nagra aus verantwortung

geschäftsbericht 2014

Vorwort
Corina Eichenberger, Präsidentin der Verwaltung 3
Thomas Ernst, Vorsitzender der Geschäftsleitung 4

2014 – was für uns wichtig war ... 5

Der Auftrag 6

Entwicklung der Arbeiten 2014 8
Gesetzgebung, Behörden 9
Inventar der radioaktiven Materialien 11
Sachplanverfahren 12
Technisch-wissenschaftliche Grundlagen 21
Felslabors 27
Dienstleistungen 33
Internationale Zusammenarbeit 34
Öffentlichkeitsarbeiten 36

Organisation und Trägerschaft 39
Verwaltung und Geschäftsstelle 40
Genossenschafter, Verwaltung, Kommissionen, Revisionsstelle 41
Organigramm der Geschäftsstelle 41

Jahresrechnung 2014 43
Kommentar zur Jahresrechnung 2014 44
Bilanz 45
Betriebsrechnung 46
Geldflussrechnung 47
Anhang 48
Kumulierte Rechnung 52
Erläuterungen zur kumulierten Rechnung 54
Bericht der Revisionsstelle 55

Ergänzungen 57
Abfallinventare und Mengen 58
Publikationen 2014 60
Glossar / Abkürzungen 61

Vorwort

Mitarbeitende
der Nagra

Corina Eichenberger, Präsidentin der Verwaltung

An der Generalversammlung im Juni 2014 wurde ich zur neuen Präsidentin der Nagra gewählt. Ich habe die herausfordernde Aufgabe gerne angenommen, denn bei der Standortsuche für geologische Tiefenlager liegen entscheidende Jahre vor uns. Wir alle stehen in der Verantwortung und sind gefordert, dass es mit der Entsorgung der radioaktiven Abfälle stetig voran geht. Es ist unsere ethische Pflicht, für die nachkommenden Generationen sichere Tiefenlager für die Entsorgung der Abfälle vorzubereiten und zu bauen. Gemeinsam sind wir auf gutem Weg dazu.

Im Geschäftsjahr 2014 hat die Zusammenarbeit mit den Regionen eine wichtige Rolle gespielt. Die Evaluation von Standortarealen für die Oberflächenanlage wurde überall mit Stellungnahmen der Regionen abgeschlossen. Darauf aufbauend konnte die Nagra in allen Regionen Standortareale bezeichnen. Dies ist ein bedeutender Schritt nach vorne, bei dem alle Beteiligten des Sachplanverfahrens Ausserordentliches geleistet haben.

Bei der Standortwahl für Tiefenlager in der Schweiz hat die Sicherheit erste Priorität – dazu herrscht breiter Konsens. Mit dem sicherheitstechnischen Vergleich der sechs geologischen Standortgebiete hatte die Nagra 2014 eine komplexe, anspruchsvolle Aufgabe zu bewältigen. Die beiden vorgeschlagenen Gebiete Zürich Nordost und Jura Ost haben die besten Eigenschaften und sollen nun weiter untersucht werden. Alle Unterlagen zu diesen Vorschlägen wurden anfangs 2015 veröffentlicht. Jeder kann sich so ein eigenes Bild zum beeindruckenden Umfang der Arbeiten machen.

Ich konnte mitverfolgen, wie kompetent, gewissenhaft und verantwortungsbewusst bei der Nagra gearbeitet wird. Ich habe erlebt, wie meine Fragen trotz hoher Arbeitsbelastung stets seriös aufgegriffen und beantwortet wurden. Offenheit und Transparenz – Grundwerte der Nagra – sind auch mir persönlich sehr wichtig. Speziell die vorgeschlagenen Regionen und Kantone möchte ich ermuntern, ihre Fragen und Anliegen zur Entsorgung zu formulieren und mitzuteilen. Dieser Dialog trägt dazu bei, dass dereinst in unser aller Interesse die nötigen Tiefenlager gebaut und betrieben werden.

Für die gute Zusammenarbeit im Berichtsjahr danke ich den Mitgliedern der Verwaltung herzlich. Ebenso bedanke ich mich bei der Geschäftsleitung und allen Mitarbeitenden der Nagra, die sich verantwortungsbewusst und engagiert für die Entsorgung einsetzen. Ich freue mich auf die weitere Zusammenarbeit in den kommenden Jahren.

Corina Eichenberger

Thomas Ernst, Vorsitzender der Geschäftsleitung

Die Nagra blickt auf ein erfolgreiches Geschäftsjahr 2014 zurück. Bis Ende Mai 2014 hat die Nagra in allen sechs Standortgebieten Planungsstudien für die Oberflächenanlagen der geologischen Tiefenlager erarbeitet und veröffentlicht. Sie konnte sich dabei auf die vorangegangene intensive Zusammenarbeit mit den Regionalkonferenzen stützen. Die Nagra hat als verlässlicher Partner ausschliesslich Standorte bezeichnet, welche mit den Stellungnahmen der Regionalkonferenzen möglichst kompatibel waren.

An der Generalversammlung im Juni haben unsere Genossenschafter eine Verwaltungsratspräsidentin gewählt. Mit Corina Eichenberger haben wir nicht nur eine sehr erfahrene und kompetente Politikerin an unserer Spitze, sondern auch eine Persönlichkeit, die sich voll und ganz zu unserer Verantwortung für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle bekennt.

2014 startete ein wichtiger Testlauf für das zukünftige Tiefenlager für hochaktive Abfälle im Massstab 1:1, jedoch noch ohne Abfälle. Seit drei Jahren liefen im Felslabor Mont Terri Vorarbeiten für das bisher grösste und aufwändigste Demonstrationsexperiment der Nagra. Drei beheizte Versuchsbehälter wurden in einem Lagerstollen im Opalinuston eingelagert und erfolgreich mit Bentonit verfüllt. Das thermische, hydraulische und mechanische Verhalten von Gestein und technischen Einbauten wird in den nächsten Jahren genau beobachtet, um das Verständnis der sicherheitsrelevanten Prozesse zu vertiefen.

Der eigentliche Schwerpunkt der Arbeiten bildete jedoch der sicherheitstechnische Vergleich der geologischen Standortgebiete. Verglichen wurde ausschliesslich aufgrund von Sicherheit und technischer Machbarkeit. Das Ergebnis ist eindeutig: Zwar eignen sich alle sechs untersuchten Gebiete für den Bau eines Tiefenlagers, aber die beiden Gebiete Zürich Nordost und Jura Ost erfüllen die äusserst strengen sicherheitstechnischen Vorgaben am besten. Die undurchlässigen Gesteinsschichten, welche die radioaktiven Abfälle sicher einschliessen, liegen dort in optimaler Tiefe, sind geschützt gegen Erosion sowie langfristig stabil und bieten genügend Platz. Die Nagra hat dem Bundesrat vorgeschlagen, diese beiden Gebiete für Etappe 3 weiter zu untersuchen und die anderen zurückzustellen.

Die Erarbeitung und Dokumentation dieses Resultats war eine grosse Herausforderung. Auch der Umfang der Dokumentation verlangte äusserst viel von der Nagra und ihren Mitarbeitenden. Es galt den dafür erforderlichen Kenntnisstand zu erarbeiten, die behördlichen Vorgaben in eine belastbare Methodik umzusetzen und diese nach objektiven wissenschaftlichen und technischen Gesichtspunkten konsequent anzuwenden. Zur Zielerreichung waren nicht nur hohe Kompetenz und grosser Einsatz erforderlich, sondern eine echte Teamleistung der Mitarbeitenden und zahlreicher Auftragnehmer. Ihnen allen gebührt mein aufrichtiger Dank für ihr weit überdurchschnittliches Engagement.

Dr. Thomas Ernst

2014 – was für uns wichtig war ...

12. Juni: Das Felslabor Grimsel feiert 30-jähriges Bestehen.

26. Juni: Nationalrätin Corina Eichenberger wird an der Generalversammlung zur neuen Verwaltungsratspräsidentin gewählt.

16. September: Der 16-jährige Schüler Dominic Müller präsentiert sein Modell eines Tiefenlagers für radioaktive Abfälle.

30. Dezember: Die Nagra reicht die umfangreiche Berichterstattung für Etappe 2 beim BFE ein.

April Das Bundesamt für Energie (BFE) veröffentlicht am 15. April einen angepassten Zeitplan (www.bfe.admin.ch › Newsletter Tiefenlager Nr. 12) bis zur Inbetriebnahme von geologischen Tiefenlagern. Bereits in den nächsten Jahren werden entscheidende Weichen gestellt: Die Nagra wird nach umfangreichen Untersuchungen um 2020 bekannt geben, für welche Standortgebiete sie Rahmenbewilligungsgesuche einreichen will.

April Die Befliegung der Standortregionen zur Vorbereitung der Untersuchungen für die Etappe 3 des Sachplanverfahrens wird am 22. April 2014 erfolgreich abgeschlossen. Für die Planung der 3D-Seismik sind hochauflösende Luftbildaufnahmen und Erdoberflächenmodelle erforderlich.

Mai Die Nagra legt am 24. Mai die letzten Planungsstudien für die Standortareale für die Oberflächenanlage in der Standortregion Nördlich Lägern vor. In jeder Standortregion musste mindestens ein Standortareal für die Oberflächenanlage bezeichnet werden.

Juni Mit einer eindrücklichen Ausstellung «Untertageforschung weltweit» feiert das Felslabor Grimsel sein 30-jähriges Jubiläum. In 16 grossformatigen Darstellungen geben Forschungspartner aus aller Welt Einblick in ihr eigenes Forschungslabor.

Juni Die Genossenschafter der Nagra wählen an der Generalversammlung Corina Eichenberger zur neuen VR-Präsidentin. Sie tritt die Nachfolge des im Oktober 2013 verstorbenen Ständerats Pankraz Freitag an. Die 60-jährige Aargauerin ist seit 2007 Nationalrätin. Dank ihrer langjährigen politischen und beruflichen Tätigkeit bringt sie breite Erfahrung in Energie-, Umwelt- und Rechtsthemen mit.

September Dr. Philipp Hänggi wird per 1. September neuer Vertreter der BKW Energie AG im Verwaltungsrat der Nagra. Er folgt für die verbleibende Zeit der Amtsperiode 2012-2015 auf Hermann Ineichen.

September Für seine Abschlussarbeit in der dritten Sekundarschule hat der 16-jährige Dominic Müller ein Modell eines Tiefenlagers für radioaktive Abfälle erstellt. Dieses Modell überlässt er der Nagra.

November Testlauf für das Tiefenlager: Für das «Full-Scale Emplacement»-Experiment (kurz: FE-Experiment) wurde im Felslabor Mont Terri ein 50 Meter langer Stollen mit einem Durchmesser von knapp drei Metern im Massstab 1:1 eines zukünftigen Tiefenlagerstollens aufgefahren. Ziel des FE-Experiments ist es, die Auswirkungen von Wärme auf das Bentonit-Granulat und das umliegende Gestein, den Opalinuston, zu überprüfen.

November Seit dem 18. November ist der neue Internetauftritt der Nagra online: Vom neuen Design profitieren vor allem Smartphones und Tablets, auf denen Inhalte und Navigation optimiert dargestellt werden.

Dezember Am 30. Dezember reicht die Nagra ihre Unterlagen mit den Vorschlägen zu den Standortgebieten für Etappe 3 beim BFE zur Detailprüfung ein. Die eingereichten Unterlagen umfassen einen Hauptbericht (NTB 14-01), zugehörige Schlüsselberichte sowie mehr als 150 Referenzberichte.

Der Auftrag

Die Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle ist eine technisch und gesellschaftlich anspruchsvolle Aufgabe. Die Nagra nimmt diese mit dem nötigen Respekt und verantwortungsbewusst wahr, zum generationenübergreifenden Schutz von Mensch und Umwelt.
Für die Entsorgung radioaktiver Abfälle gilt nach Kernenergiegesetz das Verursacherprinzip. Die Kantone sind Hauptaktionäre der Elektrizitätsversorger, welche die Kernkraftwerke betreiben. Darum stehen nicht nur die Kernkraftwerke, die Nagra und der Bund, sondern auch die Kantone in der Verantwortung.

Bundeshaus in Bern

Unser Auftrag

Radioaktive Abfälle entstehen beim Betrieb und der späteren Stilllegung der Kernkraftwerke sowie in verschiedenen Bereichen von Medizin, Industrie und Forschung (MIF-Abfälle).

Die Nagra wurde 1972 von den Verursachern radioaktiver Abfälle in der Schweiz gegründet und damit beauftragt, sichere und umweltverträgliche Lösungen zur Entsorgung dieser Abfälle zu entwickeln und zu realisieren. Ihre Genossenschafter sind die Betreiber der Kernkraftwerke, die Zwilag sowie die Schweizerische Eidgenossenschaft (zuständig für MIF-Abfälle).

Im gesetzlichen Rahmen obliegt es der Nagra, geologische Tiefenlager zu planen, zu errichten und zu betreiben. Die national bedeutende Aufgabe umfasst auch die Suche nach geeigneten Standorten gemäss dem «Sachplan geologische Tiefenlager» (SGT) unter Leitung des BFE. Die Nagra erarbeitet dabei Vorschläge, die von den zuständigen Behörden und Kommissionen geprüft werden, bevor der Bundesrat nach einer breiten Anhörung entscheidet. Zudem erstellt die Nagra die Rahmenbewilligungsgesuche für die geplanten Lager: Eines für schwach- und mittelaktive Abfälle (SMA) und eines für verbrauchte Brennelemente, hochaktive und langlebige mittelaktive Abfälle (BE/HAA/LMA) oder eines für ein Kombilager für beide Abfalltypen.

Die Nagra sorgt weiter für die laufende Inventarisierung der radioaktiven Materialien und berät die Abfallverursacher bei der endlagergerechten Konditionierung der Abfälle. Sie führt seit Mitte der Siebzigerjahre ein breit angelegtes Forschungs- und Entwicklungsprogramm durch. Dabei arbeitet die Nagra eng mit dem Paul Scherrer Institut (PSI, Villigen) sowie verschiedenen Hochschulen und Fachinstitutionen im In- und Ausland zusammen.

Unsere Tätigkeiten

- Zusammenarbeit mit den Behörden und Standortregionen im Sachplanverfahren
- Charakterisierung und Inventarisierung radioaktiver Materialien als Grundlage für die Lagerprojekte; Beurteilung der Abfallspezifikationen für behördliche Freigabeverfahren und als Dienstleistung für die Genossenschafter
- Erhebung und Auswertung von Felddaten für Sicherheitsanalysen und Lagerprojekte
- Auslegung der Lageranlagen, der technischen Barrieren und Planung der Betriebsabläufe
- Laufende Beurteilung der Erkenntnisse für Sicherheitsanalysen im Hinblick auf Bewilligungsverfahren
- Ergänzung der Datenbasis sowie Verfeinerung, Verifizierung und Validierung von Daten und Modellen der Sicherheitsanalyse
- Internationale Zusammenarbeit zur Optimierung der Projektierungs- und Entwicklungsarbeiten
- Information der Öffentlichkeit über die Arbeiten der Nagra
- Dienstleistungen für Dritte

Entwicklung der Arbeiten 2014

Installation eines der zirka 600 Sensoren, welche der Überwachung des FE-Experiments dienen.

Gesetzgebung, Behörden

Gesetzliche Grundlagen

Die gesetzlichen Grundlagen für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle sind im Kernenergiegesetz und der zugehörigen Kernenergieverordnung festgeschrieben.

Es gelten folgende Grundsätze:

- Im Umgang mit radioaktiven Stoffen sollen möglichst wenig radioaktive Abfälle entstehen.
- Radioaktive Abfälle müssen so entsorgt werden, dass der dauerhafte Schutz von Mensch und Umwelt gewährleistet ist.
- Radioaktive Abfälle müssen grundsätzlich in der Schweiz entsorgt werden.
- Die Entsorgungspflicht liegt bei den Abfallverursachern.
- Die Entsorgung hat durch kontrollierte geologische Tiefenlagerung zu erfolgen.
- Die Entsorgungspflichtigen haben ein Entsorgungsprogramm zu erstellen, das dem Bundesrat zur Prüfung und Genehmigung zu unterbreiten ist.
- Die Bewilligungsverfahren sind beim Bund konzentriert. Die Rahmenbewilligung unterliegt dem fakultativen Referendum. Die Mitwirkung des Standortkantons, der Nachbarkantone und Nachbarländer ist vorgeschrieben.
- Verfahren zur Standortwahl: Der Bund legt in einem Sachplan seine Ziele und Vorgaben fest.
- Die Finanzierung der Stilllegungs- und Entsorgungsarbeiten wird durch Fonds unter Aufsicht des Bundes sichergestellt.

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat, Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit, Beirat Entsorgung

Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) ist die Aufsichtsbehörde für nukleare Sicherheit und die Sicherung der schweizerischen Kernanlagen. In dieser Funktion kontrolliert es die Standortabklärungen der Nagra für geologische Tiefenlager und deren späteren Bau und Betrieb. Die Expertengruppe geologische Tiefenlagerung (EGT) wird vom ENSI eingesetzt und unterstützt dieses bei erdwissenschaftlichen und bautechnischen Fragen zur geologischen Tiefenlagerung. Zudem übernimmt die EGT Aufgaben im Sachplan geologische Tiefenlager (SGT).

Die Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) berät den Bundesrat, das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) sowie das ENSI in Fragen der nuklearen Sicherheit von Kernanlagen.

Der Beirat Entsorgung wurde durch das UVEK eingesetzt und berät dieses bei der Durchführung des Sachplans. Durch seine Unabhängigkeit und seine Stellung auf nationaler Ebene bringt er eine Aussensicht in das Auswahlverfahren ein.

Entsorgungs- und Stilllegungsfonds

Der Entsorgungsfonds stellt die Finanzierung der Kosten für die Entsorgung der Betriebsabfälle und der verbrauchten Brennelemente nach Ausserbetriebnahme der Kernkraftwerke sowie die Wiederaufbereitungsabfälle sicher. Der Stilllegungsfonds finanziert die Stilllegung und den Rückbau von ausgedienten Kernanlagen sowie die Entsorgung der dabei entstehenden Abfälle. Die Eigentümer von Kernanlagen leisten Beiträge an den Stilllegungs- und an den Entsorgungsfonds. Beide Fonds stehen unter Aufsicht des Bundes. Ende 2014 belief sich das angesammelte Kapital im Entsorgungsfonds auf rund 4,1 Milliarden Franken, dasjenige im Stilllegungsfonds auf rund 1,9 Milliarden Franken. Detailliertere Angaben sind auf der Website www.entsorgungsfonds.ch zu finden. Die dem Entsorgungsfonds zugrunde liegenden Kostenschätzungen für die geologischen Tiefenlager waren im Jahr 2011 durch die Nagra aktualisiert worden.

Der Bundesrat hat 2014 eine Änderung der Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung beschlossen, die per 1. Januar 2015 in Kraft getreten ist. Neu wird ein Sicherheitszuschlag auf die Stilllegungs- und Entsorgungskosten erhoben. Die Berechnungsgrundlagen zur Teuerungsrate und Anlagenrendite wurden angepasst. Die Parameter Sicherheitszuschlag, Teuerungsrate und Anlagerendite werden nach Vorliegen künftiger Kostenstudien überprüft und wenn nötig angepasst. Die Dauer der Beitragspflicht für beide Fonds endet neu mit dem Abschluss der Stilllegung der jeweiligen Kernanlage und damit rund 15-20 Jahre nach der endgültigen Ausserbetriebnahme. Die Kostenstudien werden alle 5 Jahre aktualisiert, das nächste Mal 2016.

Entsorgungsprogramm nach Kernenergiegesetz

Das Kernenergiegesetz (Art. 32) verlangt von den Entsorgungspflichtigen ein Entsorgungsprogramm für alle Arten von Abfällen. Es wird von den Bundesbehörden geprüft und vom Bundesrat genehmigt. Das Programm bildet neben

dem Sachplan geologische Tiefenlager eine weitere Grundlage, um das künftige Vorgehen bei der nuklearen Entsorgung festzulegen. Das erste Entsorgungsprogramm wurde von der Nagra im Auftrag der Entsorgungspflichtigen erarbeitet, 2008 den Behörden zur Prüfung unterbreitet und nach breiter Anhörung 2013 vom Bundesrat genehmigt.

Sachplan geologische Tiefenlager

Gemäss Kernenergieverordnung (Art. 5) muss der Bund in einem Sachplan Ziele und Vorgaben für die Tiefenlagerung festlegen. Am 2. April 2008 hat der Bundesrat den Konzeptteil des Sachplans geologische Tiefenlager genehmigt. Dieser regelt das Standortwahlverfahren. Bereits im Juni 2006 hatte der Bundesrat den Entsorgungsnachweis anerkannt und somit die technische Machbarkeit von sicheren Tiefenlagern in der Schweiz bestätigt.

