

nagra ● aus verantwortung

geschäftsbericht
2020

Vorwort	
Corina Eichenberger, Präsidentin der Verwaltung	3
Thomas Ernst, Vorsitzender der Geschäftsleitung	3
Nachgefragt	4
Leitplanken für die Entsorgung	6
Interview	8
Trotz Corona auf Kurs	
Entwicklung der Arbeiten	
Aktueller Stand der Tiefbohrungen	12
Die Tiefbohrungen im Überblick	16
Quartärbohrungen abgeschlossen, Analysen laufen noch	19
Erosionsprozesse verstehen	20
Wo soll die Verpackungsanlage für hochaktive Abfälle stehen?	22
Zwei Einzellager oder ein Kombilager für radioaktive Abfälle?	24
Anforderungen an ein Tiefenlager in der Praxis	26
Stollen im Opalinuston: sichere Ausbaumethoden testen	28
Grossversuch: Warum heizt die Nagra einen Stollen im Berg auf?	30
Internationale Zusammenarbeit	32
Nagra gibt Wissen an Partner weiter	34
Öffentlichkeitsarbeiten	36
Zusammenarbeit mit den Regionen	38
Verwaltung	40
Genossenschafter, Kommissionen und Revisionsstelle	41
Führungsstruktur	
Geschäftsleitung	42
Weitere Mitglieder des Kaders	43
Organigramm der Geschäftsstelle	44
Personelles	45
Jahresrechnung 2020	47
Kommentar zur Jahresrechnung 2020	48
Erfolgsrechnung	49
Bilanz	50
Geldflussrechnung	51
Anhang	52
Kumulierte Rechnung	57
Erläuterungen zur kumulierten Rechnung	59
Bericht der Revisionsstelle	61
Ergänzungen	63
Abfallinventare und Mengen	64
Bildnachweis	66



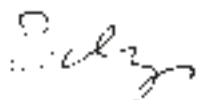
Corina Eichenberger, Präsidentin der Verwaltung

Die Nagra führt seit 2019 Tiefbohrungen in den drei Standortgebieten Jura Ost, Nördlich Lägern und Zürich Nordost durch. 2020 fanden Tiefbohrungen in Trüllikon, Marthalen und auf dem Bözberg statt. In Nördlich Lägern sind mit Stadel-3 die zweite Tiefbohrung und zu Beginn 2021 mit Stadel-2 die dritte Bohrung im Standortgebiet gestartet. Damit kann die Nagra das geologische Gesamtbild in der betreffenden Region vervollständigen. Anlässlich einer Besichtigung eines Bohrplatzes konnte ich mich vergewissern, wie anspruchsvoll und herausfordernd diese Arbeiten sind und wie erste Resultate sofort ausgewertet werden. Der Besuch hat mich sehr beeindruckt.

Noch sind die Tiefbohrungen zwar nicht beendet, aber ich bin fest davon überzeugt, dass die Nagra am Ende eine solide Datenbasis für den Vergleich der Standortgebiete haben wird. Nur so kann der am besten für ein Tiefenlager geeignete Ort sicherheitsbasiert und nachvollziehbar ermittelt werden. Ich bin optimistisch, dass wir in der letzten Etappe des Sachplanverfahrens weiterhin gut vorwärtskommen und die restlichen Aufgaben gemeinsam meistern.

2020 wird uns noch lange in Erinnerung bleiben. Es war ein sehr spezielles Jahr, in dem Alltägliches aus dem Gleichgewicht geriet. Mich hat gefreut, dass die Arbeiten der Nagra trotz Corona in grossen Schritten vorangekommen sind. Die Mitarbeitenden der Nagra haben, wann erforderlich und möglich, von zu Hause aus gearbeitet. Das meiste wurde wie geplant durchgeführt. Dies ist für mich nicht selbstverständlich. Die Tiefbohrungen sind das ganze Jahr mit den nötigen Schutzmassnahmen auf Hochbetrieb weitergelaufen, auch wenn es viel zusätzliche Arbeit gab. Dass die Nagra so viel erreicht hat, war nur dank des grossen Engagements, der Beharrlichkeit und der Flexibilität der Mitarbeitenden möglich.

Ich bin mir bewusst, dass die Umstände schwierig und herausfordernd waren. Umso mehr bedanke ich mich bei allen Mitarbeitenden und der Geschäftsleitung herzlich für den grossen Einsatz, auch im Namen meiner Kollegen aus dem Verwaltungsrat.



Corina Eichenberger

Thomas Ernst, Vorsitzender der Geschäftsleitung

2020 galt es, das Unvermeidbare zu akzeptieren und trotz Covid-19-Pandemie alles zu tun, um die gesetzten Ziele dennoch zu erreichen. Das ist der Nagra weitgehend gelungen.

Die Antworten des Bundes auf zentrale Fragen zum Grundwasserschutz bei Oberflächenanlagen schafften nach jahrelanger Diskussion mit den involvierten Kantonen die nötige Klarheit. Damit gibt es eine solide und wichtige Grundlage für die weiteren Verfahrensschritte. Nun können die Platzierung und Ausgestaltung der Oberflächenanlagen optimiert werden. Nach einer Auslegeordnung verbleiben für den künftigen Standort der Brennelementverpackungsanlage noch die Tiefenlagerstandorte und der Raum Zwiilag.

Im Rahmen der wichtigen Tiefbohrkampagne gelang es unserem internationalen Bohrteam, vier Bohrungen samt der zugehörigen Untersuchungen plangemäss durchzuführen. Grosser Einsatz und lösungsorientierte Zusammenarbeit mit den Behörden waren unabdingbar. Die Kampagne wird nicht durch Rechtsmittel beeinträchtigt: Alle erforderlichen Bewilligungen liegen rechtskräftig vor. Zu diesen tollen Leistungen gratuliere ich herzlich allen, die dazu beigetragen haben!

Auch die bisherigen Erkenntnisse sind positiv: In allen drei Standortgebieten kann ein sicheres Tiefenlager gebaut werden. Die Platzverhältnisse lassen überall den Bau eines Kombilagers zu. Dies ist auch deshalb erfreulich, weil ein Kombilager sowohl ökologisch wie auch ökonomisch relevante Vorteile gegenüber zwei Einzellagern aufweist.

Dank der sich verdichtenden Datenlage steht der für 2022 geplanten Auswahl des Standorts zur Vorbereitung des Rahmenbewilligungsgesuchs hoffentlich nichts im Weg. Für die Ausarbeitung des Gesuchs schafft die vom ENSI revidierte Richtlinie G03 «Geologische Tiefenlager» zusätzliche Grundlagen. Der 2020 erzielte Fortschritt im Standortwahlverfahren ist erfreulich. Der persönliche Dialog ist oft zu kurz gekommen. Deshalb ist es mir wichtig allen, die dazu beigetragen haben, auch auf diesem Weg herzlich zu danken.



Thomas Ernst



«Ich muss oft vor Ort auf dem Bohrplatz sein. Wegen Covid-19 haben wir schon früh strengere Sicherheitsmassnahmen eingeführt und das Personal auf ein Minimum beschränkt. Der Aufwand, um die Arbeiten zu koordinieren, ist viel grösser geworden.»

Matthias Ammen,
Senior Projektleiter Bohrtechnik & Sicherheitschef

«Ich errechne das Gewicht und Volumen der radioaktiven Abfälle der Schweiz. Durch das Homeoffice konnte ich meine Arbeitszeit flexibler gestalten. So liessen sich Beruf und die Betreuung meiner 4-jährigen Tochter besser vereinbaren.»

Carolin Fichtner, Projektleiterin
im Bereich Inventar & Logistik



«Ich erforsche Prozesse wie die Erosion oder die Klimaentwicklung. Die Mischung aus Homeoffice und Präsenz am Arbeitsplatz erlaubte mir ein flexibles Arbeiten gerade in Phasen, die eine hohe Konzentration erforderten. Dank der super IT-Infrastruktur funktionierte auch der Online-Fachaustausch aus dem Homeoffice sehr gut. Privat war die Grenzschliessung im Frühjahr sehr hart; meine erwachsene Tochter durfte mich monatelang nicht besuchen.»

Angela Landgraf,
Ressortleiterin geologische Langzeitentwicklung



«Meine Arbeit hat sich 2020 komplett verändert. Viele Führungen in den Felslabors oder auf den Bohrplätzen fielen aus. Gewerbemessen oder lokale Veranstaltungen fanden nicht statt. Wenn wir etwas machen konnten, dann nur mit strengen Schutzkonzepten. Ich hoffe, dass wir den Dialog mit den Leuten bald wieder persönlich führen können.»

Heinz Sager, Leiter Eventik

«Leider konnten wir keine Betriebsanlässe durchführen. Wir konnten weder Mitarbeitende gebührend verabschieden noch neue Mitarbeitende vor Ort kennenlernen. Die Schutzmassnahmen umzusetzen, war für den Betriebsdienst viel Arbeit. Wir stellten Hygieneprodukte bereit und sorgten dafür, dass die Büros täglich gut desinfiziert wurden. Zudem haben wir Luftreinigungsgeräte und CO₂-Messgeräte für grössere Räume beschafft und sie gewartet.»

Christine Esslinger,
Mitarbeiterin Betriebsdienste



Leitplanken für die Entsorgung

Wie sind die Entsorgung und die Finanzierung geregelt? Und wie sieht der Realisierungsplan aus? Antworten gibt dieses Kapitel.

Gesetzliche Rahmenbedingungen

Die Abfallverursacher müssen dafür sorgen, dass möglichst wenig radioaktive Abfälle entstehen und diese sicher entsorgt werden. Die gesetzlichen Grundlagen dazu sind Kernenergiegesetz und -verordnung. Oberster Grundsatz ist der dauerhafte Schutz von Mensch und Umwelt. Alle radioaktiven Abfälle sind grundsätzlich in geologischen Tiefenlagern in der Schweiz zu entsorgen. Gemäss Verursacherprinzip müssen die Abfallverursacher für die laufenden Kosten sowie die Finanzierung der Stilllegung der Kernanlagen und der Entsorgung aufkommen.

Der Sachplan geologische Tiefenlager (SGT) des Bundes legt die Kriterien und das Verfahren zur Standortwahl fest und regelt die Mitwirkung der Bevölkerung. Die Verfahren zur Erteilung der Rahmen-, Bau- und Betriebsbewilligung für ein Tiefenlager sind beim Bund konzentriert. Die Rahmenbewilligung unterliegt einem Parlamentsbeschluss und dem fakultativen Referendum.

Gemäss revidiertem Kernenergiegesetz dürfen keine neuen Kernkraftwerke gebaut, aber die bestehenden weiterbetrieben werden, solange sie sicher sind. Zudem ist die Ausfuhr abgebrannter Brennelemente zur Wiederaufarbeitung verboten.

Ende 2020 hat das ENSI die überarbeitete Richtlinie ENSI-G03 zu geologischen Tiefenlagern veröffentlicht. Darin werden die neuesten internationalen Empfehlungen berücksichtigt.

Vorgehen bei der Entsorgung

Die beiden vom Bundesrat anerkannten Entsorgungsnachweise der Nagra für schwach und mittelaktive Abfälle (SMA) sowie hochaktive Abfälle (HAA) belegen, dass sichere geologische Tiefenlager in der Schweiz grundsätzlich technisch machbar sind. Das Entsorgungsprogramm beschreibt, wie bei Planung, Bau, Betrieb sowie Verschluss der geolo-

gischen Tiefenlager vorgegangen wird. Es umfasst auch einen Realisierungsplan sowie Angaben zur Zuteilung der Abfälle zu den Tiefenlagern und zur Lagerauslegung.

Die Nagra muss das Entsorgungsprogramm alle fünf Jahre aktualisieren und den Bundesbehörden vorlegen. 2021 wird die Nagra das nächste Programm einreichen. Dies zeitgleich mit der Kostenstudie und zusammen mit dem aktualisierten Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsplan.

In der Schweiz stammen die radioaktiven Abfälle und Materialien aus der Nutzung der Kernenergie in Kernkraftwerken und aus Anwendungen in Medizin, Industrie und Forschung. Die Abfälle werden laufend für die Zwischenlagerung oder die geologische Tiefenlagerung vorbereitet, charakterisiert und inventarisiert. Da SMA und HAA unterschiedliche Eigenschaften besitzen, müssen sie in getrennten Lagerkammern entsorgt werden: in einem SMA- und einem HAA-Lager. Diese können am gleichen Standort als Kombilager oder an zwei verschiedenen Standorten als Einzellager erstellt werden. Die Nagra hat den Realisierungsplan für ein Kombilager erstellt (vgl. Abbildung). Dieser beschreibt den grundsätzlichen Ablauf und listet die notwendigen Arbeiten bis zum Verschluss der geologischen Tiefenlager auf.

Finanzierung sicherstellen

Der Entsorgungsfonds stellt die Entsorgung der radioaktiven Abfälle sicher, die nach der definitiven Ausserbetriebnahme eines Kernkraftwerks anfallen. Der Stilllegungsfonds finanziert die Stilllegung und den Rückbau von Kernanlagen sowie die Entsorgung der dabei entstehenden Abfälle. Die Eigentümer von Kernanlagen leisten Beiträge an beide Fonds, die unter Aufsicht des Bundes stehen. Der Stromkonsument zahlt beim Strom aus Kernkraftwerken rund einen Rappen pro Kilowattstunde für die Finanzierung der Stilllegung und Entsorgung. Ende

Kombilager	2000	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110	2120	ab 2130
	2019	2029	2039	2049	2059	2069	2079	2089	2099	2109	2119	2129	
Standortwahl/Rahmenbewilligung	■	■											
Vorbereitung EEU*			■										
Bau und Beginn EEU*			■										
Weiterführung EEU*				■	■	■							
Nukleare Baubewilligung SMA				■									
Bau Lager SMA				■									
Nukleare Baubewilligung HAA					■								
Nukleare Betriebsbewilligung SMA				■									
Einlagerungsbetrieb SMA				■	■	■							
Bau Lager HAA					■								
Nukleare Betriebsbewilligung HAA					■								
Einlagerungsbetrieb HAA					■	■	■						
Beobachtungsphase							■	■	■	■	■	■	■
Verschluss Hauptlager								■					
Verschluss Gesamtlager												■	
Langzeitüberwachung													■

■ Realisierungsphasen für das Kombilager
 ■ HAA-Lagerteil
 ■ SMA-Lagerteil

Realisierungsplan für das Kombilager gemäss heutiger Planung
 * EEU = erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag

2020 belief sich das angesammelte Kapital im Entsorgungsfonds auf rund 6,0 Milliarden Franken, dasjenige im Stilllegungsfonds auf rund 2,8 Milliarden Franken. Weitere Angaben gibt es auf der Webseite www.stenfo.ch (Dokumentation > Suche > Thema Finanzergebnisse). Die heute geltende Kostenstudie berücksichtigt auch Kostenzuschläge für Prognoseungenauigkeiten und Risiken. Die Kostenschätzung bildet die Basis für die Bestimmung der Beiträge, die von den Eigentümern der Kernanlagen in die Stilllegungs- beziehungsweise Entsorgungsfonds einzuzahlen sind.

Der Bundesrat hat im November 2019 eine Revision der Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung (SEFV) beschlossen, die am 1. Januar 2020 in Kraft getreten ist.

Als Genossenschafter zahlt auch der Bund jährliche Beiträge an die Kosten der Nagra. Sie entsorgt in seinem Auftrag die radioaktiven Abfälle, die in Medizin, Industrie und Forschung entstehen. Berechnungen zeigten, dass die Bundesbeiträge seit Jahren zu tief waren. Deshalb hat der Bund die aufgelaufene Bundesschuld 2020 mit einer Einmalzahlung getilgt und seine Jahresbeiträge angepasst. Dementsprechend wurden auch die Gebühren für die Entsorgung der Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung angepasst. Die Änderung der Verordnung über die Gebühren im Strahlenschutz trat am 1. Februar 2021 in Kraft.

Trotz Corona auf Kurs

Die Pandemie und ihre Folgen haben auch die Nagra beschäftigt. Thomas Ernst spricht über die Bohrkampagne und über die wichtigsten Erkenntnisse. Er erläutert, wie die Diskussion um die Oberflächeninfrastruktur eines Tiefenlagers läuft. Und er macht einen Ausblick auf die kommenden Jahre.

Thomas Ernst, war das Jahr 2020 ein schlechtes Jahr wegen Corona – oder ein gutes Jahr trotz Corona?

Ich möchte hier differenzieren: Für unser Land, ja für die gesamte Menschheit war 2020 sicher ein schlechtes Jahr – wegen Corona. Allein in der Schweiz sind über 7500 Menschen mehr als im langjährigen Mittel gestorben. Viele waren oder sind krank, viele kämpfen mit Langzeitfolgen. Zudem sind die wirtschaftlichen Folgen schwer abzusehen.

«Wir haben es geschafft, dass die Bohrkampagne ohne Einschränkungen und Verzögerungen durchgezogen werden konnte.»

Für die Nagra war 2020 alles in allem ein gutes Jahr – trotz Corona. Corona hat unsere Arbeit nur teilweise eingeschränkt. Glücklicherweise waren wir gut vorbereitet. Ende 2019 hatten wir neue Instrumente für die Online-Zusammenarbeit eingeführt. Ab Anfang 2020 waren wir technisch in der Lage, unsere Arbeit oft aus dem Homeoffice zu erledigen. Das war ein Glücksfall. Der wichtige persönliche Kontakt und der informelle Austausch haben aber deutlich gelitten.

Die Bohrungen konnte man aber nicht aus dem Homeoffice durchführen.

Nein, natürlich nicht. Wir haben es geschafft, dass die Bohrkampagne ohne Einschränkungen und Verzögerungen durchgezogen werden konnte. Darüber bin ich sehr froh. Im Frühling war es ein realistisches Szenario, dass wir die Bohrungen abbrechen müssen. Dieses Szenario konnten wir abwenden. Die grosse Herausforderung war: Wie schafft man es, dass eine internationale Bohrtuppe mit Spezialisten aus der ganzen Welt in die Schweiz ein- und ausreisen kann? Das zu ermögli-

chen, bedeutete einen grossen Zusatzaufwand. Glücklicherweise verlief die Zusammenarbeit mit den Behörden ausgezeichnet.

Wie war das möglich? Die Grenzen waren zu.

Wir benötigten Ausnahmegewilligungen. Die Grenzen waren primär für Touristen geschlossen. Für Arbeitseinsätze konnte man die Grenzen passieren. Die Bohrleute mussten sich aber verpflichten, sich nur zwischen ihren Unterkünften und den Bohrplätzen zu bewegen. Restaurantbesuche beispielsweise waren nicht erlaubt.

Was wären die Folgen bei einem Bohrabbruch gewesen?

Ein Abbruch hätte dazu führen können, dass das Bohrloch instabil wird. Wir hätten die Bohrungen neu beginnen müssen. Das hätte zu grossen Verzögerungen und Mehrkosten in Millionenhöhe geführt.

Die Bohrungen sind also auf Kurs. Was sind die wichtigsten Erkenntnisse, die wir 2020 gewinnen konnten?

Unser geologisches Weltbild hat sich bestätigt. Wir wissen heute, dass alle drei Regionen Jura Ost, Nördlich Lägern und Zürich Nordost für den Bau eines Tiefenlagers wirklich geeignet sind.

Dass sich diese drei Regionen eignen, hat man doch schon vorher gewusst?

Ja, aber wir konnten diese Einschätzung fundiert bestätigen. Wir haben zudem gesehen: Es gibt durchaus Unterschiede zwischen den Regionen.

Die da wären?

