

# Neubau der Faulbehälteranlage im Klärwerk Gut Großlappen in München – Entwurf der Anlage und baubetriebliche Aspekte

C. Berchtenbreiter, St. Bichler, D. Burkhardt, C. Stettner

**Zusammenfassung** Im Münchner Großklärwerk Gut Großlappen müssen die bestehenden Faulbehälter durch eine neue Faulbehälteranlage ersetzt werden. Die annähernd 50 Jahre alten Behälter benötigen eine grundlegende Sanierung der Baukonstruktion und eine Erneuerung der verfahrens- und elektrotechnischen Einrichtungen. Das vorhandene Faulvolumen muss erweitert werden. Im Vorfeld wurden viele Ausführungsvarianten untersucht, bis hin zur Modernisierung der Altanlage mit Erweiterung. Als wirtschaftlichste und betrieblich sinnvollste Lösung ergab sich der Bau einer neuen Faulbehälteranlage. Der folgende Beitrag beschreibt die Umsetzung der gewählten Lösung unter Beachtung der städtebaulichen Randbedingungen und der baubetrieblichen Möglichkeiten.

## Construction of the new digester facility in the sewage treatment plant Gut Großlappen in Munich – Design of the facility and aspects of construction management

**Abstract** The existing digesters at the sewage treatment plant in Munich have to be replaced by a new digester facility. The almost fifty years old digesters need an essential rehabilitation of the structure and a modernisation of the procedural and electrical equipment. The existing capacity of the digester has to be extended. During the design process a lot of variants of realisation have been studied, up to a modernisation and expansion of the old facility. The most reasonable solution in economic and operational sense was the construction of a new digester facility. The following article describes the realisation of the chosen solution considering the conditions of urban development and the possibilities of construction management.

**Dipl.-Ing. Detlef Burkhardt**  
Abteilungsleiter Klärwerksbau  
Münchner Stadtentwässerung  
Friedenstraße 40  
81671 München

**Dipl.-Ing. Christian Berchtenbreiter**  
Projektleiter  
Münchner Stadtentwässerung  
Friedenstraße 40  
81671 München

**Dipl.-Ing. Stefan Bichler**  
Oberbauleiter  
Ways & Freytag Ingenieurbau AG  
Aidenbachstraße 46  
81379 München

**Dipl.-Ing. Christian Stettner**  
Projektleiter  
Zilch + Müller Ingenieure GmbH  
Lindwurmstraße 129 a  
80337 München

## 1 Entwurf

In der Faulbehälteranlage wird der bei der Abwasserreinigung anfallende Schlamm gesammelt. Nach Aufheizung wird der Schlamm durch Faulung stabilisiert. Dabei entsteht Biogas, das in einem großen Blockheizkraftwerk mit 5 Gasotomotoren (je 1,6 MW) zur Energieerzeugung genutzt wird. Ein Großteil des Strombedarfs und der komplette Wärmebedarf des Klärwerkes kann dadurch gedeckt werden. Der nach rund 20 Tagen ausgefaulte Schlamm wird anschließend in der Klärschlammverbrennungsanlage umweltgerecht entsorgt. Die Anlage beinhaltet einen hohen Anteil an betriebs- und elektrotechnischen Einrichtungen und wird später vollautomatisch betrieben. Sie wird vollständig gekapselt ausgeführt, um Emissionen zu vermeiden. Über einen neuen Installationskanal wird die neue Anlage an das bestehende Klärwerk angeschlossen.

Die neue Faulbehälteranlage besteht aus vier kegelförmigen Behältern mit jeweils 14.500 m<sup>3</sup> Rauminhalt (Bild 1). Die 35 m hohen Behälter sind halbkreisförmig angeordnet mit einem Treppenturm und untergeschossigen Betriebsräumen in der Mitte. Die Anordnung der Betriebsanlagen in Untergeschossen ist zu einem großen Teil technisch begründet und nutzt das vorhandene Geländeprofil. Außerdem kann dadurch die Fläche zwischen den Behältern von Bauwerken freigehalten werden. So wird die Geometrie der Behälter nicht gestört und in Verbindung mit der halbkreisförmigen

