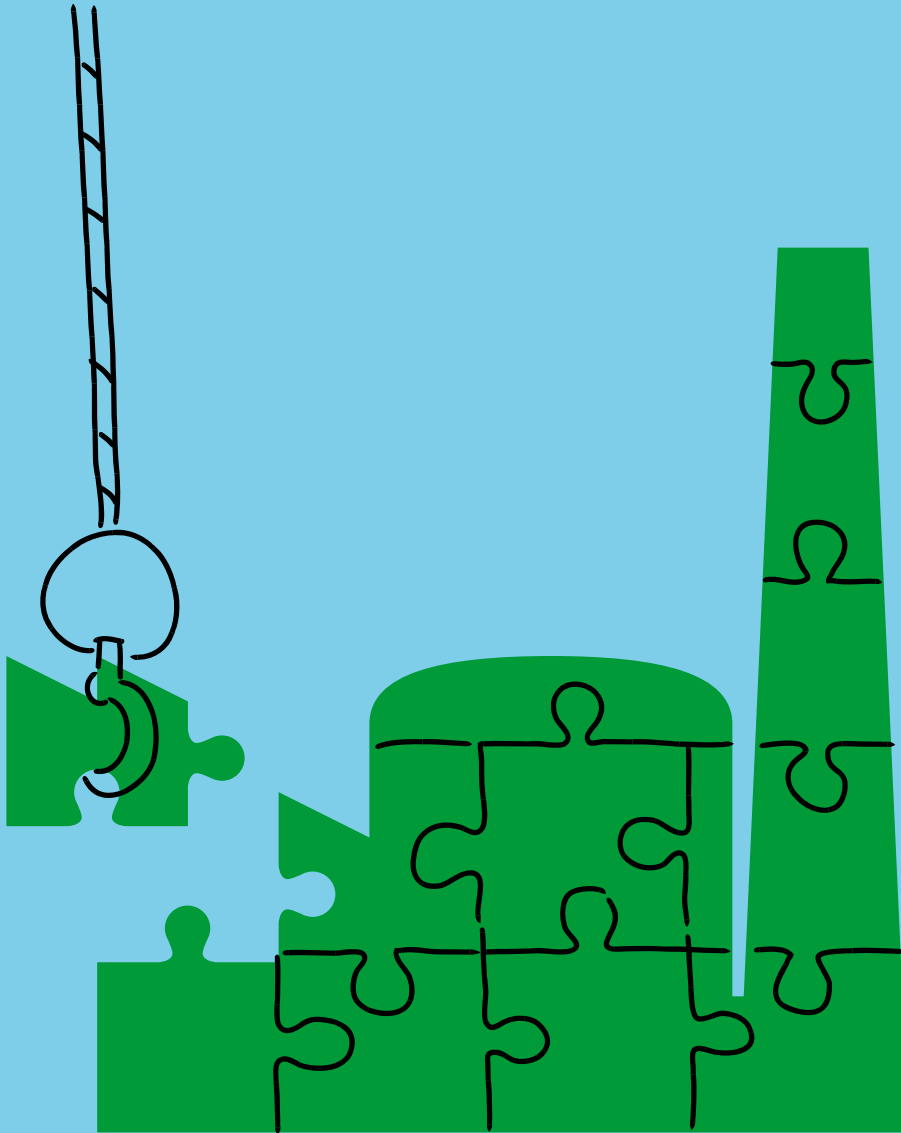


KOMPETENZ

# Stilllegung Kernkraftwerk Mühleberg



47 Jahre lang haben wir in unserem Kernkraftwerk sicher Strom produziert. Ende 2019 haben wir es abgeschaltet. Stilllegen ist jedoch mehr als nur abschalten. Anfang 2020 sind wir in den Rückbau gestartet. Wir arbeiten sicher und zielgerichtet weiter: heute, morgen und bis zum Abschluss der Arbeiten im Jahr 2034.

# Inhaltsverzeichnis

- 4 So legen wir unser Kernkraftwerk still

---
- 6 Das passiert mit dem Material aus dem Rückbau

---
- 8 Sichere Entsorgung der radioaktiven Abfälle

---
- 10 Daten & Fakten

---
- 12 Die Finanzierung ist auf Kurs

---
- 14 Wir bauen auf unsere Kompetenzen

---
- 18 Sicherheit hat oberste Priorität

---
- 19 Die Stilllegung und ihre Phasen

## **IMPRESSUM**

### **Redaktion**

BKW Group Communications, Bern

### **Konzept**

Process Brand Evolution, Zürich

### **Gestaltung, Illustration und Realisation**

in flagranti ag, Lyss

### **Druck**

Vögeli AG, Langnau

### **Disclaimer**

Die Informationen und Darstellungen entsprechen dem Planungsstand zum Zeitpunkt des Drucks dieser Broschüre (August 2020) und können Änderungen unterliegen.

# So legen wir unser Kernkraftwerk still

Die BKW ist die erste Betreiberin in der Schweiz, die ein Kernkraftwerk stilllegt. Ab 2034 kann das Areal industriell oder als Naturraum neu genutzt werden. Bis dahin steht noch viel Arbeit an. Nach langjähriger Planung bauen wir das Kernkraftwerk Mühleberg seit Anfang 2020 zurück – Schritt für Schritt, von innen nach aussen.

## 2013 bis Ende 2019: Leistungsbetrieb und Stilllegungsplanung

Schon im Oktober 2013 haben wir uns aus unternehmerischen Gründen entschieden, das Kernkraftwerk Mühleberg (KKM) bis Ende 2019 zu betreiben und es anschliessend stillzulegen. So hatten wir Zeit, um uns auf die erste Stilllegung eines Schweizer Leistungsreaktors vorzubereiten.