Wir sehen, dass der Opalinuston, das Gestein, in dem das Lager gebaut wird, in allen drei Regionen zwischen 105 und 120 Meter dick ist. Auch hat er die Eigenschaften, die wir brauchen: Der Opalinuston ist überall dicht und homogen. Er liefert wahrscheinlich keine relevanten Argumente für eine Differenzierung. Das ist eine wichtige Erkennt-



nis des Jahres 2020. Unterschiede sehen wir vor allem bei den Gesteinsschichten über und unter dem Opalinuston, bei den sogenannten Rahmengenesteinen. Diese Unterschiede könnten den Ausschlag geben; sie gilt es nun sorgfältig zu analysieren. Abgestützt auf alle Erkenntnisse, werden wir einen sicherheitstechnischen Vergleich erarbeiten – und schliesslich einen Vorschlag machen, wo das Tiefenlager gebaut werden soll.

Was fehlt noch für den Standortvorschlag der Nagra?

Ende 2020 haben wir neben früheren Erkenntnissen in Jura Ost und Zürich Nordost Resultate aus je zwei neuen Bohrungen und daher eine gute Datenbasis. Aus Nördlich Lägern liegen erste Erkenntnisse aus einer neuen Bohrung in Bülach vor. Die beiden Bohrungen in Stadel sind daher von grosser Bedeutung. Erst mit diesen Bohrungen können wir die drei Regionen vergleichen.

Zusammenfassend könnte man sagen: Die Bohrungen verlaufen nach Plan.

Ja, das kann man so sagen. Wir haben im Lauf der Kampagne viel Erfahrung gewonnen und können mittlerweile eine qualitativ hochwertige Bohrung mit allen Tests in sechs Monaten abwickeln.

Ein wichtiges Thema war 2020 auch die Oberflächeninfrastruktur und insbesondere die Platzierung der Verpackungsanlage. Wo stehen wir da?

Die Nagra hat in einem Bericht dargelegt, dass der Bau einer solchen Verpackungsanlage sowohl beim Tiefenlager als auch beim Zwischenlager sinnvoll ist. Eine Platzierung auf der «grünen Wiese» oder bei einem Kernkraftwerk führt zu ökologischen und betrieblichen Nachteilen. Die Ansicht, dass eine Verpackungsanlage entweder beim «Absender» Zwiilag oder beim «Empfänger» Tiefenlager gebaut werden muss, wird breit geteilt.

Welche Option favorisiert die Nagra?

Wir haben beide Optionen gleichwertig zur Diskussion gestellt. In der überregionalen Zusammenarbeit mit Regionen und Kantonen konnte bisher kein Konsens gefunden werden. Unsere Aufgabe ist es nun, die Auswahl zu treffen unter Berücksichtigung der verschiedenen Stellungnahmen. Diese Auswahl wird voraussichtlich 2022 erfolgen.

Im Zusammenhang mit der Oberflächeninfrastruktur wurde auch das Thema Grundwasser diskutiert – durchaus kontrovers. Diskutiert wird seit Jahren, ob man über Grundwasser eine

«Wir wissen heute, dass alle drei Regionen Jura Ost, Nördlich Lägern und Zürich Nordost für den Bau eines Tiefenlagers wirklich geeignet sind.»

Oberflächenanlage bauen soll oder kann. Ist man bei dieser Frage 2020 weitergekommen?

Heute sind sich der Bund, die Nagra und neu auch die Kantone einig, dass man im sogenannten Gewässerschutzbereich A_U eine Oberflächenanlage bauen kann und darf. Im Moment geht es um Detailoptimierungen der einzelnen Standorte. Wir sind optimistisch, dass auch dieser Punkt im Lauf des Jahres 2021 geklärt werden kann.

Warum geht man dem Grundwasser nicht einfach aus dem Weg, wenn man sieht, dass dieses Thema Ängste weckt?

Natürlich wäre es schön, wenn man sämtlichen raumplanerischen Konflikten aus dem Weg gehen könnte. Das Grundwasser ist aber nur ein Aspekt. In unserem dicht besiedelten Land gibt es keine Lösungen ohne raumplanerische Konflikte. Die verschiedenen Schutzgüter müssen gleichwertig gewichtet werden. Deshalb brauchen wir ausgewogene und sichere Lösungen, mit denen alle Akteure leben können.

Die Nagra hat 2020 nicht nur gebohrt und über Verpackungsanlagen und Grundwasser diskutiert, sondern auch in den Felslaboren geforscht. Gibt es hier ein Leuchtturmxperiment, das besonders wichtig ist?

Hier ist das Experiment «HotBENT» zu nennen, das 2020 im Felslabor Grimsel gestartet wurde. Dabei wird die thermische Belastung des Bentonitmaterials untersucht, mit dem die Stollen verfüllt werden. An dem Experiment sind Entsorgungsorganisationen aus neun Ländern beteiligt. Das zeigt, dass HotBENT sehr relevante Fragen erforscht. Wir wollen mit dem Experiment herausfinden, wie heiss der Bentonit werden kann, ohne dass er seine Barrierewirkung verliert. Die Erkenntnisse werden Auswirkungen haben auf die Lagergeometrie und den Flächenbedarf der Tiefenlager im Untergrund: Es könnte sich herausstellen, dass wir die Stollen näher beieinander bauen können als ursprünglich angenommen. Das würde letztlich bedeuten, dass der Flächenbedarf für das Lager kleiner wird.



«Am anspruchsvollsten ist es, eine nachvollziehbare und verständliche Argumentation zu entwickeln, warum wir uns für diese und nicht jene Region entscheiden.»

Wagen wir einen Ausblick: Im Herbst 2021 gehen Sie nach 14 Jahren als Vorsitzender der Nagra-Geschäftsleitung in Pension. Ihr Nachfolger Matthias Braun hat am 1. Mai die Verantwortung übernommen. Was ist Ihnen in dieser «Schlussphase» am wichtigsten?

Mir ist es wichtig, dass wir die Übergabe der Aufgaben und des Know-hows professionell regeln. So dass die Nagra unter neuer Leitung optimal aufgestellt ist für den Standortvorschlag, den wir hoffentlich nächstes Jahr kommunizieren werden.

Was sind die wichtigsten Erkenntnisse nach 14 Jahren, die Sie Ihrem Nachfolger mitgeben?

Das Primat der Sicherheit steht im Zentrum. Und das muss so bleiben. Damit wir ein sicheres Lager bauen können, benötigen wir die interdisziplinäre Fachkompetenz und das sorgfältige Abwägen der verschiedensten Meinungen. Die Sicherheit ist der gemeinsame Nenner aller Akteure im Verfahren. Fragen nach der Akzeptanz oder der Wirtschaftlichkeit sind zweitrangig.

Doch ohne Akzeptanz gibt es kein Tiefenlager – auch nicht ein maximal sicheres.

Das stimmt. Deshalb sind das Partizipationsverfahren und der Dialog mit den Regionen – und insbesondere später mit der Region, in der das Lager gebaut werden soll – so wichtig. Dort wird dieser Dialog noch ausgebaut.

Drei Regionen sind noch im Rennen. Wird das Rennen eng, oder rechnen Sie mit einem klaren Resultat respektive Entscheid?

Ich rechne mit einem gut begründeten Entscheid. Noch ist es aber zu früh, um Prognosen zu machen. In Nördlich Lägern haben wir Anfang 2021 erst Resultate aus einer Bohrung. Erst wenn wir alle Bohrungen abgeschlossen haben und die wichtigen Resultate vorliegen, können wir die drei Standorte miteinander vergleichen.

Welches ist die grösste Hürde, die die Nagra noch nehmen muss, bis sie den Standortvorschlag machen kann?

Ich denke, am anspruchsvollsten ist es, eine nachvollziehbare und verständliche Argumentation zu entwickeln, warum wir uns für diese und nicht jene Region entscheiden. Diesen Sachentscheid auch für die breite Bevölkerung und die Politik nachvollziehbar und verständlich zu machen, wird sehr anspruchsvoll.

Aktueller Stand der Tiefbohrungen

Die 2020 gewonnenen Erkenntnisse aus den Tiefbohrungen entsprechen den Erwartungen. Sie bestätigen, dass alle drei Standortregionen für den Bau eines Tiefenlagers geeignet sind. Dennoch gibt es Unterschiede zwischen den Gebieten. Für Aussagen zur Standortwahl ist es aber noch zu früh.

Seit 2019 führt die Nagra Tiefbohrungen durch, um den am besten geeigneten Ort für ein geologisches Tiefenlager zu finden. Mit den Bohrungen erkundet sie den Untergrund in den Standortregionen Nördlich Lägern, Zürich Nordost und Jura Ost. Durch Gesteinsproben und Messungen im Bohrloch erhält sie Informationen über das Tongestein Opalinuston und die Gesteinsschichten darunter und darüber. Im Opalinuston wird dereinst das Lager gebaut.

Tiefbohrungen in Nördlich Lägern

Der Bohrplatz der bereits im Jahr 2019 beendeten Bohrung Bülach-1 wurde zurückgebaut. Gesteinsproben und Messdaten wurden analysiert und ausgewertet. Mit den Resultaten ist die Nagra zufrieden: Der Opalinuston ist sehr dicht. Er liegt auf 900 Meter Tiefe und damit tiefer als in anderen Gebieten. Das alte, versteinerte Korallenriff oberhalb des Opalinustons erwies sich in der Bohrung Bülach als dicht. Ursprünglich ging die Nagra davon aus, dass diese Tiefe den Bau eines Lagers mit den vielen Stollen erschweren könnte. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass dieses Standortgebiet bautechnisch besser geeignet ist als erwartet. Der Bau eines Tiefenlagers ist auch in dieser Tiefe und damit in diesem Gebiet machbar. Da das Bild in diesem Standortgebiet noch nicht komplett ist, führt die Nagra mit Stadel-2 und Stadel-3 weitere Tiefbohrungen durch.

Die Bohrung Stadel-3 (Hasliboden) ist im Dezember 2020 gestartet. Wie in der Bohrung Bülach liegt auch hier der Opalinuston mit den direkt umgebenden Gesteinen unterhalb des Korallenriffs. Die dritte Bohrung Stadel-2 (Steinacker) begann Ende Januar 2021 und liegt westlich des Riffs.

Tiefbohrungen in Zürich Nordost

Die Tiefbohrung Trüllikon-1 befindet sich im südöstlichsten Teil des Standortgebiets. Dort liegt der Opalinuston am tiefsten. Ende März wurde die Bohrung beendet. Die Nagra konnte gute Gesteins-

proben gewinnen und alle geplanten Tests im Bohrloch durchführen. Überraschungen hat es keine gegeben, die Resultate passen ins Bild. Die Zusammensetzung und die Dichtigkeit des Opalinustons sind sehr ähnlich wie in Benken, wo die Nagra schon in den 1990er-Jahren gebohrt hat.

Die zweite Tiefbohrung in Zürich Nordost wurde in Marthalen Mitte Februar gestartet und Mitte Juli beendet. Auch bei dieser Bohrung gab es keine unerwarteten Ergebnisse. Mit den Bohrungen in Trüllikon, Marthalen und der früheren Bohrung Benken ist das Bild des Untergrunds in Zürich Nordost vollständig. Allenfalls führt die Nagra in diesem Standortgebiet noch eine weitere Bohrung durch, um Detailfragen zu klären. Dazu hat sie den Bohrplatz Rheinau vorbereitet.

Tiefbohrungen in Jura Ost

Die Bohrung Bözberg-1 bei Ursprung startete Ende April und konnte Anfang Dezember beendet werden. Die zweite Bohrung, Bözberg-2, wurde von Mitte August bis Mitte Dezember im Gebiet Riedacker durchgeführt. Beide Bohrungen sind gut verlaufen: Die gewonnenen Gesteinsproben werden nun genauer untersucht. In Trüllikon und Bözberg-1 wurden 2020 seismische Messungen im Bohrloch durchgeführt. Diese liefern Referenzdaten für die abgeschlossene 3D-Seismik-Kampagne.

Das bisherige Bild des Untergrunds wurde bestätigt und vervollständigt. Der Opalinuston ist sehr dicht und ruhig gelagert. Zusammen mit einer früheren Tiefbohrung in Riniken hat die Nagra genug Daten in diesem Standortgebiet erhoben. Sie geht derzeit nicht davon aus, dass eine weitere Bohrung nötig ist.

Kennzahlen zu den Tiefbohrungen haben wir auf den Seiten 16 bis 17 zusammengestellt.

Tiefbohrungen liefern Gesteinsproben aus dem Untergrund. Damit der Bohrkopf vorrücken kann, muss die Bohrcrew immer wieder das Gestänge verlängern.



Nördlich Lägern: zwei Bohrgesuche zurückgezogen, ein weiteres eingereicht

Im Februar 2020 hat die Nagra die Gesuche für Tiefbohrungen in Glattfelden und Weiach zurückgezogen. Seismische Untersuchungen haben ergeben, dass sich der Norden des Standortgebiets Nördlich Lägern aufgrund von Störungszonen nicht für ein Tiefenlager eignet. Falls eine weitere Bohrung ausserhalb des Riffs benötigt würde, hat die Nagra im Oktober 2020 ein Gesuch für eine Bohrung in Bachs eingereicht. Ob diese durchgeführt wird, werden die laufenden Bohrungen zeigen.

Covid-Schutzmassnahmen auf Bohrstellen

Wegen der Covid-19-Pandemie wurden früh erhöhte Schutzmassnahmen auf den Bohrstellen eingeführt. Wechselnde Mitarbeitende und die Tatsache, dass bei den Bohr- und Testarbeiten der notwendige Abstand nicht überall eingehalten werden konnte, machten dies notwendig. Die Massnahmen trugen dazu bei, dass auf den Bohrplätzen keine Covid-Erkrankungen festgestellt wurden. Dank gutem Personalmanagement und mithilfe der Behörden gelang es stets, die notwendigen internationalen Spezialisten vor Ort zu haben.

Zwischenfazit zu den Tiefbohrungen

Erste Ergebnisse aus den Tiefbohrungen bestätigen: In allen drei Regionen Jura Ost, Nördlich Lägern und Zürich Nordost kann ein sicheres Tiefenlager gebaut werden. Jede Region verfügt über eine mehr als hundert Meter dicke, sehr dichte und ruhig gelagerte Opalinustonschicht. Diese bietet zudem genügend Platz für die Anordnung eines Kombilagers für schwach-, mittel- und hochaktive Abfälle.

Es gibt aber auch Unterschiede zwischen den Regionen: So liegt die Opalinustonschicht nicht überall gleich tief. Und auch die Gesteinsschichten oberhalb und unterhalb des Opalinustons unterscheiden sich. Diese sogenannten Rahmengesteine können einen zusätzlichen Beitrag zum Einschluss der Abfälle leisten. Zahlreiche Laboranalysen und allenfalls weitere Bohrungen stehen noch aus. Voraussichtlich 2022 wird die Nagra bekanntgeben, für welchen Standort sie das Rahmenbewilligungsgesuch für ein Tiefenlager einreichen will.

Nachts auf dem Bohrplatz nach dem Rechten sehen

Die Nagra-Bohrtechnikerin Patricia Hinterholzer gibt Einblick in ihre Arbeit als «Night Drilling Supervisor».

Was hast du für Aufgaben?

Ich überwache und koordiniere die Arbeiten auf dem Bohrplatz. Zudem schaue ich, dass die Sicherheitsmassnahmen eingehalten werden. Gegenüber der Bohrfirma vertrete ich die Interessen der Nagra. Und ich kümmere mich um sämtliche bohrtechnische Anliegen. Draussen am Bohrgerät begleite ich das Abteufen der Bohrung, das Ziehen von Bohrkernen und die Messungen im Bohrloch. Im Büro gleich nebenan verfasse ich Berichte und plane die weiteren Arbeiten. Ich arbeite sehr gern in der etwas weniger stressigen Nachtschicht.

Welche Fähigkeiten braucht man dazu?

Keine Bohrung verläuft wie die andere. Mit jeder Bohrung wächst man ein Stück weit über sich hinaus, lernt aus Rückschlägen und feiert Erfolge. Es gibt immer wieder unvorhersehbare und her-



Dieter Meyer und Patricia Hinterholzer vertreten die Interessen der Nagra auf dem Bohrplatz.

ausfordernde Situationen. Zum Beispiel kann das Bohrwerkzeug im Bohrloch blockieren oder es kann Bohrspülung austreten, die das Bohrloch stabilisieren soll. In solchen Fällen muss ich flexibel, schnell und kontrolliert reagieren. Dabei kann ich mich auf ein gut funktionierendes Bohrteam verlassen, das an einem Strang zieht.

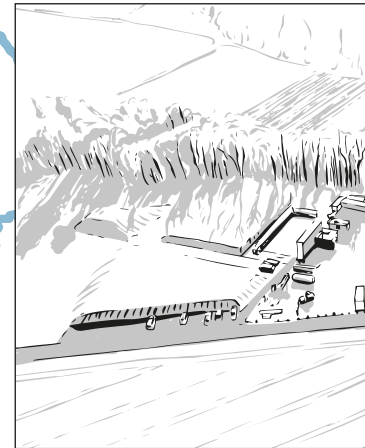


Proben aus den Tiefbohrungen werden an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) geomechanisch untersucht. Die Ergebnisse dieser Kompressionsversuche erlauben es unter anderem, das Langzeitverhalten des Opalinustons abzuschätzen, wenn er thermisch und mechanisch beansprucht wird.



