

5 Planung und Bau der Pilotanlage

R. TRABITZSCH

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Projektbereich Industrie- und Bergbaufolgelandschaften, Permoserstraße 15, 04318 Leipzig

Einleitung

Die standortspezifische Machbarkeitsstudie 1997 [1] erbrachte den Nachweis der prinzipiellen Eignung des Modellstandortes in Bitterfeld. In einer sich unmittelbar anschließenden Projektphase wurde zur Schaffung der Planungssicherheit ein detailliertes Standorterkundungsprogramm durchgeführt. Parallel dazu wurden die wissenschaftlichen Testreihen im Labor und in einer mobilen Versuchsanlage fortgesetzt und um weitere Abbauverfahren erweitert.

Mit den erzielten Ergebnissen konnten in einer ingenieur-technischen Studie die grundsätzlichen Anforderungen und Randbedingungen für die konstruktive und anlagentechnische Gestaltung des Bauwerks, wie z.B.:

- Lage, Grundriß, Geometrie und Tiefe des Bauwerkes
- Verfahren zur Herstellung
- Fassungsart für kleine und mittlere Wassermengen
- Durchströmung der Reaktoren
- Paralleler Einsatz mehrerer Verfahren
- Möglichkeit der Kombination unterschiedlicher Verfahren und Verfahrensstufen bei Optimierung der Verfahrensbedingungen
- Vor-Ort-Montage und Demontage
- Fertigungstechnische Vereinfachung durch Herstellung von mehrfach verwendbaren Einzelelementen
- Begehbarkeit für Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten sowie für Probenahmen
- Analytik, Bilanzierung, Qualitätssicherung
- Sicherheitstechnische und prozeßspezifische Erfordernisse
- Genehmigungs- und vergaberechtliche Gesichtspunkte
- Abwassertechnische Anforderungen
- Umsetzbarkeit auf andere Standorte
- Langzeitstabilität
- Technologische und verfahrensspezifische Möglichkeit zur Optimierung und Adaptionen bei Änderungen der Randbedingungen

abgeleitet und erstmals bau- und anlagentechnische Lösungsansätze formuliert werden.

Die Auswertung dieser Studien führte zur Entscheidung zugunsten einer Anlage aus 5 Senkschächten mit vertikal durchströmten Reaktorsäulen und jeweils 2 horizontalen Filterbrunnensträngen statt eines horizontal durchströmten „funnel and gate“ Systems.

Herstellung der Pilotanlage

Entsprechend der Aufgabenstellung und ingenieur-technischen Vorplanung wurden im Rahmen des SAFIRA-Projektes am Bitterfelder Standort 5 Senkschächte mit jeweils 2 Horizontal-Filterbrunnen geplant und errichtet.

Das SAFIRA-Bauvorhaben in Bitterfeld gliederte sich dabei in 3 Abschnitte:

1. Herstellung der Senkschächte und horizontalen Wasserfassungen [2]
2. Ausrüstung der Senkschächte
3. Betriebsgebäude

Herstellung der Senkschächte und horizontalen Wasserfassungen

Die Positionierung der SAFIRA-Pilotanlage ist in der Weise erfolgt, daß die Schadstoffe des unmittelbaren Grundwasserabstroms aus dem Kontaminationsbereich der ehemaligen Chemie AG mittels horizontaler Wasserfassung gezielt dem höchstkontaminierten Bereich des Aquifers entnommen und den Reaktoren zugeführt werden. Diese Reaktoren werden in einem vertikalen Schachtbauwerk aufgenommen, welches ohnehin konstruktive Voraussetzung für die Herstellung der horizontalen Wasserfassung ist.

Für die Herstellung dieses vertikalen Schachtbauwerkes standen 2 Möglichkeiten zur Verfügung:

- die Vor-Ort-Bauweise oder
- die Fertigteilmontagebauweise.

Da die erste Variante technisch und wirtschaftlich nur bei Durchmessern größer 3 m vorteilhaft ist, wurden vorgefertigte Schachtsegmente verwendet. Damit konnte zugleich auf eine aufwendige und flächenintensive Baustelleneinrichtung in Bitterfeld verzichtet werden.

Die im Betonwerk aus hochfestem und hochverdichtetem Beton B 45 (HS-Zement) hergestellten Schachtsegmente mit einer Höhe von 2,5 m, einem Innendurchmesser von 3 m und einer Wanddicke von 30 cm wurden im ausgehärtetem Zustand mit Spezialfahrzeugen zum SAFIRA-Standort transportiert und montiert.

Zeitgleich mit der Fertigung der Betonröhren liefen am Standort umfangreiche Vorbereitungsarbeiten.



Abb. 1: Baugrundaushub und Herstellung der Bealstungsfundamente

So ist das Niederbringen eines Schachtes nur mit zusätzlicher mechanischer Belastung möglich. Diese wird durch Belastungsfundamente und darauf montierten hydraulischen Pressen und Kraftübertragung über vorgehaltene Druckstücke realisiert. Das Belastungsfundament mit den Abmessungen 5 m x 5 m x 2 m wurde so ausgeführt, daß es zum einen das Bauwerk im Betriebszustand gegen Auftrieb sichert und zum anderen als Vorschacht nutzbar ist. Auf die Sohle dieses Vorschachtes wurden die ersten beiden Schachtelemente, der sogenannte Schneidschuh und das untere Betonsegment eingesetzt. Die Stöße von Schneidschuh und Betonsegment sowie alle weiteren Elemente sind mittels Epoxidharz verklebt worden und damit kraftschlüssig und dichtend verschlossen.

Ferner wurden zur Verstärkung der Segmentstöße die Rohrenden mit einem außen-anliegendem Flachstahlfalz versehen. Nach einer Aushärtezeit von ca. 12 h konnte der Schacht mittels Auflast über die hydraulischen Pressen und Druckstück sukzessive bis auf die jeweilige Arbeitsebene in den Untergrund abgesenkt werden.

