



**Rückbau unserer
Kernkraftwerke -**

**nachhaltig und
sicher**

VATTENFALL



Kraftwerksleiter Markus Willicks



Kraftwerksleiter Torsten Fricke



Kernkraftwerk Krümmel in Geesthacht an der Elbe.

Der 2011 getroffene Beschluss von Bundesregierung und Bundestag zum Ausstieg aus der Kernenergie stellt uns bei Vattenfall vor eine große Herausforderung, die wir gern annehmen – unsere Kernkraftwerke Brunsbüttel und Krümmel sicher bis zur „grünen Wiese“ zurückzubauen. Offenheit und Transparenz sind uns dabei besonders wichtig – mit allen Beteiligten im konstruktiven Dialog.



Kernkraftwerk Brunsbüttel an der Elbe.

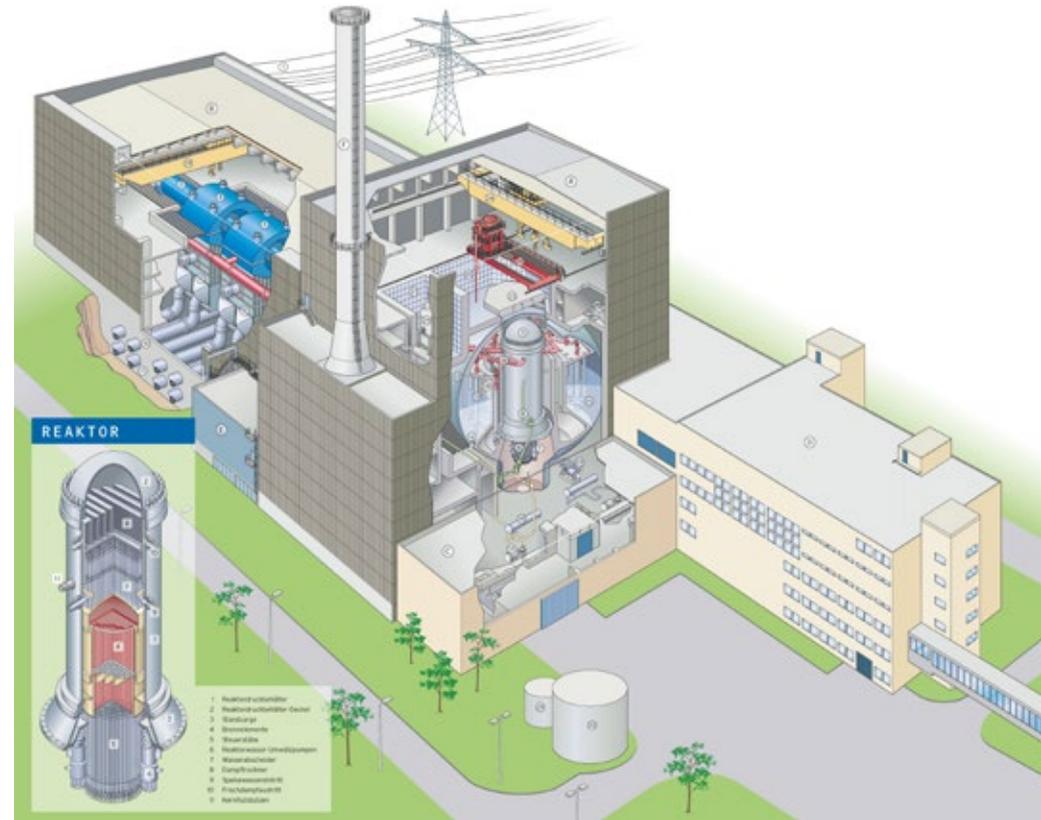
Rückbau eines Kernkraftwerks - was bedeutet das?

