lehrbeauftragter an der BTU Cottbus – Senftenberg; seit 2013 am Forschungszentrum für Umweltpolitik an der FU Berlin im Rahmen der ENTRIA-Plattform, dort derzeit Promotion zum Thema „Betroffenheit(en) im Umfeld kerntechnischer Anlagen“; über das Thema der Nuclear Waste Governance hinaus arbeitet er zu den Forschungsschwerpunkten: Soziale Bewegungen, Kampagnen im Bereich der Umweltpolitik, post-fossile Landschaften, Minderheitenpolitik der Sorben/Wenden.

Peter Hocke, Dr. phil.

1958 in Regensburg geboren. Sozialwissenschaftler und Senior Scientist am Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) am Karlsruher Institut für Technologie. Studium der Politischen Wissenschaft, Philosophie und Soziologie an der Universität Regensburg und der FU Berlin, später wissenschaftlicher Mitarbeiter am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung. Seit 2001 Projekte und Veröffentlichungen zu Fragen der nuklearen Entsorgung und Mitarbeiter am ITAS, seit 2006 Mitglied der BMU-Expertengruppe Schweizer Tiefenlager (www.escht.de), von 2006 bis 2013 Redaktionsleiter der Zeitschrift „Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis“ und seit Januar 2013 Leiter des ITAS-Moduls zu „Governance zwischen Wissenschaft und öffentlichem Protest“ in der Forschungsplattform ENTRIA (2012–2017). Arbeitsschwerpunkte: Technikfolgenabschätzung, Technikkonflikte und interdisziplinäre Endlagerforschung.

Dennis Köhnke, Dipl.-Ing.

1980 in Kiel geboren; nach Abitur und Ausbildung zum Zimmerer Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig. Seit 2012 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz im Fachgebiet Baustoffe und Stahlbetonbau der TU Braunschweig. Forschungsschwerpunkte sind die Untersuchung von Degradationsmechanismen und die Strukturanalyse mineralischer Baustoffe.

Jürgen Kreusch Dipl.-Geol.

1952 geboren; Studium der Geologie mit Schwerpunkt Ingenieurgeologie, Hydrogeologie und Geophysik. Seit 1980 bis 2011 Mitarbeiter der Gruppe Ökologie Hannover e.V. im Bereich der Entsorgung radioaktiver und chemo-toxischer Abfälle, im Bereich der Wasserwirtschaft und der Ermittlung der Umweltauswirkungen großer Infrastrukturmaßnahmen. Seit 1988 zudem Mitarbeiter der intac-GmbH Hannover, ab 1995 einer der Geschäftsführer der intac-GmbH. 1998 bis 2002 Mitglied im AkEnd; seit 2008 Mitglied des Endlagerausschusses der ESK; seit 2008 Mitglied der Arbeitsgruppe Optionenvergleich (AGO) im Zusammenhang mit der Stilllegung der Asse.

Sophie Kuppler, M.Sc.

1981 geboren; Bachelor-Studium „Umwelt- und Ressourcenmanagement“ an der BTU Cottbus und Yarmouk University, Irbid (Jordanien); Master-Studium „Technische und Sozioökonomische Planung“ mit Schwerpunkt Umweltpolitik an der Universität Roskilde (Dänemark). 2008–2009 Stipendiatin des Carlo-Schmid-Programms und freie Mitarbeiterin bei der Economics and Trade Branch der UNEP, Genf (Schweiz). Seit 2009 wissenschaftliche Mitarbeiterin am ITAS. Themenschwerpunkte: Technikfolgenabschätzung, nukleare Entsorgung und Governance.

Michèle Marti lic. phil.

1986 geboren; Studium der Publizistikwissenschaften im Hauptfach sowie Politikwissenschaften und neue deutsche Literatur im Nebenfach. Betreut seit 2011 die Medien- und Öffentlichkeitsarbeit des Schweizerischen Erdbebendienstes. Zuvor war sie bei *risicare* tätig, wo sie sich heute noch als freie Mitarbeiterin mit sozialwissenschaftlichen Themen befasst.