Die Tiefbohrungen im Überblick

Marthalen



Bözberg-2



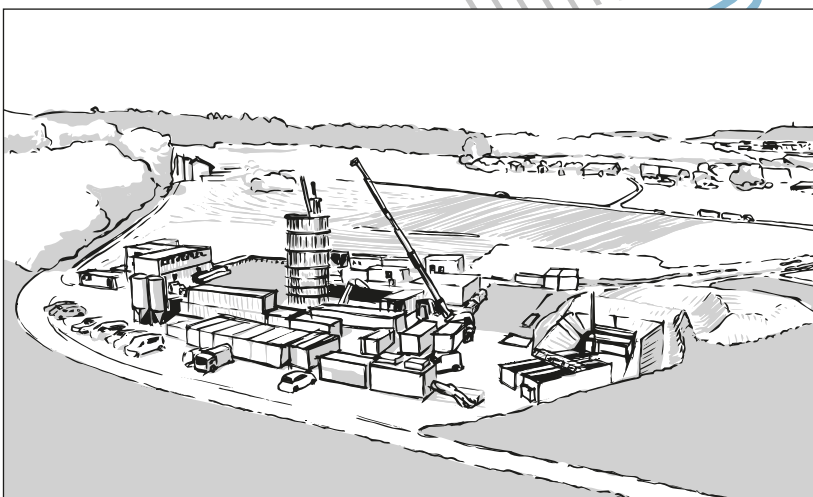
Bohrbeginn	11.8.2020
Bohrende	14.12.2020
Bohrdauer	4 Monate 4 Tage
Endtiefe (m)	829
Oberkante Opalinuston (m)	451
Unterkante Opalinuston (m)	574
Dicke Opalinuston (m)	123

Bohrbeginn	27.4.2020
Bohrende	2.12.2020
Bohrdauer	7 Monate 6 Tage
Endtiefe (m)	1037
Oberkante Opalinuston (m)	530
Unterkante Opalinuston (m)	651
Dicke Opalinuston (m)	121

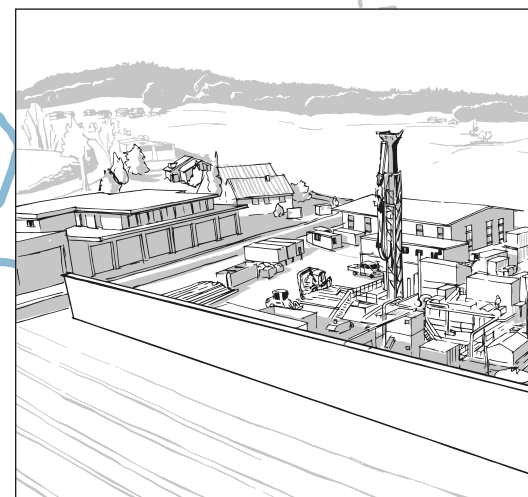
Bözberg-2

Bözberg-1

Bohrbeginn | 25.1.2021

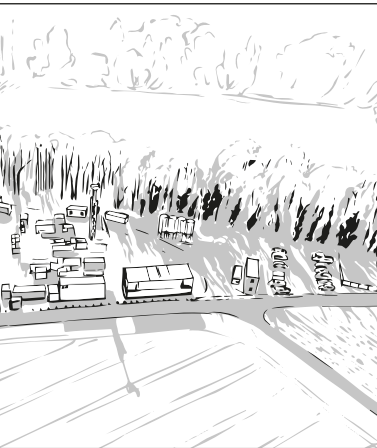


Bözberg-1

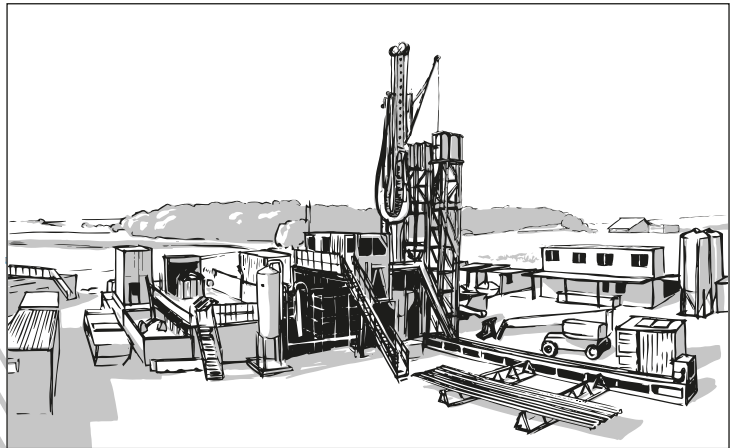


Stadel-2

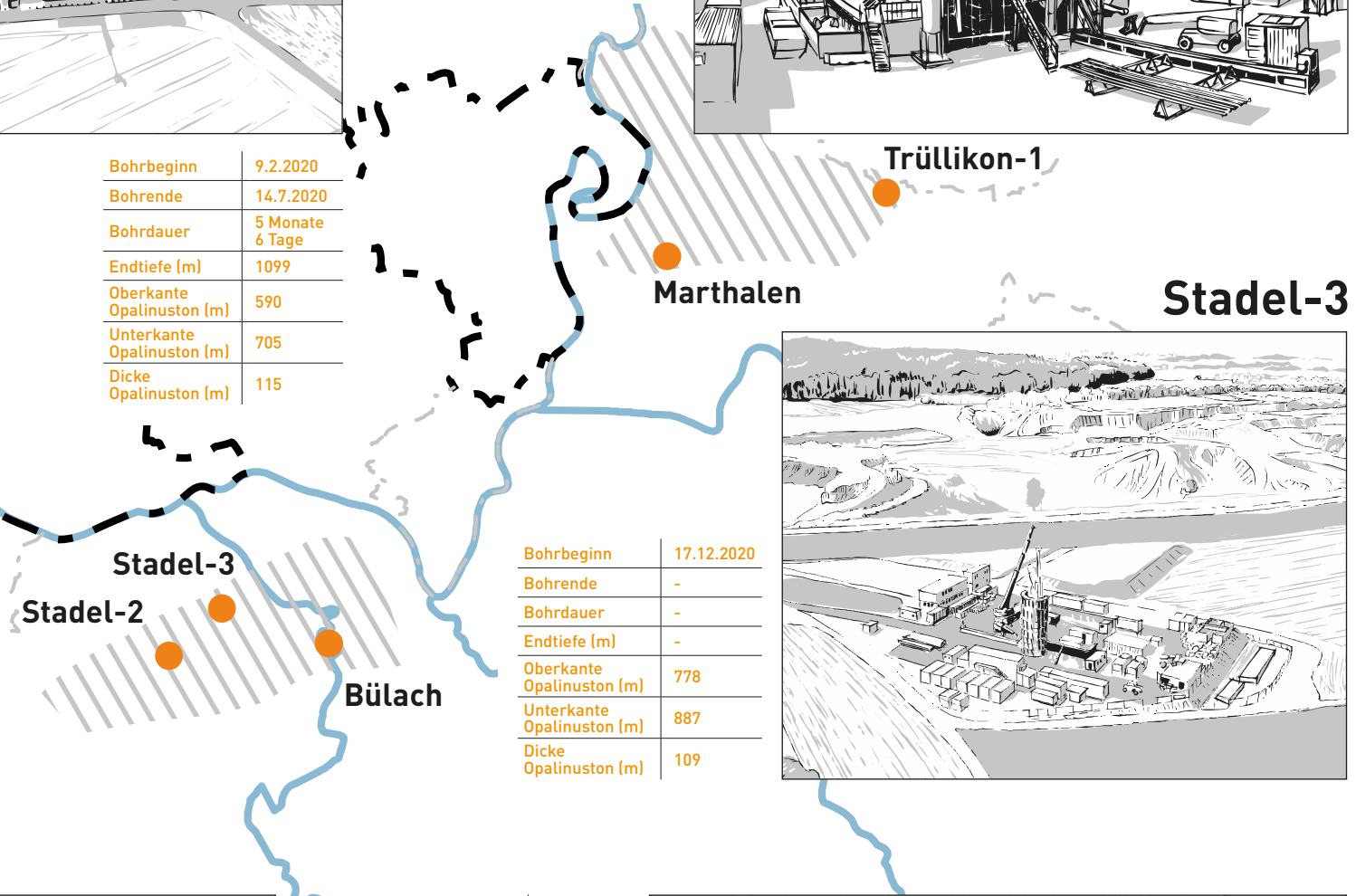
Trüllikon-1



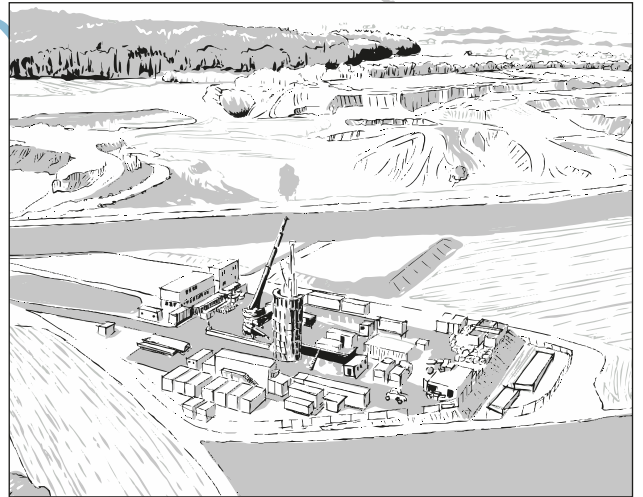
Bohrbeginn	15.8.2019
Bohrende	5.4.2020
Bohrdauer	7 Monate 22 Tage
Endtiefe (m)	1310
Oberkante Opalinuston (m)	816
Unterkante Opalinuston (m)	928
Dicke Opalinuston (m)	112



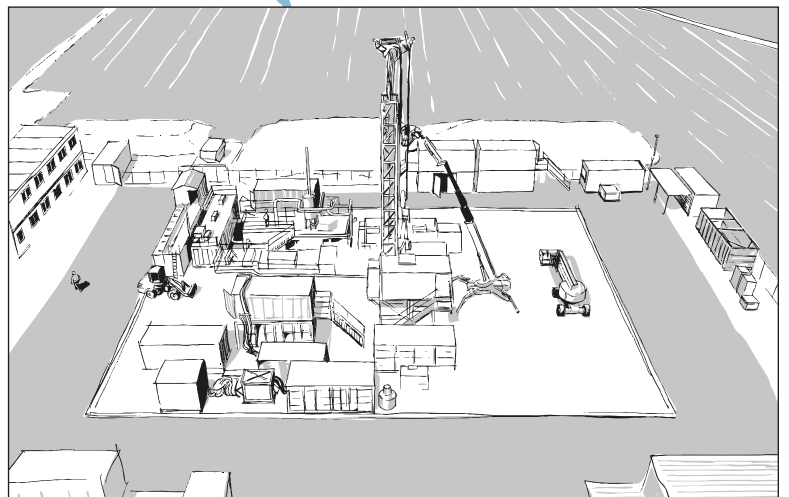
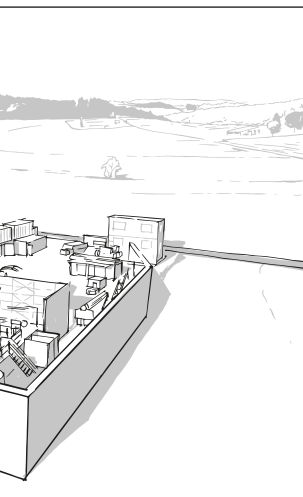
Bohrbeginn	9.2.2020
Bohrende	14.7.2020
Bohrdauer	5 Monate 6 Tage
Endtiefe (m)	1099
Oberkante Opalinuston (m)	590
Unterkante Opalinuston (m)	705
Dicke Opalinuston (m)	115



Bohrbeginn	17.12.2020
Bohrende	-
Bohrdauer	-
Endtiefe (m)	-
Oberkante Opalinuston (m)	778
Unterkante Opalinuston (m)	887
Dicke Opalinuston (m)	109



Bohrbeginn	14.4.2019
Bohrende	27.11.2019
Bohrdauer	7 Monate 14 Tage
Endtiefe (m)	1370
Oberkante Opalinuston (m)	892
Unterkante Opalinuston (m)	996
Dicke Opalinuston (m)	104



Bülach



Oben: Der Bohrplatz der Quartärbohrung in Adlikon-Dätwil mit dem Bohrgerät. Die Wand schirmt die benachbarten Häuser vor dem Lärm ab. Unten: Die Bohrcrew zieht einen Bohrkern an die Erdoberfläche. Noch hängt er am Seil im Bohrloch.



Quartärbohrungen abgeschlossen, Analysen laufen noch

Von März 2018 bis Dezember 2020 führte die Nagra insgesamt elf Quartärbohrungen durch. Die Bohrarbeiten sind beendet, aber die Untersuchung der Gesteinsproben geht weiter. Zu jeder Quartärbohrung veröffentlicht die Nagra einen Bericht, der alle Messdaten zusammenfasst.

Die Nagra will mehr über die Landschaftsentwicklung der letzten rund zwei Millionen Jahre erfahren. In diesem geologischen Zeitabschnitt, dem Quartär, sind Gletscher aus den Alpen bis in die Nordschweiz vorgestossen. Dabei haben sie mehrere 100 Meter tiefe Rinnen ins Gestein gekerbt. Diese wurden beim Rückzug der Gletscher wieder mit Gesteinsbruchstücken und danach mit Sedimenten aus Flüssen und Seen aufgefüllt. Die Rinnenfüllung besteht deshalb aus Lockergesteinen wie Kies, Sand und Ton.

Überall gute Bohrkerne erhalten

2020 hat die Nagra im Kanton Zürich, in Andelfingen-Niederfeld und in Adlikon-Dätwil, in die Gletscherrinne gebohrt, die entlang des heutigen Thurtals verläuft. Von der Erdoberfläche her, bohrte sie dabei zuerst durch die über 300 Meter dicke Lockergesteinsschicht hindurch, bis 10 Meter in den darunterliegenden festen Fels hinein. Hat sie diesen erreicht, weiss die Nagra, wie mächtig die Lockergesteinsschicht ist. Dabei holte sie fortlaufend Gesteinsproben aus der Tiefe, um sie zu untersuchen und zu charakterisieren. Aus den elf Bohrungen hat sie rund 1800 Meter Bohrkerne geborgen. In diesen lockeren Gesteinen und in grosser Tiefe ist es anspruchsvoll, gute Bohrkerne zu erhalten.

Die Bohrung in Andelfingen-Niederfeld wurde im März abgeschlossen und reichte bis in eine Tiefe von 324 Metern in den festen Fels. Die Dicke der Lockergesteinsschicht beträgt rund 313,5 Meter. In Adlikon-Dätwil wurde bis in eine Tiefe von 313 Metern gebohrt. Die Lockergesteinsschicht ist dort rund 303 Meter dick. Gegen Ende der Bohrung hat die Nagra im 24-Stundenbetrieb gebohrt, damit das Bohrloch stabil blieb. So konnte sie auch dort gute Bohrkerne erhalten und die letzte Bohrung Anfang Dezember beenden. Eine Schutzwand schirmte die Häuser in der Nachbarschaft vor dem Lärm ab.

Lockergesteine geben Informationen preis

Die Nagra konnte in allen Bohrungen im Riniker Feld, unteren Aaretal, Glattal und Thurtal die Felsoberfläche unter den Lockergesteinen erbohren. Sie kennt nun die Tiefe der Rinnen an den Bohrstandorten. Damit kann sie die Lage der Felsoberfläche aus den seismischen Messungen kalibrieren und aktualisieren. Zusammen mit Daten aus weiteren, externen Bohrungen verfügt die Nagra über ein flächenhaftes Abbild der Felsoberfläche in den untersuchten Gebieten.

Anhand der Bohrkernuntersuchungen kann die Nagra sagen, mit welchem Typ von Lockergesteinen die Rinnen gefüllt sind. Im Labor der Universität Bern werden die Bohrkerne mit chemischen und geotechnischen Analysen weiter untersucht. So erfährt die Nagra mehr zu den Eigenschaften der Gesteine. Und sie kann deren Alter bestimmen, was sehr aufwendig ist. Zu jeder Quartärbohrung veröffentlicht sie einen Bericht, der alle Messdaten zusammenfasst. 2020 hat sie die Berichte für Trüllikon-Rudolfingen und Hochfelden-Strassberg fertiggestellt.

Aus der Vergangenheit für die Zukunft lernen

Auch in Zukunft werden wieder Gletscher vorstossen. Darum muss die Nagra das Tiefenlager an einem Ort bauen, der genügend tief im Untergrund liegt und vor der Tiefenerosion von Gletschern gut geschützt ist. Die Resultate aus den Quartärbohrungen helfen, die Erosionsprozesse und die Langzeitentwicklung besser zu verstehen und Szenarien für die Zukunft zu machen.

Neben den Quartärbohrungen schaut sich die Nagra auch die Erosion durch Flüsse an, die sich ins Gelände einschneiden. Im Mai hat sie mit einem Bagger alte Flussablagerungen, sogenannte Deckenschotter, freigelegt (vgl. Bild Seite 21). Darin hat sie Zähne von Nagetieren und Schnecken gesucht, um eine Altersbestimmung durchzuführen.

Erosionsprozesse verstehen

Im Verlauf der Jahrtausende trägt die Erosion die Gesteinsschichten über einem geologischen Tiefenlager langsam ab. Die Nagra vergleicht die möglichen Standortgebiete eines geologischen Tiefenlagers bezüglich Erosion durch Flüsse und Gletscher. Sie lernt dabei aus der Vergangenheit für die Zukunft.

Prozesse wie die Erosion könnten den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle in einem Tiefenlager beeinträchtigen. Dies, weil sie die schützenden Gesteinsschichten über einem Tiefenlager abtragen können. 2020 hat die Nagra ihr Vorgehen geprüft, mit der sie Aussagen zum Einfluss der Erosion auf die zukünftige Landschaftsentwicklung macht. Zur Untersuchung von Erosionsszenarien kann sie sich nicht auf eine vorhandene Methodik stützen.

Eigene Methodik für Erosionsszenarien entwickelt

Die Nagra erforscht die möglichen erosiven Entwicklungen mit einer eigens entwickelten Methodik. Die Argumente müssen wissenschaftlich breit abgestützt sein. Im Zentrum stehen zwei Fragen zur Erosion. Erstens: Bleibt das Lager tief genug im Untergrund, so dass die geologische Barriere genügend lange funktioniert? Sogenannte Dekompaktionseffekte stören die Barriereeigenschaften und können zu einer grösseren Durchlässigkeit für Wasser und damit für radioaktive Stoffe führen. Sie treten auf, wenn die Last auf darunterliegende Gesteinsschichten durch Erosion abnimmt. Zweitens: Kann die Tiefenerosion durch Gletscher zu einer Freilegung der Abfälle führen? Rechenmodelle, die auch Ungewissheiten berücksichtigen, liefern Aussagen zu beiden Fragen. Die darin eingeflossenen Szenarien werden bezüglich Eintrittswahrscheinlichkeit und Plausibilität eingeordnet. In den Modellen werden neben der Lagertiefe die Erodierbarkeit der oberen Gesteinsschichten, die lokale Topographie, das lokale Hebungspotenzial sowie die Wahrscheinlichkeit zukünftiger Vergletscherungen der einzelnen Standortgebiete berücksichtigt. Diese Daten stammen unter anderem aus Arbeiten der Nagra.

Mit der neuen Methodik kann die Nagra nun Aussagen zur Wahrscheinlichkeit machen, ob die Restüberdeckung am untersuchten Ort genügend lange ausreichend bleibt.

Verschiedene Arbeitspakete zur Erosion

Quartärbohrungen (vgl. Seite 19) liefern wertvolle Erkenntnisse für obige Berechnungen. Sie tragen zum Verständnis der Vergangenheit bei, auf der die Voraussagen für die Zukunft basieren. Die Daten aus den Quartärbohrungen fliessen auch in ein digitales Höhenmodell der Felsoberfläche ein. Dieses zeigt auf, wie tief sich Flüsse und Gletscher in der Vergangenheit in den Fels eingeschnitten haben. Neben neuen Angaben zu Bohrtiefen wurden auch die ermittelten glazialen Rinnenformen aus seismischen Messungen berücksichtigt. Anhand der Rinnentiefen und -formen kann beurteilt werden, ob eine zukünftige glaziale Rinne das Lager erreichen kann.

Klimasimulationen

Klimasimulationen im globalen Massstab zeigen, dass in der nächsten Million Jahre mit Vergletscherungen gerechnet werden muss. Der Beginn der nächsten Vergletscherung ist jedoch sehr stark vom Treibhausgasausstoss abhängig, der prognostiziert wird. Simulationen mit einem Treibhausgasausstoss auf heutigem Stand deuten darauf hin, dass mit einer kleineren Vergletscherung frühestens in zirka 120 000 Jahren zu rechnen ist. Je nach Szenario kann sich der Beginn um mehrere 100 000 Jahre in die Zukunft verschieben. 2021 wird die Nagra die globalen Ergebnisse auf einen lokalen Massstab herunterskalieren. So kann sie Aussagen zu Niederschlagsmengen und Temperaturen (im Jahresmittel) für die Region der Standortgebiete bereitstellen.

Vergletscherung

2020 wurden die Eisflussmodelle verfeinert und Modellierungen mit neuen Klimadaten, die im Rahmen von Nagra-Arbeiten erhoben wurden, durchgeführt. Da Modellierungen sehr rechenaufwändig sind, nutzt die Nagra zwei unterschiedlich komplexe Modelle. Das Modell mit vereinfachten physikalischen Annahmen kommt aufgrund schnellerer



Bei Steig oberhalb von Buch am Irchel (ZH) hat die Nagra sogenannte Höhere Deckenschotter untersucht. Sie sind Ablagerungen eines ehemaligen Flusses. Ziel war es, das Alter dieser Ablagerungen zu bestimmen, die nahe an der Oberfläche liegen.

