

Stilllegung und Rückbau
kerntechnischer Anlagen



Lösungen aus einer Hand

Ein Schwerpunkt im Leistungsspektrum der GNS ist die Entsorgung von radioaktiven Abfällen und Reststoffen, die bei Betrieb und Stilllegung von kerntechnischen Anlagen anfallen.

Hierzu gehören feste und flüssige Abfälle sowie metallische Reststoffe, die ggf. einem Recycling zugeführt werden können. Je nach Abfallspezifikation, Kundenwunsch oder aufgrund der Rahmenbedingungen vor Ort erfolgt die Behandlung der Abfälle und Reststoffe entweder direkt am Entstehungsort mittels mobiler Behandlungsanlagen oder in stationären Konditionierungseinrichtungen.

Die im Rahmen von Stilllegungsprojekten anfallenden Abfälle sind mit denen aus dem laufenden Betrieb von Kernkraftwerken vergleichbar, es ist jedoch in einem engen Zeitfenster mit einem deutlich höheren Aufkommen zu rechnen. Noch weitaus größere Mengen sind bei den Materialanteilen zu erwarten, die nach Zerlegung und Dekontamination der eingeschränkten oder uneingeschränkten Freigabe zugeführt werden können.

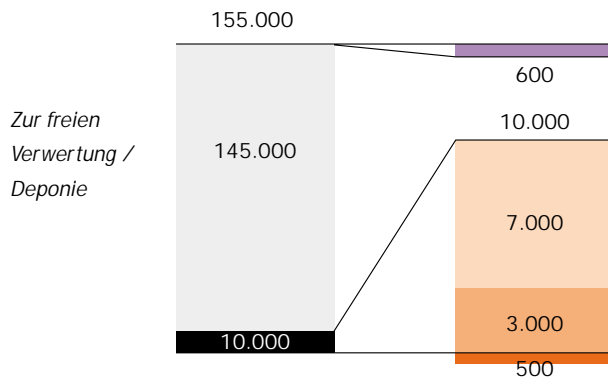
GNS ist durch die jahrelange Erfahrung bei der Abfall und Reststoffbehandlung in der Lage, auch für die speziellen Entsorgungsaufgaben bei Stilllegungsprojekten qualifizierte Lösungen anzubieten.



Am Beispiel der Stilllegungsabfälle für den Rückbau eines Druckwasser-Reaktors (DWR) werden GNS-Lösungen bei der Verarbeitung der anfallenden Abfälle vorgestellt.

Verteilung der beim Rückbau des Kontrollbereichs eines DWR anfallenden Massen

Gesamtmasse des Kontrollbereichs [Werte in Mg]



- Anlagenteile, auch Rohrleitungen, Bühnen
- zur Endlagerung: radioakt. Abfall (aktiver und kontaminierter Beton/Armierungen)
- Zur Freigabe oder kontrollierten Verwertung: freies Material, Material zum Einschmelzen
- Zur Endlagerung: radioaktiver Abfall (aktive oder kontaminierte Anlagenteile)
- Zur Endlagerung: radioaktiver Abfall (Sekundärabfall aus der Dekontamination)

Leistungen der GNS bei Rückbau und Stilllegung

Rückbau

- Studien
- Konzepte
- Genehmigungsunterlagen
- Anlagentechnik
- Konstruktion
- Abbau

Abfallbearbeitung/Entsorgung von Stilllegungsabfällen (vor Ort und dezentral)

- Sortierung
- Freigabemessung (manuell und in verschiedenen Freimessanlagen)
- Konditionierung
 - Schrotte zerlegen (vor Ort oder in Heißer Zelle)
 - Schrotte zerkleinern (MARS)
 - Verpressen (FAKIR)
 - Trocknen (PETRA)
 - Verbrennen
- Verpackung
- Dekontamination
- Dokumentation

Verpackung

- MOSAIK®-Behälter
- Abschirmbehälter
- Fässer
- Stahlblechcontainer
- Betoncontainer
- Transport-Container

Transport

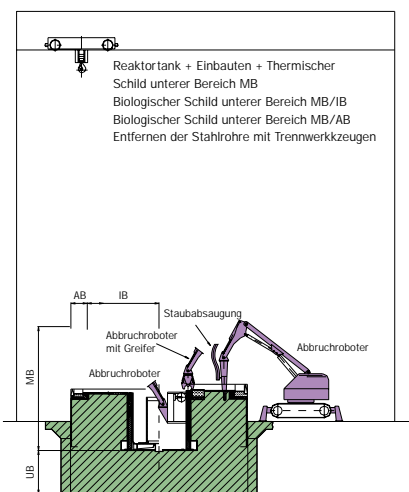
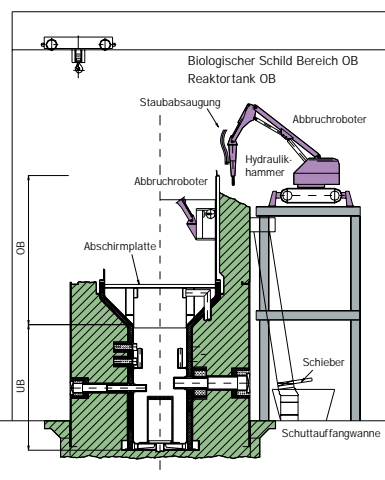
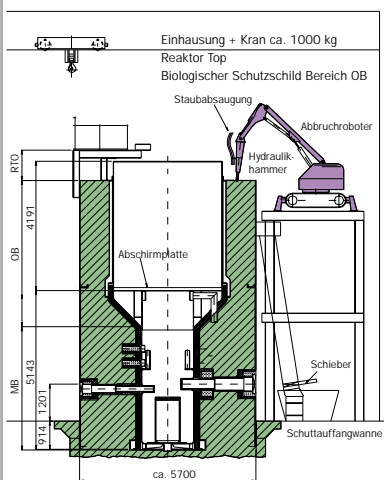
- Radioaktivtransporte auf Straße und Schiene
- Gefahrguttransporte

Zwischen- und Endlagerung

- Abstimmung mit Gutachtern
- Betrieb durch GNS der
 - BZA Brennelement-Zwischenlager Ahaus
 - ALG Abfalllager Gorleben
 - BLG Brennelementlager Gorleben
 - Landessammelstelle Niedersachsen

Studien, Entsorgungskonzepte und Rückbau

Für alle mittelbar mit dem Rückbau kerntechnischer
Anlagen zusammenhängenden Leistungen steht
GNS als kompetenter Dienstleister zur Verfügung.