Das beschlossene Sachplanverfahren (vgl. Text S. 12 und Abb. 1) trägt dem Anliegen der transparenten Information und Partizipation der Betroffenen Rechnung. Bevölkerung und Behörden in den Standortregionen und im benachbarten Ausland sowie interessierte in- und ausländische Organisationen können sich am Prozess beteiligen. Am Ende des Verfahrens befinden Bundesrat und Parlament über die Rahmenbewilligungen für Tiefenlager. Der Entscheid untersteht dem fakultativen Referendum auf nationaler Ebene.

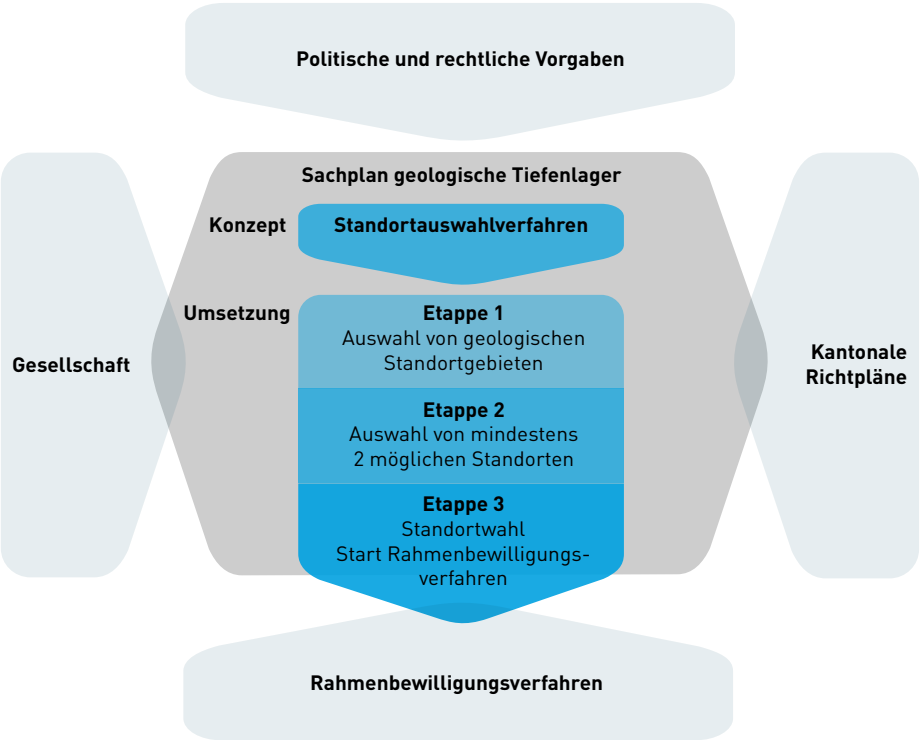


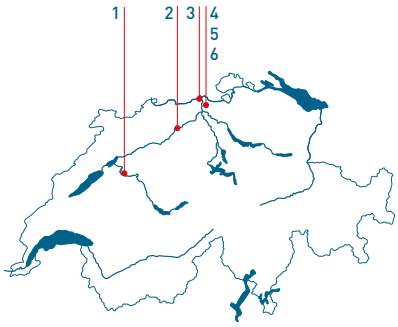
Abbildung 1: Etappen, Stellung und Abhängigkeiten des Sachplans geologische Tiefenlager (Abb. nach BFE)

Inventar der radioaktiven Materialien

Das «Modellhafte Inventar für radioaktive Materialien MIRAM 14» wurde fertiggestellt und für Nagra-Projekte sowie Fragestellungen der Genossenschafter verwendet. Hier sind alle bisher angefallenen und in Zukunft erwarteten radioaktiven Abfälle aus Kernkraftwerken sowie aus Medizin, Industrie und Forschung erfasst. Die erarbeiteten Abfallvolumina, Inventare und Kenndaten sind für verschiedene Szenarien der Kernenergienutzung verfügbar, inklusive der Antizipation einer revidierten Strahlenschutzverordnung mit neuen Nuklid-Freigrenzen. In diesem Zusammenhang wurden ebenfalls Materialien erfasst, die zunächst als radioaktiv zu betrachten sind, nach einer mehrjährigen Abklinglagerung jedoch konventionell entsorgt werden können. Zusätzlich wurde für die Abfälle ein Inventar chemotoxischer Materialien in den späteren geologischen Tiefenlagern erstellt.

Das von der Nagra geführte zentrale Inventar der vorhandenen radioaktiven Abfälle wurde um die im Jahr 2014 produzierten Abfallgebinde und die im zentralen Zwischenlager (Zwilag) neu eingelagerten hochaktiven Abfälle und Materialien erweitert. Mit den Werkzeugen zur Inventarisierung der Abfälle, unterstützt durch radiologische Messungen von Abfallproben, erhalten die Abfallverursacher ein vollständiges Inventar für die in den Kernkraftwerken, im Zwilag und im Bundeszwischenlager gelagerten Abfälle.

Mit organischen Ionentauscherharzen wurden Versuche zur Pyrolysierung durchgeführt. Am PSI wurde für die Endprodukte eine Zementrezeptur für die Verfestigung entwickelt. Anschliessend wurde nachgewiesen, dass die von der Richtlinie ENSI-B05 geforderten Eigenschaften von der Abfallmatrix erfüllt werden. Weitere Langzeitversuche zur eventuellen Gasproduktion mit organischen Harzen aus einem deutschen Kernkraftwerk laufen. 2015 starten analoge Versuche mit inaktiven, in schweizerischen KKW eingesetzten Harzen.



Kernkraftwerke und Zwischenlager
1 KKW Mühleberg
2 KKW Gösgen-Däniken
3 KKW Leibstadt
4 KKW Beznau
5 Zwilag
6 Bundeszwischenlager

Auf der Basis der im Vorjahr vorgenommenen Messungen der Neutronenflüsse in den Kernkraftwerken wurden die Werkzeuge für Aktivierungsrechnungen weiterentwickelt, speziell für Bereiche schwacher Aktivierung. Diese Arbeiten wurden unterstützt durch ein umfangreiches Messprogramm, in dem Bestandteile potentiell aktivierter Materialien ermittelt wurden. Für die spätere Verpackung von Abfällen aus der Stilllegung wurden neue Container konzipiert, die unter anderem hinsichtlich Transport und Zwischenlagerung optimiert sind.

Für die Rücklieferung von Wiederaufarbeitungsabfällen aus Frankreich und Grossbritannien wurden die Qualitätssicherung und Konsistenzprüfungen der gelieferten Begleitdokumente durchgeführt und die Daten anschliessend in das zentrale Inventar übernommen. Die in Zusammenarbeit mit dem PSI durchgeführten Arbeiten zur Qualitätskontrolle von Abfallprodukten der Kernkraftwerke, des PSI und der Zwilag verliefen erfolgreich. Die Anforderungen der ENSI-Richtlinie B05 wurden ausnahmslos erfüllt. Weiterhin erfolgten Entwicklungsarbeiten zur Verfestigung neuartiger Abfälle des PSI und der Zwilag ebenfalls mit dem Ziel der Kompatibilität mit den behördlichen Vorgaben. In Endlagerfähigkeits-Bescheinigungsverfahren hat die Nagra Abfälle der Kernkraftwerke und des PSI hinsichtlich ihrer Eignung für eine spätere Tiefenlagerung geprüft. Sie hat diese positiv beurteilt. Anschliessend erfolgte die Freigabe der Konditionierverfahren durch das ENSI.

Sachplanverfahren

Klare Regeln für die Standortwahl

Der Bundesrat hat am 2. April 2008 den Konzeptteil des Sachplans geologische Tiefenlager genehmigt. Damit sind Kriterien und Vorgehen für die Standortwahl der Tiefenlager festgelegt. Auch die Rolle der Beteiligten im Verfahren ist klar definiert. Die Standortfrage soll in drei Etappen in Zusammenarbeit mit den Kantonen und Gemeinden geklärt werden. Bei der Auswahl hat die Sicherheit oberste Priorität. Raumplanerische und sozioökonomische Aspekte werden nachgeordnet berücksichtigt.

Vom «Wie» zum «Wo»

Die Grundsatzfrage, wie die radioaktiven Abfälle der Schweiz entsorgt werden können, ist beantwortet: Der Bundesrat hat 2006 den Entsorgungsnachweis für hochaktive Abfälle (HAA) genehmigt, nachdem dies bereits 1988 für schwach- und mittelaktive Abfälle (SMA) geschehen war. Im Rahmen des Sachplans geologische Tiefenlager (SGT) wird nun geklärt, wo die beiden benötigten Lager für SMA und HAA realisiert werden können. Die Sicherheit hat dabei erste Priorität. Das Schweizer Vorgehen gilt auch im Ausland als vorbildlich, besonders aufgrund des transparenten, systematischen Verfahrens sowie der breiten Beteiligung verschiedener Anspruchsgruppen.

Entsorgungsprogamm: Rahmen für die Planung vom Bundesrat gutgeheissen

Kernenergiegesetz und -verordnung verlangen von den Entsorgungspflichtigen, den zuständigen Behörden ein Entsorgungsprogramm für radioaktive Abfälle vorzulegen und dieses alle fünf Jahre anzupassen. Im Entsorgungsprogramm wird das grundsätzliche Vorgehen zur Realisierung sicherer Tiefenlager bis zum Verschluss der Lager dokumentiert und aufgezeigt, welche Entscheide wann erfolgen sollen, auf welchen Grundlagen sie beruhen und wie diese erarbeitet werden. Es enthält unter anderem Angaben über Herkunft, Art und Menge der Abfälle, deren Zuteilung zu den geologischen Tiefenlagern und zum Finanzplan. Das Entsorgungsprogramm nimmt keine Entscheide vorweg, die im Rahmen der laufenden Standortsuche gemäss Sachplan geologische Tiefenlager oder in den späteren Bewilligungsverfahren getroffen werden.

Das erste Entsorgungsprogramm wurde von der Nagra im Auftrag der Entsorgungspflichtigen 2008 beim Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) eingereicht und 2013 vom Bundesrat gutgeheissen. Das nächste Mal sind im Jahr 2016 das Entsorgungsprogramm, ein Forschungsprogramm und die Kostenstudien gleichzeitig einzureichen und danach alle 5 Jahre zu aktualisieren.

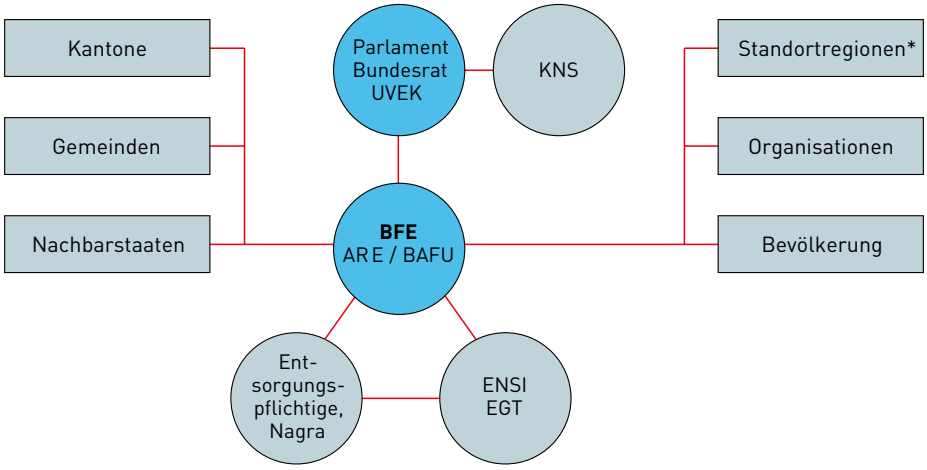
Leitung Bund – Vorschläge durch die Nagra – unabhängige Aufsicht

Das Sachplanverfahren beinhaltet drei Etappen. Geleitet wird es vom BFE. Das Verfahren wird von zahlreichen Gremien begleitet und bezieht Kantone und Gemeinden ebenso ein wie Nachbarstaaten, interessierte Organisationen, Verbände, Parteien und die Öffentlichkeit (vgl. Abb. 2, Seite 13). Die Nagra erarbeitet technische und wissenschaftliche Grundlagen, schlägt Standortgebiete und Standorte vor und reicht am Ende von Etappe 3 die Rahmenbewilligungsgesuche für die Tiefenlager ein. Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) prüft die Vorschläge der Nagra in Bezug auf Sicherheit und technische Machbarkeit. Dabei greift es auf externe Spezialistinnen und Spezialisten zurück. Im Anschluss an die Anhörungs- und Mitwirkungsverfahren nehmen Behörden und Bundesrat am Ende jeder Etappe eine Gesamtbeurteilung vor.

Etappe 1 abgeschlossen

Die erste Verfahrensetappe ist abgeschlossen. Sie dauerte von 2008 bis in den November 2011. Ausgehend vom ganzen Gebiet der Schweiz führte die Nagra ein systematisches Auswahlverfahren durch, basierend auf den vorgeschriebenen Sicherheitskriterien und den festgelegten Einengungs-

schritten. Sie schlug drei mögliche geologische Standortgebiete für das HAA-Tiefenlager und sechs für das SMA-Tiefenlager vor. Die Behörden und Fachgremien unterzogen die Vorschläge der Nagra einer tiefgehenden sicherheitstechnischen Prüfung: Alle stimmten darin überein, dass die sechs von der Nagra vorgeschlagenen geologischen Standortgebiete in Etappe 2 weiter untersucht werden sollen. Auch der Ausschuss der Kantone (AdK) beurteilte die Prozesse in Etappe 1 gesamthaft als zielführend. Er forderte, dass Ungewissheiten bezüglich der Geologie mit den dafür nötigen Untersuchungen vor Ende von Etappe 2 auszuräumen seien. Nach breiter Anhörung zu den Ergebnissen von Etappe 1 hat der Bundesrat am 30. November 2011 entschieden, alle sechs möglichen Standortgebiete in das weitere Verfahren aufzunehmen. Gleichzeitig hat er den Startschuss für die Etappe 2 gegeben, die rund sechs Jahre dauern wird; der Bundesratsentscheid wird Mitte 2017 erwartet.



*Die Regionalkonferenzen vertreten die Standortregionen.

Abbildung 2: Beteiligte im Standortwahlverfahren

Zwei Aufgaben der Nagra in Etappe 2

Zum einen hat die Nagra in Etappe 2 – gestützt auf die Zusammenarbeit mit den Regionen – in jeder der sechs Standortregionen mindestens ein Standortareal für die Oberflächenanlage eines allfälligen Tiefenlagers bezeichnet. Zum anderen hat die Nagra für das HAA-Lager und das SMA-Lager je mindestens zwei Gebiete vorgeschlagen, die in Etappe 3 vertieft untersucht werden sollen. Zudem wurden unter der Leitung des BFE für alle Standortregionen sozioökonomisch-ökologische Untersuchungen durchgeführt.

Intensive Partizipation in den Regionen

Im Gegensatz zu den Untertageanlagen hängt die Sicherheit einer Oberflächenanlage vor allem von der Anlagenauslegung ab und nicht primär vom Standort. Dies erlaubt eine entsprechende Flexibilität bei der Wahl des Standortareals. Mit der regionalen Partizipation können die regionalen Bedürfnisse berücksichtigt werden, soweit es die Sicherheit und bautechnische Machbarkeit erlauben. Als Vertretung der Regionen in diesem Prozess fungieren die Regionalkonferenzen. Die Regionalkonferenzen bearbeiten einzelne Fragestellungen in den Fachgruppen Oberflächenanlagen, sozioökonomisch-ökologische Wirkungsanalyse und Sicherheit.

2014 wurden die Planungsstudien für Zürich Nordost und Nördlich Lägern veröffentlicht (kleines Bild oben).

Die Zusammenarbeit mit den Regionalkonferenzen war auch 2014 intensiv.

Visualisierung der Oberflächenanlage des Standortareals JO-3+ im Standortgebiet Jura Ost (kleines Bild links).

Stellungnahmen zu den Standortarealen für Oberflächenanlagen liegen vor
Anfangs 2012 veröffentlichte das BFE die Vorschläge der Nagra für Standortareale, auf denen die Oberflächenanlage eines geologischen Tiefenlagers gebaut werden könnte. Für die Regionalkonferenzen folgte eine intensive Zeit mit Prüfung von alternativen Arealen und der Erarbeitung der Stellungnahmen. Am 25. Januar 2014 verabschiedete die Regionalkonferenz Zürich Nordost als letzte ihre Stellungnahme.

Engagierte und anspruchsvolle Arbeit in den Fachgruppen Oberflächenanlagen ...
Die Diskussion und Bewertung der vorgeschlagenen Areale wurde durch die Fachgruppen Oberflächenanlagen (FG OFA) zuhanden der Regionalkonferenzen vorbereitet. Sie haben zusammen mit externen Fachbüros eigene Bewertungsinstrumente und Kriterienlisten zusammengestellt, mit deren Hilfe die möglichen Arealvorschläge beurteilt wurden. Die Regionalkonferenzen hatten dabei auch die Möglichkeit, selber Areale vorzuschlagen oder die Nagra mit der Erarbeitung von Alternativen zu beauftragen.

... und Zusammenarbeit mit den Kantonen braucht Zeit
Im Jahr 2012 haben sich auch die Standortkantone in die Diskussionen eingeschaltet. Basierend auf einem harmonisierten Kriteriensatz der kantonalen Fachstellen hatte die Nagra den Auftrag, mögliche Potenzialräume zu bestimmen. Die Fachstellen der Kantone haben dazu verschiedene Aspekte unterschiedlich gewichtet; insbesondere gilt dies für eine höhere Gewichtung der Grundwasservorkommen im Vergleich zu Wald und Erschliessung. In Fachgesprächen mit den kantonalen Fachstellen wurden danach mögliche Potenzialräume identifiziert, die aus Sicht der Kantone denkbar sind. In einzelnen Standortregionen haben sich für die betroffenen Kantone keine neuen Optionen ergeben, andere Kantone haben keine eigene Bewertung der von der Nagra identifizierten neuen Potenzialräume vorgenommen und überliessen diese Aufgabe den Regionalkonferenzen.

Die Regionalkonferenzen entschieden danach, ob sie in einzelnen der möglichen Potenzialräume durch die Nagra weitere Vorschläge für Standortareale ausarbeiten lassen wollten. Die so erarbeiteten Vorschläge flossen dann zusätzlich zu den bestehenden Vorschlägen in die Bewertungen ein.

Spektrum der regionalen Stellungnahmen unterstreicht Primat der Sicherheit
Wie erwartet werden konnte, sind die Stellungnahmen der Regionalkonferenzen unterschiedlich ausgefallen. Das Spektrum ist breit: In einer Region wird beispielsweise festgehalten, dass einer der Standorte am meisten Vorteile beziehungsweise am wenigsten Nachteile aufweise und es wird empfohlen, sich im Auswahlverfahren bei nächsten Arbeitsschritten auf diesen Standort abzustützen. In einer anderen Region lautet die Schlussfolgerung, dass alle von der Nagra vorgeschlagenen Standorte in unterschiedlichem Masse ungeeignet sind und der gesamte Perimeter aufgrund der im kantonalen und regionalen Raumordnungskonzept formulierten Strategien für eine Anlage in dieser Grössenordnung ungeeignet ist.

Regionalkonferenzen
Die Regionalkonferenzen vertreten die Interessen der Standortregionen in der Partizipation. Sie setzen sich zusammen aus je etwa 85 bis 110 Mitgliedern. Vertreten sind Gemeinden, regionale Organisationen (z. B. Vereine oder politische Parteien) sowie Einzelpersonen aus der Bevölkerung.

In jeder Konferenz haben sich Fachgruppen gebildet, die sich vertieft in verschiedene Fragestellungen einarbeiten und Stellungnahmen abgeben. Alle Regionen haben je eine Fachgruppe «Oberflächenanlagen», «Sozioökonomisch-ökologische Wirkungsstudie» und «Sicherheit» konstituiert. Die begleitende Verfahrensleitung der Konferenzen liegt beim BFE.

