

D: 8205065195

Konzeptstudie zur Zwischenlagerung von
KNK II-Brennelementen in einem Blocklager

P. Arntzen

A. Gasch

NUKEM GmbH
Postfach 110080
D-6450 Hanau 11

Zusammenfassung

Das Lager dient der trockenen Zwischenlagerung von bestrahlten KNK II-Brennelementen aus 10 Core-Ladungen, die in gebüchstem Zustand in das Lager eingebracht werden. Die Nachwärmeabfuhr erfolgt indirekt mittels Luft inhärent sicher und selbstregulierend. Bei der technischen Auslegung wurden alle relevanten Standards, Vorschriften und Regelwerke berücksichtigt.

Der Standort des Lagers befindet sich auf dem KNK-Gelände. Das Lagergebäude besteht aus dem EVA-geschützten Lagerbereich und dem nicht EVA-geschützten Eingangs- bzw. Versorgungsbereich.

Abstract

Conceptual design for interim storage of
KNK II-fuel elements in a block storage
facility

The storage facility is used for aircooled interim storage of irradiated KNK II-fuel elements from 10 reactor core-exchanges. The elements are canned before they are introduced into the storage facility. The heat produced by these elements is dissipated to the atmosphere via an indirect aircooling system. This cooling system is inherent safe and selfregulating. All codes, standards and regulations, relevant for design, are taken into consideration.

The storage facility will be constructed on the KNK-site. The storage plant contains an extreme load influence from outside-safe storage part and a non extreme load influence from outside-safe reception and utility-part.

Konzeptstudie zur Zwischenlagerung
von KNK II-Brennelementen in einem
Blocklager

P. Arntzen

A. Gasch

1. Aufgabenstellung

Das Lager dient zur zeitlich begrenzten Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen. Die Brennelemente werden, in Büchsen verpackt, mittels Transportbehälter in das Lager eingebracht und trocken gelagert. Die Abfuhr der Nachwärme erfolgt mit inhärent sicherer selbstregulierender Luftkühlung im Naturzug.

2. Beschreibung des Gebäudes

Das Brennelementzwischenlager ist ein separat stehendes Gebäude, das hinsichtlich der äußeren Infrastruktur und der Medienver- und -entsorgung an die bestehende Infrastruktur des KNK angebunden ist.

Das Lagergebäude besteht im wesentlichen aus zwei Bereichen, dem EVA-geschützten Lagerbereich und dem nicht EVA-geschützten Eingangs- bzw. Versorgungsbereich.

Die Bauausführung erfolgt in Stahlbeton-Bauweise. Im Lagerbereich sind die entsprechenden Hantierungs-, Transport-, Lüftungs- und Lagereinrichtungen sowie die zur Bedienung notwendigen Leitstände untergebracht. Dies gilt ebenso für den Deckenwärmeübertrager und die notwendigen inneren Strahlenschutzinstrumentierungen.

Der Zugang zum Lagergebäude bzw. zur Warte erfolgt über den Eingangsbereich, der als Kontrollbereichseingang ausgebildet ist. In diesem Bereich werden auch die zum Lagerbetrieb notwendigen Hilfsaggregate wie z.B. Trafostation, Elektroverteilung, Lüftungsanlagen etc. für die Bereiche außerhalb des eigentlichen Lagers installiert.

Das hier vorgestellte Lager hat eine Lagerkapazität von 323 Brennelementen bei nur ca. 25 x 16 x 18 m Außenabmessungen. Der umbaute Raum beträgt ca. 5230 m³, wovon ca. 4330 m³ auf den EVA-sicheren Lagerbereich und ca. 900 m³ auf den Eingangs- bzw. Versorgungsbereich entfallen.

3. Auslegung des Lagergebäudes und der Komponenten

Den strahlenschutztechnischen Auslegungen sind sowohl für die Strahlenbelastung des Betriebspersonals als auch für die Umgebungsbelastung die einschlägigen Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung zugrunde gelegt, so daß unzulässige Strahlenbelastungen nicht auftreten können.