GNS erstellt im Vorfeld Konzepte und ingenieurwissenschaftlichen Studien, wie sie z.B. für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer Rückbaumaßnahme erforderlich sind oder im Rahmen eines behördlichen Zulassungsverfahrens benötigt werden.

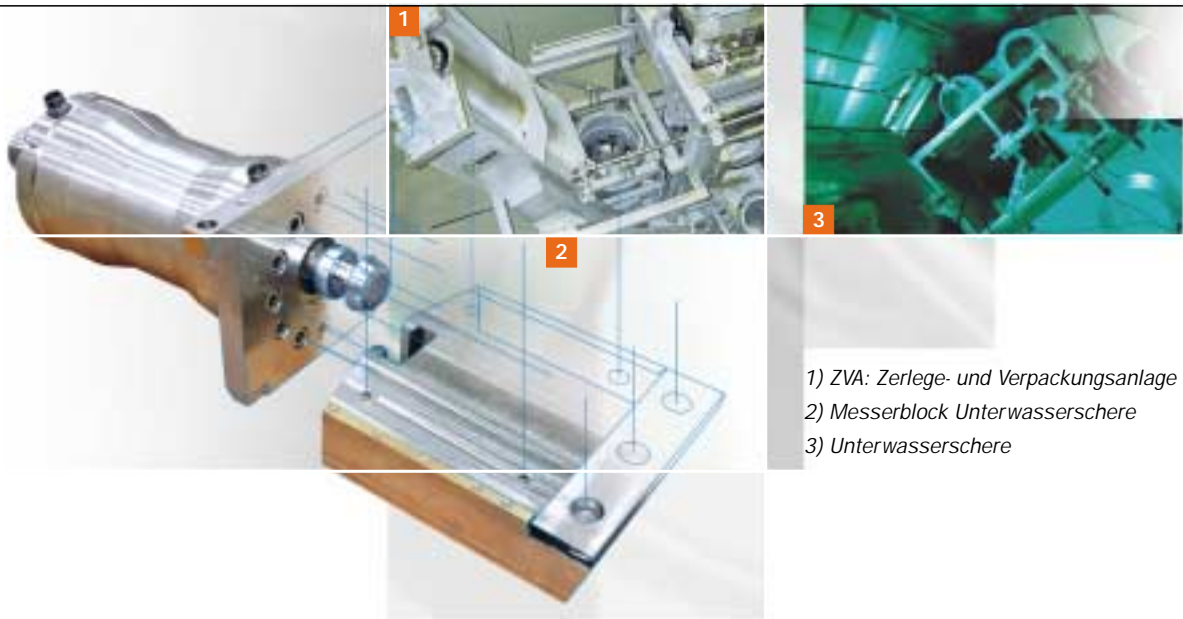
Grundsätze einer jeden durch GNS und ihre Partner zu projektierenden Rückbaumaßnahme sind:

- Strahlenschutzaspekte
- Volumenminimierung entstehender Abfälle
- Einsatz geeigneter und erprobter Trenn- und Zerlegetechniken
- Zeitoptimierung
- Kostenminimierung

Eine Aufgabe im Leistungsspektrum der GNS ist der Rückbau von Reaktorkomponenten stillgelegter Kernkraftwerke, Forschungsreaktoren und kerntechnischer Anlagen. Dies bezieht sich sowohl auf die Durchführung der eigentlichen Rückbauarbeiten als auch auf die Entwicklung, Auslegung und Bereitstellung des benötigten Rückbauequipments.

Referenzen im Bereich Studien, Konzepte und Rückbau (Auszug):

- Wiederaufbereitungsanlage Karlsruhe (StiWAK)
- Block 1-5 der Energiewerke Nord (EWN)
- Studien für Stilllegung und Rückbau des Siemens Unterrichtsreaktor SUR 100, Universität Hannover
- AVR des Forschungszentrums Jülich (FZJ)
- Rückbau und Auflösung eines Kontrollbereichs Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH)
- Rückbau Merlin Forschungszentrum Jülich (FZJ), "Grüne Wiese" 05/2003
- Rückbau TRIGA HD I und HD II im Deutschen Krebsforschungszentrum Heidelberg, bis 2005



1) ZVA: Zerlege- und Verpackungsanlage
 2) Messerblock Unterwasserschere
 3) Unterwasserschere

Zerlegen, sortieren, verpacken

Rückbauaufgaben in der kerntechnischen Anlage

Am Standort der rückzubauenden kerntechnischen Einrichtung sind umfangreiche Zerlege-, Demontage- sowie Verpackungsaufgaben qualifiziert zu bearbeiten, bis eine Entlassung aus dem Atomgesetz erfolgen kann.

Zerlegung und Verpackung von Core-Bauteilen vor Ort

Bei der im Vorfeld einer Rückbaumaßnahme erforderlichen Zerlegung und Konditionierung der Core-Komponenten ist GNS seit vielen Jahren erfolgreich tätig.

GNS kann auf umfangreiche Erfahrungen in der Core-Bauteilentsorgung bei noch in Betrieb und im Rückbau befindlichen Anlagen zurückgreifen.