Rechenzeiten für Simulationen über lange Zeiträume und für grosse Gebiete zum Einsatz. Hingegen benötigt das komplexere Modell, das mehr physikalische Prozesse berücksichtigt, längere Rechenzeiten und ist deshalb für Simulationen über kurze Zeiträume und für kleine Gebiete geeignet. 2020 hat die Nagra beide Modelle erstmals optimal miteinander kombiniert: Für den letzten Gletscher-

vorstoss im Mittelland wird zuerst mit dem einfachen Modell gerechnet. Ab dem Zeitpunkt, kurz bevor die Standortgebiete vom Gletscher bedeckt werden, übergibt man die Daten an das komplexere Modell. So kann die Nagra den Zeitraum von einigen tausend Jahren mit dem Vorrücken und dem Rückzug des Gletschers in den Standortgebieten genau analysieren.

Wo soll die Verpackungsanlage für hochaktive Abfälle stehen?

Hochaktive Abfälle müssen in einer Verpackungsanlage (BEVA) umverpackt werden. Die Nagra hat Vor- und Nachteile von verschiedenen Standorten in einem Arbeitsbericht dokumentiert. Nach intensiven Diskussionen zur Standortfrage haben beteiligte Regionen und Kantone Ende 2020 eine gemeinsame Erklärung abgegeben.

Die meisten hochaktiven Abfälle der Schweiz lagern in Zwischenlagern wie dem Zwiilag in Würenlingen. Vor dem Einlagern in einem Tiefenlager werden sie von den grösseren in kleinere Behälter umverpackt. Dazu braucht es eine Verpackungsanlage. Im Referenzkonzept der Nagra ist diese ein Bestandteil der Oberflächeninfrastruktur am Tiefenlagerstandort. Der Bundesrat hat Ende 2018 entschieden, dass die Nagra auch Standorte für die BEVA ausserhalb der Standortregion eines Tiefenlagers prüfen kann.

Bericht zeigt Vor- und Nachteile auf

Die Nagra hat 2020 eine BEVA beim Tiefenlager mit denkbaren Varianten einer externen Anlage beim Zwiilag und an vier weiteren Standorten miteinander verglichen. Bewertet wurden Platzbedarf der Anlage, Nutzung von bestehenden Infrastrukturen, das vorhandene Know-how, Anzahl Transporte etc. Aus Sicht der Nagra wird die BEVA am sinnvollsten beim Tiefenlager oder extern beim Zwiilag betrieben. So würden sich die meisten Synergien ergeben. Beispielsweise betreibt das Zwiilag bereits eine Umladezelle für hochaktive Abfälle. Zudem werden unnötige Transporte zu neuen Standorten vermieden. Auch andere Länder planen, die hochaktiven Abfälle entweder bei einem Zwischenlager oder beim Tiefenlager in Endlagerbehälter zu verpacken. Im Juni hat die Nagra ihre Ergebnisse im Bericht NAB 20-14 «Verpackungsanlage hochaktiver Abfälle: Vor- und Nachteile verschiedener Standortvarianten» veröffentlicht.

Überregionale Zusammenarbeit

In die Überlegungen zum Standort der Verpackungsanlage wurden die betroffenen Kantone, Landkreise und Regionalkonferenzen sowie die Gemeinde Würenlingen einbezogen. Ihre Vertreter hat das Bundesamt für Energie im Rahmen der überregionalen Zusammenarbeit an einen Tisch geholt. In der Arbeitsgruppe «Verpackungsanlage extern» haben sie die Standortvarianten für die Verpackungsanlage beim

Zwiilag oder beim geologischen Tiefenlager miteinander verglichen. Dies mit dem Ziel, das gegenseitige Verständnis zu fördern und eine gemeinsame Erklärung auszuarbeiten.

Zwischen dem 10. Juni und 11. Dezember 2020 fanden sieben Sitzungen der Arbeitsgruppe statt. Sie wurden von Prof. Michael Ambühl vom Lehrstuhl für Verhandlungsführung und Konfliktmanagement der ETH Zürich moderiert (vgl. Interview). Der Nagra-Bericht diente der Arbeitsgruppe als Diskussionsgrundlage. Zudem wurden Experten der Nagra und des ENSI angehört.

Gemeinsame Erklärung der Arbeitsgruppe

Die Arbeitsgruppe hat am 11. Dezember eine gemeinsame Erklärung zu den Ergebnissen der überregionalen Zusammenarbeit erstellt und darin alle Positionen festgehalten. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe konnten sich nicht darüber einigen, ob eine externe BEVA beim Zwiilag grundsätzlich besser sei als eine beim Tiefenlager selbst. In einer Empfehlung wird die Nagra dazu aufgerufen, beim Entscheid über den BEVA-Standort die Positionen aller von einem Tiefenlager betroffenen Akteure umfassend miteinzubeziehen.



Erklärfilm zur Verpackungsanlage für hochaktive Abfälle (YouTube-Video).
QR-Code zum Scannen mit Ihrem Smartphone.

Einblicke in die überregionale Zusammenarbeit

Professor Michael Ambühl hat die Sitzungen der Arbeitsgruppe «Verpackungsanlage extern» moderiert. Im Interview zeigt er auf, wie die gemeinsame Erklärung der Mitglieder der Arbeitsgruppe zustande gekommen ist, und ordnet diese ein.

War für Sie immer klar, wohin der Weg führt?

Das Ziel war klar: eine gemeinsame Erklärung, in der sich die Arbeitsgruppe zur Frage der externen BEVA äussert. Auf dem Weg dorthin mussten aber einige methodische und zwei Grundsatzfragen im Zusammenhang mit weiteren Standortoptionen und der Sicherheit gelöst werden. Die Nagra konnte aufzeigen, dass es wohl nebst dem Zwiilag keine weiteren sinnvollen externen Standortoptionen gibt und dass eine BEVA im Prinzip überall sicher betrieben werden kann. Auf Basis dieser Arbeitshypothesen hat die Arbeitsgruppe im weiteren Verlauf die Beurteilung einer internen beziehungsweise externen BEVA vorgenommen. Zu diesem Zweck haben wir mit der Arbeitsgruppe einen Kriterienkatalog erarbeitet.

«Der Prozess war aus meiner Sicht ein Erfolg.»

War es einfach, die verschiedenen BEVA-Standorte zu bewerten?

Für die Bewertung haben wir ein Bewertungsmodell mit zunächst 15 Kriterien zur Diskussion gestellt. Diese haben wir mit der Arbeitsgruppe konsensuell auf vier reduziert: Lastenverteilung, raumplanerische Konflikte, Synergien und Transporte. Dann hat jede Delegation den externen Standort beim Zwiilag gegenüber der internen Realisierung – bezüglich jedes einzelnen Kriteriums – gewichtet und bewertet.

Wie schätzen Sie das Resultat der Zusammenarbeit ein?

Die Auswertung zeigte, dass es unterschiedliche Interessen gibt. Letztlich konnte aber ein Konsens gefunden werden. Der besteht einerseits darin,

dass die Interessen jeder Delegation in einer Erklärung, die einer gewissen Struktur folgt, Eingang finden. Andererseits wurde in der gemeinsamen Erklärung auch vereinbart, dass nach der Standortwahl des Tiefenlagers nur noch die Interessen der dannzumal Betroffenen relevant sein sollen. Der Prozess war damit aus meiner Sicht ein Erfolg: Die Arbeitsgruppe konnte sich auf zentrale Arbeitshypothesen einigen und auf dieser gemeinsamen Basis eine konstruktive Diskussion führen. Ich bin überzeugt, dass die Erklärung für die Nagra eine nützliche Orientierungshilfe darstellt.

ZUR PERSON



Michael Ambühl ist ordentlicher Professor für Verhandlungsführung und Konfliktmanagement an der ETH Zürich. Vorher war er Staatssekretär im EFD und im EDA. Der Spitzendiplomat hat im Auftrag des Bundesrats zahlreiche Verhandlungen geführt. So war er Schweizer Chef-Unterhändler der Bilateralen II und verhandelte im Steuerstreit mit den USA und den Nachbarländern der Schweiz.

Zwei Einzellager oder ein Kombilager für radioaktive Abfälle?

Die radioaktiven Abfälle der Schweiz werden dereinst in geologischen Tiefenlagern tief unter dem Erdboden entsorgt. Die Nagra plant dazu ein Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle sowie eines für hochaktive Abfälle oder aber ein sogenanntes Kombilager. In einem Bericht hat sie 2020 die Vor- und Nachteile beider Varianten verglichen.

Radioaktive Abfälle besitzen unterschiedliche Eigenschaften. In der Schweiz sind für die Entsorgung dieser Abfälle zwei geologische Tiefenlager vorgesehen: eines für schwach- und mittelaktive und eines für hochaktive Abfälle. Diese Lager können an unterschiedlichen Standorten liegen. Sie können aber auch als sogenanntes Kombilager im gleichen Standortgebiet platziert werden. Bedingung für ein Kombilager ist, dass dadurch die Sicherheit nicht beeinträchtigt wird und es ausreichend Platz dazu hat.

Rahmenbewilligung des Bundesrats notwendig

Die Nagra muss ihren Vorschlag zur Wahl des Standorts für ein Tiefenlager in einem Bericht zum Rahmenbewilligungsgesuch begründen. Sie muss vorgängig auch entscheiden, ob sie ein Gesuch für ein Kombilager oder eines für zwei Einzellager ausarbeiten will. In einer Rahmenbewilligung werden Standort, Grösse und ungefähre Lage der wichtigsten Bauten eines Tiefenlagers festgelegt. Entscheidend für die Standortwahl ist die Langzeitsicherheit. Die Nagra muss aber auch eine gesamthafte Betrachtung machen für den Fall, dass sich unterschiedliche Standorte bezüglich Sicherheit nicht unterscheiden.

Bericht vergleicht Vor- und Nachteile

Im September 2020 hat die Nagra den Arbeitsbericht NAB 19-15 veröffentlicht. Darin vergleicht sie die beiden Varianten «zwei Einzellager» und «Kombilager» standortunabhängig miteinander. Betrachtet werden Auswirkungen auf die Umwelt sowie Themen wie Flächenbedarf, Anzahl Transporte, Synergieeffekte und Betriebssicherheit.

Kombilager hat Vorteile

Bei einem Kombilager konzentrieren sich die ökologischen und sozio-ökonomischen Auswirkungen auf ein einziges Standortgebiet. Die Auswirkungen sind dort aber im Vergleich zu der Summe von zwei Einzellagern deutlich kleiner. Der Personalbedarf ist

bei einem Kombilager zudem geringer als bei zwei Einzellagern und das Personal vor Ort kann für eine längere Betriebszeit angestellt werden.

Ein Kombilager braucht nur gut die Hälfte des Platzes an der Oberfläche, den zwei Einzellager beanspruchen würden. Das geringere Bauvolumen der Oberflächeninfrastrukturen, das kleinere Volumen des Ausbruchmaterials beim Bau und der geringere Ressourcen- und Energieverbrauch beziehungsweise CO₂-Ausstoss sprechen ebenso für ein Kombilager. Hinzu kommt auch ein Kostenvorteil: Ein Kombilager kostet rund 1,5 Milliarden Franken weniger als zwei Einzellager.

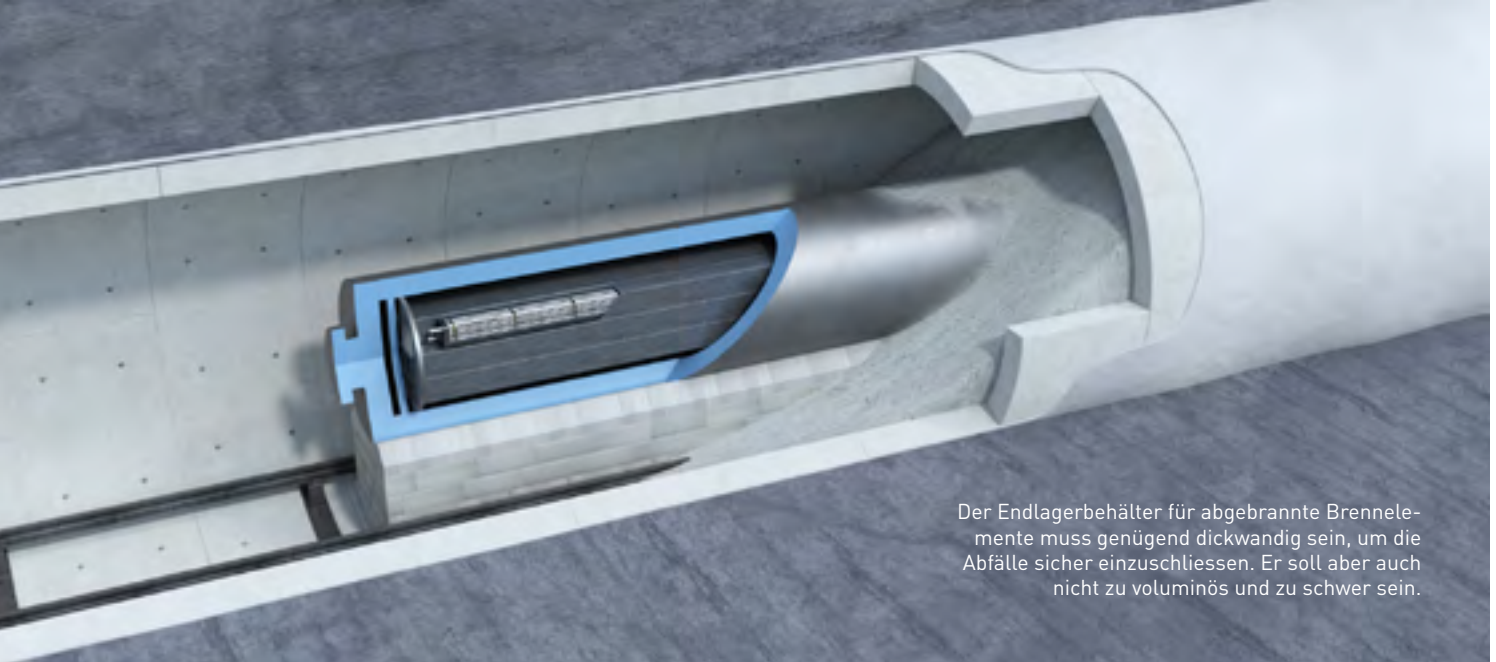
Das Fazit: Der Bericht zeigt, dass ein Kombilager deutliche Vorteile gegenüber zwei Einzellagern hat. Ein Kombilager kann aber natürlich nur realisiert werden, wenn die Langzeitsicherheit dadurch nicht beeinträchtigt wird. Dies zu klären ist eines der Ziele im Jahr 2021.



Arbeitsbericht NAB 19-15: «Standortunabhängiger Vergleich eines Kombilagers mit zwei Einzellagern hinsichtlich Bau- und Betriebsabläufe sowie Umwelt» (PDF-Datei)

Marc Croket, Projektleiter Anlagen und Betrieb, hat zusammen mit anderen Mitarbeitenden den Arbeitsbericht erstellt.





Der Endlagerbehälter für abgebrannte Brennelemente muss genügend dickwandig sein, um die Abfälle sicher einzuschließen. Er soll aber auch nicht zu voluminös und zu schwer sein.

Anforderungen an ein Tiefenlager in der Praxis

Die Nagra nutzt für die Planung und Realisierung der Tiefenlager ein Anforderungs- und Konfigurationsmanagement (RCM). Dieses erfasst zentral die Anforderungen an jeden Bestandteil und jeden Prozess eines Tiefenlagers. Dies erleichtert die Zusammenarbeit innerhalb der Nagra und ermöglicht Optimierungen.

Ein geologisches Tiefenlager muss sehr viele Anforderungen erfüllen, damit es funktioniert und einen sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle gewährleistet. Zu jedem Lagerbestandteil wie Tunnel, Siegel, Gebäude, Lüftung und Endlagerbehälter gibt es Anforderungen und viele hängen voneinander ab. Ein Endlagerbehälter für radioaktive Abfälle muss beispielsweise gewisse Abmessungen aufweisen, damit er bis in die Lagerstollen transportiert werden kann. Aber er muss auch genügend dickwandig sein, damit er die Abfälle sicher einschließt. Anforderungen gibt es auch an übergeordnete Themen wie die Langzeitsicherheit, an Technologien, die zum Einsatz kommen, und an Prozesse, die das Lager am Laufen halten.

Den Überblick sicherstellen

Um bei so vielen Anforderungen den Überblick zu behalten, betreibt die Nagra ein Anforderungs- und Konfigurationsmanagement (RCM). Dies ist ein wichtiger Teil des Projektmanagements. Es kann mit einer Datenbank verglichen werden, in der das technische Wissen der Nagra gespeichert ist. Das RCM gibt jeweils den aktuellen Planungsstand wieder und wird ständig ergänzt und weiterentwickelt. So auch im Jahr 2020. Zahlreiche Dokumente wurden überarbeitet oder neu erstellt.

Referenzen für nachvollziehbare Quellen

Ende 2020 lagen insgesamt 90 sogenannte RCM-Blätter zu übergeordneten Themen, Prozessen, Bauwerken, Behältern etc. vor. Ein RCM-Blatt definiert die Funktionen, die zum Beispiel ein Endlagerbehälter hat, und die Anforderungen an den Behälter. Damit man auch Jahre später noch nachvollziehen kann, woher die Anforderungen stammen, werden die Quellen zu jeder Anforderung erfasst (Referenzen wie z.B. Gesetzestexte und Nagra-Berichte). Auch eine zuständige Fachperson ist auf jedem Blatt aufgeführt.

Interne Zusammenarbeit erleichtern

Durch die strukturierte und gut zugängliche Ablage der Informationen wird die Zusammenarbeit der verschiedenen Projektteams innerhalb der Nagra erheblich erleichtert. Die Informationen sind für alle Mitarbeitenden zugänglich. Schnittstellen zu anderen Projekten sind sichtbar und offene Punkte identifizierbar. Sobald Funktionen und Anforderungen eines Objekts bekannt sind, kann es zudem optimiert werden. Genau dies ist auch das Fernziel: ein optimiertes Tiefenlagerprojekt, das erfolgreich von der Planung in die Praxis umgesetzt werden kann und die hohen Ansprüche und alle Anforderungen erfüllt.

Zwei Mitarbeiter messen die Radioaktivität: Rechts wird mit einem Geigerzähler geprüft, ob die Ladung im Inneren des Containers verrutscht ist. Der Mitarbeiter links führt eine Wischprobe durch, um zu überprüfen, ob die Oberfläche des Containers kontaminiert wurde.



Atommüll sicher verpackt: neuer Container im Einsatz

2020 wurde ein neuer Behältertyp als Verpackung schwach- und mittelaktiver Abfälle eingesetzt. Er besteht aus Beton und kann auf der Strasse transportiert werden. Für die Zwischenlagerung und die nachfolgende Entsorgung in einem Tiefenlager ist der Behälter stapelbar.

Abfallbehälter schliessen die Abfälle sicher ein. Dies beim Transport beispielsweise von den Kernkraftwerken zum Zwischenlager, während der Zwischenlagerung und auch anschliessend bei der Entsorgung in einem Tiefenlager. Um den Platz in einem Lager optimal zu nutzen, müssen die Behälter für schwach- und mittelaktive Abfälle stapelbar sein. Die Betoncontainer, die bisher als Verpackung dieser Abfälle vorgesehen waren, sind im befüllten Zustand sehr schwer. Deshalb entwickelte die Nagra auch einen optimierten, kleineren Container. Er dient überwiegend zur Aufnahme von schwach- und mittelaktiven Rohabfällen wie zum Beispiel Stahl- oder Betonstrukturteile aus dem Rückbau von Kernkraftwerken.

