THESES

Architektur

Barbara Berger

Der Gasbehälter als Bautypus

TUM.University Press

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über https://portal.dnb.de abrufbar.

IMPRESSUM

1. Auflage
Copyright © 2019 der vorliegenden Ausgabe: TUM.University Press
Copyright © 2019 Barbara Berger
Alle Rechte vorbehalten

Förderung der Forschung durch:
Deutsches Studienzentrum Venedig
(Forschungsstipendium. Zeitraum: 08/2013 – 02/2014; 12/2014)
Deutsches Historisches Institut, London
(Forschungsstipendium. Zeitraum: 10 – 12/2015)
Laura-Bassi-Preis, Technische Universität München
(Promotionsförderung in der Abschlussphase. Zeitraum: 01 – 12/2016)

Die Autorin hat sich bis Produktionsschluss intensiv bemüht, alle Inhaber von Abbildungsrechten ausfindig zu machen. Personen und Institutionen, die möglicherweise nicht erreicht wurden und Rechte an verwendeten Abbildungen beanspruchen, werden gebeten, sich nachträglich an den Verlag zu wenden.

Gedruckt mit Unterstützung von:
Werner Konrad Marschall und Dr.-Ing. Horst Karl Marschall Stiftung,
Fakultät für Architektur, Technische Universität München

Layout und Gestaltung: Barbara Berger
Layoutrichtlinien der Umschlaggestaltung: Designbuero Josef Grillmeier Munich
Umschlaggestaltung: Caroline Ennemoser
Umschlagabbildung: Barbara Berger, Gasbehälter in Hornsey, UK mit trianguliertem
Führungsgerüst nach Samuel Cutler & Sons aus Millwall, London.
Abbildung S. 6 – 7: Barbara Berger, Gasbehälter in Kennington, London, UK mit zweifach aufgekreuztem
Führungsgerüst nach Frank Livesey, London.
Druck und Einband: Druckerei Joh. Walch GmbH & Co KG.

TUM.University Press
Verlag der Technischen Universität München
Arcisstraße 21
80333 München

ISBN: 978-3-95884-022-5
DOI der digitalen Ausgabe: 10.14459/2018md1416492

www.tum.de

DANKSAGUNG 28

ABKÜRZUNGEN 34

EINHEITEN 36

EISENWERKSTOFFE 36

DEFINITIONEN 37

A. EINFÜHRUNG 41

A.1. Dem Leser zum Geleit 42

A.2. Desiderat 44

A.3. Inhaltliche, zeitliche und geographische Eingrenzung 45

A.4. Forschungsstand 47

A.5. Methode 52

A.6. Aufbau 54

B. ENTSTEHUNGSGESCHICHTE 57

EINFÜHRUNG 59

B.1. Definition des Gasbehälters 60

B.2. Entwicklung erster Gasbehälterformen in der Chemie 64

1. Einführung des Gas-Begriffes und erste Apparaturen zur Untersuchung von Stoffen 64
2. Appareil de soufflet hydrostatique – Die Urform des Gasbehälters 67

B.3. Gaslicht 70

1. Gasherstellung 70
2. Die öffentliche Gasbeleuchtung 73

B.4. Funktionsweise der ersten Gasbehälter 76

1. Hydraulische Abdichtungstechnik 76
   1.1. Funktionsweise bei Glockengasbehältern 76
   1.2. Funktionsweise bei Teleskopgasbehältern 77
2. Betriebsdruck 78

B.5. London – Schauplatz der ersten Gasbeleuchtung, des ersten Gaswerks und der ersten Gasbehälter 80

1. Murdock und Winzer – Erste Wegbereiter 81
2. Samuel Clegg – Der erste „Gas-Ingenieur“ 83
   2.1. Apparatur zur Beleuchtung der Buchhandlung Ackermann 83
   2.2. Planung und Bau des Gaswerks zu Westminster 84
   2.3. Rotierender Gasbehälter 87
   2.4. Faltgasbehälter 88
   2.5. Entwicklung des Gaswerks bis 1840 90
3. Zusammenfassung – London 91

B.6. Zusammenfassung – Entstehungsgeschichte 92

C. BAUKONSTRUKTIONSGESCHICHTE 95

EINFÜHRUNG 97

C.1. Grundlagen 98

C.1.1. ALLGEMEINE KATEGORISIERUNG UND NOMENKLATUR 100
1. Allgemeine Nomenklatur 100
2. Kategorisierung des Gesamtbauwerks 102

C.1.2. MATERIALWAHL – Das Eisen und seine Fügetechnik 106
1. Eisen als Werkstoff 106
2. Bauteile 107
1.2. Gusseisen 110
1.2. Schmiedeeisen 112
3. Fügetechnik 114
2.1. Der Niet 114
2.2. Die Schraube 115
4. Zusammenfassung Eisen 116

C.2. Hydraulischer Gasbehälter 118

C.2.1. EINLEITUNG 119
Kapitelübersicht und allgemeine Nomenklatur 120

C.2.2. HUBTEIL 122
1. Überblick und Kategorisierung des Hubteils 124
2. Anforderungen 129
3. Nutzvolumen und Proportion eines Hubteils 130
4. Flachdach und Kuppeldach 131
4.1. Bauteilspezifische Anforderungen 131
4.2. Flachdach 132
4.3. Kuppeldach mit Unterspannung 134
4.3.1. Einfache Unterspannung 135
4.3.2. Doppelte Unterspannung 135
4.3.3. Sonderform: Aufgelöste Unterspannung – Fachwerkträger 138
4.3.4. Zusammenfassung – Kuppeldach, unterspannt 139
4.4. Kuppeldach, binderlos 140
4.4.1. Gebaute Beispiele 140
4.4.2. Stützkonstruktion 142
4.4.3. Zusammenfassung – Kuppeldach, binderlos 144
4.5. Kuppeldach, gerippt 146
4.6. EXKURS: Stabwerkkuppel 148
4.6.1. Entstehung: Als Kuppel für Gasbehältergebäude 148
4.6.2. Als Kuppel für Hubteile 150
4.6.3. Zusammenfassung – Stabwerkkuppel 152

4.7. Kuppelblech 153
4.8. Eckringträger: Anschluss von Kuppel und Mantel 154
4.9. Zusammenfassung – Flach- und Kuppeldach 158
5. Mantel 160
5.1. Ringträger und diagonale Stäbe 161
5.2. Mantelständer 162
5.3. Unterer Mantelabschluss 166
5.4. Klammern 166
5.5. Mantelblech 167
5.6. Zusammenfassung – Mantel 169
6. Teleskopierung 170
6.1. Erste Entwürfe 170
6.1.1. Doppelter Gasbehälter (Stratton) 170
6.1.2. Gazomètre a Lunette (Tait) 171
6.2. Standardform 172
6.2.1. Bau des ersten Teleskopgasbehälters 172
6.2.2. Etablierung und Weiterentwicklung 173
6.2.3. Zusammenfassung – Standardform 175
6.3. Hak- und Schöpftassen 176
6.3.1. Rechteckige Tassen 176
6.3.2. Halbkreisförmige Tassen (Piggott) 177
6.3.3. Zusammenfassung – Tassen 178
6.4. Schienen und Rollen 180
6.4.1. Stäbe und Ösen 180
6.4.2. Schienen und Rollen – Gerüst- und Beckenrollen 181
6.4.3. Schienen und Rollen – Mantelrollen 186
6.4.4. Zusammenfassung – Schienen und Rollen 188
6.5. Zusammenfassung – Teleskopierung 189
7. Fliegende Hubteile 190
7.1. Fliegende Hubteile mit Kurzsäulen 191
7.2. Fliegende Hubteile ohne unterstützender Führungstechnik 192
7.3. Fliegende Hubteile – Seil-geführt 195
7.4. Fliegende Hubteile – Spiral-geführt 198
7.5. Zusammenfassung – Fliegende Hubteile 200
8. Sonderformen 202
9. Chronologie zur Baukonstruktionsgeschichte des Hubteils 204

C.2.3. FÜHRUNGSGERÜST 206
1. Überblick und Kategorisierung des Führungsgerüsts 208
2. Anforderungen 214
3. Entstehung 215
3.1 Rahmenkonstruktionen für Gegengewichte 215
3.2. Zentrales Führungsrohr 216
4. Aufbau 218
4.1. Vertikale Bauteile 218
4.1.1. Säulen 218
4.1.2. Stützen 220
4.2. Horizontale Bauteile 222

4.3. Diagonale Bauteile 224
4.3.1. Liegender Verband nach Paddon 224
4.3.2. Vertikaler Verband 226
4.4. Anschlussdetails 228
4.4.1. Trägeranschluss 228
4.4.2. Anschluss des vertikalen Verbands 229
4.4.3. Durchlaufender Trägerkranz 230
5. Stützengerüst 232
5.1. Holzstützen 232
5.2. Gusseiserne Säulen 232
5.3. Dreibein-Stützen aus Gusseisen 233
5.4. Zusammenfassung – Stützengerüst 235
6. Rahmengerüst 236
6.1. Rahmengerüste für einhübige Gasbehälter – Einfache Ordnung 236
6.1.1. Rahmengerüste mit Säulen 236
6.1.2. Rahmengerüste mit Stützen 241
6.2. Rahmengerüste für mehrhübige Gasbehälter 242
6.2.1. Eingeschossige Rahmengerüste – Hochordnung 242
6.2.2. Mehrgeschossige Rahmengerüste – Mit Säulen 246
6.2.3. Mehrgeschossige Rahmengerüste – Mit Stützen 252
6.3. Zusammenfassung – Rahmengerüst 258
7. Verbandgerüst 260
7.1. Verbandgerüste mit einfacher Auskreuzung 260
7.1.1. Verbandgerüste mit gusseisernen Säulen 260
7.1.2. Verbandgerüste mit gusseisernen Stützen 264
7.1.3. Verbandgerüste mit genieteten Stützen 266
7.2. Verbandgerüste mit zweifacher Auskreuzung 272
7.3. Sonderformen 278
7.3.1. Verbandgerüste mit dreifacher Auskreuzung 278
7.3.2. Verbandgerüst mit netzförmiger Ausfachung 279
7.4. Trianguliertes Verbandgerüst nach Cutler 280
7.5. Aufgelöste Verbandgerüste 284
7.6. EXKURS: Verbandgerüste aus Deutschland 286
7.6.1. Sternförmiges Verbandgerüst mit Hubteilführung in Feldmitte – Klönne 286
7.6.2. Rautenförmiges Verbandgerüst – MAN 288
7.7. Zusammenfassung – Verbandgerüst 290
8. Chronologie zur Baukonstruktionsgeschichte des Führungsgerüsts 293

C.2.4. WASSERBECKEN 296
1. Überblick und Kategorisierung des Wasserbeckens 298
2. Anforderungen 301
3. Positionierung 302
4. Beckenformen 305
4.1. Flachbodenbecken 305
4.1.1. Holzfässer und -bottiche 305

4.1.2. Aus Gusseisen 306
4.1.3. Als genietete Blechkonstruktion 310
4.1.4. Aus Mauerwerk 314
4.1.5. Zusammenfassung – Flachbodenbecken 319
4.2. Kegelstumpfbecken 320
4.2.1. Kegelstumpf 320
4.2.2. Das erste Betonbecken – mit Kegelstumpf 322
4.2.3. Zusammenfassung – Kegelstumpfbecken 325
4.3. Kugelbodenbecken 326
4.3.1. In Massivbauweise 326
4.3.2. EXKURS: Als genietete Blechkonstruktion (Intze-Becken) 328
4.3.3. Zusammenfassung – Kugelbodenbecken 331
4.4. Ringbecken 332
4.4.1. Teilweise versenkte Ringbecken 332
4.4.2. Vollständig versenkte Ringbecken 334
4.4.3. EXKURS: Freistehende Ringbecken aus Deutschland 335
4.4.4. Zusammenfassung – Ringbecken 336
4.5. EXKURS: Wölbmantelbecken 338
4.5.1. Erfindung – Gewölbter Kreiszylinder 339
4.5.2. Standardmodell – Tropfenform 339
4.5.3. Sonderformen 343
4.5.4. Zusammenfassung – Wölbmantelbecken 345
5. Chronologie zur Baukonstruktionsgeschichte des Wasserbeckens 346

C.2.5. GASBEHÄLTERGEBÄUDE 348
1. Entstehung 349
2. Aufbau 349
3. Deutschland 350
4. Zusammenfassung – Gasbehältergebäude 357

C.2.6. GASBEHÄLTER OHNE FÜHRUNGSGERÜST 358
1. Spiral-geführter Gasbehälter 359
1.1. Erfindung 359
1.2. Bauteilspezifische Anforderungen 360
1.3. Funktion 361
1.4. Konstruktion 362
1.5. Schienen und Rollen 363
1.6. Gebaute Beispiele 366
2. Seil-geführter Gasbehälter 370
2.1. Erfindung 370
2.2. Funktion 371
2.3. Konstruktion 372
2.3. Gebaute Beispiele 372
3. Zusammenfassung – Gasbehälter ohne Führungsgerüst 374

C.2.7. ZUSAMMENFASSUNG HYDRAULISCHER GASBEHÄLTER 376

C.3. Scheibengasbehälter 382

C.3.1. EINLEITUNG **383**

C.3.2. DER MAN-TYP **384**
1. Jagschitz` Erfindung 385
2. Der Prototyp in Augsburg 388
3. Das MAN-Standardmodell 392