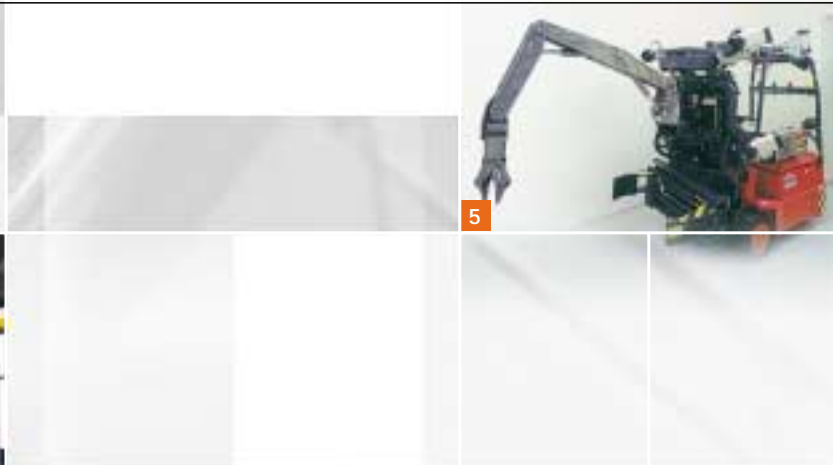
Für die Konditionierung von Core-Bauteilen in kerntechnischen Anlagen stehen zahlreiche Unterwasserzerlege- und Verpackungstechniken sowie dezentrale Lösungen zur Verfügung.



4

Unterwasserzerlege- und Verpackungstechnik

Die Zerlege- und Verpackungsanlage als universelle Konditionierungsanlage kann Bauteile, insbesondere Steuerstäbe und Brennelementkästen, schneiden und anschließend in einem Behälter zur Volumenreduzierung verdichten. Für den Schneidprozess werden eine Vorpresskraft bis 440 kN und eine Schneidkraft von 880 kN eingesetzt. Das anschließende Verdichten erfolgt mit einer Presskraft von bis zu 785 kN.

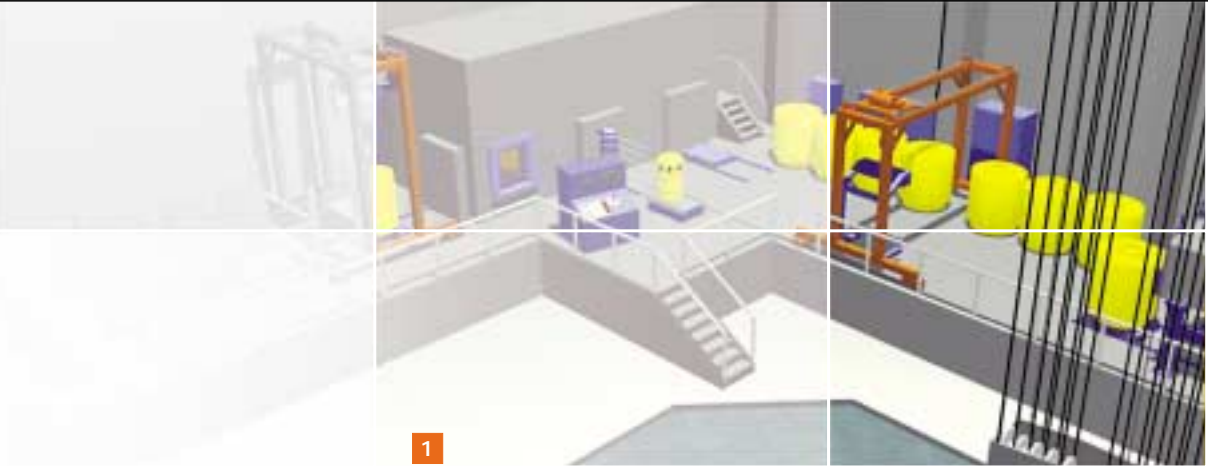


5

- 4) mobile Abfallsortierbox mit Hand-Manipulatoren
- 5) ferngesteuertes Manipulatorfahrzeug

Abfallsortierbox und Manipulatorfahrzeug:

Mit der mobilen Abfallsortierbox und dem Manipulatorfahrzeug mit Roboterarm und Fassklammer können Lager geräumt und Abfälle ohne direkten Kontakt mit radioaktiven Stoffen verpackt werden, wenn eine manuelle Handhabung der Abfälle aufgrund einer ansonsten zu hohen Strahlenbelastung des Personals nicht möglich ist.

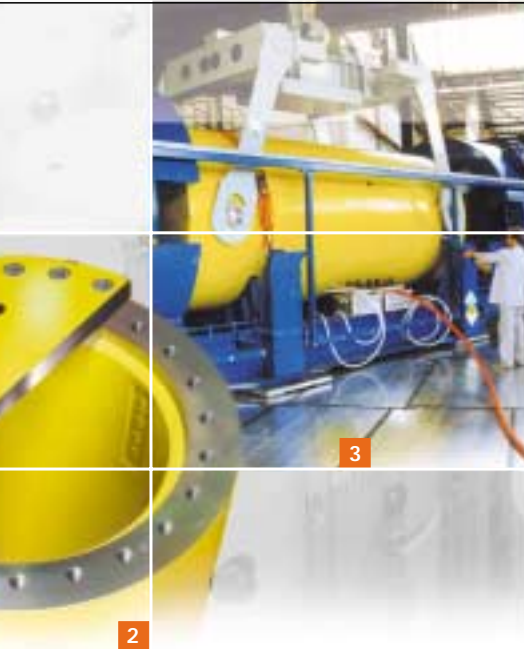


1) Simulation

Bei der Konditionierung von Abfall- und Reststoffen sind zum Teil fernhantiert und automatisch arbeitende Systeme notwendig.

Konditionierungsstraße für den Rückbau des Kraftwerkes Würgassen

Zur Abfallbehandlung vor Ort können kundenspezifische Anlagen geliefert werden. Als Beispiel entwickelt und fertigt GNS im Auftrage der E.ON-Kernkraft GmbH eine komplette Konditionierungsstraße für die im Rahmen des Rückbaus des Kernkraftwerkes Würgassen anfallenden Reststoffe. Bei den Reststoffen handelt es sich um zerlegte RDB-Einbauten sowie weiter im Brennelement-Lagerbecken lagernde Core-Bauteile.