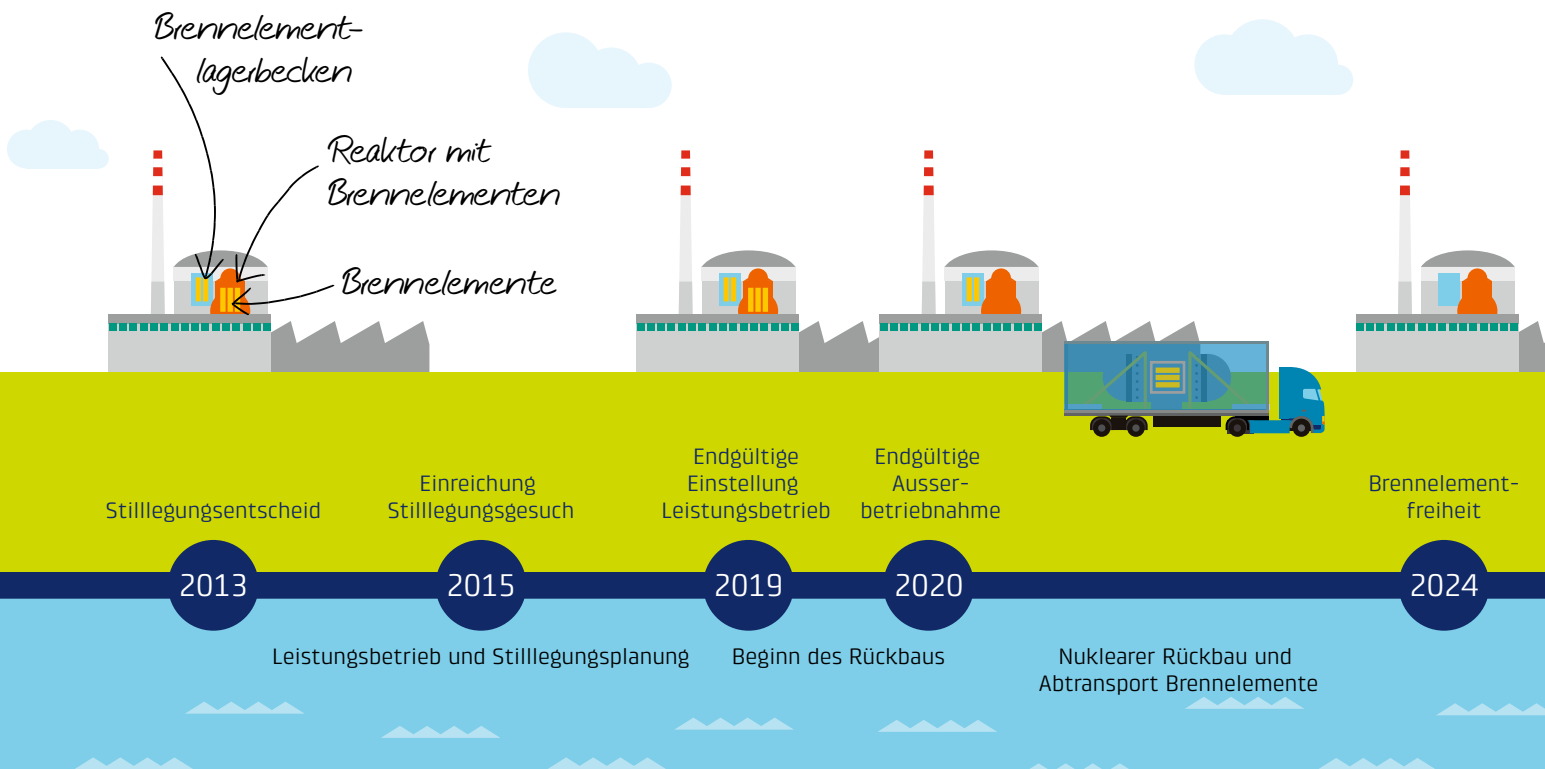
## Im Jahr 2020: Beginn des Rückbaus

Nach der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs am 20. Dezember 2019 hat der Rückbau am 6. Januar 2020 unverzüglich begonnen. Um Platz für die Materialbehandlung zu schaffen, haben wir im Maschinenhaus nicht mehr benötigte

Anlageteile entfernt. Im Reaktorgebäude haben wir mehrere Tonnen Material oberhalb des Reaktors entfernt und alle Brennelemente vom

*«Nachdem wir die Stromproduktion Ende 2019 eingestellt hatten, haben wir Anfang 2020 unverzüglich mit dem Rückbau begonnen.»*

Reaktor ins Brennelementlagerbecken verlagert. Dort klingen sie einige Jahre ab. Mit der Inbetriebnahme der unabhängigen Kühlung des Lagerbeckens gilt das KKM als «endgültig ausser Betrieb genommen».



**2021 bis 2024: nuklearer Rückbau und Abtransport der Brennelemente**

Wo bereits möglich, führen wir Demontagetätigkeiten im Reaktorgebäude durch. Die stark radioaktiven Komponenten aus dem Inneren des Reaktors werden unter Wasser zerlegt und verpackt. Gleichzeitig schaffen wir im Maschinenhaus weiter Platz und reinigen darin radioaktiv verunreinigtes Material. Ab 2022 transportieren wir die Brennelemente vom Brennelementlagerbecken ins zentrale Zwischenlager (Zwilag) in Würenlingen, bis Ende 2024 keine Brennelemente mehr im KKM vorhanden sind.

**2025 bis 2030: nuklearer Rückbau**

Ab 2025 werden sämtliche noch verbliebenen Anlageteile, die mit Radioaktivität in Kontakt gekommen sind, demontiert. Dazu gehören zum Beispiel der Reaktor Druckbehälter, Teile des Sicherheitsbehälters oder auch das nicht mehr benötigte Brennelementlagerbecken. Alle demontierten Komponenten werden im Maschinenhaus sortiert, falls möglich gereinigt, auf Radioaktivität überprüft und verpackt. Gereinigtes und freigegebenes


Material wird als normaler Abfall deponiert oder nach Möglichkeit wiederverwertet. Die radioaktiven Abfälle bringen wir ins Zwilag. Zum Abschluss der Arbeiten reinigen und überprüfen wir sämtliche Gebäudestrukturen, die während des Betriebs mit Radioaktivität in Kontakt gekommen sein könnten, und vergewissern uns, dass keine Radioaktivität mehr vorhanden ist.