C.3.3. DER KLÖNNE-TYP **400**

C.3.4. ZUSAMMENFASSUNG – SCHEIBENGASBEHÄLTER ***404***

C.4. Vergleich – Hydraulischer und Scheibengasbehälter 406

D. DER HISTORISCHE GASBEHÄLTERBAU IN ITALIEN 411

EINFÜHRUNG 413

D.1. Überblick – Einführung der Gasbeleuchtung in Europa 414

D.2. Geschichte der Gasbeleuchtung in Italien 418

D.2.1 EINFÜHRUNG IN TURIN 420

D.2.2. VERBREITUNG 426

D.3. Gasbehälterbau in Italien – Baukonstruktion 430

D.3.1. EINLEITUNG 431

D.3.2. HYDRAULISCHER GASBEHÄLTER 432

1. Führungsgerüst 432
1.1. Stützengerüst 432
1.2. Rahmengerüst für einhübige Gasbehälter 436
1.2.1. Abgespannte Rundrohrstützen 436
1.2.2. Säulen 437
1.2.3. Stützen 440
1.2.4. EXKURS: Verformung von Rahmengerüsten 442
1.3. Rahmengerüste für mehrhübige Gasbehälter 444
1.3.1. Hochordnung 444
1.3.2. Additive Ordnung 446
1.4. Verbandgerüst 450
1.4.1. Verbandgerüste mit einfacher Auskreuzung 450
1.4.2. Verbandgerüste mit einfacher Auskreuzung und horizontalem Stab 454
1.4.3. Sternförmiges Verbandgerüst mit Hubteilführung in Feldmitte – Klönne 456
1.4.4. Trianguliertes Verbandgerüst nach Cutler 458
1.4.5. Als Ertüchtigungs- bzw. Erweiterungsmaßnahme 460
1.5. Zusammenfassung – Führungsgerüst 462
2. Hubteil 466
2.1. Flachdach 466
2.2. Kuppeldach 467
2.3. Fliegende Hubteile 470
3. Wasserbecken 472
3.1. Flachbodenbecken 472
3.2. Kegelstumpfbecken 473
3.3. Kugelbodenbecken 474
3.4. Ringbecken 474
4. Gasbehältergebäude 476

5. Gasbehälter ohne Führungsgerüst 478
5.1. Spiral-geführter Gasbehälter 478
5.2. Seil-geführter Gasbehälter 480

D.3.3. SCHEIBENGASBEHÄLTER 482
1. Der MAN-Typ 482
2. Der Klönne-Typ 486

D.3.4. ZUSAMMENFASSUNG UND VERGLEICH 488

D.4. Exemplarische Dokumentation eines historischen Gasbehälters: Gasbehälter V in San Francesco della Vigna, Venedig 494

D.4.1. EINLEITUNG 495

D.4.2. STANDORT 496

D.4.3. GESCHICHTE DER GASBELEUCHTUNG IN VENEDIG 498
1. Gaswerk I, San Francesco della Vigna 498
2. Gaswerk II, Santa Marta 451

D.4.4. GASBEHÄLTER V – KONSTRUKTION 502
1. Bestandsaufnahme 502
1.1. Hubteile 504
1.2. Führungsgerüst 506
1.3. Wasserbecken 510
2. Baugeschichte 514
2.1. Instandsetzungsmaßnahmen 514
2.2. Bauzustand von 2013 518

D.4.5. ZUSAMMENFASSUNG – VENEDIG 520

D.4.6. ANHANG: Chronologie zu Gasbeleuchtung, Gaswerken und Gasbehältern in Venedig 522

E. SCHLUSS 527

E.1. Der Gasbehälter im 21. Jahrhundert 528

1. Revitalisierung von Gasbehältern 530
2. Der Gasbehälter als Neubauprojekt 538

E.2. Fazit 540

F. ANHANG **546**

F.1. Protagonisten des historischen Gasbehälterbaus 1814–1914 548

F.2. Glossar – Deutsch – Englisch – Italienisch 558

F.3. Schautafel: Entwicklung des Gasbehälterbaus im 19. und frühen 20. Jahrhundert 564

LITERATURVERZEICHNIS 571

ABBILDUNGS-/ TABELLENVERZEICHNIS 595

GASBEHÄLTERVERZEICHNIS 611

ZUR AUTORIN 621

A.1. Dem Leser zum Geleit

Gasbehälter? – Im Laufe meiner Forschungen blickte ich in viele ratlose Gesichter bei der Frage, was denn mein Thema sei. Umso mehr sah ich es als meine Aufgabe, die Geschichte der Gasbehälter zu verbreiten, zumal die Einführung der Gasbeleuchtung im 19. Jahrhundert einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung des Lebensstandards darstellte und der Gasbehälter sich zum Symbol dieser Innovation entwickelte.
Bei meinen Ausführungen widerfuhr es mir nicht selten, dass sich meine eigene Faszination für dieses Bauwerk und seine Geschichte schließlich auf mein Gegenüber übertrug.

Der Gasbehälter als Bautypus wurde als umfassendes Standardwerk konzipiert, das die 100-jährige Baukonstruktions- und Technikgeschichte des Gasbehälters beinhaltet und diesen als ingenieurtechnische Leistung würdigt. Wie es schon das ausführliche Inhaltsverzeichnis erahnen lässt, handelt es sich hier um eine Art Enzyklopädie: Neben der Entwicklung des Gesamtgefüges wurde der Gasbehälter auch getrennt nach seinen Einzelbauteilen beleuchtet.
Zum einen möchte dieses Werk dem Leser die Baukonstruktionsgeschichte, die Funktion und die Bedeutung des historischen Gasbehälters näher bringen, zum anderen zielt es auf dessen richtige Wahrnehmung ab: Damit dieser heute nicht mehr als nutzloses, industrielles Relikt *verkannt*, sondern vielmehr als geschichtsträchtiges Kulturgut und Industriedenkmal *erkannt* wird.

Der Aufstieg der Gasindustrie im 19. Jahrhundert zeichnete sich auch am Gasbehälter ab, der sich vom kleinen bis hin zum weit aufragenden Bauwerk entwickelte. Die Geschichte des Gasbehälters wurde aber nicht nur durch die Konstruktion diktiert, vielmehr verwies diese auf wesentliche, interdisziplinäre Einflüsse: Von der Ur-Form des Gasbehälters, die Ende des 18. Jahrhunderts als kleine Apparatur in der experimentellen Chemie zum Einsatz kam, über die Technik, die einen sicheren Betrieb gewährleistete, bis hin zur anthropologischen Komponente. Letztere äußerte sich sowohl in Form von euphorischer Begeisterung für die neue Innovation, als auch in der ängstlichen Haltung wegen des Explosionsrisikos von Gasbehältern.
Mit der Stilllegung der Gasbehälter in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts nahmen diese eine passive Rolle ein und wurden überwiegend dem Verfall überlassen. Um die Jahrhundertwende erfuhr der historische Gasbehälter schließlich eine Art Wiedergeburt in der modernen Architektur, indem er mit neuen Nutzungen und somit auch mit neuem Leben gefüllt wurde.

Besonders weil die Geschichte des Gasbehälters so viele verschiedene Facetten aufweist, möchte sich diese Arbeit an eine ebenso weit gefächerte Leserschaft richten: Z.B. um dem neugierigen Passanten seine Frage „Was ist ein Gasbehälter und wie funktioniert er?“ zu beantworten, um dem Ingenieur die raffinierte Konstruktion bis in das Detail zu erläutern oder dem Architekten das architektonische Potenzial eines Gasbehälters vor Augen zu führen.
Um diesen unterschiedlichen Erwartungshaltungen gerecht zu werden, ermöglicht **Der Gasbehälter als Bautypus** mit historischen und aktuellen Fotos, Skizzen (*Abb. 1*), Zeichnungen und Beschreibungen einen individuellen Zugang zu diesem Thema.

Bezüglich der praktischen Handhabung des Buches weist die Verfasserin auf folgende Kennzeichnungen hin:

- *Leben und Wirken von Ingenieuren, deren Name mit * versehen ist, sind im Anhang F.1. zu finden.*
- *Bei Abbildungen, deren Unterschrift mit ** endet, wurde das Original von der Verfasserin be-/überarbeitet, neu zusammengestellt bzw. mit eigenen Kennzeichnungen versehen.*

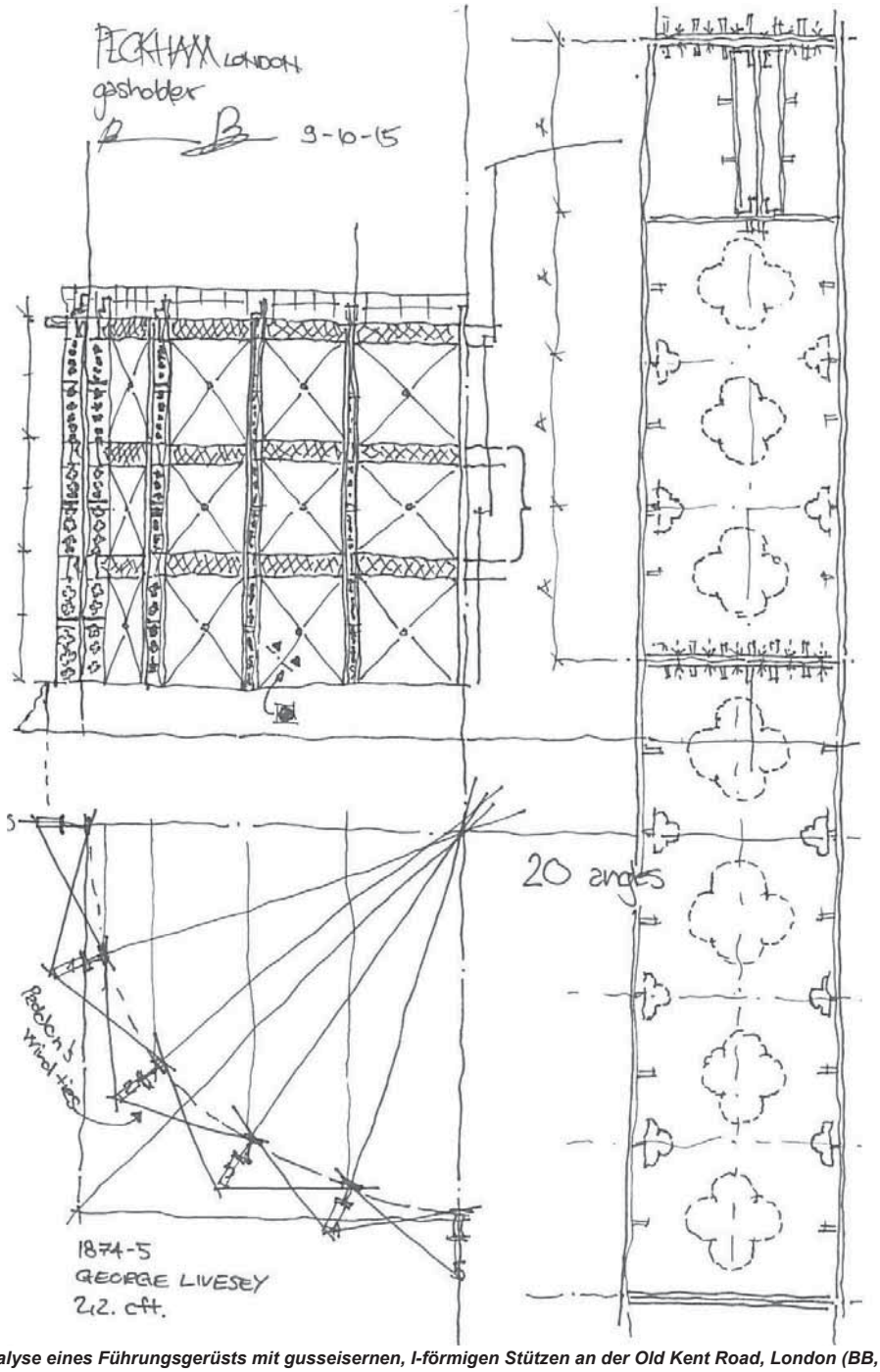


Abb. 1: Analyse eines Führungsgerüsts mit gusseisernen, I-förmigen Stützen an der Old Kent Road, London (BB, 2015).

A.2. Desiderat

In den vergangenen 30 Jahren rückten die noch bestehenden Gasbehälter des 19. und frühen 20. Jahrhunderts immer mehr in das Licht des öffentlichen Interesses. Dies lag jedoch nicht an deren geschichtsträchtigem Hintergrund, sondern vielmehr an der meist zentralen Lage, die einen attraktiven Baugrund für etwaige Neubauprojekte darstellte. Deshalb bedeutete dies oft den rückstandslosen Abbruch der Gasbehälter – unwissend derer Geschichte und Bedeutung – und nicht die Einstufung zu einem denkmalgeschützten Bauwerk. Vielmehr wurde der Gasbehälter als nutz- und wertloses Industrierelikt angesehen, als dass man sich sein architektonisches Potential bewusst gemacht hätte.