Auf Herz und Nieren geprüft

Bis ein neuer Behälter einsatzbereit ist, durchläuft er verschiedene Prüfverfahren. Bereits im Dezember 2019 wurden Falltests mit den neu entwickel-

ten Containern durchgeführt. Dabei wurde getestet, ob die Behälter grossen Belastungen ohne grosse Schäden standhalten können. Dies war wichtig für den Nachweis, dass der neue Behältertyp den internationalen Standards für den Transport auf der Strasse entspricht.

Praktischer Einsatz beim Rückbau

Die Tests wurden erfolgreich bestanden. Somit konnten 2020 die ersten Betoncontainer mit radioaktivem Material vom Rückbau des Kraftwerks Mühleberg befüllt und in das Zwischenlager Zwilag in Würenlingen transportiert werden. Dort werden sie zwischengelagert, bis geologische Tiefenlager für die endgültige Entsorgung der Abfälle bereitstehen. Vor der Entsorgung im Tiefenlager werden noch alle Hohlräume mit Zementmörtel verfüllt.

Stollen im Opalinuston: sichere Ausbaumethoden testen

Hochaktive Abfälle werden in einem geologischen Tiefenlager entsorgt, und zwar in Stollen im Tongestein Opalinuston. Die Nagra untersucht im Felslabor Mont Terri, wie solche Stollen gesichert werden können. Die Ergebnisse fliessen in die Planung der Untertagebauten eines künftigen Tiefenlagers ein.

Opalinuston ist verformbar. Er stellt beim Stollenbau höhere Anforderungen an die Bautechnik als andere Gesteine wie Granit. Damit Stollen im Opalinuston jahrelang stabil bleiben, müssen sie gesichert werden. Dies erfolgt durch einen Ausbau mit Stützsystemen. Die Nagra hat 2019 die Erweiterung des Felslabors Mont Terri für das TS-Experiment (Tunnelstützsystem im Opalinuston) genutzt: Sie testet auf drei Stollenabschnitten Ausbaumethoden mit Stahlbögen und Spritzbeton.

elemente (Tübbinge) müssen dick genug und ausreichend verstärkt sein. Nur so sind Stollen über die vorgegebene Nutzungsdauer stabil. Die grösste Nutzungsdauer von rund 100 Jahren haben Zugangstunnel, die bis zum Verschluss des Lagers offenbleiben müssen.

Glasfaserkabel liefern mehr Informationen

Die Nagra beobachtet in den drei Stollenabschnitten die Auswirkungen des Gebirgsdrucks auf die Ausbauten. Sie misst die Verformungen des Tunnelquerschnitts mit zwei Methoden. Die klassische Methode eignet sich nur für grössere Verformungen. Dabei werden die Positionen kleiner Spiegel vermessen, die auf der Tunnelwand angebracht sind. Bei der neuen fiberoptischen Methode setzt die Nagra lichtleitende Glasfaserkabel ein. Damit kann sie sehr empfindlich kleinste Dehnungen messen, das heisst kleinste Verschiebungen. Die Kabel sind im Spritzbeton eingebettet oder an die Stahlbögen geklebt und gehen einmal um den Tunnelquerschnitt herum. Die Glasfaserkabel lassen sich problemlos einbauen und funktionieren auch nach Monaten zuverlässig. Sie haben also den Praxistest bestanden. Die Nagra führt die Messungen zusammen mit der Partnerorganisation RWM aus England durch. Neben der Nagra setzt auch die französische Andra solche Glasfaserkabel ein.

Was ist der Nutzen für die Praxis?

Das Experiment liefert Informationen zum Verhalten des Tongesteins. Ein Stoffgesetz beschreibt, wie sich Opalinuston unter mechanischer Belastung verhält. Die Nagra kann damit vorhersagen, wie und in welchem Mass Opalinuston auf äussere Einflüsse reagiert. Solche Informationen benötigt sie, um den Stollenausbau in einem künftigen Tiefenlager zu berechnen. Die Spritzbetonschalen und Betonfertig-

SCHLÜSSELEXPERIMENTE IM FELSLABOR MONT TERRI	
CI	Mineralogische Wechselwirkung zwischen Tongestein und Zement
CI-D	Diffusion über die Grenzfläche Beton/Tongestein
DR-B	Langzeitdiffusionsexperiment
FE-M	1:1-Einlagerungsversuch zur Untersuchung des Stollenumfelds (FE) mit den Teilprojekten Gasentwicklung (FE-G) und Überwachung
FS-C	Abbildung des Langzeitintegritätsverlusts von gestörten Wirtgesteinsbereichen
GC-A	In situ felsmechanische Charakterisierung von Opalinuston
GD	Analysen von geochemischen Daten
HE-E	Verhalten der technischen Barrieren unter Wärmeeinfluss
IC-A	Korrosionsverhalten verschiedener Metallsorten in Bentonit
MA	Mikrobiologische Experimente
MA-A	Mikrobielle Prozesse in der Bentonitbarriere
SO-C	Faziesanalyse des oberen Opalinustons und des Übergangs zur Passwang-Formation
TS	Testen von Möglichkeiten für den Tunnelausbau in sandigen Fazies



Verformungen im Tunnelausbau werden mit der klassischen Methode bestimmt: Mit einem Vermessungsgerät wird die Distanz vom Messgerät zu den Spiegeln an der Stollenwand bestimmt und mit einer früheren Messung verglichen.

Das Stoffgesetz ist auch wichtig für die Beurteilung, ob am ausgewählten Tiefenlagerstandort eine Tunnelbohrmaschine eingesetzt werden kann. Tunnelbohrmaschinen werden zum speditiven Erstellen von Stollen eingesetzt. Sie könnten unter ungünstigen Bedingungen aber im Gestein steckenbleiben, was zu hohen Kosten und Verzögerungen führen würde.

Verschiedene Bedingungen je nach Ort

Gegenwärtig prüft die Nagra geeignete Stoffgesetze. Um mit einem Stoffgesetz rechnen zu können, werden Parameter benötigt, die den Opalinuston charakterisieren. Der Opalinuston im Felslabor Mont Terri und jener in den Standortgebieten hat leicht unterschiedliche Eigenschaften. Dies muss berücksichtigt werden und führt zu unterschiedli-

chen Parametern. Diese werden in felsmechanischen Laborversuchen bestimmt. Viele Versuche hat die Nagra bereits mit Bohrkernen aus dem Felslabor durchgeführt. 2021 kann sie nun prüfen, ob sie mit dem am besten geeigneten Stoffgesetz und den Parametern die Ergebnisse aus dem TS-Experiment nachrechnen, also «nachmodellieren» kann.

Auch 2020 hat die Nagra Proben aus ihren Tiefbohrungen felsmechanisch getestet. So erhält sie schliesslich Parameter für den Opalinuston in jeder möglichen Standortregion eines Tiefenlagers. Zusammen mit den entsprechenden Parametern und dem Stoffgesetz kann sie dann die Auslegung der Untertagebauten des Tiefenlagers am ausgewählten Standort planen.

Grossversuch: Warum heizt die Nagra einen Stollen im Berg auf?

Die Nagra forscht seit Jahrzehnten an der sicheren Entsorgung von Atommüll in Tiefenlagern. Im Felslabor Grimsel hat sie 2020 den langjährigen HotBENT-Versuch gestartet. Sie will damit herausfinden, wie warm es in einem Lagerstollen für hochaktive Abfälle dereinst werden darf. Die Erkenntnisse helfen dabei, Tiefenlager zu optimieren.

Im HotBENT-Versuch geht es um Bentonit. Die Stollen mit den hochaktiven Abfällen werden mit Bentonit abgedichtet: Die Nagra verwendet ihn, um den Hohlraum zwischen den Abfallbehältern und der Stollenwand dicht auszufüllen. Er schliesst so als eine von mehreren Sicherheitsbarrieren die Abfälle im Tiefenlager ein. Bentonit besteht aus Tonmineralen, ist sehr geringdurchlässig für Wasser und quillt bei Feuchtigkeitzutritt auf. Im Tiefenlager geben die hochaktiven Abfälle Wärme an den Lagerstollen ab. Im Versuch wird dies mit Heizern simuliert.

Es wird heiss für den Bentonit

Bei HotBENT liegen die Temperaturen, denen Bentonit ausgesetzt ist, bei 175 bis 200 Grad Celsius. Dies ist deutlich höher als bei vorhergehenden Versuchen. Wird es dem Bentonit zu warm, besteht die Gefahr, dass er die Abfälle nicht mehr optimal einschliessen kann. Mit HotBENT will die Nagra daher herausfinden, welchen Temperaturen der Bentonit sicher standhalten kann und was geschieht, wenn es noch wärmer wird.

20 Jahre einheizen

Seit Frühjahr 2020 hat die Nagra einen Stollen erweitert, um Platz für vier Heizer zu schaffen (vgl. Abbildung rechts). Im Oktober wurde der erste Heizer eingebaut und später mit Bentonitgranulat verfüllt. Der zweite Heizer folgte im Dezember. Nach dem Verfüllen wurde mit dem Bau des Zwischensiegels begonnen. Dieses trennt den Versuch in zwei Bereiche auf. Die bereits eingebauten Heizer sollen bis zu 20 Jahre laufen. Aus diesem Bereich gibt es bereits Messdaten.

Im Frühsommer 2021 werden zwei weitere Heizer eingebaut und verfüllt, die nur fünf Jahre laufen sollen und dann wieder ausgebaut werden. HotBENT wird die bestehenden Erkenntnisse zu Bentonit ergänzen und zur Sicherheit eines zukünftigen Tiefenlagers beitragen. Am Versuch beteiligen sich neben der Nagra acht weitere internationale Partnerorganisationen.



Zwei Fragen an Florian Kober, den Projektleiter von HotBENT

Welchen Nutzen erhofft sich die Nagra vom Versuch?

HotBENT ist ein sehr wichtiges Experiment für die Nagra. Wenn der Bentonit höhere Temperaturen als bisher angenommen verträgt und trotzdem alle

Sicherheitsanforderungen erfüllt, können wir das Tiefenlager optimieren. Die Abfallbehälter könnten zum Beispiel näher zusammenrücken, was den Platzbedarf des Lagers verkleinert. Auch die Kosten würden dadurch geringer.

Wie liefen die Arbeiten bei HotBENT, Stichwort Corona?

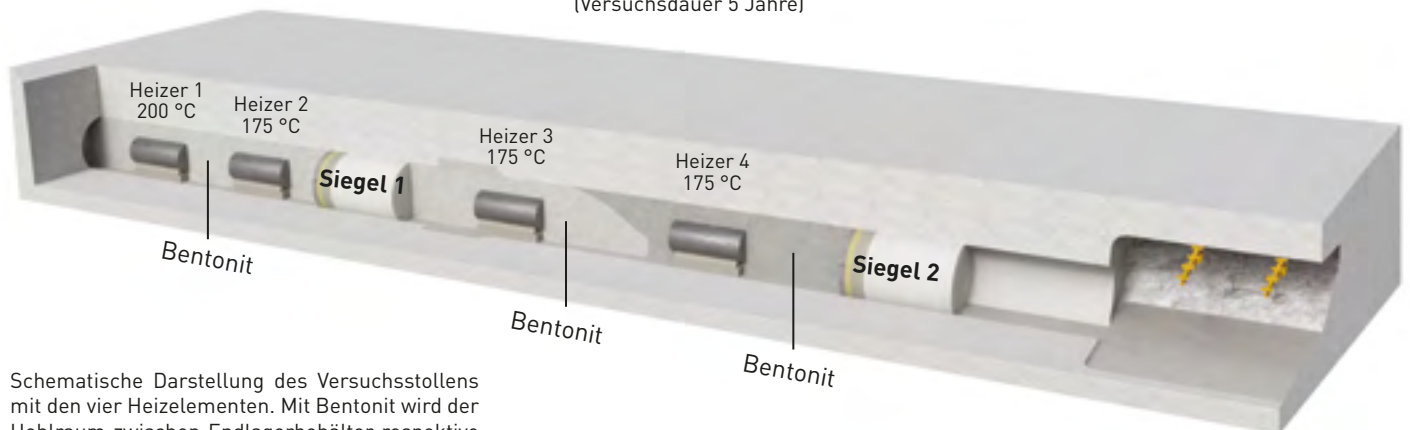
Das Jahr war voller Herausforderungen und dies nicht nur wegen Corona. Ich bin mit den Fortschritten jedoch zufrieden. Für unser Felslabor nutzen wir denselben Zugang wie die Kraftwerke Oberhasli für ihre Anlagen. Beide waren am Bauen und mussten aneinander vorbeikommen – wir mussten sehr gut planen. Zudem erschwerte der frühe Wintereinbruch die Anlieferung von Material, das für das Experiment nötig war.



Der Stollen mit dem Heizelement ist schon grösstenteils mit Bentonitgranulat verfüllt.

Abschnitt 1
(Versuchsdauer bis zu 20 Jahre)

Abschnitt 2
(Versuchsdauer 5 Jahre)



Schematische Darstellung des Versuchsstollens mit den vier Heizelementen. Mit Bentonit wird der Hohlraum zwischen Endlagerbehälter respektive Heizer und Stollenwand dicht verfüllt.

HAUPTPROJEKTE IM FELSLABOR GRIMSEL

CFM	Bildung und Transport von Kolloiden und deren Einfluss auf die Radionuklidmobilität	ISC	Kontrollierte hydraulische Stimulation bestehender Störungszonen; Experiment des Swiss Competence Center for Energy Research – Supply of Electricity
CFM i-BET	In situ Bentonit-Erosionstest	LASMO	Überwachung und Charakterisierung der Geosphäre
CIM	Testen der Transporteigenschaften von C-14 und I-129 durch Zementbarrieren	LTD	Langzeitdiffusion von Radionukliden
GAST	Gasversiegelungsexperiment: gasdurchlässige Stollenversiegelungen für das SMA-Lager unter realistischen Bedingungen und in realistischem Massstab	MaCoTe	Korrosionsexperimente mit Komponenten der technischen Barrieren
HotBENT	Untersuchungen zur Sicherheitsfunktion von Bentonitbarrieren unter erhöhten Temperaturen	Plug-experiment	Ingenieurstudien und Demonstrationsversuche zur Lagerauslegung



Digital im Austausch und im Bild: die Partnerorganisationen des Felslabors Grimset am internationalen «ISCO-Meeting» Anfang Juni 2020.

Internationale Zusammenarbeit

Die Nagra arbeitet in vielen internationalen Projekten und Organisationen mit. So auch bei der Technologieplattform IGD-TP, die Aktivitäten zur Planung und Realisierung von Tiefenlagern in Europa koordiniert. Auch 2020 hatte die Nagra den Vorsitz.

Die Technologieplattform «Implementing Geological Disposal of Radioactive Waste Technology Platform» (IGD-TP) vereint alle grossen Entsorgungsorganisationen aus Europa. Darunter jene aus Belgien, Finnland, Frankreich, Schweden und der Schweiz. In wenigen Jahren nehmen die ersten geologischen Tiefenlager für abgebrannte Brennelemente und hochaktive Abfälle den Betrieb auf. Ein Gründungsziel von IGD-TP wird real. Sie hat deshalb seit 2019 eine neue Vision: Die Endlagerung der radioaktiven Abfälle in Europa soll bis 2040 industrialisiert werden. Die ersten Tiefenlager in Europa sollen sicher betrieben werden. Aus den praktischen Erfahrungen können später auch weitere Organisationen wie die Nagra profitieren. Die gesamte Entsorgung von der Planung, über den Bau bis zum Betrieb von Tiefenlagern soll zudem optimiert werden.

Fokus auf Bau und Betrieb

Irina Gaus, Gesamtprojektleiterin Forschung & Entwicklung bei der Nagra, hat den Vorsitz von IGD-TP und führt das Sekretariat. Trotz der Pandemie war 2020 ein arbeitsreiches Jahr: Mit den Entsorgungsorganisationen wurde festgelegt, wie die Vision umgesetzt werden soll und wo die Forschungs- und

Entwicklungsprioritäten liegen. Auch geplante gemeinsame Projekte wurden in der strategischen Forschungsagenda dokumentiert. Viele Länder verfügen über solide Projekte, so dass sich der Fokus zusehends auf Themen rund um den Bau und sicheren Betrieb der Tiefenlager verschiebt. Die Forschungsagenda soll unter anderem dazu beitragen, dass die Beteiligung der Mitgliedsorganisationen am EU-Projekt «European Joint Programme on Radioactive Waste Management» (EURAD) zielgerichtet ist und den Interessen der Plattform dient.

Sicherheit eines Tiefenlagers ist zentral

Für die geologische Tiefenlagerung werden zahlreiche Themen aus Forschung und Entwicklung untersucht. Einzelne bedingen einen intensiven Erfahrung- und Wissensaustausch mit anderen Ländern. Anfang Februar 2020 haben die Nagra und ihre englische Partnerorganisation RWM zum Beispiel einen Workshop zum Thema Sicherheit nach dem Verschluss eines Tiefenlagers durchgeführt. In einem Tiefenlager darf es auch nach langer Zeit und unter ungünstigsten Bedingungen nicht zu einer unkontrollierten Freisetzung von Energie kommen. Diese sogenannte Kritikalitätssicherheit

muss nachgewiesen werden. Vertreter verschiedener Entsorgungsorganisationen berichteten transparent über gesetzliche Grundlagen und den aktuellen Wissensstand in ihren Ländern. Sie identifizierten für die zukünftige Zusammenarbeit technische Fragen und Aspekte, die alle betreffen. Zudem ging es um eine gemeinsame Argumentation für den Nachweis der Kritikalitätssicherheit. Ebenfalls wichtig ist, dass sich die Ergebnisse aus den einzelnen Ländern nicht widersprechen oder aber, dass Abweichungen gut begründet werden können.

Erfahrungsaustausch über IGD-TP hinweg

Entsorgungsorganisationen arbeiten auch ausserhalb der Plattform zusammen. Die Nagra und ihre belgische Partnerorganisation ONDRAF/NIRAS

sind an Experimenten beteiligt, die am kanadischen Forschungszentrum Canmet laufen. Untersucht wird die Korrosion von Metallen in einem Tiefenlager, wenn kein Sauerstoff mehr vorhanden ist. Dabei entsteht das Gas Wasserstoff. Ziel ist es, Korrosionsraten, Korrosionsmechanismen und Gasbildungsdaten in zement- und bentonithaltigen Umgebungen besser zu verstehen. Solche Umgebungen kommen typischerweise in einem Tiefenlager vor. Canmet hat für die Korrosionsversuche mit Kupfer und Kohlenstoffstahl eine Methode und spezielle Geräte entwickelt, um extrem niedrige Korrosionsraten zu messen. Methode und Messergebnisse wurden 2020 in wissenschaftlichen Publikationen und an einem Workshop in Frankreich vorgestellt.



Drei Fragen an Irina Gaus, Vorsitzende des IGD-TP

Was hast du als Vorsitzende für Aufgaben?

Ich versuche die Interessen aller Entsorgungsorganisationen unter einen Hut zu bringen. Herausfordernd ist der unterschiedliche Stand der Entsorgungsprojekte in den einzelnen Ländern. Gemeinsam einigen wir uns auf Themen in Forschung und Entwicklung, die sich für eine internationale Zusammenarbeit eignen. Die gemeinsame Stossrichtung haben wir in der Vision 2040 und in der strategischen Forschungsagenda dokumentiert. Ich vertrete auch die Interessen der Plattform gegen aussen und schaffe Akzeptanz für unsere Arbeit.

