



KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH GmbH

Technische Notiz

KFA - IRW - TN - 49/81

Umbau und Erweiterung eines Labors der KFA Jülich für die Werkstoffprüfung bestrahlter metallischer Proben

von

M. Herren, H. Derz

1

Vortrag, gehalten auf dem 20. Treffen der Arbeitsgruppe
"Heisse Laboratorien und Fernbedienung" der Europäischen
Gemeinschaften am 21. und 22. Mai 1981 in Karlsruhe

Titel

Umbau und Erweiterung eines Labors der KFA Jülich für
die Werkstoffprüfung bestrahlter metallischer Proben

Verfasser

M. Herren, H. Derz

Zusammenfassung

Es wird berichtet über den Umbau und die Erweiterung einer blei-
abgeschirmten Zellenreihe (BZ I), die 1965 zur Bestimmung bestrah-
lungsbedingter Änderungen von Werkstoffkenndaten metallischer Pro-
ben (Reaktordruckbehälterstähle) in Betrieb genommen wurde. Der Um-
bau begann 1976 mit dem Abbruch alter Zellen. Es folgte der Neubau
von Zellen für bruchmechanische Untersuchungen, ergänzt durch die
Erweiterung des Laborgebäudes und die Erneuerung technischer Ein-
richtungen (Lüftungsanlagen).

Inhalt

1. Entwicklung des Labors
2. Aufbau der Zellen
3. Lüftungsanlagen
4. Genehmigungsverfahren, Verlauf des Umbaues
5. Schlußbetrachtung

1. Entwicklung des Labors

Im Jahre 1965 wurde als 1. Zellenreihe der KFA Jülich eine im Eigenbau errichtete Bleizellenreihe (BZ I) in Betrieb genommen. Sie war zunächst als Provisorium für Werkstoffprüfungen an Kesselstählen aus dem Kahler Programm errichtet worden, da der Bau der Grossen Heissen Zellen sich verzögert hatte.

Aufgebaut wurde die Zellenreihe in einer ehemaligen Lagerhalle. Abb. 1 zeigt den Grundriß des damaligen Labors.

Die Zellenreihe umfasste

- eine Zelle für Zerlegarbeiten an Stahlbestrahlungskapseln,
- eine Zelle ausgerüstet für Kerbschlagbiegeversuche mit einem 300/150 J Pendelschlagwerk, Ofen bis 600°C und Kühlkammer bis - 60°C,
- eine Zelle für Härteprüfung (Vickers, Rockwell, Brinell),
- eine Zelle für Wägungen (z.B. Dichtebestimmung, Längenmessung und Messmarkengravur an Zugproben,
- drei Zellen für metallografische Untersuchungen (einbetten, schleifen, polieren, ätzen, mikroskopieren und Präparation für TEM),
- eine Zelle für Zugversuche bis 50 KN und
- eine Zelle für Röntgenfeinstrukturuntersuchungen.

Auf Grund seiner zur Zeit der Planung isolierten Lage war das Labor mit Wasch-, Umkleide-, Sanitär- sowie Lüftungsanlagen für Halle und Zellen versehen worden.

Schon bald nach der Inbetriebnahme des Labors wurden zwei weitere Zellenreihen (BZ II und BZ III) in die 2. Hälfte der Lagerhalle bzw. durch Erweiterung des Gebäudes eingebaut und 1966 und 1967 in Betrieb genommen.

Dadurch konnten bei den Folgeaufträgen aus Industrie und Forschung die Arbeiten an Bestrahlungsexperimenten auf die 3 Labors verteilt werden, so dass nur die eigentliche Werkstoffprüfung zur Bestimmung der mechanischen Kennwerte im BZ I verblieb.

Für alle 3 Zellenreihen wurde nun ein gemeinsamer Hygienetrakt mit Abwassersammelanlage vorgesehen.

Die entsprechenden Einrichtungen für das BZ I konnten abgebaut werden. Bald wurde auch die Zelle für Röntgenfeinstrukturuntersuchungen nicht mehr benötigt und die Zellen für Metallografie wurden entbehrlich durch inzwischen besser ausgerüstete Zellen im BZ III und GHZ. Die Zerlegzelle wurde anderweitig genutzt. Die elektronische 50 KN Universalprüfmaschine, inzwischen in ihrer Konzeption veraltet (z.B. kompliziertes Umrüsten von Zug- auf Druckversuche, Röhrengerät, Reparaturanfälligkeit, fehlende Ersatzteile) und das nicht instrumentierte Pendelschlagwerk sollten durch neue Prüfmaschinen ersetzt werden.

Zusätzlich sollten neue Werkstoffprüfmethoden mit ins Programm aufgenommen werden, die dem heutigen Stand der Technik, insbesondere in Bezug auf die Sicherheit der Reaktoranlagen Rechnung tragen, nämlich Prüfmaschinen für bruchmechanische Untersuchungen.

So wurde im Jahr 1976 damit begonnen, einen Teil der alten Zellen zu demontieren und durch neue zu ersetzen. Zuerst die Zelle für Röntgenfeinstrukturuntersuchungen. An ihre Stelle kam eine Zelle für Gradientenglühveruche an bestrahlten Coated Particles für HTR einschließlich Röntgenanlage zur Untersuchung des Amöbenefektes.

Als nächstes folgte die Zelle für Zugversuche und dann alle für Metallografie genutzten Zellen.