Im Zeitalter des Steinkohlengases, dessen Herstellung dunkle Rußschwaden über die Städte legte, war der Gasbehälter mit seiner Funktion ein wohl bekanntes Bauwerk. Mit dem Aufkommen des Erdgases und der Stilllegung der Gaswerke geriet dieses Wissen jedoch allmählich in Vergessenheit. Die Anlagen schlossen ihre Tore, waren unzugänglich und somit dem Verfall preisgegeben.
Heute – knapp 50 Jahre später – wird der Gasbehälter als solcher kaum mehr erkannt. Wenn überhaupt, so sind es meist unsere Großeltern, die von ihren Erinnerungen über den Gasbehälter und seinen auf- und abfahrenden Hubteilen erzählen.
Um das Wissen über diesen Bautypus auch für die nachfolgenden Generationen bewahren zu können, mangelt es somit an Zeitzeugen und insbesondere an Fachliteratur, die über die Entstehung, die Funktion und die technisch-konstruktive Evolution des Gasbehälters aufklärt *(Siehe Kap. A.4.).*

So besteht das Desiderat dieser Arbeit darin, die **100-jährige Baukonstruktionsgeschichte des Gasbehälters** als Gesamtgefüge zu erforschen: Beginnend beim hydraulischen Gasbehälter, der 1813 in England debütierte, bis hin zur deutschen Erfindung des Scheibengasbehälters, der 1915 den Wendepunkt im Gasbehälterbau darstellte.
Aus dem Anspruch, den Gasbehälter sowohl als Gesamtgefüge, als auch in seinen einzelnen Bestandteilen zu beleuchten, resultierte ein Standardwerk **enzyklopädischen Charakters**, das zu einem bewussteren Wahrnehmen, Erkennen und Verstehen von historischen Gasbehältern beitragen soll.
In der weitreichenden, **zusammenhängenden Darstellung** des historischen Gasbehälterbaus äußert sich das Primat der Arbeit, die mit zahlreichen Fotografien und Plänen durch die verschiedenen Entwicklungsstufen und -formen führt. So wird der Gasbehälter – als Ergebnis eines komplexen Zusammenspiels von Technik und Konstruktion – einer möglichst breit gefächerten Leserschaft zugänglich gemacht.

Die Baukonstruktionsgeschichte des Gasbehälters spiegelt außerdem die voranschreitende Eisentechnologie des 19. Jahrhunderts wider und stellt somit einen wichtigen Beitrag zu den historischen Eisenkonstruktionen dar.

Schließlich dient dieses Werk nicht nur zum Erhalt des technisch-konstruktiven Gedankengutes, sondern soll auch den bewussteren Umgang und vor allem den Erhalt von historisch bedeutenden Gasbehältern fördern. So steht es den jeweiligen Entscheidungsträgern als Handbuch bereit, mit dem die historische Bausubstanz besser erkannt und eingestuft werden kann.

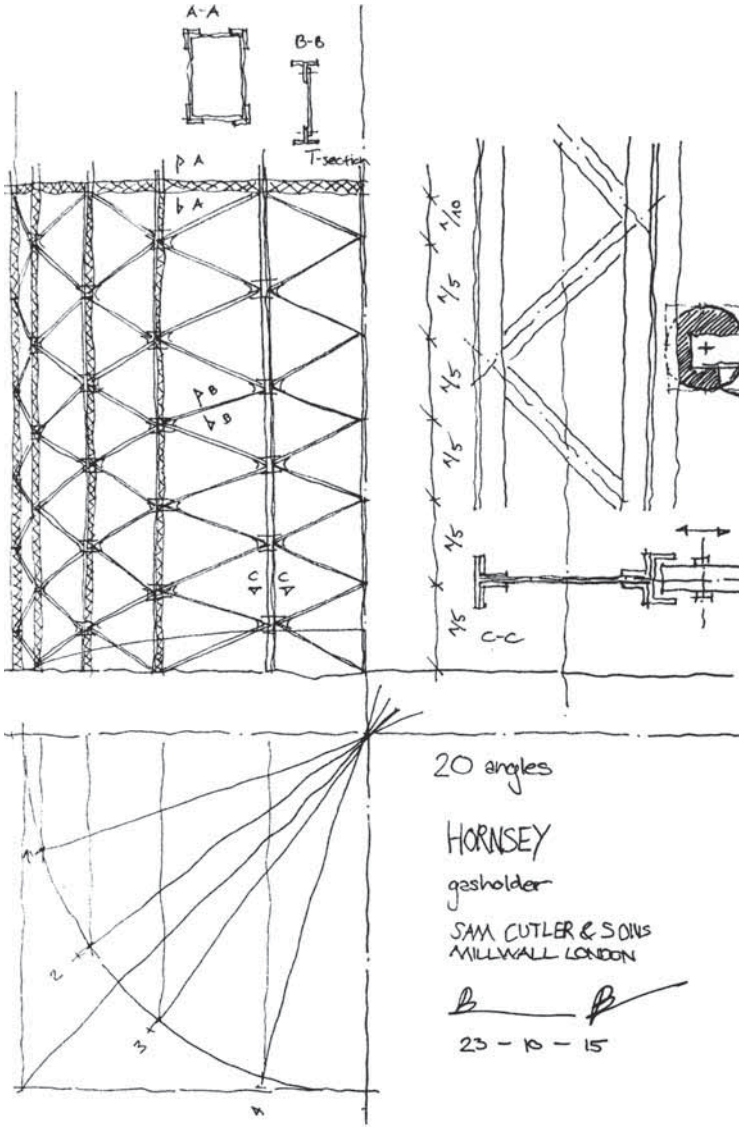


Abb. 7: Analyse eines der ersten Führungsgerüste nach Samuel Cutler in Hornsey, London (BB, 2015).

B.4. Funktionsweise der ersten Gasbehälter

Der Gasbehälter war ein technisches Bauwerk zur Speicherung von lokal produziertem Steinkohlengas, dessen Form und Konstruktion sich aus den technischen Anforderungen entwickelte.
In diesem Kapitel wird die Funktionsweise der ersten Gasbehälterform erläutert, die auf einer hydraulischen Abdichtungstechnik [67] basierte. Diese ermöglichte eine variable Behälterform, die mit einem konstanten Druck betrieben und zu einem Teleskopgasbehälter erweitert werden konnte.

1. Hydraulische Abdichtungstechnik

Ein Gasbehälter musste primär folgende Anforderungen erfüllen:

- Ein variables Speicherbehältnis, das sich verschiedenen Speicherständen anpasste. Diese waren abhängig von der Gaszu- und -ausfuhr, die in ungleichem Verhältnis zueinander standen: Die ungleichmäßige Gasherstellung in den Retorten stand dem variierendem Verbrauch gegenüber.
- Einen gasdichten Abschluss zur Verhinderung von Gasaustritten.
- Einen konstanten Betriebsdruck, der für einen gleichmäßigen Gasstrom in den Lampen sorgte. [68]

1.1. Funktionsweise bei Glockengasbehältern

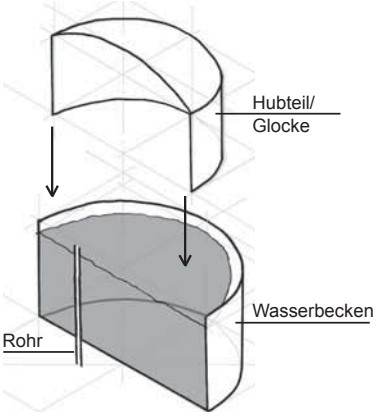


Abb. 19: Schematischer Aufbau eines Gasbehälters (Skizze, BB, 2016).

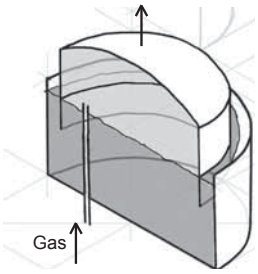


Abb. 20: Schema eines sich füllenden Hubteils (Skizze, BB, 2016).

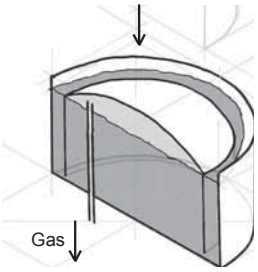


Abb. 21: Schema eines leeren Hubteils (Skizze, BB, 2016).

Diesen Anforderung wurde mit dem Aufbau von zwei zylindrischen Behältern und der Anwendung einer hydraulischen Abdichtungstechnik Genüge geleistet (*Abb. 19*): Der erste etwas größere Behälter wurde vollständig mit Wasser gefüllt. Der zweite Zylinder war kleineren Durchmessers und wurde mit nach unten gerichteter Öffnung in den Wasserbehälter gesetzt. Wegen seiner geometrischen Form erhielt dieses Bauteil auch die Bezeichnung **Glocke** – die auch dem Glockengasbehälter seinen Namen gab *(Siehe Kap. C.1.1.-1.)*.
Das Gas wurde am Boden des Wasserbeckens über ein Rohr [69] eingespeist und hebte die Glocke aus dem Wasser (*Abb. 20*). Allein der Gasinhalt regulierte das Auf- und Absteigen der Glocke und erfüllte so das Kriterium eines variablen Speicherbehältnisses. Aufgrund des Bewegungsmechanismus wurde für die Glocke der übergeordnete Begriff **Hubteil** eingeführt.

67 Anm. d. Verfasserin: Dieses Kapitel beschreibt ausschließlich die Funktionsweise der ersten hydraulischen Gasbehälter. Zu der Entstehung und Funktion des Trocken-, bzw. des Scheibengasbehälters, siehe *Kapitel C.3.*
68 Prechtl, 1817, p. 81
69 Die Rohröffnung lag um einige Zentimeter höher als der Wasserspiegel des Beckens, damit das Wasser nicht in die Rohre laufen konnte (Peckston, 1819, p. 254).

Folglich hatte das Hubteil auch die Funktion eines Indikators inne: War das Hubteil leer (*Abb. 21*), so war es im Wasserbecken abgesetzt und nicht sichtbar. Mit zunehmender Höhe wurde der tatsächliche Gasinhalt auch nach außen hin sichtbar. Das Wasser diente als Abdichtungsmedium und stellte einen gasdichten Abschluss mit dem Hubteil her, das den Gasaustritt verhinderte.
Diese hydraulische Abdichtungstechnik brachte zwei elementare Bestandteile des Gasbehälters hervor: Das Wasserbecken und die Glocke bzw. das Hubteil. Letztere war das zentrale Element, weil es das Gas aufnahm und so den eigentlichen Gas-Behälter darstellte. Durch die Ergänzung eines Führungsgerüsts wurde der Gasbehälter vervollständigt; dieses sicherte ein lineares, gleichmäßiges Heben und Senken des Hubteils..
Wegen der „nassen" Betriebs- und Abdichtungsweise wurden diese Gasbehälter als **hydraulische Gasbehälter** oder auch Nassgasbehälter bezeichnet.

1.2. Funktionsweise bei Teleskopgasbehältern

Die hydraulische Abdichtungstechnik wurde von dem einfachen Glockengasbehälter auch auf den mehrhübigen Teleskopgasbehälter übertragen und angepasst. Die Schwierigkeit bestand darin, den Anschluss der einzelnen Hubteile [70] kraftschlüssig, luft- und wasserdicht herzustellen. Mit einem Tassenanschluss (*Abb. 22*) konnten diese Anforderungen erfüllt werden:

- **Die Schöpftasse:** Am unteren Rand des ersten Hubteils war eine nach oben gerichtete Schöpftasse angebracht. Beim Erreichen des maximalen Speichervolumens verließ das Hubteil das Wasserbecken und die Schöpftasse füllte sich dabei mit Wasser (*Abb. 22-b*).
- **Die Haktasse:** Am oberen Abschluss des zweiten Hubteils befand sich eine nach unten gerichtete Haktasse. Der Begriff beschreibt bereits den Mechanismus dieser Vorrichtung: Wenn sich das erste Hubteil aus dem Becken hob, verhakte sich die Haktasse mit der Schöpftasse, sodass eine fortlaufende Gaseinspeisung möglich war (*Abb. 22-c-d*).

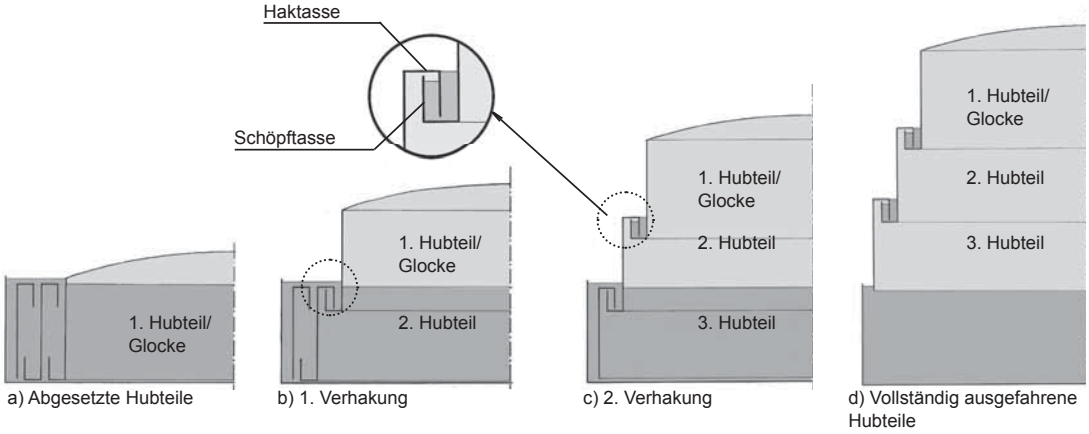


Abb. 22: Schemazeichnungen zur Funktionsweise eines Teleskopgasbehälters (Schema, BB, 2017).