2



4



5

- 2) MOSAIK® 80T, Transport- und Lagerbehälter für kontaminierte Abfälle
- 3) MOSAIK® 80T Transportbehälter mit Transportgestell und Handhabungseinrichtung für Core-Komponenten
- 4) 20'-Container auf Transportfahrzeug
- 5) MOSAIK®-Behälter mit Stoßdämpfern

Transport- und Lagerbehälter

GNS verfügt über geeignete Transport- und Lagerbehälter, die für die KKW-Abfälle aus Betrieb und Stilllegung/Rückbau eingesetzt werden.

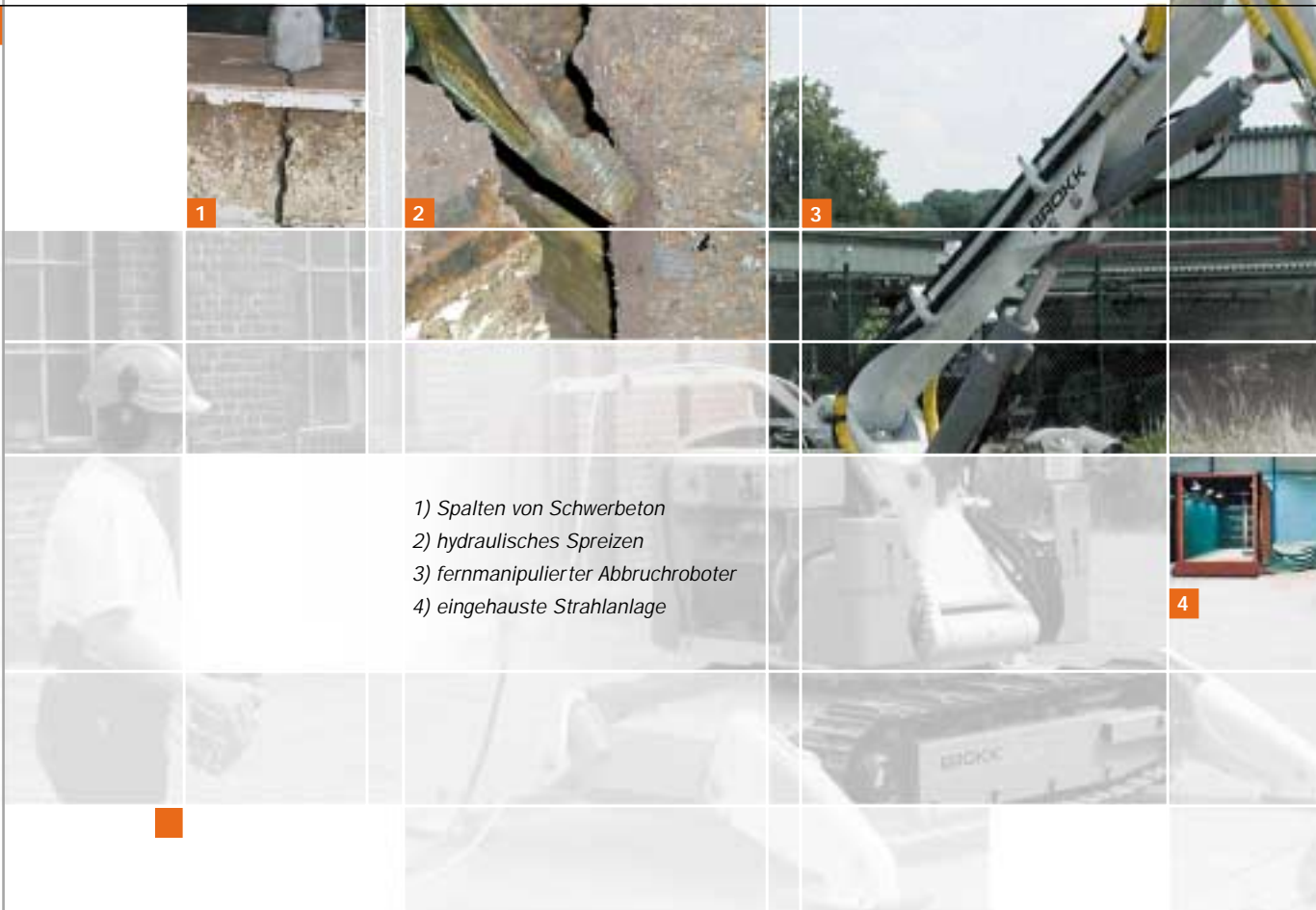
Hierzu werden im Rahmen der verkehrsrechtlichen sowie zwischen- und endlagerbezogenen Zulassungsverfahren umfangreiche Sicherheitsnachweise geführt.

Es steht eine Vielzahl von Behältern unterschiedlicher Bauart und Abschirmungen zur Verfügung, die in einem Behälterkatalog der GNS detailliert beschrieben sind.

Transporte

Im Rahmen eines Komplettservice bietet GNS die Durchführung sämtlicher Transporte radioaktiver Abfälle und Reststoffe zu externen Konditionierungsstätten oder Lagern.

GNS verfügt hierzu über eigene Beförderungsgenehmigungen für radioaktive Stoffe. Für die Transportdurchführung gelten strenge Sicherheitsregeln. GNS transportiert Abfälle bevorzugt auf der Schiene. Als Transportverpackung stehen 20'-Transportcontainer unterschiedlicher Bauart zur Verfügung – davon ein Großteil mit IP2-Eignungsnachweis.



- 1) Spalten von Schwerbeton
- 2) hydraulisches Spreizen
- 3) fernmanipulierter Abbruchroboter
- 4) eingehauste Strahlanlage

Einsatz vor Ort

GNS stellt mobile Zerlege-, Dekontaminations- und Freimesstechnik samt Bedienungspersonal am Ort der Stilllegung bereit.

Hierzu gehören neben spezieller Abbautechnik für größere Betonstrukturen z. B. ferngesteuerte Abbruchroboter sowie Staub und Lärm vermeidende Spalttechnik, eingehauste Strahlanlagen und automatisierte Freimesssysteme.