Neu gebaut wurde an ihrer Stelle

- eine Zelle für Zug-, Druck-, Biegeversuche mit einer 100 KN Universalwerkstoffprüfmaschine und
- eine Zelle für Bruchmechanik-Untersuchungen, ausgerüstet mit einem 350 J instrumentierten Pendelschlagwerk und zugehöriger Probentempe-

riereinrichtung (- 70°C bis + 1000°C), einer instrumentierten Pellini-Falkkammer und einer 250 KN Hydropulsmaschine mit Klimakammer für Probertemperaturen von - 100°C bis + 350°C.

Aus verschiedenen Gründen reichte der ursprüngliche Laborraum nicht mehr aus:

- die Hilfsaggregate von Pendelschlagwerk, Hydropulser und zugehöriger Klimakammer mussten untergebracht werden,
- eine Kühlwasserverteilungs- und Filterstation wurde notwendig,
- es fehlte Raum für die Bedienung eines Padirac-Schleussystems,
- zum Ausbauen der in der neuen Zelle installierten Manipulatoren
- und zum Aufstellen der geforderten neuen Lüftungsanlagen.

Daraus resultierte eine Erweiterung des Laborgebäudes mit Räumen rings um den alten Hallenbereich. Abb. 2 zeigt den Grundriss des umgebauten Labors.

2. Aufbau der Zellen

Die Konstruktion der alten Zellen war denkbar einfach gewesen. Normbleibausteine wurden auf dem Hallenfussboden lose aufeinander gestapelt, die Ecken der Zellenwände aussen durch einen Rahmen aus Winkeleisen zusammengehalten.

Die Strahlenschutzfenster bestanden aus 5 cm dicken einzeln hintereinander in Rahmen eingelegten Bleiglasscheiben. Zum Manipulieren kamen normale Stangengreifer zum Einsatz.

Ein Teil der Zellen (z.B. Metallografie) erhielt innen als Kontaminationsbarriere eine Kunststoffbox, beim anderen Teil wurden die Spalten der Bleibausteine verspachtelt und die Wände anschliessend lackiert.

Beleuchtet wurden die Zellen mit Natriumdampflampen.

Die Zuluft für die Zellen wurde dem Beschickungsbereich über Lecks in der Abschirmung, bei Zellen mit Boxen über Zuluftfilter zugeführt. Abluftseitig waren Filter entweder in die Zellen eingebaut oder sie standen auf den Zellendächern. Unterdruck und Luftdurchsatz wurden über handbetätigte Drosselklappen eingestellt.

Das alte Konzept für die mit Boxen ausgerüsteten Zellen hatte sich bewährt. Es wurde auch für die neuen Zellen wieder angewendet. Ein grosser Unterschied ergab sich jedoch für die Konstruktion der Zellen, was ihre Statik anbelangte.

Aus der Vorsorge gegen Erdbebenschäden resultierte, dass in den Hallenboden dicke Stahlfundamentplatten eingelassen werden mussten, mit denen dann ein Rahmen aus schweren Doppel-T-Trägern verschweisst wurde. Auf der Zelleninnenseite musste das Rahmengestell mit durchgehenden Blechplatten ausgesteift werden (die allerdings bei der zuletzt gebauten Bruchmechanikzelle die dichte Box ersetzen). Zur Verankerung der Wand aus Bleibausteinen mit dem Stahlgerüst der Zelle waren nach 3 bis 4 Steinlagen Sickenbleche zu verschweissen.

In der Skizze 3 sind diese wesentlichen Änderungen angedeutet. Die Abb. 4 und 5 demonstrieren die alte und neue Bauweise. Aus unserer Sicht stellten die Änderungen nicht unbedingt eine Verbesserung dar. Sie bieten zwar einen guten Schutz gegen Erdbebenschäden, erschweren jedoch die Abschirmung sehr. Es war ausgesprochen schwierig, überall eine äquivalente Abschirmwirkung zu erreichen.

Weitere Änderungen betrafen die Strahlenschutzfenster. Hier wurden komplette Fenster mit Abschirmrahmen bestellt.

Anstelle der Stangengreifer wurden universeller verwendbare kleine Manipulatoren eingesetzt.

Die Zellenbeleuchtung besteht aus von Wand zu Wand dicht eingesetzten Kunstglasröhren, in die von aussen ohne Kontaminationsrisiko Leuchtstoffröhrenbündel eingeschoben werden.

3. Lüftungsanlagen

Den Umbau des Labors nutzten die Genehmigungsbehörden, um mit Hilfe von Auflagen nach neueren Gesichtspunkten notwendige Änderungen zu verlangen. Eine dieser Auflagen fordert die "Ertüchtigung" der Lüftungsanlage für Zellen und Laborraum, was gleichbedeutend mit einer kompletten Erneuerung war.

Die alte Lüftungsanlage bestand aus einem Raumlüfterpaar (je 1 Zu- und Abluftgebläse von 100 % Luftförderleistung) mit Zu- und Abluftfilter, untergebracht in einem durch Blechwände abgetrennten Raum über den ehemaligen Hygieneräumen und 2 Zellenablüftern mit Filtern, untergebracht auf einer offenen Empore im hinteren Beschickungsbereich des BZ I.

Weder Raum- noch Zellenlüftung waren geregelt. Es wurde mit fest eingestellten Luftmengen gefahren. Sich ändernde Filterwiderstände blieben unberücksichtigt. Auf Grund grösserer Lecks musste die Zu- luft stark gedrosselt werden, um im Gebäude einen ausreichenden Unterdruck zu erzielen.

Bei der neuen Lüftungsanlage wurde der Raumzuluftteil räumlich von dem -abluftteil getrennt. Es wurden jeweils 2 Gebläse mit je 50 % Gesamtluftmenge installiert. Alle Lüftungskanäle mussten erneuert und mit Brandschutzklappen versehen werden. Neue Filterbänke wurden aufgestellt, bei denen kontaminationsfreier Filterwechsel und die Kontrolle der Filtersitzdichtigkeit möglich ist.