Aktuelle Informationen der Regionalkonferenzen:

Südranden
www.plattform-suedranden.ch

Zürich Nordost
www.zuerichnordost.ch

Nördlich Lägern
www.regionalkonferenz-laegern.ch

Jura Ost
www.jura-ost.ch

Jura-Südfuss
www.jura-suedfuss.ch

Wellenberg
www.plattform-wellenberg.ch

Prinzipien zur Einengung der Standortgebiete in Etappe 2

- Für Etappe 2 wurden umfangreiche erdwissenschaftliche Untersuchungen zur Erhöhung des Kenntnisstands durchgeführt. Diese Untersuchungen berücksichtigen die 41 ENSI-Forderungen.
- Wenn die Nagra aufgrund der Untersuchungsergebnisse belastbar nachweisen kann, dass bestimmte Standortgebiete im Vergleich zu anderen eindeutige sicherheitstechnische Nachteile aufweisen, schlägt sie diese Gebiete nicht für Etappe 3 vor.
- Alle anderen Standortgebiete schlägt die Nagra vor und untersucht sie in Etappe 3 vertieft (u. a. mit Bohrungen und 3D-Seismik).

Fazit: Kein Standortgebiet wird ausgeschlossen, weil dafür weniger umfangreiche Untersuchungen oder geringere Kenntnisse vorliegen.

Einig sind sich alle Regionalkonferenzen, dass das Auswahlverfahren offen und fair nach dem Primat der Sicherheit durchzuführen ist.

Bezeichnung der weiter zu verfolgenden Standortareale – eine Aufgabe der Nagra

Die Stellungnahmen der verschiedenen Regionalkonferenzen bildeten für die Nagra eine wertvolle Grundlage, um den geäusserten Anliegen der Regionen bei der Bezeichnung eines Standortareals für die Oberflächenanlage (vgl. Abb. 3) soweit möglich Rechnung zu tragen. Gestützt auf diese Stellungnahmen erarbeitete die Nagra sogenannte Planungsstudien. Sie dienen dazu, die Bezeichnung der Standortareale zu dokumentieren und liefern Angaben zu den sözioökonomisch-ökologischen Wirkungsstudien (SÖW) der Etappe 2. Sie sind Bestandteil der Vorschläge der Nagra in Etappe 2 und zudem Grundlage für eine Voruntersuchung und die Erarbeitung eines Pflichtenhefts für eine Umweltverträglichkeitsprüfung im Hinblick auf ein allfälliges Rahmenbewilligungsgesuch in der Etappe 3.

Die Planungsstudien für sechs Regionen wurden zwischen September 2013 und Mai 2014 an Vollversammlungen den Regionalkonferenzen vorgestellt und veröffentlicht.

Vorschläge für Etappe 3 – sicherheitstechnischer Vergleich im Zentrum

Welche geologischen Standortgebiete für Etappe 3 vorgeschlagen werden, ist eine technisch-wissenschaftliche Frage. Der Kern ist ein sicherheitstechnischer Vergleich aufgrund der geologischen Eigenschaften der Gebiete, der durch eine bautechnische Risikoanalyse der Zugangsbauwerke ins Tiefenlager ergänzt wird.

Vertiefte Untersuchungen in Etappe 2 durchgeführt

Für den sicherheitstechnischen Vergleich hat die Nagra bereits während Etappe 1 damit begonnen, den Kenntnisstand über die Eigenschaften der Wirtgesteine und die geologische Situation in den Standortgebieten zu vertiefen. Das ENSI hat das entsprechende Untersuchungsprogramm geprüft und kam 2011 zum Schluss, dass der notwendige geologische Kenntnisstand zusammen mit 41 vom ENSI definierten Ergänzungen erreicht werden kann. Bewilligungspflichtige Sondierbohrungen sind erst wieder in Etappe 3 erforderlich. Auf Wunsch der Standortkantone und der KNS hat die Nagra ergänzend entschieden, die in den Standortregionen Südranden, Nördlich Lägern, Jura Ost und Jura-Südfuss geplanten 2D-seismischen Messungen vorzuziehen. Diese Messungen sind im März 2012 abgeschlossen worden.

Kenntnisstand für den sicherheitstechnischen Vergleich erreicht

Zwischen März 2013 und Juli 2014 wurde an insgesamt elf Fachsitzungen für die einzelnen Fachgebiete geprüft, ob der notwendige Kenntnisstand für den sicherheitstechnischen Vergleich erreicht wurde. Beteiligt waren unter der Leitung des ENSI die Expertengruppe geologische Tiefenlager (EGT), die Kommission für nukleare Sicherheit (KNS), die Arbeitsgruppe Sicherheit der Kantone (AG SiKa), die Kantonale Expertengruppe Sicherheit (KES), das BFE, ein Vertreter des Bundesumweltministeriums Deutschland (BMUB), die Nagra und verschiedene Fachspezialisten. Das ENSI hat im August 2014 bestätigt, dass die Nagra die Themen der 41 ENSI-Forderungen aus dem Jahr 2011

vollständig und detailliert behandelt hat. Der geologische Kenntnisstand sei damit ausreichend, damit die Nagra ihre Vorschläge für mindestens zwei Standorte pro Lagertyp beim BFE einreichen kann.

Einengung der Standortgebiete – vorgängig festgelegte Vergleichsmethodik
Mit den durchgeführten Untersuchungen, der laufenden Dokumentation und deren Überprüfung wurden die Grundlagen gelegt, um die Arbeiten zum sicherheitstechnischen Vergleich weiter voranzutreiben und Ende des Berichtsjahrs zum Abschluss zu bringen. Das ENSI hat die Vergleichsmethodik vorgegeben, welche die Nagra anwenden muss. Diese wurde 2012 unter Einbezug der KNS und kantonaler Experten definiert und im Januar 2013 in einer ENSI-Aktennotiz festgehalten. Ein Gebiet wird nur dann zurückgestellt, wenn es gegenüber den anderen Gebieten eindeutige sicherheitstechnische Nachteile aufweist. Ist dies nicht der Fall, wird das Gebiet in Etappe 3 weiter untersucht. Zusätzlich hat das ENSI vorgängig Anforderungen an die bautechnischen Risikoanalysen und an ergänzende Sicherheitsbetrachtungen für die Zugangsbauwerke festgelegt.

Sicherheitstechnischer Vergleich – klares Resultat
Die sechs Standortgebiete, welche der Bundesrat aufgrund des Vorschlags der Nagra in Etappe 1 in den Sachplan aufgenommen hat, wurden in einem schrittweisen Vorgehen bewertet und verglichen. Entsprechend dem Primat der Sicherheit wurden ausschliesslich technisch-wissenschaftliche Kriterien betrachtet.

Das Vorgehen folgt einer sicherheitstechnischen Optimierung: In den Standortgebieten mit mehr als einem Wirtgestein wurden diese zuerst miteinander verglichen. Aufgrund seiner guten Eigenschaften qualifizierte sich der Opalinuston in diesen Gebieten als prioritäres Wirtgestein. Die geologischen Standortgebiete sind gross. Im nächsten Schritt wurden Lagerperimeter in den Standortgebieten abgegrenzt, welche die besten Eigenschaften für ein

Wo stehen wir heute?

- Sechs geologische Standortgebiete in Etappe 1 bestimmt: drei für das HAA- und das SMA-Lager, drei weitere für das SMA-Lager
- Standortareale für die Oberflächenanlage in Zusammenarbeit mit den Regionen in Etappe 2 bezeichnet
- Alle sechs Standortgebiete sind sicherheitstechnisch geeignet, weisen im detaillierten Vergleich aber entscheidende Unterschiede auf
- Standortgebiete Zürich Nordost und Jura Ost von der Nagra für die weiteren Untersuchungen für Etappe 3 vorgeschlagen

Rahmenbedingungen:

- Standortwahlverfahren unter der Leitung des Bundes
- Auswahl in drei Etappen
- Sicherheit hat oberste Priorität

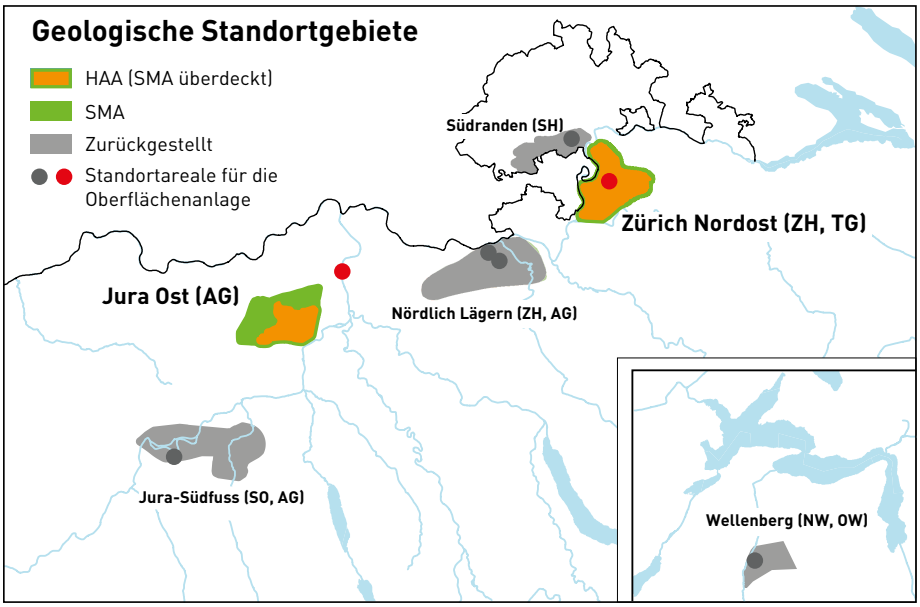


Abbildung 3: Die Nagra schlägt basierend auf ihren Untersuchungen und den Ergebnissen des sicherheitstechnischen Vergleichs die Standortgebiete Zürich Nordost und Jura Ost für die weiteren Untersuchungen für Etappe 3 vor (HAA = hochaktive Abfälle, SMA = schwach- und mittelaktive Abfälle).

Tiefenlager haben. Danach wurden diese Lagerperimeter miteinander verglichen und die weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete vorgeschlagen.

Der sicherheitstechnische Vergleich hat ergeben, dass alle sechs geologischen Standortgebiete die hohen Sicherheitsanforderungen des Bundes erfüllen und für den Bau von Tiefenlagern geeignet sind. Im detaillierten Vergleich zeigen sich allerdings entscheidende Unterschiede. Das wichtigste Entscheidungskriterium beim Vergleich ist die Langzeitsicherheit. Deshalb schlägt die Nagra vor, die Standortgebiete Zürich Nordost und Jura Ost in Etappe 3 weiter zu untersuchen und die Gebiete Südranden, Nördlich Lägern, Jura-Südfuss und Wellenberg im Verfahren zurückzustellen. Zürich Nordost und Jura Ost erfüllen für ein Lager für hochaktive Abfälle und für ein Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle die sicherheitstechnischen Vorgaben am besten. Die undurchlässigen Gesteinsschichten, welche die radioaktiven Abfälle sicher einschliessen, liegen dort in optimaler Tiefe, sind geschützt gegen Erosion, langfristig stabil und genügend gross. Beide Gebiete würden sich auch für ein Kombilager eignen.

Die Vorschläge der Nagra wurden am 30. Dezember 2014 beim BFE eingereicht und werden nun vom ENSI geprüft.

Sozioökonomische-ökologische Wirkungsstudie SÖW
Der Schlussbericht kann zusammen mit anderen Dokumenten unter www.bfe.admin.ch (Publikationen › Berichte) heruntergeladen werden.

Abklärung der Auswirkungen auf Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft
In Etappe 2 werden im Bereich der sozioökonomisch-ökologischen Wirkungen eines Tiefenlagers eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt. Das BFE untersuchte in allen Standortregionen die Auswirkungen von Tiefenlagern auf Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft. Die dazugehörige Beurteilungsmethodik hat der Bundesrat mit dem Entscheid zur Etappe 1 genehmigt. Die Auswirkungen sollen möglichst früh und objektiv identifiziert werden, um negativen Entwicklungen entgegenzuwirken, aber auch um die Chancen für positive Entwicklungen nutzen zu können. Die Resultate wurden vom BFE im November 2014 veröffentlicht.

Umweltauswirkungen ergeben sich vor allem bezüglich Flächenverbrauch, Fruchtfolgeflächen, Ausbruchmaterial sowie Wildtierkorridoren. Ebenfalls relevant sind die unterschiedlichen Voraussetzungen der Oberflächenstandorte hinsichtlich der Anbindung an das Bahn- und Strassennetz. Gesellschaftlich werden die Standorte umso negativer bewertet je dichter das Siedlungsgebiet, je grösser das angestrebte Siedlungswachstum und je besser die Oberflächenanlage sichtbar ist. Umgekehrt ist die Bewertung weniger negativ, wenn sich bereits Industrie und Gewerbe in Standortnähe befinden. Regionalwirtschaftlich überwiegen die positiven Wirkungen, sind aber vergleichsweise gering und liegen – über den gesamten Zeitraum vom Bau des Felslabors bis zum Verschluss der Anlage – unter einem Prozent der heutigen regionalen Wertschöpfung, Beschäftigung oder des Steueraufkommens.

Zu Anliegen und Fragestellungen der Regionen, die nicht in der obigen Studie enthalten sind, wurde seitens der Regionalkonferenzen eine Reihe von sogenannten Zusatzfragen formuliert und von verschiedenen Auftragnehmern bearbeitet. Die Resultate der BFE-Studie und der Zusatzfragen sollen in einem Synthesebericht zusammengefasst werden.

2014 sind ebenfalls Arbeiten zu einem Monitoring von sozioökonomisch-ökologischen Wirkungen und Abklärungen zu vertieften volkswirtschaftlichen Untersuchungen unter Leitung des BFE aufgenommen worden. Seitens Ausschuss der Kantone wurde eine Gesellschaftsstudie initiiert, die sich auch mit imagebezogenen Wirkungen beschäftigt und hiermit ein neues Gebiet der soziologischen Forschung betritt.

Diese Arbeiten bilden die Grundlage für die Regionen insbesondere zur Diskussion von langfristigen Entwicklungsstrategien mit und ohne Tiefenlager und zur Ableitung von Massnahmen mit dem Ziel der Stärkung der Regionen.

Zum Schluss: Voraussichtlich Entscheid an der Urne

Etappe 2 endet mit einem Bundesratsentscheid, einerseits über mindestens je zwei mögliche Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager und andererseits über die zugehörigen Standortareale für die Oberflächenanlage. In Etappe 3 untersucht die Nagra die verbleibenden Standortgebiete vertieft, führt weitere Feldarbeiten durch (z. B. 3D-Seismik und weitere Bohrungen) und vergleicht die Standortgebiete miteinander. Gestützt auf die Untersuchungsresultate schlägt sie schliesslich die Tiefenlagerstandorte vor (je einen für ein SMA- und ein HAA-Lager oder ein Kombilager) und arbeitet die Rahmenbewilligungsgesuche aus. Nach der Prüfung durch die Sicherheitsbehörden befinden Bundesrat und Parlament darüber. Der Parlamentsentscheid untersteht zudem dem nationalen fakultativen Referendum. Abschliessend entscheiden also die Schweizer Stimmberechtigten über die Rahmenbewilligungsgesuche.

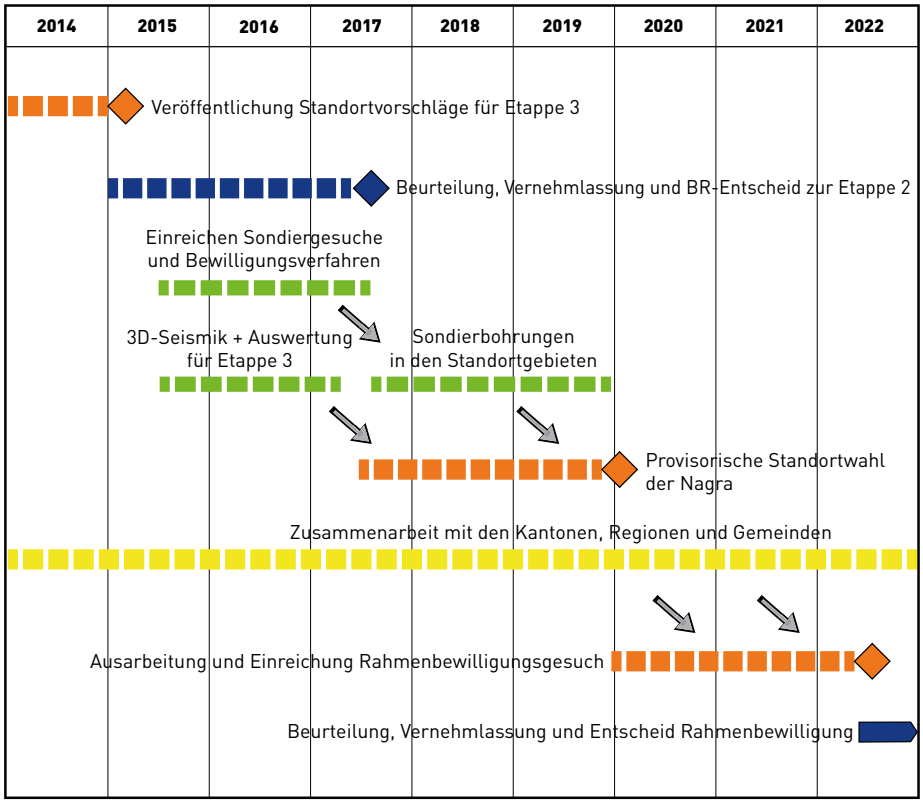


Abbildung 4: Zeitplan, bis die Nagra die Rahmenbewilligungsgesuche für geologische Tiefenlager in der Schweiz einreicht

Verfüllmaschine, Testbehälter und mit Bentonit gefüllte Säcke: Die Vorversuche für das FE-Experiment der Nagra fanden in Grono (GR) statt.

Technisch-wissenschaftliche Grundlagen

Die 2014 laufenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten dienten dazu, bestehende Kenntnisse zur Beurteilung der Sicherheit der Tiefenlager zu vertiefen. Sie trugen auch dazu bei, die Anlagenkonzepte zu optimieren. Dabei wurde die Datenbasis für den sicherheitstechnischen Vergleich der geologischen Standortgebiete in Etappe 2 des Sachplanverfahrens ergänzt. Längerfristig erarbeitet die Nagra die Grundlagen für die Rahmenbewilligungsgesuche in Etappe 3 des Sachplanverfahrens.

Geologische Feldarbeiten

Zur Verbreiterung der Datenbasis über den Gesteinsaufbau und die Mächtigkeiten der Wirt- und Rahmengesteine wurden bei zahlreichen Bohrungen Dritter (v. a. in Erdwärmesondenbohrungen) stratigraphische und bohrlochgeophysikalische Zusatzuntersuchungen durchgeführt. Daraus konnten lückenlose Tonmineralgehaltskurven berechnet werden. Der vollständige Datensatz aus neuen und älteren Bohrungen ist Teil der Berichterstattung für Etappe 2.

Die Planung der Feldarbeiten für die Etappe 3 wurde detailliert und in einem Konzeptbericht dokumentiert. Insbesondere im Hinblick auf die 3D-Seismik für Etappe 3 hat die Nagra die Planung vorangetrieben. Studien zur technischen Durchführbarkeit in den geologischen Standortgebieten der Nordschweiz sind in Berichten dokumentiert. Zur Vorbereitung der Sondiergesuche für Etappe 3 wurde ein Mustersondiergesuch erstellt und dem BFE im Januar 2015 zugestellt.