5) Freimessanlage

6) Gießerei

Schadlose Verwertung von Reststoffen

Ziel der Entsorgung von Metallschrott sollte die Wiederverwendung sein.

Damit kann die Herstellung von Produkten angestrebt werden, die entweder zur allgemeinen Verwendung nach erfolgter Freigabe oder zur Nutzung im kerntechnischen Bereich eingesetzt werden. Neben der Dekontami-

nation, mit dem Ziel der Freigabe, ist das Einschmelzen der erste Schritt zur Wiederverwendung des Materials. GNS arbeitet hierzu mit Partnern seit vielen Jahren erfolgreich zusammen.



1



2



Volumenreduzierung von Abfällen und Reststoffen

Volumenreduzierung bei Abfällen spart erhebliche Zwischen- und Endlagerkosten. Das Volumen kann mittels Verpressen, Trocknen, Verbrennen oder einer Kombination der Verfahren bis um den Faktor 100 reduziert werden.

GNS verfügt an den Standorten Duisburg und Jülich über stationäre Konditionierungseinrichtungen, die speziell zur volumenreduzierenden Behandlung schwachradioaktiver Festabfälle und Reststoffe ausgerüstet sind.



3



- 1) FAKIR mit Zufuhr der Presstrommeln
- 2) FAKIR Auslassseite mit Pressling auf Rollenbahn
- 3) PETRA Pellet Trocknungsanlage

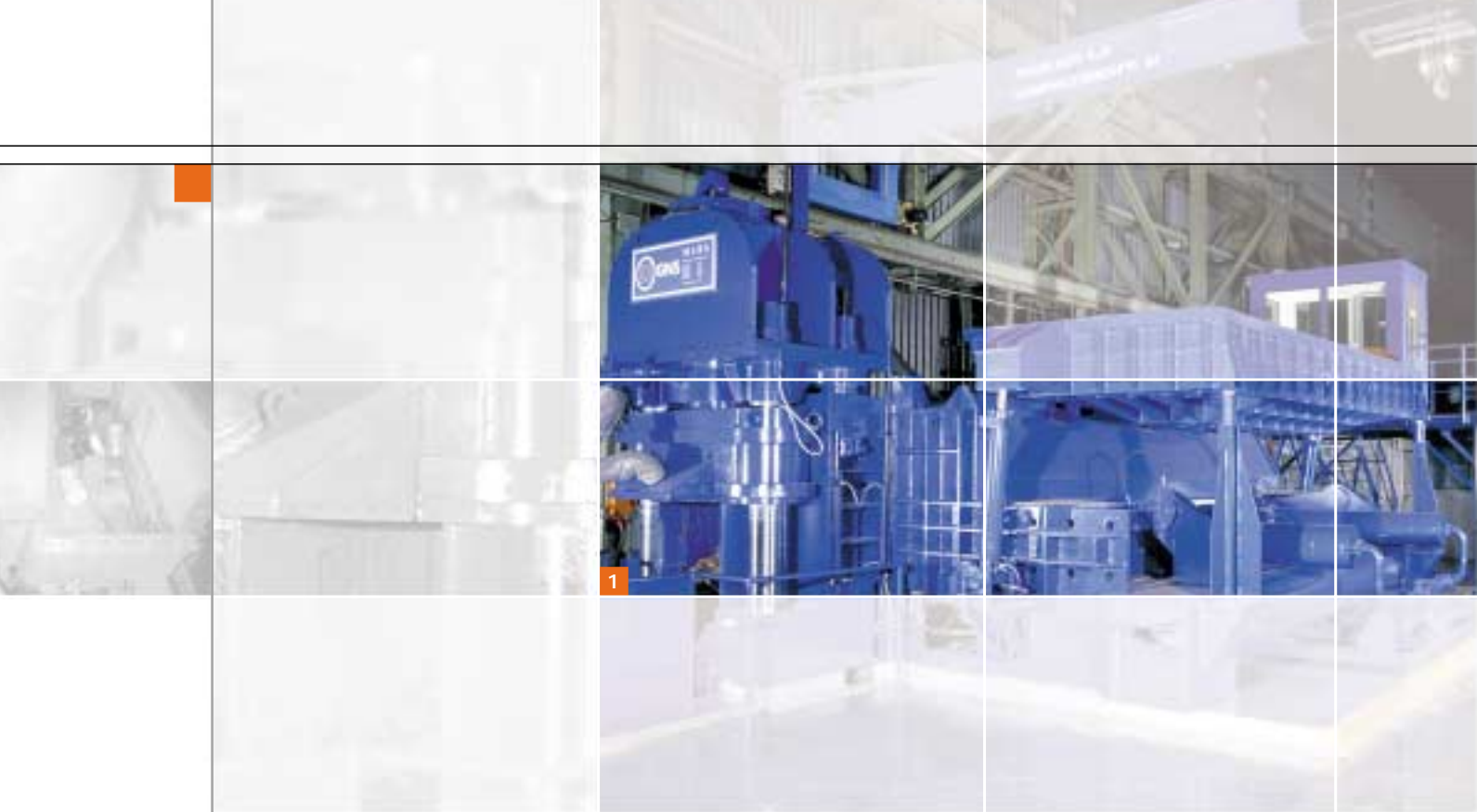


In gesondert ausgerüsteten Anlagenbereichen werden radioaktive Festabfälle mit einer Hochdruckpresse (FAKIR-Anlage + PETRA-Anlage zur Trocknung) volumenreduzierend verarbeitet. Die so produzierten Abfallpresslinge werden in Fässer oder Stahlblechcontainer verpackt.

An die entstehenden Abfallprodukte werden strenge Anforderungen hinsichtlich des Langzeitverhaltens bei der Zwischen- und Endlagerung gestellt. So müssen beispielsweise spezielle Feuchte Kriterien einhalten werden, so dass nach der Verpressung noch eine Trocknung der Abfälle erforderlich werden kann. Auch hierfür bietet GNS eine maßgeschneiderte Lösung: die Trocknungsanlage PETRA, die sowohl stationär als auch mobil verfügbar ist. Auch die Trocknung von Abfällen mit schlammartiger Konsistenz ist so vor einer nachgeschalteten Verpressung möglich.