Der Wasserkanal in der Schöpftasse stellte den gasdichten Abschluss her, der unkontrollierte Gasverflüchtigungen verhinderte und war eine wichtige Grundlage für die Realisierung von mehrhübigen Gasbehältern [71]. Diese Abdichtungstechnik war v.a. im Winter gefährdet, wenn das Wasser im Becken und in den Tassen drohte zu gefrieren [72]. Deshalb wurden Heizungen oder feststehende Schutzbauwerke *(Siehe Kap. C.2.5.)* angeordnet, um dies zu verhindern. [73]

70 Das erste bzw. oberste Hubteil wurde weiterhin häufig als Glocke bezeichnet.
71 Hughes, 1853, pp. 212–213
72 Colburn, 1865, p. 82
73 Weiterführende Literatur zur Konstruktion und zum Wasserstand in den Tassen siehe Wehrmann, 1954, pp. 45–50

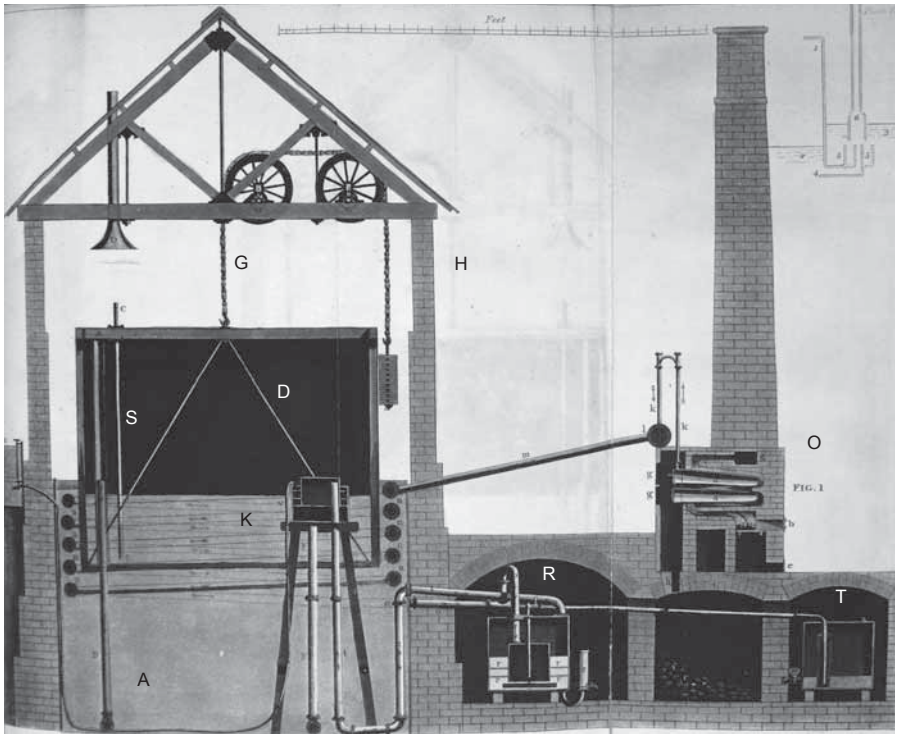


Abb. 29: Gaswerk mit separatem Gasbehältergebäude (Accum, 1816, Pl. VII).*

2.2. Planung und Bau des Gaswerks zu Westminster 1813

Nachdem Londons erste Gasbeleuchtungsgesellschaft daran scheiterte, funktionsfähige Anlagen in eigener Regie zu planen, wurde 1813 Clegg als verantwortlicher Ingenieur engagiert. Ihm oblag die technische Planung und Koordination der Ausführung des ersten Gaswerks in der Peter Street, Westminster, was in diesem Maßstab noch ein Novum auf dem Gebiet des Ingenieurbaus darstellte. [99]

Diese Aufgabe stellte Clegg vor mehrere Herausforderungen:

1. Schwierige Standortbedingungen: Der Baugrund war eine Sumpflandschaft und zugleich unmittelbares Überschwemmungsgebiet der Themse. [100]
2. Wirtschaftliche Forderungen: Die Stadt London gab ihre Einwilligung zum neuen Beleuchtungssystem nur unter der Voraussetzung, dass dieses günstiger betrieben werden sollte als die Beleuchtung mit Öl und begrenzte die Einführung zunächst auf Straßen [101].
3. Fehlendes Fachwissen: In der Entstehungsphase der ersten öffentlichen Gaswerke konnte man nicht auf erfahrene Arbeiter und Handwerker zurückgreifen. Vielmehr mussten diese anfangs geschult und angeleitet werden [102].

Für die Gasbeleuchtung einer Stadt oder eines größeren Gebiets von Straßen und Häusern entwarf Clegg eine Muster-Anlage (*Abb. 29*):

99 Clegg, 1841, pp. 15–17
Peckston – dem Autor von *The Theory an Practice of Gas-Lighting*, war bei derselben Gasbeleuchtungsgesellschaft im Rechnungswesen angestellt und zeigte sich gegenüber Clegg und seinen Erfindungen nicht wohlgesonnen (Tabor, 1822, p. 11).
100 Clegg, 1841, p. 17
101 Accum, 1815, p. 44
102 Clegg, 1841, p. 16

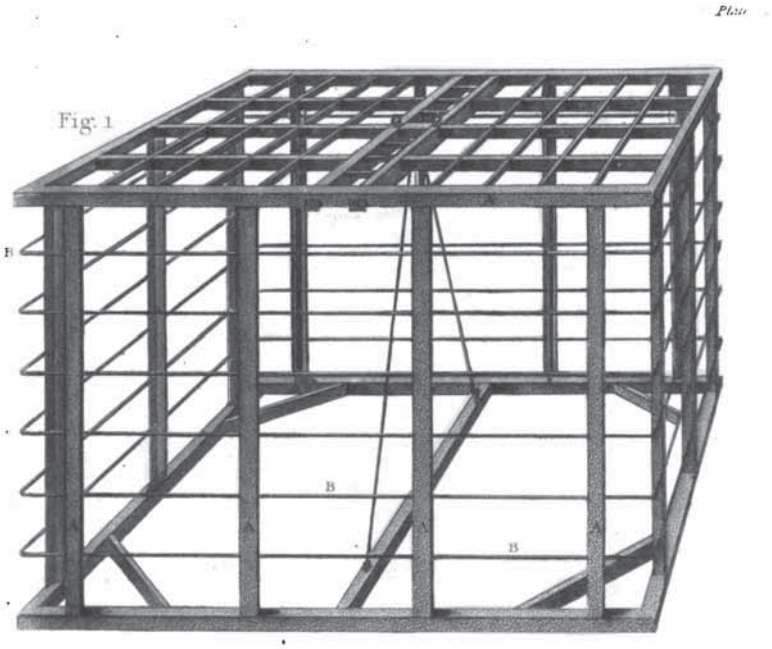


Abb. 30: Unterkonstruktion der Glocke (Accum, 1815, p. 195).

Diese setzte sich zusammen aus einer Ofenanlage (O), einem Teerbehälter (T), einem Reiniger (R), einem wurmartig angelegten Leitungssystem zur Kondensation (K) und einem rechteckigen Gasbehälter (G).

Im Vergleich zu Murdocks Gasbehälter war dieser von einem massiven Gebäude umgeben – einem gemauerten Gasbehältergebäude (H) mit einem hölzernen Dachstuhl.

Das Wasserbecken befand sich innerhalb der nach unten stärker werdenden Fundamente, die innenseitig mit Gusseisenplatten ausgekleidet und mit Eisenzement abgedichtet waren.

Die Glocke (*Abb. 30*) bestand aus einer hölzernen Ständerkonstruktion mit einer Decke, die durch sechs horizontale Eisenringe verstärkt wurde. Zwei diagonale Streben (D) entlang der Mittelachse dienten zur Aussteifung des kastenartigen Gefüges. Beide Strebenköpfe trafen genau am zentralen Aufhängungspunkt der Glocke zusammen, wo die Kette mit dem Gegengewicht angeschlossen war. Die Kette lief über zwei Räder [103], die im Dachstuhl befestigt waren. Die Verkleidung bestand aus einzelnen, vernieteten Eisenblechen [104]. Neben einem Auslassrohr (A) für das öffentliche Netz wurde die Glocke mit einem Sicherheitsrohr (S) ausgestattet, dessen Höhe kleiner war als die der Glocke und das die Decke durchdrang. Sobald das maximale Fassungsvermögen erreicht wurde, verließ dieses Sicherheitsrohr das Wasser und konnte das überschüssige Gas über einen trichterförmigen Anschluss nach draußen abgeben. [105]

Das Gasbehältergebäude diente nicht nur zur Aufhängung der Glocke, sondern auch als Schutz vor Wind [106].

---

103 Nach Prechtl wurden diese Räder vermutlich aus Gusseisen gefertigt. Ihr Umfang entsprach ungefähr der Höhe der Glocke (Prechtl, 1817, p. 82).

104 Teilweise wurden auch Kupferbleche für die Verkleidung der Glocke verwendet.
Die Nietnaht wurde abschließend innen- und außenseitig mit Leinölfirnis verkittet, dem Bleipulver und Ziegelmehl zu gleichen Teilen beigemengt wurden. Bei Glocken aus Eisenblech wurde dieser Vorgang nach dem Austrocknen mit einem zweiten Kit wiederholt. Die zweite Kitschicht bestand aus Leinölfirnis mit Bleipulver oder Menningen oder einer verschmolzenen Kombination aus Steinkohlenteer mit Pech (Prechtl, 1817, pp. 81–82).

105 Accum, 1815, pp. 110–114 und 120, Prechtl, 1817, p. 86
Die Kosten zur Ausführung eines derartigen Gasbehälters mit einer Speicherkapazität von 283m3 beliefen sich auf 1.296 Pfund, wobei das Wasserbecken (B/H= 11/7,3m; T= 4,9m) in Schmiedeeisen und das Gasbehältergebäude in Holzbauweise konzipiert war (Accum, 1815, p.193).

106 Accum, 1819, p. 165

1. Überblick und Kategorisierung des Hubteils

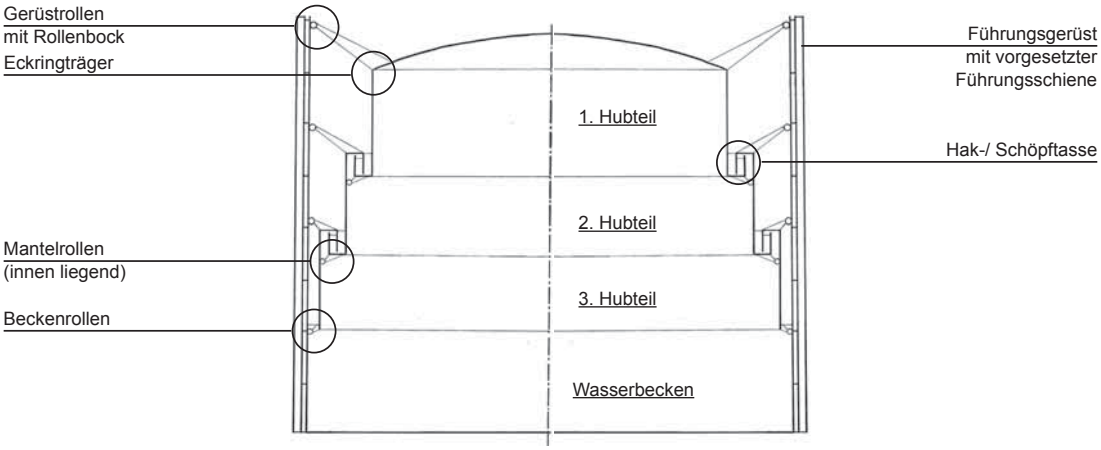


Abb. 28: Aufbau und Anschluss von Hubteilen (Schemaskizze, BB, 2016).

Die Baukonstruktionsgeschichte der Hubteile – insbesondere die der Kuppel – vollzog im Laufe des 19. Jahrhunderts eine weitreichende Entwicklung, die durch die steigende Gasnachfrage kontinuierlich angetrieben wurde. Daraus wurden immer größere Speicherbehältnisse notwendig, deren Konstruktion jeweils von den gegenwärtigen Werkstoffen und Bautechniken abhängig war.
Grundsätzlich war das Hubteil der zentrale Bestandteil des Gasbehälters, der das Gas aufnahm. Seine Grundform bestand aus einem Zylinder, der oberseitig mit einem Flach- bzw. Kuppeldach geschlossen war. Der Glockengasbehälter beschränkte sich auf ein einziges Hubteil, wohingegen der Teleskopgasbehälter (*Abb. 28*) für die Aufnahme von mehreren Hubteilen ausgelegt war. Letztere waren jeweils mit einer Hak- und Schöpftasse ausgestattet, die den Anschluss zum nächsten Hubteil herstellten. Über Rollen setzten die Hubteile an die Führungsschiene an, die wiederum am Führungsgerüst, den einzelnen Hubteilen und dem Wasserbecken befestigt war.

