

0.2

PLENARY MEETING 1986 OF THE CEC WORKING GROUP
"Hot Laboratories and Remote Handling"

Brasimone, 21-23 May 1986

***DEVELOPMENT OF NEW REMOTE HANDLING
TECHNIQUES FOR HOT CELLS***

G.Böhme

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH - IT/PB
D 7500 Karlsruhe 1, Postfach 3640

Entwicklungstendenzen bei der Fernhandrierung in Heißen Zellen

G. Böhme, IT

Die großen europäischen Heiße Zellen-Anlagen können auf 20 bis 25 Jahre erfolgreichen Betrieb zurückblicken. Die meisten wurden in der Zwischenzeit ergänzt oder erweitert. In vielen Fällen wurde die Dichtigkeit für α -Strahler verbessert. Die mit Manipulatoren fernbedienbare Ausrüstung in den Zellen (passive Fernhandrierungstechnik) wurde weiterentwickelt, optimiert und den sich wandelnden Anforderungen angepaßt. Dagegen blieben Beobachtungsfenster und Manipulatoren selbst (aktive Fernhandrierungstechnik) im Prinzip und vielfach auch im Detail unverändert. Erfolgreiche Weiterentwicklungen beschränkten sich auf Randbereiche wie Periskop- und TV-Beobachtung sowie Elektromanipulatoren und dienten meist Sonderzwecken.

Man kann generell feststellen, daß die Zellen- und Fernhandrierungstechnik, so wie sie um 1960 aufbauend auf USA-Vorbildern konzipiert und entwickelt wurde, den Erwartungen bis heute entsprochen hat. Die Erfahrungen zeigen, daß auch intensiv genutzte Zellen über Zeiträume von nicht selten mehr als zehn Jahren ohne Personenzutritt betrieben werden konnten. Der größte Teil der anfallenden Betriebs-, Instandhaltungs-, Umbau- und Austauschprozeduren ließ sich fernbedient ausführen, und die Zellenoperateure entwickelten erstaunliche Fähigkeiten darin, mit Manipulatorzangen Dinge zu tun, die schon bei direkter Handrierung manuelles Geschick erfordert hätten.

Da ist jedoch eine Gruppe von Instandsetzungs- und Umrüstoperationen, die nur vom Personal unter Zellenzutritt gemacht werden konnte. Sie betreffen

große Komponenten in Heißen Prozeßanlagen, Rohrleitungs- und Elektroinstallationen, Krananlagen, Trag- und Befestigungsstrukturen sowie die heißen Seiten von Schleusen, Türen und Abschirmfenstern. Schließlich gehören auch noch Reinigungs- und Ausbesserungsarbeiten am Zellenliner dazu. Hauptsächlich dieser Notwendigkeit des Personenzutritts wegen wurden bisher einzelne Zellen mit abschirmenden Zwischenwänden in Reihe angeordnet (Abb. 1). Transporteinrichtungen sowie Kran- und Manipulatorbrückenpassagen zwischen den Zellen wurden dann häufig ebenso nötig wie Schleusen, Türen und eine Reihe sonstiger Installation, die in den einzelnen Zellen oft nur selten benutzt wurden. Dies führte zu einer vergleichsweise aufwendigen Bauweise von Heiße Zellen-Anlagen.

Darüber hinaus erwies sich, daß das Dekontaminieren hochaktiver Zellen bis zu einem Grad, der stunden- oder tageweisen Personenzutritt gestattete, außerordentlich kostspielig und langwierig sowie nicht ohne zusätzliche Strahlenbelastung des Interventionspersonals zu machen war. Im Bereich des Kernforschungszentrums wurde uns dies in den letzten Jahren besonders deutlich beim Auslöseraustausch in der WAK-Headendzelle sowie der Sanierung von Zelle 5 im Heiße Zellen-Bau 701 vor Augen geführt.