FAKIR: Hochdruckpresse zur Volumenreduzierung
Lose Abfälle werden mit Hilfe von Blechkartuschen zu Presslingen verarbeitet. Auch mit festen Abfällen gefüllte Fässer lassen sich verpressen. Eine Vorpresse ("Squeezer") ermöglicht die Verarbeitung von Fässern unterschiedlicher Durchmesser bei einer Presskraft von 1500 Mg.

PETRA: Pellet-Trocknungsanlage (feste Abfälle)
Nasse oder feuchte Fassinhalte und Presslinge werden getrocknet, um Zersetzung der Abfälle, Gasbildung und Korrosion der Fässer zu verringern. Die PETRA kann mit der GNS-Hochdruckpresse FAKIR eingesetzt werden und mehrere Fässer gleichzeitig trocknen. Die Anlage arbeitet nach dem Prinzip der Vakuumtrocknung mit zusätzlicher Beheizung der Fässer. Die Trocknung verpresster Abfälle dauert ca. 2 Tage.



Metallische Reststoffe können in der GNS-Betriebsstätte Duisburg mit einer Metallschneidanlage vom Typ MARS oder thermisch so zerkleinert werden, dass entweder direkt zwischen- oder endlagerfähig verpackt werden kann oder die Abgabe an einen Schmelzbetrieb – beispielsweise für die Fertigung von Abschirmbehältern – ermöglicht wird.

MARS: Schrotte und Metallteile werden in verarbeitbare Abschnitte zerlegt und über ein Förderband in bereitgestellte Fässer verladen.

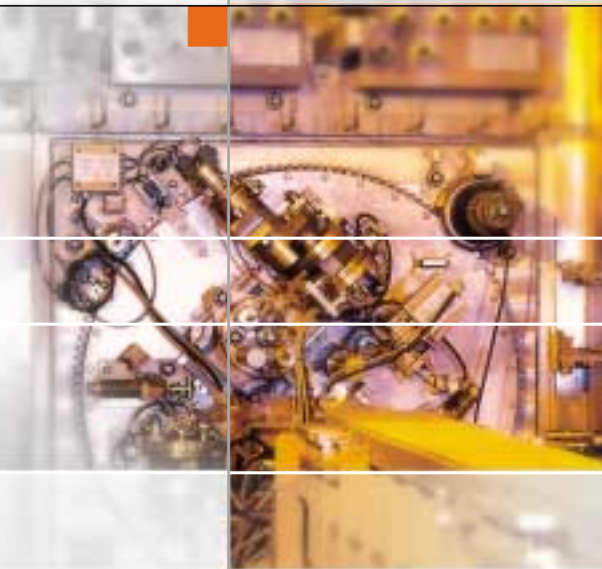


- 1) MARS: Zerkleinern von Schrotten
- 2) Beschickung eines Verbrennungsofens

Verbrennung

Die Verbrennung schwachradioaktiver brennbarer Abfälle ist der beste Weg zur volumenreduzierenden Konditionierung.

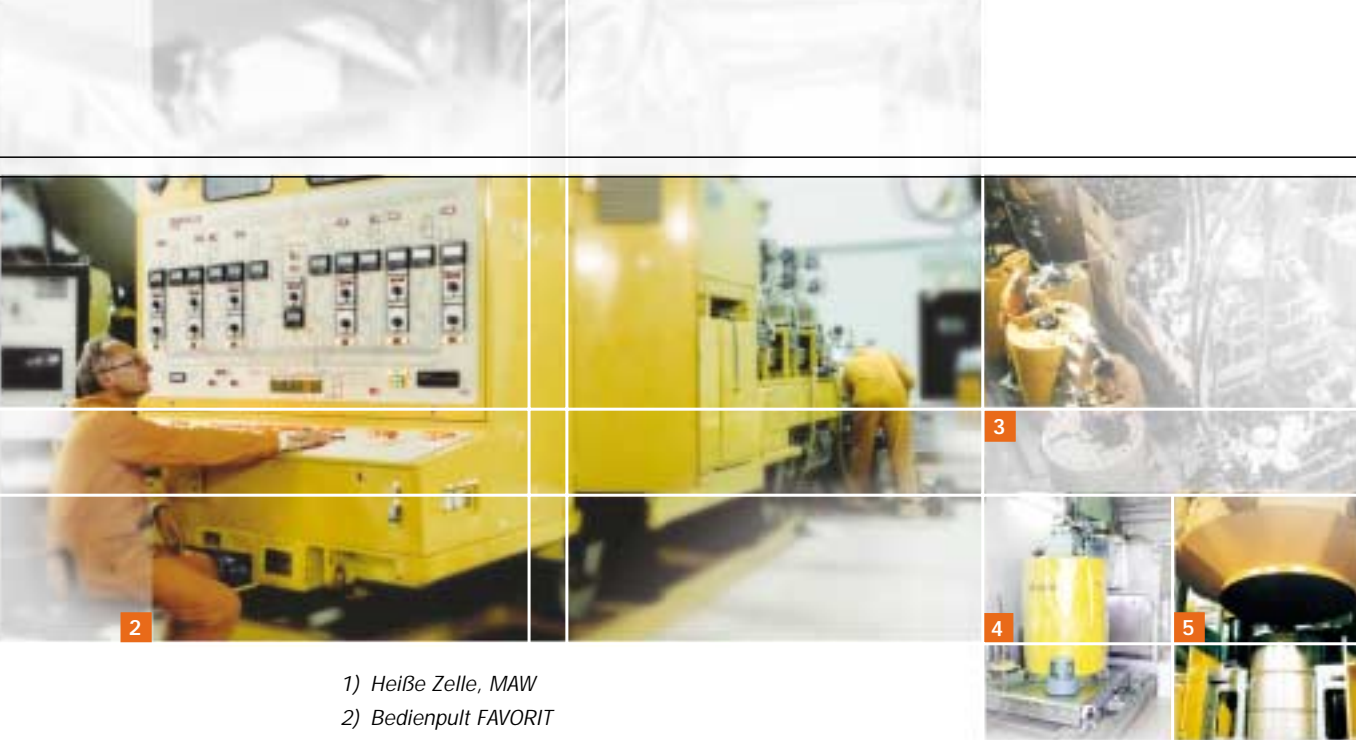
GNS arbeitet mit zuverlässigen Partnern zusammen, die über entsprechende Verbrennungsanlagen verfügen. Die bei der Verbrennung ggf. anfallenden Rückstände werden hochdruckverpresst und so end- bzw. zwischenlageregerecht konditioniert. Durch diese kombinierte Abfallverarbeitung ist – bezogen auf die Ausgangsmenge – eine Volumenreduzierung bis zum Faktor 100 zu erzielen.