Eine moderne Regelanlage wurde vorgesehen, um sowohl den gewünschten Unterdruck als auch die geforderten Luftwechselzahlen (nach gründlicher Abdichtung des Gebäudes) einzuhalten.

Auch die Zellenabluftanlage wurde ganz erneuert. Sie wurde von der Empore im Beschickungsbereich in die Abluftzentrale verlegt, um die Lärmbelästigung für die Operateure zu reduzieren.

Zur Aufrechterhaltung eines konstanten Unterdruckes im Hauptabluftkanal wurde eine automatisch arbeitende Regelanlage eingebaut.

Anstelle der handbetätigten Drosselklappen erhielten die Zu- und Abluftleitungen der einzelnen Zellen elektromotorisch betätigte Kugelhähne. Zur Unterdruckanzeige werden mit Schaltkontakten für Minimal- und Maximalwert ausgestattete Ringwaagen eingesetzt.

4. Genehmigungsverfahren, Verlauf des Umbaus

Dem Umbau voraus ging zuerst der Antrag, die alten Zellen demontieren zu dürfen (Änderung einer genehmigten Betriebseinrichtung). In diesem Antrag mussten die Demontageschritte verhältnismässig detailliert beschrieben sein.

Zuerst wurden alle Geräte, soweit möglich, aus den Boxen entfernt und diese grob dekontaminiert. Das war aber mit den zur Verfügung stehenden Stangengreifern und bei den kleinen vorhandenen Schleusöffnungen nur mangelhaft möglich. Danach folgte der Abbau der Bleiwände bis in Tischhöhe. Nach dem Fixieren noch lose vorhandener Kontamination in den Boxen mit Öl oder Sprühlack wurden die Boxen in Stücke zerlegt und in 200 l-Abfallfässern verpackt. Jetzt konnten die Geräte zur späteren Dekontamination in Plastikfolie verpackt werden. Zum Schluss blieben die Edelstahlbodenwannen übrig, die ebenfalls in Plastikfolie verpackt dem Abfallager zugeführt wurden.

Danach erfolgte die Demontage der restlichen Abschirmwände.

Bei allen Arbeiten an den offenen Boxen trugen die Operateure Plastikanzüge mit Fremdbelüftung. Aber die Strahlenschutzüberwachung ergab zu keiner Zeit eine Ausbreitung von Kontamination über die abgesperrten Bereiche hinaus oder gar eine Luftkontamination. Die Personendosen blieben ohne Ausnahme weit unter den zulässigen Werten.

Die verwendeten Bleibausteine blieben bis auf Ausnahmen kontaminationsfrei. Besondere Bleieinbauteile, wie Schleusenkörper usw. wurden durch Umschmelzen beim späteren Zellenneubau wieder verwendet.

Für den Neubau der Zellen waren 2 Genehmigungsverfahren notwendig: ein bauamtliches für die Errichtung und ein atomrechtliches für den Betrieb der Zellen.

Im Rahmen des bauamtlichen Verfahrens bereitete die Erstellung bzw. Prüfung der Zellenstatik die meisten Schwierigkeiten, während beim atomrechtlichen Verfahren die Forderung nach einer neuen Lüftungsanlage Verzögerungen in der Fertigstellung, Behinderung bei den laufenden Arbeiten und nicht zuletzt einen nicht eingeplanten finanziellen Mehraufwand brachten.

Die Neugestaltung verlief in den Phasen:

- Erstellung der Erweiterungsteile (Rohbau)
- Innenausbau der Erweiterungsteile
- Montage der neuen Zellen
- Montage der neuen Lüftung
- Einbau und Einrichtung der Zellen
- Fertigausbau der Erweiterungsteile und
- Erprobung der neuen Zellen und -Einrichtung
- Abnahmen, Auflagenerfüllung
- Inbetriebnahme

Besondere Schwierigkeit bereitete die Anbindung der neuen Gebäudeteile, während der Betrieb in einigen alten Zellen weitergehen musste. Vor den notwendig werdenden Wanddurchbrüchen mussten provisorische Trennwände errichtet werden, die einen gewissen Schutz gegen unbefugtes Eindringen in den Kontrollbereich boten und die es erlaubten, eine gerichtete Luftströmung in das Gebäude zu erzielen, ohne dass zuviel Baustaub angesaugt wurde. Nach Erstellung mussten diese Trennwände entfernt werden, um einen fugenlosen Innenausbau durchführen zu können.