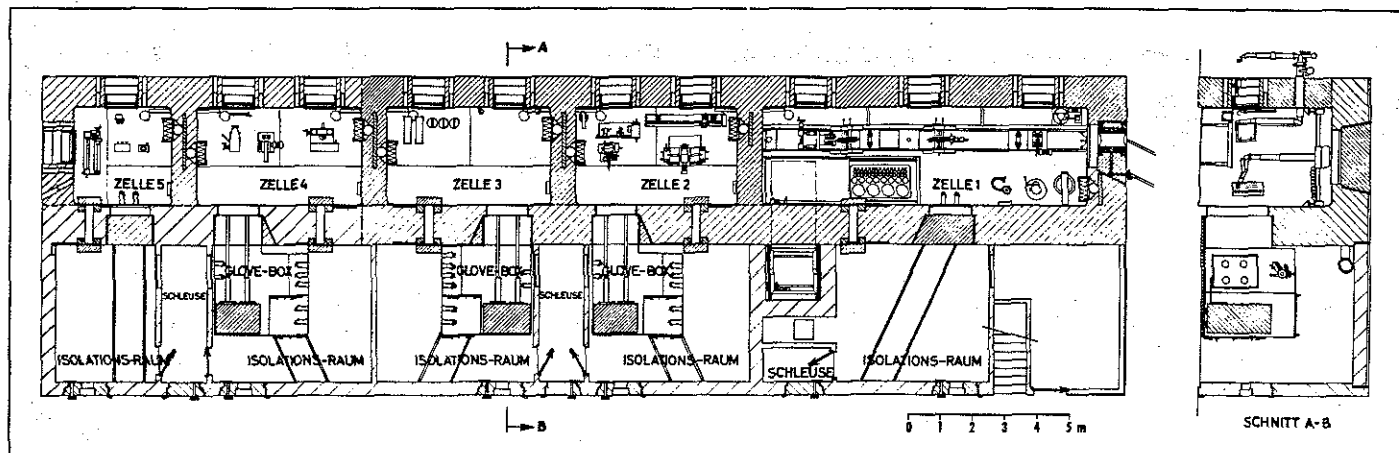
Es ist deswegen sinnvoll zu versuchen, in Zukunft hochaktive Zellen so zu bauen, daß sie gar nicht mehr betreten zu werden brauchen. Das würde fernbediente Instandhaltung der Anlagen sowie fernbedienten Ein- und Ausbau aller Komponenten und Installationen auf Anlagenlebensdauer erfordern, jedoch eine völlig neue kostengünstige Großzellenbauweise ohne abschirmende Zwischenwände mit gemeinsamen Lade-, Transport- und Handrierungssystemen ermöglichen.

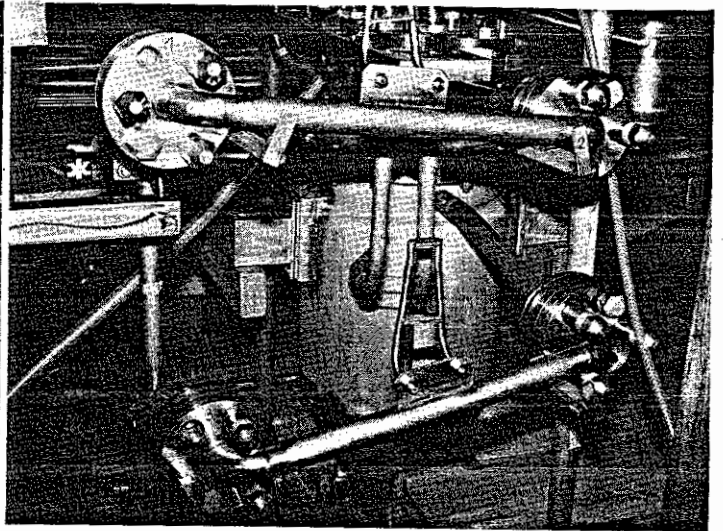
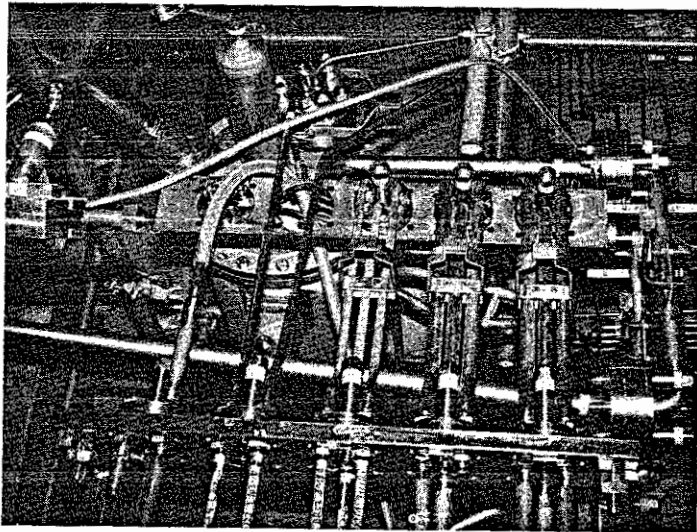
Bei KfK verfügen wir nicht zuletzt dank der fernhandrierungstechnischen Entwicklungen, die in den letzten Jahren im Rahmen des PWA durchgeführt wurden, grundsätzlich über Mittel und Methoden, die für den Bau und Betrieb einer voll fernbedienten Instandhaltbaren Großzellenanlage benötigt werden. Es sind allerdings noch eine Reihe von Verbesserungen im Hinblick auf Zuverlässigkeit sowie Störfallbeseitigung notwendig, und an anderen Stellen ist die Entwicklung noch nicht abgeschlossen, oder es müssen weiterhin abgeleitete Typen entwickelt werden. Schließlich weisen einige wünschenswerte, wenn auch nicht notwendige Elemente des Fernhandrierungssystems für Großzellen noch prinzipielle Mängel auf, die möglicherweise nur durch Neuentwicklung beseitigt werden können.