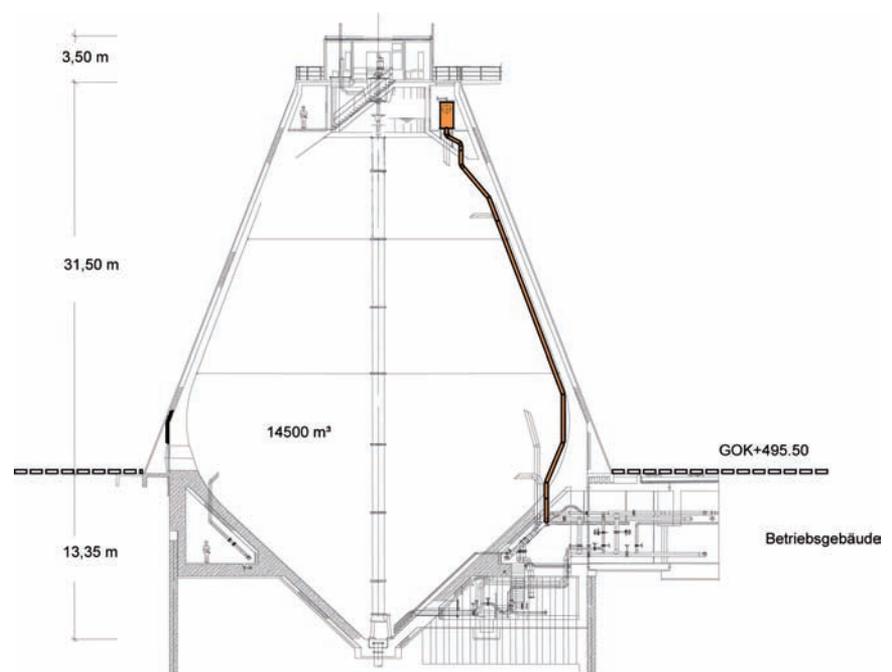


Bild 1. Schnitt durch einen Faulbehälter  
Fig. 1. Cross section of a digester



Bild 2. Faulbehälteranlage mit unterirdischem Betriebsgebäude (Modell 1 : 100, Foto: Richie Müller)

Fig. 2. Digester facility with subterranean plant (model 1:100)

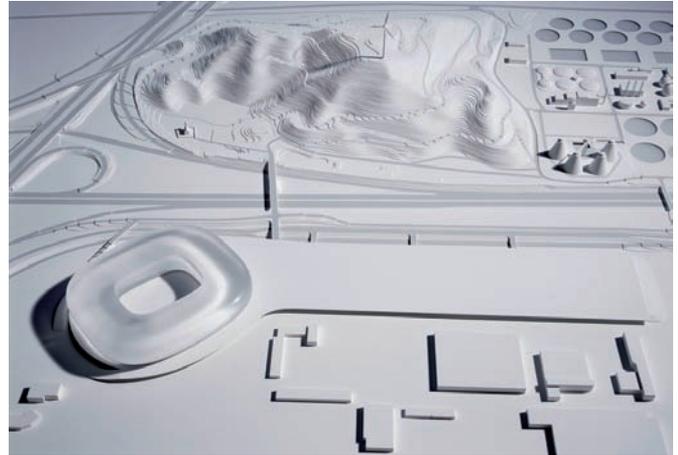


Bild 3. Landschaftsmodell 1 : 1000 (Foto: Richie Müller)

Fig. 3. Landscape model 1:1000

Anordnung die Entstehung einer monumentalen Baumasse vermieden. Die Spannbetonbehälter werden mit Aluminiumpaneelen verkleidet (Bild 2). Das Architekturbüro Ackermann und Partner greift in seinem Entwurf für die neue Anlage die Architektur des zweiten Münchener Klärwerks Gut Marienhof auf, die mit verschiedenen Architekturpreisen ausgezeichnet worden ist.

Das Klärwerk Gut Großlappen befindet sich im Münchner Stadtbezirk Freimann im südöstlichen Quadranten des Autobahnkreuzes München Nord. Die Flächen des Klärwerkes sind weitgehend mit abwassertechnischen Anlagen belegt. Für den Neubau der Faulbehälteranlage steht nur der nordwestliche Bereich des Werksgeländes direkt östlich der Autobahn A9 zur Verfügung. Nach Vergleich verschiedener Varianten für den konkreten Standort der Anlage in diesem Bereich wurde aus technischen und städtebaulichen Gründen die Fläche unmittelbar an der westlichen Klärwerksgrenze festgelegt mit Ausrichtung des zum Klärwerk geöffneten Behälterhalbkreises parallel zur Autobahn (Bild 3, Blick Richtung Osten). Dieser Standort bietet den größten Freiheitsgrad für Erneuerungen oder Erweiterungen von Anlagen des Klärwerkes auf der östlich davon verbleibenden Fläche. Die Faulbehälteranlage soll mit ihrer anspruchsvollen Industriearchitektur direkt neben der Autobahn den hohen technischen Standard der Abwasserreinigung im Klärwerk Gut Großlappen in das öffentliche Bewusstsein rücken und in ihrem qualitätsvollen Erscheinungsbild ein Symbol der Stadt für eine saubere Umwelt sein.