Die gezielte Belastung auf die Schachtsegmente bewirkte eine gleichmäßige Abwärtsbewegung, bei der die Schachtunterseite stets tiefer lag als der Bodenaushub. Mit diesem Vorgehen wird eine stabile Führung erreicht, die Grundbruch und das Abweichen von der Lotrechten verhindert.



Abb. 2: Betonsegment mit Schachtwanddurchführung

Die anfallenden Verdrängungsmassen wurden mittels eines Seilbaggers im Schutz der Schachtsegmente ausgekoffert, bauseits entwässert und anschließend entweder entsorgt oder zur künftigen Verwendung als Reaktormaterial in Containern zwischengelagert.

Aufgrund der hydrogeologischen und hydrochemischen Standortverhältnisse sollte das Schachtbauwerk mindestens 2 m in die geologische Barriere (Kohleflöz) einbinden. Um die entsprechende Teufe größer 20 m erreichen zu können, wurden zur Reduzierung der Mantelreibung mit den Schachtsegmenten Injektionsrohre mitgeführt. Diese waren seitlich an der Schachtaußenwand befestigt und ermöglichten das Abschmieren des Schachtmantels in Höhe des Schneidschuhs.

Nach Erreichen des Zielhorizontes von ca. 23,5 – 24,5 m unter Geländoberkante wurde unterhalb des Schneidschuhs ein Hohlraum zur Aufnahme des nachträglich einzubringenden Unterwasser-Sohlbeton ausgebaggert.

Dieser Bauabschnitt des Einbringens einer wasserdichten bzw. wasserundurchlässigen Verbindung zwischen Sohle und Schachtwand wurde durch den Einsatz eines Tauchers überwacht.



Abb. 3: Tauchereinsatz

Er kontrollierte, ob die schrägen Innenflächen des Schneidschuhs freilagen und spülte gegebenenfalls das noch restlich verbliebene Bodenmaterial mittels Hochdruckaggregaten frei. Dies war insofern von Bedeutung, da nach Fertigstellung des Schachtes und nach dem Lenzen des Brunnens der durch das anstehende Grundwasser auftretende Auftrieb von der Sohle auf die Betonsegmente über diese Schräge abgeleitet werden muß. Bevor der Unterwasserbeton eingebracht werden konnte, mußte zusätzlich Wasser in den Schacht gefüllt werden, um einen hydrostatischen Überdruck gegenüber dem Grundwasser zu erzielen.

Der Unterwasserbeton wurde nach dem Kontraktorverfahren eingebracht. Dabei wurde der Schacht mit dem unten aus den Standrohren austretenden Beton nach oben bis ca. 23 m unter Geländeoberkante aufgefüllt. Nach Aushärtung des Unterwasserbetons und nach dem Lenzen des Schachtes wurde zusätzlich eine 30 cm starke Ausgleichssohle aufgebracht. Diese nimmt einen Pumpensumpf auf, dient als Montagefläche zum Bohren der horizontalen Brunnen und das Stahlgerüst für die Reaktoren wird darauf befestigt

In dieser Bauweise wurde jeder der fünf Senkschächte errichtet. Die Senkschächte wurden in einer Linie, senkrecht zur Grundwasserfließrichtung, von Norden beginnend

nacheinander in Richtung Süden errichtet. Im folgenden werden noch einmal die wichtigsten Daten der Senkschächte zusammengefaßt:

- Schachtachsenabstand jeweils 19 m
- Ausbautiefe des Schachtes ca. 23 m unter Geländeoberkante, wobei der Schacht ca. 2 m im Kohlehorizont einbindet
- Material der Schachtsegmente Spezialbeton B 45
- Beton- und Fugendichtmaterial Epoxidharz
- Innendurchmesser Schacht 3000 mm
- Höhe eines Schachtsegmentes 2500 mm
- Wandstärke Senkschacht 300 mm
- Sohlenstärke Unterwasserbeton 1500 mm
- Sohlenstärke Ausgleichssohle 300 mm
- Schneidschuh Innendurchmesser 3000 mm, Außendurchmesser 3700 mm, Höhe 500 mm
- Pumpensumpf 400 x 400 x 400 mm.

Sämtliche Arbeiten zur Schachtherstellung sowie die Bohr- und Ausbauarbeiten der Horizontalfilterbrunnen wurden auf Anordnung der Tiefbau-Berufsgenossenschaft unter Anwendung der besonderen Arbeitsschutzrichtlinien und Unfallverhütungsvorschriften für Arbeiten in kontaminierten Bereichen (ZH 1 1/183 Anhang 3) durchgeführt, durch meßtechnische Dauerüberwachung begleitet und erforderten eine Bewetterung des Schachtes. Da während der gesamten Bohrarbeiten für die Brunnenstränge kontaminiertes Grundwasser in den Schacht eintrat, wurde außerdem mit Schutzanzügen gearbeitet.

Voraussetzung für den Einbau horizontaler Brunnenstränge sind Durchgangsöffnungen, sogenannte Schachtwanddurchführungen, die im Zuge der Schachtherstellung im Betonwerk einbetoniert worden sind.

Der Bohrvorgang wurde mit dem Durchstoßen der an der Schachtaußenwand befindlichen Berstscheibe begonnen, nachdem der Innenflansch der Schachtwanddurchführung gelöst wurde. Das Vortreiben des Bohrrohres erfolgt über ein Hydraulik-Pumpenaggregat, welches auf einer über der Ausgleichssohle eingebauten Montagebühne montiert wurde. Dieses hydraulische Bohrgerät ist innerhalb des Schachtes verspannt und besteht aus zwei Druck- und Zugzylindern mit einer Gesamtvortriebskraft von 1500-2000 kN.