Die Kategorisierung der Hubteile folgt der Entwicklung der Kuppelkonstruktion (*Tab. 5*):
Nachdem die frühen Hubteile überwiegend mit einem **Flachdach** *(Siehe Kap. C.2.2.-4.3.)* ausgestattet waren, entwickelte sich schließlich das **Kuppeldach** zum Standardabschluss des Hubteils.
Die Kuppel, die während des Füllvorganges vom Gas selbst getragen wurde, benötigte v.a. im Leerstand eine Unterstützung – entweder als Kuppelkonstruktion oder als feststehende Stützkonstruktion im Wasserbecken. Die erste Konstruktionsform bildete das **unterspannte Kuppeldach** *(Siehe Kap. C.2.2.-4.3.)*, dessen zentrales Bauteil – die Luftstütze – im Leerstand auf einer Beckenstütze auflag. Mit zunehmendem Hubteildurchmesser entwickelte sich diese Form von der einfachen und doppelten Unterspannung bis hin zur aufgelösten Unterspannung. Ende des 19. Jahrhunderts erreichte die unterspannte Kuppel derart große Spannweiten, die zu aufwendigen und schweren Konstruktionsgefügen führten. Deshalb wurde das sogenannte **binderlose Kuppeldach** *(Siehe Kap. C.2.2.-4.4.)* eingeführt, das – bis auf einen Eckringträger (*Tab. 6*) – auf den Einsatz von weiteren Bauteilen verzichtete. Die gewölbte Blechhaut benötigte aber im Leerstand ein flächiges Stützgerüst, auf dem sie sich formgetreu ablegen konnte. Diese beiden Konstruktionsformen – das unterspannte und binderlose Kuppeldach – waren die favorisierten Kuppelkonstruktionen in England. [36]
Eine weitere Kuppelkonstruktion, die aber bedeutend seltener eingesetzt wurde, war das **gerippte Kuppeldach** *(Siehe Kap. C.2.2.-4.5.)* von *Vitruvius Wyatt**, das keine aufwendigen Unterspannungen

36 In England wurden die Kuppeldächer grundsätzlich in nur zwei Gruppen unterteilt: Kuppeln mit (eng.: „Trussed Crowns“) und ohne Kuppelkonstruktion (eng.: „Untrussed Crowns“) – siehe auch Anhang F.2. (Cripps, 1884, p. 1128; Hunt, 1900, p. 154).

Tab. 5: Kategorisierung der Hubteile – nach der Kuppelkonstruktion
(Schemazeichnungen, Berger, 2016)

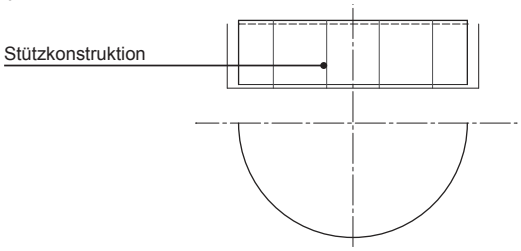
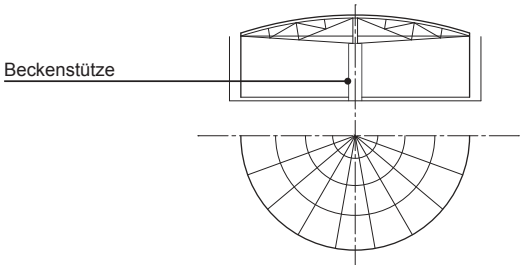
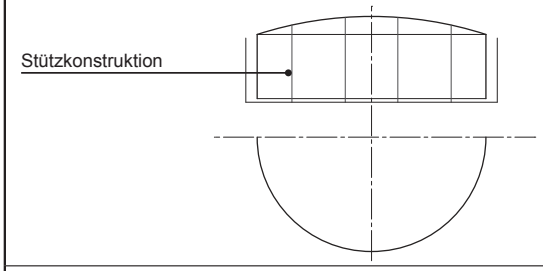
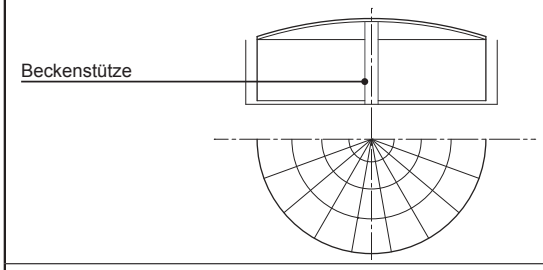
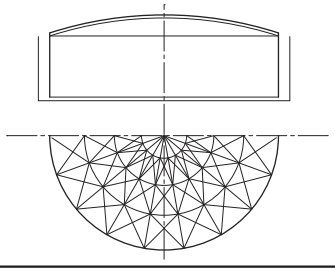
Bauform	Beschreibung	Zeit
a) Flachdach – mit Stützkonstruktion  	Horizontaler Abschluss des Hubteils. Ausführung mit Unterkonstruktion (gestrichelt) – und/ oder mit einer feststehenden Stützkonstruktion im Wasserbecken.	1813 – 1870
b) Kuppeldach, unterspannt – mit Beckenstütze  	Kuppeldach mit Unterspannung und zentraler Luftstütze. Ausführung möglich als – Einfache Unterspannung, – Doppelte Unterspannung, – Aufgelöste Unterspannung (Fachwerkträger). Für den Leerstand war eine zentrale Stütze im Becken erforderlich.	ab 1817
c) Kuppeldach, binderlos – mit Stützkonstruktion  	Kuppeldach <u>ohne</u> Unterkonstruktion. Das Gas übernahm die tragende Funktion. Für den Leerstand war eine feststehende Stützkonstruktion notwendig.	ab 1841
d) Kuppeldach, gerippt – mit Beckenstütze  	Kuppeldach mit Unterkonstruktion aus radialen und konzentrischen Rippen und Trägern. Für den Leerstand war eine zentrale Beckenstütze notwendig.	ab 1874
e) Stabwerkkuppel – selbsttragend (Schwedlerkuppel) 	Kuppeldach mit Unterkonstruktion aus radialen und konzentrischen Trägern, sowie Auskreuzungen. Eine zusätzliche Stützkonstruktion war nicht mehr notwendig.	ab 1863

Abb. 227: Fünfgeschossiges Verbandgerüst mit zweifacher Auskreuzung in der Windsor Street, Birmingham (BB, 2015).

Jones eingeleitet wurde und frei von jedwedem Ornament war *(Siehe Kap. C.2.3.-6.2.3.)*. [413]
1889 wurde in East Greenwich, London ein weiteres Verbandgerüst gebaut, das auf diesem Konstruktionsgedanken fußte, aber von Livesey mit einer dreifachen Auskreuzung bedacht wurde *(Siehe Kap. C.2.3.-7.3.1.)*. [414]

In Birmingham wurden 1883 [415] die Führungsgerüste von zwei Gasbehältern (D_{Becken}= 73,15m; H= 46,02m) ebenfalls mit einer zweifachen Auskreuzung gebaut (*Abb. 227*); die Pläne stammten von *Charles Hunt**. [416]
Die Besonderheit des fünfgeschossigen Verbandgerüsts zeigte sich in der Konstruktion der einzelnen Bauteile: Die 26 Stützen (*Abb. 228*) waren als I– bzw. hantelförmige, sich nach oben verjüngende Fachwerkträger konzipiert: Die kreisförmigen Flansche (d= 304mm) bestanden aus

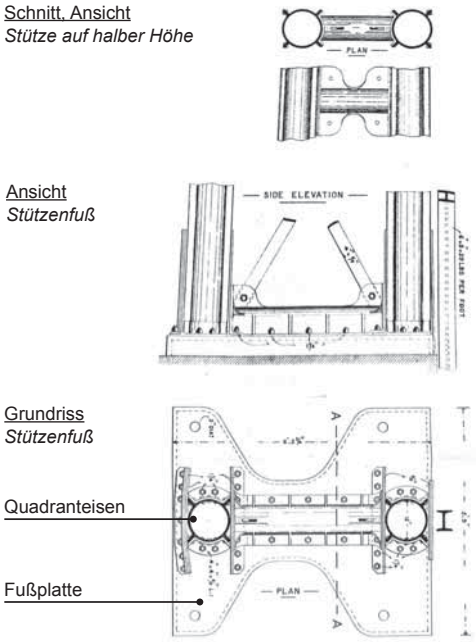


Abb. 228: Hantelförmige Stütze, Birmingham (JGL-47, 1886, Feb. 2, N° 18).*

413 Zur Bemessung des Gerüsts – siehe Cripps, 1889, pp. 59–61.
414 Milbourne, 1923, p. 2
415 Elton, 2014, p. 161. Die ausführende Firma war „Samuel Cutler & Sons“ (JGL-47, 1886, p. 864).
1888 wurde in New York ein dreihübiger Gasbehälter (V= 92.030m3) mit einem sehr ähnlichen Führungsgerüst (H= 38,10m) errichtet; die 24 Stützen bestanden jedoch aus einem Winkeleisenpaar. Dieser Gasbehälter war der seinerzeit größte in den USA (JGL-52, 1888, p. 937).
416 JGL-47, 1886, N° 17–25

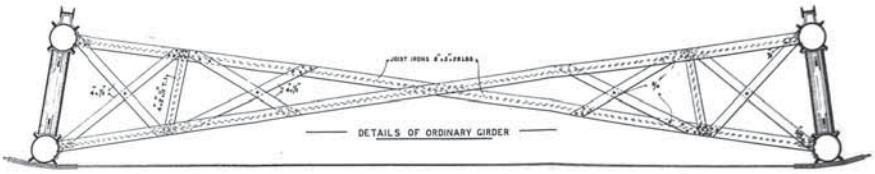


Abb. 229: Verjüngender Fachwerkträger, Birmingham (JGL-47, 1886, Feb. 16, N° 19).

Quadranteisen. Der Steg gliederte sich in horizontale Rundrohre aus Gusseisen und kreuzförmig angeordneten Blechstreifen. Die Fachwerkträger (*Abb. 229*) basierten auf einem kreuzförmigen Gefüge. Die Winkeleisen (b/h= 203/127mm) verliefen jeweils vom vorderen zum hinteren Quadranteisen und kreuzten sich in der Feldmitte.

Die zweifache Auskreuzung bestand aus zwei Flacheisen (b/h= 114/9mm–229/10mm), die am äußeren Quadranteisen der Stütze befestigt wurden (*Abb. 230*). Beide Flacheisen wurden in der Mitte über eine Klammer gesichert. [417]

Beide Führungsgerüste wurden an drei Stützen zusammen geschlossen (*Abb. 227*). [418]

Mit dieser wohlgeplanten Konstruktion, die den Gedanken Liveseys fortführte, gelang Hunt ein einzigartiges Verbandgerüst, für das er von dem Council of the Gas Institute sogar mit der Goldmedaille ausgezeichnet wurde. Seine detaillierten, aufschlussreichen Plandarstellungen wurden dahingehend gewürdigt, dass sie

„(...) constitute in themselves a compendium of gas engineering design.“ [419]

Insgesamt waren diese Führungsgerüste von Livesey und Hunt herausragende Beispiele der neuen Konstruktionsweise (Ebenso wie das Beispiel in East Greenwich, *siehe Kap. C.2.3.-7.3.1.)*. Diese ermöglichte eine verbesserte Aussteifung und einen reduzierteren Materialeinsatz, erhöhte aber zugleich die Baukosten, wozu u.a. die schwierigere Montage beitrug. [420]

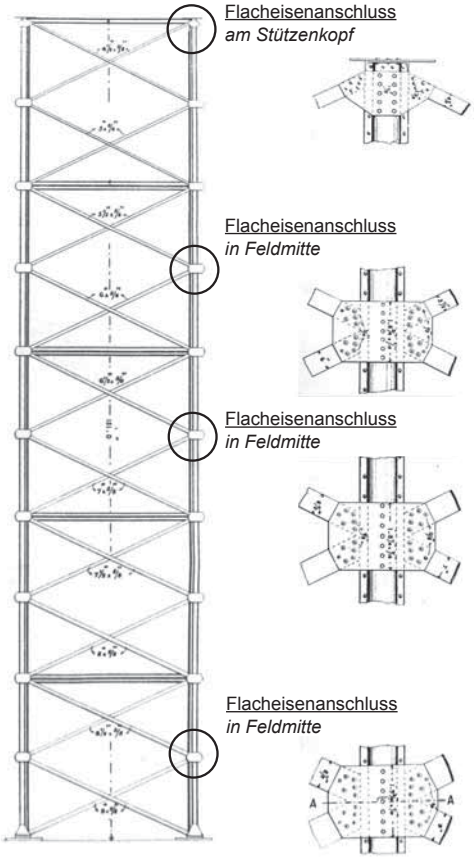


Abb. 230: Anschluss der Auskreuzungen an die Stützen, Birmingham (JGL-47, 1886, Feb. 16, N° 19).*

417 JGL-47, 1886, N° 17–25; Hunt, 1900, pp. 160–161

418 Zur Bemessung des Gerüsts, siehe Cripps, 1889, pp. 61–62.

419 JGL-47, 1886, p. 998 *„(...) in sich selbst ein Kompendium über die Entwicklung des Ingenieurbaus in der Gastechnik darstellen.“* (Übers. d. Verfasserin).
Zudem bezeichnete Hunt selbst dieses Verbandgerüst als
„(...) neatly worked, and everything done to secure sound and eyeable work.“
„(...) vollkommen darauf ausgelegt, ein standsicheres und ansehnliches Werk zu vollbringen.“
(Übers. d. Verfasserin).