Sämtliche sicherheitstechnisch relevanten Einrichtungen des Lagers, wie z. B. Krananlagen, Lagergestelle, Unterdruckhaltung und Deckenwärmeübertrager sind entsprechend den sicherheitstechnischen Anforderungen des EVA-Schutzes ausgelegt, wobei als bestimmender Störfall ein Flugzeugabsturz unterstellt ist.

4. Konzept der Kühlung

Die Abfuhr der Nachwärme aus den Brennelementen erfolgt mittels Luft als Kühlmedium nach dem Prinzip der freien Konvektion über einen geschlossenen Primärkreislauf und einen offenen Sekundärluftstrom. Dieses Kühlsystem ist inhärent sicher und selbstregulierend.

Der in der Decke des Lagerbereiches installierte Deckenwärmeübertrager überträgt die Wärme aus dem geschlossenen Primärkreislauf an die Umgebungsluft. Gleichzeitig stellt der Deckenwärmeübertrager einen lüftungstechnischen Abschluß des Lagers zur Umgebungsluft dar, so daß die Lagerzelle zusätzlich zur Büchse ein geschlossenes Containment bildet, das im Unterdruck gehalten wird.

Die Funktionsweise des inneren Kühlkreislaufs gestaltet sich wie folgt:
Die gebüchsten Brennelemente stehen senkrecht in hexagonal angeordneten zylindrischen Schächten. Die im Ringspalt zwischen Brennelementbüchse und Schachtwand befindliche Luft wird durch Wärmeabgabe des Brennelementes erwärmt.

Infolge des dabei auftretenden Dichteunterschiedes erfolgt eine Aufwärtsbewegung der Luft. Die erwärmte Luft strömt durch eine Öffnung in der Zwischendecke in den Deckenwärmeübertrager. Hier findet die Wärmeübertragung an die Umgebungsluft statt. Die abgekühlte Luft des inneren Kreislaufs fällt durch senkrecht nach unten führende Kanäle, die gegen die aufsteigende erwärmte Luft isoliert sind, nach unten und wird wieder in die Ringspalte zwischen Brennelement und Lagerschacht geführt, so daß der Kreislauf geschlossen ist.

Der offene Sekundärluftstrom entsteht ebenfalls nach dem Prinzip der Eigenkonvektion. Durch einen Zuluftschacht wird Außenluft in den Deckenwärmeübertrager geführt. Die hier erwärmte Außenluft strömt infolge des entstehenden Auftriebes durch den Abluftschacht nach oben und ins Freie zurück.

In den Abbildungen 1 bis 3 ist das Kühlkonzept und der Deckenwärmeübertrager schematisch dargestellt.

5. Beschreibung des Lagerbetriebes

Der Transportbehälter wird, auf dem Transportfahrzeug liegend, in den Übernahmeraum eingefahren. Die im Übernahmeraum installierte Krananlage richtet den Transportbehälter auf und hebt diesen vom Transportfahrzeug.

Nachdem das Transportfahrzeug den Übernahmeraum verlassen hat und das Einfahrtstor geschlossen wurde, wird der Transportbehälter auf den Behältertransportwagen gestellt, verzurrt und in den Entladerraum gefahren. Nach dem Schließen der Drucktür wird der Transportbehälter mit Transportwagen durch die Hubvorrichtung angehoben und an die Entlade-schleuse angekuppelt.