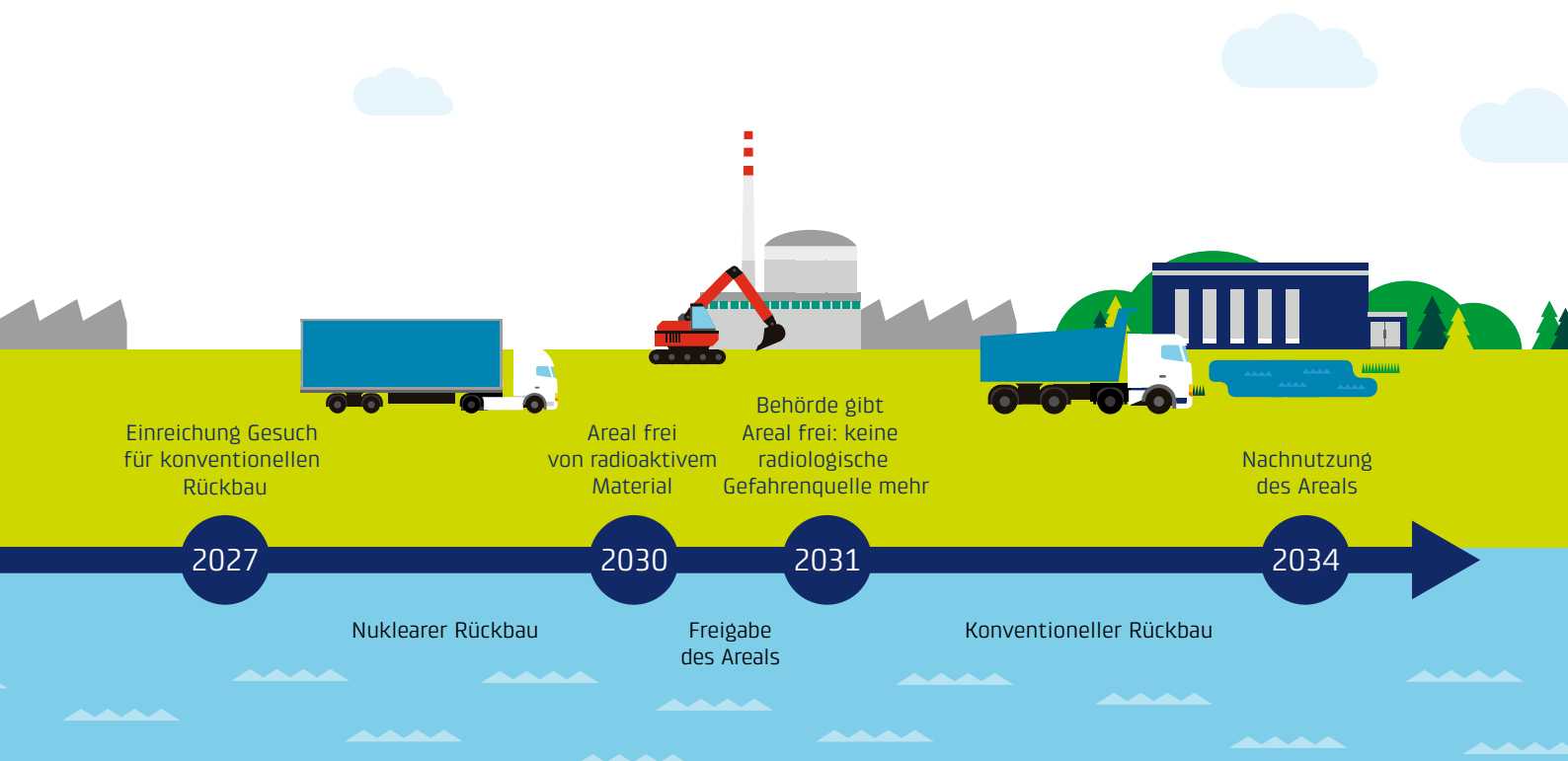
**Im Jahr 2031: Freigabe des Areals**

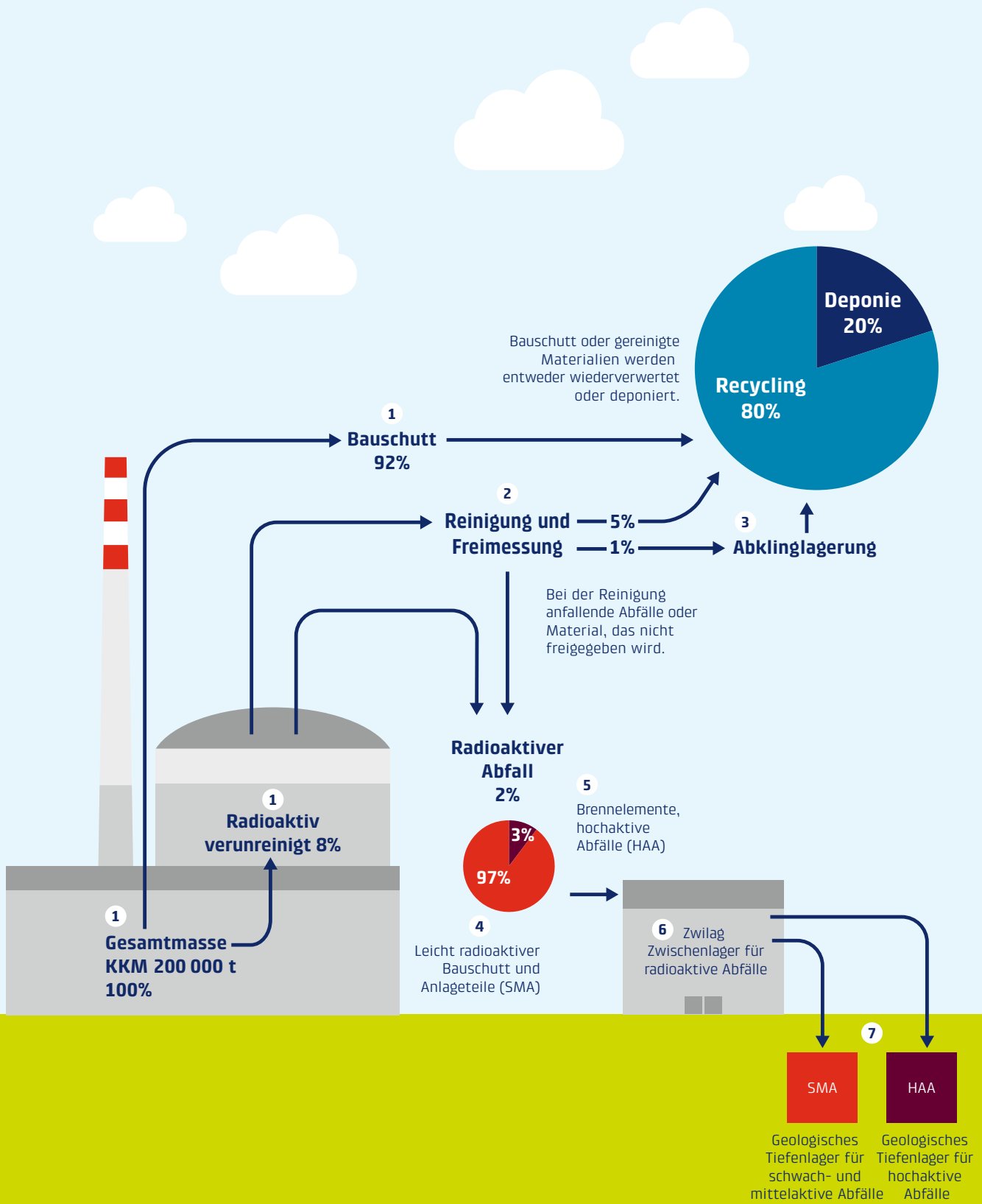
Ende 2030 ist das KKM frei von radioaktivem Material. Jetzt wird das gesamte Areal durch die Behörden kontrolliert. Wenn keine radiologischen Gefahrenquellen mehr festgestellt werden, geben die Behörden das Gelände für eine neue Nutzung frei.

**2031 bis 2034: konventioneller Rückbau**

Abhängig davon, ob das Areal künftig industriell oder naturnah genutzt wird, brechen wir nicht mehr benötigte Gebäude ab. Dafür reichen wir bei den Behörden bis 2027 ein Gesuch für den konventionellen Rückbau ein. Der Bauschutt wird entweder auf Deponien entsorgt oder wiederverwertet. Ab 2034 kann das Areal neu genutzt werden.

 **Weitere Infos zur Stilllegung des KKM:**  
[www.bkw.ch/stilllegung](http://www.bkw.ch/stilllegung)





# Das passiert mit dem Material aus dem Rückbau

Bei jedem Rückbau – ob bei einem Wohnblock, einer Fabrik oder einem Kernkraftwerk – fällt viel Material an, das wiederverwertet oder entsorgt wird. Der Rückbau des KKM erzeugt mehrheitlich normalen Bauschutt. Nur ein kleiner Teil des Materials ist während des Betriebs mit radioaktiven Stoffen in Berührung gekommen. Das Gros dieses Materials lässt sich zudem reinigen und danach wiederverwerten oder auf einer normalen Deponie ablagern.