420 Cripps, 1889, p. 36

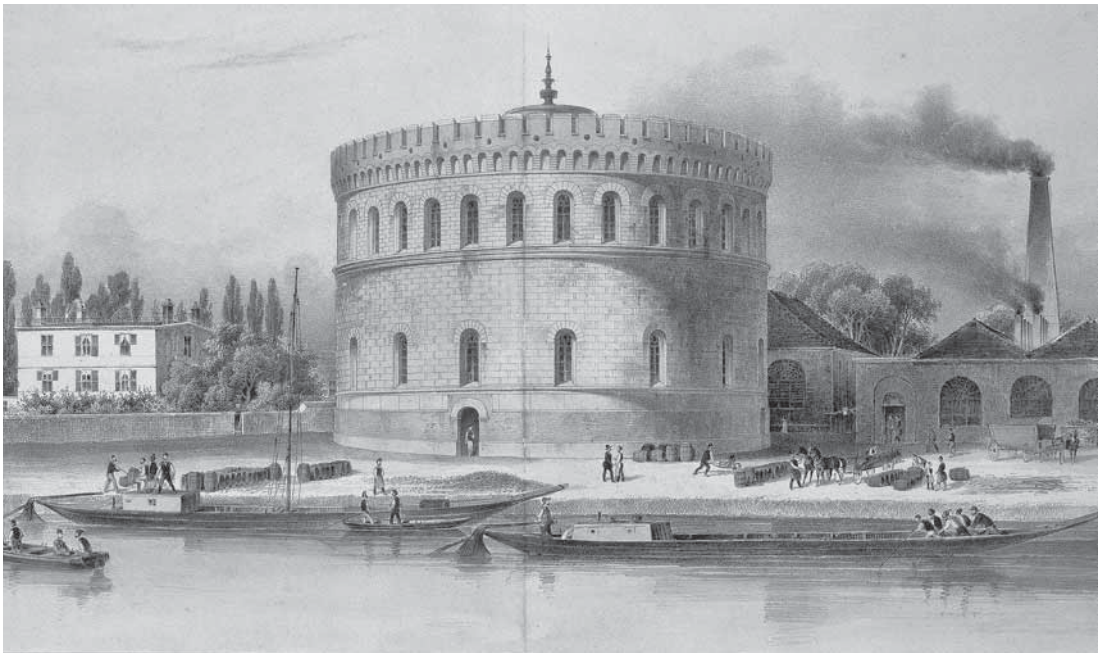


Abb. 307: Gasbehältergebäude auf dem Gaswerk am Halle`schen Tor, Berlin (BPK, Bild-Nr. 00010159).

z.B. Gesimsen oder Wandpfeilern – versehen war. An der Tambourinnenseite wurde eine stark reduzierte Form des Führungsgerüsts angeschlossen, das zugleich die Wartungsumgänge aufnahm. In den Achsen der Führungsschienen wurde die Ringmauer teilweise mit Pfeilern verstärkt [620]. Die Dachkonstruktion war aus Holz oder Eisen und lehnte sich grundsätzlich an die unterspannte oder ausgesteifte Konstruktionsweise des Hubteils *(Siehe Kap. C.2.2.-4.3. und 4.5.),* nur dass am Kuppelscheitel eine Laterne aufgesetzt war, die gemeinsam mit den Fensteröffnungen für einen notwendigen Luftaustausch sorgte [621].

3. Deutschland

Das massive Gasbehältergebäude prägte das Erscheinungsbild der Gasbehälter in Deutschland bis in das 20. Jahrhundert hinein [622].
Ostdeutschland – insbesondere Berlin – nahm um 1850 eine Sonderstellung ein:

> *„(...) Berlin war ein Sonderfall in der Geschichte der Gaswirtschaft. Die Stadt verzeichnete in jenen Jahren ein beispielloses Wachstum ihrer Einwohnerzahl und der Wirtschaft und stieg hinter London, Paris und St. Petersburg zur viertgrößten Stadt Europas auf. Nur wenige Städte konnten sich in dieser Zeit den Luxus der Gasbeleuchtung leisten; (...)“* [623]

Gaswerk Halle`sches Tor, Berlin [624]
Auf dem Gaswerk am Halle`schen Tor in Berlin (heute Gitschinerstraße 18–31) wurde 1845 ein Gas-

620 MAN, 1909d, p. 2
621 Wehrmann, 1954, p. 58
622 MAN, 1908, p. 28
623 Karlsch, 2008, p. 19
624 Am Halle`schen Tor wurde 1826 das erste Gaswerk Berlins unter Regie des englischen Vertragspartners, nämlich der „Imperial Continental Gas Association“ (ICGA) in Betrieb genommen; die Vertragslaufzeit betrug 21 Jahre.
Das **erste Gaswerk Deutschlands** wurde aber bereits 1825 von der ICGA in Hannover gebaut (Karlsch, 2008, p. 16).
Die ersten **städtischen Gaswerke** Berlins wurden nach den Plänen Blochmanns (siehe Abschnitt Dresden) – am Halle`schen und am Stralauer Platz errichtet und 1847 in Betrieb genommen (Streichert, 1899, p. 11; Karlsch, 2008, p. 18).
Weiterführende Literatur zur ostdeutschen Gaswirtschaft in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, siehe Karlsch, 2008.

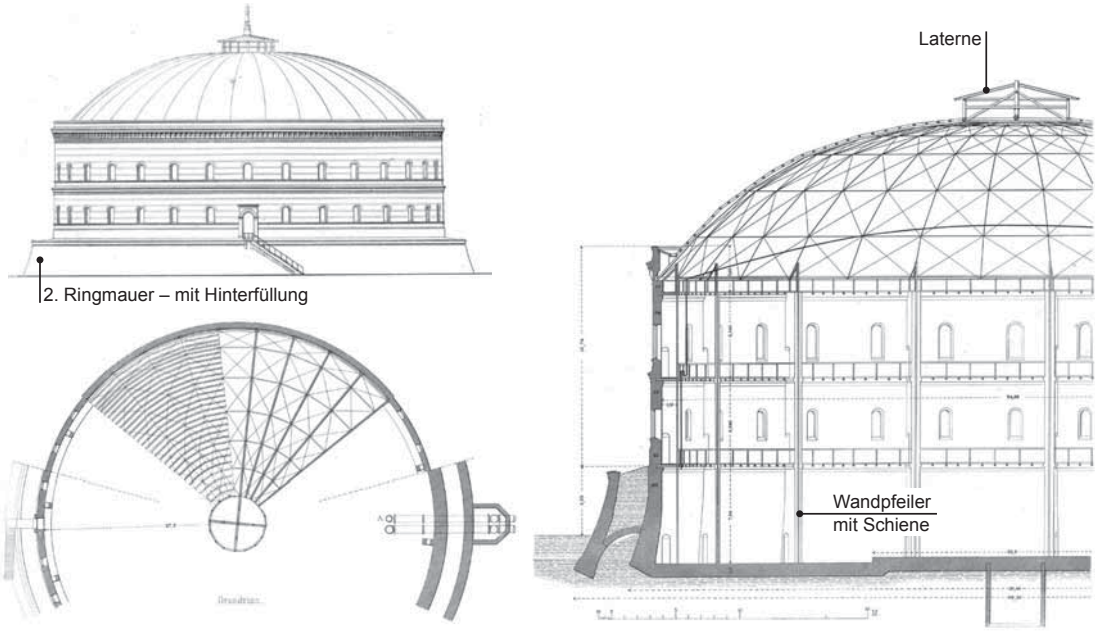


Abb. 308: Gasbehältergebäude in der Fichtestraße, Berlin (ZfB 1876a, Bl. 31). **

behälter (V= 9.600m3) mit einem Gebäude ($D_{außen}$= 35,77m; $H_{Mauerring}$= 24,79m; t= 94–126cm) errichtet (*Abb. 307*) [625]; dem Architekten und Privatbaumeister *A. Kühnell** [626] oblag die Planung dieses Gasbehälters, der zugleich der erste Teleskopgasbehälter Deutschlands war und für den Berliner Gasbehälterbau der folgenden Jahrzehnte richtungsweisend sein sollte.
Die Fassade war horizontal in drei Abschnitte gegliedert: Einen Sockel, in dem sich vier Zugänge befanden und zwei Fensterringe, die die Zweihübigkeit des Gasbehälters nach außen abzeichneten. Die Rundbogenfenster, deren Anzahl in der unteren Reihe 16 und in der oberen 32 betrug, setzten jeweils auf einem umlaufenden Gesims auf. Die abschließende Zinnenbekrönung verdeckte die Dachkonstruktion fast ganz und verlieh dem Bauwerk einen wehrhaften Charakter. Die ungegliederte, ebene Mauerfläche war verputzt. Das flache Kegeldach bestand aus 32 unterspannten Radialträgern, die über einen Ringträger zusammengeschlossen wurden; letzerer nahm die hölzerne Laternenkonstruktion auf. [627]

Fichtestraße, Berlin – Zwischenspeicherstation [628]

30 Jahre später erreichten die Gasbehälter weitaus größere Dimensionen und dreimal so große Nutzvolumina – verglichen zum vorgehenden Beispiel am Halle`schen Tor. Auf der Zwischenspeicherstation an der Fichtestraße begann 1874 der Bau eines Gebäudes (D_{innen}= 54,60m; $H_{Ringmauer}$= 21,99m) für einen zweihübigen Gasbehälter (V= 30.000m3) nach den Plänen *Johann Wilhelm Schwedlers** (*Abb. 308*):
Das Gebäude war aufgrund der unzureichenden Baugrundeigenschaften nur minimal eingetieft und im Bereich des Wasserbeckens durch eine vorgelagerte, niedrige, zweite Ringmauer verstärkt. Letztere

625 Kühnell, 1845, p. 179

626 Kühnell hatte die Leitung der Niederlassung der ICGA in Berlin inne und wechselte einige Jahre später zu den städtischen Werken Berlins (Lorenz, 1995, p. 350).
Nach Schilling, 1885 wurde Kühnell 1867 pensioniert und verstarb 1878. Neben ihm waren ebenfalls die Baumeister Schnuhr (+ 1868) und der damals aktuelle „Ober-Dirigenten" Baumeister O. Reissner für den Bau weiterer Gaswerke in Berlin zuständig (Schilling, 1885, pp. 46–47).

627 Lorenz, 1995, p. 344–348
Weiterführende Literatur zum Dachtragwerk siehe Kühnell, 1845, pp. 179–180, sowie Lorenz, 1995, pp. 344–363.

628 Die Gasbehälter an der Fichtestraße – ursprünglich drei à 30.000 und ein weiterer à 25.000m3 – waren eine Zweigstelle des Gaswerks am Halle`schen Tor, dessen Grundstück um 1870 den Bau eines weiteren Gasbehälters nicht mehr zuließ (o. A., 1876, pp. 180–181).

3. Das MAN-Standardmodell

Abb. 361: Entwicklung des MAN-Scheibengasbehälters – vom Prototypen (rechts) zum Standardmodell (links; GWF, 1954).

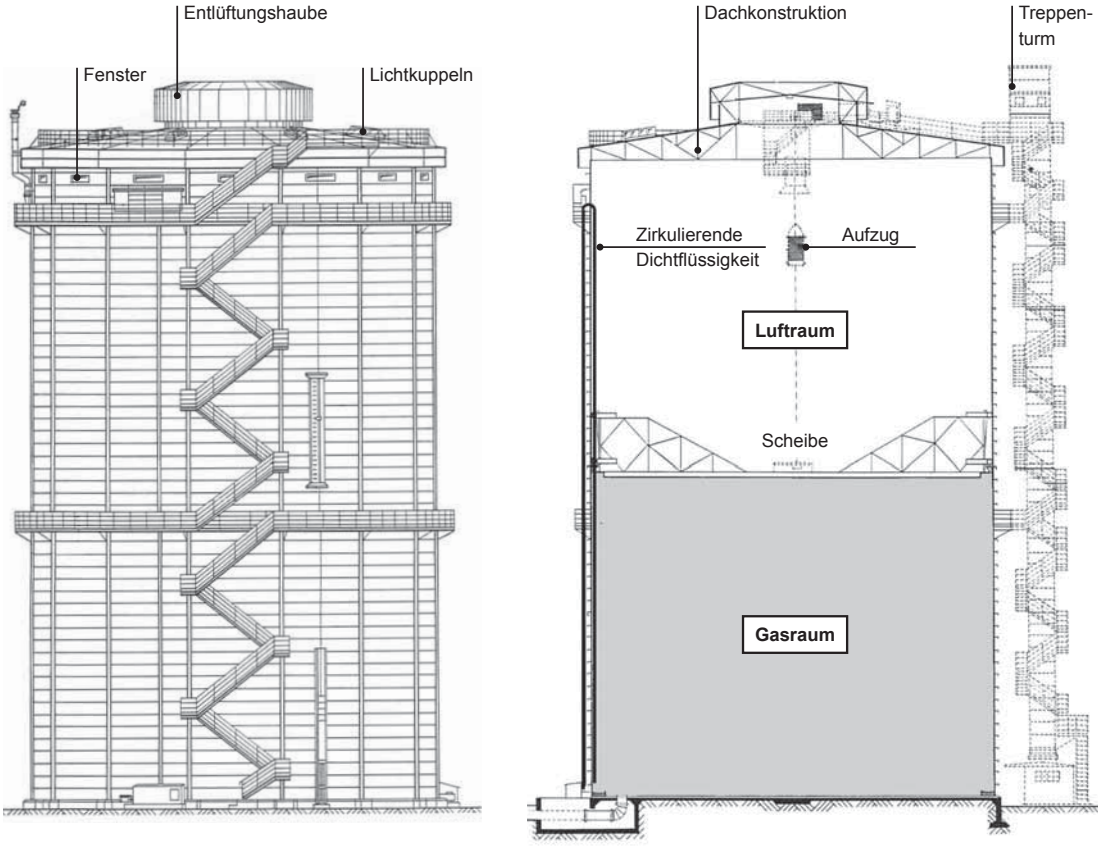


Abb. 362: Aufbau des standardisierten MAN-Scheibengasbehälters (Leffer, 2006, pp. 6–7).*

Nachdem der Scheibengasbehälter der MAN erfolgreich in Augsburg-Oberhausen debütierte, wurde der Aufbau vereinfacht, indem er zunächst buchstäblich seine „Kleid“ fallen ließ und fortan als freistehende Eisenkonstruktion ohne massives Schutzbauwerk errichtet wurde (*Abb. 362*).
Verglichen mit dem Prototypen wurde diese freistehende Konstruktion mit einem Dach ergänzt, das mit einer zentralen Entlüftungshaube ausgestattet war. Für Wartungs- und Reparaturarbeiten wurde außen ein Treppenturm und im Behälterinneren ein Aufzug angeordnet. [722]
Diese Gasbehälterform bestach mit ihrer effizienten Konstruktionsweise und deckte ein breites Größenspektrum ab. Aufgrund der erheblich reduzierten und vereinfachten Bauteile konnte der Scheibengasbehälter seriell gefertigt werden.