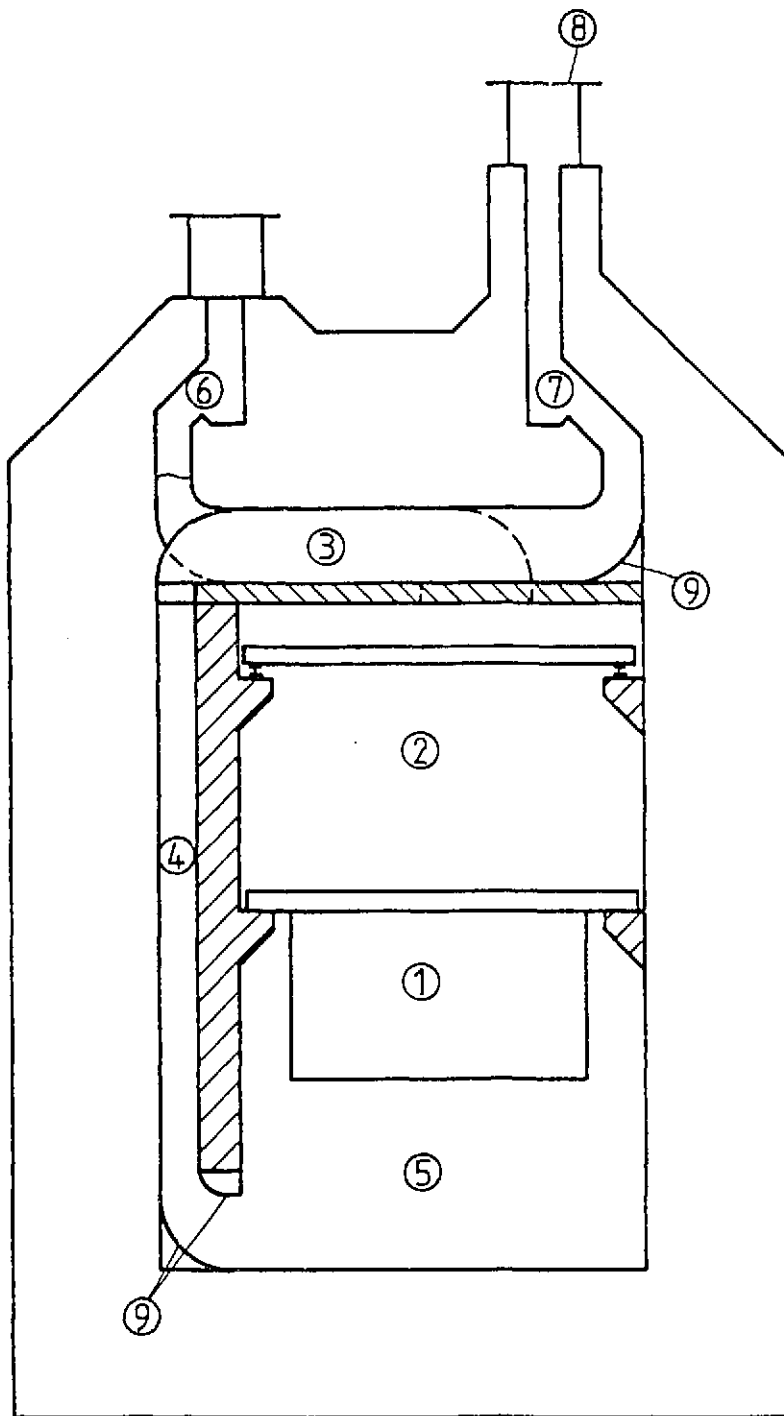
Jetzt ist die Entladung des Transportbehälters mittels des Lagerkranes möglich. Das aus dem Transportbehälter gezogene Brennelement wird über eine Lagerposition gefahren und in den Lagerschacht abgesenkt.

Im Ruhezustand befindet sich der Lagerzellenkran abgeschirmt in der Kranintervention, so daß bei Bedarf Wartungsarbeiten durchgeführt werden können und die integrale Dosis auf strahlungsempfindliche Teile niedrig gehalten wird.

6. Einsatzgebiete und Vorzüge des Lagers

Das Lager gestattet eine Lagerung von bestrahlten Brennelementen in einem geschlossenen Containment bei einer inhärent sicheren, selbstregulierenden Kühlung durch Luft als Wärmeträger.

Dies bedeutet eine Verringerung des Risikos einer Strahlenbelastung der Umgebung durch störfallbedingte Freisetzung von Radioaktivität in die Lagerzellenatmosphäre. Die Wartungs-, Reparatur- und Bedienungsarbeiten können in optimal abgeschirmten Interventionsräumen durchgeführt werden, so daß die Strahlenbelastung des Bedienungspersonals ohne zusätzliche Vorrichtungen so gering wie möglich gehalten werden kann.