## 1 Mengen

Die Gesamtmasse des KKM beträgt rund 200000 Tonnen. Etwa acht Prozent davon sind radioaktiv verunreinigt – der grösste Teil aber nur gering. Dieses Material lässt sich nach einer speziellen Reinigung als normaler Bauschutt deponieren oder wiederverwerten. Übrig bleiben knapp zwei Prozent radioaktive Abfälle, die speziell entsorgt werden müssen.

## 2 Reinigung und Freimessung

Unser Hauptziel ist es, die radioaktiven Abfälle auf ein Minimum zu reduzieren. Daher reinigen wir so viel Material wie möglich. Teilweise genügt einfaches Abwischen. Andere Teile werden mit Wasser oder Stahlkügelchen hochdruckgereinigt. Durch sogenanntes Freimessen wird überprüft, ob das Material nicht mehr radioaktiv verunreinigt ist und normal deponiert oder wiederverwertet werden kann. Was nicht gereinigt werden kann, wird für die spätere Tiefenlagerung verpackt.

## 3 Abklinglagerung

Lässt man gewisses schwachaktives Material einige Jahre abklingen, sinkt seine Radioaktivität ohne spezielle Behandlung so tief ab, dass es nicht mehr als radioaktiv gilt. Laut Gesetz sind dies 30 Jahre. Abgeklungenes Material kann anschliessend als normaler Abfall deponiert oder wiederverwertet werden. Durch die Abklinglagerung wird die Menge der radioaktiven Abfälle stark reduziert.

## 4 Schwach- und mittelaktive Abfälle

Zu den schwach- und mittelaktiven Abfällen gehören zum Beispiel Harze aus Reinigungsanlagen der Abwasseraufbereitung, kontaminierte Arbeitskleider des Kraftwerkspersonals oder zurückgebaute Gebäudeteile und Leitungen. Sofern diese nicht gereinigt werden können,

müssen sie für die Tiefenlagerung behandelt und verpackt werden. Anschliessend werden sie – bis zur definitiven Einlagerung in einem geologischen Tiefenlager – ins zentrale Zwischenlager (Zwilag) in Würenlingen gebracht.

## 5 Brennelemente – hochaktive Abfälle

Die ausgedienten Brennelemente klingen mehrere Jahre im Brennelementlagerbecken des KKM ab, bevor sie ins Zwilag gebracht werden. Später kommen sie – wie die schwach- und mittelaktiven Abfälle – in ein geologisches Tiefenlager. Bis 2024 sind alle Brennelemente aus dem KKM abtransportiert.

## 6 Zentrales Zwischenlager in Würenlingen

Im Zwilag werden die radioaktiven Abfälle so lange aufbewahrt, bis ein geologisches Tiefenlager gebaut und in Betrieb ist. Dafür bleibt reichlich Zeit. Das Zwilag ist nämlich gross genug, um sämtliche Abfälle aus Betrieb und Rückbau aller fünf Schweizer Kernkraftwerke aufzunehmen (ausgehend von einer Betriebsdauer von 60 Jahren).

## 7 Geologisches Tiefenlager, Nagra

Ein geologisches Tiefenlager schützt Mensch und Umwelt langfristig vor radioaktiven Abfällen. Die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra, gegründet von den Betreiberinnen der Kernkraftwerke und vom Bund) hat die Aufgabe, einen sicheren Standort für ein Tiefenlager zu suchen, dieses zu bauen und zu betreiben. Die Suche nach einem sicheren Standort ist ein langer Prozess und läuft in Etappen. Drei mögliche Standorte für ein hochaktives und ein schwach- und mittelaktives Lager werden geologisch vertieft untersucht. Auf dieser Basis wird die Standortwahl getroffen.



Weitere Infos zum  
Zwilag und zur Nagra:  
[www.zwilag.ch](http://www.zwilag.ch)  
[www.nagra.ch](http://www.nagra.ch)

# Sichere Entsorgung der radioaktiven Abfälle

Bereits während des Betriebs eines Kernkraftwerks – aber insbesondere auch bei dessen Rückbau – entstehen radioaktive Abfälle. Diese müssen sachgerecht entsorgt werden. Das Schweizer Entsorgungskonzept sieht dafür die Lagerung in tiefen Gesteinsschichten vor. Bis über einen Standort entschieden und das Tiefenlager betriebsbereit ist, werden die Abfälle im zentralen Zwischenlager (Zwilag) in Würenlingen zwischengelagert. Auf dem Gelände des KKM befindet sich nach 2030 kein radioaktives Material mehr.

## Verpackung der radioaktiven Abfälle

Die Brennelemente, welche für die Energieproduktion benötigt wurden, bleiben zuerst für einige Jahre im Brennelementlagerbecken des KKM. Wenn ihre Radioaktivität stark abgeklungen ist und sie weniger Wärme abgeben, werden sie im Brennelementlagerbecken in Transportbehälter verpackt, ins Zwilag transportiert und dort in Lagerbehälter für hochaktive Abfälle umgeladen. Diese Arbeiten haben wir bereits während des Leistungsbetriebs regelmässig durchgeführt. Auch das Transportaufkommen rund um das KKM entspricht in den ersten Jahren nach der Abschaltung ungefähr jenem im Leistungsbetrieb.

Schwach- und mittelaktive Abfälle – zum Beispiel Harze aus Reinigungsanlagen der Abwasseraufbereitung oder kontaminierte Arbeitskleider des Kraftwerkspersonals – werden ebenfalls so behandelt,

dass sie dereinst in einem geologischen Tiefenlager eingelagert werden können – genau gleich wie im Leistungsbetrieb. Flüssige Abfälle werden verfestigt, komprimierbare Abfälle gepresst und brennbare Abfälle in der Plasmaanlage des Zwilag verbrannt. Die dabei entstehenden Abgase werden gereinigt und die Rückstände als radioaktiver Abfall entsorgt. Die Abfälle werden entweder im KKM oder im Zwilag verpackt. Die Entsorgungsbehälter schliessen die Abfallprodukte dicht ein. Sie lassen sich einfach und sicher handhaben und sind robust gebaut.

## Zentrales Zwischenlager in Würenlingen

Radioaktive Abfälle aus den Kernkraftwerken werden im Zwilag zwischengelagert, bis ein geologisches Tiefenlager gebaut und in Betrieb ist. Die Kapazität des Zwilag reicht für sämtliche Abfälle aus dem Betrieb und der Stilllegung aller fünf Schweizer Kernkraftwerke aus – ausgehend von 60 Betriebsjahren.

