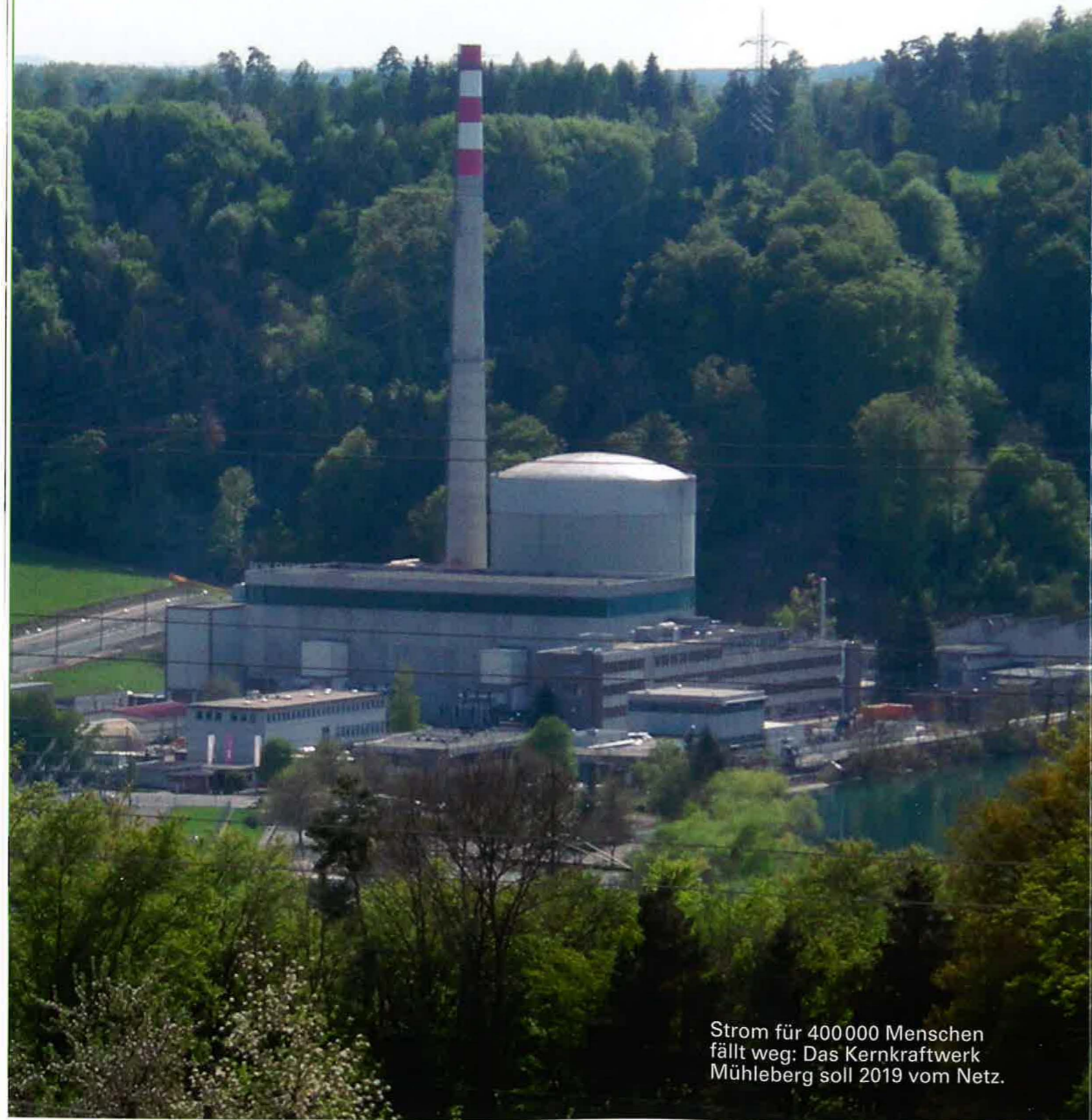


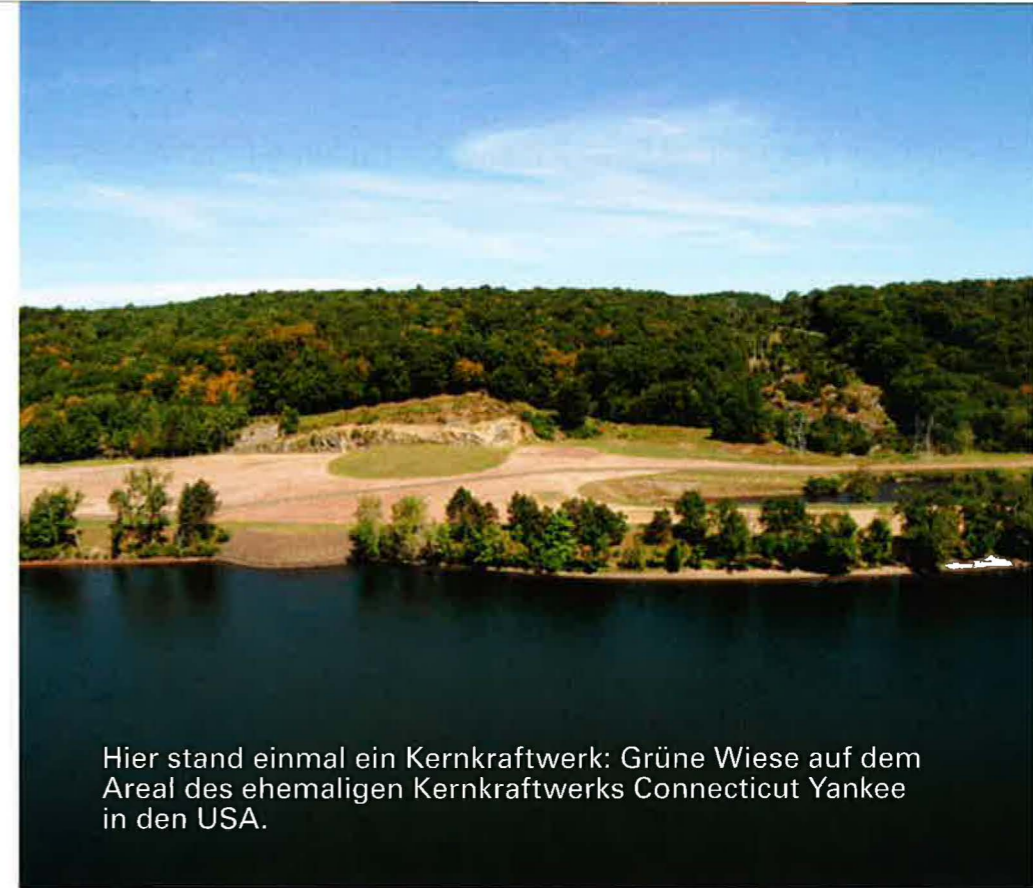
# Was geschieht nach der Ausserbetriebnahme eines Kernkraftwerks?



Strom für 400 000 Menschen fällt weg: Das Kernkraftwerk Mühleberg soll 2019 vom Netz.

Das Kernkraftwerk Mühleberg soll im Jahr 2019 aus wirtschaftlichen Gründen seinen Betrieb einstellen. Danach wird es komplett rückgebaut. Der Rückbau eines Kernkraftwerks erfolgt unter behördlicher Aufsicht und unter strenger Überwachung der Sicherheit. Der mit der Ausserbetriebnahme des Kernkraftwerks Mühleberg wegfallende Strom muss mit Importen ersetzt werden.