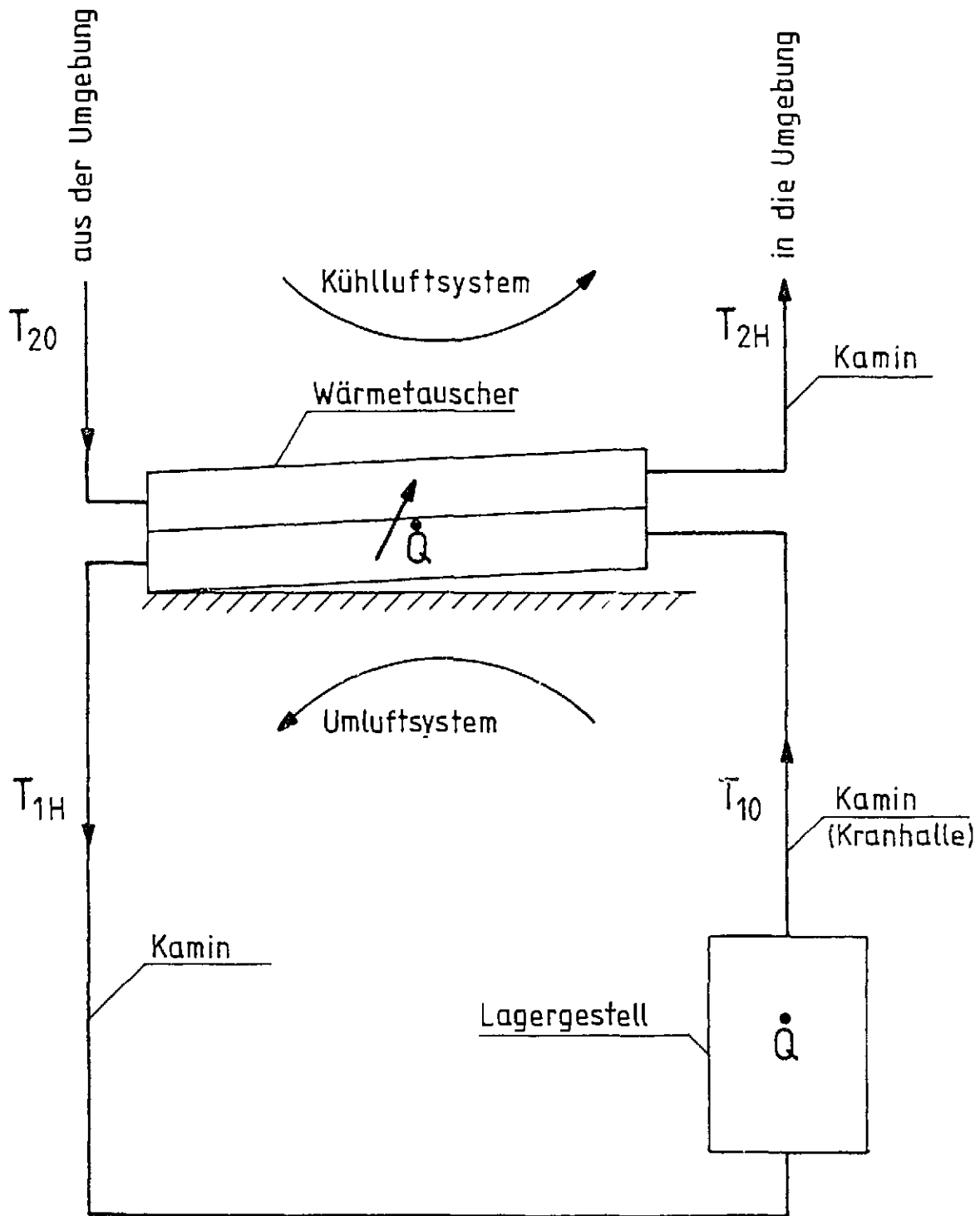


- ① Lagergestell
- ② Kranhalle
- ③ Wärmeübertrager
- ④ Abtriebskamin
- ⑤ Luftkessel
- ⑥ Zuluftkanal
- ⑦ Abluftkanal
- ⑧ Meidinger - Scheibe
- ⑨ Leitbleche