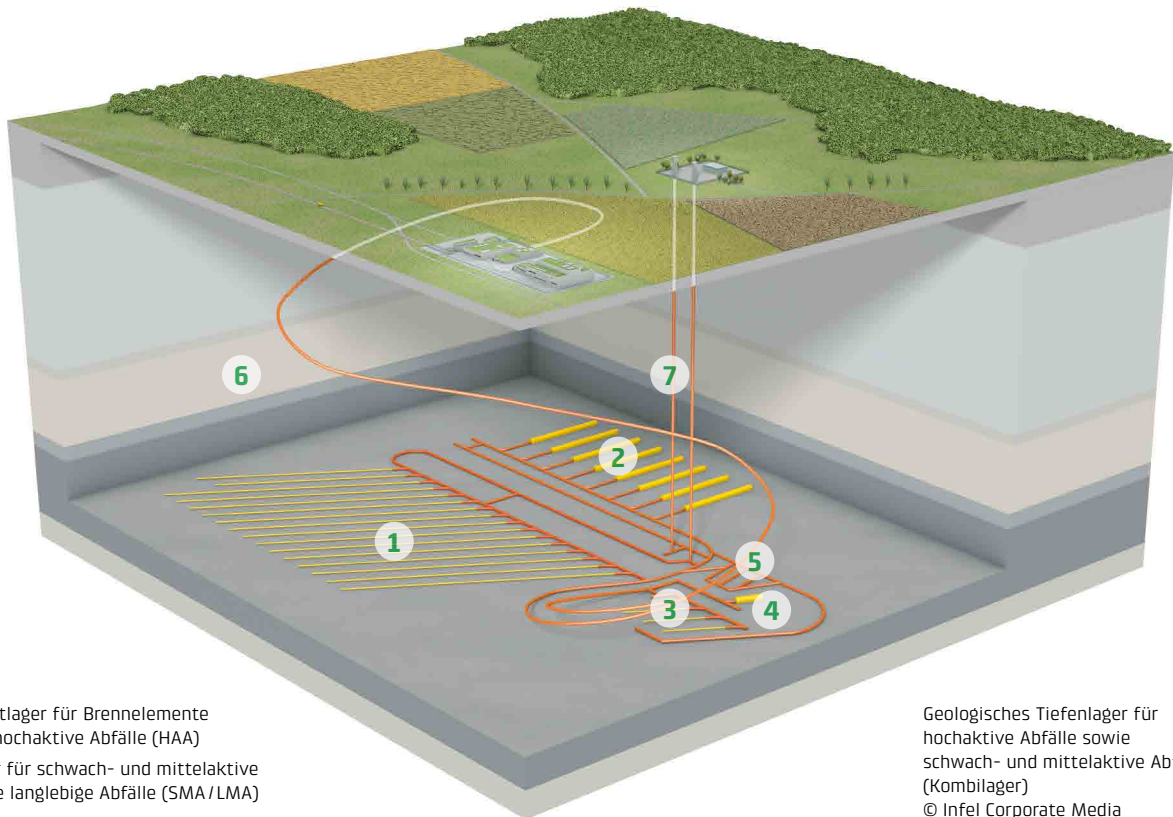


Behälterlagerhalle im Zwilag für ausgediente Brennelemente und hochaktive Abfälle



Weitere Infos zum Zwilag: [www.zwilag.ch](http://www.zwilag.ch)





1. Hauptlager für Brennelemente und hochaktive Abfälle (HAA)
2. Lager für schwach- und mittelaktive sowie langlebige Abfälle (SMA/LMA)
3. Pilotlager Brennelemente und HAA
4. Pilotlager für SMA und LMA
5. Testbereich
6. Zugangstunnel
7. Lüftungsschacht / Bau- und Betriebsschacht

Geologisches Tiefenlager für hochaktive Abfälle sowie schwach- und mittelaktive Abfälle (Kombilager)  
© Infel Corporate Media

### Geologisches Tiefenlager

Das Schweizer Entsorgungskonzept sieht zwei geologische Tiefenlager vor: ein Lager für hochaktive Abfälle und ein Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle. Als Alternative bietet sich auch die Möglichkeit, die beiden Tiefenlager in einem Kombilager zusammenzuführen. Die Lager werden in mehreren Hundert Metern Tiefe in einer Gesteinschicht aus Opalinuston liegen. Sie bestehen je nach Art der Abfälle aus Lagerstollen oder Lagerkavernen, einem Pilotlager für die Überwachung eines repräsentativen Teils der Abfälle, einem Testbereich, Infrastrukturanlagen und Zugangstunnel. Die geologischen Tiefenlager stellen den langfristigen Schutz von Mensch und Umwelt sicher.

### Die Nagra

Das schweizerische Kernenergiegesetz schreibt die dauernde und sichere Entsorgung der radioaktiven Abfälle in geologischen Tiefenlagern in der Schweiz vor. Zur Wahrnehmung dieser Aufgabe haben die Schweizer Kernkraftwerksbetreiberinnen sowie der Bund, der für die Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung zuständig ist, 1972 die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) gegründet. Die Nagra ist für die sichere geologische Tiefenlagerung der in der Schweiz anfallenden radioaktiven Abfälle und die damit verbundenen Forschungs- und Projektierungsarbeiten verantwortlich.



Weitere Infos zur Nagra:  
[www.nagra.ch](http://www.nagra.ch)

# Daten & Fakten

## 3 Milliarden Franken

betragen die gesamten Kosten für Stilllegung und Entsorgung. Davon sind über 80 Prozent heute bereits gedeckt.



## Ende 2030

*ist das KKM frei von radioaktivem Material.*



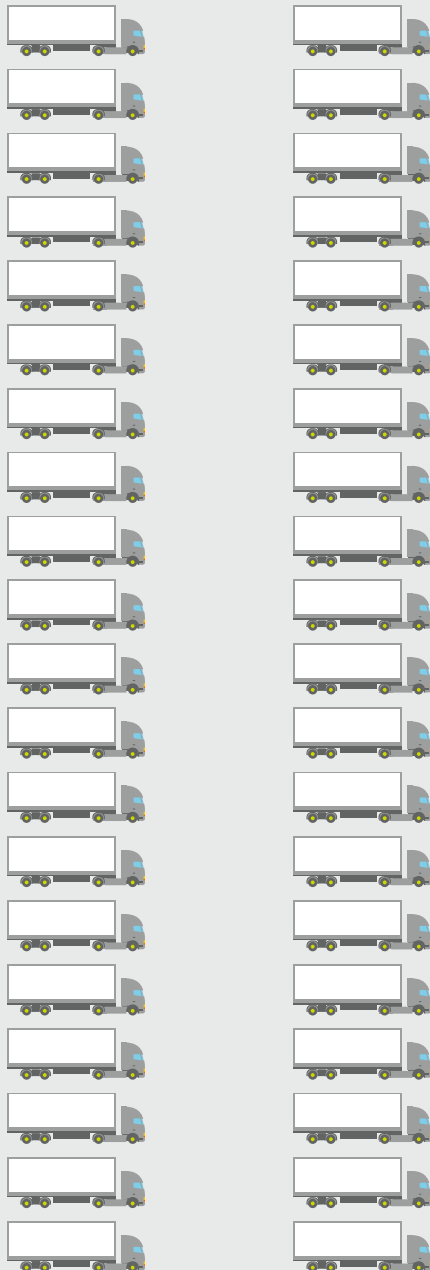
Nach dem endgültigen Einstellen der Stromproduktion dauert es rund 15 Jahre, bis das gesamte KKM zurückgebaut ist.