In welchen Bereichen profitiert die Nagra am meisten?

Die Nagra lernt am meisten von weit fortgeschrittenen Projekten. Unsere französische Schwesterorganisation Andra reicht demnächst das Baugesuch für das Tiefenlager ein. Unsere Interessen sind in vielerlei Hinsicht ähnlich, da beide Länder ihr Lager in Tongestein bauen werden. In der Tonforschung konnte die Andra in der Vergangenheit von der Nagra profitieren. Wir können nun insbesondere im Bereich Materialtechnologie dazulernen, wie die Andra den Schritt von der Theorie in die Praxis macht. Schweden und Finnland haben bereits das Baugesuch eingereicht, verfolgen aber andere Konzepte. Eine Gemeinsamkeit gibt es aber beispielsweise bei den technischen Sicherheitsbarrieren: Wir verwenden ebenfalls Bentonit und arbeiten in mehreren Projekten intensiv zusammen.

Wo kann die Nagra ihr Wissen und ihre Erfahrungen einbringen?

Die Nagra verfügt über ein einzigartiges Wissen zu Tongesteinen. Zudem haben wir zusammen mit dem Paul Scherrer Institut Pionierarbeit auf dem Gebiet des Radionuklidtransports geleistet. Da stecken 20 bis 30 Jahre intensiver Forschung dahinter. Viele Entsorgungsorganisationen verwenden unsere Erkenntnisse in ihren Programmen. Auch beim Einfluss von Gas in einem geologischen Tiefenlager ist die Nagra an vorderster Front dabei und stützt sich auf ein solides Wissen durch Experimente und Modellierungen. Andere Entsorgungsorganisationen profitieren davon, weil wir unsere diesbezüglichen Ergebnisse publizieren und so mit der Fachwelt teilen.

Nagra gibt Wissen an Partner weiter

Die Nagra verfügt über viel Erfahrung und Fachwissen in logistischen und fachspezifischen Bereichen. Davon profitieren ihre Partner auch in Form von Dienstleistungen. Erfahren Sie mehr zum Wissenstransfer und der partnerschaftlichen Zusammenarbeit.

Die Nagra unterstützt Partnerorganisationen bei Themen wie strategische Programmplanung, Abschätzung von Abfallinventaren, Standortwahl, Standortcharakterisierung und -evaluation, Lagerkonzepten, Entwicklung von Sicherheitsnachweisen und Sicherheitsanalysen, Öffentlichkeitsarbeit und Ausbildung.

Versiegelung von Bohrlöchern

Die Nagra unterstützt seit über sechs Jahren die britische Entsorgungsorganisation RWM im Projekt «Abdichtung tiefer Erkundungsbohrungen». Aktuell leitet die Nagra die Entwicklung eines Prototyps, eines sogenannten «Bridge Plug», aus Metall. Solche Pfropfen gehören zum Abdichtungskonzept von Bohrlöchern: Sie dichten Abschnitte ab respektive trennen unterschiedliche Dichtungsmaterialien voneinander. So kann der Fluss von Gasen und Flüssigkeiten in der Längsrichtung eines Bohrlochs verhindert werden.

Seit 2018 führt die Nagra zusammen mit der Friedrich-Alexander-Universität (FAU) im deutschen Erlangen Untersuchungen durch. Studien haben gezeigt, dass kupferbasierte Legierungen am vielversprechendsten sind. Sie wurden für die Laborversuche und den Pfropfen-Prototyp ausgewählt.

In Sedimentgesteinen wie Opalinuston ist die Bohrlochwand nicht gleichförmig, sondern uneben, und stellt deshalb eine Herausforderung fürs Abdichten dar. Verformbarkeit und Form der Pfropfen müssen dies berücksichtigen. Die Nagra entwickelt mit RWM gerade ein Verfahren, wie die Pfropfen möglichst effizient in den Bohrlöchern platziert werden können. Seit 2020 beteiligt sich auch die japanische Partnerorganisation NUMO an diesem Teilprojekt.

Know-how für Geothermieprojekte

Die Nagra bringt ihr weitreichendes geowissenschaftliches Know-how bei seismischen Untersuchungen und Tiefbohrungen ein: Planung und

Durchführung der Arbeiten sowie Analyse und Interpretation von Messergebnissen. Die Nagra arbeitet mit externen Partnern zusammen, um die Nutzung der Geothermie weiterzuentwickeln.

2020 hat die Nagra Unterstützung im «Bedretto Underground Laboratory for Geosciences and Geoennergies» (Kanton Tessin) geleistet. Dieses Labor wird von der ETH Zürich im Rahmen der Initiative «Swiss Competence Center for Energy Research – Supply of Electricity» (SCCER-SoE) aufgebaut. Unter anderem werden dort Experimente zur hydraulischen Risserzeugung durchgeführt. Dabei wird das feste Gestein durch Einpressen von Wasser durchlässig gemacht. Die so im Gestein erzeugten und verbundenen Risse bilden dann einen Wärmetauscher. Mit diesem werden verschiedene für die Geothermie wichtige Aspekte untersucht. Die Nagra hat das Einbringen und Verankern von Mess- und Überwachungsgeräten in Beobachtungsbohrungen unterstützt. Nach gründlicher Planung hat sie die Bohrungen wieder zementiert und versiegelt.

In Riehen und Basel-Stadt soll eine 3D-Seismik-Kampagne durchgeführt werden. Dies, um den Untergrund für weitere Geothermiebohrungen zu erkunden. 2020 hat die Nagra an der Planung und Optimierung der Kampagne mitgearbeitet. Sie hat in einer detaillierten Studie das Untersuchungsgebiet konkretisiert und die Parameter definiert, mit denen die 3D-Seismik-Kampagne durchgeführt wird.

Am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) wird unter anderem das Einbringen und Speichern von Wärme in einen tief liegenden Grundwasserleiter untersucht. Die Nagra hat eine Ausschreibung gewonnen. Darin geht es um das Planen von zwei Tiefbohrungen in Kombination mit der wissenschaftlichen Erkundung des tieferen Untergrundes.



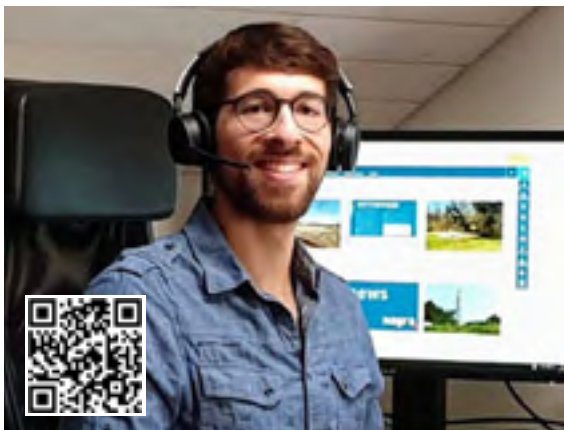
Oben: Verschiedene Prototypen von Bridge Plugs, die in ein Bohrloch eingebracht werden. Dort verhindern sie den Fluss von Gasen und Flüssigkeiten in der Längsrichtung des Bohrlochs.



Diese Anlage steht im «Bedretto Underground Laboratory for Geosciences and Geoenergies» der ETH Zürich. Die Nagra hat sie zum Zementieren der Beobachtungsbohrungen nach Einbau der Mess- und Überwachungsgeräte genutzt.

Jetzt unsere Videos auf YouTube ansehen

Auf YouTube erfahren Sie mehr zu den Themen, die 2020 im Fokus der Nagra standen: Tiefbohrungen, Quartärbohrungen und der Dialog mit der Bevölkerung. Lernen Sie in den Videos auch die Menschen hinter der Nagra kennen! Einfach die QR-Codes mit Ihrem Smartphone scannen und los geht's.



Besuchstag Bözberg-2

Am Besuchstag der Tiefbohrung Bözberg-2 konnte sich die Bevölkerung ein Bild von den Arbeiten der Nagra machen. Stimmen von Besucherinnen und Besuchern hat Felix Glauser, stellvertretender Leiter der Medienstelle, in seinem Video eingefangen.



Quartärbohrungen der Nagra

Herfried Madritsch, Ressortleiter Geologie & Geophysik, zieht ein Fazit zu den abgeschlossenen Quartärbohrungen. Was mit den vielen Gesteinsproben nun passiert, verrät Ihnen Gaudenz Deplazes, Projektleiter Geologie.

Besuch einer Tiefbohrung

Mehr zu Tiefbohrungen erfahren Sie von Philipp Senn, stellvertretender Bereichsleiter Zusammenarbeit und Öffentlichkeitsarbeit. Er nimmt Sie im Video mit auf den Bohrplatz und zeigt Ihnen, was Sie dort entdecken können.



Nagra – das sind wir

Möchten Sie mehr erfahren über die Leute, die bei der Nagra arbeiten? Schauen Sie sich das Video an. Sie können Lukas Oesch, Projektleiter regionale Partizipation, einen Tag bei der Arbeit und in seiner Freizeit begleiten.



Öffentlichkeitsarbeiten

Events stark eingeschränkt

Die Nagra konnte Corona-bedingt von den geplanten 13 regionalen Gewerbetessen und Märkten lediglich den Spätsommermarkt in Eglisau (12. September) mit dem Steinklopf-Platz besuchen. Alle anderen Events mussten abgesagt werden.

Gruppenführungen an den Nagra-Bohrplätzen waren weitgehend möglich. Dies dank eines guten Schutzkonzepts. Mehrheitlich besuchten uns Personen aus der unmittelbaren Umgebung des Bohrstandortes. So informierten sich vor Ort 860 Personen (in 84 Gruppen) über die Tiefbohrungen Trüllikon, Marthalen, Bözberg-1 und Bözberg-2.

Ein besonderes Erlebnis im Felslabor

In den Felslaboren Grimsel (BE) und Mont Terri (JU) kann die Forschung rund um die Entsorgung der radioaktiven Abfälle in einem realistischen Umfeld gezeigt werden. Natürlich gab es auch dort Beschränkungen aufgrund von Corona. Besucherführungen waren 2020 trotzdem beliebt. So reisten im Berichtsjahr 149 Personen (20 Gruppen) ins Felslabor Grimsel und 1002 Personen (72 Gruppen) ins Felslabor Mont Terri. Acht Besuchstage für ausgewählte Gruppen mussten hingegen abgesagt werden.

Elektronische Medien

Die Webseiten zu den einzelnen Bohrplätzen werden fortlaufend mit aktuellen Informationen versehen. Zahlreiche Beiträge mit Fotos und auch Videos wurden erstellt, um die laufenden Tiefbohrungen und die 2020 abgeschlossenen Quartärbohrungen zu dokumentieren. Drohnenaufnahmen der Bohrplätze waren sehr beliebt. Die Nagra hat 2020 ihren elektronischen Newsletter neu aufgelegt.

Drei Newsletter wurden an je rund 4100 deutsch- und je 290 französischsprachige Empfänger verschickt. Die Öffnungsrate betrug überdurchschnittliche 50 Prozent. Ein Newsletter für Lehrpersonen wurde im März versendet.

2020 wurden verschiedene interne Workshops zur Vorbereitung des Relaunchs der Nagra-Website durchgeführt. Dabei wurden Zielgruppen, die neue

Vision und User Personas diskutiert. Weiter führte die Nagra zwei Nutzerumfragen auf der Website sowie einen externen Usability-Test im Labor durch, dessen Ergebnisse in die künftige Inhaltsstrategie einfließen werden.

Printprodukte

Zur möglichen Tiefbohrung in Bachs wurde im Oktober 2020 ein Faktenblatt mit genaueren Informationen veröffentlicht. Zudem hat die Nagra ein Faltblatt zur «Rückholbarkeit radioaktiver Abfälle» publiziert. Ein Flyer über das Felslabor Grimsel diente der Information von Besucherinnen und Besuchern.

Im Kontakt mit den Medien

Die Medienstelle befasste sich 2020 intensiv mit den Tiefbohrungen. Anlässe fanden aufgrund von Corona online statt, erzielten aber eine grössere Resonanz als in den Vorjahren. Höhepunkt war ein Mediengespräch Anfang November zum Zwischenstand der Tiefbohrkampagne: Eine Liveschaltung aus einer Lagerhalle in Döttingen, in der hunderte Bohrkernkerne aus der Bohrung Bülach ausgelegt waren. Daraus entstanden eine Reportage in der TV-Sendung «Schweiz Aktuell» sowie Beiträge in allen grossen Printmedien und in mehreren Radiosendungen. Gut 120 Artikel resultierten aus dem Mediengespräch. Weitere zehn Medienmitteilungen sorgten für die Information der Öffentlichkeit.

Digitalisierung im Bereich Schule & Jugend

Der Austausch mit der jungen Generation war 2020 Corona-bedingt schwierig. Zahlreiche Schulbesuche, Exkursionen und Workshops auf Bohrplätzen mussten abgesagt werden. Trotzdem setzten sich knapp 300 Jugendliche mit dem Thema auseinander. Am ersten digitalen TecDay im Dezember besuchten fast 100 Schülerinnen und Schüler unser Modul «Atommüll: Gibt es die Lösung für die Ewigkeit?».

Zusammenarbeit mit den Regionen

Für die regionale Zusammenarbeit braucht es nicht nur Geologen und Ingenieure, sondern auch Leute, die mit der Bevölkerung in den Standortregionen eines möglichen Tiefenlagers Kontakt halten. Die Nagra informiert Anwohner, Gemeinden und Mitglieder von Regionalkonferenzen transparent über ihre Arbeiten.

Der Nagra den Puls fühlen

Die erdwissenschaftlichen Untersuchungen aus der Nähe verfolgen und mit Experten und verantwortlichen Projektleitern diskutieren – das ist «Nagra live». Mitglieder der Fachgruppen Sicherheit der Regionalkonferenzen aus Jura Ost, Nördlich Lägern und Zürich Nordost haben sich direkt vor Ort ein Bild gemacht: vom Gewinnen der Gesteinsproben auf dem Bohrplatz, der Analyse im Labor bis hin zur Datenauswertung.

Zum Auftakt von Nagra live waren je vier Fachgruppenmitglieder bei der Tiefbohrung in Bülach dabei, als Bohrkerne aus der Tiefe gezogen wurden. Später folgte ein Besuch am Institut für Geologie der Uni Bern. Dort zeigten die Wissenschaftler, wie Gesteinsproben aus den Tief- und Quartärbohrungen der Nagra analysiert werden. Gabriela Winkler, Co-Leiterin der Fachgruppe Sicherheit der Regionalkonferenz Nördlich Lägern, sagte danach: «Ich erhielt während des Besuchs der Tiefbohrung in Bülach und hier in Bern einen sehr tiefen Einblick in die Materie. Ich kann mir nun

gut vorstellen, wie komplex und umfangreich die Untersuchungen sind.»

Anfang 2020 waren die Fachgruppenmitglieder bei der Nagra in Wettingen. Diskutiert wurde mit den verantwortlichen Projektleitenden, wie wissenschaftliche Projekte geplant werden und wie und warum bei der Datenauswertung auf eine bestimmte Weise vorgegangen wird. Im November hat die Gruppe dann in einer Halle die ausgelegten Bohrkerne aus der Tiefbohrung Bülach besichtigt.

Die Fachgruppenmitglieder stellten auch kritische Fragen zum Korallenriff und zum Aufbau des Opalinustons. Anhand der Bohrkerne erklärten die Experten, warum das Korallenriff dicht ist, das sie bei der Bohrung Bülach angetroffen haben. Und sie zeigten, dass die Opalinustonschicht homogen aufgebaut ist.

Ein Dankeschön an die betroffene Bevölkerung

Mit der elften Quartärbohrung (vgl. Seite 19) wurde im zürcherischen Adlikon-Dätwil ein grosses Untersuchungsprogramm beendet. Die Nagra hätte die Untersuchungen nicht durchführen können ohne die Unterstützung der betroffenen Gemeinden, Flurgenosenschaften, Grundeigentümer und Bewirtschafter. Für eine Quartärbohrung wird je nach Situation ein 600 bis 1300 Quadratmeter grosser Platz in einem Feld oder im Wald benötigt. Auch eine Zufahrtsmöglichkeit für grosse Lastwagen war notwendig. Es ist keine Selbstverständlichkeit, dass die Betroffenen diesen Zugang gewährt haben. Es brauchte frühzeitig Gespräche mit Gemeindebehörden und Privatpersonen. In einem Fall wurden die Anwohner mit Flyern zu einer Informationsveranstaltung vor Ort eingeladen. Dort wurden offene Fragen mit allen Anwesenden geklärt. Bei den Feldarbeiten gab es eine grosse Hilfsbereitschaft der lokalen Behörden und auch Verständnis seitens der Bevölkerung – das ist verdankenswert.



Philip Birkhäuser,
Ressortleiter
Zusammenarbeit

GEMEINDEBLÄTTER SIND EIN WICHTIGER INFORMATIONSKANAL

«Wo immer möglich, haben wir uns nach den Quartärbohrungen in Gemeindeblättern bei der Bevölkerung bedankt. Auch nicht direkt beteiligte Personen erfuhren so etwas über die Hintergründe unserer Feldarbeiten.

Wir wollen so transparent wie möglich berichten und hoffen, dass die Bevölkerung vor Ort so nachvollziehen kann, warum wir in ihrer Gemeinde tätig waren. Über unsere laufenden Tiefbohrungen berichten wir regelmässig in den Gemeindeblättern oder mit Flugblättern.»



Redakteurin Saskia Hau Eisen mit einer Ausgabe des Untersiggenthaler Dorfmagazins «Schlüssel». Olivier Moser konnte darin einen Beitrag der Nagra veröffentlichen. Er ist bei der Nagra für die Region Jura Ost zuständig.

Unten: Ausgestattet mit einer kompletten Sicherheitsausrüstung besuchten die Mitglieder der Fachgruppe Sicherheit Nördlich Lägern unter fachkundiger Führung den Bohrplatz. V.l.n.r.: Michael Gysi (Projektleiter Bohrstellengeologie, Nagra), Markus Zink, Gabriela Winkler, Felix Meier, Rolf Glaus und Lukas Oesch (Nagra, zuständig für die Region Nördlich Lägern).



Verwaltung



Corina Eichenberger
Präsidentin der Verwaltung

Dr. Willibald Kohlpaintner

Vizepräsident
Axpo Power AG

Dr. Philipp Hänggi

BKW Energie AG

Dr. Thomas Kohler

Alpiq AG

Roland Grüter

Kernkraftwerk Leibstadt AG

Prof. Dr. Lino Guzzella

ETH Zürich

Dr. Michaël Plaschy

Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG

Ronald Rieck

Zwilag Zwischenlager Würenlingen AG

Dr. Thierry Strässle

Schweizerische Eidgenossenschaft

Peter Zbinden

Herrliberg (ZH)
ehemaliger Vorsitzender der Geschäftsleitung
der AlpTransit Gotthard AG

Verwaltung und Generalversammlung

Die Verwaltung hielt 2020 vier Sitzungen und eine Klausur zum «sicherheitstechnischen Vergleich» ab. Genereller Themenschwerpunkt war in allen Sitzungen die Begleitung des Sachplanverfahrens. Die Verwaltung nahm zudem Kenntnis von den geplanten Forschungs- und Projektierungsarbeiten für das Jahr 2021 und genehmigte einen entsprechenden Rahmenkredit. Der Technische Ausschuss traf sich zu vier Sitzungen und die Kommission für Kommunikation und Information hielt drei Sitzungen ab. Die Finanzkommission tagte zwei Mal. Sie nahm Stellung zum Jahresabschluss 2019, zum Budget 2021 sowie zur kumulierten Rechnung. Die ordentliche Generalversammlung der Nagra fand am 30. Juni 2020 statt. Die Genossenschafter genehmigten den Geschäftsbericht und die Jahresrechnung 2019. Im Dezember 2020 wurde Prof. Dr. Lino Guzzella als zusätzliches Mitglied in den Verwaltungsrat der Nagra gewählt.