Im folgenden sollen die wichtigsten, von der bisherigen Zellentechnik abweichenden technischen Mittel und Methoden kurz beleuchtet werden.

Typisch für den Großzellenbetrieb ist, daß möglichst viele verschiedene Arbeiten in einer Zelle wie in einem Technikum ausgeführt werden. Das führt zu Immi-

Abb. 1:
Heiße Zellen im KfK Bau 701
Ein Beispiel für die Reihenbauweise von Heißen Zellen



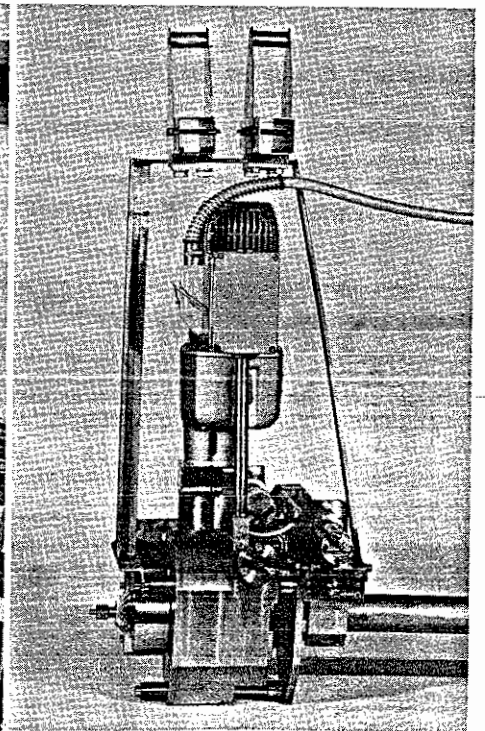
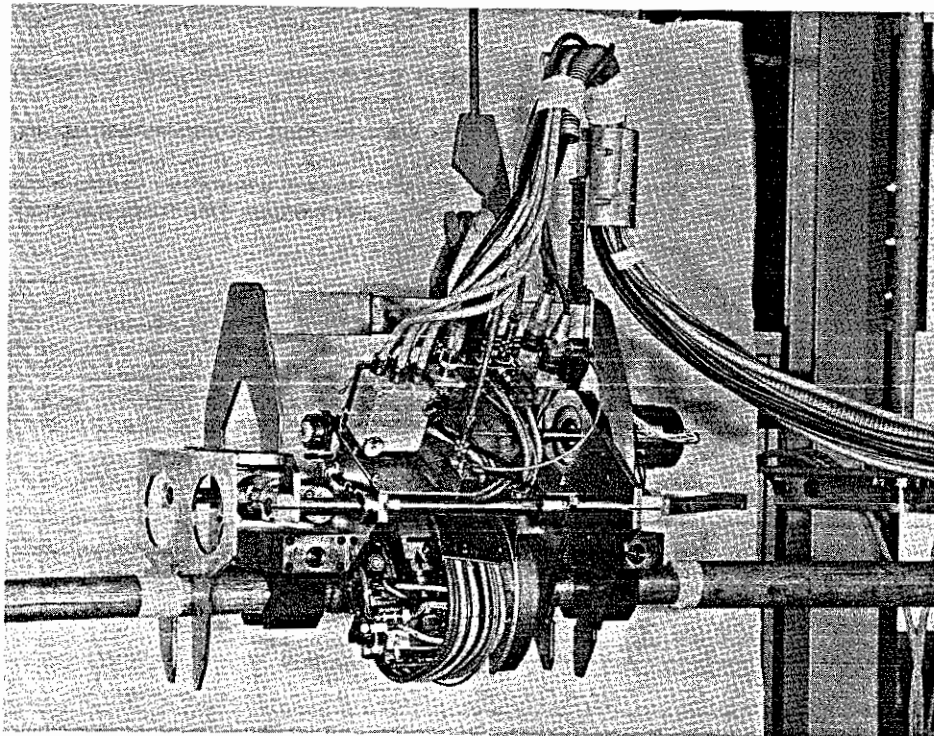