Der Rückbau eines Kernkraftwerks ist eine hochkomplexe, organisatorisch und technisch anspruchsvolle Aufgabe. Sie erfordert spezielle Kenntnisse der Beschäftigten in den Kernkraftwerken und Fachfirmen mit spezifischen Kompetenzen. Durch eine unabhängige Qualitätssicherung des Betreibers wird das Mehraugenprinzip sichergestellt. Darüber hinaus erfolgt eine Kontrolle durch die Aufsichtsbehörde und die von ihr bestellten Sachverständigen. Rückbauprojekte können auf die bereits im In- und Ausland gemachten Erfahrungen zurückgreifen.

In Deutschland ist gesetzlich festgelegt, dass Kernkraftwerke nach ihrer Abschalt-

ung direkt zurückgebaut und nicht über Jahre oder Jahrzehnte im sogenannten Sicherem Einschluss belassen werden. Der direkte Rückbau hat den Vorteil, dass die Know-how-Träger aus dem Leistungsbetrieb, die mit der Anlage vertraut sind, noch zur Verfügung stehen und die technische Infrastruktur des Kraftwerks noch funktionsfähig ist. Zudem kann das Kraftwerksgelände früher für einen anderen Zweck genutzt oder der Natur zurückgegeben werden.

Da die Anlage sich während des Rückbaus ständig verändert, ist eine vorausschauende Planung unerlässlich. Einige im Leistungsbetrieb und der anschließenden



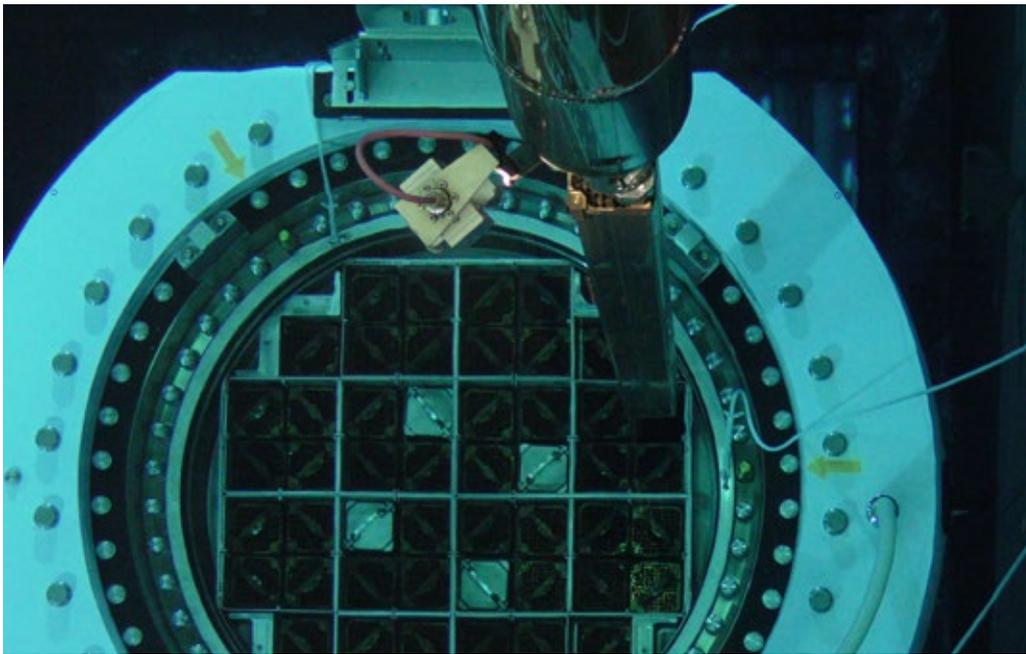
Nachbetriebsphase erforderliche Tätigkeiten entfallen, neue Aufgaben entstehen in der Rückbauphase. Dadurch ergeben sich sowohl in der Technik als auch in der Administration veränderte Tätigkeitsschwerpunkte. Personalstruktur und Organisation müssen den Veränderungen angepasst werden.