Genossenschafter

Schweizerische
Eidgenossenschaft
Bern

Alpiq AG
Olten

Axpo Power AG
Baden

BKW Energie AG
Bern

Kernkraftwerk
Gösgen-Däniken AG
Däniken

Kernkraftwerk Leibstadt AG
Leibstadt

Zwilag Zwischenlager
Würenlingen AG
Würenlingen

Technischer Ausschuss

Dr. Thomas Kohler
Vorsitz
Alpiq AG

Finanzkommission

Urs Helfer
Vorsitz
Axpo Power AG

**Kommission für Kommunikation
und Information**

Dr. Thierry Strässle
Vorsitz
Schweizerische Eidgenossenschaft

Kommission für Rechtsfragen

Hansueli Sallenbach
Vorsitz
Axpo Holding AG

Revisionsstelle

PricewaterhouseCoopers AG
Zürich

Führungsstruktur

Geschäftsleitung



Dr. Thomas Ernst
Vorsitzender der Geschäftsleitung



Dr. Markus Fritschi
Stv. Vorsitzender der Geschäftsleitung /
Bereichsleiter Zusammenarbeit
Sachplan & Öffentlichkeitsarbeit



Maurus Alig
Gesamtprojektleiter
SGT Etappe 3 / Rahmenbewilligungen



Reto Beutler
Bereichsleiter Finanzen
Controlling & Personal



Dr. Tim Vietor
Bereichsleiter Sicherheit
Geologie & Radioaktive Materialien



Dr. Severin Wälchli (ab 1.7.2020)
Bereichsleiter Projektierung & Bau
geologische Tiefenlager

Weitere Mitglieder des Kaders



Dr. Irina Gaus
Gesamtprojektleiterin
Forschung & Entwicklung



Armin Murer (bis 31.8.2020)
Stv. Bereichsleiter Zusammenarbeit
Sachplan & Öffentlichkeitsarbeit



Dr. André M. Scheidegger
Stv. Gesamtprojektleiter Sachplan
Etappe 3

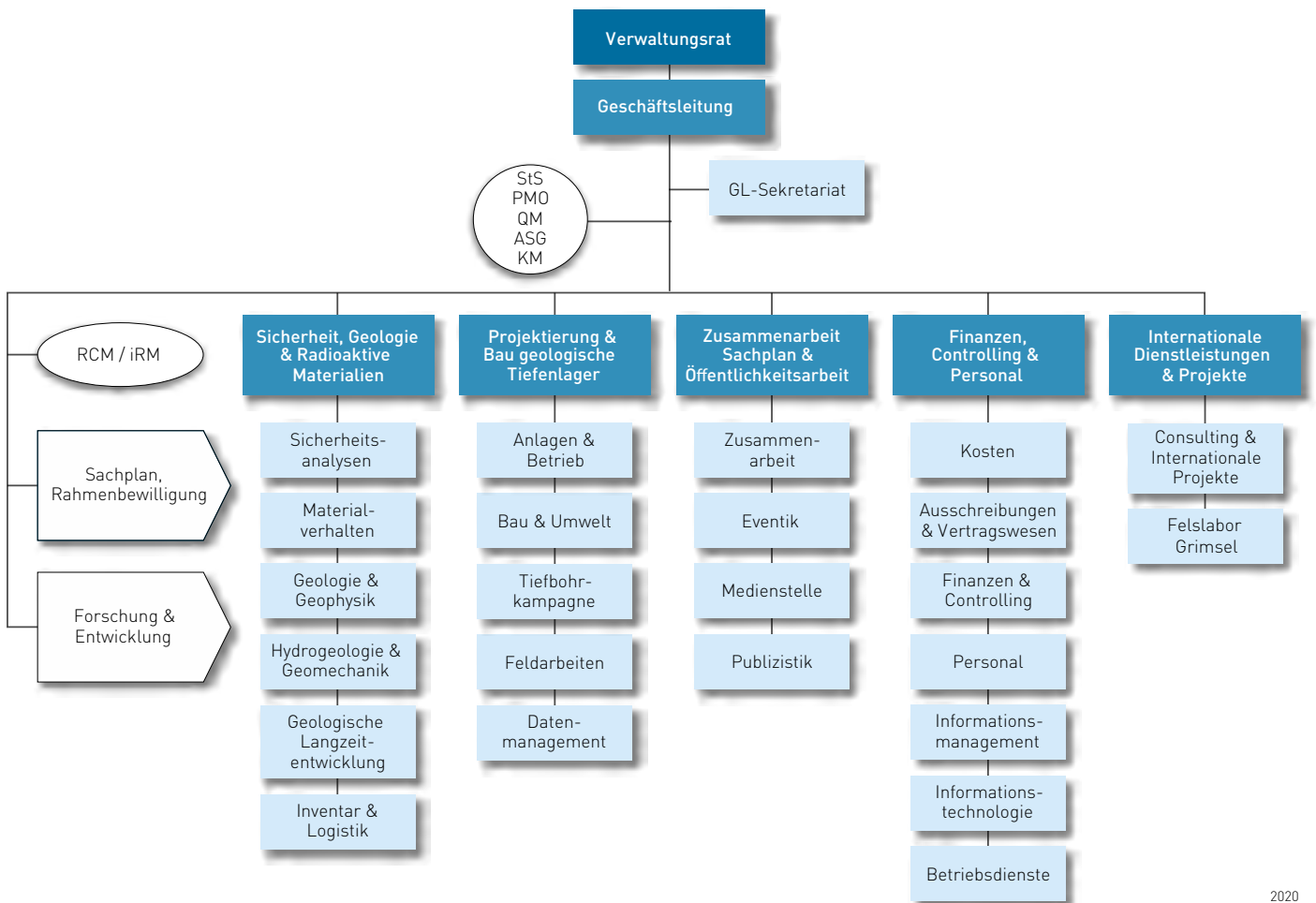


Dr. Stratis Vomvoris
Bereichsleiter Internationale
Dienstleistungen und Projekte

Geschäftsleitung

Der Nagra-Verwaltungsrat hat Dr. Severin Wälchli per 1. Juli 2020 zum neuen Bereichsleiter Projektierung & Bau geologische Tiefenlager und Mitglied der Geschäftsleitung gewählt. Der Nagra-Verwaltungsrat hat Ende Jahr Dr. Matthias Braun zum neuen Vorsitzenden der Geschäftsleitung der Nagra ernannt. Der 52-jährige Schweizer tritt am 1. März 2021 in die Nagra ein und übernimmt am 1. Mai 2021 die Verantwortung für die operative Führung. Der promovierte Geologe folgt auf Dr. Thomas Ernst, der nach 14 Jahren als CEO in Pension geht.

Organigramm der Geschäftsstelle



2020

- ASG: Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz
- iRM: integriertes Risiko-Management
- KM: Wissensmanagement
- PMO: Project Managing Office
- QM: Qualitätsmanagement
- RCM: Anforderungs- und Konfigurationsmanagement
- StS: Strahlenschutz

Geschäftsstelle

2020 waren bei der Geschäftsstelle 133 Personen (ohne Lernende) angestellt (120 Festangestellte und 13 Mitarbeitende mit befristeten Anstellungsverträgen). Zusammen belegten sie 118 Vollzeitstellen.



ARMIN MURER

Ende August 2020 wurde Armin Murer, Mitglied des Kaders der Nagra, pensioniert. Im Jahr 1999 übernahm der damalige Nidwaldner Landrat und Bauingenieur bei der Genossenschaft nukleare Entsorgung Wellenberg (GNW) die Stelle als Projektleiter «Sondierstollen Wellenberg». Anfang 2004 wechselte er zur Nagra als Leiter Öffentlichkeitsarbeiten.

Armin Murer setzte sich für einen verständlichen und offenen Dialog mit der Bevölkerung, der Politik und den Behörden ein. Er war massgeblich an der Entwicklung und Umsetzung von attraktiven Auftritten der Nagra in der Öffentlichkeit beteiligt: Roadshows und die sehr beliebten Messeausstellungen «Time Ride» sowie «Zeitreise zum Tiefenlager». Unter seiner Leitung wurden die Gruppenführungen für die Öffentlichkeit in den Felslabors ausgebaut. Er engagierte sich für den Bau des neuen Besucherzentrums beim Felslabor Mont Terri. Bis zu seiner Pensionierung vertrat er die Nagra in verschiedenen Kommissionen und Arbeitsgruppen.

Armin Murer gab der Nagra «ein Gesicht». Er setzte sich gerne und kompetent für das Unternehmen und die wichtige Umweltaufgabe ein. Dank eines ausgesprochen grossen Netzwerks in Öffentlichkeit und Politik, gelang es ihm zusammen mit seinem Team, die interessierte Bevölkerung für die Entsorgungsaufgabe zu sensibilisieren.



Jahresrechnung 2020

Kommentar zur Jahresrechnung 2020

Die vorliegende Jahresrechnung 2020 wurde gemäss den Vorschriften des schweizerischen Gesetzes, insbesondere der Artikel über die kaufmännische Buchführung und Rechnungslegung des Obligationenrechts für Einzelabschlüsse (Art. 957 bis 962), erstellt.

Der Gesamtaufwand abzüglich Erträge aus Lieferungen und Leistungen und übrige Erträge werden von den Genossenschafftern getragen, wodurch ein ausgeglichenes Jahresergebnis resultiert.

Der Betriebsertrag erhöhte sich gegenüber dem Vorjahr um insgesamt 24,6 Mio. CHF. Dazu beigetragen hat in erster Linie die Weiterführung der 2019 angelaufenen Tiefbohrkampagne mit den weiteren Bohrungen in Marthalen, Bözberg-1 und Bözberg-2 sowie den Vorbereitungen für die Bohrungen Stadel-2 und Stadel-3.

Die Nettoerträge aus Lieferungen und Leistungen sind um 2,6 Mio. CHF gestiegen, vor allem infolge vermehrter Kooperationen in internationalen Projekten. Der übrige betriebliche Aufwand, die Abschreibungen und das Finanzergebnis liegen auf Vorjahresniveau.

Weitere Informationen finden sich im Anhang zur Jahresrechnung.

Wettingen, 11. März 2021



Dr. Thomas Ernst, Vorsitzender der Geschäftsleitung

Erfolgsrechnung

Anhang		1.1.–31.12.2020	1.1.–31.12.2019
		CHF	CHF
C1	Nettoerträge aus Lieferungen und Leistungen		
	Leistungen für Dritte	5 124 339	2 412 276
	Forschungsbeiträge von Dritten	119 473	237 581
	Leistungen an Beteiligte	376 785	365 414
	Total Nettoerträge aus Lieferungen und Leistungen	5 620 598	3 015 271
C2	Beiträge der Genossenschafter		
	Verwaltungskostenbeiträge	700 000	700 000
	Beiträge für Projektaufwendungen	113 677 911	91 749 748
	Total Beiträge der Genossenschafter	114 377 911	92 449 748
	Übriger betrieblicher Ertrag	284 764	187 674
	Betriebsertrag (Gesamtleistung)	120 283 273	95 652 693
C3	Materialaufwand (Projektaufwendungen)	96 222 557	72 052 823
C4	Personalaufwand	20 781 179	20 379 311
C5	Übriger betrieblicher Aufwand	2 839 242	2 874 193
C10	Abschreibungen und Wertberichtigungen auf Sachanlagen	238 797	202 455
	Betriebsergebnis	201 498	143 911
	Finanzertrag	-72 439	-214 935
	Finanzaufwand	146 249	229 204
	Ordentliches Ergebnis	127 688	129 642
	Ausserordentlicher, einmaliger oder periodenfremder Aufwand	-	-
	Jahresergebnis vor Steuern	127 688	129 642
	Direkte Steuern	127 688	129 642
	Jahresergebnis	-	-

Bilanz

Anhang Aktiven		31.12.2020	31.12.2019
		CHF	CHF
	Umlaufvermögen		
	Flüssige Mittel	26 532 321	16 530 924
C6	Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	806 985	894 803
	Gegenüber Dritten	598 476	698 278
	Gegenüber Beteiligten	208 509	196 525
C7	Übrige kurzfristige Forderungen	864 701	1 227 873
	Gegenüber Dritten	864 701	1 227 873
C8	Nicht fakturierte Dienstleistungen	2 569 929	2 285 870
C9	Aktive Rechnungsabgrenzungen	455 300	942 763
	Total Umlaufvermögen	31 229 236	21 882 233
	Anlagevermögen		
C10	Sachanlagen	1 632 494	1 566 408
	Total Anlagevermögen	1 632 494	1 566 408
	Total Aktiven	32 861 730	23 448 641
	Passiven		
	Kurzfristiges Fremdkapital		
C11	Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen	7 398 082	6 719 568
	Gegenüber Dritten	7 379 742	6 394 386
	Gegenüber Beteiligten	18 340	325 182
	Übrige kurzfristige Verbindlichkeiten	1 509 322	735 725
	Gegenüber Dritten	1 509 322	735 725
C12	Erhaltene Anzahlungen	3 848 689	3 504 946
C13	Passive Rechnungsabgrenzungen	19 965 637	12 348 402
	Total kurzfristiges Fremdkapital	32 721 730	23 308 641
	Total Fremdkapital	32 721 730	23 308 641
C14	Eigenkapital		
	Genossenschaftskapital	140 000	140 000
	Jahresergebnis	-	-
	Total Eigenkapital	140 000	140 000
	Total Passiven	32 861 730	23 448 641

Geldflussrechnung

Anhang	1.1.-31.12.2020	1.1.-31.12.2019
	CHF	CHF
Jahresergebnis	-	-
C10 Abschreibungen und Wertberichtigungen auf Sachanlagen	238 797	202 455
Veränderung Nettoumlaufvermögen		
C6 Abnahme (+) / Zunahme (-) Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	87 818	-447 871
C7 Abnahme (+) / Zunahme (-) übrige kurzfristige Forderungen	363 173	-1 055 533
C8 Abnahme (+) / Zunahme (-) nicht fakturierte Dienstleistungen	-284 059	-281 265
C9 Abnahme (+) / Zunahme (-) aktive Rechnungsabgrenzungen	487 462	-562 806
C11 Abnahme (-) / Zunahme (+) Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen	678 513	-208 109
Abnahme (-) / Zunahme (+) übrige kurzfristige Verbindlichkeiten	773 597	-1 034 319
C12 Abnahme (-) / Zunahme (+) erhaltene Anzahlungen	343 743	1 738 488
C13 Abnahme (-) / Zunahme (+) passive Rechnungsabgrenzungen	7 617 235	389 762
Geldfluss aus Geschäftstätigkeit	10 306 280	-1 259 199
C10 Investitionen in Sachanlagen	-304 883	-238 522
Geldfluss aus Investitionstätigkeit	-304 883	-238 522
Geldfluss aus Finanzierungstätigkeit	-	-
Veränderung flüssige Mittel	10 001 397	-1 497 721
Nachweis Veränderung Fonds flüssige Mittel	2020	2019
Bestand Fonds flüssige Mittel am 1. Januar	16 530 924	18 028 645
Bestand Fonds flüssige Mittel am 31. Dezember	26 532 321	16 530 924
Veränderung Fonds flüssige Mittel	10 001 397	-1 497 721

Anhang

A) Allgemeine Angaben und Informationen

Rechnungslegungsrecht

Die vorliegende Jahresrechnung wurde gemäss den Vorschriften des schweizerischen Gesetzes, insbesondere der Artikel über die kaufmännische Buchführung und Rechnungslegung des Obligationenrechts für Einzelabschlüsse (Art. 957 bis 962), erstellt.

Firma, Name, Rechtsform und Sitz des Unternehmens

Nagra, Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle,
Hardstrasse 73, Postfach 280, 5430 Wettingen

Art der Revision

Gemäss gesetzlicher Vorgabe (Art. 727 Ziff. 2 des Obligationenrechts) ist die Jahresrechnung der Nagra ordentlich zu prüfen.

Für die Buchführung verwendete Währung

Die Buchführung erfolgt in der Landeswährung (Schweizer Franken; CHF).

Geldflussrechnung

Der Fonds flüssige Mittel bildet die Grundlage für den Ausweis der Geldflussrechnung. Der Geldfluss aus Geschäftstätigkeit wird mit der indirekten Methode berechnet.

Genehmigung der Jahresrechnung

Der Verwaltungsrat hat die Jahresrechnung am 11. März 2021 zuhanden der Generalversammlung verabschiedet.

B) Angaben über die in der Jahresrechnung angewandten Grundsätze

Die wesentlichen Positionen der Jahresrechnung sind wie folgt bewertet:

Flüssige Mittel

Die flüssigen Mittel enthalten Kassenbestände und Bankguthaben. Die Bewertung erfolgt zu Nominalwerten. Fremdwährungspositionen werden zum Stichtagskurs bewertet.

Forderungen aus Lieferungen und Leistungen (L&L)

Forderungen aus L&L werden zu dem in Rechnung gestellten Wert, abzüglich den für das Delkredere gebildeten Wertberichtigungen, bilanziert. Die Wertberichtigung wird aufgrund der Fälligkeitsstruktur und der erkennbaren Bonitätsrisiken gebildet.

Forderungen und Verbindlichkeiten gegenüber Beteiligten

Bei diesen Positionen handelt es sich ausschliesslich um Forderungen und Verbindlichkeiten gegenüber Beteiligten (d.h. Genossenschaftern).

Nicht fakturierte Dienstleistungen

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

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 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

Mietereinbauten werden über die Laufzeit des Mietverhältnisses oder, wenn kürzer, über die Nutzungsdauer abgeschrieben oder direkt der Erfolgsrechnung belastet.

Reparatur- und Unterhaltsaufwendungen ohne wertvermehrenden Charakter werden direkt der Erfolgsrechnung belastet. Erneuerungsarbeiten zur Veränderung der Nutzungsdauer von Anlagen werden aktiviert.

Sachanlagen, die aus dem Betrieb ausgeschieden oder verkauft wurden, werden mit ihren Anschaffungswerten und den dazugehörigen aufgelaufenen Abschreibungen auf dem Anlagekonto ausgebucht. Daraus resultierende Gewinne oder Verluste werden in der Erfolgsrechnung verbucht.

Verbindlichkeiten

Alle Verbindlichkeiten werden zu Nominalwerten erfasst. Bei den passiven Rechnungsabgrenzungen handelt es sich um Periodenabgrenzungen für bezogene Leistungen und entstandene Verpflichtungen.

Rückstellungen

Rückstellungen werden gebildet, wenn die Gesellschaft aufgrund von in der Vergangenheit eingetretenen Ereignissen eine begründete Verpflichtung hat, deren Höhe und Fälligkeit ungewiss, aber schätzbar ist.

C) Angaben, Aufschlüsselungen und Erläuterungen zur Jahresrechnung**C1) Nettoerträge aus Lieferungen und Leistungen**

Die Erträge von Dritten konnten mit erfolgreichen internationalen Projekten markant gesteigert werden, die Erträge von KKW-Betreibern lagen auf Vorjahresniveau und bei den Forschungsbeiträgen wurden leichte Rückgänge verzeichnet.

C2) Beiträge der Genossenschaftler

Die Beiträge der Genossenschaftler werden jeweils gemäss dem von der Verwaltung genehmigten Budget quartalsweise in Rechnung gestellt. Eine Budgetabweichung führt zu einer Nachbelastung oder Gutschrift, die jeweils im Rechnungsjahr als aktive oder passive Rechnungsabgrenzung gebucht wird, was ein Jahresergebnis von 0 CHF zur Folge hat.