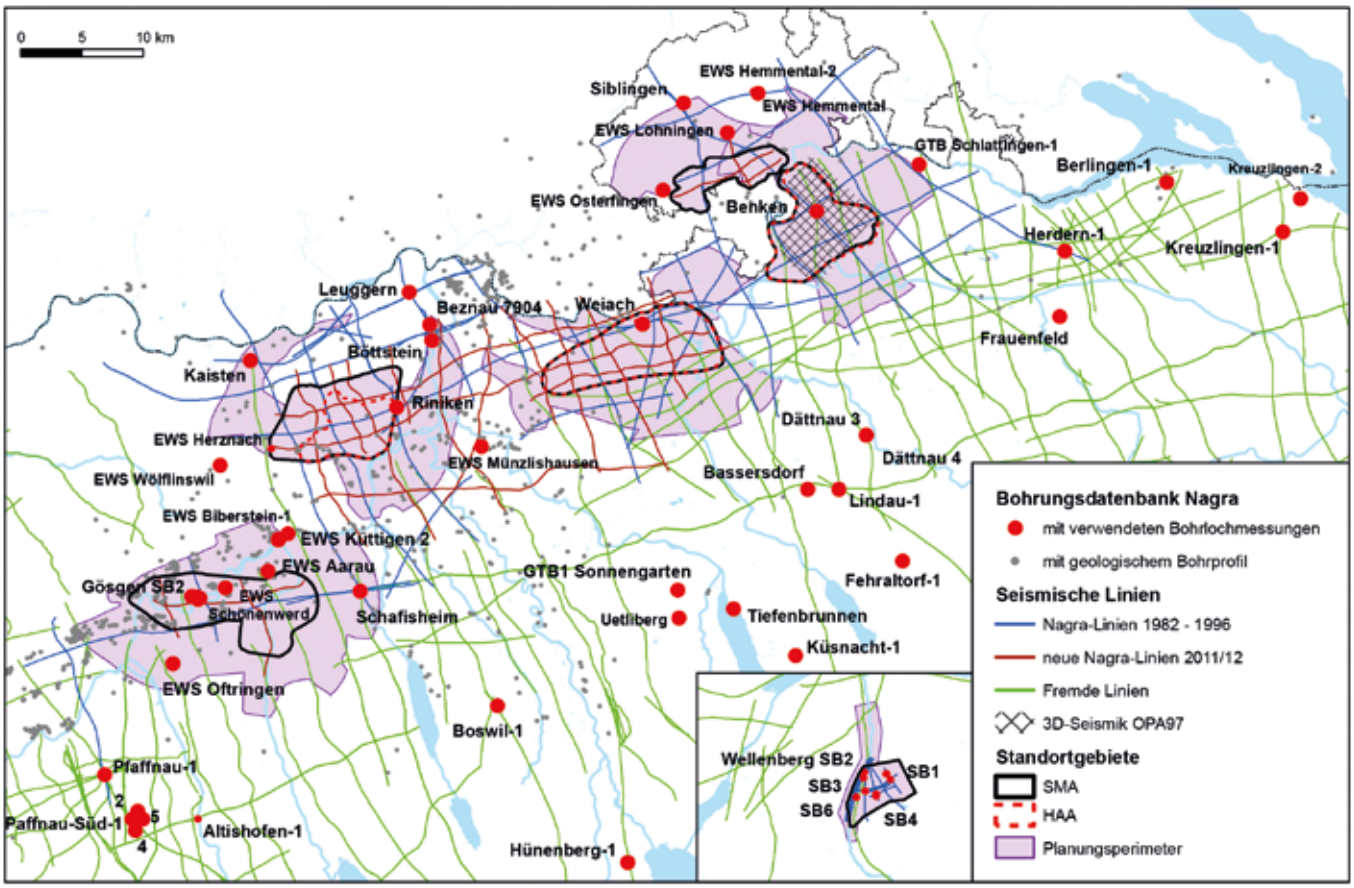


Abbildung 5: Standortgebiete und geologische Daten: Es steht ein dichtes Netz seismischer Messlinien und eine grosse Zahl von Bohrungen zur Verfügung.

Auswertungen, Modellierungen, Synthesen
Im Sommer 2014 wurde die Reihe der sogenannten Zwischenhalt-Fachsitzungen mit dem ENSI, der KNS, der Expertengruppe Geologische Tiefenlager und den Kantonen (AG SiKa/KES) abgeschlossen. Das ENSI kam dabei zum Schluss, dass die Nagra die notwendigen Grundlagendaten für die Einengung der Standortgebiete in Etappe 2 erhoben und die entsprechenden Auswertungen und Modellierungen durchgeführt hat. Vorgängig zu diesen Sitzungen hatte die Nagra den Behörden jeweils die finalen Entwürfe der entsprechenden Referenzberichte zugestellt. Die Endfassung der Berichte berücksichtigte Empfehlungen und Wünsche der Behörden.

An diesen Sitzungen wurden folgende Themen behandelt: Nahfeld-Geochemie, Modellkonzepte für die provisorischen Sicherheitsanalysen, Gasdruckaufbau und Gastransport im Tiefenlager, Langzeitentwicklung, Erosion und Geomorphologie Nordschweiz. Weitere Themen waren die Hydrogeologie und Langzeitstabilität des Standortgebiets Wellenberg, lagerbedingte Einflüsse, Gebirgsspannungen, Baugrundmodelle und bautechnische Risikoanalysen sowie Sicherheitsbetrachtungen für die Zugangsbauwerke während der Betriebsphase.

Geochemische Rückhalteprozesse und Transportmechanismen
Zur Quantifizierung der geochemischen Rückhalteprozesse und Transportmechanismen muss die geochemische Entwicklung des geologischen Tiefenlagers unter Berücksichtigung der komplexen Wechselwirkungen zwischen Wirtgestein und Lager mit seinen einzelnen Komponenten hinreichend genau beschrieben werden. Dazu wurde je ein Bericht für das BE- beziehungsweise HAA-Lager sowie für das SMA- beziehungsweise das LMA-Lager erstellt.

Im BE- bzw. HAA-Lager bestimmt das Bentonit-Nahfeld mit den BE/HAA-Behältern die chemischen Prozesse. Es geht um den Einfluss von Eisenkorrosionsprodukten auf die chemische Stabilität des Verfüllmaterials Bentonit sowie die Entwicklung des Spritzbetonausbaus unter Berücksichtigung der Wechselwirkung mit Bentonit und Opalinuston. Auch der Einfluss erhöhter Temperaturen aus der Wärmeproduktion der Brennelemente beziehungsweise der verglasten hochaktiven Abfälle auf die Mineralogie im Nahfeld wurde untersucht. Relevant für die Chemie des SMA- beziehungsweise LMA-Lagers ist vor allem das Zementnahfeld; untersucht wurden die Einflüsse der Abfälle auf die Entwicklung des Verfüllmaterials Zement sowie die Wechselwirkungen zwischen Wirtgestein und Zement. Die Ergebnisse belegen, dass das Nahfeld sowohl im SMA- als auch im HAA-Lager trotz vielfältiger Wechselwirkungen zwischen Abfällen, Verfüllmaterial und Wirtgestein eine signifikante Barrierenwirkung über die erforderlichen Zeiträume gewährleistet.

Zementmaterialien machen einen wesentlichen Anteil des Volumens des SMA-Lagers aus und erfüllen kurz- und langfristig wichtige Sicherheitsfunktionen: Der Ausbau der Lagerkammern mit Beton dient der mechanischen Stabilisierung während der Betriebsphase. Zementmörtel, der für die Abfallkonditionierung und die Verfüllung der Lagerkammern eingesetzt wird, hat ein hohes Sorptionsvermögen für viele Radionuklide und sorgt so für deren Rückhaltung im Nahfeld.

Aufgrund der unterschiedlichen chemischen Eigenschaften der Porenwässer (pH-Wert und Zusammensetzung) finden Wechselwirkungen zwischen Zementmörtel und Wirtgestein statt. Mineralneubildungen können die Grenzfläche blockieren, was sowohl den Wasser- als auch den Gasaustausch beeinflusst. Durch spektroskopische Analysen am PSI und an der Universität Bern – durchgeführt an Zement- und Ton-Proben aus dem Felslabor Mont Terri – wurden geringfügige Mineralneubildungen nachgewiesen. Bisher existieren nur wenige experimentelle Daten zu den Wechselwirkungen zwischen Zement und Ton, da diese nur sehr langsam ablaufen. Ergänzend dazu werden deshalb Rechenmodelle eingesetzt, die als wichtiges Werkzeug zur Abschätzung solcher Prozesse dienen.

Abklärungen zum Gasdruckaufbau und Gastransport

Die Gasbildung in einem verschlossenen geologischen Tiefenlager kann das Barrierensystem eines Tiefenlagers beeinflussen und ist somit ein sicherheitsrelevanter Prozess. Ein wesentlicher Beitrag zur Gasbildung im SMA- beziehungsweise LMA-Lager entstammt der Korrosion von Metallen. Das im Jahr 2012 an der Universität Toronto gestartete Experiment zur Messung der Korrosion von Stahl in Zementmörtel unter ungesättigten und gesättigten Verhältnissen wurde abgeschlossen. Die anaerobe Korrosion von Karbonstahl wurde unter SMA-lagerrelevanten Bedingungen untersucht. In den meisten Fällen wurden Korrosionsraten von weniger als 5 Nanometer pro Jahr gemessen. Zur Vertiefung des Kenntnisstands wurde ein Folgeexperiment initiiert. Dieses soll – neben der Bestätigung der Ergebnisse der Vorläuferstudie – vor allem Korrosionsraten für ein grösseres Spektrum an Umgebungsbedingungen liefern, welche typisch für das SMA- beziehungsweise das LMA-Lager sind.

Das Modell zur Berechnung der Gasbildung wurde einerseits an das aktualisierte modellhafte Inventar der radioaktiven Materialien MIRAM 14 angepasst, zum anderen wurden grundlegende Konzepte weiter verfeinert. So wird nun die Stöchiometrie bei der Degradation von organischen Stoffen für jede Materialklasse in MIRAM 14 anhand sogenannter Modellreaktionen explizit erfasst. Zusätzlich kann eine lokale Reduktion des pH-Werts als Folge der Degradation von organischen Abfallbestandteilen bei der Berechnung der Gasbildung infolge Korrosion von Metallen berücksichtigt werden.

Die 2014 durchgeführten Analysen zum Gasdruckaufbau im SMA- und im HAA-Lager haben gezeigt, dass die Gasbildung bei geeigneter Lagerauslegung keinen signifikanten Einfluss auf die Barrierenwirkung des Lagers hat. Zur Erhöhung der Gastransportkapazität des SMA-Lagers kann bei Bedarf ein technisches System zur Gasabführung («Engineered Gas Transport System», EGTS) verwendet werden. Um die Machbarkeit und Funktionstüchtigkeit eines EGTS aufzuzeigen, wurde im Felslabor Grimsel im Jahr 2011 der mehrjährige grossmassstäbliche Demonstrationsversuch GAST aufgebaut. Eine wichtige Frage zur kontrollierten Abführung von Gas durch ein EGTS betrifft das Langzeitverhalten der Versiegelungsbauwerke als Folge von geochemischen Prozessen (Ausfällungen). Dazu wurde 2014 ein Bericht fertiggestellt. In diesem ist festgehalten, dass ein geeignet dimensioniertes und aus geeigneten Materialien aufgebautes Versiegelungsbauwerk über den gesamten Betrachtungszeitraum des SMA-Lagers von 100 000 Jahren seine günstigen Eigenschaften sowohl bezüglich Gastransport als auch Radionuklidrückhaltung beibehält.

Auslegung der geologischen Tiefenlager und der technischen Barrieren
Nachdem im Jahr 2013 standortunabhängige Betrachtungen zur Sicherheit und zum Schutz des Grundwassers im Zusammenhang mit der Oberflächenanlage in einem Technischen Bericht dokumentiert wurden [NTB 13-01], lag der Schwerpunkt 2014 auf generischen Betrachtungen zur Sicherheit bei Normalbetrieb und bei Störfällen in den Untertageanlagen (inkl. Zugangsbauwerke und Fördermittel). In einem Bericht (NAB 14-51) wurde gezeigt, dass ein sicherer Betrieb des geologischen Tiefenlagers in Übereinstimmung mit den geltenden gesetzlichen und behördlichen Vorgaben möglich ist.

Darüber hinaus bezwecken die durchgeführten Analysen die sicherheitsgerichtete Optimierung der Anlagen durch entsprechende Massnahmen. Abweichungen vom Normalbetrieb und Störfälle können damit soweit wie möglich vermieden beziehungsweise deren Auswirkungen begrenzt werden. Grundlage für die diskutierten Massnahmen bildet das international empfohlene Konzept der gestaffelten Sicherheitsvorsorge («defence in depth», mehrere hintereinander gestaffelte komplementäre Ebenen von aktiven und passiven Massnahmen).

Für den sicherheitstechnischen Vergleich der geologischen Standortgebiete in Etappe 2 wurde auch eine Risikoanalyse durchgeführt. Hierzu wurden die Risiken beim Bau der Zugangsbauwerke für alle Standortgebiete und -areale für die Oberflächenanlage sowie für alle in Frage kommenden Zugangskonfigurationen (Rampe/Schacht) analysiert und bewertet. In einer ersten Phase wurde die Trassierung und Platzierung der Zugangsbauwerke von der Oberflächenanlage bis zum untertägigen Lagerperimeter hinsichtlich der Risikovermeidung oder -minimierung optimiert. Für jedes Standortgebiet und für alle Zugangskonfigurationen wurde eine stufenweise qualitative Risikoanalyse und -bewertung relevanter Gefährdungen durchgeführt. Diese bildete die Grundlage von Risikoprofilen für jedes Standortgebiet und für alle Zugangskonfigurationen. Für die Zugänge untertage zeigten die Ergebnisse sowohl beim Vergleich der Standortgebiete als auch bei verschiedenen Zugangskonfigurationen (Rampe/Schacht) keine signifikanten Unterschiede, wenn geeignete Massnahmen zur Risikobeherrschung getroffen werden. Auch in Bezug auf Sicherheit beim Bau der Zugänge haben sich aus den Analysen keine Vorbehalte ergeben.

Abgrenzung Lagerperimeter – Tiefe der Lagerebene bedeutend
Die maximale Tiefe der Lagerebene ist von erheblicher Bedeutung für die Abgrenzung und Bewertung der Lagerperimeter. Dies ist auch in den Einengungsvorschlag in Etappe 2 eingeflossen. Die Tiefe der Lagerebene beeinflusst einerseits die geotechnischen Bedingungen für die Lagerkammern und die weiteren Bauten auf Lagerebene. Sie ist andererseits wichtig, um eine mögliche Beeinträchtigung des Barrierensystems in und direkt um die Lagerkammern zu beurteilen. Zum einen muss der sichere und zuverlässige Bau und Betrieb der Untertaganlagen gegeben sein. Zum anderen soll die Störung und Schädigung des umgebenden Wirtgesteins und der technischen Barrieren (Bentonitverfüllung) begrenzt werden. Im Sinne einer sicherheitsgerichteten Optimierung wurde untersucht, wie die Anforderungen in Abhängigkeit zur Tiefenlage unter Terrain erfüllt werden. Dazu wurden die vorhandenen geologischen Kenntnisse systematisch aufgearbeitet und aktualisiert. Mittels verschiedener Analyseverfahren (Erfahrungen beim Tunnelbau, semiempirische Verfahren, analytische und numerische Berechnungsverfahren)

wurde das Gebirgs- und Systemverhalten beim Bau und Betrieb der Untertagbauwerke für eine grosse Zahl von Modellkonfigurationen für alle Standortgebiete untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Untertagebauwerke bei Wahl eines geeigneten Bauvorgangs und Tunnelausbaus über den gesamten Tiefenbereich aller Standortgebiete (d.h. Mindestanforderungen 800 Meter für das SMA-Lager bzw. 900 Meter unter Terrain für das HAA-Lager) sicher und zuverlässig gebaut und betrieben werden können. Um die Schädigung des Barrierensystems klein zu halten, wurde die Tiefenlage auf zirka 600 Meter für das SMA-Lager beziehungsweise auf 700 Meter unter Terrain für das HAA-Lager begrenzt.

Kupferbeschichtete Behälter weiter erforscht

Die Zusammenarbeit der Nagra mit der kanadischen Schwesterorganisation NWMO bei der Entwicklung von kupferbeschichteten Endlagerbehältern für verbrauchte Brennelemente beziehungsweise für verglaste hochaktive Abfälle wurde weitergeführt. Nach dem erfolgreichen Machbarkeitsnachweis und der Erforschung der grundlegenden Eigenschaften solcher Behälter konzentrierten sich die Arbeiten auf die Anwendung des Beschichtungsprozesses in Grossversuchen. Endlagerbehälter und Deckel wurden mittels der sogenannten Coldspray-Technik mit Kupfer beschichtet. Weitere Arbeiten wurden zur Charakterisierung des Korrosionsverhaltens von Kupferschichten durchgeführt, die elektrolytisch und mittels der Coldspray-Methode erzeugt wurden. Dabei zeigte sich, dass beide Kupferschichten ein praktisch identisches Korrosionsverhalten aufweisen wie geschmiedete mit Kupfer ummantelte Stahlbehälter, die bei der schwedischen SKB erprobt werden.

In Zusammenarbeit mit dem britischen TWI (The Welding Institute) wurde für die kupferbeschichteten hemisphärischen Deckel der BE/HAA-Behälter ein neues Schweissverfahren entwickelt, das die thermische Nachbehandlung der Schweissnaht überflüssig machen soll. Dies dient dazu, die Abfälle im Behälter durch den Schweissvorgang nicht zu sehr zu erhitzen. Weitere Schweissverfahren werden zurzeit evaluiert.

2014 hat die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) einen Review-Bericht über die Materialwahl und die Behälterauslegung für BE/HAA-Behälter erstellt, wobei sie ein breites Spektrum von Möglichkeiten betrachtet hat. Die Beurteilung der Eignung beziehungsweise Machbarkeit erfolgte in dieser Studie aufgrund der Bewertung folgender Parameter: mechanische Integrität, Korrosions- und Alterungsverhalten, Einflüsse auf die umgebenen technischen und geologischen Barrieren, Lebensdauer, Herstellungsverfahren und Kosten. Die EMPA kam zum Schluss, dass von allen evaluierten Varianten der kupferbeschichtete Behälter sowie der schwedische Kupfer-Stahl-Behälter die geringsten Projektrisiken aufweisen.

In Zusammenarbeit mit der SKB und der Posiva (Finnland) wurde ein Bericht über die Beständigkeit von sicherheitsrelevanten Eigenschaften von Bentonit bei erwarteten Tiefenlagerbedingungen erstellt. Die Resultate zeigen, dass Bentonit die erhöhten Temperaturen, wie sie nach Einlagerung verbrauchter Brennelemente beziehungsweise verglaster hochaktiver Abfälle im Nahfeld des HAA-Lagers herrschen werden, gut übersteht und die sicherheitstechnischen Anforderungen erfüllt werden.

Im Juni 2014 eröffnete die Nagra im Felslabor Grimsel gemeinsam mit internationalen Forschungspartnern anlässlich des 30-Jahre-Jubiläums die Ausstellung «Untertageforschung weltweit».

Felslabors

Hauptprojekte im Felslabor Grimsel

BELLT (Bentonite Large-scale Load Test) Untersuchung der Langzeitstabilität von Bentonitblöcken unterschiedlicher Dichte und unterschiedlichen Wassergehalts unter Auflast

CFM (Colloid Formation and Migration) Grundlagen der Radionuklidmigration in Kristallingestein. Bildung und Transport von Kolloiden und deren Einfluss auf die Radionuklidmobilität

FEBEXe/DP (Full-scale HLW Engineered Barriers Experiment Extension/Dismantling Project) 1:1-Demonstrationsversuch des Einlagerungskonzepts für hochaktive Abfälle

FORGE[1] (Fate of Repository Gases) Experimente zur Gasmigration in technischen Barrieren (Bentonit/Sand)

GAST (Gas Permeable Seal Test) Gasversiegelungsexperiment: Kontrollierter Gastransport durch die technische Barriere (gasdurchlässige Stollenversiegelungen für das SMA-Lager unter realistischen Bedingungen und in realistischem Massstab)

ISC (In-situ Stimulation and Circulation Test); Test und Entwicklung von Analyseverfahren; Projektstatus: in Vorbereitung

LASMO (Large Scale Monitoring) Überwachung und Charakterisierung der Geosphäre

LCS (Long-term Cement Studies) Langzeitwechselwirkungen zwischen Zementlösungen, Porenwässern und Gestein. Zementinjektionsexperiment JGP – neu in LCS integriert (früher JAEA Grouting Project)

LTD (Long-term Diffusion) Langzeitdiffusion von Radionukliden

MACOTE (Material Corrosion Test) Korrosionsexperimente (Komponenten der technischen Barrieren)

MoDeRn (Monitoring Developments for safe Repository operation and staged closure) Workpackage im EU-Projekt zum Test kabelloser Überwachungssysteme

Plugexperiment (Engineering Studies and Demonstration of Repository Designs, früher ESDRED-Teilprojekt)

[1] Teilprojekt von EU-Projekt

Felslabor Grimsel (FLG)

Seit 1984 forscht die Nagra im Felslabor Grimsel (FLG). Dieses liegt untertag in den kristallinen Gesteinsformationen des Aarmassivs (Berner Oberland). Vielfältige Themen rund um die Entsorgung radioaktiver Abfälle stehen im Zentrum des Interesses der Nagra und ihrer nationalen und internationalen Partner.

Aktuell beteiligen sich 20 Organisationen aus 12 Nationen an den Projekten im FLG. Im Jahr 2014 konnte als neuer Partner die Obayashi Corporation aus Japan begrüsst werden (Teilnahme am Projekt FEBEXe/DP, Abk. von Projektnamen vgl. Kasten links). Beim alljährlichen ISCO-Partnermeeting «International Steering Committee» im Juni 2014 bekräftigten die Vertreter der verschiedenen Organisationen ihr grosses Interesse an den Projekten im Felslabor. Neben der ausgezeichneten Infrastruktur bieten besonders die geologischen Verhältnisse dort mit dem Wechsel zwischen tektonisch stark überprägten und homogen ausgebildeten Bereichen ideale Forschungsbedingungen für die internationalen Partner. Dass es weltweit das einzige Untertagelabor ist, in dem man unter kontrollierten Bedingungen Transportversuche mit Radionukliden (RN) im geklüfteten Gestein durchführen kann, trägt ebenfalls zur Standortattraktivität bei.