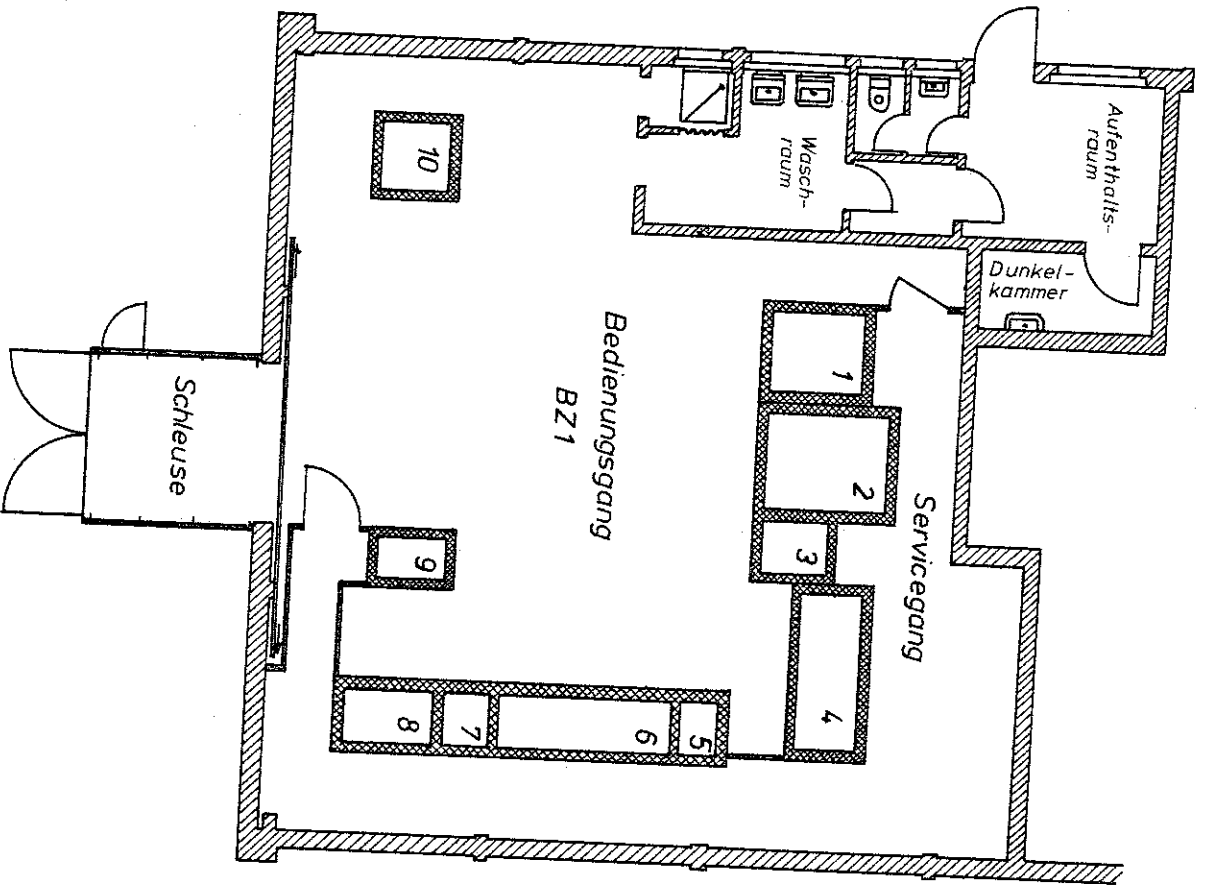
Dies bedeutete aber, dass alle Arbeiten im Kontrollbereich stattfanden und so einmal die Arbeiten des Gesamtlabors ungünstig beeinflussten und zum anderen nur von zugelassenem Personal gemacht werden durften. Die grösste Störung, die mit dem meisten Schmutz verbunden war, wurde das Herstellen der Wanddurchbrüche für die neuen Lüftungskanäle.

Während die Raumlüftung für eine längere Zeit, bis zur Inbetriebnahme der neuen Anlage, ausfiel, blieb die Zellenabluftanlage während der ganzen Umbauzeit voll in Betrieb. Die neue Anlage wurde komplett mit neuen Leitungen installiert. Das Umsetzen der Zellenabluftleitungen an den neuen Kanal erfolgte unmittelbar und ohne Schwierigkeiten.

5. Schlussbetrachtung

Nach mehrjährigen Umbauarbeiten steht der KFA ein modernes Werkstoffprüflabor zur Untersuchung in der Hauptsache metallischer radioaktiver Proben zur Verfügung. Abb. 6 und 7 geben einen Eindruck des umgestalteten Labors wieder. Es hat sich gezeigt, dass ohne Unterbrechung des Betriebes der Umbau möglich ist, wenn die Anlage von ihrer Konzeption her schon auf einen möglichen Umbau hin geplant wurde.