Verarbeitung höheraktiver und flüssiger Abfälle

Für Abfälle höherer Dosisleistung verfügt GNS in Kooperation mit dem Forschungszentrum Karlsruhe über eine „Heiße Zelle“.

Hier ist beispielsweise die Zerlegung von Core-Schrotten, wie Brennelementkästen, mit anschließender Hochdruckverpressung mit einem Druck von 2000 Mg möglich. Auch höheraktive Mischabfälle, die aufgrund der Radiologie in anderen GNS-Betriebsstätten nicht mehr gehandhabt werden können, werden in der MAW-Zelle (medium active waste) verarbeitet.



- 1) Heiße Zelle, MAW
- 2) Bedienpult FAVORIT
- 3) FAVORIT mit Trocknungsbehältern MOSAIK®
- 4) FAFNIR
- 5) Hochdruckpresse mit eingestelltem Pressfass

Konditionierung flüssiger Abfälle

Die Konditionierung flüssiger Abfälle, wie z. B. Verdampferkonzentrate, Pulverharze, Filterhilfsmittel und Ionentauscherharze erfolgt bei GNS mit den FAVORIT- und FAFNIR-Anlagen.

Diese Anlagen ermöglichen die volumenreduzierende Trocknung bzw. die Trennung der Feststoffwassergemische. Dabei erfolgt die Verarbeitung direkt in die für die spätere End- oder Zwischenlagerung vorgesehenen Behälter.

FAVORIT: Trocknen flüssiger Abfälle

Die Trocknung der Flüssigabfälle (max. 6 Abfallgebinde gleichzeitig) erfolgt nach dem Vakuum-Trocknungsprinzip ($< 100 \text{ mbar}$) unter Wärmezufuhr durch Mantelheizungen und Heizkammern. Der abgezogene Wasserdampf wird über Kondensatsammelbehälter aufgefangen. Abfallgebinde sind je nach spezifischer Aktivität Gussbehälter (MOSAIK®), 400 l- bzw. 200 l-Fässer, in die während der Trocknung nachdosiert wird.

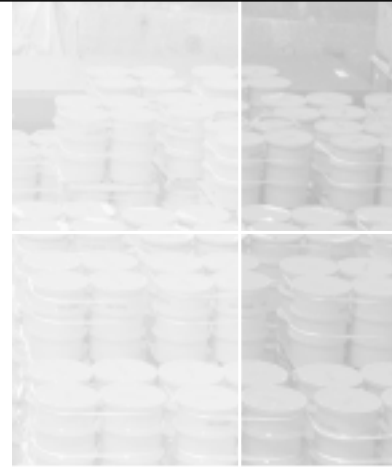
FAFNIR

Niedrig aktivierte Reststoffe können mit der FAFNIR, einer mobilen Anlage zum Betrieb im Kontrollbereich kerntechnischer Anlagen, zwischen- und endlagergerecht konditioniert werden. Gegebenenfalls können Flüssigabfälle wie Verdampferkonzentrate, Schlämme und Harze zementiert werden. Filterhilfsmittel, z.B. Harze aus Reinigungskreisläufen, können direkt in Abfallgebinde abgefüllt werden.

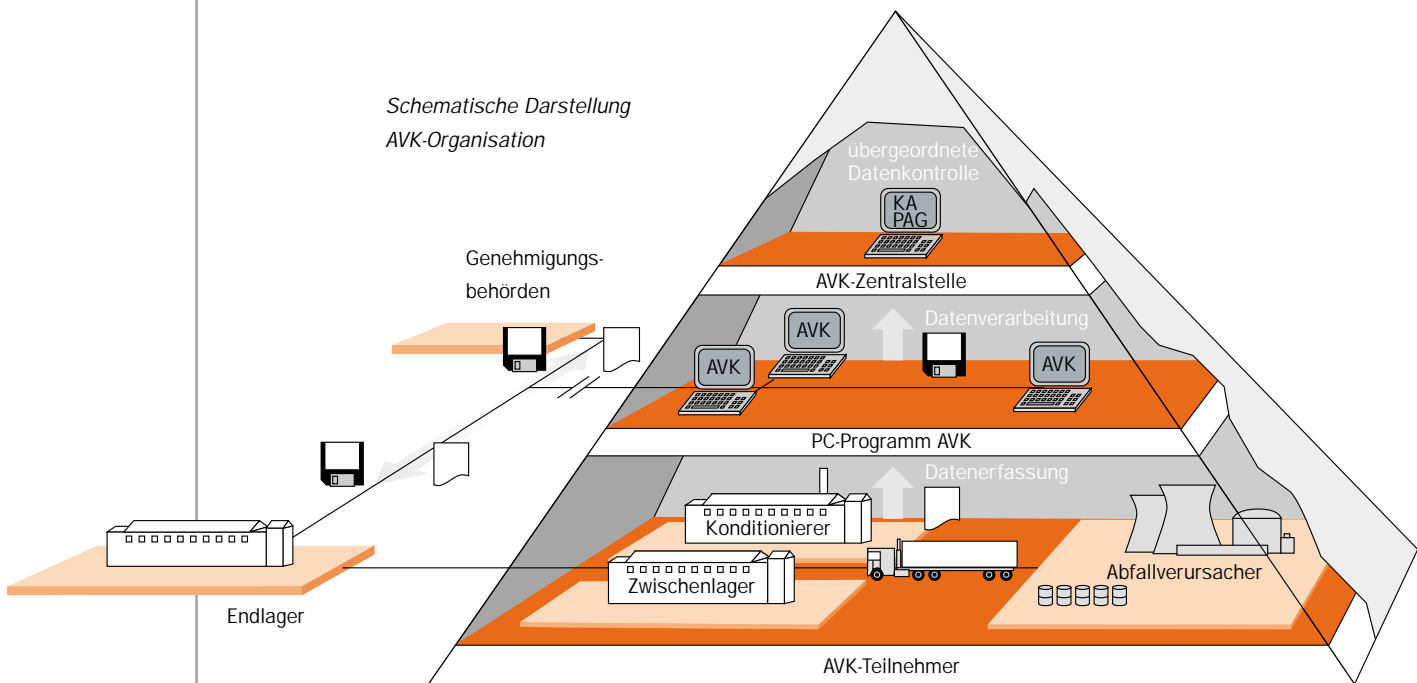
Dokumentation und Qualifizierung konditionierter Abfälle