Für das Kernkraftwerk Brunsbüttel, das von 1977 bis 2007 in Betrieb war, stellte Vattenfall am 1. November 2012 bei der Atomaufsichtsbehörde in Kiel den Antrag auf Stilllegung und Abbau der Anlage. Die Behörde prüfte die Unterlagen für den ersten Rückbau eines Kernkraftwerks in Schleswig-Holstein und erteilte am

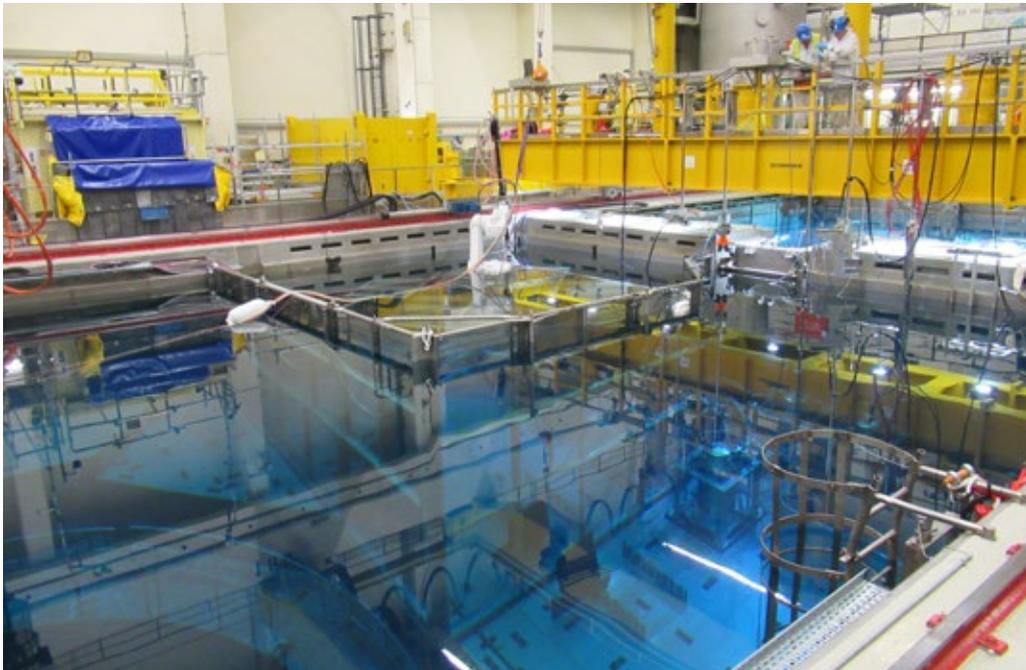
21. Dezember 2018 die erste Genehmigung für die Stilllegung und den Abbau des Kernkraftwerks Brunsbüttel.

Das Kernkraftwerk Krümmel hat von 1984 bis 2009 Strom produziert. Für dieses Kraftwerk wurde am 24. August 2015 der Antrag auf Stilllegung und Abbau gestellt. Das Genehmigungsverfahren ist noch nicht abgeschlossen.

Auch nach Erhalt der Abbaugenehmigung müssen für die einzelnen Arbeitsschritte weiterhin die Zustimmungen der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde in Kiel eingeholt werden. **Sicherheit steht bei allen Tätigkeiten an oberster Stelle.**



Beladung des letzten Castor-Behälters im Kernkraftwerk Krümmel. Mit seinem Transport ins Standort-zwischenlager wurde die Anlage frei von Kernbrennstoffen.



„AZURo“ in Aktion: Der Roboter zerlegt unter Wasser Einbauten des Reaktordruckbehälters (RDB). AZURo steht für „Automatische Zerlegung von RDB-Einbauten mittels Unterwasser-Robotertechnik“.

Erstes Ziel: Anlage ohne Kernbrennstoffe

Das Kernkraftwerk Brunsbüttel ist seit Februar 2018 brennstofffrei, d. h., es befinden sich weder Brennelemente noch einzelne Brennstäbe in der Anlage. Damit sind 99 Prozent des radioaktiven Inventars aus der Anlage entfernt. In Krümmel wurde dieses Ziel Ende 2019 erreicht.