Volker Metz, Ph.D.

1966 in Gießen geboren; 1987 bis 1991 Studium der Chemie und Mineralogie an der Justus-Liebig-Universität Gießen; März bis Oktober 1991 Volontariat in der Siloah Mission, Beit Jala, Westjordanland und anschließend Studium der Mineralogie an der Leibniz-Universität Hannover; 1995 Diplom in Mineralogie; 1995 bis 1999 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Ben-Gurion University of the Negev, Beer Sheva, Israel; 2000 bis 2015 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungszentrum Karlsruhe/Karlsruher Institut für Technologie (KIT-INE); 2001 Promotion zum Ph.D. in Geochemie an der Ben-Gurion University of the Negev; seit 2005 Vortrags-/Vorlesungstätigkeit am Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt, am Institut für Angewandte

Geowissenschaften sowie in der Fakultät Maschinenbau/Fusionstechnologie und Reaktortechnik des Karlsruher Institut für Technologie; seit September 2015 Leiter der KIT-INE Abteilung „Sicherheit der Endlagerung“

Volker Mintzloff, Dipl.-Geol.

1984 in Leipzig geboren, Studium der Geologie/Paläontologie an der Martin-Luther-Universität Halle(Saale); Diplom 2012. Seit 2013 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsprojekt ENTRIA an der TU Braunschweig, Institut für Grundbau und Bodenmechanik, Forschungsschwerpunkt: Rückholbarkeit von radioaktiven Reststoffen

Wolfgang Neumann Ing. grad, Dipl. Phys.

1953 geboren; Studium der Elektronik (Ing. grad) sowie Physik und Nuklearmedizin (Dipl.-Phys.). Seit 1984 tätig als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Freien Universität Berlin, bei der Gruppe Ökologie e.V. und seit 2008 bei der intac GmbH (hier bereits seit 1995 Geschäftsführer). Ebenfalls seit 1984 Dozent bzw. Lehrbeauftragter an Universitäten in Berlin, Bremen, Hannover und Magdeburg. Ab 1995 Mitglied verschiedener wissenschaftlicher Gremien zur Sicherheit von kerntechnischen Anlagen und zum Strahlenschutz bei Landes- und Bundesministerien sowie in Umweltschutzverbänden.

Elmar Plischke, Dr. rer. nat.

1972 in Delmenhorst geboren; Studium der Mathematik in Bremen; Diplom im Dezember 1999; Stipendiat des Graduiertenkollegs „Komplexe Dynamische Systeme“ 2000 bis 2002; 2002 bis 2007 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Technomathematik der Universität Bremen; Promotion im Juni 2005; seit 2007 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Technischen Universität Clausthal, Fachgebiet Endlagersysteme.

Erik Pönitz, Dr. rer. nat.

1975 in Erfurt geboren; Studium der Physik an der Technischen Universität Dresden; Diplom 2005; 2005 bis 2008 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig; 2010 Promotion; 2009 bis 2013 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Dresden; seit 2014 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Leibniz Universität Hannover im Verbundprojekt ENTRIA.

Moritz Riemann, M. A.

1985 in Penzberg geboren; Studium der Philosophie, neueren deutschen Literatur und klassischen Philologie in Tübingen, Kopenhagen und München; Magister Artium 2012; seit 2013 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Philosophischen Seminar der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Neben Forschungen in der Umweltethik, der Technik- und Wissenschaftsphilosophie gilt sein primäres Interesse der politischen Theorie.

Klaus-Jürgen Röhlig, Prof. Dr. rer. nat.