Die Konstruktion des standardisierten MAN-Scheibengasbehälters wird am Beispiel des 1953 bis 1954 errichteten Behälters in Augsburg-Oberhausen ($D_{außen}$= 44,75m; H_{gesamt}= 83,30m; V= 100.000m3) erläutert (*Abb. 361*) [723], der von den Augsburgern „Gaskessel“ genannt wird und in unmittelbarer Nähe zum Prototypen von 1915 steht (Siehe vorgehendes Kapitel).

722 Bei sehr großen Ausführungen wurde der Treppenturm meist mit einem Aufzug ausgestattet. In der Frühphase wurden für die Revision der Scheibe einfache falt- bzw. klappbare Leitersysteme eingesetzt (Leffer, 2006, p. 7).

723 LEF-A, 1953; LEF-A, 1954, p. 3

D.1. Überblick – Einführung der Gasbeleuchtung in Europa

Abb. 1: Verbreitung der Gasbeleuchtung in Europa nach Thomas, 2014, mit Hervorhebung der Entwicklung 1813–1838 (Plangrundlage: Alexrk2, 2010; CC-BY-SA; Eintragung der Länder und Jahreszahlen durch BB, 2017).*

Dieses Kapitel skizziert die Einführung der öffentlichen Gasbeleuchtung in Europa bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts und bettet dabei die Hauptakteure dieser Arbeit – nämlich aus England, Deutschland und Italien stammende Ingenieure – in ein internationales Gesamtgefüge ein. [1]

Ausgehend von London, wo die öffentliche Gasbeleuchtung 1813 debütierte *(Siehe Kap. B.5.)*, wurde diese technische Innovation zunächst von den englischen Ingenieuren voran getrieben und international verbreitet (*Abb. 1*). Neben England entwickelte sich auch Frankreich zu einem frühen, wichtigen Protagonisten der Gasbeleuchtung und deren Ausbreitung [2].
Das erste Gaswerk auf dem Kontinent wurde 1818 in Brüssel errichtet [3]. Ein Jahr später folgte die Einführung in Frankreich und die ersten Straßenzüge von Paris erstrahlten im neuen Gaslicht.
Die übrigen Länder beteiligten sich deutlich weniger an der Entstehung und Entwicklung der Gasindustrie. Vielmehr schlossen sie Verträge mit englischen oder französischen Gasbeleuchtungsgesellschaften ab und beauftragten diese mit der Errichtung von lokalen Gaswerken.
Eine wichtige Rolle nahm hier die „Imperial Continental Gas Association“ (ICGA) ein, die 1820 eigens dafür gegründet wurde und ab 1824 das Gaslicht im großen Maßstab international verbreitete. Darunter war auch das erste öffentliche Gaswerk Deutschlands, das die ICGA 1825 in Hannover errichtete, sowie 1845 das erste Gaswerk in Österreich. [4]
Die ICGA hatte aber keine Monopolstellung inne, sondern erfuhr Konkurrenz durch eine Reihe von weiteren international agierenden Gasbeleuchtungsgesellschaften, wie z.B. „The Tuscan Gas Company“, „La Compagnie générale française et continentale d‘éclairage“ oder „Deutsche Continental-Gas-Gesellschaft (Dessau Gas Co.)“ [5].
In Italien fasste eine kleinere Sozietät aus Frankreich Fuß, die unter der Leitung von Gautier und Reymondon stand, und 1838 in Turin erstmals das „luce argentea“ – das silberne Licht – einführte *(Siehe Kap. D.2.1.)*. Bis 1850 waren auch die an Deutschland und Frankreich angrenzenden Länder sowie Russland mit Gaslicht versorgt und bis 1870 hatte die neue Beleuchtungstechnik schließlich in großen Teilen Europas Fuß gefasst.

Neben dem Wissenstransfer durch die englischen und französischen Gaspioniere war ein weiterer Faktor ausschlaggebend für die Verbreitung der Gasindustrie in Europa: Steinkohlevorkommnisse.
Ende des 12. Jahrhunderts wurde die Steinkohle in England zum Schmieden und Schmelzen von Erzen zum ersten Mal eingesetzt. In Deutschland wurde ab dem frühen 13. Jahrhundert Steinkohle an der Ruhr und in Frankreich seit dem 14. Jahrhundert im Loire-Tal gewonnen. 1888 war Großbritannien führend im Steinkohlebergbau, gefolgt von Deutschland, das v.a. seit der Einführung der Eisenbahn seine Position behauptete. [6]

> *„Die Ausfuhr Großbritanniens an Steinkohle betrug 1885 nach Frankreich 4215456^{t}, Italien 2703471^{t}, Deutschland 2635436^{t}, Schweden und Norwegen 1835810^{t}, Rußland 1471207^{t},*

1 Anm. d. Verfasserin: Dieses Kapitel stellt lediglich eine Überleitung zur Einführung der Gasbeleuchtung bzw. des Gasbehälters in Italien dar und dient dazu, einen ersten Überblick über die Entwicklung in Europa zu verschaffen. Weiterführende Informationen und Listen zu Gaswerken weltweit wurden von Russell Thomas aufbereitet, der diese laufend aktualisiert und erweitert (Siehe auch *https://pbworld.academia.edu/RussellThomas* – retrieved on 2017, September, 29th).
2 Anm. d. Verfasserin: Diese Arbeit konzentriert sich auf die Baukonstruktionsgeschichte des Gasbehälters ausgehend von England. Daher wurde die Rolle Frankreichs im Detail nicht näher untersucht.
3 Rödel, 1983, p. 109
4 Rödel, 1983, p. 110
5 Thomas, 2014, p. 12
6 Anonym, 1888, pp. 577–580
Weitere Steinkohlebecken befanden sich in Nordamerika, Kanada, Mexiko, Brasilien, Belgien, Spanien, Österreich-Ungarn, Bulgarien, Türkei, Schweden, Norwegen, Russland, China (Anonym, 1888, pp. 578–586).

Führungsgerüst und Hubteile

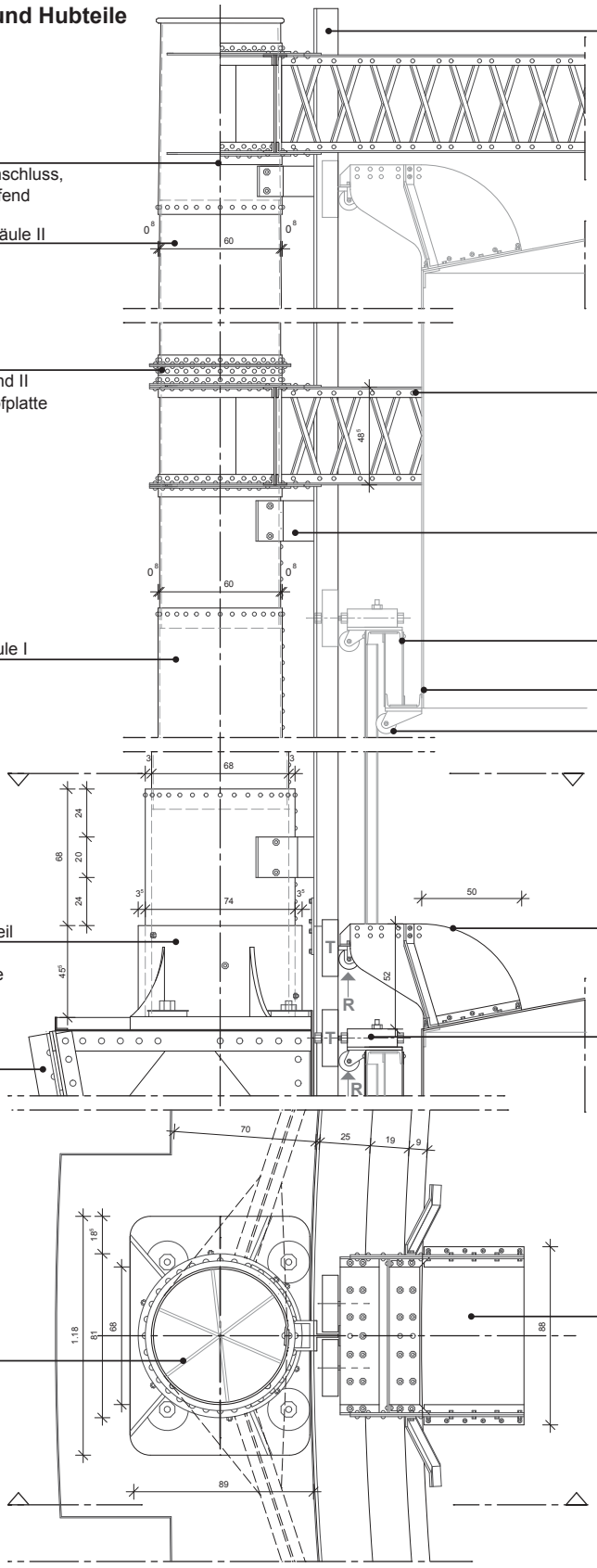


Abb. 112: Grundriss und Ansicht der Säule mit Hubteilen, M ca. 1:30 (BB, 2015).

Abb. 113: Ansicht des oberen, neueren Säulenabschnitts mit vorgesetzter Führungsschiene (Casarin, 2009).

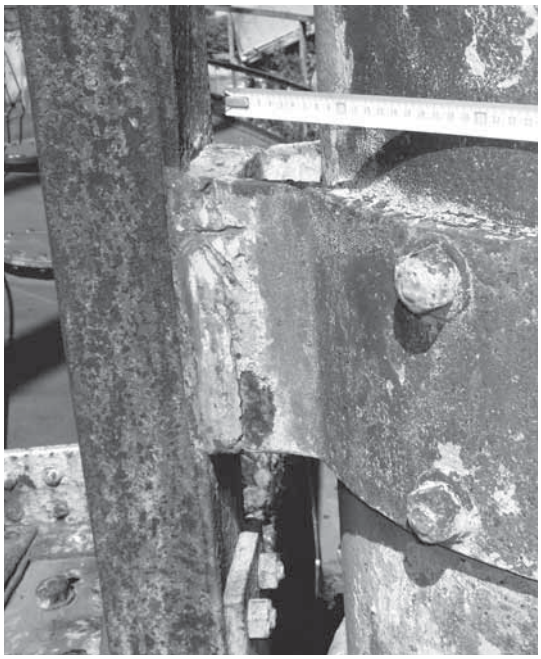


Abb. 114: Befestigung der Führungsschiene am Säulenschaft mit spangenförmigen Bauteilen (BB, 2009).

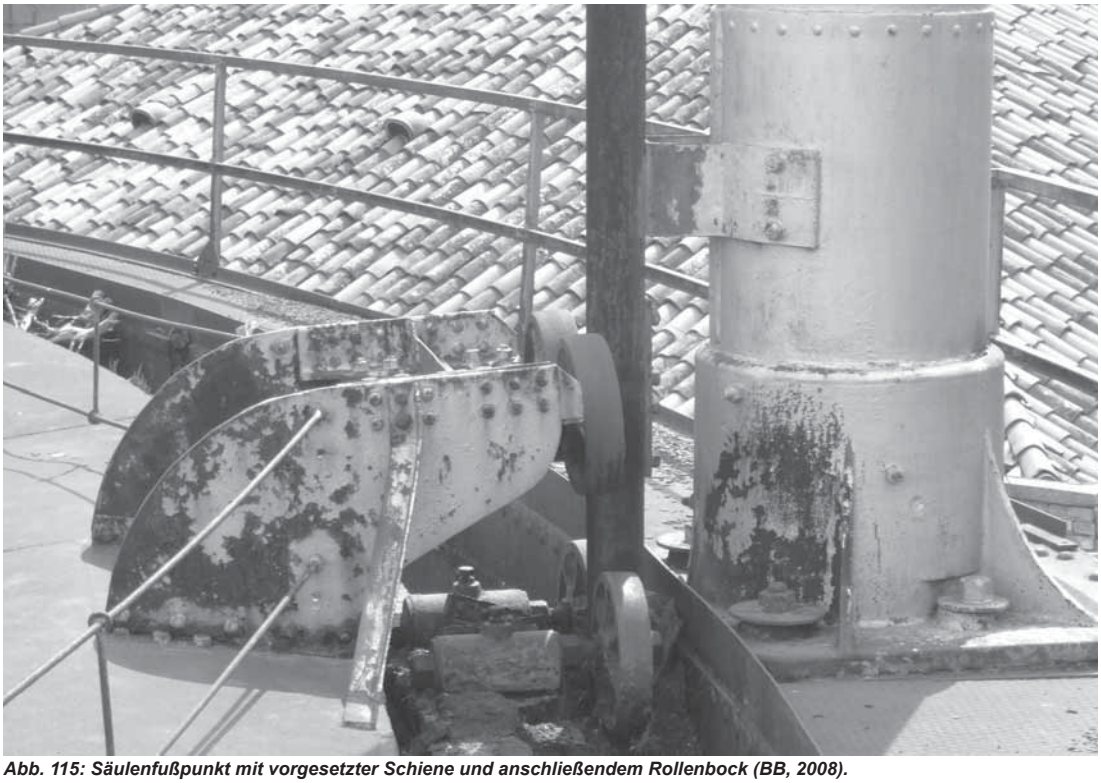


Abb. 115: Säulenfußpunkt mit vorgesetzter Schiene und anschließendem Rollenbock (BB, 2008).