## 1 000 000 ×

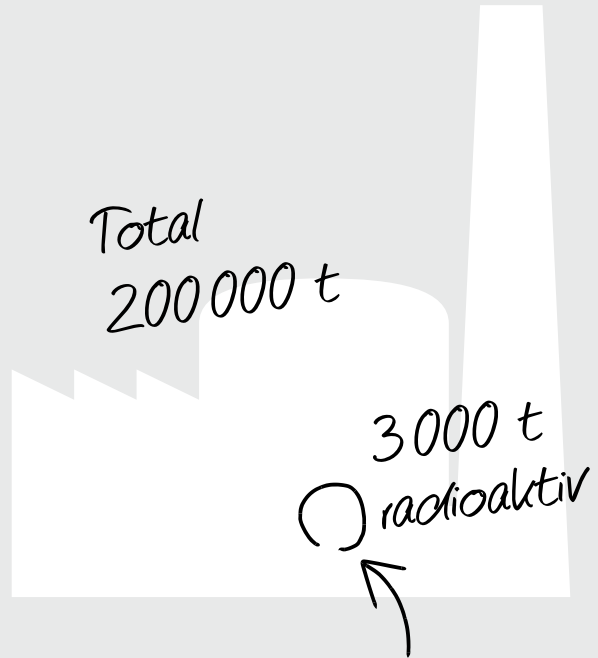
### KLEINER

als im Leistungsbetrieb ist die Radioaktivität im KKM nach fünf Jahren, wenn alle Brennelemente abtransportiert sind.

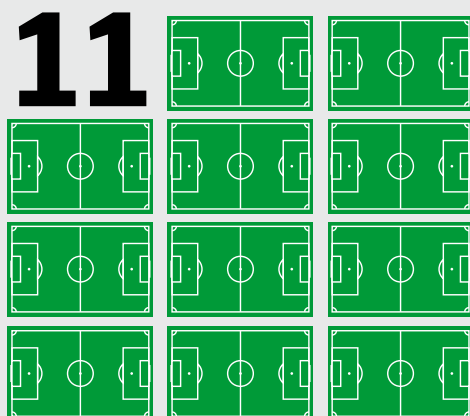
**Leistungsbetrieb**      **Erste Jahre nach Abschaltung**



Ähnlich viele  
LKW-Fahrten  
(15-20 pro Tag)



**Weniger als 2%**  
der Gesamtmenge des KKM müssen als  
radioaktive Abfälle entsorgt werden.



Ab 2034 wird eine Fläche von 11 Fussballfeldern  
für eine neue Nutzung frei.

# Die Finanzierung ist auf Kurs

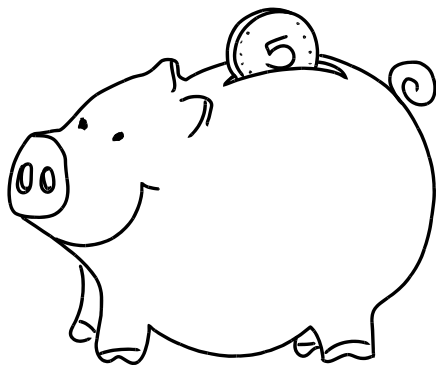
Die Stilllegung des KKM ist in jeder Hinsicht ein Grossprojekt: planerisch, technisch, aber auch finanziell. Die Finanzierung der Stilllegung und der Entsorgung ist gesichert. Die BKW kommt für die Kosten vollumfänglich auf. Die Mittel für die Stilllegung und die Entsorgung der radioaktiven Abfälle werden in den vom Bund kontrollierten Fonds – dem Stilllegungs- und dem Entsorgungsfonds – verwaltet. Für bereits erledigte Arbeiten kann die BKW von den Fonds Gelder zurückfordern. Die Fonds prüfen und genehmigen die entsprechenden Anträge.

Bereits vor der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs Ende 2019 sind Kosten von 70 Millionen Franken für die Planung und Vorbereitung der Stilllegung angefallen. Der Stilllegungsfonds hat uns die entsprechenden Gelder rückvergütet. Nach der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs fallen unter anderem folgende Stilllegungskosten an:

- Transport und Entsorgung der bei der Stilllegung anfallenden radioaktiven Abfälle
- Rückbau aller technischen Einrichtungen und Gebäude
- Deponie der konventionellen Abfälle
- Demontage, Zerkleinerung und Reinigung von radioaktiv verunreinigten Anlageteilen
- Strahlen- und Arbeitsschutzmassnahmen

Weitere Kosten fallen für den Nachbetrieb an, also für die Betriebskosten in der Zeit ab der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs bis zur Brennelementfreiheit. Diese Kosten bezahlen wir direkt.

Die benötigten Mittel für die gesamte Stilllegung – also für Rückbau und Nachbetrieb – sind bis 2022 vollständig zurückgestellt.



Auch für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle sind schon während des Leistungsbetriebs Kosten in der Höhe von 820 Millionen Franken angefallen, zum Beispiel für den Abtransport von ausgedienten Brennelementen und deren Zwischenlagerung oder für die Standortsuche für ein geologisches Tiefenlager. Diese Ausgaben haben wir direkt beglichen. Nach der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs sind die Entsorgungskosten durch die Gelder, welche wir bis 2022 regelmässig in den Entsorgungsfonds einzahlen, gedeckt. Die Entsorgung umfasst unter anderem Kosten für:

- Transporte und Entsorgung der radioaktiven Abfälle aus dem Betrieb
- Zwischenlagerung
- Forschung und Planung für ein geologisches Tiefenlager und für dessen Bau und Betrieb
- Beobachtungsphase von 50 Jahren für ein geologisches Tiefenlager

Der grosse Teil der Entsorgungskosten fällt erst in Zukunft an, wenn der Bau eines geologischen Tiefenlagers beginnt, also frühestens ab 2040.

Anders als beim Stilllegungsfonds fallen beim Entsorgungsfonds noch über Jahrzehnte Erträge auf dem Kapital an.

Die gesamten Stilllegungs- und Entsorgungskosten, die bereits angefallen sind und noch anfallen werden, belaufen sich auf drei Milliarden Franken. Davon sind über 80 Prozent heute bereits gedeckt.