Die Zeit zwischen der endgültigen Abschaltung 2011 und dem Erhalt der Genehmigungen zur Stilllegung und zum Abbau der Kraftwerke wurde und wird für vorbereitende Arbeiten genutzt.

Der Rückbau eines Kernkraftwerks erfolgt von innen nach außen. Die am stärksten radioaktiv belasteten Bereiche – also der

Reaktordruckbehälter (RDB) und seine Einbauten – werden zuerst entfernt. Das erste große Projekt ist also das Zerlegen und Verpacken der RDB-Einbauten (z. B. Wasserabscheider, Dampftrockner, Steuerstabführungsrohre). Diese Komponenten, die sich beim Leistungsbetrieb in unmittelbarer Nähe der Brennelemente befanden, werden unter Wasser in kleinere, verpackungsfähige Teile zerlegt. Das Wasser schirmt die Strahlung ab. Die Arbeiten im RDB werden von Spezialisten fernhantiert durchgeführt.

Parallel dazu beginnen der Abbau und die Dekontamination der Systeme im gesamten Kontrollbereich, also die Säuberung aller Oberflächen von radioaktiven Partikeln.

Bei Siedewasserreaktoren wie Krümmel und Brunsbüttel gehören auch die Turbine und das Maschinenhaus zum Kontrollbereich. Erst wenn sich keine kontaminierten Teile mehr in der Anlage befinden, der Kontrollbereich aufgehoben und die Gebäude freigegeben wurden, kann das Kraftwerk aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen werden. Damit unterstehen die noch nicht abgebauten Anlagenteile nicht mehr der atomrechtlichen Aufsicht.

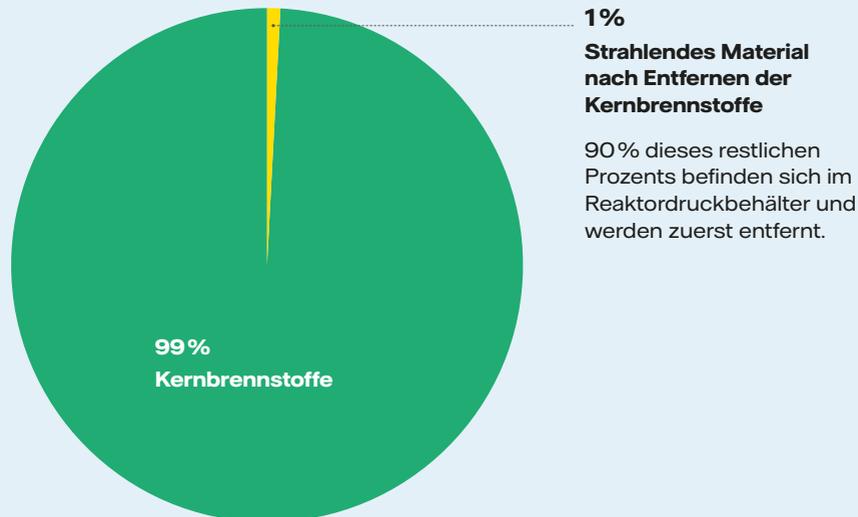
Am Ende werden die konventionellen Gebäude demontiert. Insgesamt dauern die Rückbauarbeiten bis zur „grünen Wiese“ etwa 10 bis 15 Jahre.

Die radioaktiven Abfälle, z. B. metallische Stoffe, werden in kleine Teile zerlegt und so platzsparend wie möglich verpackt (konditioniert). Flüssigkeiten werden eingedampft und als „Salzblock“ konditioniert; Strahlgut wird solange recycelt und wiederverwertet, bis es schließlich als radioaktiver Abfall endlagergerecht konditioniert wird. Die Kosten für Stilllegung und Rückbau der Kernkraftwerke und die Konditionierung bzw. Bereitstellung des radioaktiven Abfalls aus Betrieb und Rückbau tragen die Betreiber der Anlagen.