1. Revitalisierung von Gasbehältern

Abb. 1: „Fichtebunker" – umgenutztes Gasbehältergebäude mit Loftwohnungen unterhalb der Kuppel – Fichtestraße, Berlin (BB, 2013).

Der folgende Abschnitt beleuchtet die Entstehung eines neuen, bewussteren Umgangs mit historischen Gasbehältern, die in Form von verschiedenen Umnutzungen wieder Einzug in die moderne Architektur fanden. Die weitgefächerte Vielfalt, mit der diese Revitalisierung von statten ging, wird mit einer Reihe von ausgewählten Beispielen vor Augen geführt *(Siehe auch Tab. 1)*.[2]

Nach der Stilllegung der Gaswerke ab den 1970er Jahren entwickelte sich der Gasbehälter zunächst zu einem isolierten, industriellen Relikt, dem aufgrund seiner Nutzlosigkeit zunächst kaum Beachtung gezollt wurde. Erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts setzte eine bewusstere Wahrnehmung von industriellen Kulturgütern ein. Diese Bewegung wurde beispielsweise verstärkt durch die Arbeiten des Fotografenehepaars Hilla und Bernd Becher, das 1956 begann eine Art fotografische Katalogisierung von technischen Bauwerken in Europa anzulegen und diese ab 1968 auch auf die USA ausweitete [3].

Der erste umgenutzte Gasbehälter war dennoch kein von langer Hand geplantes Revitalisierungsprojekt, sondern Teil eines kriegsbedingten Schutzprogrammes in Deutschland: In Berlin wurde der in der Fichtestraße befindliche Gasbehälter bzw. dessen Gasbehältergebäude (*Abb. 1*) 1940 zu einem Luftschutzbunker umfunktioniert *(Siehe Kap. C.2.5.),* was den vollständigen Rückbau der Hubteile und die Leerung des Beckens zur Folge hatte. In der Nachkriegszeit wurde der Bunker, der aufgrund seiner Lage auch **Fichtebunker** genannt wurde, zum Altenheim und später zum Obdachlosenasyl umfunktioniert; ab 1963 fungierten die Räume ausschließlich zur Lagerung von Lebensmitteln. [4]

2009 zog wieder Leben in den Gasbehälter ein – nämlich im sogenannten **Circlehouse,** das sich unterhalb der Gasbehälterkuppel befindet und aus radial angeordneten Loftwohnungen besteht (*Abb. 1*) [5]. Der ehemalige Bunkerraum dient heute als Museum zur Geschichte des Bauwerks. Somit besitzt der

2 Anm. d. Verfasserin: Dieses Kapitel stellt keine vollständige Abhandlung der Umnutzungsgeschichte des Gasbehälters dar, da die vorliegende Arbeit nicht als Machbarkeitsstudie konzipiert wurde; vielmehr gewährt es einen groben Überblick, wie historische Gasbehälter bislang umgenutzt wurden.

3 Becher, 1993/2002, Umschlagseite

4 Berliner Unterwelten, 2016

5 Ingenbleek, 2016

Abb. 2: Umnutzung als „Parc de la Barceloneta" (Bärbel Heitzer, 2017).

Berliner Gasbehälter eine einzigartige Nutzungsgeschichte, die vom rein technischen Bauwerk bis hin zum exklusiven Wohnungsbau reicht. [6]

Das Circlehouse war aber nicht die erste Revitalisierung, die im großen Maßstab geplant wurde. Neben einigen Gasbehältergebäuden in Skandinavien, die in den 1980er Jahren Theater aufnahmen (*Tab. 1*), wurde das Führungsgerüst eines Gasbehälters in Barcelona 1992 zu einem Park umgestaltet: Für die Olympischen Spiele wurde der Stadt nämlich ein umfassender Maßnahmenkatalog auferlegt, der zur Aufwertung des Stadtbildes beitragen sollte. Dieser beinhaltete auch die Umgestaltung des obsoleten Gasbehälters: Aufgrund des vollständig versenkten Wasserbeckens eignete sich dieser für die Umnutzung zu einem frei zugänglichen Park, dem **Parc de la Barceloneta** (*Abb. 2*), der von dem historischen Führungsgerüst gefasst wird. [7]

Als weiteres Beispiel ist die Internationale Bauausstellung Emscher Park (1989–1999) zu nennen, im Zuge derer der Scheibengasbehälter (*Abb. 3*) in Oberhausen 1993–1994 zu einer außergewöhnlichen Ausstellungshalle umgebaut wurde – heute bekannt als

Abb. 3: Ausstellungshalle „Gasometer" Oberhausen (BB, 2013).

6 Weiterführende Literatur zur Umnutzung des „Fichtebunkers" siehe Thorau, Schaulinski, 2011.
7 Patrimonio industrial de Barcelona, 2009

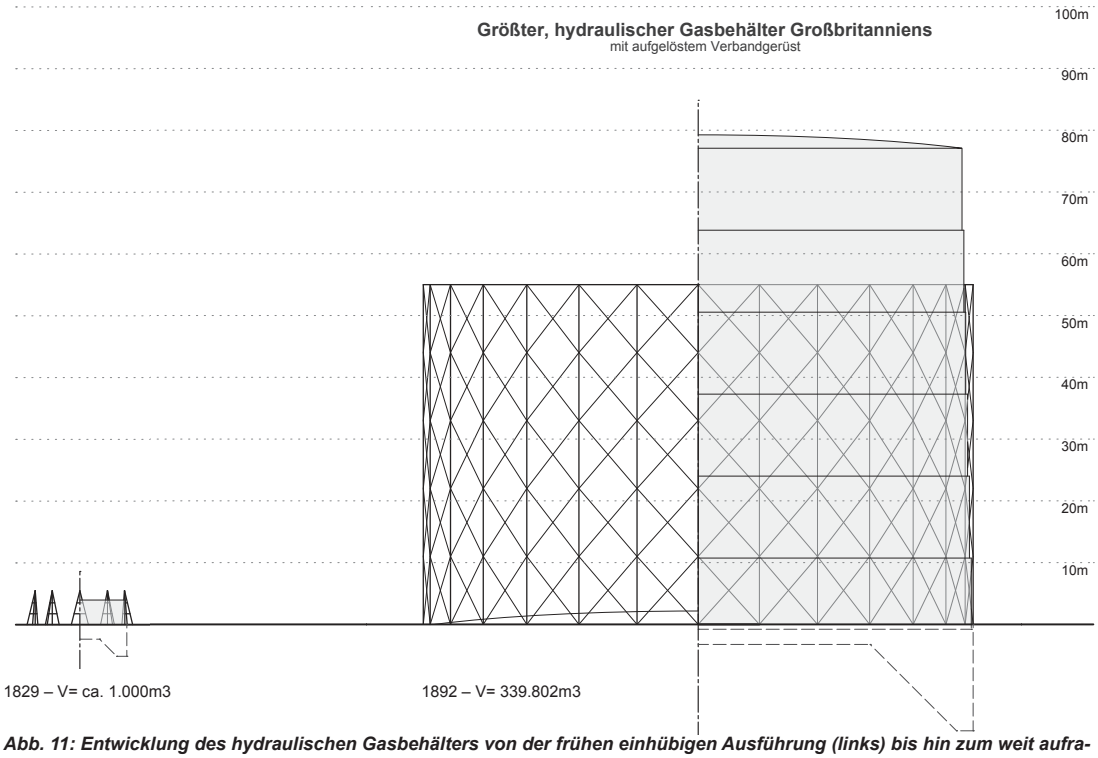


Abb. 11: Entwicklung des hydraulischen Gasbehälters von der frühen einhübigen Ausführung (links) bis hin zum weit aufragenden, sechshübigen Gasbehälter (rechts) mit zwei fliegenden Hubteilen (BB, 2019).

Fazit

Der GASBEHÄLTER ALS BAUTYPUS beschreibt die Geschichte eines Bauwerks, das primär durch seine **Funktion** bestimmt wurde – nämlich der Notwendigkeit der Aufnahme und Speicherung von Gas. Der Aufbau des Gasbehälters resultierte aus der jeweiligen Abdichtungstechnik, die einen gasdichten Abschluss gewährleisten musste, und diktierte so die **Grundform**.

Die finale **Konstruktion** war schließlich geprägt von der unermüdlichen Empirie der Gaspioniere und der jeweils gegenwärtigen Bautechnik bzw. der Baustoffe. Somit repräsentiert der Gasbehälter – neben bekannten, bereits erforschten Eisenbauwerken wie z.B. den Brücken – einen weiteren, bedeutenden Bautypus, der die voranschreitende Eisentechnologie des 19. Jahrhunderts widerspiegelt.

Ende des 19. Jahrhundert erreichte die Geschichte des hydraulischen Gasbehälters seinen Höhepunkt, indem er als weit aufragendes Bauwerk auf sich aufmerksam machte und ein wichtiges Zeugnis für die Ingenieurbaukunst dieser Zeit ablegte (*Abb. 11*).

Diese konstruktive Erfolgsgeschichte wird schließlich dadurch bekrönt, dass sie einer anhaltenden Fortschreibung bzw. Weiterentwicklung unterliegt, da der Gasbehälter auch im 21. Jahrhundert noch ein essenzielles Speicherbauwerk darstellt.

F.2. Glossar – Deutsch – Englisch – Italienisch

Tab. 2: Glossar – Gasbehälterkategorien Categories of Gasholders / Categorie di Gasometri		
Deutsch	**Englisch**	**Italienisch**
Gasbehälter	gasholder	gasometro (contenitore di gas)*
Behälter	holder, reservoir, vessel	serbatoio, contenitore, deposito
Niederdruckgasbehälter	**low-pressure gasholder**	**gasometro a bassa pressione**
Hydraulischer Gasbehälter	water-sealed/ hydraulic gasholder	gasometro a guardia idraulica
Glockengasbehälter (Einhübiger Gasbehälter)	bell-type gasholder (single-lift gasholder)	gasometro a campana (gasometro con una alzata)
Teleskopgasbehälter (Mehrhübiger Gasbehälter)	telescope-type gasholder (multi-lift gasholder)	gasometro a telescopio (gasometro con più alzate)
Gerüst-geführt	frame-guided	ad armatura di guida
Stützengerüst	column structure	armatura di appaggio
Rahmengerüst	frame structure	armatura a telaio
Verbandgerüst	braced structure	armatura a traliccio
Spiral-geführt (Schraubengasbehälter, Gerüstloser Gasbehälter)	spiral-guided (spiral-guided gasholder, frameless gasholder)	a guida elicoidale (gasometro elicoidale, gasometro senza armatura)
Seil-/ Kabel-geführt	rope-/ cable-guided	guidato a cavo
Trockengasbehälter	dry-sealed gasholder	gasometro a secco
Scheibengasbehälter	piston-type gasholder	gasometro a disco/ pistone
Mitteldruckgasbehälter	**medium-pressure gasholder**	**gasometro a media pressione**
Membrangasbehälter (Wiggins-Gasbehälter)	membrane gasholder (Wiggins-type gasholder)	gasometro a membrana
Hochdruckgasbehälter	**high-pressure gasholder**	**gasometro ad alta pressione**
Kugelgasbehälter	spherical gasholder	gasometro sferico
Kavernenspeicher	cavern gasholder	gasometro in cavità sotteranea
Röhrenspeicher	horizontal/ pipe holder	serbatoio tubolare

DR.-ING. BARBARA BERGER

Barbara Berger (*1983 in Freising) [1] studierte Architektur an der Technischen Universität München und am Istituto Universitario di Architettura in Venedig, wo sie zum ersten Mal auf die Gasbehälter aufmerksam wurde. Fasziniert von deren architektonischer Gestalt und Bedeutung waren diese schließlich das Thema ihrer Diplomarbeit (2008/2009).
Nach dem Studium arbeitete sie zunächst als Architektin für das Ingenieurbüro Barthel & Maus GmbH in München und in Mainz, bis sie sich 2013 schließlich wieder den Gasbehältern widmete, um deren vollständige technisch-konstruktive Entwicklung zu erforschen.
Parallel zu ihrer Dissertation **DER GASBEHÄLTER ALS BAUTYPUS**, die sie als externe Doktorandin bearbeitete, war Barbara Berger als Architektin für das Ingenieurbüro Haushochdrei GmbH in München und als Schwimmtrainerin für die Stadtwerke München tätig.
Ihre Forschungen wurden vom Deutschen Studienzentrum in Venedig (08/2013–02/2014; 12/2014), dem Deutschen Historischen Institut in London (10–12/2015) und schließlich dem Laura-Bassi-Preis (01–12/2016) der Technischen Universität München unterstützt.
Barbara Berger wurde 2018 promoviert und schuf mit ihrer Dissertation, die auf der Basis von zahlreichen besichtigten und recherchierten Gasbehältern in Italien, England und Deutschland fußt, ein umfassendes Standardwerk zum historischen Gasbehälterbau.

Seit 2017 ist sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Technischen Universität München für Lehramt an beruflichen Schulen im Fach Bautechnik tätig.

1 Foto, Martin Ley, 2018