Im Mittelpunkt der aktuellen Projektphase (2013 bis 2018) standen die Feinplanung der Arbeitsprogramme und Feldexperimente in den Einzelprojekten. So wurden beispielsweise im Rahmen des CFM-Projekts Anfang 2014 weitere Tests und Anpassungen des Experiment-Setups durchgeführt. Nach Abschluss der Designarbeiten im Mai wurde mit der Installation des «Source-Packers» mit ausgewählten Radiotracern der Langzeit-in-situ-Test begonnen. Im LTD-Projekt wurde die Zirkulation des RN-Tracer-Cocktails «Monopol 2» gestartet und das Langzeit-Monitoring erfolgreich begonnen.

Im Rahmen des FEBEXe/DP-Projekts konzentrierten sich die Aktivitäten in 2014 auf die Vorbereitung des für Frühjahr 2015 geplanten wissenschaftlichen Ausbaus des In-situ-Heizexperiments. Deshalb wurde das Projekt FEBEXe/DP Anfang Juni 2014 gestartet. Die Heizphase und das Langzeit-Monitoring laufen wie geplant parallel weiter. Im LCS-Projekt konzentrierten sich die Aktivitäten auf das Monitoring der In-situ-Experimente sowie die Labor- und Modellierungsaktivitäten. Parallel dazu wurde mit Testbohrungen für die zukünftige Überbohrung der LCS-in-situ-Experimente begonnen.

Nach einer ersten Aufsättigungsphase musste Anfang 2014 die Wasserinjektion im Langzeitversuch GAST unterbrochen werden, nachdem ein Druckabfall verbunden mit Wasseraustritt im Bereich der Kabeldurchführung aufgetreten war. Daraufhin wurde die Ursache untersucht, in den Folgemonaten ein Abdichtungskonzept entwickelt und mit dessen Umsetzung begonnen. Eine Fortführung der Injektions-/Aufsättigungsphase ist für Beginn 2015 geplant. Parallel zu den Arbeiten zur Abdichtung läuft das Langzeit-Monitoring weiter, in welchem das Verhalten des Sand/Bentonit-Materials untersucht wird. Anfang 2014 wurde die Instrumentierung im GAST-mock-up-Experiment erweitert und die Gasinjektion im Juni 2014 gestartet. Der Ausbau und die Untersuchung des Sand/Bentonit-Materials sind für das erste Halbjahr 2015 geplant.

Entnahme eines Bohrkerns im Felslabor Grimsel

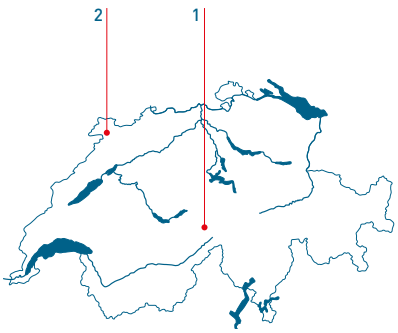
Eindruck aus dem KWO-Stollen, an dessen Seite sich das Felslabor befindet

Ein weiterer Schwerpunkt bildete 2014 der Beginn intensiver Feldarbeiten im Rahmen des LASMO-Projekts. Diese beeinhalten den Aufbau von Messsystemen zur Überwachung von Porendruck, Spannungsänderungen, Bruchverschiebungen und Mikroseismizität während der Entleerung des Räterichsbodensees am Grimsel. Weiter wurde ein Programm zur Durchführung hochauflösender geochemischer Messkampagnen initiiert. Weitere Highlights im Berichtsjahr waren die Installation der Module (Proben aus Kupfer, Karbonstahl und rostfreiem Stahl sowie kupferbeschichtete Proben in MX-80-Bentonit, unter anoxischen Bedingungen) im Rahmen der ersten Experimentphase des MACOTE-Projekts. Gleichzeitig begannen Langzeit-Beobachtung und Wasser-Probennahme. In der ersten Jahreshälfte 2014 konnte erfolgreich der Versuchsstand für die Experimente des BELLT-Projekts eingerichtet und anschliessend der erste Versuch durchgeführt werden.

Das Felslabor stand 2014 wiederum anderen Forschungsgruppen offen. So fand in der zweiten Jahreshälfte das Kick-off-Meeting für das ISC-Projekt statt und die ETH Zürich begann mit ersten Testmessungen.

Aus Anlass des 30-jährigen FLG-Jubiläums wurde im Juni 2014 im Beisein von Partnerorganisationen und Medienvertretern eine Fotoausstellung zum Thema «Untertageforschung weltweit» eröffnet. Des Weiteren wurden auch 2014 wieder viele Besucher begrüsst. Im Rahmen der jährlichen behördlichen Strahlenschutzinspektion und einer Inspektion durch ein Sicherheitsinstitut zur Betriebssicherheit wurden der hohe Standard der FLG-Infrastrukturanlagen und die professionelle Arbeitsweise in einem anspruchsvollen Umfeld hervorgehoben.

Die Gemeinden Guttannen, Innertkirchen und Meiringen sowie viele lokale Firmen haben die Arbeit des FLG auch 2014 wieder intensiv unterstützt. Im Rahmen der sehr guten Zusammenarbeit mit den Kraftwerken Oberhasli (KWO) kam es zu zahlreichen Koordinations- und Informationsmeetings.



1 Felslabor Grimsel (Nagra)
2 Felslabor Mont Terri (Swisstopo)

Überblick über die aktuellen Untersuchungen:
www.grimsel.com
www.mont-terri.ch

Blick aus dem Versuchsstollen mit aufgebautem Podest aus Bentonit im Vordergrund

Nahaufnahme eines Sensors zur Bestimmung von Temperatur und Feuchte

Schlüsselexperimente im Felslabor Mont Terri

CI (Cement-Clay Interaction)
Mineralogische Wechselwirkung zwischen Tongestein und Zement

DB (Deep inclined borehole through OPA)
Kernbohrung durch den gesamten Opalinuston

DB-A (Pore Water Characterization, Benchmarking and Investigation of Interface to Adjacent Aquifer)
Porenwasseruntersuchungen an Proben des DB Experiments

DR-A (Diffusion and Retention)
Diffusion und Rückhaltung von Radionukliden

DR-B (Long-term Diffusion Experiment)
Langzeit-Diffusionsexperiment

FE (Full Scale Emplacement -Demonstration)
1:1-Einlagerungsversuch zur Untersuchung des Stollenumfelds

HE-E (Heater Experiment)
Verhalten der technischen Barrieren unter dem Einfluss von Wärme

HG-A (Gas Path Host Rock and Seals)
Gasfliesswege durch den Opalinuston und entlang von Abdichtungen

HG-D (Reactive Gas Transport in Opalinus Clay)
Reaktiver Gastransport im Tongestein

HT (Hydrogen Transfer)
Transport von Wasserstoffgas

IC (Iron Corrosion in Opalinus Clay)
Korrosionsverhalten verschiedener Stahlsorten in Opalinuston

IC-A (Corrosion of Iron in Bentonite)
Korrosionsverhalten verschiedener Stahlsorten in Bentonit

MA-A Modular platform for microbial studies
Mikrobielle Prozesse in Bentonit-Barriere

VA (Investigation of Spatial Variability within Opalinus Clay)
Variabilität der Gesteinseigenschaften

Beteiligung der Nagra an Experimenten im Felslabor Mont Terri (FMT)
Seit 1996 werden im Rahmen des internationalen Forschungsprojekts Mont Terri (St-Ursanne, Kanton Jura) Experimente zur geologischen, hydrogeologischen, geochemischen und geotechnischen Charakterisierung von Opalinuston durchgeführt. Die Experimentstandorte befinden sich in Seitenstollen der Sicherheitsgalerie des Mont Terri-Autobahntunnels. Das Projekt erlaubt es der Nagra, im Hinblick auf zukünftige Bewilligungsverfahren die Eigenschaften des Opalinustons in Bezug auf die Lagerung radioaktiver Abfälle im Massstab 1:1 vertieft zu untersuchen und das Prozessverständnis zu verbessern.

Derzeit beteiligen sich 15 Partnerorganisationen aus 8 Ländern an den Forschungsvorhaben. Das Untersuchungsprogramm wird durch ein Komitee ausgearbeitet, in dem jeder Partner vertreten ist. Das Projekt Mont Terri steht unter der Leitung des Bundesamts für Landestopografie (Swisstopo). Es wird durch eine «Commission stratégique» begleitet. Die Interessen des Kantons Jura werden durch die «Commission de suivi» vertreten.

In der ersten Jahreshälfte 2014 konnte die 19. Programmphase wie vorgesehen abgeschlossen werden. In der Phase 20 (Juli 2014 – Juni 2015) ist die Nagra an 25 von insgesamt 46 Experimenten beteiligt. Dazu zählt die Fortsetzung des LUCOEX-Projekts aus dem 6. Forschungsrahmenprogramm der EU als Teil des FE-Experiments. Ein neues Experiment zur Untersuchung mikrobieller Prozesse in der Bentonit-Barriere wurde begonnen (MA-A).

Basierend auf den Erfahrungen der Nagra sowie den behördlichen Empfehlungen aus dem Projekt Entsorgungsnachweis liegt das Schwergewicht der Arbeiten auf der vertieften Untersuchung der Eigenschaften des Wirtgesteins (Experimente VA, DB, DB-A), der Diffusion von Radionukliden im Opalinuston (Experimente DR-A und DR-B), des Gastransports (Experimente HG-A, HG-D und HT), der Korrosion von Bau- und Behältermaterialien (IC und IC-A) sowie auf der Weiterführung eines Langzeitexperiments zur Wechselwirkung zwischen Opalinuston und Zement (Experiment CI). Letzterer wird in einem Tiefenlager als Verfestigungs-, Verfüll- und Baumaterial verwendet.

Im Berichtsjahr wurde die Realisierung des Grossversuchs FE fortgeführt. Bei diesem Versuch wird das Verhalten des Opalinustons in der Nähe eines Lagerstollens für verbrauchte Brennelemente im Massstab 1:1 untersucht. Dabei geht es insbesondere um den Einfluss der Temperatur auf hydraulische und mechanische Prozesse im Wirtgestein. Mit dem Versuch werden auch Erfahrungen gesammelt für das Auffahren und die Gebirgssicherung der Lagerstollen sowie für das Einbringen der Behälter und des Verfüllmaterials. Weiter bilden der Verlauf der Aufsättigung des Bentonits und die Entwicklung der Stollenatmosphäre wichtige Untersuchungsziele. Dieser Versuch wird von der EU im Rahmen des Projekts LUCOEX (Abk. vgl. S. 35) kofinanziert. Die Instrumentierung im Versuch wurde abgeschlossen. Von den drei Erhitzeelementen, welche die Behälter für abgebrannte Brennelemente im Versuch darstellen, wurden bis Jahresende zwei eingebracht. Die entsprechenden Stollensegmente wurden anschliessend mit Bentonit verfüllt. Elektrische Heizsysteme simulieren jetzt die Wärmeproduktion der radioaktiven Abfälle.

Teilnehmende des ISCO-Meetings («International Steering Committee»), das 2014 in Thun stattgefunden hat.

Dienstleistungen

Internationale Dienstleistungen und Projekte (IDP)

Der Bereich IDP der Nagra ist sowohl für Projekte, die nicht durch das Schweizerische Nationalprogramm finanziert werden, als auch für das Felslabor Grimsel verantwortlich. Die Dienstleistungen umfassen ein breites Spektrum: strategische Programmplanung, Spezifikation von Abfallinventaren, Standortwahl, Standortcharakterisierung und Standortevaluation, Lagerkonzepte, Entwicklung von Sicherheitsnachweisen, Sicherheitsanalysen, Öffentlichkeitsarbeit, fokussierte Aus- und Weiterbildung sowie Projekte in anderen wissenschaftlichen und technischen Bereichen wie zum Beispiel Geothermie-Erkundungen.

Überprüfung Kosten geologischer Tiefenlager/Entsorgungsprogramm

Im Jahr 2014 wurde mit der Vorbereitung der Kostenstudie 2016 begonnen. Dazu gab der Bund einen Review (Methodik der Kostenschätzung) der Kostenstudie 2011 in Auftrag. Hinsichtlich des Entsorgungsprogramms 2016 hat die Nagra die Auflagen des Bundesrats zum Entsorgungsprogramm 2008 analysiert und einen Vorschlag erarbeitet, wie auf die einzelnen Empfehlungen eingegangen und die Umsetzung nachvollziehbar dokumentiert werden kann. Das Entsorgungsprogramm wird erstmals mit dem RD&D-Plan verknüpft, der zeitgleich mit dem Entsorgungsprogramm und der Kostenstudie eingereicht wird.

Internationale Dienstleistungen und Projekte (IDP)

Mit ihrem aktuellen Know-how kann die Nagra ihre Partner wirkungsvoll unterstützen. Dazu wird ein motiviertes Team von Mitarbeitenden eingesetzt, das sich auch am nationalen Programm aktiv beteiligt. Die Schwerpunkte der internationalen Projektarbeit in 2014 sind im Folgenden skizziert.

Innereuropäisch führten wir die Arbeiten mit ONDRAF/NIRAS (Belgien) zum Sicherheits- und Machbarkeitsnachweis für hoch- und mittelaktive Abfälle weiter. Einige Projekte wurden für RWM (UK) durchgeführt. Zudem haben wir zwei neue Projekte zur Versiegelung tiefer Sondierbohrungen und zum Verhalten der Abfallbehälter begonnen. Unsere Experten waren auch zur Durchführung hydrogeologischer und hydrochemischer Workshops bei RWM eingeladen. In der Schweiz begleiteten die Geowissenschafter der Nagra weiterhin verschiedene Geothermieprojekte, einschliesslich Tiefbohrungen.

Die Nagra unterstützte die Forschungsprogramme der japanischen JAEA in den unterirdischen Felslabors sowie neotektonische Studien in Japan. Ausserdem nahm sie an Workshops der JAEA zur Langzeit-Sicherheitsanalyse der Lagerung verbrauchter Brennelemente teil.

Erweitert wurde die Zusammenarbeit mit RWMC (Japan) durch eine Studie über RD&D-Aktivitäten in der Schweiz. Unsere Zusammenarbeit mit NUMO zu Planung und Design von Demonstrationsexperimenten in Bezug auf geologische Tiefenlagerung in Japan wurde fortgesetzt. Im Herbst wurde zusammen mit der Obayashi Corporation ein neues Projekt gestartet, das Zement/Bentonit-Wechselwirkungen und ihren Einfluss auf Prozesse bei der Gasmigration untersucht.

Das mit der koreanischen KORAD durchgeführte Projekt zu Kriterien der Standortwahl und zur Entwicklung von Forschungsprogrammen für ein Felslabor in Südkorea wurde abgeschlossen; ein Gastwissenschafter der KORAD war dazu bei der Nagra tätig. Die Arbeiten werden mit der Entwicklung geologischer Datenbanken weitergeführt.

Experten der Nagra nahmen 2014 an den Arbeiten der «Geoscience Review Group» (Standortwahl für das HAA-Tiefenlager) und in der «Independent Technical Review Group» (HAA-Programm) der kanadischen NWMO teil. Im Rahmen eines von der NWMO durchgeführten bilateralen Workshops konnten wir unsere weitreichenden Kenntnisse zu Herstellung, Einbringung und Verhalten von Bentonitgranulat einsetzen. Experten der Nagra waren 2014 schliesslich auch an internationalen Aufträgen und Workshops beteiligt, welche die IAEA in China, Südkorea und den USA organisierte.

Internationale Zusammenarbeit

Im Rahmen der verschiedenen bilateralen Abkommen zwischen der Nagra und 16 ausländischen Partnerorganisationen findet ein regelmässiger Informationsaustausch statt. Zudem führt die Nagra mit mehreren Partnern gemeinsame Projekte durch, die teilweise multilateral abgewickelt werden (z. B. bei Projekten in Felslabors in der Schweiz und im Ausland) oder zusammen mit internationalen Organisationen. Daneben gibt es gemeinsame Projekte in Labors von Forschungsinstituten sowie zur Modellentwicklung und zur Evaluation von Datenbanken, darunter das Projekt der OECD/NEA zur Erweiterung einer thermochemischen Datenbank. Die Nagra ist auch am OECD/NEA-Projekt RK&M zur Überlieferung der Information über Tiefenlager an kommende Generationen aktiv beteiligt. Die Ergebnisse der ersten Projektphase wurden 2014 an einer internationalen Konferenz in Verdun (Frankreich) präsentiert.

Neben der formellen Zusammenarbeit führen die internationalen Verbindungen zu vielen persönlichen Kontakten, die es der Nagra ermöglicht, informelle Fachfragen zu diskutieren. Das Netzwerk umfasst neben den Partnerorganisationen insbesondere die wissenschaftliche Fachwelt, die unter anderem über Reviews der wissenschaftlichen Studien der Nagra teilnimmt.

Die Beteiligung an den EU-Forschungsprogrammen bildet einen wichtigen Teil der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der Nagra. Ihre Mitwirkung bei der «Implementing Geological Disposal of Radioactive Waste Technology Platform» (IGD-TP) fördert die Zusammenarbeit mit EU-Partnern. In mehreren der im Entwicklungsprogramm aufgeführten Themen sind technisch-wissenschaftliche Projekte angelaufen oder werden in Arbeitsgruppen bearbeitet.

Mitarbeitende der Nagra sind in Beratungsgremien und Arbeitsgruppen vertreten (u. a. in Belgien, Frankreich, Kanada, Finnland und Schweden). Sie erhalten dadurch Einblick in die Erfahrungen anderer Entsorgungsorganisationen. Über die gemeinsamen Arbeiten hinaus ist die Nagra in mehreren Arbeitsgruppen der OECD/NEA vertreten und wirkt regelmässig in Expertengruppen der IAEA mit. Zudem ist sie Mitglied des EDRAM, eines Interessensverbunds der führenden Entsorgungsorganisationen.

Auch 2014 hat die Nagra an internationalen Tagungen zu einem breiten Spektrum an Themen rund um die Tiefenlagerung teilgenommen. Sie wurde für zahlreiche Vorträge eingeladen und hat im Programmkomitee mehrerer Veranstaltungen, unter anderen der «Clay Conference 2015» und der «International Conference on Geological Repositories ICGR 2016», mitgewirkt.

7. Forschungsrahmenprogramm der EU

PEBS (Long-term Performance of Engineered Barrier Systems)
Überprüfung von thermo-hydro-mechanischen Modellen zur Simulation des HAA-Nahfelds in der frühen Nachbetriebsphase
Koordination: BGR (Deutschland).
Beteiligung: 10 Organisationen aus 5 Ländern. Laufzeit: 2010 – 2014

LUCOEX (Large Underground Concept Experiments)
Demonstration der Einlagerungs- und Verfülltechnologie für geologische Tiefenlager.
Koordination: SKB (Schweden).
Beteiligung: 4 Organisationen aus 4 Ländern. Laufzeit: 2011 – 2015

DOPAS (Full Scale Demonstration of Plugs and Seals)
Untersuchung der Versiegelungskonzepte für die Zugangsbauwerke eines geologischen Tiefenlagers für die Wirtgesteine Tonstein, Steinsalz und Kristallin
Koordination: Andra (Frankreich).
Beteiligung: 14 Organisationen aus 8 Ländern. Laufzeit: 2012 – 2016

CAST (Carbon14 Source Term)
Untersuchung der Freisetzungsrate und Speziation von ^{14}C bei Freisetzung durch Korrosion aktivierter Stähle und Zirkalloy sowie durch Auslaugung von Austauscherharzen und Graphit unter tiefenlagerrelevanten Bedingungen
Koordination: NDA (UK).
Beteiligung: 33 Organisationen aus 15 Ländern. Laufzeit: 2013 – 2018

Forschungsrahmenprogramme der EU

Die Forschungsrahmenprogramme der EU dienen gezielt der Förderung eines europäischen Forschungsraums und sind ein wichtiges Instrument für die Zusammenarbeit bei Forschungsvorhaben in Europa. Herausforderungen für Industrie und Gesellschaft sollen gemeinsam und nicht nur auf einzelstaatlicher Ebene gelöst werden.

Im Januar 2014 startete das 8. Forschungsrahmenprogramm «Horizon 2020 – Forschung und Innovation». Es umfasst ein Gesamtbudget von rund 80 Milliarden Euro. Das bisher parallel laufende Programm für Forschungs- und Ausbildungsmassnahmen im Nuklearbereich («Euratom-Programm») ist jetzt in «Horizon 2020» integriert.