## 2 Städtebauliche Kontroverse

Die Entwurfsplanung für die Faulbehälteranlage ist bereits im Herbst 2001 abgeschlossen worden. In dieser Zeit ist auch die Entscheidung gefallen, im südwestlichen Quadranten des Autobahnkreuzes München Nord ein Fußballstadion zu bauen. Die Überlegungen für oder gegen eine neue Fußballarena in München und die Suche nach einem geeigneten Standort wurden von der Öffentlichkeit mit großer Aufmerksamkeit begleitet. Durch diese Standortentscheidung verändert sich die städtebauliche Wahrnehmung und Bedeutung des Gebietes um das Autobahnkreuz München Nord, in dem seit Jahrzehnten große Entsorgungseinrichtungen gewachsen sind, erheblich. So steht die neue Faulbehälteranlage in rund 700 m Entfernung vom neuen Fußballstadion. Diese

besondere städtebauliche Situation führte nun dazu, dass im Zuge des Baugenehmigungsverfahrens für die Faulbehälteranlage planungsrechtliche Bedenken erhoben wurden. Die Baugenehmigungsbehörde sah Schwierigkeiten in der Koexistenz dieser zwei individuell dominierenden Bauwerke, die in Sichtbeziehung exponiert an der Autobahn gelegen, die Stadteinfahrt besonders prägen werden. Der Antrag auf Genehmigung des Neubaus einer Faulbehälteranlage wurde zunächst für nicht genehmigungsfähig erklärt. Die Baugenehmigungsbehörde sah eine Situierung der Faulbehälter in deutlicher Entfernung von der Autobahn als erforderlich an und verlangte eine Überprüfung der Standortfrage.

Die Münchner Stadtentwässerung MSE hat daraufhin Modelle und Unterlagen erstellen lassen, die eine umfassende Beurteilung der städtebaulichen Wirkung der geplanten Faulbehälteranlage ermöglichen. Es wurde ein Landschaftsmodell gebaut (Bild 3), in dem das Klärwerk Gut Großlappen, das Autobahnkreuz München Nord und die geplante Fußballarena dargestellt sind. Sichtachsen und Luftperspektiven aus unterschiedlichen Himmelsrichtungen wurden mit verschiedenen Standortvarianten der Faulbehälteranlage visualisiert und Fotomontagen für ausgewählte Blickperspektiven hergestellt.

Die Frage nach dem richtigen Standort der Faulbehälteranlage wurde nun eingehend untersucht und in verschiedenen Präsentationen erörtert. Schlussendlich wurde die eingereichte Planung von der Kommission für Stadtgestaltung unter Vorsitz des Münchener Oberbürgermeisters Christian Ude bestätigt. Die Kommission betonte, dass die Faulbehälteranlage mit ihrer elegant modernen Architektur nicht halb versteckt werden darf, sondern selbstbewusst positioniert das hohe technologische Niveau der Münchener Abwasserreinigung nach außen sichtbar machen soll. Faulbehälter und Stadion setzen an der nördlichen Münchener Stadteinfahrt mit ihren hervorragenden Architekturen besondere städtebauliche Akzente. Die beiden Bauwerke stehen nicht in Konkurrenz, sondern verbinden sich mit dem Windrad auf dem Fröttmaninger Berg zu einem spannungsvollen Ensemble. Mit dieser Empfehlung der Kommission für Stadtgestaltung kam ein für Projekte der Abwasserwirtschaft eher ungewöhnlicher Vorgang zu einem positiven Abschluss. Diese städtebauliche Kontroverse wurde auch von der Presse aufgegriffen und bot der MSE eine hervorragende Gelegenheit,