sionsproblemen, vor allem bei γ -Strahlen und Kontamination. Die Frage der Strahlenresistenz ist jedoch in den meisten Fällen kein grundsätzliches Problem und läßt sich gegebenenfalls mit erhöhtem Kostenaufwand lösen. Systematische Untersuchungen hierfür wurden in den letzten Jahren bei CERN gemacht [1]. Kontaminationsausbreitung läßt sich durch Emissions- und Immissionschutzmaßnahmen beherrschen, die von örtli-

Abb. 2:
Fernbedienbare Rohrleitungsverbindungen wie sie von KfK für die PAMELA-Anlage entwickelt wurden

Abb. 3:
Fernbedienbare Geräte zum Schweißen und Schneiden von Rohrleitungen in Prozeßzellen

chen Luftabsaugungen über fernbedient de- und remontierbare Schutzgehäuse sowie die Caissontechnik, wie sie seit fast 20 Jahren in einigen Zellen des Europäischen Instituts für Transurane praktiziert wird, bis zur Errichtung ortsfester Trennwände wie beim Einzelzellenkonzept reichen. Die Auswahl, Anpassung oder Fertigung auf diesem Gebiet muß gemeinsam mit der Erstellung der jeweiligen Zelleneinrichtung erfolgen.



Der Be- und Entladeeinrichtung kommt bei der Großzelle erhöhte Bedeutung zu, da sie im Vergleich zur Einzelzelle häufiger benutzt wird und die oben erwähnte erhöhte Kontaminationsgefahr besteht. Zusätzlich zu den existierenden SYNTACS-, MATRA- und 2001/4001-Faßschleusen wurde deswegen mit dem IBO-System [2] ein Konzept zum Ein- und Ausschleusen größerer Gegenstände geschaffen. Erste Elemente dieses Systems sind noch in der aktiven Erprobung. Die Entwicklung von Doppeldeckelschleusen von mehr als 1 m Durchmesser ist geplant. Für das Trockenladen von Brennelementen unter Erhaltung der Zellochtheit wurde im Rahmen der KNK-Entsorgung ein erstes genehmigungsfähiges Konzept realisiert. Hier besteht ein Entwicklungsbedarf für andere BE-Typen und für Mehrfach-BE-Transportbehälter.