Auf der Grundlage des Forschungsabkommens zwischen der Schweiz und der EU können sich Schweizer Wissenschafterinnen und Wissenschafter seit 2004 an den Forschungsrahmenprogrammen der EU beteiligen. Im Gegenzug leistet die Schweiz einen direkten Beitrag an das Gesamtbudget.

Die Forschungsprojekte zur Lagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen ermöglichen es der Nagra, das notwendige Fachwissen effizient und kontinuierlich auszubauen und wichtige Entwicklungen in Europa mitzugestalten. 2014 hat die Nagra an Projekten des 7. Forschungsrahmenprogramms mitgewirkt (vgl. Textkasten).

Das Projekt «FIRST-Nuclides» (Nuklidfreisetzung Brennelemente) lief von 2012 – 2014. Die Nagra bot Review und Expertenunterstützung.

Im Rahmen des «Horizon-2020»-Programms der EU beteiligt sich die Nagra am Antrag für «MODERN2020» (Monitoring) sowie bei «MIND» (Mikrobiologie) und «CEBAMA» (Zementinteraktionen).

Öffentlichkeitsarbeiten

Die Festlegung von Standortarealen für die Oberflächenanlagen in Etappe 2 des Sachplanverfahrens in Zusammenarbeit mit den Regionalkonferenzen der Standortregionen wurde 2014 erfolgreich abgeschlossen. Die Nagra wurde seitens Behörden, Kantonen, Regionalkonferenzen und Organisationen eingeladen zu informieren, Fragen zu beantworten und Stellungnahmen abzugeben.

Kommunikation und Dialog

Sachliche, kompetente und zeitnahe Information sowie ein Dialog auf Augenhöhe sind die Grundlagen für Vertrauen. Die Öffentlichkeitsarbeit der Nagra hat die Aufgabe, den Kontakt mit der Öffentlichkeit zu pflegen sowie verständlich, transparent und zielgruppengerecht zu informieren. Dabei bedient sie sich einer Vielzahl von Kommunikationsmitteln und Kontaktmöglichkeiten: Website, Broschüren, Filme, Medienmitteilungen, Führungen in Felslabors, Vorträge, Erlebnisausstellung TIME RIDE, Teilnahme an regionalen Gewerbemessen und Diskussionsplattformen.

TIME RIDE

Die Nagra war nach den beiden Vorjahren auch 2014 mit der Erlebnisausstellung «TIME RIDE – die Reise durch Raum und Zeit» unterwegs. 2014 war die Ausstellung an 51 Tagen im Verkehrshaus der Schweiz zu sehen, ferner war sie an der Muba in Basel (10 Tage), an der AMA in Aarau (5 Tage) und an der Olma in St.Gallen (11 Tage) vertreten. Die Ausstellung wurde bis Ende 2014 von rund 160 500 Personen besucht. Die Rückmeldungen sind grösstenteils positiv. Die Ausstellung bringt Besuchern den Opalinuston näher, ein Gestein, das sich zur langfristig sicheren Lagerung der radioaktiven Abfälle eignet. Es ist geplant, die Erlebnisausstellung in reduziertem Umfang auch während des nächsten Jahres einzusetzen.

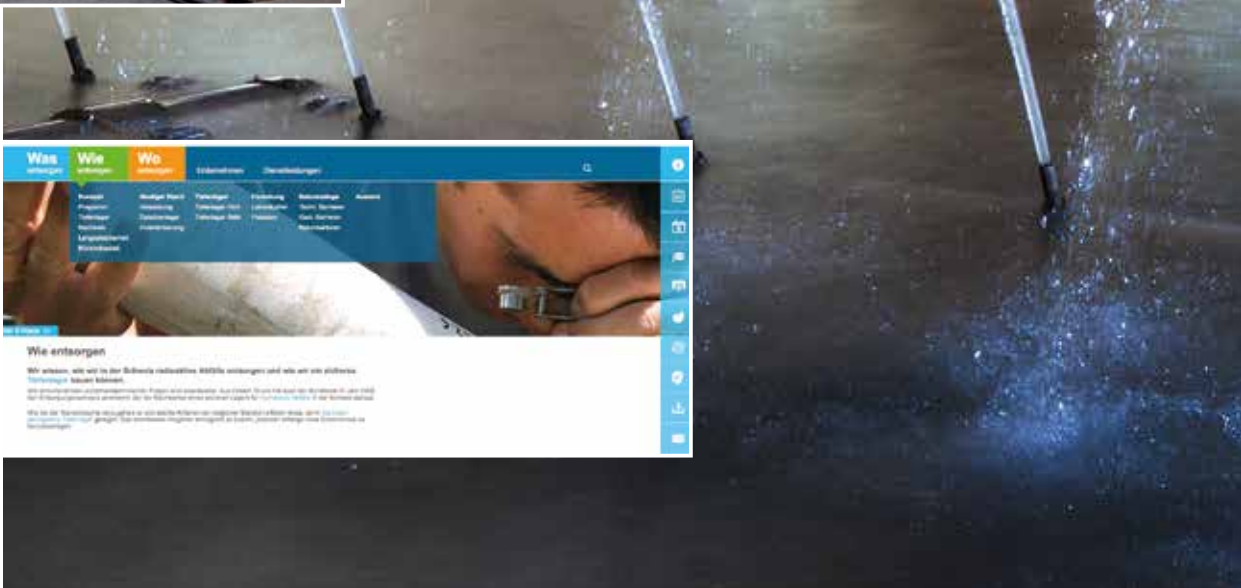
Ausstellungen und Führungen – Nagra vor Ort

Die Nagra war im Jahr 2014 an 15 Gewerbeausstellungen und -märkten vertreten (30 Jahre Kernkraftwerk Leibstadt, Frauenfeld, Rümlang, Herznach, Wölflinswil, Ossingen, Will-Gansingen, Veltheim, Andelfingen, Waldshut, Frick, Laufenburg, Kleindöttingen, Schaffhausen und Winterthur). Diese Veranstaltungen boten eine gute Gelegenheit zum direkten Meinungsaustausch mit den Besuchern.

Insgesamt besichtigten 6246 Besucherinnen und Besucher die beiden Felslabors Grimsel und Mont Terri. Ins Felslabor Grimsel kamen 1081 Personen, das Felslabor Mont Terri besuchten 5165 Personen. Die Nagra organisierte drei Besuchstage im Felslabor Mont Terri speziell für die Bevölkerung aus den möglichen Tiefenlager-Standortregionen.

Nagra in der Schule

Die Nagra wurde zu Schulbesuchen eingeladen und beteiligte sich an drei «TecDays» sowie den Lehrerweiterbildungen im Kernkraftwerk Leibstadt und im Kernkraftwerk Gösgen. Die Schullektionen «Spuren der Zukunft», «Geologie – Grundlagen und Anwendung» und «Philion-Experimentierset» wurden auf Aktualität überprüft, angepasst und nachgedruckt. Der Schulflyer «Ergänzende Angebote zum Unterricht» wurde überarbeitet und neu gestaltet. Im Rahmen «30 Jahre FLG» führte die Nagra eine eintägige Lehrerwei-



Aufnahmen für das Video zum FE-Experiment (kleines Bild oben)

Die Nagra war auch 2014 mit der Erlebnisausstellung TIME RIDE unterwegs.

Seit November 2014 präsentiert sich die Nagra-Website mit modernem Design und neuer Struktur (kleines Bild rechts).

terbildung für Lehrpersonen zum Philion-Experimentierset durch. Ferner nahm sie am Weiterbildungsseminar für Lehrpersonen des Forum Vera am 12./13. September mit Podiumsdiskussion zum Thema «Entsorgung radioaktiver Abfälle» teil. Die Nagra verschickte zwei Newsletter für Lehrpersonen.

Angebot für Leserinnen und Leser

Im Berichtsjahr versandte die Nagra zwei Ausgaben von «nagra info» an die rund 19 000 Abonnentinnen und Abonnenten sowie im Streuversand an rund 300 000 Haushalte in den Standortregionen. Im Rahmen der Bezeichnung der Standorte für Oberflächenanlagen wurden für die Regionen Nördlich Lägern und Zürich Nordost Faktenblätter erstellt. Im Berichtsjahr mussten viele Printprodukte wegen der hohen Nachfrage nachgedruckt werden. Die Printprodukte können bestellt oder von der Nagra-Website heruntergeladen werden. Bis Ende Jahr hat die Nagra – parallel zur Berichterstattung in Etappe 2 – intensiv an einem Themenheft und einen Faltblatt gearbeitet, welche Methode und Ergebnisse des sicherheitstechnischen Vergleichs verständlich und in Kürze zusammenfassen. Die Publikationen wurden Ende Januar 2015 veröffentlicht.

www.nagra.ch
Informations- und Fachwebsite der Nagra

www.timeride.ch
Informationen zur Erlebnisausstellung TIME RIDE

www.seismik-news.ch
Seismische Messungen

www.erdwissen.ch
Erdwissenschaftlicher Blog, gekoppelt mit Social Media

Neuer Internetauftritt der Nagra

Via Internet (Websites und Newsletter) kann die Nagra die Bevölkerung unmittelbar und rasch informieren. Die dreisprachige Website www.nagra.ch wird laufend aktuell gehalten (News, Medien) und fachlich ergänzt. Der Internetauftritt der Nagra wurde 2014 grundlegend überarbeitet: Seit 18. November präsentiert sich die Website modern und inhaltlich klar strukturiert. Die neue Website wurde im sogenannten «Responsive Webdesign» gestaltet und ist somit auch auf Smartphones und Tablets abrufbar. Der elektronische Newsletter der Nagra (e-info) wurde im Jahr 2014 in zwei Ausgaben versandt.

Die Arbeit der Nagra im Fokus der Medien

Die Nagra führte 2014 ihr erstes Jahres-Mediengespräch durch, das künftig zu einer festen Institution werden soll. 19 Journalisten (Print, Radio und TV) nahmen an der Premiere teil. Es folgten ausführliche Presseberichte (37 Zeitungsartikel, 5 Online-Artikel und 5 Radio- / TV-Beiträge). 2014 wurden fünf Medienmitteilungen publiziert und zum FE-Experiment ein Reportagevideo produziert. Das Interesse an der nuklearen Entsorgung nimmt im Lauf des Sachplanverfahrens kontinuierlich zu. So besuchte zum Beispiel die sda anlässlich «30 Jahre FLG» das Felslabor Grimsel, die Berichte wurden in diversen Printmedien aufgegriffen. Das FE-Experiment war ein grosser Bestandteil in der Berichterstattung über unsere Arbeit (ausführliche Berichte über Medienanlass). Die Nagra begleitete die Journalistenreisen des Nuklearforums nach Schweden und Finnland sowie die regionale Reise ins FMT. Aus beiden Anlässen resultierten ausführliche Artikel und Berichte.

Organisation und Trägerschaft

Präsidentin der Verwaltung

Corina Eichenberger
Präsidentin der Verwaltung

«Die Sicherheit von Mensch und Umwelt muss bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle prioritär sein. Die Entsorgung darf auch keine negativen Auswirkungen auf die Menschen haben und muss verträglich sein mit den Bedürfnissen der Region. Es liegt mir persönlich am Herzen, dass wir diese Herausforderung auch in Zukunft meistern und mit höchstem Verantwortungsbewusstsein angehen.»

Geschäftsleitung

Dr. Thomas Ernst
Vorsitzender der Geschäftsleitung

«Nur geologische Tiefenlager können den sicheren Einschluss radioaktiver Abfälle für Jahrtausende sicherstellen.»

Dr. Markus Fritschi
Bereichsleiter Lagerprogramme, Öffentlichkeit

«Unsere Verpflichtung gegenüber kommenden Generationen ist, diese Umweltschutzaufgabe auch in der Schweiz umzusetzen und sie nicht auf die lange Bank zu schieben. Die Grundlagen dazu liegen vor.»

Dr. Piet Zuidema
Leiter Technik & Wissenschaft

«Die Forschungs- und Untersuchungsprogramme der Nagra haben zu einem guten Kenntnisstand geführt. In der Schweiz haben wir Wirtgesteine von hervorragender Qualität für den Einschluss radioaktiver Abfälle. Geologische Tiefenlager können mit der geforderten Sicherheit realisiert werden.»

Verwaltung und Geschäftsstelle

Geschäftsstelle
Ende des Jahres 2014 waren bei der Geschäftsstelle 102 Personen angestellt (98 Festangestellte und 4 Teilzeitmitarbeitende/Aushilfen). Zusammen belegten sie 91,0 Vollzeitpensen.

Verwaltung und Generalversammlung
Die Verwaltung hielt fünf Sitzungen zur Behandlung der laufenden Geschäfte sowie zwei Klausuren ab. Wichtiger Themenschwerpunkt war in allen Sitzungen die Begleitung des Sachplanverfahrens. Die Verwaltung nahm zudem Kenntnis von den geplanten Forschungs- und Projektierungsarbeiten für das Jahr 2015 und genehmigte einen entsprechenden Rahmenkredit.

Der Technische Ausschuss traf sich zu drei Sitzungen und die Kommission für Kommunikation und Information hielt zwei Sitzungen ab. Die Finanzkommission tagte zwei Mal. Sie nahm Stellung zum Jahresabschluss 2013, zum Budget 2015 sowie zur kumulierten Rechnung.

Die ordentliche Generalversammlung der Nagra fand am 26. Juni in Bern statt. Die Genossenschafter genehmigten den Geschäftsbericht und die Jahresrechnung 2013. Nationalrätin Corina Eichenberger wurde zur neuen VR-Präsidentin gewählt. Sie trat die Nachfolge von Ständerat Pankraz Freitag an, der im Oktober 2013 verstarb.

Genossenschafter, Verwaltung, Kommissionen, Revisionsstelle

Genossenschafter
Schweizerische Eidgenossenschaft
Bern

Axpo Power AG
Baden

BKW Energie AG
Bern

Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG
Däniken

Kernkraftwerk Leibstadt AG
Leibstadt

Alpiq Suisse SA
Lausanne

Zwilag Zwischenlager
Würenlingen AG

Verwaltung
Corina Eichenberger
Kölliken (AG)
Präsidentin Nagra
(ab 26. Juni 2014)

Dr. Stephan W. Döhler
Vizepräsident
Axpo Power AG

Dr. Philipp Hänggi
BKW Energie AG
(ab 1. September 2014)

Walter Heep
Zwilag Zwischenlager
Würenlingen AG

Hermann Ineichen
BKW Energie AG
(bis 1. September 2014)

Dr. Thomas Kohler
Alpiq Suisse SA

Dr. Andreas Pfeiffer
Kernkraftwerk Leibstadt AG

Dr. Michaël Plaschy
Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG

Dr. Thierry Strässle
Schweizerische Eidgenossenschaft

Peter Zbinden
Erlenbach (ZH)
ehem. Vorsitzender der
GL AlpTransit Gotthard AG

Technischer Ausschuss
Dr. Thomas Kohler
Vorsitz
Alpiq Suisse SA
(ab 26. Juni 2014)

Dr. Michaël Plaschy
Vorsitz
Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG
(bis 26. Juni 2014)

Finanzkommission
Urs Helfer
Vorsitz
Axpo Power AG

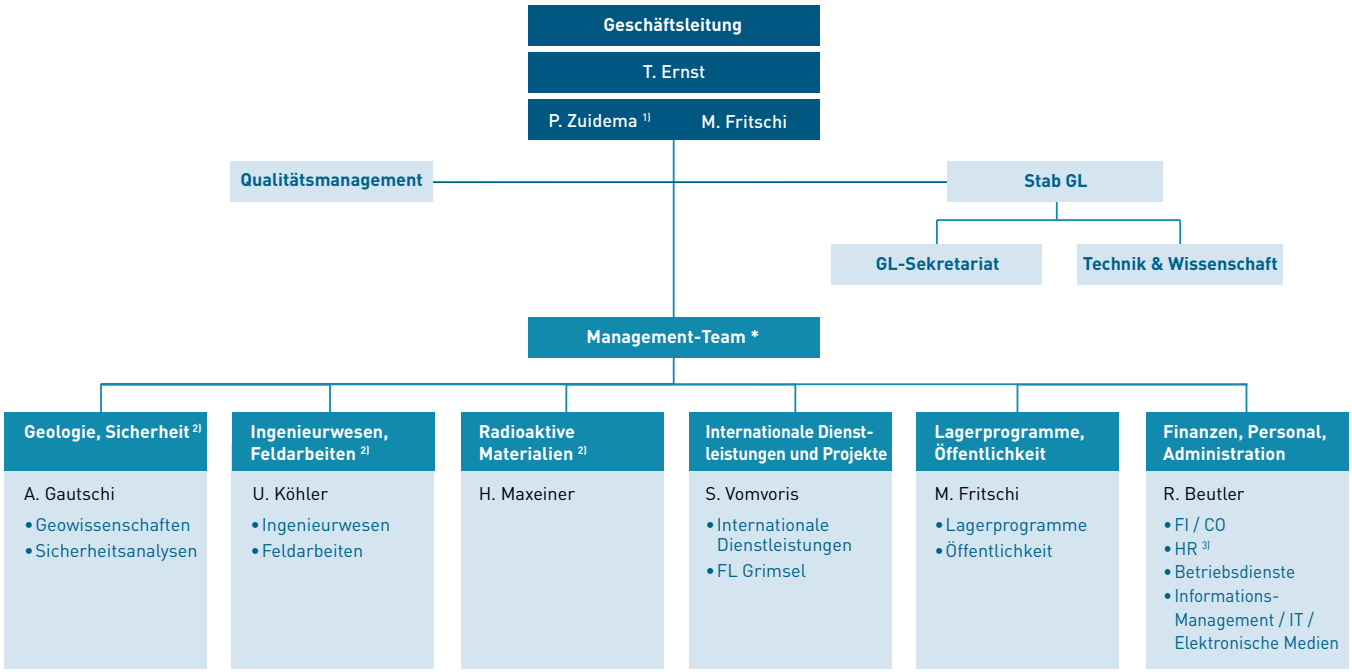
Kommission für Rechtsfragen
Hansueli Sallenbach
Vorsitz
Axpo Holding AG

Kommission für Kommunikation und Information
Hermann Ineichen
Vorsitz
BKW Energie AG
(bis 1. September 2014)

Dr. Philipp Hänggi
Vorsitz
BKW Energie AG
(ab 1. September 2014)

Revisionsstelle
PricewaterhouseCoopers AG
Zürich

Organigramm der Geschäftsstelle



* Mitglieder des Management-Teams:
T. Ernst, M. Fritschi, P. Zuidema, R. Beutler, A. Gautschi, U. Köhler, H. Maxeiner, A. Murer, A. Scheidegger, S. Vomvoris

Dezember 2014

[1] P. Zuidema ist Leiter Technik & Wissenschaft.
[2] Die Bereiche «Geologie, Sicherheit», «Ingenieurwesen, Feldarbeiten» und «Radioaktive Materialien» rapportieren dem Leiter Technik & Wissenschaft direkt.
[3] Direkter Zugang zur Geschäftsleitung

Jahresrechnung 2014

Kommentar zur Jahresrechnung 2014

Der Gesamtaufwand reduzierte sich gegenüber dem Vorjahr insgesamt um rund 1,3 Mio. CHF. Die Projektkosten inkl. Gebühren reduzierten sich dabei um 2,3 Mio. CHF. Der Personalaufwand stieg gegenüber 2013 um 0,7 Mio. CHF an, dies vor allem aufgrund von Zunahmen der Pensionskasseneinkäufe, der Rückstellung für die Unternehmenserfolgskomponente (UEK), der Dienstalterszulagen, der Überzeitentschädigungen sowie für befristete Anstellungen zur Bewältigung der Arbeiten. Der übrige Betriebsaufwand stieg infolge der zusätzlich gemieteten Bürofläche und verschiedenen weiteren Positionen um insgesamt 0,3 Mio. CHF.

Im Berichtsjahr nahm die Gesamtleistung der Nagra analog zum Gesamtaufwand gegenüber dem Vorjahr um 1,3 Mio. CHF auf 57,7 Mio. CHF ab. Die nicht mehr benötigte Rückstellung für allfällige Verpflichtungen der inzwischen liquidierten Genossenschaft für Nukleare Entsorgung Wellenberg (GNW) wurde per 31. Dezember 2014 aufgelöst (4,7 Mio. CHF). Insgesamt reduzierten sich die Beiträge der Genossenschafter um 5,4 Mio. CHF auf 49,3 Mio. CHF.

Weitere Informationen zu ausgewählten Positionen finden sich im Anhang zur Jahresrechnung.