Die Dekontbox ist eine Einrichtung zur Dekontamination von Gegenständen, also zur Entfernung von radioaktiven Verschmutzungen.

Radioaktives Inventar im Kernkraftwerk



Wie sicher ist der Rückbau?

Sicherheit für Menschen und Umwelt vor Strahlung steht auch beim Rückbau an erster Stelle. Alle anderen Erwägungen sind ihr untergeordnet. Gesetzliche Regelungen, wie z. B. das Strahlenschutzgesetz, setzen enge Grenzen, um die Sicherheit jederzeit zu gewährleisten.

Mit den Kernbrennstoffen hat 99 Prozent des strahlenden Materials das Kraftwerk verlassen. 90 Prozent des restlichen Prozents, d. h. 0,9 Prozent des gesamten radioaktiven Inventars, befinden sich im Reaktordruckbehälter und werden als Erstes abgebaut. Während des Rückbaus werden also radioaktiv belastete Anlagenteile und Materialien kontinuierlich verringert.

Die von der Genehmigungsbehörde erteilte Stilllegungs- und Abbaugenehmigung enthält Werte für die maximal zulässige Emis-

on von radioaktiven Stoffen. Die europäische Strahlenschutzrichtlinie und das Strahlenschutzgesetz schreiben vor, nicht nur die gesetzlichen Grenzwerte einzuhalten, sondern darüber hinaus jegliche Strahlenexposition so niedrig wie möglich zu halten und jede unnötige Strahlenbelastung zu vermeiden. Dieses Minimierungsgebot sorgt dafür, dass festgelegte Grenzwerte in der Regel nur zu einem Bruchteil ausgenutzt werden, die Emissionen also deutlich geringer sind als zulässig.

Wie hoch ist die Radioaktivität im Alltag?

Ziel des Strahlenschutzes ist es, Mensch und Umwelt vor Schäden durch ionisierende Strahlung zu schützen. Einer natürlichen Strahlung ist jeder Mensch permanent ausgesetzt – aus dem Weltall (kosmische Strahlung), aus natürlichen radioaktiven Stoffen aus dem Boden (terrestrische Strahlung oder Bodenstrahlung) und durch die in unserem Körper vorhandenen natürlichen

radioaktiven Stoffe. In Deutschland liegt die natürliche Strahlendosis bei durchschnittlich 2,1 Millisievert (mSv) pro Jahr. Je nach Wohnort, Ernährungs- und Lebensgewohnheiten reicht sie von 1 mSv bis zu 10 mSv. Hinzu kommen durchschnittlich circa 2 mSv jährlich aus medizinischer und technischer Anwendung.

Unter Strahlendosis versteht man die radioaktive Belastung eines Menschen. Sie wird mit der Einheit Sievert (Sv) beschrieben. Der Grenzwert der jährlichen Strahlendosis durch kerntechnische Anlagen beträgt nach dem Strahlenschutzgesetz für Einzelpersonen der Bevölkerung 1 Millisievert (1 mSv).

Radioaktivität im Alltag

Quellen: Bundesamt für Strahlenschutz, MTA-R



Grenzwert der jährlichen Strahlenbelastung von Stoffen nach Entlassung aus der strahlenschutzrechtlichen Überwachung:
0,01 mSv (Millisievert)
= 10 µSv (Mikrosievert)



Strahlenbelastung durch Röntgenaufnahme des Brustkorbs:
0,02 mSv (Millisievert)
= 20 µSv (Mikrosievert)



Natürliche Strahlenbelastung durch Transatlantikflug (hin und zurück):
0,1 mSv (Millisievert)
= 100 µSv (Mikrosievert)



Jährliche natürliche Strahlenbelastung durch Umgebung:
durchschnittlich 2,1 mSv (Millisievert) = 2.100 µSv (Mikrosievert)



Jährliche Strahlenbelastung durch Rauchen (20 Zigaretten pro Tag):
8,8 mSv (Millisievert)
= 8.800 µSv (Mikrosievert)

Milli: $10^{-3} = 0,001 = \text{Tausendstel}$
Mikro: $10^{-6} = 0,000001 = \text{Millionstel}$

Abfälle aus dem Rückbau - alles radioaktiv?