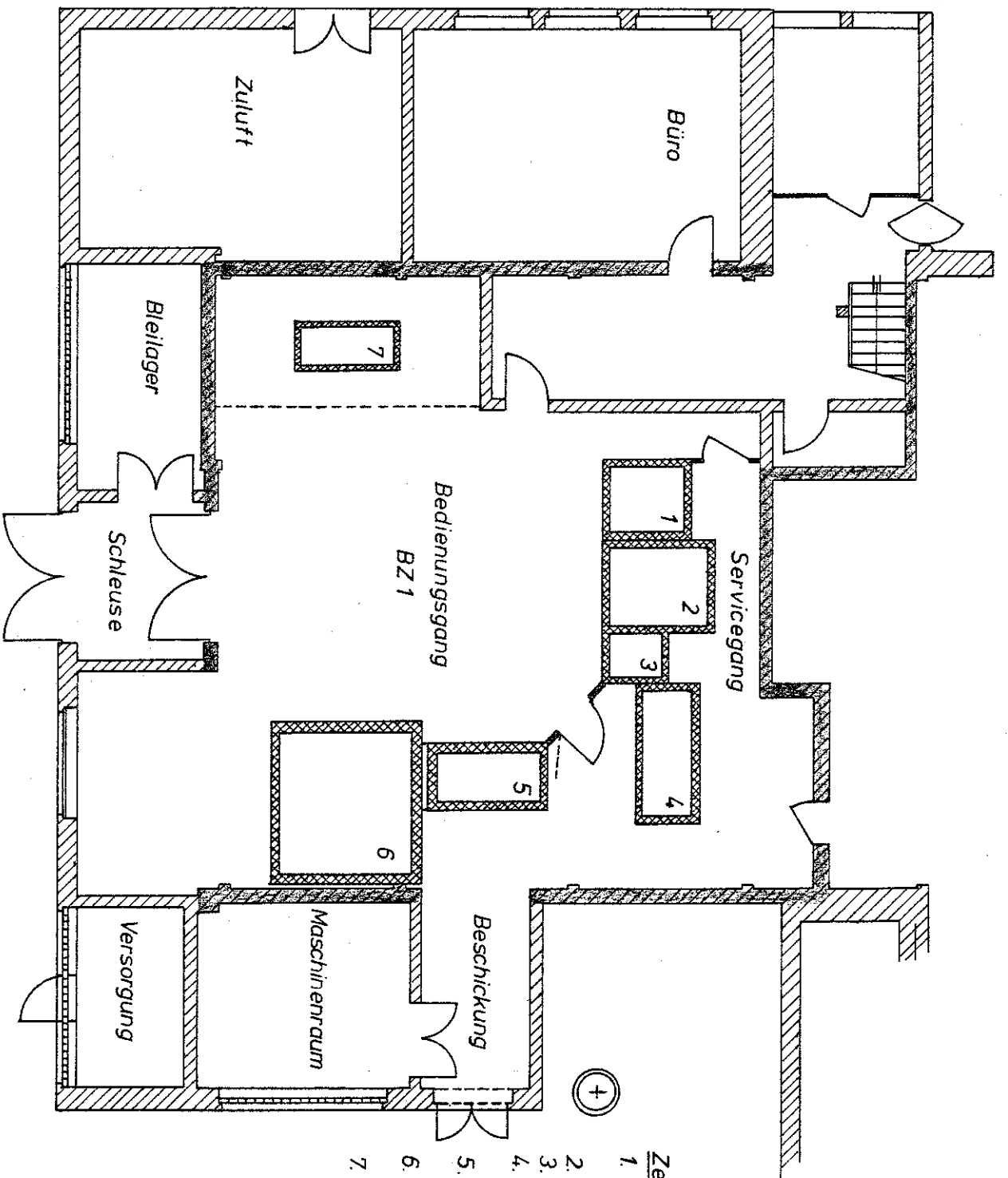
Während der Umbauphase wird von allen Beteiligten viel Verständnis und Kompromissbereitschaft verlangt.



Zellen:

1. Zerlegen, lagern
2. Kerbschlagversuch
3. Härteprüfung
4. Wägung, markieren, messen
5. Mikroskopieren
6. Einbetten, schleifen, polieren
7. Ätzen
8. Präparation für TEM
9. Zug-, Druck-, Biegeversuch
10. Röntgenfeinstrukturuntersuchungen

Abb. 1
BZ 1 ursprünglicher Zustand



- Zellen:
1. Lagern, schleifen, fotografieren
 2. Kerbschlagversuch
 3. Härteprüfung
 4. Wägung, markieren, messen
 5. Zug-, Druck-, Biegeversuch
 6. Bruchmechanik-untersuchung
 7. Gradientenlithen, mikro-radiografieren