Abb.: 4: Baustelleneinrichtung für horizontale Wasserfassung mit Vortriebseinrichtung

An der jeweils ersten Rohrtour befindet sich ein konischer und geschlitzter Bohrkopf, der zunächst die Berstscheibe sprengt und in den beim weiteren Vortreiben in den Aquifer infolge des hydrostatischen Druckes des Grundwassers das zu verdrängende Material eintritt. Über ein Rücklaufgestänge, das in einer Trennplatte des Bohrkopfes verschraubt ist, wurde das Aquifermaterial in das Schachtinnere abgeleitet und von dort aus über Pumpen nach oben zur weiteren Behandlung gefördert. Bis zur geplanten Bohrlänge wurden die Bohrröhre und Anlagenteile der Reihe nach nachgeschoben. Danach wurde das wiederverwendbare Zubehör (u.a. Rücklaufgestänge) herausgeschraubt und in das Schachtinnere zurückgezogen. Damit die Filterrohre eingebaut werden konnten, mußten die Öffnungen des im Gebirge verbleibenden Bohrkopfes verschlossen werden. Die eingebauten Filterrohre und deren Verbindungselemente (Führungen, Abstandshalter, Trennscheiben) wurden entsprechend den Standortbedingungen aus korrosionsgeschütztem Stahl gefertigt. Gemeinsam mit dem Filterrohr wurde ein Hohlgestänge für die spätere Kieseinspülung eingebaut. Zum Abschluß des Filtereinbaus wurde das zum Schachtinneren liegende Filterende gegen die Bohrröhrenwand abgedichtet und abgestützt.

Der Filterkiesmantel, dessen Korngröße bereits während des Einbaus der Rohrtour durch Siebanalysen an den Verdrängungsmassen bestimmt wurde, ist nach einem durch PREUSSAG entwickelten Verfahren eingebracht worden.

Dabei wird der Filterkies in einem Druckwasserstrom über ein Schleusensystem in den Ringraum zwischen Rohrtour und Filter. Das Wasser tritt anfangs über die Filterschlitzte des Strangendes in das Filterrohr und von dort zum Schachtinneren und nach dem stufenweisen Ziehen der Bohrröhre, in den Grundwasserleiter aus. Gleichzeitig lagert sich der mitgeführte Filterkies um das Filterrohr ab, wobei von Schleusenammer zu Schleusenammer, der Ringraum allmählich verfüllt wird.

Zum Abschluß der Verkiesung wurde das Ende des Filterstranges in die Schachtwanddurchführung eingepaßt und abgedichtet sowie mit einem Formstück und einem Kugelhahn verschlossen, der während des Betriebes vom Schachtinneren bedient werden kann.

Nach der Fertigstellung der Horizontalfilterbrunnen wurde eine Entsandung zur Entfernung von möglicherweise vorhandenen Feinkornanteil durchgeführt. Die Entsandungsprozesse wurden umfassend überwacht (siehe Tabelle 1).

In jedem Senkschacht sind 2 horizontale Filterstränge von je 10 m Länge in einem Winkel von 60° zueinander und einem Bohrdurchmesser von 370 mm sowie einem Filterdurchmesser von 180 mm in einer Teufe von 19,5 m (Brunnenachse) eingebaut. Das Filterrohrmaterial ist ein hochlegierter Stahl (Werkstoff-Nr. 1.4475).



Abb. 5: Senkschacht mit horizontalen Brunnensträngen

Tab. 1: Überwachung der Horizontalbrunnenentsandung

Entnahme	T(°C)	LF [µS/cm]	pH-Wert	AOX [µg/l]	Q [m ³ /h]	Q _{ges} [m ³]	max.Abs.	Bemerkungen
Schacht 5 1/2	11,9	1965	7,25	4620	40,00			Pumpzeit: ca. 50 min mit ca. 15 m ³ /h
Schacht 5 1/2	11,2	1966	6,87	3700	15,00	253	0,78	Pumpzeit: ca. 6 h mit ca. 40 m ³ /h
Schacht 4 1	12,3	2020	6,59	4000	13,20			Strang 1 (süd-westlich gerichtet)
Schacht 4 1	13,0	2020	6,48	3055	11,43			Strang 2 (nord-westlich gerichtet)
Schacht 4 1	13,0	2040	6,47	3055	11,89	119	0,20	11,89 Durchschnitt
Schacht 4 2	12,8	2150	6,53	3770	12,42			
Schacht 4 2	12,8	2100	6,58	4115	12,39			12,39 Durchschnitt
Schacht 4 2	12,8	2070	6,59	3995	12,29	116	0,22	Pumpzeit: 9 h 22 min
Schacht 3 1	12,6	2030	6,96	1390	12,73			
Schacht 3 1	12,4	2040	6,84	1465	12,73			
Schacht 3 1	12,3	2050	6,96	1530	12,73	105	0,13	Pumpzeit: 8 h 15 min
Schacht 3 2	12,4	1833	6,91	2060	12,69			
Schacht 3 2	12,4	2010	6,89	1975	12,69	166	0,13	Pumpzeit 13 h 5 min
Schacht 2 1	12,5	2810	6,71	2630	12,73			
Schacht 2 1	11,8	2180	6,63	2365	11,12			11,33 Durchschnitt
Schacht 2 1	11,3	2140	6,65	2220	11,44	108	0,19	Pumpzeit: 9 h 30 min
Schacht 2 2	12,7	2230	6,70	2455	10,67			
Schacht 2 2	12,8	2180	6,73	2480	10,67			
Schacht 2 2	12,9	2150	6,76	2005	11,79	113	0,20	11,29 Durchschnitt Pumpzeit: 10 h
Schacht 1 1	11,6	2390	7,13	1370	14,00			
Schacht 1 1	12,7	2170	7,06	1010	13,71			13,47 Durchschnitt
Schacht 1 1	12,4	2130	7,07	1030	13,24	128	0,15	Pumpzeit: 9 h 30 min
Schacht 1 2	11,4	2190	7,16	1270	13,89			9,50 Durchschnitt
Schacht 1 2	12,7	2070	7,05	1165	13,89			Pumpzeit: 10 h
Schacht 1 2	10,7	2070	7,20	1160	6,40	95	0,18	abfiltrierbare Stoffe: 6,8 mg/l
Summe:						1202		

Ausrüstung der Senkschächte

Die im Labor- und halbtechnischen Maßstab erfolgreich getesteten Verfahren zum Abbau des Bitterfelder Schadstoffcocktails sollen in einer Pilotanlage unter *in situ*-Bedingungen ihre Leistungsfähigkeit demonstrieren und optimiert werden. Die baulichen Voraussetzungen zur Forschung im Feldmaßstab wurden durch die oben beschriebenen Senkschächte mit den Horizontalfilterbrunnen geschaffen. Dabei gelangt das kontaminierte Grundwasser über die Brunnenfilterstränge aus ca. 19 m Tiefe in die Reaktionszonen.