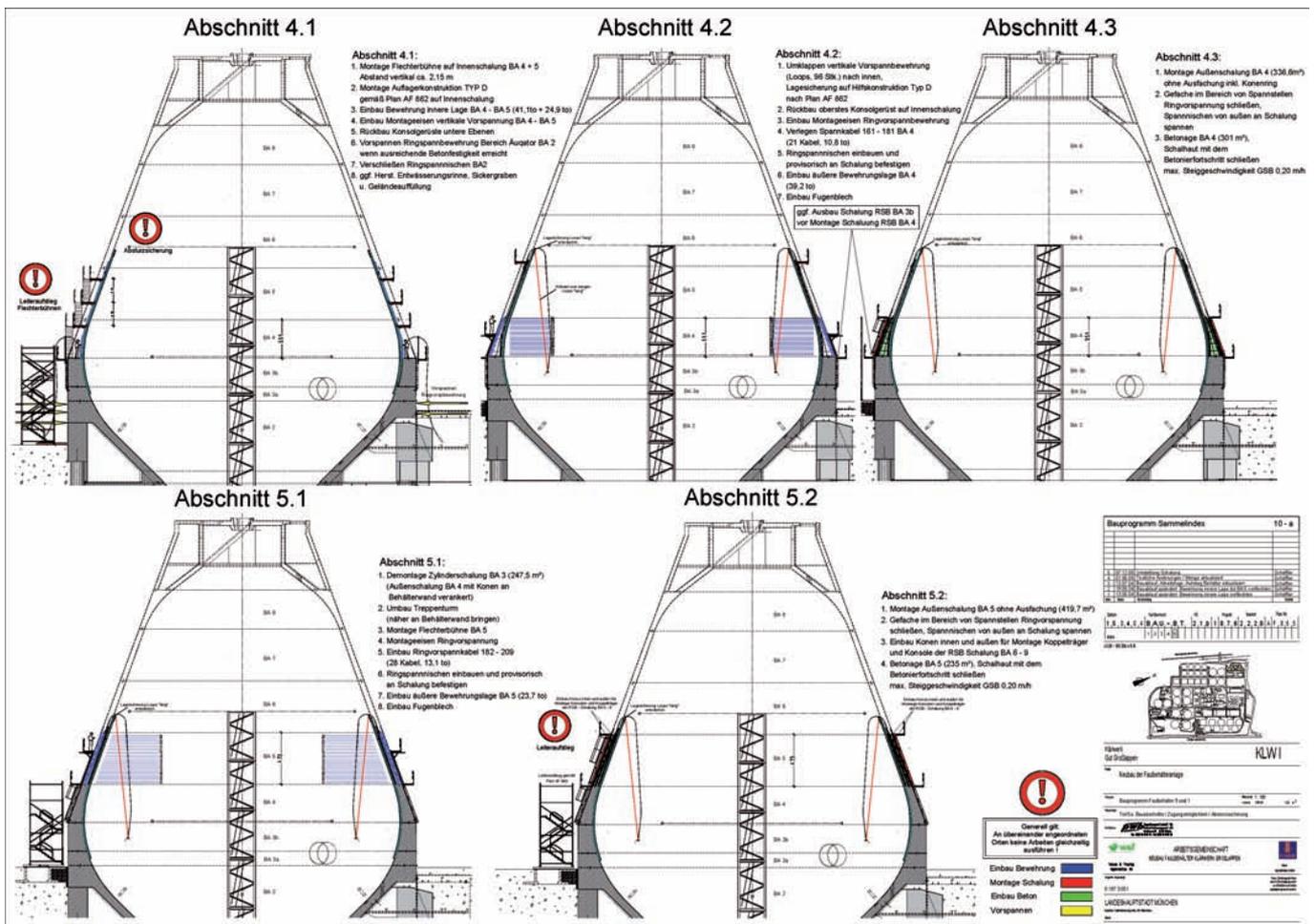


Bild 4. Bauphasenplan (erstellt durch die Ingenieurgesellschaft pwb)  
Fig. 4. Plan of construction phases (made by the Ingenieurgesellschaft pwb)

Tabelle 1. Übersicht zu den Arbeitsschritten in Bild 4  
Table 1. Overview of the work steps in figure 4

Abschnitt	Arbeitsvorgänge
4.1	Verlegen der inneren Bewehrungslagen über zwei Bauabschnitte
4.2	Umklappen der Vertikalspannglieder zur Behälterinnenseite Verlegen der horizontalen Vorspannung Verlegen der äußeren Bewehrungslagen
4.3	Montage der Außenschalung Betonage des Bauabschnittes
5.1	Verlegen der horizontalen Vorspannung Verlegen der äußeren Bewehrungslagen
5.2	Montage der Außenschalung Betonage des Bauabschnittes

rund 3.700 m<sup>3</sup> Beton, davon 1.300 m<sup>3</sup> selbstverdichtender Beton (SVB), 800 Tonnen Betonstahl, sowie 160 Tonnen Spannstahl erforderlich. Die gestellte Aufgabe erwies sich als eine ingenieurmäßig anspruchsvolle Herausforderung.

#### 4 Logistik und Baubetrieb:

Nach dem Baubeginn im Mai 2005 liefen die Spezialtiefbauarbeiten im Bereich der Faulbehälter sowie die Rohbauarbeiten für Installationskanal und Betriebsgebäude termingerecht ab. Auch die statische Berechnung für die Faulbehälter war bereits annähernd fertig gestellt.

die Komplexität ihrer Arbeit und ihre Leistungen für den Umweltschutz in das Licht der Öffentlichkeit zu stellen. Erst nach dieser unerwarteten Verzögerung konnte das Projekt mit der Ausführungsplanung fortgeführt werden.