Per 1. Januar 2020 wurde die neue Kostenverteilung zwischen den Betreibergesellschaften und der Schweizerischen Eidgenossenschaft in Kraft gesetzt. Dieser Nachtrag zur Vereinbarung über die Finanzierung der Nagra gemäss Beschluss der ordentlichen Generalversammlung vom 30. Juni 2020 führte zu einer Ausgleichszahlung des Bundes zugunsten der Betreibergesellschaften in der Höhe von 137,2 Mio. CHF (inkl. Zinsen, exkl. MWST). Der Saldo für die Nagra ist null, weshalb die einzelnen Positionen in der Rechnung 2020 nicht ausgewiesen werden.

C3) Materialaufwand (Projektaufwendungen)

Die Projektaufwendungen setzen sich wie folgt zusammen:

Projektbezogene Fremdleistungen für:	2020	2019
	TCHF	TCHF
Projekte: – Tiefbohrkampagne	57 020	39 596
– weitere	29 112	20 614
Kommunikation	895	1 716
Gebühren (ENSI, BFE)	8 743	9 325
Reisekosten	453	802
Fremdleistungen auf Projekte	96 223	72 053

C4) Personalaufwand

Der Personalaufwand inklusive Sozialleistungen erhöhte sich im Rahmen der von der Verwaltung genehmigten Ressourcenplanung gegenüber dem Vorjahr um 2,0% auf 20 781 TCHF. Die höheren Kosten beruhen auf höheren Rekrutierungskosten, gestiegenen Überzeit-, Schicht- und Pikettzulagen, höheren Pensionskassenbeiträgen sowie einer leicht höheren Abgrenzung für Ferien- und Überstundenguthaben. Der durchschnittliche Personalbestand 2020 lag bei 104,6 Vollzeitstellen, 9,1 befristeten Stellen und 1,4 Lernenden (Vorjahr: 107,8 Vollzeitstellen, 7,8 befristete Stellen und 1,6 Lernende).

C5) Übriger betrieblicher Aufwand

Im übrigen Betriebsaufwand sind Mieten und Liegenschaftsaufwand von 1 127 TCHF, Aufwand für Informatik von 748 TCHF sowie weitere Betriebskosten von 964 TCHF enthalten. Diese Position ist insgesamt auf Vorjahresniveau.

C6) Forderungen aus Lieferungen und Leistungen

Die Forderungen aus Lieferungen und Leistungen haben gegenüber dem Vorjahr leicht um 88 TCHF abgenommen. Da per Ende 2020 keine Bonitätsrisiken erkennbar waren, wurde auf eine Wertberichtigung verzichtet.

C7) Übrige kurzfristige Forderungen

In den übrigen kurzfristigen Forderungen sind Bareinlagen für die Sicherstellung des zentralisierten Abrechnungsverfahrens bei der Eidg. Oberzolldirektion (842 TCHF) sowie diverse kleinere Posten von 23 TCHF enthalten.

C8) Nicht fakturierte Dienstleistungen

Die nicht fakturierten Dienstleistungen bestehen aus aufgelaufenen Eigen- und Drittleistungen diverser Projekte. Der Nachweis ist projektweise vorhanden.

C9) Aktive Rechnungsabgrenzungen

Die aktiven Rechnungsabgrenzungen beinhalten zugesagte Rückzahlungen aus der Tiefbohrkampagne in der Höhe von 251 TCHF, die Vorauszahlungen für die Suva 2021 (183 TCHF) und das Guthaben aus zu viel bezahlter AHV 2020 (21 TCHF).

C10) Sachanlagen

	Grundstücke und Gebäude	Büro und Werkstatt	Fahrzeuge	Total
	TCHF	TCHF	TCHF	TCHF
Anschaffungswert per 01.01.2019	1 825	961	669	3 455
Zugänge		118	121	239
Abgänge			-31	-31
Anschaffungswert per 31.12.2019	1 825	1 079	759	3 663
Zugänge		219	86	305
Abgänge			-83	-83
Anschaffungswert per 31.12.2020	1 825	1 298	762	3 885
Kum. Abschreibungen per 01.01.2019	495	888	542	1 925
Zugänge	30	101	72	203
Abgänge			-31	-31
Kum. Abschreibungen per 31.12.2019	525	989	583	2 097
Zugänge	30	120	89	239
Abgänge			-83	-83
Kum. Abschreibungen per 31.12.2020	555	1 109	589	2 253
Bilanzwert 01.01.2019	1 330	73	127	1 530
Bilanzwert 31.12.2019	1 300	90	176	1 566
Bilanzwert 31.12.2020	1 270	189	173	1 632

C11) Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen

Gegenüber dem Vorjahr sind die Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen um 679 TCHF auf 7 398 TCHF gestiegen, vor allem aus Verpflichtungen aus der Tiefbohrkampagne.

C12) Erhaltene Anzahlungen

Die erhaltenen Anzahlungen sind für aufgelaufene Eigen- und Dritteleistungen diverser Projekte. Der Nachweis ist projektweise vorhanden. Aufgrund des höheren Drittauftragbestands sind die erhaltenen Anzahlungen per 31. Dezember 2020 um 344 TCHF auf 3 849 TCHF gestiegen.

C13) Passive Rechnungsabgrenzungen

Grösste Position der passiven Rechnungsabgrenzungen bildet der Ausgleich des Jahresergebnisses (9 841 TCHF). Die weiteren Positionen (10 125 TCHF) beinhalten in erster Linie Abgrenzungen, die hauptsächlich auf ausstehende Verrechnungen von Leistungen zurückzuführen sind und zu einem grossen Teil auf bereits erbrachten Leistungen der Tiefbohrkampagne basieren. Darunter sind Gebühren des BFE fürs 4. Quartal 2020 in der Höhe von 1 076 TCHF und diejenigen des ENSI im Umfang von 1 044 TCHF. Für die Geschäftsstelle wurden insgesamt 1 024 TCHF abgegrenzt. Die Abgrenzung für nicht bezogene Ferien und Überstunden beläuft sich auf 1 881 TCHF.

C14) Eigenkapital

Das Genossenschaftskapital beträgt unverändert 140 TCHF und ist in 140 Anteilscheine von je 1 000 CHF eingeteilt, wofür 7 Zertifikate zu je 20 Anteilscheinen ausgegeben wurden.

D) Weitere Angaben

Verbindlichkeiten gegenüber Vorsorgeeinrichtungen

Per 31.12. bestanden folgende Verbindlichkeiten gegenüber Vorsorgeeinrichtungen:	31.12.2020	31.12.2019
	CHF	CHF
Beitragsrechnung Dezember	257 796	242 573

Eventualverbindlichkeiten

Die Nagra ist in keine Klagen, Rechtsstreitigkeiten, behördliche oder steuerbehördliche Prüfungen, Ermittlungen oder sonstige Rechtsangelegenheiten involviert, die finanzielle Folgen auf die Jahresrechnung 2020 haben können.

Es bestehen per Stichtag 31. Dezember 2020 keine Garantieverpflichtungen.

Risikobericht 2020

Die Verwaltung der Nagra hat an der Sitzung vom 30. Juni 2020 den Risikobericht 2020 der Nagra genehmigt.

Offenlegung des Honorars der Revisionsstelle (gemäss Art. 961a Obligationenrecht)

Die Revisionsstelle hat folgende Honorare geltend gemacht:

	2020	2019
	CHF	CHF
Prüfung der Jahresrechnung	24 000	24 000
Zusätzliche Prüfungen	3 000	18 000
Total	27 000	42 000

[zuzüglich Spesen und MWST]

Kumulierte Rechnung

Anhang	Gesamtleistung	Zugang	ohne Zins:	Stand	Zugang	ohne Zins:	Stand
		2019	Ausgleichs-	01.01.2020	2020	Ausgleichs-	31.12.2020
		CHF	zahlung 2019	CHF	CHF	zahlung 2020	CHF
	Schweizerische Eidgenossenschaft	2 650 008	-	44 948 273	8 408 970	91 627 759	144 985 002
	Axpo Power AG	20 660 514	-	337 034 948	24 411 233	-21 273 221	340 172 960
	BKW Energie AG	10 550 175	-	160 302 658	11 980 216	-10 914 330	161 368 544
	Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG	25 048 901	-	435 001 224	30 223 655	-26 299 055	438 925 824
	Kernkraftwerk Leibstadt AG	32 840 150	-	519 508 240	38 653 837	-33 141 153	525 020 924
	Beiträge für Projektaufwendungen	91 749 748	-	1 496 795 343	113 677 911	-	1 610 473 254
	Verwaltungskostenbeiträge	700 000	-	91 670 000	700 000	-	92 370 000
	Beiträge der Genossenschafter an Nagra	92 449 748	-	1 588 465 343	114 377 911	-	1 702 843 254
	Beiträge der GNW	-	-	65 265 331	-	-	65 265 331
E1	Beiträge total	92 449 748	-	1 653 730 674	114 377 911	-	1 768 108 585

Anhang Gesamtaufwand	Zugang	Stand	Zugang	Stand
	2019	01.01.2020	2020	31.12.2020
	CHF	CHF	CHF	CHF
Erdwissenschaftliche Arbeiten	15 181 643	232 558 347	20 767 568	253 325 915
Nukleartechnik und Sicherheit	2 129 156	56 552 166	2 473 315	59 025 481
Radioaktive Materialien	1 337 811	49 969 172	1 411 969	51 381 141
Anlagenplanung	1 596 972	36 232 847	1 751 034	37 983 881
Standortunabhängige Arbeiten	3 452 948	119 824 484	2 492 438	122 316 922
Allgemeine Programmkosten	4 721 386	109 730 740	4 819 183	114 549 923
Gebühren und Abgeltungen	4 662 594	79 222 310	4 371 327	83 593 637
Programm SMA	33 082 510	684 090 066	38 086 834	722 176 900
Erdwissenschaftliche Arbeiten	38 897 370	417 982 377	53 754 651	471 737 028
Nukleartechnik und Sicherheit	3 278 818	82 380 042	4 498 524	86 878 566
Radioaktive Materialien	1 341 149	30 380 601	1 377 314	31 757 915
Anlagenplanung	2 200 785	31 810 984	2 607 663	34 418 647
Standortunabhängige Arbeiten	3 909 419	139 834 283	3 682 386	143 516 669
Allgemeine Programmkosten	4 377 106	94 639 210	5 299 213	99 938 423
Gebühren und Abgeltungen	4 662 591	80 943 111	4 371 326	85 314 437
Programm HAA	58 667 238	877 970 608	75 591 077	953 561 685
E2 Projektaufwand für Lagerprogramme	91 749 748	1 562 060 674	113 677 911	1 675 738 585
Verwaltungs- und allgemeine Projektaufwendungen	700 000	91 670 000	700 000	92 370 000
Total Aufwendungen für Lagerprogramme SMA, HAA und Verwaltungs- und allgemeine Projektaufwendungen	92 449 748	1 653 730 674	114 377 911	1 768 108 585

Erläuterungen zur kumulierten Rechnung

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

Die Struktur der Gesamtleistung orientiert sich weitgehend an der Betriebsrechnung.

E1) Beiträge der Genossenschafter

Die Beiträge der Genossenschafter zur Deckung der Projektkosten werden aufgrund der thermischen Leistung, der laufzeitgewichteten Leistung und der erwarteten Abfallvolumen der einzelnen Kernkraftwerke den Genossenschaf tern verrechnet.

Die Beiträge der Genossenschafter von 114,4 Mio. CHF (Vorjahr 92,4 Mio. CHF) entsprechen denjenigen der Betriebsrechnung. Darin eingeschlossen ist der Verwaltungskostenbeitrag von 0,7 Mio. CHF.

Aufgrund des Bundesratsbeschlusses vom 27. September 2019 wurde im Jahr 2020 eine umfassende Ausgleichszahlung initiiert. Insgesamt wurden vom Bund 137,2 Mio. CHF (exkl. MWST) für die in der Vergangenheit zu wenig geleisteten Beiträge nachbezahlt und unter den Betreibergesellschaften aufgeteilt. Gemäss Beschluss der Generalversammlung vom 30. Juni 2020 erfolgte die entsprechende Fakturierung und Weiterleitung der Nachzahlung an die Betreibergesellschaften über die Nagra. Der Zinsanteil dieser Nachzahlung betrug 45,6 Mio. CHF. Die Genossenschafter haben sich dafür ausgesprochen, die Ausgleichszahlungen nominal abzubilden, weshalb die Nachzahlung des Bundes mit 91,6 Mio. CHF abgebildet wird.

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.

E2) 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 potenzieller 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.

b) Nukleartechnik und Sicherheit

Die Arbeiten umfassen die sicherheitstechnische Bewertung der potenziellen 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 sowie schwach- und mittelaktive Abfälle enthalten.

e) Standortunabhängige Arbeiten

Darunter fallen Arbeiten zu Methodenentwicklung, Modellierung und Validierung der Rechenmodelle für Sicherheitsanalysen, Laborarbeiten, Beteiligung an Forschungsarbeiten in Felslabors (Mont Terri und 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 Gebühren der Aufsichts- und Sicherheitsbehörden.

Bericht der Revisionsstelle

Bericht der Revisionsstelle an die Generalversammlung zur Jahresrechnung 2020

Als Revisionsstelle haben wir die beiliegende Jahresrechnung der Nagra, Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, bestehend aus Erfolgsrechnung, Bilanz, Geldflussrechnung und Anhang für das am 31. Dezember 2020 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 2020 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 vereinbaren 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



Thomas Wallmer
Revisionsexperte
Leitender Revisor



Fabian Stalder
Revisionsexperte

Zürich, 11. März 2021

Ergänzungen

Abfallinventare und Mengen

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

Abfallvolumen Ende 2020

Die Nagra führt im Auftrag der Abfallverursacher eine zentrale Datenbank der Abfallgebände. Die folgende Tabelle zeigt die Volumina und Aktivitäten der Ende 2020 für die Tiefenlagerung vorbereiteten radioaktiven Abfälle. In der Tabelle nicht enthalten sind vorkonditionierte Rohabfälle und Abfallgebände, die zum Beispiel für die Behandlung in der Zwiilag-Plasmaanlage verpackt wurden.

Konditionierte Abfälle (31. Dezember 2020, gerundet)	Volumen (m³)	Aktivität (Bq)
Kernkraftwerke	3 365	$2,2 \cdot 10^{15}$
Zwiilag	2 685	$7,0 \cdot 10^{18}$
Bundeszwischenlager (MIF) (Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung)	1 606	$1,5 \cdot 10^{16}$

Bei den Zwiilag-Abfällen handelt es sich um ans Zwiilag gelieferte Abfallgebände der Kernkraftwerke, Abfallgebände aus der Plasmaanlage und Kokillen mit hochaktiven verglasten Abfällen aus der Wiederaufarbeitung.

Prognose der Abfallvolumen und Inventare für die geologische Tiefenlagerung

Für die Planung der geologischen Tiefenlager müssen Angaben über die zu erwartenden Mengen zur Verfügung stehen. Für die in Lagerbehältern verpackten radioaktiven Abfälle wird ein Gesamtvolumen von rund 92 000 Kubikmetern erwartet (Details vgl. folgende Tabelle). Die Menge der Abfälle der KKW und des Zwiilag resultiert aus den angegebenen Betriebszeiten, die Menge aus Medizin, Industrie und Forschung orientiert sich am Ende der Betriebszeit des geologischen Tiefenlagers SMA.

Prognose Abfallvolumen (Betriebsdauer der KKW: 47/60 Jahre) ¹	SMA (m ³)		ATA (m ³) ²		HAA (m ³)	
	Konditioniert	Verpackt	Konditioniert	Verpackt	Konditioniert	Verpackt
BA-KKW Betriebsabfälle der KKW (Abfälle aus Reinigungssystemen und Mischabfälle), inkl. Nachbetrieb	8 320	31 249				
RA-KKW Reaktorabfälle der KKW (aktivierte Komponenten)	478	1 811				
SA-KKW Stilllegungsabfälle der KKW	18 378	26 803				
WA-KKW Wiederaufarbeitungsabfälle der KKW			99	414	114	398
BA-ZWI Betriebsabfälle der Zwiilag	6	22				
SA-ZWI Stilllegungsabfälle der Zwiilag	461	563	24	24		
BA-MIF Sammelabfälle des BAG und Betriebsabfälle des PSI	3 645	8 432	168	634		
SA-MIF Stilllegungsabfälle von PSI und CERN	10 578	10 578				
BEVA/OFA Abfälle der späteren Verpackungs-/ Oberflächenanlagen für Lager HAA/SMA	651	2 302				
BE Verbrauchte Brennelemente					1 365	9 004
Gesamtvolumen	42 517	81 760	291	1 072	1 479	9 402
Prozentualer Anteil (gerundet)	96,0 %	88,6 %	0,7 %	1,2 %	3,3 %	10,2 %
Aktivität [Bq] ³	7,9 · 10 ¹⁶ Bq		2,2 · 10 ¹⁶ Bq		1,9 · 10 ¹⁹ Bq	
Prozentualer Anteil	0,4 %		0,1 %		99,5 %	

¹ Basis: Entsorgungsprogramm und Kostenstudie 2016 (EP 16 und KS 16)

Betriebsjahre: KKM 47 Jahre (bis 2019), KKB/KKG/KKL 60 Jahre

Berücksichtigung einer geplanten Revision der Strahlenschutzverordnung und maximal 30-jähriger Abklinglagerung radioaktiver Materialien mit anschließender konventioneller Entsorgung

Erläuterungen zu den aktuellen Abfallvolumen im Vergleich zu den bisherigen Modellannahmen (MIRAM) s. Nagra NTB 16-01

² Alphatoxische Abfälle

³ Aktivitätsinventar für das Referenzjahr 2075

Bildnachweis

Beat Müller
Seiten 2, 4 (unten), 40

Benedikt Galliker
Seiten 4 (oben), 5 (oben), 9, 11, 18, 25, 39 (oben), 42 (unten rechts)

Carolin Fichtner
Seite 4 (Mitte)

© Comet Photoshopping GmbH, Dieter Enz
Seiten 13, 14, 15, 29, 32 (Hintergrundbild), 45 (oben rechts)

David McKie
Seiten 26, 31 (unten)

E. Murer
Seite 45 (oben links)

Florian Kober
Seite 31 (oben)

Fotozug.ch, Christian H. Hildebrand
Seite 45 (unten rechts)

Friedrich-Alexander-Universität (FAU), Department Werkstoffwissenschaften
Seite 35 (obere Reihe)

Gaudenz Deplazes
Seite 21

ISCO-Meeting 2020
Seite 32 (Teilnehmende)

Julia Buschbeck – wissenschaftliche Illustration
Seite 16

Keystone/Marcel Bieri
Seite 23

Maria Schmid
Seiten 5 (unten), 30, 33, 38, 42 (alle bis auf unten rechts), 43, 45 (unten)

Nagra
Seiten 36 (oben links), 39 (unten)

© Schweizerischer Erdbebendienst an der ETH Zürich, 2020
Seite 35 (unten)

Vjii Productions AG
Seite 36 (unten links, oben rechts, unten rechts)

Zwilag Zwischenlager Würenlingen AG
Seite 27

Nationale Genossenschaft
für die Lagerung
radioaktiver Abfälle

Hardstrasse 73
Postfach 280
CH-5430 Wettingen
Tel: 056 437 11 11

info@nagra.ch
www.nagra.ch
www.nagra-blog.ch

nagra ● **aus verantwortung**