Besondere Pionierarbeit wurde von KfK in den letzten Jahren bei der Entwicklung einer fernbedienten Rohrleitungsverbindungstechnik geleistet, die eine Schlüsselrolle in fernbedient instandhaltbaren Prozeßzellen für heiße Brennstoffwiederaufarbeitung und Abfallbehandlung spielt [4]. Dabei sind die Prozeßkomponenten in den Zellen fernbedienungs-freundlich und leicht austauschbar ge-

staltet. Ein auch aus anderen technischen Branchen bekannter modularer Aufbau der gesamten Prozeßtechnik ist dabei hilfreich. Wie in [3] am Beispiel des MILLI II-Konzepts dargestellt, ist der Prozeß in Funktionsgruppen unterteilt, deren Apparate in Modulen unterschiedlicher Größe montiert und an den Seitenwänden einer Prozeßzelle derart angeordnet sind, daß im Bereich des Modulkopfes zwischen je zwei Modulen eine Heiße Zellen-Arbeitsstation mit Parallelmanipulatoren und Strahlenschutzfenster liegt. Damit sind dort fernhantierbarer Betrieb oder auch fernbediente insitu-Instandhaltung von Armaturen, Instrumentierungen, Probenehmern usw. durchführbar.

Beim Aus- und Wiedereinbau eines Moduls müssen einige Dutzend Rohrleitungen de- und remontiert werden. Der größte Teil sind inaktive Meß- und Versorgungsleitungen, die gebündelt durch Wandstopfen in die Prozeßzelle und möglichst direkt zum Prozeßmodul geführt werden. Herausnehmbare Rohrlei-

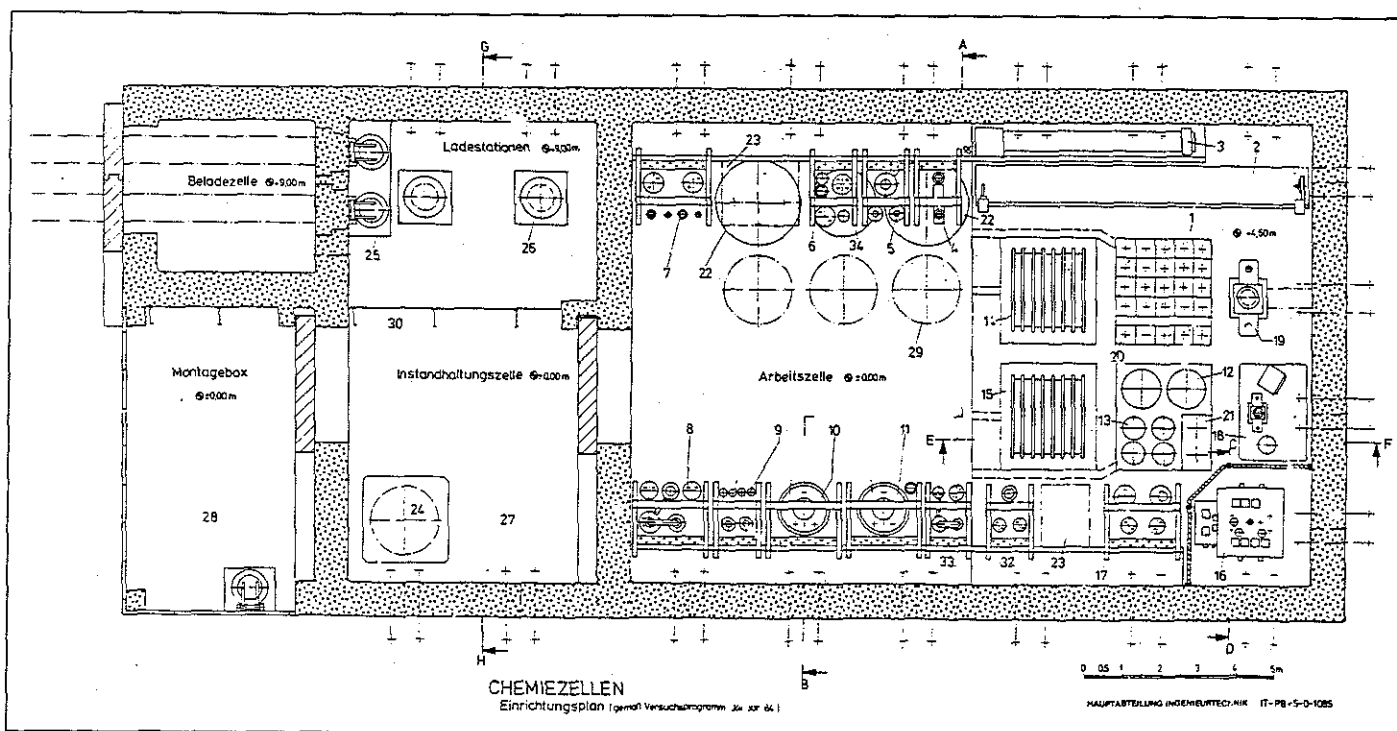
tungszwischenstücke (Jumper), deren Schraubverbindungen mittels elektrischem Schlagschrauber betätigt werden, haben sich dabei bewährt. Sie verbinden die meist oben angeordneten Rohranschlüsse eines Moduls mit denen der Wandstopfen, der Nachbarmodule oder der zwischen Modulkopf und Zellenwand geführten aktiven Rohrleitungstraße.