### 3 Umfang des Bauvorhabens

Am 27.05.2005 wurde der Arbeitsgemeinschaft (ARGE) Kläranlage Gut Großblappen – Wayss & Freytag Ingenieurbau AG und Bauer Spezialtiefbau GmbH der Auftrag über die Rohbauarbeiten für den Neubau der Faulbehälteranlage erteilt. Die Auftragserteilung durch die MSE erfolgte unter Einbeziehung von zwei Nebenangeboten der ARGE. Zum einen handelte es sich um einen Teilsondervorschlag über eine geänderte Ausführung der Bohrpfahlgründung in Verbindung mit einer optimierten geometrischen Ausbildung der Gründung und des Trichterbereiches der Faulbehälter. Zum anderen um einen Teilsondervorschlag über Planung und Statik der gesamten Faulbehälter mit überarbeiteter Spannstahlführung und der Verwendung einer Spannbewehrung ohne Verbund.

#### Kennzahlen eines Faulbehälters

Die Höhe eines Faulbehälters beträgt von der Spitze der unteren Trichterspitz bis zum Deckel 45 m. Davon liegen 32 m des Rohbaus über dem umgebenden Gelände. An der breitesten Stelle des Behälters beträgt der Durchmesser des Bauwerkes D = 33 m. Für die Erstellung eines Behälters waren



Bild 5. Betonierarbeiten im Schichtbetrieb (Foto: P.-M. Hübner)  
Fig. 5. Placing the concrete in shift operation

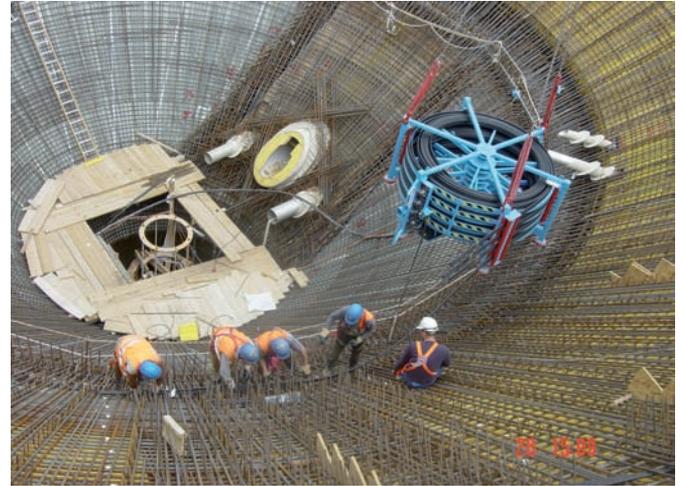


Bild 6. Verlegen der horizontalen Spannglieder mit Hilfe des Abrollers  
Fig. 6. Laying the cables of horizontal prestressing by using the unwinder

#### 4.1 Arbeitsvorbereitung

Im Zuge der Ausführungsplanung entstanden anhand der vorliegenden Bewehrungs- und Spannstahlverteilung Fragestellungen zur baubetrieblichen Umsetzung. Die dichte Bewehrungsführung, vor allem im unteren Bereich des Behälters erforderte ein Überdenken und eine Umstellung des gesamten logistischen Bauablaufes und des Betonierkonzeptes.

Sämtliche baubetrieblichen Randbedingungen mussten definiert werden und hieraus die dafür erforderlichen Baumethoden abgeleitet werden. Bei jedem Bauabschnitt waren die Anforderungen an das Schalungssystem mit Bewehrungslogistik zu berücksichtigen. Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt war die Erfassung aller möglichen Sicherheitsgefährdungen und die Planung sicherheitsrelevanter Maßnahmen zum Arbeitsschutz. Anhand von Bauphasenplänen wurden die verschiedenen Arbeitsschritte detailliert dargestellt und konnten somit umfassend betrachtet und geprüft werden. **Bild 4** zeigt exemplarisch einen Bauphasenplan über die erforderlichen Arbeitsschritte (**Tabelle 1**) zur Erstellung zweier Bauabschnitte im oberen Behälterbereich.