Wettingen, 27. März 2015

Dr. Thomas Ernst, Vorsitzender der Geschäftsleitung

Bilanz

Aktiven	31.12.2013 CHF	31.12.2014 CHF	
Grundstücke und Gebäude	1 480 000	1 450 000	
Übrige Sachanlagen	193 296	134 262	
Anlagevermögen	**1 673 296**	**1 584 262**	1
Aufträge in Arbeit	812 653	915 335	2
Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	312 454	481 813	3
Übrige Forderungen	35 829	21 576	
Aktive Rechnungsabgrenzungen	1 737 461	482 782	4
Flüssige Mittel	15 713 313	13 207 873	5
Umlaufvermögen	**18 611 710**	**15 109 379**	
Aktiven	**20 285 006**	**16 693 641**	

Passiven			
Genossenschaftskapital	140 000	140 000	
Eigenkapital	**140 000**	**140 000**	
Rückstellungen	6 469 831	1 905 796	6
Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen	8 490 658	8 848 726	7
Vorauszahlungen	1 412 930	1 907 763	2
Übrige Verbindlichkeiten	859 986	1 041 847	
Passive Rechnungsabgrenzungen	2 911 601	2 849 509	8
Fremdkapital	**20 145 006**	**16 553 641**	
Passiven	**20 285 006**	**16 693 641**	

Erläuterungen im Anhang Seite 48

Betriebsrechnung

Gesamtleistung	2013 CHF	2014 CHF	
Verwaltungskostenbeiträge	700 000	700 000	
Beiträge für Projektaufwendungen	54 047 200	48 628 415	
Beiträge der Genossenschafter	**54 747 200**	**49 328 415**	
Forschungsbeiträge	95 366	517 642	
Ertrag übrige Dienstleistungen an Genossenschafter	790 730	373 554	
Ertrag aus Leistungen für Dritte	3 294 237	2 726 037	
Erträge aus Lieferungen und Leistungen	**4 180 333**	**3 617 233**	9
Gewinn aus Veräusserung von Anlagevermögen	**4 037**	**11 609**	10
Übriger Betriebsertrag	**57 936**	**4 761 884**	
Gesamtleistung	**58 989 506**	**57 719 141**	

Gesamtaufwand			
Fremdleistungen	40 223 581	37 907 771	11
Personalaufwand	15 926 993	16 646 194	12
Abschreibungen	167 511	175 991	
Übriger Betriebsaufwand	2 590 287	2 845 883	13
Betriebsaufwand	**58 908 372**	**57 575 839**	
Finanzertrag	–29 488	–26 435	
Finanzaufwand	46 632	67 499	
Steuern	63 990	102 238	
Finanzerfolg und Steuern	**81 134**	**143 302**	
Gesamtaufwand	**58 989 506**	**57 719 141**	

Erläuterungen im Anhang Seite 48

Geldflussrechnung

Veränderung der flüssigen Mittel	2013 CHF	2014 CHF	
Jahresergebnis	–	–	
Abschreibungen	167 511	175 991	1
Bildung Rückstellungen	414 633	216 137	6
Auflösung Rückstellungen	–220 000	–4 780 173	6
Veränderung Netto-Umlaufvermögen	–9 483 760	1 969 562	
Geldfluss aus Geschäftstätigkeit	**–9 121 616**	**–2 418 483**	
Investitionen	–108 187	–86 957	1
Geldfluss aus Investitionstätigkeit	**–108 187**	**–86 957**	
Einzahlung Genossenschaftskapital	–	–	
Geldfluss aus Finanzierungstätigkeit	**–**	**–**	
Veränderung flüssige Mittel	**–9 229 803**	**–2 505 440**	

Nachweis			
Flüssige Mittel per 01.01.	24 943 116	15 713 313	
Flüssige Mittel per 31.12.	15 713 313	13 207 873	
Veränderung flüssige Mittel	**–9 229 803**	**–2 505 440**	5

Erläuterungen im Anhang Seite 48

Anhang

Grundsätze der Rechnungslegung

Die Jahresrechnung 2014 der Nagra wurde nach den Rechnungslegungsgrundsätzen des Schweizerischen Obligationenrechtes erstellt.
Die vorliegende Jahresrechnung wurde in Anwendung der zweijährigen Übergangsbestimmungen zum neuen Rechnungslegungsrecht nach den bis zum 31. Dezember 2012 gültigen Bestimmungen des Schweizerischen Obligationenrechtes über die Buchführung und Rechnungslegung erstellt.

Bewertungsgrundsätze

Wertbeeinträchtigung von Aktiven
Die Abfallverursacher (identisch mit den Genossenschaftern der Nagra) sind aufgrund des Kernenergiegesetzes verpflichtet, die Entsorgung radioaktiver Abfälle zu finanzieren. Die Genossenschafter haben sich untereinander vertraglich verpflichtet, sämtliche Aufwendungen der Nagra zu bezahlen. Aus Sicht der Gesellschaft besteht kein Hinweis, dass einzelne Genossenschafter dieser Verpflichtung nicht nachkommen könnten. Somit ist die Werthaltigkeit des Vermögens gegeben.

Anlagevermögen

Sachanlagen
Die Sachanlagen werden zu Anschaffungskosten abzüglich der kumulierten Abschreibungen bilanziert. Die Abschreibungen erfolgen planmässig über die erwartete Nutzungsdauer der Anlagen. Investitionen in Hardware unter 20 TCHF im Einzelfall und in Software unter 100 TCHF im Einzelfall werden direkt der Erfolgsrechnung belastet.
Die Abschreibungsdauern bewegen sich für die einzelnen für die Nagra relevanten Anlagekategorien innerhalb folgender Bandbreiten:

Grundstücke	Abschreibung nur bei Werteinbusse
Gebäude	20 bis 50 Jahre
Betriebs- und Geschäftsausstattungen	5 bis 10 Jahre
Informationstechnologie Hard- und Software	2 bis 3 Jahre

Umlaufvermögen

Aufträge in Arbeit
Unter den Aufträgen in Arbeit werden die Aufwendungen sämtlicher laufender kommerzieller Projekte zum Bilanzstichtag zu Anschaffungs- oder Herstellkosten aktiviert.

Forderungen
Forderungen werden zu Nominalwerten abzüglich betriebswirtschaftlich notwendiger Wertberichtigungen ausgewiesen.

Flüssige Mittel
Die flüssigen Mittel enthalten Kassenbestände, Post- und Bankguthaben sowie Geldanlagen bis 90 Tage bei Banken. Sie sind zu Nominalwerten bilanziert.

Fremdkapital

Rückstellungen
Die Rückstellungen werden am Bilanzstichtag zum aktuellen Nominalwert bilanziert.

Verbindlichkeiten
Die Verbindlichkeiten beinhalten kurzfristige Schulden, die zum Nominalwert bilanziert sind.

Vorauszahlungen
Unter den Vorauszahlungen werden die Anzahlungen für laufende kommerzielle Projekte bilanziert.

Anmerkungen zu Bilanz, Betriebs- und Geldflussrechnung

1 **Anlagevermögen**

	Grundstücke und Gebäude	Büro und Werkstatt	Fahrzeuge	Total
	TCHF	TCHF	TCHF	TCHF
Anschaffungswert per 01.01.2013	**1 825**	**462**	**673**	**2 960**
Zugänge		108		108
Abgänge			–36	–36
Umbuchungen				0
Anschaffungswert per 31.12.2013	**1 825**	**570**	**637**	**3 032**
Zugänge			87	87
Abgänge			–71	–71
Umbuchungen				0
Anschaffungswert per 31.12.2014	**1 825**	**570**	**653**	**3 048**
Kum. Abschreibungen 01.01.2013	**315**	**358**	**555**	**1 228**
Zugänge	30	84	53	167
Abgänge			–36	–36
Umbuchungen				0
Kum. Abschreibungen 31.12.2013	**345**	**442**	**572**	**1 359**
Zugänge	30	83	63	176
Abgänge			–71	–71
Umbuchungen				0
Kum. Abschreibungen 31.12.2014	**375**	**525**	**564**	**1 464**
Bilanzwert 01.01.2013	**1 510**	**104**	**118**	**1 732**
Bilanzwert 31.12.2013	**1 480**	**128**	**65**	**1 673**
Bilanzwert 31.12.2014	**1 450**	**45**	**89**	**1 584**

Die maximalen Brandversicherungsleistungen für die Sachanlagen betrugen am 31. Dezember 2014 17 387 TCHF (2013: 15 726 TCHF) pro Schadenfall.

2 **Aufträge in Arbeit und Vorauszahlungen**

Die aktivierten Aufträge in Arbeit und die passivierten Vorauszahlungen resultieren ausschliesslich aus Aufträgen von Dritten. Aus den laufenden Projekten werden sämtliche Aufwendungen unter Aufträge in Arbeit aktiviert und sämtliche Debitorenrechnungen unter Vorauszahlungen passiviert.

3 **Forderungen aus Lieferungen und Leistungen**

	31.12.2013 TCHF	31.12.2014 TCHF
Forderungen Genossenschafter	68	82
Forderungen Dritte	244	400
Total	**312**	**482**

Die grössten offenen Posten bestehen mit 120 TCHF und 84 TCHF im Zusammenhang mit Tests in den Felslabors.

4 **Aktive Rechnungsabgrenzungen**

Die aktiven Rechnungsabgrenzungen beinhalten den Ausgleich der Jahresrechnung durch die Genossenschafter, die noch offene Weiterverrechnung PSI, die Vorauszahlung der Miete Januar 2015 und weitere kleinere Posten.

5 **Flüssige Mittel**

Die flüssigen Mittel betragen per 31.12.2014 13 208 TCHF. Im Berichtsjahr haben sie um 2 505 TCHF abgenommen. Diese Abnahme ist in erster Linie auf die ertragswirksame Auflösung der Rückstellung GNW (4 726 TCHF) zurückzuführen, da dadurch weniger Projektkostenbeiträge von den Genossenschaftern eingefordert wurden. Per 31. Dezember 2014 bestanden keine Festgeldanlagen.

6 Rückstellungen

	31.12.2013 TCHF	31.12.2014 TCHF
Nicht bezogene Ferien/Überstunden	1 605	1 822
Rückstellungen für Umstrukturierungen	139	84
Rückstellungen für GNW-Verbindlichkeiten	4 726	0
Total	**6 470**	**1 906**

Insgesamt haben die Rückstellungen um 4 564 TCHF abgenommen.

Im Geschäftsjahr 2003 übernahm die Nagra von der inzwischen liquidierten GNW (Genossenschaft für Nukleare Entsorgung Wellenberg, Wolfenschiessen) allfällige Verpflichtungen für den Standort Wellenberg gegen eine einmalige Zahlung von rund 4 800 TCHF. Mit der daraus gebildeten Rückstellung sollen während 10 Jahren insbesondere nachlaufende Rekultivierungsaufgaben, die Erstellung der Projektdokumentation und des Schlussberichtes sowie verschiedene Gebühren beglichen werden. Im laufenden Geschäftsjahr sind wiederum keine entsprechenden Aufwendungen angefallen. Gemäss Beschluss des Verwaltungsrats aus dem Jahr 2010 wurde diese Rückstellung nun per 31. Dezember 2014 aufgelöst (4 726 TCHF).

7 Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen

	31.12.2013 TCHF	31.12.2014 TCHF
Verbindlichkeiten Genossenschafter	7	4
Verbindlichkeiten Dritte	8 484	8 845
Total	**8 491**	**8 849**

Die grössten Gläubiger zum Bilanzstichtag sind das PSI (Jahresprogramm 2014), das BFE und das ENSI, in der Höhe von total 3 517 TCHF.

8 Passive Rechnungsabgrenzungen

Die passiven Rechnungsabgrenzungen liegen im Berichtsjahr mit 2 850 TCHF praktisch auf Vorjahreshöhe (2013: 2 912 TCHF). Es handelt sich hierbei um Periodenabgrenzungen für bezogene Leistungen und entstandene Verpflichtungen.

9 Erträge aus Lieferungen und Leistungen

Die Erträge aus Lieferungen und Leistungen sind mit insgesamt 3 617 TCHF um 563 TCHF tiefer ausgefallen als im Vorjahr (Dritte –568 TCHF, Forschungsaufträge +422 TCHF, Genossenschafter –417 TCHF).

10 Gewinn aus Veräusserung von Anlagevermögen

Im Berichtsjahr wurden 2 Fahrzeuge ersetzt. Diese und weitere kleinere Erlöse resultieren in einem Gewinn aus der Veräusserung von Anlagevermögen in der Höhe von 12 TCHF.

11 Fremdleistungen

	31.12.2013 TCHF	31.12.2014 TCHF
Projekte	24 026	22 724
Kommunikation	3 767	3 698
Gebühren (ENSI, BFE)	11 518	10 775
Reisekosten	913	710
Total	**40 224**	**37 907**

12 Personalaufwand

Der Personalaufwand erhöhte sich im Rahmen der von der Verwaltung genehmigten Ressourcenplanung gegenüber dem Vorjahr um 4.5 % auf 16 646 TCHF. Die grösste Zunahme gegenüber dem Vorjahr bilden die Aufwendungen für die Einkäufe in die Pensionskasse (0,3 Mio. CHF). Mit einer Zunahme von je 0,1 Mio. CHF gegenüber dem Vorjahr stehen Überzeitentschädigungen, die Rückstellung für die UEK, Dienstalterszulagen sowie befristete Anstellungen zur Bewältigung der Arbeiten zu Buche. Der Personalbestand Ende Jahr von 91.0 Vollzeitstellen (ohne befristete Aushilfsstellen und ohne Lernende) hat gegenüber dem Vorjahr um 2.2 Vollzeitstellen abgenommen.

13 **Übriger Betriebsaufwand**

Im übrigen Betriebsaufwand sind unter anderem Mieten und Liegenschaftsaufwand mit 1 149 TCHF, Aufwand für Informatik von 421 TCHF, für Telefonie und Mobilkommunikation von 197 TCHF, für Kopien und Drucksachen von 168 TCHF sowie weitere Betriebskosten von rund 911 TCHF enthalten.

Weitere Angaben

Risikobeurteilung

Die Verwaltung setzt sich regelmässig mit der Risikosituation der Genossenschaft auseinander. Die Risikosituation wird aufgrund einer systematischen Erhebung und Beurteilung der wesentlichen Geschäftsrisiken in einem Risikobericht dokumentiert, der der Verwaltung zur Genehmigung vorgelegt wird. Die Verwaltung hat den Risikobericht 2014 an ihrer Sitzung vom 02. Juli 2014 verabschiedet und Massnahmen, soweit erforderlich, beschlossen.

Ausserbilanzgeschäfte

Per Stichtag 31.12.2014 waren keine Ausserbilanzgeschäfte offen.

Eventualverpflichtungen

Für die Sicherstellung des zentralisierten Abrechnungsverfahrens der Zollverwaltung (ZAZ) bei der Eidg. Oberzolldirektion musste die Bareinlage von 6 TCHF auf 8 TCHF erhöht werden. Das Guthaben ist unter übrige Forderungen bilanziert. Es bestehen per Stichtag 31. Dezember 2014 keine Bankgarantien

Transaktionen mit nahestehenden Personen

Als Transaktionen mit nahe stehenden Personen gelten die Transaktionen mit den Genossenschaftern gemäss Seite 41. Es bestehen keine weiteren Transaktionen mit nahe stehenden Personen.

Ereignisse nach dem Bilanzstichtag

Nach dem Bilanzstichtag vom 31. Dezember 2014 sind bis zum 27. März 2015 keine Ereignisse eingetreten, die erwähnenswert sind. An diesem Datum wurde die Jahresrechnung von der Verwaltung der Nagra genehmigt.

Kumulierte Rechnung

Gesamtleistung	Zugang 2013 CHF	Stand 31.12.2013 CHF	Zugang 2014 CHF	Stand 31.12.2014 CHF
Schweizerische Eidgenossenschaft	1 561 045	34 248 415	1 404 202	35 652 617
Axpo Power AG	11 910 706	258 627 213	10 716 968	269 344 181
BKW Energie AG	5 781 429	119 976 878	5 201 679	125 178 557
Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG	15 821 236	335 926 089	14 235 011	350 161 100
Kernkraftwerk Leibstadt AG	18 972 784	377 561 542	17 070 555	394 632 097
Beiträge für Projektaufwendungen	**54 047 200**	**1 126 340 137**	**48 628 415**	**1 174 968 552**
Verwaltungskostenbeiträge	700 000	87 470 000	700 000	88 170 000
Beiträge der Genossenschafter an Nagra	**54 747 200**	**1 213 810 137**	**49 328 415**	**1 263 138 552**
Beiträge der GNW	**–**	**65 265 331**	**–**	**65 265 331**
Beiträge total	**54 747 200**	**1 279 075 468**	**49 328 415**	**1 328 403 883**

14

Erläuterungen Seite 54

Gesamtaufwand	Zugang 2013 CHF	Stand 31.12.2013 CHF	Zugang 2014 CHF	Stand 31.12.2014 CHF
Erdwissenschaftliche Arbeiten	4 620 032	184 943 137	4 046 390	188 989 527
Nukleartechnik und Sicherheit	2 302 842	45 805 047	2 491 475	48 296 522
Radioaktive Materialien	2 195 806	39 378 263	2 089 580	41 467 843
Anlagenplanung	2 462 591	28 532 679	1 995 666	30 528 345
Standortunabhängige Arbeiten	3 704 304	97 964 515	4 196 531	102 161 046
Allgemeine Programmkosten	4 418 318	80 528 735	1 996 231	82 524 966
Gebühren und Abgeltungen	6 545 644	47 085 472	6 083 978	53 169 450
Programm SMA	**26 249 537**	**524 237 848**	**22 899 851**	**547 137 699**
Erdwissenschaftliche Arbeiten	4 634 335	326 316 582	5 464 160	331 780 742
Nukleartechnik und Sicherheit	3 767 137	65 285 959	4 063 048	69 349 007
Radioaktive Materialien	707 806	24 810 608	791 990	25 602 598
Anlagenplanung	2 464 891	23 920 874	1 437 199	25 358 073
Standortunabhängige Arbeiten	6 676 311	108 871 499	7 699 839	116 571 338
Allgemeine Programmkosten	4 575 156	66 459 993	1 580 435	68 040 428
Gebühren und Abgeltungen	4 972 027	51 702 105	4 691 893	56 393 998
Programm HAA	**27 797 663**	**667 367 620**	**25 728 564**	**693 096 184**
Projektaufwand für Lagerprogramme	**54 047 200**	**1 191 605 468**	**48 628 415**	**1 240 233 883**
Verwaltungs- und allgemeine Projektaufwendungen	**700 000**	**87 470 000**	**700 000**	**88 170 000**
Total Aufwendungen für Lagerprogramme SMA, HAA und Verwaltungs- und allgemeine Projektaufwendungen	**54 747 200**	**1 279 075 468**	**49 328 415**	**1 328 403 883**

15

Erläuterungen Seite 54

Erläuterungen zur kumulierten Rechnung

Die kumulierte Betrachtung der Beiträge der Genossenschafter und der Beitragsverwendung bildet im Einlagerungszeitpunkt die Basis für allfällige Ausgleichszahlungen zwischen den Genossenschaftern. Sie zeigt unter anderem auch auf, aus welchen Arbeiten die projektbezogenen Aufwände resultieren.

Die Struktur der Gesamtleistung orientiert sich weitgehend an der Betriebsrechnung. Der Gesamtaufwand und auch die Gesamtleistung wird inklusive Umlagen dargestellt.

14 Beiträge der Genossenschafter

Die Beiträge der Genossenschafter zur Deckung der Projektkosten werden aufgrund der thermischen Leistung der einzelnen Kernkraftwerke den Genossenschaftern verrechnet.

Die Beiträge der Genossenschafter von total 49,3 Mio. CHF (Vorjahr 54,7 Mio. CHF) entsprechen denjenigen der Betriebsrechnung. Darin eingeschlossen ist der Verwaltungskostenbeitrag von total 0,7 Mio. CHF.

In den Beiträgen der Genossenschaft für die nukleare Entsorgung Wellenberg (GNW) sind die Zahlungen der GNW für Auftragsarbeiten zum Projekt Wellenberg enthalten. Das Projekt ist abgeschlossen.