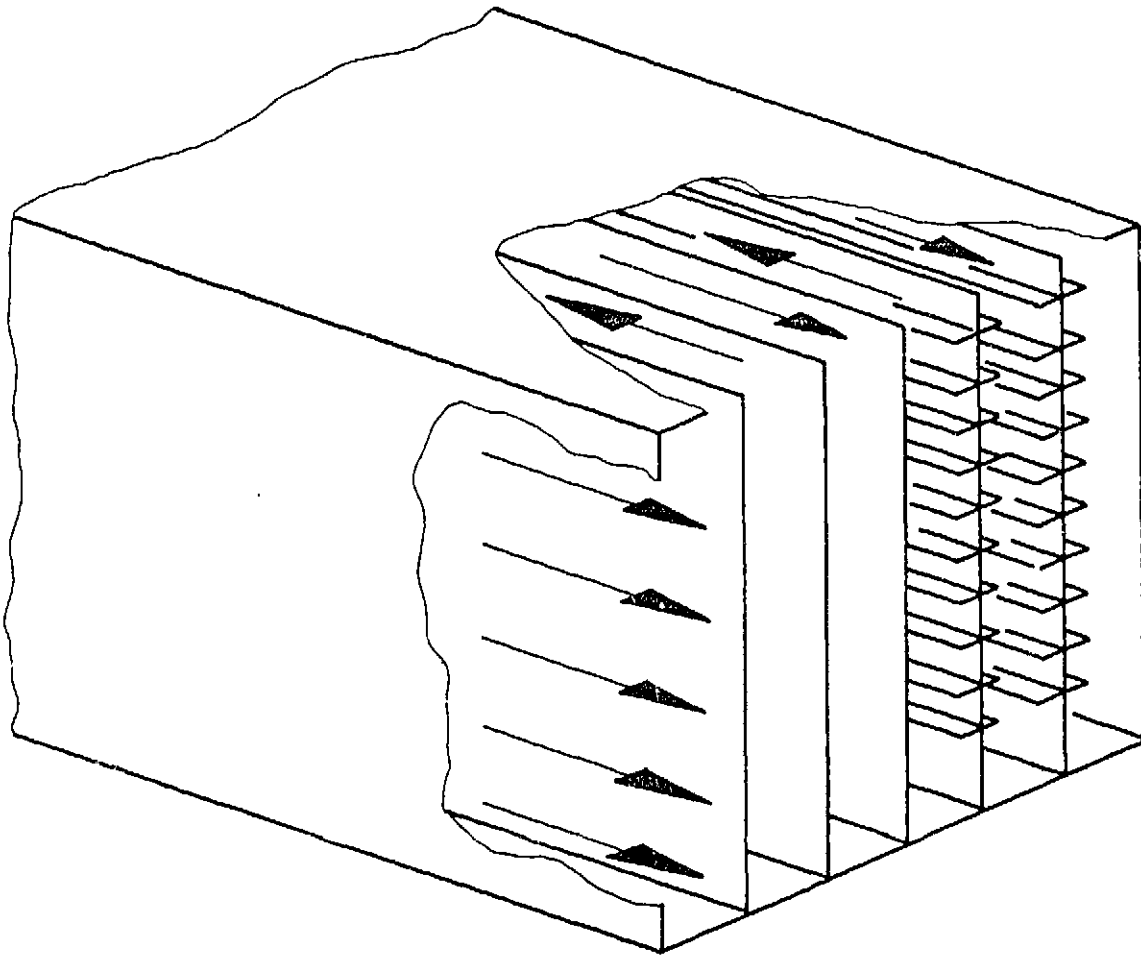
Schematische Darstellung des Kühlsystems

Abb. 1



Prinzipielle Darstellung des Kühlsystems

Abb. 2



Prinzipskizze des Plattenwärme-
übertragers

Abb. 3.