#### 4.2 Terminplanung

In Zusammenarbeit mit der örtlichen Bauleitung sowie den beteiligten Schalungs- und Bewehrungsfirmen wurde ein detailliertes Arbeitskonzept erarbeitet, welches Grundlage sowohl für die Terminplanung, die Detailplanungen, die Arbeitssicherheit und auch für die Ausführung wurde. Dem Terminplan lag zu Beginn ein Konzept zugrunde, das den gleichzeitigen, zeitversetzten Bau von zwei Faulbehältern vorsah. Durch Verzögerungen im Bauablauf wurden Beschleunigungsmaßnahmen durchgeführt (**Bild 5**), die letztendlich ein paralleles Arbeiten an bis zu vier Faulbehältern vorsahen.

Zur Umsetzung der hieraus resultierenden komplexen Arbeitsabfolgen wurde eine Terminplanung angestrebt, die unter Berücksichtigung u.a. der Personal- und Materialressourcen, die Abfolge der Schalungs-, Bewehrungs-, Spannstahl- und Betonarbeiten „just in time“ erfasst. Auftretende Einflüsse, ob technisch-, witterungs- oder personalbedingt, wurden dadurch berücksichtigt und die Auswirkungen

auf den geplanten Fertigstellungstermin dargestellt. Die terminlichen Auswirkungen von Gegenmaßnahmen mussten unmittelbar erkennbar sein. Hierfür wurde die Stelle eines zusätzlichen Terminplaners auf der Baustelle eingerichtet. Dies trug entscheidend dazu bei, Schlüsselleistungen, Engpässe und kritische Bauabläufe mit dem erforderlichen zeitlichen Vorlauf zu erkennen, um möglichen Hindernissen im Bauablauf gezielt entgegensteuern zu können.

### 5 Ausführung

#### 5.1 Bewehrungsarbeiten

Die Bewehrungsarbeiten im unteren Bereich des Faulbehälters waren durch zwei Besonderheiten geprägt:

1. In der Trichterspitze und im Kegel musste Schlaff- und Spannstahl über drei Bauabschnitte gleichzeitig eingebaut und räumlich gekrümmt, lagegenau verlegt werden. Die erarbeiteten Konzepte mittels Raumgerüst oder mobilem Montageturm mit Ausleger erwiesen sich als nicht zielführend. In Zusammenarbeit mit den Bewehrungsfirmen, dem Spannstahlverleger, den Sicherheitsorganen von W&F sowie gemeinsam mit beratender Unterstützung der Bau-Berufsgenossenschaft und dem Gewerbeaufsichtsamt (GAA) wurde ein Einbau der Bewehrung im Trichter ohne Innengerüste festgelegt. Auch hier kam den Sicherheitsanforderungen eine besondere Bedeutung zu. Ein Verlegekonzept wurde erarbeitet. Für die Verlegung der Ringspannglieder wurde ein spezieller Abroller (**Bild 6**) entwickelt, der den gleichzeitigen Einbau von bis zu vier Spanngliedern ermöglichte. Die Abfolge und Durchführung der Arbeiten wurde an 1:1 Modellen optimiert und trainiert.
2. Die zweite Besonderheit lag in der hohen Bewehrungsdichte der Kegelwand. Bei einer Bauteilstärke von 70 cm waren pro m<sup>2</sup> Stellschalung bis zu 450 kg Bewehrung (Schlaff und Spannstahl) lagegenau und lagestabil einzubauen. Auf Grund der geforderten Einbautoleranzen wurde jede Bewehrungslage und jedes Spannglied eingemessen und im Zuge der Qualitätssicherung unmittelbar nach dem Einbau vermessungstechnisch überprüft und ggf. korrigiert. Eine enge Terminabstimmung ermöglichte hier ein kontinuierliches effizientes Arbeiten.

## 5.2 Schalung

Die zu verwendende Schalung hatte folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Zur Gewährleistung der Wasserundurchlässigkeit durfte keine Durchankerung bzw. keine Verbindung zwischen Innen- und Außenschale erfolgen.
- Die Betonierbarkeit durch Öffnungen oder paralleles Schließen im Betoniervorlauf musste gewährleistet sein
- Asymmetrische Belastungen während der Betonage, z.B. durch geringe Unterschiede in der Einbauhöhe des Frischbetons waren zu berücksichtigen.

Die stählernen Haupttragglieder der einzelnen Schalungen bestanden aus Zugringen bei den Außenschalungen und Druckringen bei den Innenschalungen. Verbunden werden die Ringe durch Vertikalträger (Spanten), welche den Betonierdruck durch zwischen den Spanten eingekeilte Schaltafeln erhielten und diesen an die Ringe weitergaben.

Zur Erstellung der Behälterspitze diente die trichterförmig ausgehobene Baugrube als Außenschalung. Innenseitig wurden die Segmente der Schalung eingehoben und im Trichter verschraubt. Die auf die Schalung wirkenden Auftriebskräfte wurden über horizontale Ebenen (**Bild 7**) aufgenommen. Die Ebenen waren über Zugstangen an die vorab betonierete Platte der Trichterspitze rückverankert.