1958 in Leipzig geboren, Studium der Mathematik und Promotion (1989) an der TU Bergakademie Freiberg; 1989 bis 1991 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Energetik (IfE) Leipzig; 1991 bis 2007 wissenschaftlicher Mitarbeiter, seit 2003 stellvertretender Abteilungsleiter Endlagerung an der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH Köln; seit 2007 Professor für Endlagersysteme an der Technischen Universität Clausthal; Mitglied und 2010–2015 Vorsitzender der Integration Group for the Safety Case (IGSC) der OECD/NEA; Mitglied der Entsorgungskommission (ESK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2008–2010 stellv. Vorsitzender und Vorsitzender des Ausschusses „Endlagerung radioaktiver Abfälle“).

Philipp Schmidt, Mag. art.

geboren 1982 in Breisach am Rhein; Studium der Germanistik und Philosophie an der Eberhard Karls Universität Tübingen; seit 2013 als Autor, Redakteur und Verleger tätig.

Ulrich Smeddinck, apl. Prof. Dr.

1967 in Nienburg/Weser geboren; Studium der Rechtswissenschaft; Tätigkeit an den Universitäten Cottbus, Lüneburg, Southampton und Speyer. 2006 bis 2013 Mitarbeiter des Umweltbundesamtes, Dessau; seit 2013 Stellvertretender Sprecher und Projektleiter der BMBF-geförderten, interdisziplinären Forschungsplattform „ENTRIA-Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe“ an der TU Braunschweig, Institut für Rechtswissenschaften; Apl. Professor an der Juristischen und Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Regulierung und Gesetzgebung, Umweltrecht und Atomrecht, Interdisziplinarität.

Joachim Stahlmann, Univ.-Prof. Dr.-Ing.

1956 in Bremen geboren, 1977–1980 Studium des Bauingenieurwesens an der HS Bremen, sowie 1980–1985 an der TU Braunschweig. 1985 bis 1991 Promotion an der RWTH Aachen. 1990–1996 Sachbearbeiter, Projektleiter und Niederlassungsleiter bei Prof. Dr.-Ing. W. Wittke, Beratende Ingenieure für Grundbau und Felsbau und 1996–2002 Abteilungsleiter Geotechnik bei ARCADIS Consult GmbH. Seit 2002 Professor und Leiter des Institutes für Grundbau und Bodenmechanik, TU Braunschweig. Arbeitsschwerpunkte: Grund und Felsbau, Offshore-Gründungen, untertägiger Hohlraumbau, FEM, Geomesstechnik, Salzmechanik, Tiefenlagerung.

Frank Tawussi M.Sc. Physik

1986 in Emden geboren; Physikstudium an der Leibniz Universität Hannover; Bachelor of Science im September 2010, Master of Science im September 2012, Masterarbeit zum Thema *Gammapektrometrische Untersuchung von Umweltproben – Von der natürlichen Radioaktivität bis zum Fallout von Fukushima*; seit Oktober 2012 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Radioökologie und Strahlenschutz (IRS), Universität Hannover; seit Januar 2013 Promotion am IRS im Rahmen der Forschungsplattform ENTRIA, Arbeitspaket *Einfluss der Radionuklidspeziation auf Transferfaktoren*; Forschungsschwerpunkte: Speziationsanalysen von Radionukliden in Pflanzen.

Sebastian Willmann, Ass. iur.

1982 in Freiburg i. Br. geboren; Studium der Rechtswissenschaften an der Universität zu Köln; juristisches Referendariat in Köln, Bonn und Ljubljana; 2008 bis 2013 Referent der Industrie- und Handelskammer zu Köln im Bereich Umwelt und Energie; seit 2013 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Rechtswissenschaften der TU Braunschweig; seit Ende 2014 Geschäftsführer der Koordinierungsstelle Windenergierecht (k:wer); Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Recht der Erneuerbaren Energien und Windenergierecht, Umweltrecht und Atomrecht.