In einer ersten Phase des SAFIRA-Projektes werden zunächst Reaktoren für 8 verschiedene Verfahren wie folgt installiert:

Schacht-Nr.	Reaktor-Nr.	Verfahren	Institution
1	III	Mehrstufiger mikrobiologischer Abbau	TNO (Niederlande)
2	V	Mikrobiologie auf hochporösen Trägern <i>in situ</i> -Sorptions Barrieren	TU Dresden Uni Tübingen
3	II	Elektrokatalytische Dehalogenierung Oxidative Vollmetallkatalyse Zeolith-geträgerte Pd-Katalyse	UFZ Leipzig INC Leipzig Uni Tübingen
4	IV	Kombinierte Reaktoren Fe ⁰ , ORC, Aktivkohle	Uni Kiel
5	I	Anaerober mikrobiologischer Schadstoffabbau	UFZ Leipzig

Auf der Grundlage der verfahrenstechnischen Entwicklungsarbeiten und den gegebenen bautechnischen Rahmenbedingungen wurde die Dimensionierung, Anordnung und technische Ausrüstung der vertikal durchströmten Reaktionszonen unter Beteiligung der einzelnen Forschergruppen, dem künftigen Betreiber (UFZ) und den Ingenieurbüros geplant und umgesetzt (Abb. 6).

Stahlbau

Der technologische Stahlbau umfaßt Bedien- bzw. Arbeitsbühnen, Steigleitern, Befestigungs- und Verbindungselemente sowie einen Bergungsschacht. Die Bühnenkonstruktion wurde als verschraubte, feuerverzinkte Stahlkonstruktion eingebaut.