Im vorigen Jahr hat die PAMELA-Verglasungsanlage für hochaktive Flüssigabfälle in Mol (Belgien) ihren Betrieb aufgenommen. KfK hat dafür alle fernbedienbaren Rohrleitungsverbindungen geliefert (Abb. 2).

Die von dort erwarteten Betriebserfahrungen werden dann in die Fertigungsentwicklung dieser Technik eingehen. Ihr zuverlässiges Funktionieren ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für die geplante FEMO-Technik in der WA-350 in Wackersdorf [5].

Eine zunehmende Bedeutung werden voraussichtlich auch fernbediente Schneid- und Schweißtechniken für Rohre (Abb. 3) und Bleche erfahren, da sie beim Zusammenbau oder Austausch von Prozeßkomponenten in der Zelle bzw. zur Reparatur und zum Umbau von Behältern oder dem Zellenliner benötigt werden. KfK hat hierfür ein langfristig angelegtes Entwicklungsprogramm be-

Abb. 4:
Grundriß der geplanten neuen Heißen Chemiezellenanlage (HEZA). Ein Beispiel für die fortschrittliche Großzellenbauweise.



gonnen. Soweit zur Zeit erkennbar wird dieser Technik auch eine zentrale Rolle bei der fernbedienten Instandhaltung zukünftiger Fusionsreaktoren zukommen.

Mehr Beachtung als bisher muß auch der fernbedienten Instandhaltung der Krananlagen in der Zelle und der elektrischen Manipulatoren geschenkt werden, da hier nach längerem Betrieb mit Kontaminationen zu rechnen ist, die Reparatur oder Komponentenaustausch von Hand unmöglich machen. Die Entwicklung geeigneter Bauelemente und Prozeduren wurde begonnen. Sie baut auf der für die fernbedienten Rohrleitungsverbindungen entwickelten Füge- und Schraubtechnik auf.

Daneben ist mit der Entwicklung der teilweise fernbedienten Wechseltechnik für Zellenwandeinbauten, wie Strahlenschutzfenster, Durchführungsstopfen für Leitungen, Schleusen etc. begonnen worden. Wenn diese Arbeiten zum Ziel geführt haben, sind die wichtigsten Elemente der Großzellentechnik verfügbar. Die seit Jahren in Vorplanung befindliche neue Heiße Chemiezellenanlage (Abb. 4) ist eine solche Großzelle. Ihre Arbeitszelle von 12 x 18 m Grundfläche und bis zu 12 m Nutzhöhe unter Zellenkran kann je nach Bedarf mit Zellenarbeitsplätzen ausgerüstet werden. Alle Zellenausrüstungen und alle Wandeinbauten sind ohne Personenzutritt und unter Aufrechterhaltung der Zellendichtheit austauschbar. Sie ist damit eine Einrichtung, die nicht nur kompakt und preisgünstig gebaut, sondern auch einfach sowie mit geringstmöglicher Strahlenbelastung für das Bedienungspersonal betrieben und vor allem beliebig nach- und umgerüstet werden kann. Für KfK mit einem von PSB über PWA und AE bis PKF reichenden Forschungsprogramm ist eine solch extrem anpassungsfähige Anlage die einzig sinnvolle Lösung zukünftiger Zellenprobleme.