Ende Oktober 2013 hat die BKW AG bekannt gegeben, dass sie ihr Kernkraftwerk im bernischen Mühleberg aus wirtschaftlichen Gründen im Jahr 2019 ausser Betrieb setzen will. Die BKW plant den Rückbau bis zur grünen Wiese. Das bedeutet, dass das Gelände rund 20 Jahre nach der endgültigen Ausserbetriebnahme wieder so aussehen wird, wie vor dem Baubeginn im Jahr 1967. Mit der Ausserbetriebnahme beginnt die sogenannte Nachbetriebsphase. Sie dient der Vorbereitung der eigentlichen Stilllegung. In dieser rund fünf Jahre dauernden



Hier stand einmal ein Kernkraftwerk: Grüne Wiese auf dem Areal des ehemaligen Kernkraftwerks Connecticut Yankee in den USA.

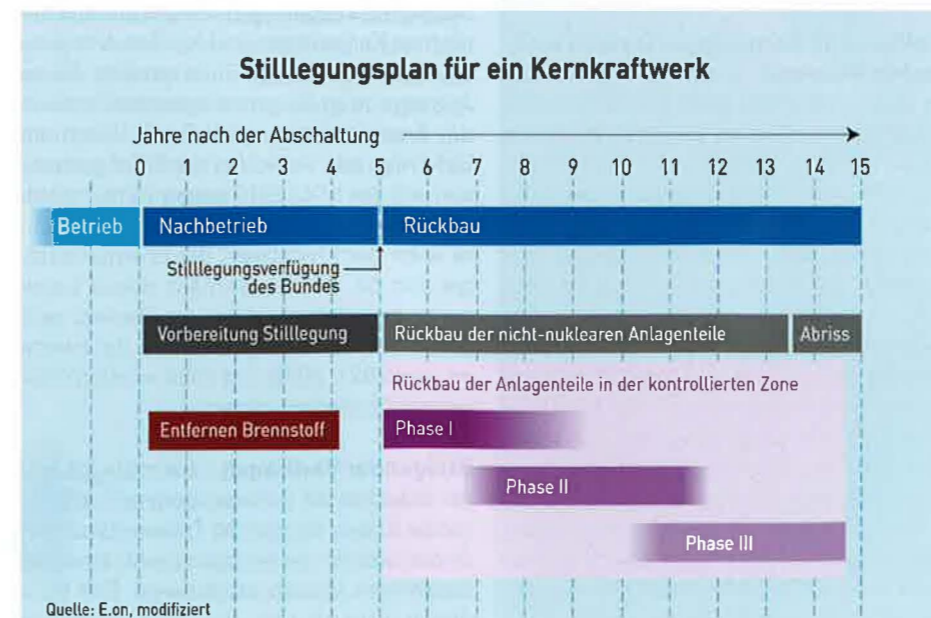
Phase wird der Kernbrennstoff aus dem Reaktordruckbehälter und den Lagerbecken entladen. Anschliessend wird er in Lagerbehälter verpackt und in das Zwischenlager in Würenlingen (AG) verbracht, so dass kein hochradioaktives Material mehr in der Anlage verbleibt. Ebenso werden die schwach- und mittelradioaktiven Betriebsabfälle entsorgt und nicht mehr benötigte Systeme ausser Betrieb genommen.

**Rückbau unter behördlicher Aufsicht** Parallel dazu erstellen die Betreiber die Unterlagen zum Stilllegungsprojekt und legen sie den Behörden zur Prüfung vor. Im Anschluss an die Nachbetriebsphase erlässt das zuständige Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation

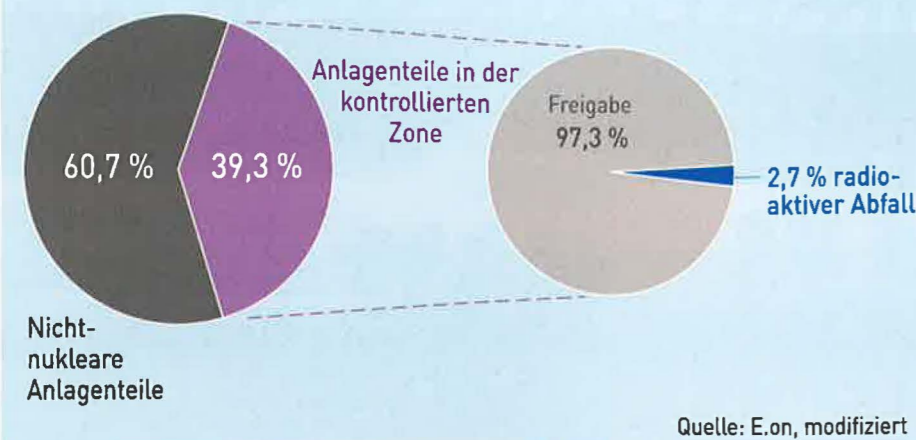
(Uvek) die Stilllegungsverfügung. Dann beginnt die Demontage der Anlage. Für den Rückbau stehen sowohl die technischen Systeme aus dem Betrieb wie auch die Anlagenkenntnisse des Betriebspersonals zur Verfügung. Wie zuvor beim Betrieb hat die Sicherheit weiterhin oberste Priorität. Alle Anlagenteile eines Kernkraftwerks, die mit radioaktivem Material in Berührung kommen oder kommen können, liegen in der sogenannten kontrollierten Zone. Bei Siedewasserreaktoren wie in Mühleberg zählt das Maschinenhaus dazu. Ausserhalb der kontrollierten Zone findet der Rückbau auf konventionelle Art statt. Innerhalb der kontrollierten Zone gibt die Aufsichtsbehörde gewisse Arbeiten schrittweise frei (z.B. die Demontage des Reaktordruckbehälters). Der Rückbau der Komponenten in der kontrollierten Zone wird bewusst von innen nach aussen durchgeführt. Der Sicherheitsbehälter (Containment) bleibt dadurch solange wie nötig intakt und dient weiterhin als Barriere gegen die Freisetzung von radioaktiven Stoffen. Auch die Systeme zur Überwachung der Radioaktivität in und ausserhalb der Anlage bleiben weiterhin aktiv.

Typischerweise wird der Rückbau des Kontrollbereiches in folgende Schritte gegliedert:

- **Demontage von kontaminierten Systemen und Komponenten (Phase I):** Der Ausbau von Bauteilen wie Flutwasserbehälter, Regelstabführungen oder Druckspeicher schafft Platz für spätere Arbeiten. Gleichzeitig wird die Demontage von Grosskomponenten vorbereitet. Bei Siedewasserreaktoren findet in dieser Phase zusätzlich der Abbau der Turbinen und anderer Anlagen im Maschi-



## Anteil des radioaktiven Abfalls am rückgebauten Material am Beispiel des deutschen Kernkraftwerks Stade (Druckwasserreaktor, 640 MW)



nenhaus statt. In einem weiteren Schritt folgt der Abbau von grossen Anlagenteilen wie in Mühleberg dem Primärkühlsystem mit seinen Pumpen und Leitungen.

**Demontage von aktivierten Komponenten (Phase II):** Der Reaktordruckbehälter und die umliegende Betonabschirmung, der sogenannte biologische Schild, sind die am stärksten belasteten Komponenten eines Kernkraftwerks. Sie sind während des Betriebs aktiviert worden und nun selbst radioaktiv. Diese Aktivität kann nicht durch Dekontamination entfernt werden.

**Abbau der restlichen Einbauten (Phase III):** In der letzten Phase werden die Krananlagen und weitere Systeme entfernt, die zuvor für den Rückbau anderer Komponenten benötigt wurden. Zuletzt werden die Abwasser- und Abluftaufbereitungsanlagen demontiert.