Von den etwa 300.000 t Gesamtmasse des Kernkraftwerks Brunsbüttel und den etwa 540.000 t des Kernkraftwerks Krümmel müssen nur 1 bis 3 Prozent als radioaktiver Abfall endgelagert werden. Der weitaus größte Teil der Abfälle beim Rückbau besteht aus Bauschutt.

Materialien, die kontaminiert sind, an denen also radioaktive Partikel anhaften, können gesäubert werden. Dabei wird die kontaminierte obere Schicht abgewaschen oder abgeschliffen, das darunterliegende Material ist unbelastet. So gereinigte Teile werden unter behördlicher Aufsicht und mit behördlicher Freigabe als Bauschutt deponiert oder dem Wertstoffkreislauf zugeführt.

Einer Freigabe geht für jedes einzelne Teil ein umfangreiches Verfahren aus Messungen und Kontrollen voraus. Sie werden von unabhängigen Sachverständigen begleitet und abschließend von der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde geprüft. Eine Freigabe erfolgt nur dann, wenn die in der Strahlenschutzverordnung festgeschriebenen Freigabewerte unterschritten werden.

Ein großer Teil der nur an der Oberfläche kontaminierten Materialien kann gesäubert werden und anschließend den Freigabeprozess durchlaufen. Damit wird die Menge des Abfalls für die Endlagerung minimiert. Für die Endlagerung vorbereitet werden nur die Brennelemente und die schwach- und mit-



Abfälle werden detailliert erfasst und in Gitterboxen gelagert.

telradioaktiven Abfälle, die nicht gereinigt werden können.

Verpackt in Castor-Behälter, werden die Brennelemente im Standortzwischenlager so lange gelagert, bis über einen geeigneten Standort für ein Bundesendlager entschieden und ein solches Endlager gebaut wurde.

Schwach- und mittelradioaktive Abfälle sollen auf dem Kraftwerksgelände sowohl in Krümmel als auch in Brunsbüttel in gesonderten Lagern aufbewahrt werden. Diese Abfälle verbleiben auf dem Gelände, bis das ehemalige Eisenerzbergwerk Schacht Konrad zum Endlager für schwach-

und mittelradioaktive Abfälle ausgebaut ist. Es soll 2027 fertiggestellt werden. Das Zwischenlager in Krümmel wird von der bundeseigenen Gesellschaft für Zwischenlagerung (BGZ) betrieben; die Übertragung des Zwischenlagers in Brunsbüttel an die BGZ steht noch aus.

Radioaktiver Abfall und Reststoffe



10-Mikrosievert-Konzept

In der Öffentlichkeit ist immer wieder vom 10-Mikrosievert-Konzept die Rede. Was bedeutet das?

Die in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Werte für die Freigabe von Materialien zur Deponierung oder zum Recycling sorgen dafür, dass die zusätzlich zu erwartende jährliche Strahlenbelastung für Einzelpersonen der Bevölkerung – auch für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Deponien – im Bereich von 10 Mikrosievert (μSv) pro Jahr liegt. Dieses Konzept ist international anerkannt. Es stellt sicher, dass die durch die freigegebenen Stoffe möglicherweise verursachte zusätzliche radioaktive Belastung so gering ist, dass sie auch im un-

günstigsten Fall gegenüber der natürlichen Strahlung minimal ist. Der Wert von $10 \mu\text{Sv}$ pro Jahr ist ein Bruchteil dessen, dem ein Mensch durch die natürliche Radioaktivität ausgesetzt ist.

Durch die natürliche Strahlung nimmt der Mensch jährlich eine durchschnittliche Dosis von etwa $2.100 \mu\text{Sv}$ (2,1 Millisievert) auf. In Norddeutschland beträgt die Jahresdosis an natürlicher Strahlung etwa $700 \mu\text{Sv}$, d. h. $10 \mu\text{Sv}$ wären nach etwa fünf Tagen erreicht.