Abb. 2

BZ 1 nach dem Umbau

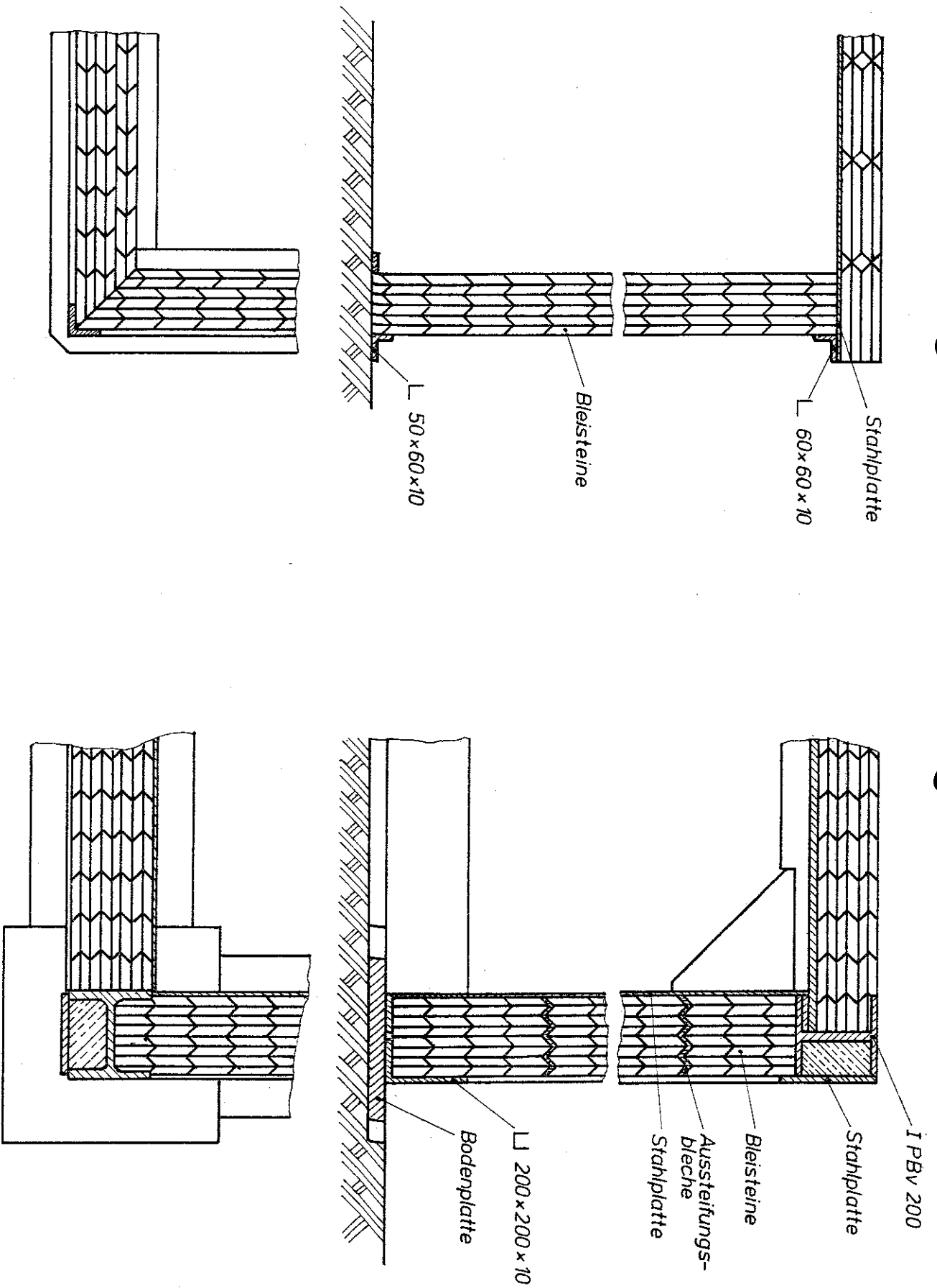


Abb. 3 Vergleich alte und neue Zellenkonstruktion