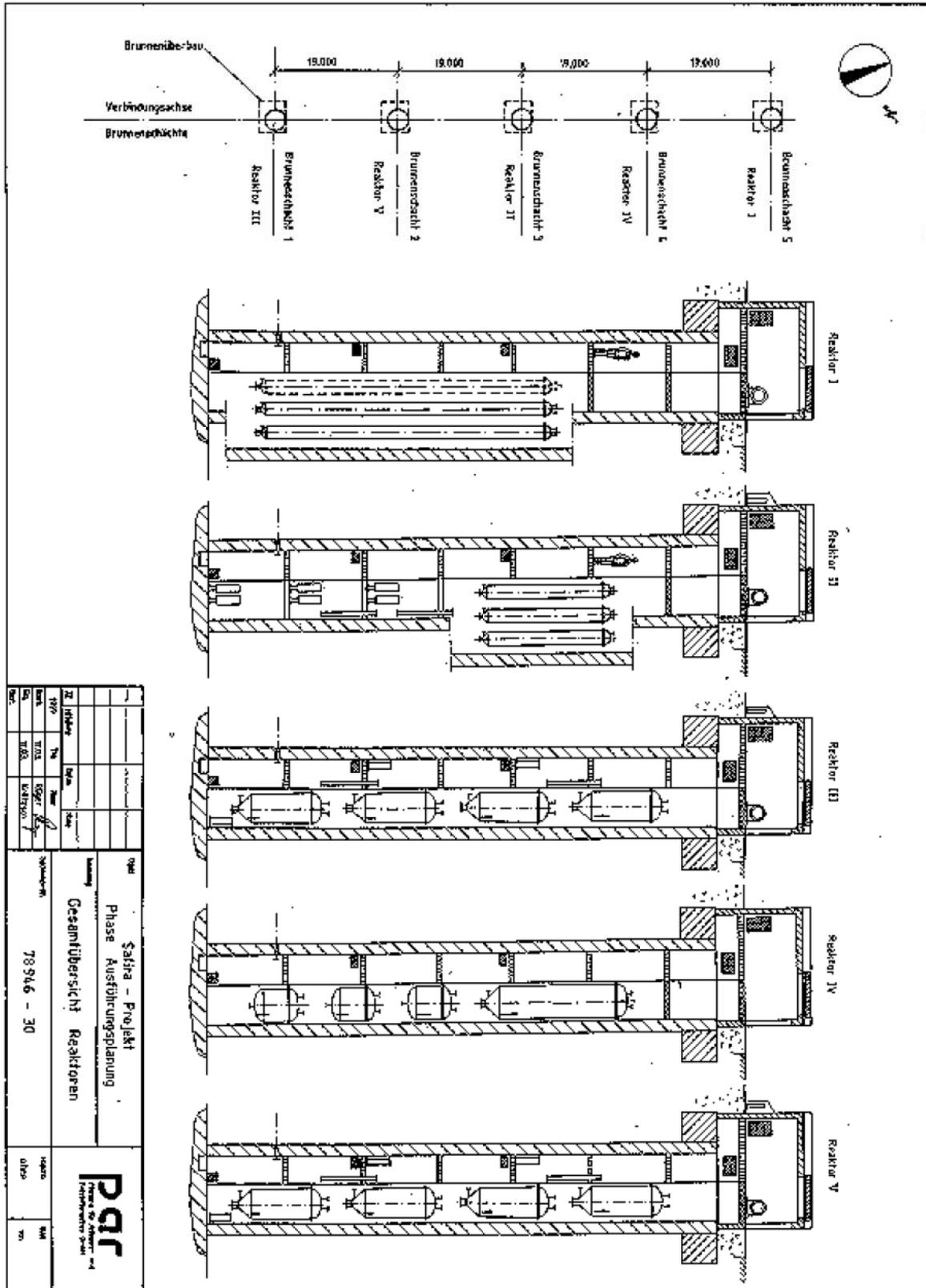


Abb. 6: Gesamtübersicht Reaktoren

Die Bühnen, bestehend aus ebenfalls verzinkten Gitterrosten und Riffelblechabdeckungen, wurden von unten nach oben montiert, indem von der Brunnensohle beginnend, Stützen gesetzt wurden. In einem einheitlichen Abstand von 3,25 m folgen die jeweils nächsten Bühnen, die über wechselseitig angebrachte Steigleitern erreichbar werden.

Reaktoren

Parallel zu den Stahlbauarbeiten wurden die Segmentreaktoren entsprechend den Verfahrenskonzepten werkseitig gefertigt (Abbildung 8-12). Nach Fertigstellung und Anlieferung der Reaktoren zum Standort wurden diese mittels Großgeräten in das Stahlgerüst des Schachtbauwerkes eingehangen (Abbildung 7).