## Was Sie schon immer über die Finanzierung wissen wollten

### Wer kommt eigentlich für die Kosten auf?

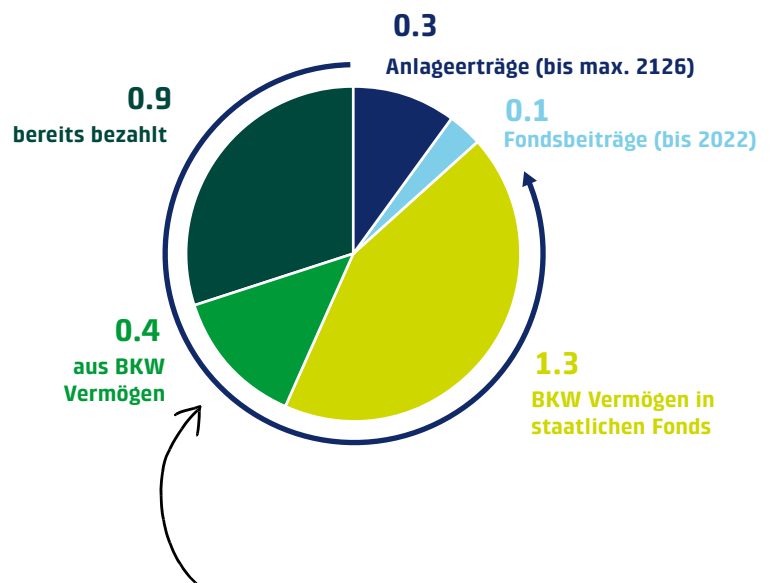
Die Kosten werden nach dem Verursacherprinzip durch die BKW getragen. Über die Betriebsdauer von 47 Jahren gemittelt, betragen diese Kosten rund 1 Rappen pro Kilowattstunde, die im KKM produziert wurde.

### Ist die Finanzierung sichergestellt?

Ja, das ist sie. Die zur Finanzierung der Stilllegung und der Entsorgung benötigten Mittel sind in den vom Bund kontrollierten Fonds, dem Stilllegungs- und dem Entsorgungsfonds, sichergestellt und dem direkten Zugriff der BKW entzogen. Mit den Fonds hat die Schweiz ein international beachtetes System für die Finanzierung von Stilllegung und Entsorgung von Kernkraftwerken und deren Abfällen umgesetzt. Die Fonds sind auf Kurs.

### Woher kennt die BKW die Kosten, die erst in ferner Zukunft anfallen?

Die Kosten werden unter Aufsicht des Bundes alle fünf Jahre im Rahmen von Kostenstudien nach dem aktuellen Stand von Erfahrungen im Ausland sowie von Wissenschaft und Technik neu berechnet und durch unabhängige Experten geprüft. Diese Kostenstudien bilden die Grundlage für die Beiträge, welche die Betreiberinnen in die Fonds einzahlen müssen.



*Über 80% der Kosten sind bereits gedeckt*



Weitere Infos zur Finanzierung der Stilllegungs- und Entsorgungskosten:  
[www.bkw.ch/finanzierung](http://www.bkw.ch/finanzierung)

# Wir bauen auf unsere Kompetenzen

Die Stilllegung eines Kernkraftwerks ist ein komplexes Grossprojekt. Wir führen dieses ebenso sicher und zuverlässig durch, wie wir das KKM 47 Jahre lang betrieben haben. Dabei setzen wir auf das Personal aus dem KKM sowie Personen, die bereits Erfahrung im Rückbau haben. Unterstützt werden sie von externen Experten, die hoch spezialisierte Arbeiten durchführen.

Niemand kennt das KKM so gut wie die Mitarbeitenden, die teilweise mehrere Jahrzehnte in der Anlage gearbeitet haben. Ihre Kenntnisse sind für den Rückbau von grosser Bedeutung, und so führen wir diesen hauptsächlich mit eigenen Mitarbeitenden durch. Aufgaben wie das Öffnen des Reaktor-druckbehälters mit der anschliessenden Verschiebung der Brennelemente aus dem Reaktor ins Lagerbecken haben sie jedes Jahr während der Revision durchgeführt. Hier kann die Erfahrung aus dem Leistungsbetrieb direkt für die Stilllegung angewendet werden. Es sind aber auch neue Fähigkeiten gefragt. Aus den bisher oftmals wiederkehrenden Tätigkeiten werden bei der Stilllegung mehrheitlich einmalige Arbeiten. Auf diesen Wandel haben wir uns rechtzeitig eingestellt und früh vorbereitet. Einerseits haben wir die Organisation an die neuen Aufgaben und Arbeitsbedingungen angepasst, andererseits haben sich die Mitarbeitenden gezielt weitergebildet – beispielsweise im Projektmanagement.

## Erfahrungen aus dem Ausland

In der Schweiz sind wir die Ersten, die einen Leistungsreaktor zurückbauen, doch weltweit gibt es über 150 Kernkraftwerke, die momentan zurückgebaut werden oder bereits stillgelegt sind. Wir kennen somit technische und planerische Herausforderungen und knüpfen an die Erfahrungen aus dem Ausland an: Wir pflegen enge Beziehungen zu anderen Rückbauprojekten, tauschen Erfahrungswerte und Know-how international aus und sind somit auf dem Laufenden über die neuesten Fortschritte und Erkenntnisse auf dem Gebiet des



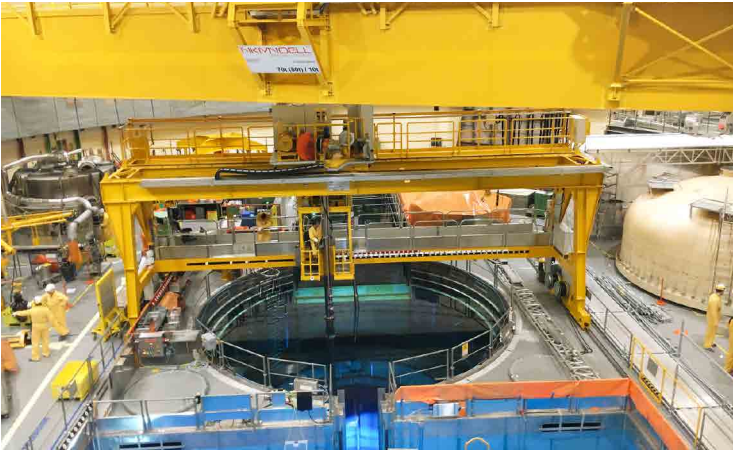


Demontagearbeiten an einer  
ausgebauten Niederdruckturbinen-  
im Maschinenhaus.



In den ersten Monaten nach der Abschaltung wurden im Maschinenhaus Turbinen, Generatoren und grössere Einzelkomponenten ausser Betrieb genommen und demontiert.





nuklearen Rückbaus. Gleichzeitig sind an der Stilllegung des KKM auch Mitarbeitende beteiligt, die bereits Erfahrung im Rückbau von Kernanlagen haben.

Gewisse Rückbauarbeiten, zum Beispiel der Ausbau der Kerneinbauten, also derjenigen Komponenten, die sich während des Leistungsbetriebs im Innern des Reaktors befanden, sind hoch spezialisiert. Dafür lohnt es sich nicht, spezifisches Know-how aufzubauen. Stattdessen setzen wir für solche Arbeiten auf externe Experten.