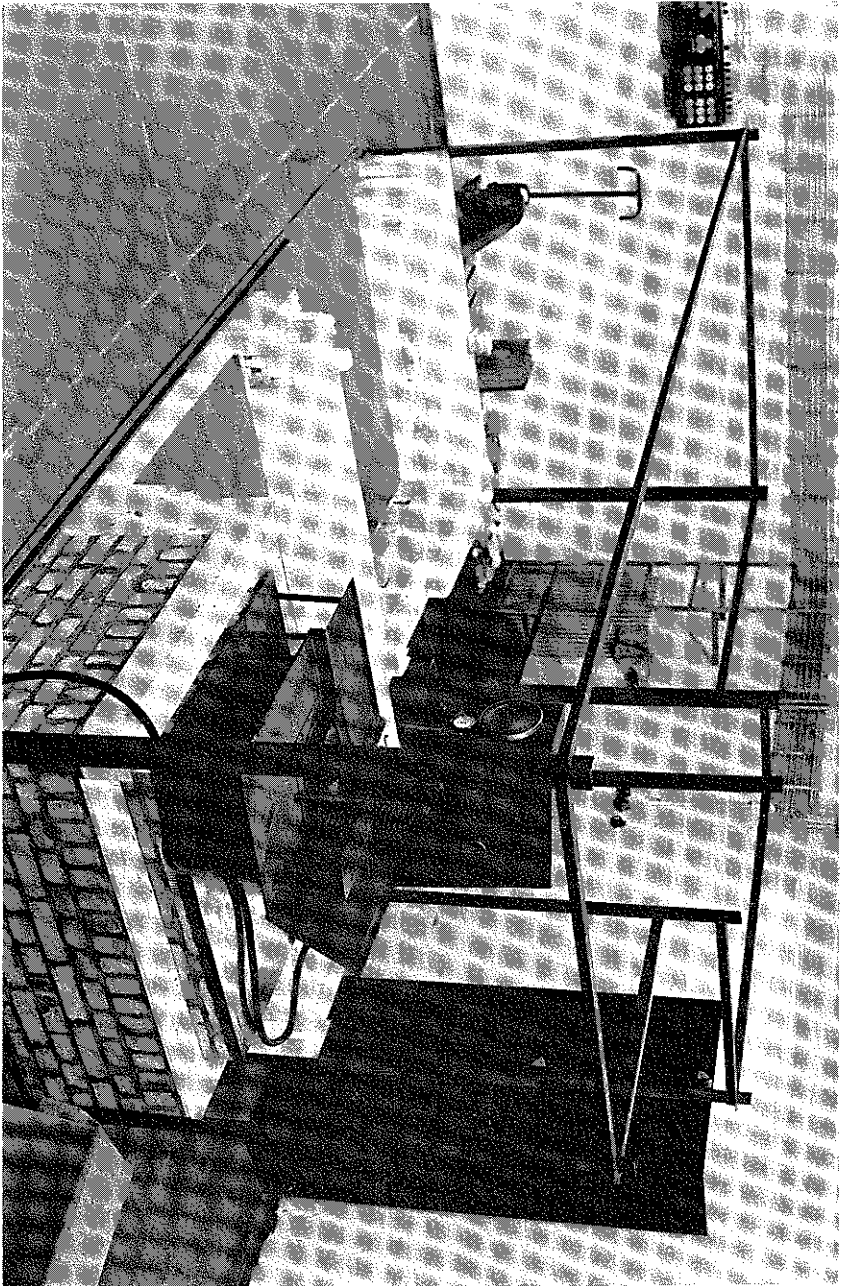


Abb. 4 BZ I AUFBAU DER ALTEN ZELLEN

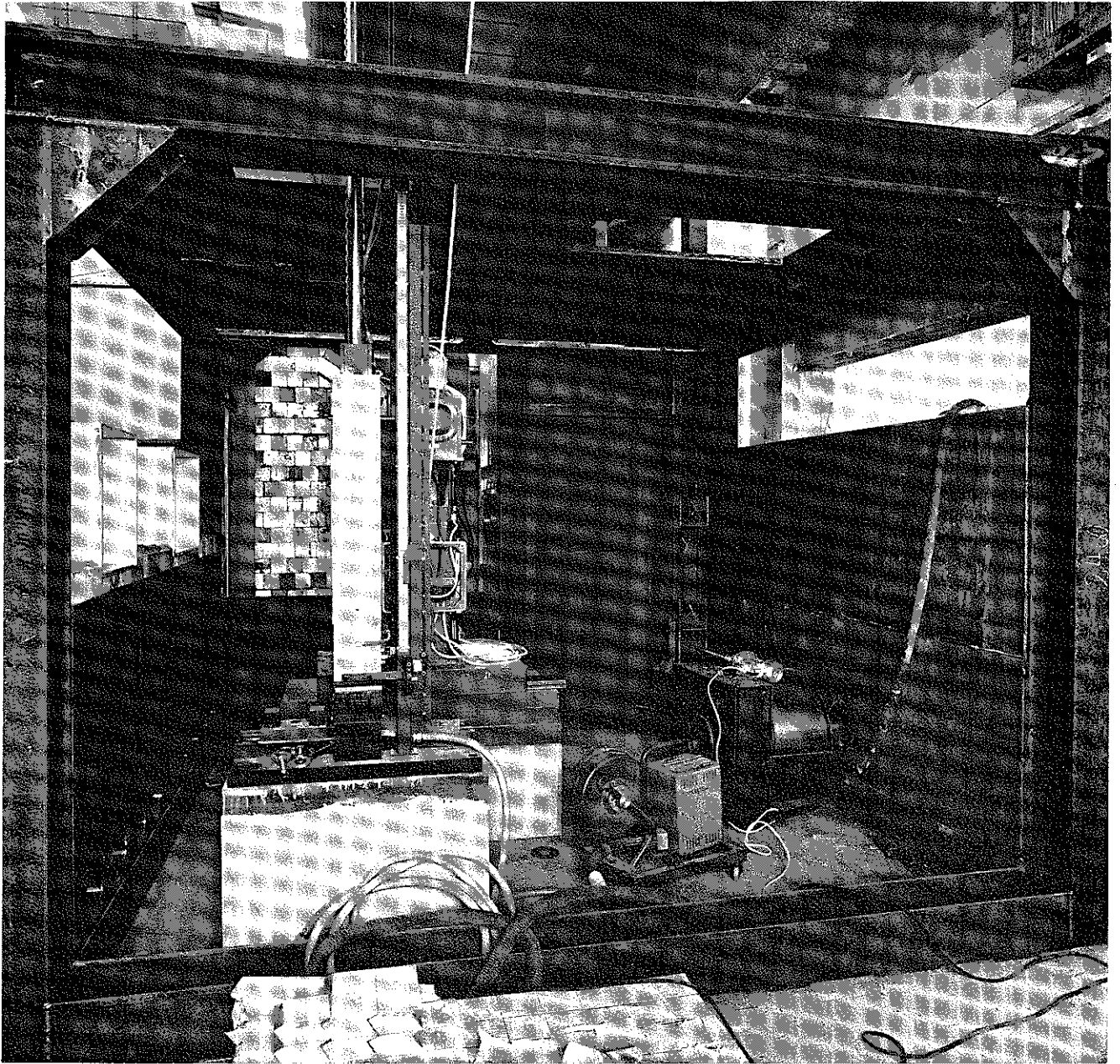


ABB. 5 BZ I AUFBAU DER NEUEN ZELLEN