Abb. 7: Reaktoreinbau

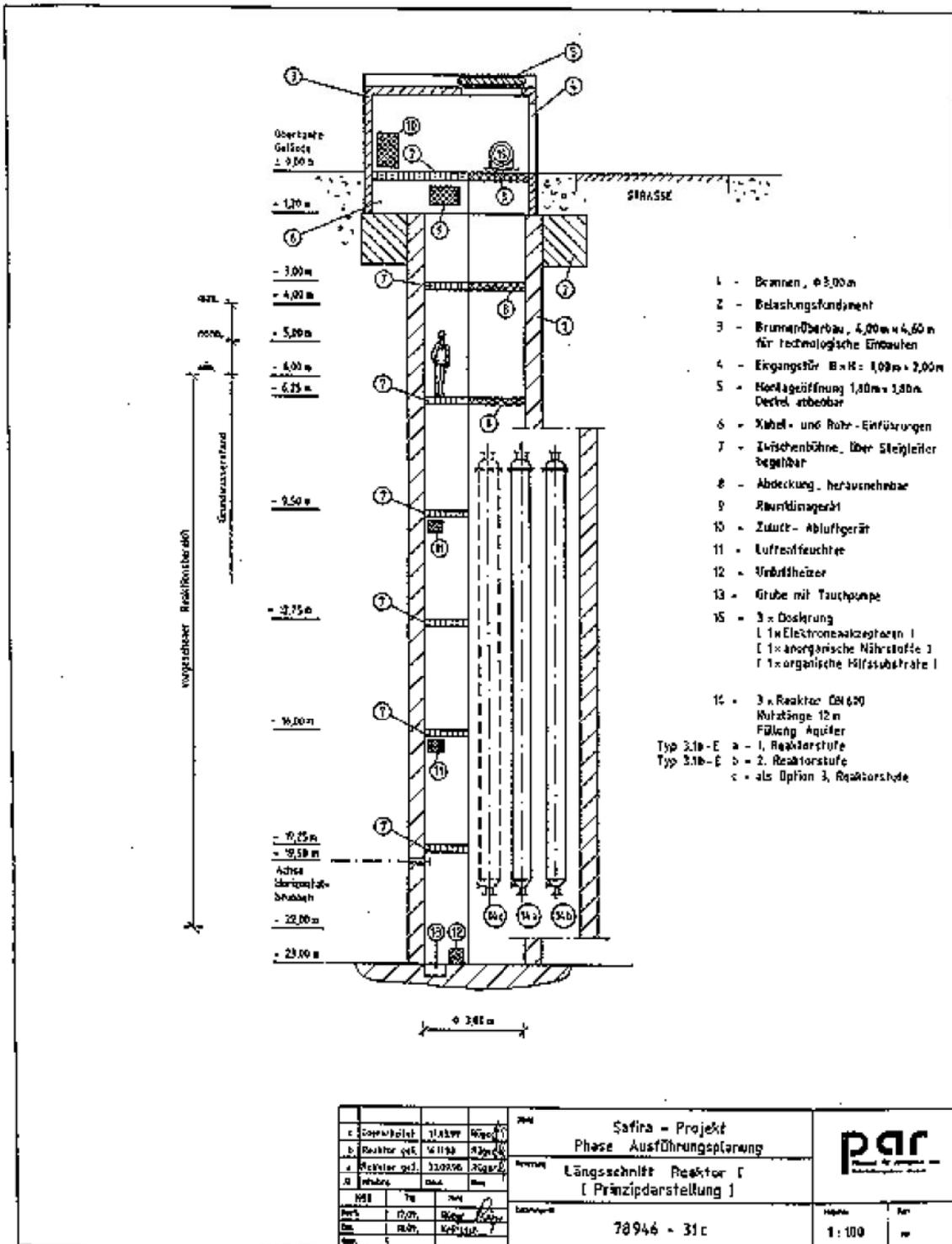


Abb. 8: Längsschnitt Reaktor I

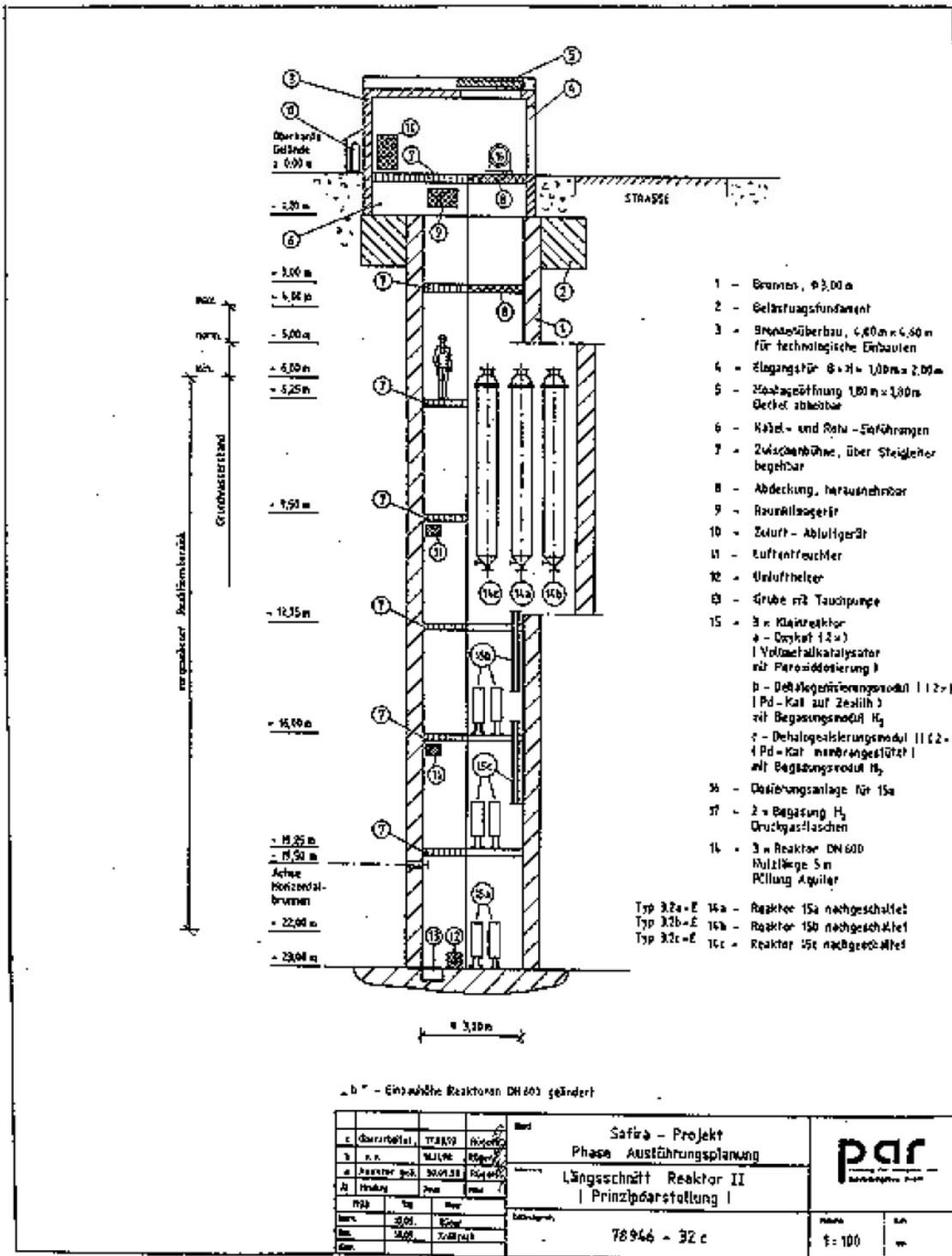


Abb. 9: Längsschnitt Reaktor II

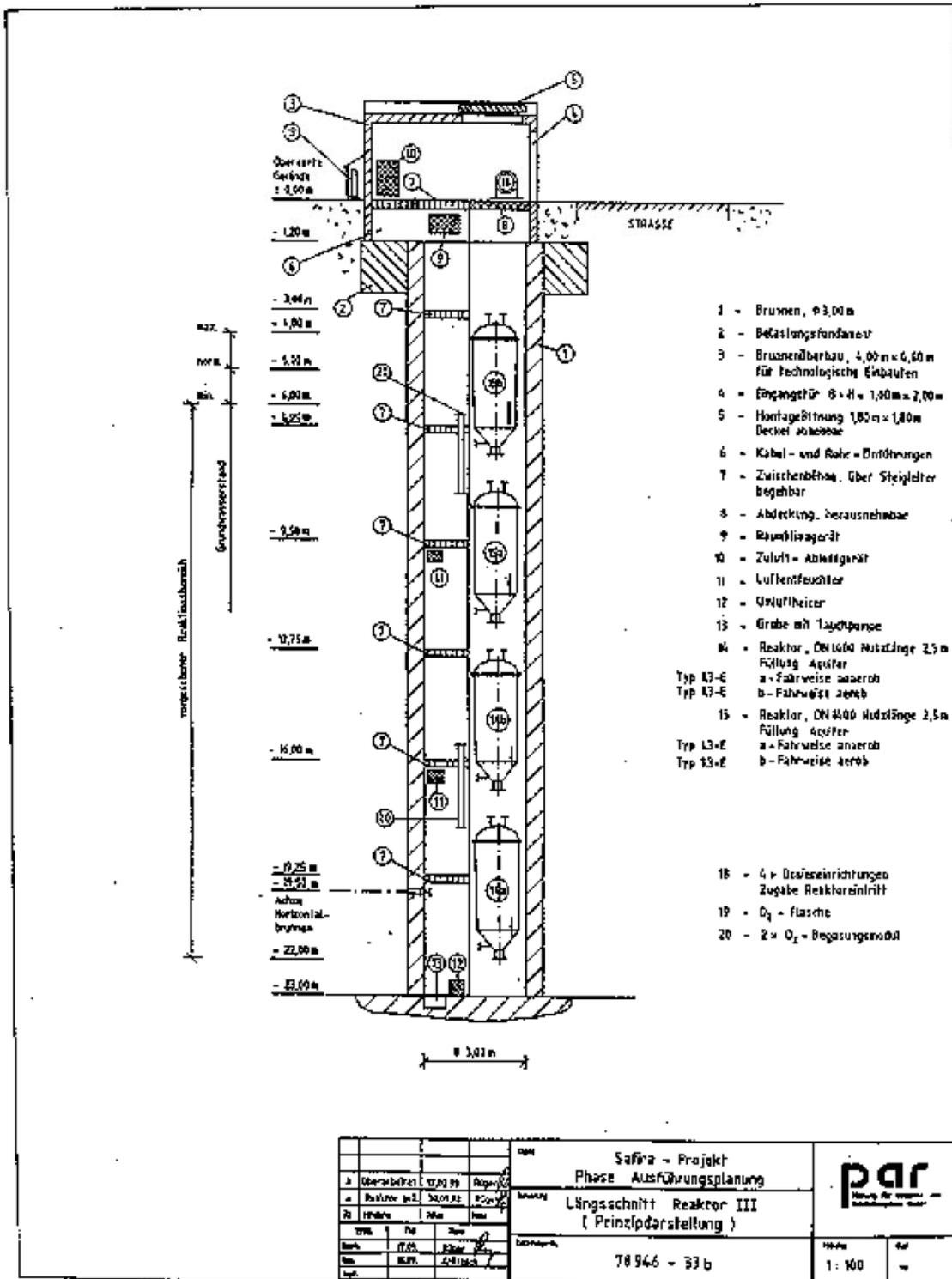


Abb. 10: Längsschnitt Reaktor III

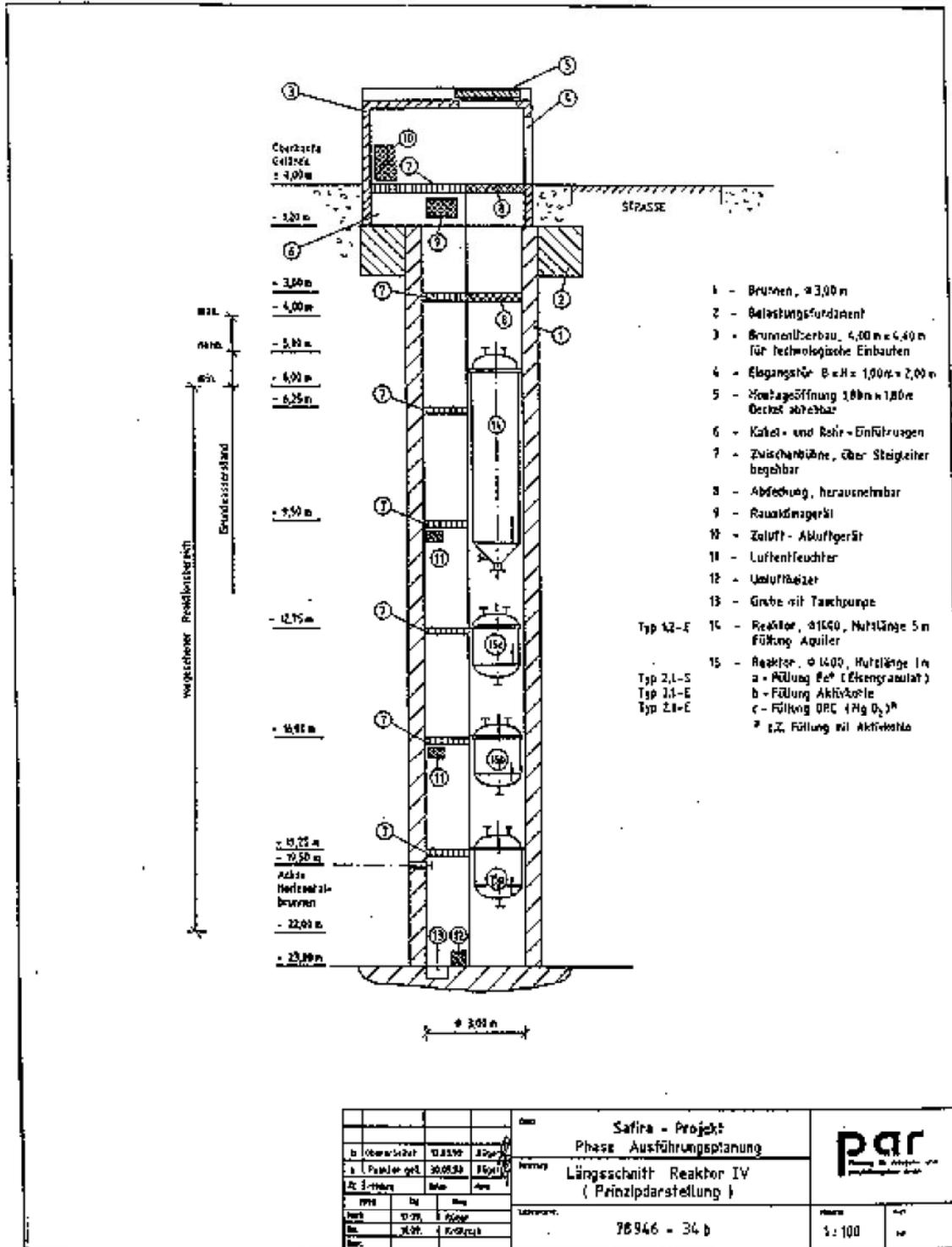


Abb. 11: Längsschnitt Reaktor IV

Zur Aufhängung dienen jeweils 4 an den Reaktoren angebrachten Auflagepratzen. Diese werden in der Höhe variabel auf seitliche Gegenpratzen des Stahlgerüsts aufgesetzt.

Die Reaktoren sind mit zahlreichen Stützen versehen, u.a. für:

- Rohrleitungsanschlüsse (Medienein- und Medienaustritt, Rückspülmöglichkeit)
- Rohrleitungsanschlüsse für den Eintrag gasförmiger Medien und Dosierstoffe
- eine Vor-Ort-Probenahme
- die Entlüftung
- das Sicherheitsventil
- für Druck- und Temperaturmessung.