Vorwort

Bisher existiert keine Entsorgungslösung für die hoch radioaktiven Reststoffe der Bundesrepublik Deutschland. Die Politik beschreitet mit dem Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle neue Wege. Noch vor der Verabschiedung des Gesetzes hat die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte interdisziplinäre Forschungsplattform ENTRIA – Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen – ihre Arbeit aufgenommen.

ENTRIA reagiert mit der Kooperation von 15 technisch-naturwissenschaftlichen sowie gesellschaftswissenschaftlichen Arbeitspaketen auf die Notwendigkeit, die bisher meist disziplinäre Entsorgungsforschung um inter- und transdisziplinäre Herangehensweisen zu erweitern.

Die Zusammenarbeit von Disziplinen, deren Inhalte nur eine geringe oder keine Schnittmenge aufweisen, ist alles andere als trivial. Deshalb liegt es nahe, die Arbeit von ENTRIA in einem eigenständigen Prozess auch wissenschaftstheoretisch zu reflektieren.

Wir danken Herrn Dr. Daniel Fröhlich von SpringerVieweg für die Aufnahme des Bandes als Auftakt der neuen Buchreihe „Energie in Naturwissenschaft, Technik, Wirtschaft und Gesellschaft“.

Außerdem danken wir besonders Lisa Diener, Eileen Bayer sowie René Jagau vom Institut für Rechtswissenschaften an der TU Braunschweig für sorgfältige Korrekturen am Gesamtmanuskript.

Braunschweig, Karlsruhe und Clausthal, im Mai 2016

Ulrich Smeddinck, Sophie Kuppler und Saleem Chaudry

Inhaltsverzeichnis

1 Die Entsorgung radioaktiver Reststoffe als inter- und transdisziplinäre Herausforderung – eine Einführung	1
Sophie Kuppler, Saleem Chaudry und Ulrich Smeddinck	
1.1 Einleitung	1
1.2 Grundlagen.....	1
1.2.1 Problemlage und Anforderung an die Wissenschaft	1
1.2.2 Inter- und Transdisziplinarität als Arbeitsgrundlage.....	2
1.2.3 Interdisziplinäres Arbeiten in der Forschungsplattform ENTRIA.....	4
1.3 Von der Projektidee zum interdisziplinären Prozess	5
1.4 Überblick über die Beiträge	5
Literatur	7
2 Die Politikwissenschaft und Nuclear Waste Governance	9
Daniel Häfner	
2.1 Einleitung	9
2.2 Politikwissenschaft.....	9
2.3 Nuclear Waste Governance als Untersuchungsgegenstand.....	11
2.4 Methodische Zugänge der Politikwissenschaft in ENTRIA	12
2.4.1 Internationaler Vergleich/Fallstudienbasierte komparative Analyse.....	12
2.4.2 Akteursanalyse	13
2.4.3 Diskursanalyse	14
2.5 Interdisziplinarität bei ENTRIA/Fazit und Ausblick	14
Literatur	15
3 Interdisziplinäre Analysen von Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe – der Beitrag geochemisch-basierter Analysen	17
Volker Metz	
3.1 Einleitung	17
3.2 Geochemie als Disziplin	18
3.3 Grundlagen und Ausrichtung geochemisch-basierter Analysen.....	19
3.4 Begrenzungen geochemisch-basierter Analysen.....	20
3.5 Fazit und Ausblick	22
Literatur	23
4 Atommüllentsorgung und robuste Rechtswissenschaft – zugleich zum intradisziplinären Verständnis von Multi-, Inter- und Transdisziplinarität	25
Ulrich Smeddinck	
4.1 Einleitung	25
4.2 Zur Rechtslage	25
4.3 Rechtswissenschaft als Disziplin	26
4.4 Multi-, Inter- und Transdisziplinarität – intradisziplinäre Akzentuierung und <i>robuste Rechtswissenschaft</i> als Notwendigkeit	27