Menschen im Kraftwerk – Rückbau ist Teamarbeit

Beim Rückbau sind überwiegend die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aktiv, die zum Teil seit vielen Jahren im Kraftwerk gearbeitet haben. Sie kennen die Anlage sehr gut und sind damit Wissensträger für den Rückbau. Zudem wurden für den Rückbau unserer Kernkraftwerke Experten gewonnen, die viele Jahre in Rückbauprojekten tätig waren.

Die Kraftwerksmitarbeiterinnen und -mitarbeiter haben sich an neue Aufgaben angepasst und neue Kompetenzen erworben. Für viele abbaubegleitende Tätigkeiten werden sie besonders geschult. Die Organisation der Arbeit ändert sich. Und selbstverständlich muss gegenüber der

Aufsichtsbehörde die Fachkunde des verantwortlichen Personals weiterhin nachgewiesen werden.

Alle Arbeiten können jedoch nicht vom Eigenpersonal geleistet werden. Aufgaben, die spezifische Kompetenzen erfordern, wie beispielsweise die System-Dekontamination, bestimmte Zerlegearbeiten und der Rückbau von Gebäuden, werden von Fachunternehmen durchgeführt.

Wir handeln nachhaltig und sozial verantwortlich

Nachhaltigkeit ist ein integraler Bestandteil der Strategie zum Rückbau unserer beiden Kernkraftwerke. Auf dem Weg zur „grünen Wiese“ schaffen wir gemäß dem Kreislaufwirtschaftsgesetz recyclingfähige Stoffe, wann immer das möglich ist. Damit schonen wir die Umwelt und reduzieren die Abfallmenge, die endgelagert oder deponiert werden muss.

Eine lange Tradition hat unser Engagement für die Wanderfalken. Bereits vor mehr als 20 Jahren nistete zum ersten Mal ein Wanderfalkenpärchen am Kamin des KKB und brachte dort seinen Nachwuchs zur

Welt – ein gutes Beispiel für eine funktionierende Nachbarschaft von Industrie und Natur.

Vattenfall nimmt nicht nur seine Verantwortung für die Umwelt, sondern auch für die Gesellschaft ernst. Wir sind Partner einer „Sozialen Allianz“, engagieren uns für die Jugend, unterstützen Sportereignisse und gesellschaftliche Initiativen. Wir betreiben die größte Fischauftiegsanlage Europas. In unserem Unternehmen stehen wir für Vielfalt und Gleichbehandlung.





Dialog hat bei uns Tradition

Der Rückbau unserer Kernkraftwerke Brunsbüttel und Krümmel ist für uns eine besondere Aufgabe. Er ist ein Projekt für viele Jahre, technisch anspruchsvoll und komplex. Wir möchten dieses Projekt so transparent wie möglich durchführen und Sie als Öffentlichkeit über aktuelle Entwicklungen und den Stand der einzelnen Vorhaben informieren. Bei Veranstaltungen wie „Energiewende konkret“, in besonderen Gesprächskreisen wie dem „Dialog-Forum“, im Austausch mit Schulklassen und im Informationszentrum der Kraftwerke suchen wir den Dialog mit Interessierten. Auf unseren Websites www.perspektive-brunsbuettel.de und www.perspektive-kruemmel.de berichten wir über Aktuelles und stellen Hintergrundinformationen bereit.



Weitere Informationen finden Sie unter:

Kernkraftwerk Brunsbüttel
www.perspektive-brunsbuettel.de

Kernkraftwerk Krümmel
www.perspektive-kruemmel.de

Kerntechnik Deutschland e.V. (KernD) - ehemals Deutsches Atomforum
www.kernd.eu

Bundesgesellschaft für Endlagerung
www.bge.de

Bundesamt für Strahlenschutz
www.bfs.de

Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH
www.bgz.de

Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung
www.base.bund.de

Archiv der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe
www.bundestag.de/endlager-archiv