Die Reaktoren sind für einen Nenndruck von 6 bar ausgelegt, wohingegen der maximale Betriebsdruck an der Brunnensohle 3,3 bar (max. Überdruck) beträgt. Die Fahrweise durch die Reaktoren erfolgt während des Forschungsbetriebes von unten nach oben, für die Rückspülung ist eine Befahrung sowohl von oben als auch von unten möglich.

Pumpen

Das aus den horizontalen Wasserfassungen (1 und/oder 2) anfallende Grundwasser wird über einen Schmutzfänger und Grob- und/oder Feinfilter zum Verteiler einer Pumpengruppe geleitet. Ein Element dieser Gruppe ist eine Membranpumpe mit einem Leistungsbereich von 4 l/h, regelbar auf 10 %, und fördert das Wasser zu Analysezwecken über Kapillarröhrchen in das Laborgebäude. Diese wird in allen 5 Bauwerken gleichermaßen verwendet.

Das für die Reaktordurchströmung erforderliche Grundwasser wird über den 2. Teil der Gruppe wie folgt gefördert:

- Reaktor 1: 1 Membranpumpe 4 l/h, regelbar auf 10 %
- Reaktor 2: 3 Membrankolbenpumpen mit jeweils 403 l/h, regelbar auf 1 %
- Reaktor 3, 4, 5: je 1 Membranpumpe 16 l/h, regelbar auf 10 %.

Alle verwendeten Pumpen sind auf die 3-fache Fördermenge durch Wechseln der Pumpenköpfe aufrüstbar, ausgenommen die Membrankolbenpumpen

Brunnenüberbauten

Für jedes Schachtbauwerk wurde ein Brunnenüberbau errichtet. In diesem Gebäude werden weitere wesentliche Bestandteile der Ausrüstung aufgenommen:

- Sicherheits- und Überwachungstechnik

- E / MSR Technik
- Bewetterungsanlage
- Armaturen und Versorgungsleitungen
- Bergungsgerät.

Die Brunnenüberbauten besitzen eine abnehmbare Dachluke mit einer lichten Öffnung von 1,80 m x 1,80 m. Darüber wird eine Auswechslung bzw. die Befüllung der Reaktoren ermöglicht.

Betriebsgebäude

Mit der Inbetriebnahme der Pilotanlage wird zudem ein Betriebsgebäude zur Verfügung stehen, das die Forschungstätigkeit am Bitterfelder Standort für den geplanten Zeitraum von 10 - 15 Jahren unterstützt und gewährleistet. Dabei handelt es sich um ein eingeschossiges, nichtunterkellertes Gebäude in modularer Raumzellenbauweise mit einem Vorfertigungsgrad von 90%. Es umfaßt eine Fläche von ca. 370 m² und ist in 5 Teilanlagen konzipiert:

- Labor- und Probenvorbereitungsraum
(u.a. für die zentrale Analytik der Hauptkontaminanten mittels Headspace-Gaschromatographie; für die Bestimmung der Summenparameter AOX und TOC/DOC; für die Erfassung der Anionen mittels Ionenchromatographie und für die Bestimmung der Eisenspezies mittels Photometrie; Durchführung der ökotoxikologischen Wirkungstests)
- Elt-/MSR-Raum (verfahrenstechnische Steuerung und Überwachung der Prozeßabläufe)
- Prozeßsimulationsraum (u.a. Präsentation von Forschungsergebnissen)
- Büroräume
- Sanitärräume.

Bauweise und Ausrüstung dieses Betriebs- und Laborgebäude ermöglichen die Überwachung und Steuerung des Pilotanlagenbetriebes, die chemisch-analytische und Wirkungskontrolle der Versuche und die Bereitstellung von Arbeitsmöglichkeiten für die beteiligten Wissenschaftler.

Danksagung

Für die ausgesprochen gute Zusammenarbeit bei der Planung und Errichtung der SAFIRA-Pilotanlage möchten wir uns bei folgenden Firmen bedanken:

- Geologische Forschung und Erkundung GmbH - GFE GmbH; Halle
- Ingenieurbüro Dr. Bäse - IBD; Borsdorf
- Leipziger Ingenieurbüro für Verkehrs-, Tiefbau und Umweltschutz GmbH - LIB GmbH; Leipzig
- Planung für Anlagen- und Rohrleitungsbau GmbH - par GmbH; Leipzig
- DSD Rohrtechnik Delitzsch GmbH
- PREUSSAG Wasser und Rohrtechnik GmbH Spezialtiefbau, Niederlassung Schkeuditz
- PREUSSAG Spezialtiefbau GmbH, Niederlassung Zwingenberg
- NOELL Umweltdienste GmbH; Niederlassung Leipzig
- Dräger Medizin System Technik GmbH – Dräger; Geschäftsstelle Leipzig
- Honeywell AG; Leipzig.

Unser besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Jürgen Klein, Hattingen, für seine wertvollen Hinweise zur Realisierung der SAFIRA-Pilotanlage.

Literatur

- [1] WEIß, H., TEUTSCH, G., & DAUS, B. (Hrsg): Sanierungsforschung in regional kontaminierten Aquiferen (SAFIRA) – Bericht zur Machbarkeitsstudie für den Modellstandort Bitterfeld, UFZ-Bericht 27/1997, ISSN 0948-9452, Januar 1998, Leipzig
- [2] HÜPER, G. (1993): Horizontale Wasserfassungen, Anwendung, Stand der Technik.- Technik für die Umwelt, Bd. – Wasser und Boden, 11/93



2. Statusbericht

Modellstandort, Mobile Testeinheit, Pilotanlage

Holger Weiß¹⁾, Birgit Daus¹⁾, Georg Teutsch²⁾

¹⁾ UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
PB Industrie- und Bergbaufolgelandschaften
Permoserstraße 15, 04318 Leipzig

²⁾ Eberhard-Karls-Universität
Geologisches Institut
Sigwartstraße 10, 72076 Tübingen