Bei der Innenschalung des oberen Kegelstumpfes wurden mehrere Bauabschnitte zu zwei eigenständigen Tragwerken zusammengefasst. Die Aussteifung des Tragskeletts erfolgte durch Aussteifungsebenen und schräge Seilabspannungen. An den Vertikalträgern der Innenschalung konnten Arbeitsbühnen fixiert werden, um die entsprechenden Bauabschnitte bewehren zu können. Der jeweilige Bauabschnitt wurde nach der Verlegung der äußeren Bewehrungslagen mit der Außenschalung geschlossen. An den Vertikalträgern der Außenschalungen wurden nun die Arbeitsebenen für die Betonage der Bauabschnitte befestigt.

## 5.3 Betoneigenschaften

Komplizierte Bauteilgeometrien und gleichzeitig eine hohe Bewehrungsdichte führen dazu, dass bei Einsatz konventioneller Rüttelbetone, auch bei sorgfältigem Einbau und hoher Fließfähigkeit, Hohlstellen oder Kiesnester im Bauteil auftreten. Somit war es notwendig, für die Trichter einen selbstverdichtenden Beton (SVB) zum Einsatz zu bringen. Das Technical Department der Wayss & Freytag Ingenieurbau AG entwickelte eine neue SVB-Rezeptur, die den speziellen Anforderungen dieser Baumaßnahme Rechnung trug:

- Gute Fließeigenschaften bei ausreichend langer Verarbeitungszeit von ca. zwei Stunden
- Rasches Ansteifen nach dem Einbau
- Begrenzung der Hydratationswärmeentwicklung im Bauteil auf maximal 60°C
- Keine verbleibende Schaumbildung an der Oberfläche der Schüttagungen

## 5.4 Qualitätssicherung während der Ausführung

Trotz der hervorragenden Eigenschaften des SV-Betons waren für den Einbau und Verarbeitung besondere Randbedingungen zu beachten. Für die Betonage mit selbstverdichtendem Beton ist es erforderlich, spezielle, detaillierte Qualitätssicherungsmaßnahmen zu treffen:



**Bild 7. Betonage des ersten Bauabschnittes**

Fig. 7. Placing the concrete of the first stage of construction

### 5.4.1 Berücksichtigung der Witterungsverhältnisse während der Betonagen

Feuchtigkeits- und Temperaturänderungen haben auf die Frischbetoneigenschaften der SV-Betone erhebliche Auswirkungen. Für die bis zu 80 Stunden dauernden Betonagen wurden die regionalen Wettervorhersagen ausgewertet um günstige Betonierfenster festzulegen. Für unvorhergesehene größere Niederschläge, starke Sonneneinstrahlungen oder niedrige Außentemperaturen wurde eine textile Abdeckung entwickelt, die auch den Anforderungen der Betonierabfolge gerecht wurde. Zur Vermeidung der „Elefantenhaut“ (Austrocknung der luftseitigen Betonoberfläche) auf den einzelnen Schüttagungen kamen, bei hohen Lufttemperaturen und windigem Wetter, Geräte zur Vernebelung von Wasser zum Einsatz.

### 5.4.2 Überwachung der Betontemperatur

Die Einbautemperatur des Frischbetons wurde über das ganze Jahr zwischen 15° und 18° C eingestellt. In die Betonierabschnitte wurden über den Umfang, die Bauteiltiefe und die Abschnittshöhe verteilt, zusätzliche Temperaturmesssonden eingebaut, die Messergebnisse mittels Temperaturlogger zentral erfasst und betonierbegleitend ausgewertet. Über diese Messwertgeber wurden gleichzeitig die Temperaturen in Klimakisten gesteuert, in denen die Frischbeton-Probewürfel gelagert wurden. Über die Temperaturentwicklung der Betonagen zusammen mit den Druckfestigkeitsprüfungen der Probewürfel, konnten Rückschlüsse über das Ansteifverhalten und die Frühfestigkeiten des Betons im Bauteil gemacht werden. Bei auftretenden Unregelmäßigkeiten konnten die Betonlabors unmittelbar gegensteuern. Die exakte Kenntnis der Betonfrühfestigkeiten während der Betonagen erlaubte es, die Schalung in kritischen Bereichen im abbindenden Beton selbst mit Kurzankeuern zusätzlich zu sichern.