15 Projektbezogene Aufwendungen für Lagerprogramme

Die beiden Lagerprogramme SMA und HAA sind in der Darstellung der kumulierten Rechnung grundsätzlich gleich strukturiert und orientieren sich dabei an den wichtigsten fachlichen Aufgaben, die bis zum Abschluss der Entsorgungstätigkeit zu erledigen sind. Wo nicht explizit auf ein bestimmtes Lagerprogramm verwiesen wird, gelten die nachstehenden Erläuterungen zu einzelnen Positionen daher für beide Lagerprojekte.

a) Erdwissenschaftliche Untersuchungen

Die geologischen Untersuchungen zur Ausscheidung potentieller Standortgebiete umfassen geologische Studien im Untersuchungsgebiet der Nordschweiz zur geologischen Tiefenlagerung hochaktiver Abfälle sowie die Aufarbeitung geologischer Unterlagen zum Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle (SMA).

b) Nukleartechnik und Sicherheit

Die Arbeiten umfassen die sicherheitstechnische Bewertung der potentiellen Standortgebiete, Laboruntersuchungen zum Nahfeld sowie zu den verschiedenen Verfüllmaterialien.

c) Radioaktive Materialien

Aufwendungen zur Beurteilung der Endlagerfähigkeit der Abfallgebinde sowie zur laufenden Dokumentation und Inventarisierung der radioaktiven Abfälle.

d) Anlagenplanung

Unter dieser Position sind Aufwendungen zu den ober- und unterirdischen Anlagenkonzepten der geologischen Tiefenlager für hochaktive (HAA) sowie schwach- und mittelaktive Abfälle (SMA) enthalten.

e) Standortunabhängige Arbeiten

Darunter fallen Arbeiten zu Methodenentwicklung, Modellierung und Validierung der Rechenmodelle für Sicherheitsanalyse, Laborarbeiten, Beteiligung an Forschungsarbeiten in Felslabors (Felslabor Mont Terri und Felslabor Grimsel), sowie an den Forschungsprogrammen der EU.

f) Allgemeine Programmkosten

Diese Aufwendungen resultieren aus der Programmleitung, den Aufwendungen für die Kostenstudien und die Öffentlichkeitsarbeiten.

g) Gebühren und Abgeltungen

Darunter fallen vor allem die an uns verrechneten Gebühren der Aufsichts- und Sicherheitsbehörden.

Bericht der Revisionsstelle an die Generalversammlung zur Jahresrechnung 2014

Als Revisionsstelle haben wir die beiliegende Jahresrechnung der Nagra Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle bestehend aus Bilanz, Betriebsrechnung, Geldflussrechnung und Anhang (Seiten 44 bis 54) für das am 31. Dezember 2014 abgeschlossene Geschäftsjahr geprüft.

Verantwortung der Verwaltung
Die Verwaltung ist für die Aufstellung der Jahresrechnung in Übereinstimmung mit den gesetzlichen Vorschriften und den Statuten verantwortlich. Diese Verantwortung beinhaltet die Ausgestaltung, Implementierung und Aufrechterhaltung eines internen Kontrollsystems mit Bezug auf die Aufstellung einer Jahresrechnung, die frei von wesentlichen falschen Angaben als Folge von Verstössen oder Irrtümern ist. Darüber hinaus ist die Verwaltung für die Auswahl und die Anwendung sachgemässer Rechnungslegungsmethoden sowie die Vornahme angemessener Schätzungen verantwortlich.

Verantwortung der Revisionsstelle
Unsere Verantwortung ist es, aufgrund unserer Prüfung ein Prüfungsurteil über die Jahresrechnung abzugeben. Wir haben unsere Prüfung in Übereinstimmung mit dem schweizerischen Gesetz und den Schweizer Prüfungsstandards vorgenommen. Nach diesen Standards haben wir die Prüfung so zu planen und durchzuführen, dass wir hinreichende Sicherheit gewinnen, ob die Jahresrechnung frei von wesentlichen falschen Angaben ist.

Eine Prüfung beinhaltet die Durchführung von Prüfungshandlungen zur Erlangung von Prüfungsnachweisen für die in der Jahresrechnung enthaltenen Wertansätze und sonstigen Angaben. Die Auswahl der Prüfungshandlungen liegt im pflichtgemässen Ermessen des Prüfers. Dies schliesst eine Beurteilung der Risiken wesentlicher falscher Angaben in der Jahresrechnung als Folge von Verstössen oder Irrtümern ein. Bei der Beurteilung dieser Risiken berücksichtigt der Prüfer das interne Kontrollsystem, soweit es für die Aufstellung der Jahresrechnung von Bedeutung ist, um die den Umständen entsprechenden Prüfungshandlungen festzulegen, nicht aber um ein Prüfungsurteil über die Wirksamkeit des internen Kontrollsystems abzugeben. Die Prüfung umfasst zudem die Beurteilung der Angemessenheit der angewandten Rechnungslegungsmethoden, der Plausibilität der vorgenommenen Schätzungen sowie eine Würdigung der Gesamtdarstellung der Jahresrechnung. Wir sind der Auffassung, dass die von uns erlangten Prüfungsnachweise eine ausreichende und angemessene Grundlage für unser Prüfungsurteil bilden.

Prüfungsurteil
Nach unserer Beurteilung entspricht die Jahresrechnung für das am 31. Dezember 2014 abgeschlossene Geschäftsjahr dem schweizerischen Gesetz und den Statuten.

Berichterstattung aufgrund weiterer gesetzlicher Vorschriften

Wir bestätigen, dass wir die gesetzlichen Anforderungen an die Zulassung gemäss Revisionsaufsichtsgesetz (RAG) und die Unabhängigkeit (Art. 906 OR in Verbindung mit Art. 728 OR) erfüllen und keine mit unserer Unabhängigkeit nicht vereinbare Sachverhalte vorliegen.

In Übereinstimmung mit Art. 906 OR in Verbindung mit Art. 728a Abs. 1 Ziff. 3 OR und dem Schweizer Prüfungsstandard 890 bestätigen wir, dass ein gemäss den Vorgaben der Verwaltung ausgestaltetes internes Kontrollsystem für die Aufstellung der Jahresrechnung existiert.

Wir empfehlen, die vorliegende Jahresrechnung zu genehmigen.

PricewaterhouseCoopers AG

Willy Wenger
Revisionsexperte
Leitender Revisor

Mathias Dietrich
Revisionsexperte

Zürich, 27. März 2015

Ergänzungen

Abfallinventare und Mengen

Radioaktive Abfälle entstehen grösstenteils bei der Stromproduktion in den fünf schweizerischen Kernkraftwerken. Daneben fallen sie bei Anwendungen in Medizin, Industrie und Forschung an (MIF-Abfälle).

Abfallvolumina Ende 2014
Die Nagra führt im Auftrag der Abfallverursacher eine zentrale Datenbank der Abfallgebinde. Die folgende Tabelle zeigt die Volumina und Aktivitäten der Ende 2014 für die Tiefenlagerung vorbereiteten radioaktiven Abfälle. In der Tabelle nicht enthalten sind vorkonditionierte Rohabfälle und Abfallgebinde, die zum Beispiel für die Behandlung in der Zwilag-Plasmaanlage verpackt wurden.

Konditionierte Abfälle (31. Dezember 2014, gerundet)	**Volumen (m^3)**	**Aktivität (Bq)**
Kernkraftwerke	3 684	$2{,}5 \cdot 10^{15}$
Zwilag	1 788	$4{,}8 \cdot 10^{18}$
Bundeszwischenlager (MIF) (Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung)	1 546	$5{,}2 \cdot 10^{15}$

Bei den «Zwilag-Abfällen» handelt es sich um ans Zwilag gelieferte Abfallgebinde der Kernkraftwerke, Abfallgebinde aus der Plasmaanlage und Kokillen mit hochaktiven verglasten Abfällen aus der Wiederaufarbeitung.

Prognose der Abfallvolumina und Inventare für die geologische Tiefenlagerung
Für die Planung der geologischen Tiefenlager müssen Angaben über die zu erwartenden Mengen zur Verfügung stehen. Die zu entsorgende Gesamtmenge dürfte sich auf rund 103 000 Kubikmeter in Lagerbehälter verpackte Abfälle belaufen (Details vgl. Tabelle, gerundete Werte). Die Menge der Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung stützt sich auf die Betriebsplanung der geologischen Tiefenlager.

Prognose Abfallvolumina (Betriebsdauer der KKW: 47/60 Jahre)[1]	**SMA (m^3)**		**ATA (m^3)**		**HAA/BE (m^3)**	
	Konditioniert	Verpackt	Konditioniert	Verpackt	Konditioniert	Verpackt
BA-KKW Betriebsabfälle der KKW (Abfälle aus Reinigungssystemen und Mischabfälle), inkl. Nachbetriebsphase vor Stilllegung	8 195	31 015				
RA-KKW Reaktorabfälle der KKW (aktivierte Komponenten)	475	1 810				
SA-KKW Stilllegungsabfälle der KKW	22 440	30 760				
WA-KKW Wiederaufarbeitungsabfälle der KKW			100	635		
BA-ZWI Betriebsabfälle Zwilag	270	290				
SA-ZWI Stilllegungsabfälle Zwilag	585	700	25	25		
BA-MIF MIF-Abfälle des BAG, Abfälle des PSI und CERN	7 750	12 210	185	670		
SA-MIF Stilllegungsabfälle des PSI und CERN	13 260	13 565	30	115		
OFA Abfälle der späteren Oberflächenanlagen für Lager HAA/SMA	645	2 290				
HAA Kokillen aus der Wiederaufarbeitung					115	380
BE Verbrauchte Brennelemente					1 365	8 135
Gesamtvolumen (gerundet)	**53 615**	**92 635**	**340**	**1 440**	**1 480**	**8 515**
Prozentualer Anteil (gerundet)	96,7 %	90,3 %	0,6 %	1,4 %	2,7 %	8,3 %
Aktivität (Bq)[2]	$7{,}9 \cdot 10^{16}$		$2{,}2 \cdot 10^{16}$		$1{,}9 \cdot 10^{19}$	
Prozentualer Anteil	0,4 %		0,1 %		99,5 %	

[1] Basis: Modellhaftes Inventar radioaktiver Materialien (MIRAM 14)
Betriebsjahre: KKM 47 Jahre (bis 2019), KKB/KKG/KKL 60 Jahre
Berücksichtigung einer geplanten Revision der Strahlenschutzverordnung und Abklinglagerung von Materialien mit anschliessender konventioneller Entsorgung

[2] Aktivitätsinventar für Stichjahr 2075

Publikationen 2014

Nagra Technische Berichte (NTB) / Arbeitsberichte (NAB)
Die Nagra beschreibt den sicherheitstechnischen Vergleich detailliert in einem technischen Bericht (NTB 14-01). Weitere Berichte (NTB-14-02, 14-03, 14-04) behandeln die geologischen Grundlagen, die charakteristischen Dosisintervalle und Unterlagen zur Bewertung der Barrierensysteme sowie das modellhafte Inventar für radioaktive Materialien. Darüber hinaus umfasst die Berichterstattung zu Etappe 2 zahlreiche weitere Berichte der Nagra. Sämtliche NTB können von der Website der Nagra heruntergeladen werden oder sind zum Selbstkostenpreis gedruckt erhältlich. Zudem sind die Arbeitsberichte der Nagra aus der Berichterstattung zu Etappe 2 als Download verfügbar.

NTB 14-01
SGT Etappe 2: Vorschlag weiter zu untersuchender geologischer Standortgebiete mit zugehörigen Standortarealen für die Oberflächenanlage «Sicherheitstechnischer Bericht zu SGT Etappe 2. Sicherheitstechnischer Vergleich und Vorschlag der in Etappe 3 weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete»; Dezember 2014

NTB 14-02/I
«Geologische Grundlagen
Dossier I: Einleitung und Zusammenfassung»; Dezember 2014

NTB 14-02/II
«Geologische Grundlagen
Dossier II: Sedimentologische und tektonische Verhältnisse»; Dezember 2014

NTB 14-02/III
«Geologische Grundlagen
Dossier III: Geologische Langzeitentwicklung»; Dezember 2014

NTB 14-02/IV
«Geologische Grundlagen
Dossier IV: Geomechanische Unterlagen»; Dezember 2014

NTB 14-02/V
«Geologische Grundlagen
Dossier V: Hydrogeologische Verhältnisse»; Dezember 2014

NTB 14-02/VI
«Geologische Grundlagen
Dossier VI: Barriereneigenschaften der Wirt- und Rahmengesteine»; Dezember 2014

NTB 14-02/VII
«Geologische Grundlagen
Dossier VII: Nutzungskonflikte»; Dezember 2014

NTB 14-02/VIII
«Geologische Grundlagen
Dossier VIII: Charakterisierbarkeit und Explorierbarkeit»; Dezember 2014

NTB 14-03
«Charakteristische Dosisintervalle und Unterlagen zur Bewertung der Barrierensysteme»; Dezember 2014

NTB 14-04
«Modellhaftes Inventar für radioaktive Materialien MIRAM 14»
(Eine CD mit allen 162 Abfallsortenreports kann bei der Nagra bezogen werden); Dezember 2014

NTB 14-06
«Solubility of Radionuclides in a Bentonite Environment for Provisional Safety Analyses for SGT-E2»; August 2014

NTB 14-07
«Solubility of Radionuclides in a Concrete Environment for Provisional Safety Analyses for SGT-E2»; August 2014.

NTB 14-08
«Sorption Data Base for the Cementitious Near Field of L/ILW and ILW Repositories for Provisional Safety Analyses for SGT-E2»; November 2014

NTB 14-09
«Provisional Safety Analyses for SGT Stage 2 Models, Codes and General Modelling Approach»; Dezember 2014

NTB 14-10
«Modelling of Radionuclide Transport along the Underground Access Structures of Deep Geological Repositories»; August 2014

NTB 14-11
«Geochemical Evolution of the L/ILW Near-field»; Oktober 2014

Die Verzeichnisse der technischen Berichte und Arbeitsberichte stehen auf der Website zur Verfügung (www.nagra.ch > Infocorner > Download > Publikationen > Technische Berichte > Gesamtlisten).

Breites allgemein verständliches Informationsangebot für die Öffentlichkeit
Im Jahr 2014 sind verschiedene Printprodukte erschienen, insbesondere zwei Ausgaben von «nagra info – Aktuelles zur nuklearen Entsorgung» im Juli und im Dezember. Im Mai hat die Nagra die letzten Faktenblätter zur Bezeichnung der Standortareale für die Oberflächenanlage (Zürich Nordost und Nördlich Lägern) veröffentlicht.

Bis Ende Jahr arbeitete die Nagra intensiv an einer ausführlichen Zusammenfassung des NTB 14-01 im Themenheft «Standortgebiete für geologische Tiefenlager – sicherheitstechnischer Vergleich: Vorschläge für Etappe 3», das sie Ende Januar 2015 gleichzeitig mit der Bekanntgabe der Vorschläge veröffentlicht hat. Das Themenheft liegt in deutsch und französisch vor. Gleichzeitig wurde ein Faltblatt zum sicherheitstechnischen Vergleich publiziert, das in deutsch, französisch und englisch (nur als Download auf der Website) verfügbar ist.

Glossar / Abkürzungen

AdK
Ausschuss der Kantone

AG SiKa
Arbeitsgruppe Sicherheit der Kantone

Alpiq
www.alpiq.ch

Andra
Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs, Frankreich
www.andra.fr

ARE
Bundesamt für Raumentwicklung
www.are.admin.ch

ATA
Alphatoxische Abfälle

AXPO
www.axpo.com

BAFU
Bundesamt für Umwelt
www.bafu.ch

BAG
Bundesamt für Gesundheit
www.bag.ch

BE
Verbrauchte Brennelemente

BFE
Bundesamt für Energie
www.bfe.admin.ch

BGR
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Deutschland
www.bgr.bund.de

BGS
British Geological Survey
www.bgs.ac.uk

BKW Energie AG
Ehem. Bernische Kraftwerke AG
www.bkw.ch

BMUB
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Deutschland
www.bmub.bund.de

EDRAM
International Association for Environmentally Safe Disposal of Radioactive Material
www.edram.info

EGT
Expertengruppe Geologische Tiefenlagerung
www.egt-schweiz.ch

EMPA
Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt; www. empa.ch

ENSI
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat; www.ensi.ch

Entsorgungsfonds (BFE)
www.entsorgungsfonds.ch

ESchT
Expertengruppe-Schweizer-Tiefenlager
www.escht.de

Euratom
Europäische Atomgemeinschaft
ec.europa.eu/research/energy/euratom/index_en.cfm

EWS
Erdwärmesonden

FG OFA
Fachgruppe Oberflächenanlagen (Fachgruppe der Regionalkonferenzen)

FLG
Felslabor Grimsel – Felslabor der Nagra im Kristallingestein am Grimselpass, BE
www.grimsel.com

Forum VERA
www.forumvera.ch

FMT
Felslabor Mont Terri – Felslabor im Opalinuston bei St-Ursanne, Kanton Jura
Projektleitung Swisstopo
www.mont-terri.ch

HAA
Verglaste hochaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung

IAEA
International Atomic Energy Agency, Wien
www.iaea.org

IGD-TP
Implementing Geological Disposal Technology Platform (European Commission, Research & Innovation)
www.igdtp.eu

JAEA
Japan Atomic Energy Agency
www.jaea.go.jp

ISCO
International Steering Committee

KES
Kantonale Expertengruppe Sicherheit

Kernenergie-Internetportal
www.kernenergie.ch

KKW
Kernkraftwerk

KNS
Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit
www.bfe.admin.ch/kns

KORAD
Korea Radioactive Waste Agency
www.korad.or.kr

KWO
Kraftwerke Oberhasli
www.grimselstrom.ch

LES
Labor für Endlagersicherheit
les.web.psi.ch

LMA
Langlebige mittelaktive Abfälle

MIF
Radioaktive Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung

MIRAM
Modellhaftes Inventar radioaktiver Materialien

NAB
Nagra Arbeitsbericht

Nagra
Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
www.nagra.ch

NDA
Nuclear Decommissioning Authority, Grossbritannien
www.nda.gov.uk

NDA/RWMD
Nuclear Decommissioning Authority / Radioactive Waste Management Directorate, Grossbritannien
www.nda.gov.uk

NEA
Nuclear Energy Agency
www.oecd-nea.org/nea

NTB
Nagra Technischer Bericht; Reihe der fachwissenschaftlichen Publikationen

Nuklearforum
www.nuklearforum.ch

NUMO
Nuclear Waste Management Organization of Japan
www.numo.or.jp

NWMO
Nuclear Waste Management Organization, Kanada
www.nwmo.ca

Obayashi
Obayashi Corporation, Japan
www.obayashi.co.jp

OECD
Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris
www.oecd.org

ONDRAF/NIRAS
Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies / Nationale instelling voor radioactief afval en verrijkte splijstoffen, Belgien
www.ondraf.be / www.niras.be

Posiva
Posiva Oy, Olkiluoto, Finnland.
www.posiva.fi

PSI
Paul Scherrer Institut, Villigen, Kanton Aargau
www.psi.ch

Radioaktive Abfälle (BFE)
www.radioaktiveabfaelle.ch

RD&D
Research, Development & Demonstration

RK&M
Preservation of Records, Knowledge and Memory
www.oecd-nea.org/rwm/rkm

RWM
Radioactive Waste Management
www.nda.gov.uk/rwm/organisation/rmb/

RWMC
Radioactive Waste Management Funding and Research Center, Japan

SB
Sondierbohrung

SGT
Sachplan geologische Tiefenlager

SKB
Svensk Kärnbränslehantering, Schweden
www.skb.se

SMA
Schwach- und mittelaktive Abfälle

SÖW
Sozioökonomisch-ökologische Wirkungsstudie
www.bfe.admin.ch/soew

Stilllegungsfonds (BFE)
www.stilllegungsfonds.ch

Swissnuclear
Fachgruppe Kernenergie der Swisselectric
www.swissnuclear.ch

Swisstopo
Bundesamt für Landestopografie
Projektleitung Felslabor Mont Terri ab 2006
www.swisstopo.ch

Technisches Forum Sicherheit
www.technischesforum.ch

TWI
The Welding Institute, Great Abington
United Kingdom
www.twi-global.com

UVEK
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
www.uvek.admin.ch

Zwilag
Zentrales Zwischenlager der Schweizer KKW für alle Abfallkategorien
www.zwilag.ch

Erläuterungen zu den Abkürzungen der Versuche in den Felslabors Grimsel und Mont Terri sind in den Textkästen auf den Seiten 27 und 31 zu finden.

Bildnachweise

Benedikt Galliker
(Seiten 2, 5, 14, 37)

Comet Photoshopping GmbH, Dieter Enz
(Seiten 5, 8, 22, 26, 28, 30, 32, 37)

Daniel Rihs / Pixsil
(Seiten 4, 39)

Lukas Schnellmann, bellefoto
(Seite 14)

maaars, Zürich
(Seite 14)

Maria Schmid
(Seiten 3, 5, 39)

Nagra
(Seiten 6, 37)

Patrick Burgert
(Seiten 5, 14)

**Nationale Genossenschaft
für die Lagerung
radioaktiver Abfälle**

Hardstrasse 73
Postfach 280
CH-5430 Wettingen

Tel: 056 437 11 11
Fax: 056 437 12 07

info@nagra.ch
www.nagra.ch

nagra. aus verantwortung