Eine besondere fernhantierungstechnische Herausforderung stellt das Fernhantierungs- und Sichtsystem dar. Konventionell ist hier der ortsfeste Zellenarbeitsplatz mit Bleiglasfenster und mechanischen Parallelmanipulatoren. Das ist eine qualitativ gute, jedoch sehr teure und wegen ihrer Immobilität bei Großzellen oft unpraktische Lösung. Die Erfahrung hat bisher gezeigt, daß gerade dieses System, welches nicht selten mehr als die Hälfte des Werts einer Heißen Zelle darstellt, den größten Teil der Belegungszeit einer Zelle nicht benötigt

wird. Sollte es gelingen, die Fernbeobachtungstechnik und die Technik der Elektrischen Master-Slave-Manipulatoren auf einen dem konventionellen System vergleichbaren Stand zu bringen, so ließe sich eine mobile Zellenarbeitsstation schaffen (Abb. 5) und damit das Potential der Großzelle für alle fernhantierten Arbeiten voll erschließen. Entsprechende Entwicklungen laufen bei KfK, aber auch im Ausland schon seit längerer Zeit. Das Ziel scheint bei der Manipulatortechnik erreichbar (vgl. Köhler: „EMSM 2“, in diesem Heft). Bei der Fernbeobachtungstechnik ist das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges selbst beim Blick durch meterdickes Bleiglas mit Fernsehen wohl auch zukünftig kaum erreichbar. Hier kann die Verwendung getrennter Übersicht- und Nahsichtsysteme eine annähernde Lösung bringen.

Es ist erwähnenswert, daß eine solche mobile Arbeitsstation für Fernhantierung nach dem derzeitigen Stand der Kenntnisse für den Betrieb und die Instandhaltung eines Fusionsreaktors unerläßlich ist.

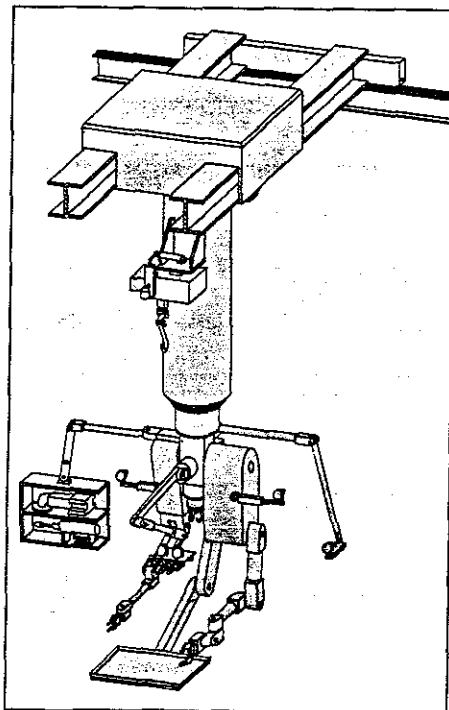


Abb. 5:
Mobile Zellenarbeitsstation mit Arbeitstisch, Manipulatoren, Kran, TV-Kameras und Werkzeugen.
Eine zukünftige Alternative zum konventionellen Zellenarbeitsplatz.

Literaturhinweise

- [1] Berichte CERN 82-10 und 85-02
- [2] M. Selig, et al.: "A Universal Transfer, Intervention and Transport Box System", Proc. of the 28th Conf. on Remote Systems Technology, pp. 68-71, ANS Nov. 1980
- [3] KfK-Nachrichten 3/83, S. 180-182 bzw. S. 164-169
- [4] G. Boehme, et al.: "Remotely Operated Pipe Connections for Spent Fuel Reprocessing Equipment", Proc. of the Seminar on Remote Handling Equipment for Nuclear Fuel Cycle Facilities, pp. 283-288, OECD-NEA/IAEA, Oxford, Oct. 1984
- [5] P. Leister, "German Spent Fuel Reprocessing Plant Experiments in Remote Process Equipment Design", Proceeding of the Seminar on Remote Handling Equipment for Nuclear Fuel Cycle Facilities, pp. 243-256, OECD-NEA/IAEA, Oxford, Oct. 1984