### Möglichst wenig radioaktive Abfälle

Parallel zur schrittweisen Demontage werden die ausgebauten Komponenten zerlegt und konditioniert. Weit mehr als die Hälfte des anfallenden Materials stammt aus dem nicht-nuklearen Teil eines Kernkraftwerks und kann ohne spezielle Behandlung wiederverwertet oder entsorgt werden. Bei den Bauteilen aus der kontrollierten Zone werden die nicht-radioaktiven Anteile aussortiert. Kontaminierte Anlagenteile können dekontaminiert und danach ebenfalls konventionell entsorgt werden. «Kontaminiert» bedeutet, dass sich auf der Oberfläche eines Bauteils radioaktive Stoffe abgelagert haben, während das Material des Bauteils selbst nicht radioaktiv ist. «Aktiviert» heisst hingegen, dass ein Material durch Bestrahlung selbst radioaktiv geworden ist und daher nicht dekontaminiert werden kann. Ziel ist, die Menge der schliesslich übrigbleibenden radioaktiven Abfälle möglichst gering zu halten.

**Reduktion auf 5 Prozent** Heute liegen

praktische Erfahrungen mit einer Vielzahl von Zerlege- und Dekontaminationsverfahren vor. Beim Zerlegen wird darauf geachtet, dass möglichst wenig Staub entsteht. Dazu werden beispielsweise langsam laufende Sägen benutzt. Die Dekontamination von Bauteilen geschieht mittels Stahlkies-Strahlen oder Hochdruck-Wasserstrahlen. Dank dieser Verfahren gelingt es, fast alles Rückbaumaterial aus der kontrollierten Zone für die konventionelle Entsorgung freizugeben. Weniger als fünf Prozent dieses Rückbaumaterials sind am Schluss noch kontaminiert oder aktiviert. Sie werden letztendlich als schwach- oder mittelradioaktiver Abfall in ein geologisches Tiefenlager verbracht. Die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) hat berechnet, dass aus der Stilllegung der heutigen Schweizer Kernkraftwerke insgesamt knapp 30 000 Kubikmeter schwach und mittelradioaktiver Abfall anfallen – einschliesslich der Verpackung für die Einlagerung.

### Rückbau von Kernanlagen ist kein technisches Neuland

Weltweit wurden bisher über 80 kommerzielle Kernkraftwerke stillgelegt. Die meisten von ihnen stammen aus den Anfangsjahren der zivilen Kerntechnik und haben das Ende ihrer wirtschaftlichen Betriebsdauer erreicht. Auch in der Schweiz wurden schon Erfahrungen gesammelt: Der 1969 beschädigte Versuchsreaktor im waadtländischen Lucens ist inzwischen vollständig abgebaut. Die Kavernen dienen heute dem Kanton Waadt als Lager für archäologische Funde. Rückbauten gibt es auch unter den Forschungsreaktoren des Paul Scherrer Instituts (PSI). «Saphir», der erste Forschungsreaktor der Schweiz aus den 1950er-Jahren, ist technisch bereits zurückgebaut. Der Rückbau eines zweiten Forschungsreaktors aus dieser Zeit, «Diorit», wurde im Herbst 2012

abgeschlossen. Die Gebäude werden weiter genutzt.

### Woher kommt der Strom nach 2019?

Für die technischen Herausforderungen einer Kernkraftwerksstilllegung sind demzufolge bewährte Lösungen und Erfahrungen vorhanden. Der Ersatz des wegfallenden Stroms im Inland ist dagegen ein schwieriges Unterfangen. Das Kernkraftwerk Mühleberg (KKM) produziert rund 3 Terawattstunden Strom pro Jahr und deckt damit den Bedarf von rund 400 000 Menschen. Um das KKM zu ersetzen, wären 20 Laufwasserkraftwerke wie das in Mühleberg nötig, oder über 700 Windturbinen oder bis zu 2500 Solaranlagen wie die auf dem Stade de Suisse in Bern. Mit Strom aus Wind oder Sonne kann jedoch die Bandenergie aus einem Kernkraftwerk nicht ersetzt werden, da diese Technologien abhängig von Wetter und Tageszeit unregelmässig Strom liefern. Die Wasserkraft kann zwar Bandenergie liefern, jedoch ist in diesem Bereich das Potenzial in der Schweiz beinahe ausgeschöpft.