*«Die Mitarbeitenden können die Art und Weise prägen, wie in der Schweiz ein Kernkraftwerk zurückgebaut wird. Wir haben uns auf diese Herausforderung gut vorbereitet und sie angenommen.»*

#### **Die Umsetzung gelingt**

Seit Anfang 2020 läuft die Stilllegung und dabei zeigt sich: Der frühe Stilllegungsentscheid und die umfassende Vorbereitung auf die Stilllegung zahlen sich aus. Die KKM-Mitarbeitenden sind bereit für die neuen Aufgaben. Im Rückbau setzen sie das bestehende Wissen aus dem Leistungsbetrieb und die neu erworbenen Kenntnisse ein. Zwischen den oftmals langjährigen KKM-Mitarbeitenden und den Kolleginnen und Kollegen mit Rückbauerfahrung gibt es einen ständigen Wissensaustausch, von dem alle profitieren. Gleichzeitig lernen alle Beteiligten von Tag zu Tag dazu und können so Prozesse und Abläufe, wo nötig, anpassen und optimieren. Die Erfahrungen, welche die Mitarbeitenden nun beim Rückbau des KKM sammeln, werden später nicht nur in der Schweiz sehr gefragt sein. So eröffnen sich aus der Stilllegung interessante berufliche Perspektiven.

Der erste Meilenstein: die Verschiebung aller Brennelemente ins Lagerbecken Ende März 2020 (oben).

Ein KKM-Mitarbeitender beim Ausbau der Steuerstabantriebe.

# Sicherheit hat oberste Priorität

Die Bevölkerung, die Mitarbeitenden und die Umwelt vor Strahlung schützen: Was während des Leistungsbetriebs galt, ist auch während des Stilllegungs unser oberstes Ziel. Darum werden das Personal, die kontrollierte Zone und die Umgebung des KKM laufend radiologisch überwacht.

Während der Stilllegung nimmt das Gefahrenpotenzial in einem Kernkraftwerk ab. Erstens, weil bereits kurz nach dem Abschalten grosse Freisetzungskräfte wie hohe Temperaturen und Drücke fehlen. Zweitens, weil nach und nach radioaktives Material vom Kraftwerksgelände abtransportiert wird. Dennoch gelten auch während der Stilllegung die gleich strengen Vorschriften wie beim Betrieb: Die Schutzvorkehrungen vor Strahlung und die Massnahmen zur Vermeidung von Ereignissen werden so lange aufrechterhalten, bis das KKM keine radiologische Gefahrenquelle mehr darstellt.

## Radioaktivität nimmt schnell ab

Die ausgedienten Brennelemente enthalten den grössten Teil der gesamten Radioaktivität des KKM. Bereits drei Monate nach dem Abschalten hat sich diese durch den radioaktiven Zerfall um das 1000-Fache gegenüber dem Betrieb reduziert. Sie verringert sich mit fortschreitendem Rückbau weiter: 2024, wenn alle Brennelemente vom KKM ins Zwiilag abtransportiert sind, beträgt sie nur noch einen Millionstel.

# 1 000 ×

hat sich die Radioaktivität drei Monate nach dem Abschalten reduziert.

# 1 000 000 ×

kleiner ist sie nach fünf Jahren, wenn alle Brennelemente abtransportiert sind.

## Mensch und Umwelt vor Strahlung schützen

Es ist die Aufgabe unserer Strahlenschutzfachleute, Mensch und Umwelt jederzeit vor unzulässiger radioaktiver Strahlung zu schützen. Die Einhaltung der Schutzziele und der gesetzlich erlaubten Strahlenbelastung wird auch während der Stilllegung laufend kontrolliert – nach den gleich hohen Standards wie im laufenden Betrieb. Sämtliche Arbeiten mit radioaktivem Material wie Zerlegen, Reinigen und Verpacken führen wir im Inneren der Gebäude unter Anwendung der erforderlichen Schutzmassnahmen durch. Falls nötig in abgeschlossenen Arbeitsboxen oder abgegrenzten Bereichen mit eigenem gefiltertem Luftkreislauf. Zur Kontrolle der Strahlenbelastung wird das Personal ständig radiologisch überwacht: Innerhalb der kontrollierten Zone tragen alle Personen wie schon während des Betriebs sogenannte Dosimeter, welche die Strahlenbelastung des Personals messen.

## Lückenlose Überwachung der radioaktiven Abgaben

Neben sämtlichen Räumen und eingerichteten Arbeitsplätzen in der kontrollierten Zone werden Abluft und Abwasser überwacht. Obwohl wir während der Stilllegung zahlreiche Demontage- und Reinigungsarbeiten durchführen, können wir die bestehenden Abgabelimiten aus dem Leistungsbetrieb für die radioaktiven Abgaben an die Abluft und das Abwasser weiterhin einhalten. Bevor Abwässer chargenweise in die Aare abgegeben werden, werden sie gereinigt und kontrolliert. Eine Abgabe erfolgt nur dann, wenn die Radioaktivität so klein ist, dass Mensch und Umwelt nicht beeinträchtigt werden. Die radioaktiven Abgaben an die Umwelt liegen deutlich unter den gesetzlichen Abgabelimiten und werden auf ein Minimum reduziert – dies gilt für die Stilllegung genauso wie für den Betrieb.

# Die Stilllegung und ihre Phasen

Laut Kernenergiegesetz sind wir als Betreiberin des KKM verpflichtet, dieses nach der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs stillzulegen. Die Rahmenbedingungen dafür legt die Stilllegungsverfügung fest. Sie unterteilt den nuklearen Teil der Stilllegung in drei Phasen. Danach folgt der konventionelle Rückbau.

Wir haben schon im Dezember 2015, vier Jahre vor der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs, das Stilllegungsgesuch für das KKM eingereicht. Die zuständigen Behörden haben es geprüft und im Juni 2018 hat das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) die Stilllegungsverfügung ausgestellt. Seit September 2018 ist sie rechtskräftig. Damit dürfen und müssen wir das KKM stilllegen.

Die Stilllegungsverfügung definiert die Rahmenbedingungen für die Arbeiten ab der endgültigen Ausserbetriebnahme. So bezeichnet man den Zeitpunkt, in dem alle Brennelemente des KKM im Lagerbecken sind und dieses unabhängig von anderen Systemen gekühlt wird. Ausserdem legt die Stilllegungsverfügung den regulatorischen Rahmen der Stilllegung fest, beispielsweise, welche Tätigkeiten die Aufsichtsbehörde, das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI), freigeben muss.

## Drei Stilllegungsphasen

Der nukleare Teil der Stilllegung ist in drei Phasen unterteilt, welche ebenfalls freigabepflichtig sind. Sie orientieren sich am Gefährdungspotenzial – also daran, ob Brennelemente beziehungsweise wie viele aktivierte und kontaminierte Komponenten in der Anlage vorhanden sind. Während des Rückbaus nimmt das Gefährdungspotenzial kontinuierlich ab. Die Stilllegungsphase 1 endet, wenn alle Brennelemente aus dem KKM abtransportiert sind. Bei Abschluss der Stilllegungsphase 2 ist sämtliche Radioaktivität aus der Anlage und vom Areal entfernt. Die Stilllegungsphase 3 ist ein formaler Übergangszustand. Sie endet, wenn das ENSI feststellt, dass das KKM keine radiologische Gefahrenquelle mehr ist.

Im Anschluss beginnt 2031 der konventionelle Rückbau, wie für jede andere Industrieanlage, die zurückgebaut werden muss. Dafür müssen wir bis Ende 2027 ein zweites Gesuch beim Bundesamt für Energie (BFE) einreichen und darlegen, wie wir das Gelände künftig nutzen wollen.