4.5	Rechtswissenschaft, Atomrecht und Atomentsorgung	30
4.5.1	Risiko	30
4.5.2	Atomrecht.....	31
4.5.3	Atomentsorgungsrecht	32
4.6	Fazit und Ausblick	33
	Literatur	34
5	Der Beitrag der Geologie zur Tiefenlagerung hoch radioaktiver Reststoffe	37
	Saleem Chaudry, Volker Mintzlaff und Joachim Stahlmann	
5.1	Problemstellung und Motivation	37
5.2	Die Situation in Deutschland	37
5.3	Was kann die Geologie leisten?	38
5.3.1	Grenzen der Aussagekraft der Geologie in Bezug auf die Einlagerung radioaktiver Reststoffe.....	40
5.3.2	Interdisziplinarität in der Geologie	40
5.4	Prinzip und Anforderungen an ein Tiefenlager für hoch radioaktive Reststoffe.....	40
5.4.1	Anforderungen an die geologischen Randbedingungen für ein Tiefenlager.....	41
5.4.2	Anforderungen durch die Gewährleistung von Rückholbarkeit und Bergbarkeit.....	41
5.5	Wirtsgesteine.....	43
5.5.1	Ton und Tonstein.....	43
5.5.2	Kristallines Hartgestein.....	44
5.5.3	Steinsalz	45
5.6	Zusammenfassung.....	46
	Literatur	47
6	Schutz vor ionisierender Strahlung – Ein Einblick in die Disziplin und interdisziplinäre Verknüpfungspunkte	49
	Erik Pönitz und Frank Tawussi	
6.1	Einleitung	49
6.2	Historische Entwicklung des Strahlenschutzes.....	50
6.3	Grundlagen des Strahlenschutzes.....	52
6.3.1	Strahlungsarten und ihre Abschirmung.....	52
6.3.2	Halbwertszeit.....	53
6.3.3	Dosisgrößen.....	53
6.3.4	Natürliche und künstliche Strahlenexposition	53
6.3.5	Grundsätze des praktischen Strahlenschutzes	54
6.4	Strahlungsabschirmung am Beispiel des Endlagerbehälters POLLUX-10.....	54
6.5	Strahlenschäden und interdisziplinärer Diskussionsbedarf am Beispiel der Grenzwertdebatte	55
6.5.1	Schäden durch Strahlung.....	55
6.5.2	Innerwissenschaftlicher und interdisziplinärer Diskussionsbedarf.....	56
6.6	Zusammenfassung und Fazit.....	57
	Literatur	58
7	Risikolandschaft	59
	Anne Eckhardt, Jürgen Kreuzsch, Michèle Marti und Wolfgang Neumann	
7.1	Risiko und Sicherheit – disziplinenübergreifende Konzepte	59
7.2	Erfolgsfaktoren interdisziplinärer Zusammenarbeit	60
7.3	Risikoansichten bei der Entsorgung hoch radioaktiver Reststoffe.....	61
7.4	Entsorgungsoptionsmodelle	62