### Atomstrom aus dem Ausland?

Die BKW-Konzernleitung hat an der Medienkonferenz zum Stilllegungsentscheid verlauten lassen, dass der in Mühleberg produzierte Strom «nicht zeitgleich durch schweizerische Eigenproduktion wird ersetzt werden können». Mit der Ausserbetriebnahme des KKM werde die Auslandsabhängigkeit steigen, und «Strom aus ausländischen Kernanlagen und fossilen Anlagen» werde «eine wichtige Rolle spielen». Diese Aussage zeigt ein grundlegendes Problem der Energiestrategie 2050 auf: Wenn die Behörden den Vorschlag der BKW gutheissen und das KKM 2019 ausser Betrieb geht, liegt seine gesamte Betriebsdauer drei Jahre unter dem Richtwert der Energiestrategie von 50 Jahren. Gemäss dieser Logik ginge der erste Reaktor von Beznau zeitgleich mit Mühleberg vom Netz, der zweite im Jahr 2021. 2029 und 2034 würden Gösigen und Leibstadt folgen.

**Steigender Verbrauch** Bis in gut 20 Jahren bräuchte die Schweiz demnach schrittweise Ersatz für gut 24 Terawattstunden Strom, welche die heutigen Kernkraftwerke zusammen jährlich produzieren. Der Bundesrat plant, den Wegfall der Kernenergie

mit einheimischer erneuerbarer Energie zu ersetzen. Das ist angesichts der erwähnten Anlagen, die schon nur für den Ersatz von Mühleberg nötig wären, ein fragwürdiges Unterfangen. Ein weiteres grosses Fragezeichen steht hinter der zukünftigen Entwicklung des Schweizer Stromverbrauchs. Die Energiestrategie 2050 sieht vor, die Nachfrage innert vierzig Jahren in etwa auf das Niveau des Jahres 2000 zu senken. Alleine zwischen 2000 und 2012 ist der Schweizer Stromverbrauch jedoch um fast 7 Terawattstunden oder 12,6% gestiegen.