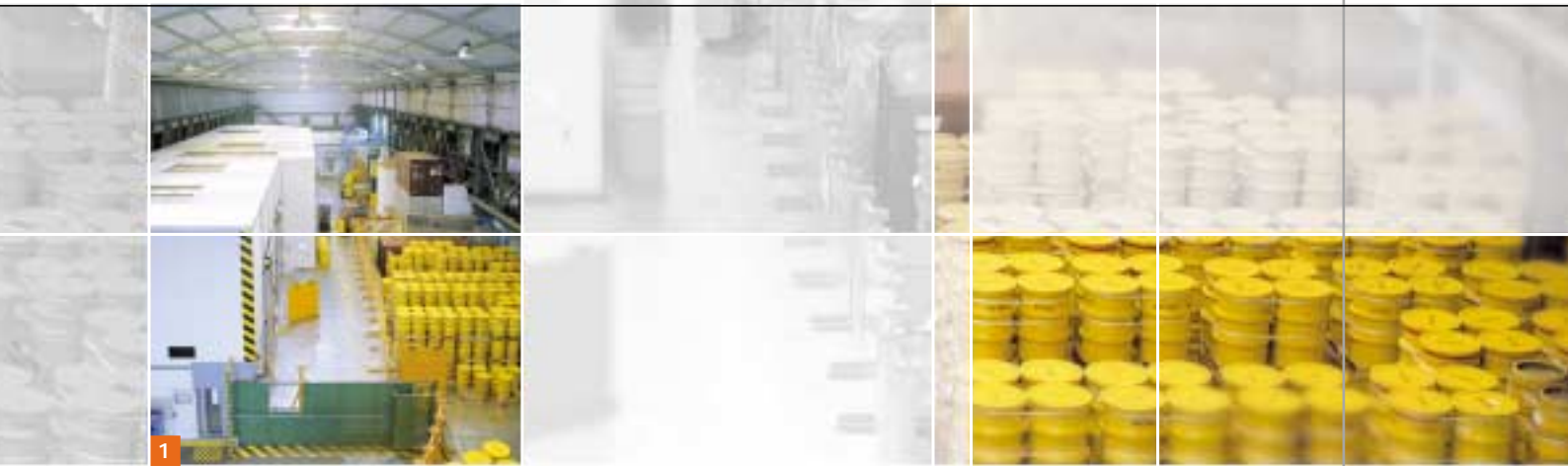
Die lückenlose Verfolgung radioaktiver Abfälle über alle Behandlungs-, Transport- und Lagerschritte vom Rohabfall bis zum möglichen Endlager erfolgt bei GNS mit dem **Abfallfluss-Verfolgungs- und Produkt-Kontrollsystem AVK**.

Die Qualifizierung konditionierter Abfälle anhand vorgeschriebener Produkteigenschaften für ein spezielles End- oder Zwischenlager sowie die Auswertung und Dokumentation der aufgenommenen Messergebnisse erfolgt bei GNS durch kerntechnisch fundiert ausgebildete Ingenieure und Naturwissenschaftler. Die durchzuführenden Verfahrensschritte werden dabei immer eng mit den eingeschalteten Gutachtern und Behörden abgestimmt.



*Schematische Darstellung
AVK-Organisation*





1) GNS Betriebsstätte Duisburg

Flexibilität durch zentrale Verarbeitung

Zentrale Verarbeitung und Freigabe von Material

Die bisher angewandte Freigabe in der kerntechnischen Anlage hat den Nachteil, dass Einrichtungen für den Einsatz von Konditionierungsanlagen und die Lagerung von Abfällen geschaffen werden müssen. Die Verarbeitung und Freigabe von Stilllegungsabfällen in einer zentralen Betriebsstätte der GNS vereinfacht die Planung und Durchführung der Rückbaumaßnahme.

Im Zuge des Rückbaus ist mit einem großen Aufkommen an freizugebendem Material zu rechnen. Bis zur Erteilung der behördlichen Freigabe des Materials kann einige Zeit vergehen, so dass während dieser Zeit kraftwerkseitig erhebliche Lagerkapazitäten bereitzustellen sind. Durch eine Störung des Materialabflusses kann sich der gesamte Rückbauprozess verzögern.

Als Alternative kann das Material direkt nach Anfall zu einer externen Verarbeitungsstätte verbracht, und die entsprechenden Arbeiten können dort zentral durchgeführt werden. GNS verfügt über geeignete Standorte.



■ GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH
Hollestraße 7A
D-45127 Essen
Telefon (02 01) 1 09-0
Telefax (02 01) 1 09-11 00
www.GNS.de