7.5	Sicherheitsfunktionen und Robustheit	63
7.6	Risikokarte	64
7.7	Stärken der disziplinenübergreifenden Betrachtung	65
	Literatur	65
8	Möglichkeiten und Grenzen der Vereinheitlichung wissenschaftlicher Begriffe in der interdisziplinären Zusammenarbeit	67
	Achim Brunnengräber und Ulrich Smeddinck	
8.1	Einleitung	67
8.2	Atommüll und Endlagerung – disziplinäre Zugänge	68
8.2.1	Atommüll in der Politikwissenschaft	68
8.2.2	Atommüll in den Rechtswissenschaften	69
8.2.3	Endlagerung in der Politikwissenschaft	69
8.2.4	Endlagerung in der Rechtswissenschaft	70
8.3	Vereinheitlichung der Begriffe – Zusammenführung der Disziplinen	71
8.4	Verbindungen und Grenzen der gemeinsamen Sprache	72
8.5	Produktive Ansätze	74
8.5.1	Glossar	74
8.5.2	Identifikation von Spannungsfeldern: das ENTRIA-Memorandum	74
8.6	Fazit und Ausblick	75
	Literatur	75
9	Safety Case, Interdisziplinarität und Transdisziplinarität	77
	Klaus-Jürgen Röhlig und Peter Hocke	
9.1	Begriffe: Was meint Interdisziplinarität im Kern?	77
9.2	Der Safety Case	80
9.3	Interdisziplinarität bei der „Produktion“ des Safety Case	81
9.4	Der Safety Case als Instrument in einem gesellschaftlichen Prozess der Entscheidungsfindung	83
9.5	Safety Case und interdisziplinärer Modus – Potenzial für Transdisziplinarität?	84
9.6	Anhang	86
	Literatur	86
10	Das Konzept der Freiwilligkeit bei der Entscheidung über einen Endlagerstandort – eine philosophische und rechtswissenschaftliche Betrachtung	89
	Sebastian Willmann und Philipp Schmidt	
10.1	Einleitung	89
10.2	Zum Begriff der Freiwilligkeit aus ethischer-moralischer Sicht	91
10.2.1	Problemaufriss	91
10.2.2	Entlohnung eines „freiwillig“ hingenommenen Nachteils	93
10.3	Zum Begriff der Freiwilligkeit aus juristischer Sicht	94
10.3.1	Bisherige normative Ansätze außerhalb des Standortauswahlverfahrens	95
10.3.2	Ermittlung des Bedeutungsgehalts	96
10.4	Freiwilligkeit als Standortkriterium?	98
10.4.1	Die Öffentlichkeitsbeteiligung innerhalb des Standortsuchprozesses	99
10.4.2	Freiwilligkeit als Kommissions-Kriterium?	101
10.4.3	Freiwilligkeit als „Zünglein an der Waage“?	102
10.5	Fazit und Zusammenfassung	102
	Literatur	103

11 Interdisziplinarität als Induktion – Von Ingenieuren und Philosophen	105
Moritz Riemann und Dennis Köhnke	
11.1 Fortgesetzte Zwischenlagerung oder dezidiert langfristige Oberflächenlagerung?	106
11.2 Risikoethisches Postulat und ingenieurwissenschaftliche Maxime – MiniMax als Beurteilungskriterium	107
11.3 Abschließende Gedanken	109
Literatur	110
12 Wissensintegration auf dem Weg zur Entsorgung hoch radioaktiver Abfälle	111
Armin Grunwald	
12.1 Fragestellung und Überblick	111
12.2 Wissensintegration als Mittel zum Zweck	112
12.3 Anforderungen an Wissensintegration	113
12.3.1 Durch Analyse zur Synthese	113
12.3.2 Qualitätssicherung	113
12.4 Wissensintegration zur Lösung der Endlagerfrage	115
12.4.1 Wissensbestände	115
12.4.2 Interdisziplinäre Integration – Fokus Konsistenz	116
12.4.3 Transdisziplinäre Integration – Fokus Akzeptanz	117
12.4.4 Prozedurale Integration – Integration zweiter Ordnung	118
12.5 Schluss	119
Literatur	119
13 Wissenschaftliche Synthese bei der Forschung zur Entsorgung radioaktiver Reststoffe in der Forschungsplattform ENTRIA	121
Saleem Chaudry und Elmar Plischke	
13.1 Einleitung	121
13.2 Wissenschaftliche Analyse und Synthese	122
13.3 Disziplinarität, Multi-, Inter- und Transdisziplinarität	122
13.4 Interdisziplinäre wissenschaftliche Zusammenarbeit	122
13.5 Synthese in inter- und transdisziplinären Forschungsprojekten	123
13.6 Wissenschaftsübergreifende interdisziplinäre Zusammenarbeit und Synthese in der Forschungsplattform ENTRIA	124
13.7 Fazit	126
Literatur	127
Stichwortverzeichnis	129