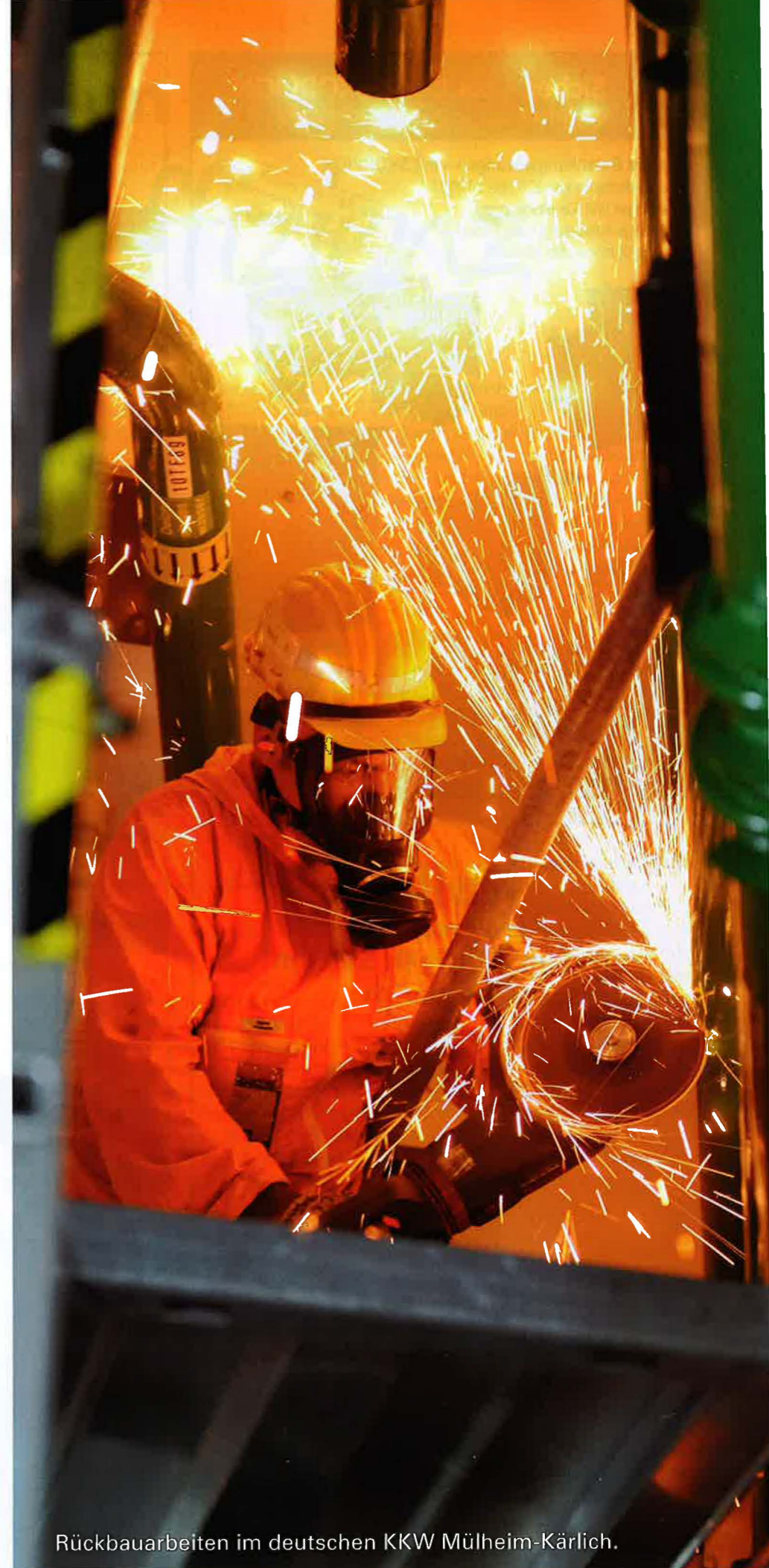
### Atomausstieg ja oder nein?

Mit der Verabschiedung der Botschaft zur Energiestrategie 2050 Anfangs September hat der Bundesrat auch sein Vorhaben bekräftigt, seine Strategie der Atomausstiegsinitiative der Grünen als indirekten Gegenvorschlag gegenüberzustellen. Sollte das Parlament diesem Plan zustimmen, hätte das Schweizer Stimmvolk gar nicht die Möglichkeit, zur Grundsatzfrage «Atomausstieg ja oder nein» Stellung zu nehmen – es sei denn, das Referendum wird ergriffen. Bei dieser Konstellation würde nur noch der Zeitplan des Ausstiegs zur Debatte stehen. Wenn die höchst ehrgeizigen Ziele der Energiestrategie 2050 bezüglich Ausbau der Erneuerbaren und Reduktion des Strombedarfs verfehlt werden, müsste der fehlende Strom wohl importiert oder in Gaskraftwerken erzeugt werden. Bei Importen hätte die Schweiz nur sehr begrenzten Einfluss auf die Sicherheit der Anlagen oder auf die physische Herkunft des Stroms und wäre nicht an der Wertschöpfung beteiligt. Deshalb muss inländische Kernenergie für die zukünftige Stromversorgung der Schweiz zumindest zur Debatte stehen und dem Volk als Option vorgelegt werden.

► [www.gewerbesuche.ch/CID/444617.htm](http://www.gewerbesuche.ch/CID/444617.htm) ◀



Nuklearforum Schweiz  
Konsumstr. 20  
3000 Bern 14  
Tel. 031 560 36 50  
Fax 031 560 36 59  
info@nuklearforum.ch  
www.nuklearforum.ch



Rückbauarbeiten im deutschen KKW Mülheim-Kärlich.