### 5.4.3 Betonagebegleitende Verformungs- und Druckmessungen an der Schalung

Für den ersten Betonierabschnitt im Trichter wurden an den Zugstangen, welche die Schalung gegen Auftrieb sichern, je drei Ankerkraftmessgeber vorgesehen. Somit konnten Hebungen der Schalung durch den Betondruck kontrolliert werden. Die Lagehaltigkeit der Trichterspitze wurde zusätzlich mittels Laserstrahl und Zieltafel kontrolliert.

Im Zuge aller Betonagen im Trichter wurden die Ergebnisse von Druckmesssonden zwischen Schalung und Beton laufend ausgewertet. Der Verwertbarkeit der Ergebnisse kam, vermutlich auf Grund des „weichen“ nicht durchgeankerten Schalungssystems, nur eine untergeordnete Bedeutung zu. Die manuelle Messung der Raumdiagonalen der Schalung des zweiten Bauabschnittes während der Betonagen erwies sich auf Grund der Behälterdurchmesser von über 30 m als zu ungenau und fehleranfällig. Mit Hilfe der Vermessungstechnik wurde ein automatisches Monitoring entwickelt und aufgebaut, das kontinuierlich die Relativbewegungen definierter Schalungspunkte aufzeichnete sowie optisch und akustisch Überschreitungen einzelner Grenzwerte anzeigte. Die kontinuierliche räumliche Vermessung der Schalung zeigte sich als unverzichtbares Instrument der Qualitätssicherung.

### 5.4.4 Arbeits- und Betonieranweisungen

Für die Betonagen, die in Schraubenlinien über den Behälterumfang erfolgten, wurde ein detaillierter Arbeitsablauf festgelegt:

- Betonsteiggeschwindigkeit in der Stunde
- Umlaufgeschwindigkeit für einen Betonerring
- Maximale Höhe der einzelnen Schüttlagen
- Maximale Höhe der Schüttkegel an der Betoneinbringstelle
- Abstand der einzelnen Betoneinbringstellen
- Maximaler Verschwenkungsbereich der Betoneinbaustellen bei Betonagen mit mehreren Betonpumpen.

Nach Abschluss der einzelnen Betonierabschnitte wurde die Betonoberfläche mit 5 cm Wasser überstaut. Die Rissbildung an der Betonoberfläche wurde hierdurch minimiert.

## 6 Erfahrungen und Ausblick

Im Klärwerk Gut Großlappen wurde durch das gemeinsame Engagement von Bauherr, Planer, Baufirmen mit ihren Stabsstellen und Beratern ein anspruchsvolles Bauvorhaben verwirklicht. Gemeinsam wurden technische Lösungsmöglichkeiten entwickelt um grundsätzlich eine Baubarkeit der Behälter ermöglichen zu können. Durch das Zusammenwirken aller Beteiligten konnte hier ein ungewöhnlicher Weg gefunden werden, der trotz der schwierigen technischen, geometrischen und terminlichen Anforderungen ein sicheres Arbeiten ermöglichte. Besonders hervorzuheben ist, dass die Arbeiten ohne schwere Unfälle durchgeführt werden konnten.



Bild 8. Faulbehälteranlage im Oktober 2007 (Foto: P.-M. Hübner)  
Fig. 8. digester facility in october 2007

Die in der Zwischenzeit abgeschlossenen Prüfungen auf Gas- und Wasserdichtigkeit der Behälter zeigen den Erfolg der Baumaßnahme. Aktuell laufen nach Abschluss aller betriebs- und elektrotechnischen Montagen die Funktionsprüfungen aller einzelnen Anlagenteile. Anschliessend erfolgt die Inbetriebnahme mit Klärschlamm ab Frühjahr 2008. Schon jetzt lässt sich – auch anhand eines großen Besucherinteresses – feststellen, dass die Faulbehälteranlage von der Öffentlichkeit sehr positiv wahrgenommen wird. Das gewollt qualitätsvolle Erscheinungsbild (Bild 8) wurde uneingeschränkt erreicht.

### Projektbeteiligte

Bauherr:	Münchner Stadtentwässerung
Objektplanung und Tragwerksplanung (Amtsvorschlag):	Planungsgemeinschaft: GKE, Bochum; OBERMEYER Planen und Beraten, München; Ackermann und Partner, München
Tragwerksplanung (Sondervorschlag):	Peter Jäger Bauingenieure AG, Basel (CH)
Umarbeitung	
Baulogistikkonzept und Terminplanung:	Prof. Weiß und Bisani Ingenieurgesellschaft, München
Bauausführung:	ARGE Neubau Faulbehälter Klärwerk Großlappen Wayss & Freytag / Bauer Spezialtiefbau
Prüfingenieur:	Univ. Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. K. Zilch