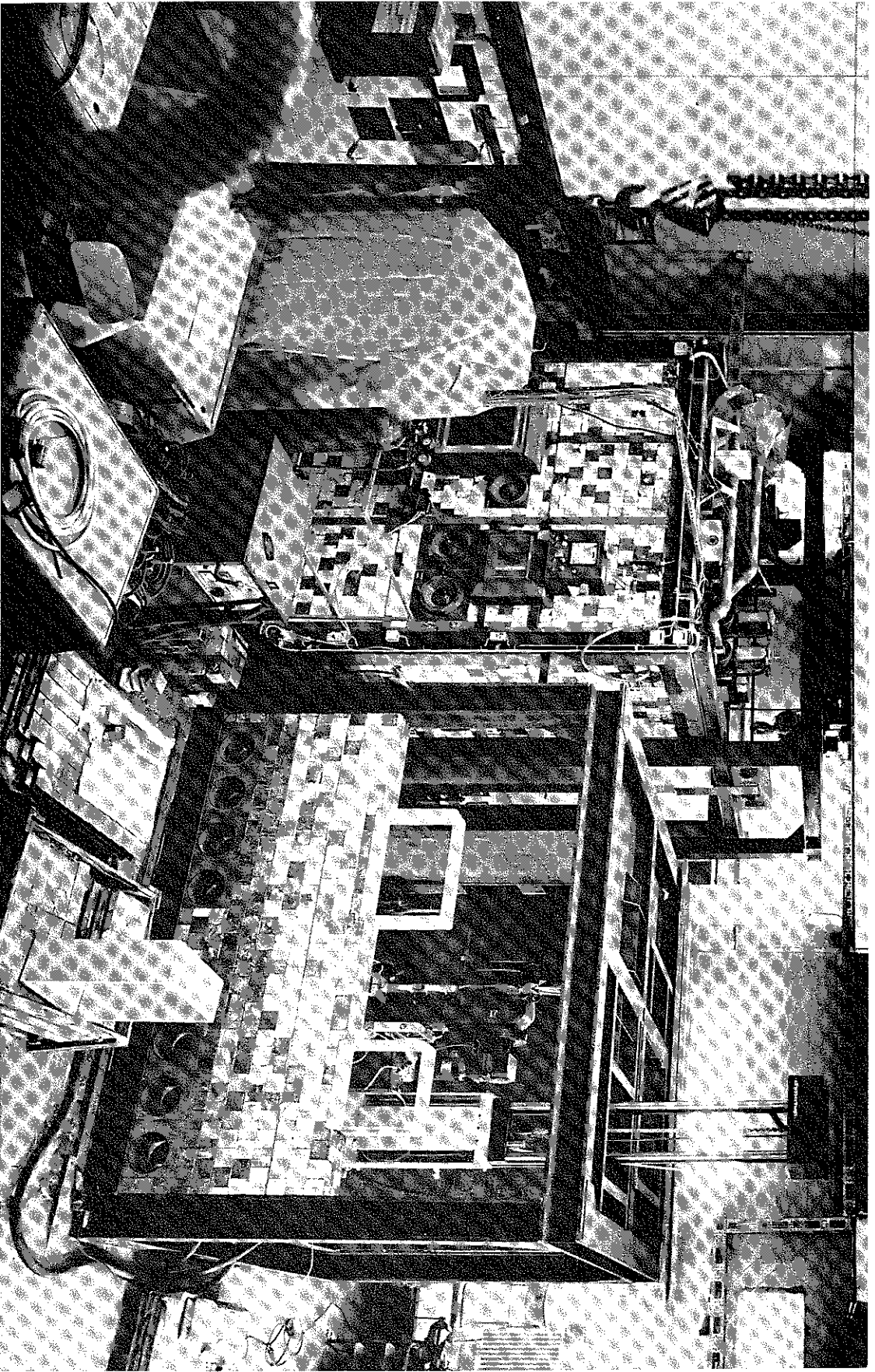


Abb. 6 BZ I MONTAGEPHASE DER NEUEN ZELLEN

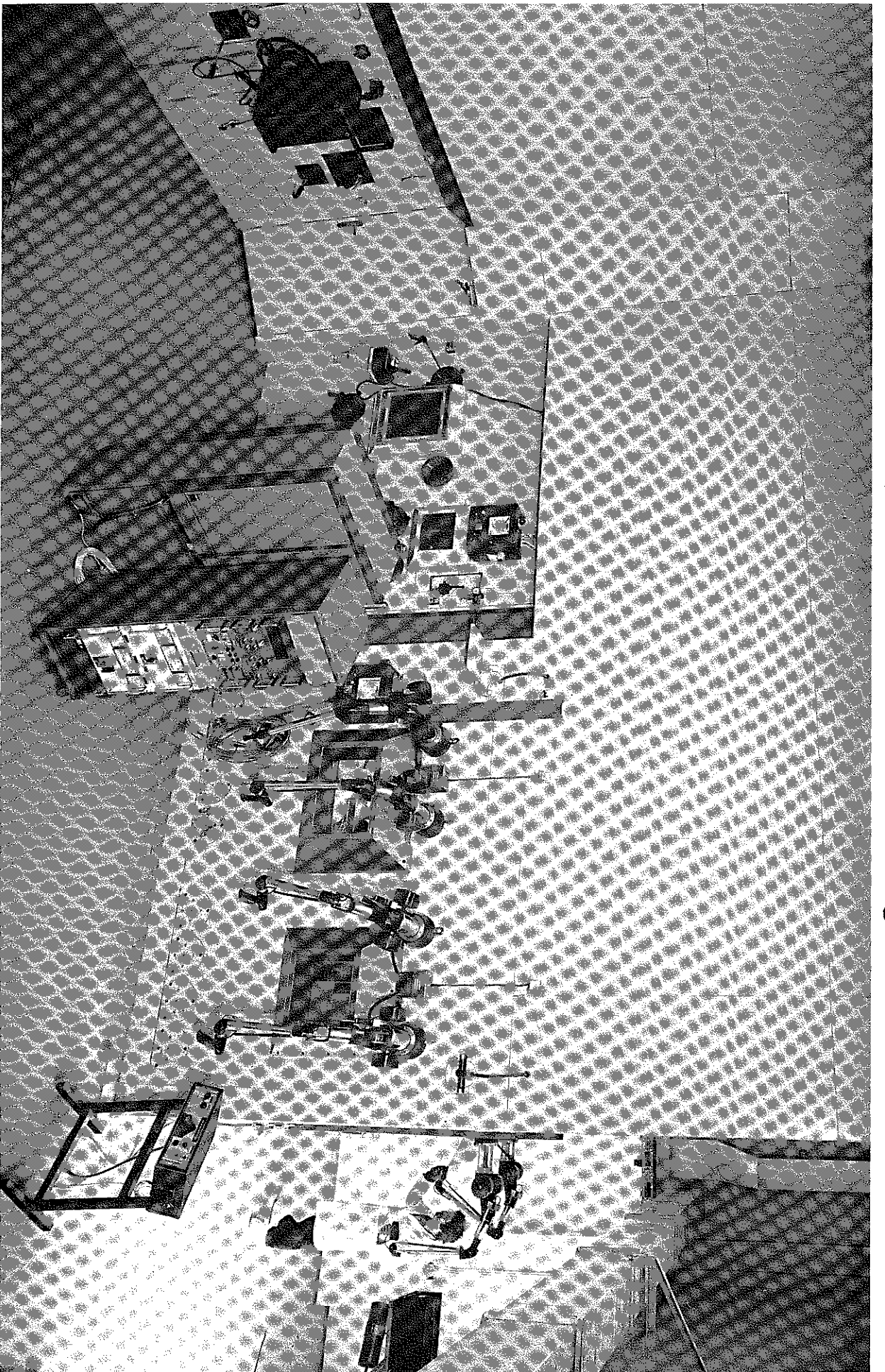


Abb. 7 BZI nach Umbau