Fachhochschule Potsdam
Masterstudiengang „Bauerhaltung - Bauen im Bestand + Bauwerkserhaltung“

„Historische Gebäude des ehemaligen Geodätischen Observatoriums am Telegrafenberg in Potsdam“

Masterarbeit
zur Erlangung des akademischen Grades
„master of engineering“
(M.Eng.)

eingereicht am
Fachbereich 3 - Bauingenieurwesen
der Fachhochschule Potsdam

von
Dipl.-Ing. (FH) Sabine Kuban

Potsdam, den 15.03.2011

Vorwort

Mein Dank gilt allen Personen die mich während der Erstellung dieser Arbeit persönlich und fachlich unterstützt haben. Der zum Teil auch fachübergreifende persönliche Austausch war meines Erachtens sehr anregend. Mein Dank gilt weiterhin den zuständigen Mitarbeitern des GeoForschungsZentrums in Potsdam und der Denkmalbehörden in Potsdam und Wünsdorf-Waldstadt.
Ganz besonders möchte ich mich an dieser Stelle bei Herrn Prof. Freitag, Eva Laabs und Christiane Teich bedanken, die mir die Einarbeitung in das Fachgebiet der Metallrestaurierung und den damit verbundenen forschungs-wissenschaftlichen Hintergrund um einiges erleichert haben.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass die vorliegende Masterarbeit unter Verwendung der angegebenen Quellen von mir selbstständig verfasst wurde.

Potsdam, 15.03.2011

Sabine Kuban

Aufgabenstellung

Fachbereich Bauingenieurwesen
Masterstudiengang Bauerhaltung
Pappelallee 8-9, 14469 Potsdam
Tel. 0331/580-1301

Potsdam, 19.2.2010

Aufgabenstellung
der Masterarbeit zur Erlangung des akademischen Grades
„MASTER OF ENGINEERING“

für **Frau Dipl.-Ing. (FH) Sabine Kuban, Matr. Nr. 4666**

Betreuer: Prof. Dipl.-Ing. Gerhard Eisele
Prof. Dr. phil. Andreas Kahlow

Thema:
Historische Gebäude des ehemaligen Geodätischen Observatoriums am Telegraphenberg in Potsdam

FHP:-) Fachhochschule Potsdam
University of Applied Sciences

Auf dem Telegrafenberg bei Potsdam befinden sich die Gebäude der ehemaligen „Königlichen Observatorien für Astrophysik, Meteorologie und Geodäsie“.
Diese umfassen den gesamten Komplex des Astrophysikalischen Observatoriums, das Ensemble des Meteorologisch-Magnetischen Observatoriums und das Geodätische Institut mit dem Hauptgebäude und dem Observatorium für Winkelmessungen.
Diese Observatorien stellten seinerzeit einen internationalen Durchbruch hinsichtlich Innovation und spezifischer Ausstattung dar. Es handelte sich um die erste astrophysikalische Anstalt überhaupt. Diese setzte sich zum Ziel, den gesamten Sternenhimmel zu erforschen und zu beobachten.
In diesem Zusammenhang kommen diesen Gebäuden neben einem bau- und technikgeschichtlichen auch ein hoher wissenschaftlicher Wert zu.
Das Ensemble des Observatoriums für Winkelmessungen des Magnetisch-Geodätischen Instituts umfasste ursprünglich den geodätisch-astronomischen Turm (Helmertturm), zwei Meridianhäuser, das Haus im 1. Vertikal, das Breitenhaus, ein Gerätehaus und kleinere Begleitbauten.
Das Haus im 1. Vertikal und eines der Meridianhäuser existieren heute nicht mehr in der ursprünglichen Form.
Der Helmertturm, das Breitenhaus und das östlicher gelegene Meridianhaus sowie einige kleinere Begleitbauten hingegen existieren noch heute, allerdings in recht bedauernswertem baulichem Zustand.
Das Meridianhaus und das Breitenhaus sollen im Rahmen eines Projekts der Fachbereiche Architektur und Städtebau und Bauingenieurwesen an der FHP untersucht und, soweit dies möglich ist, restauriert werden.
Ein Bestandteil der erforderlichen Untersuchungen ist die Analyse des baulichen Zustandes der Gebäude, insbesondere der vorhandenen Schäden am Tragwerk und deren Auswirkungen auf die weitere Restaurierung.
Als Ziel der Masterarbeiten sollen Vorschläge zu Sanierungskonzepten als Grundlage und Ergänzung eines von den Restauratoren zu erarbeitenden Gesamtkonzeptes für das Meridian- und das Breitenhaus entstehen. Der Helmertturm, als größtes noch vorhandenes Gebäude, soll im ersten Aufgabenteil mit einbezogen werden.

Nachfolgende Punkte sollen bei der Bearbeitung für die Gebäude Breitenhaus, Meridianhaus, Helmertturm berücksichtigt werden:

- Objektbeschreibung, Umgebungsbebauung
- Bauhistorische Einordnung - Bestandspläne, Bauakte, Konstruktionsgrundlagen
- Geplante Nutzung (Absprache mit Eigentümer und Denkmalbehörde)
- Beschreibung der Konstruktionen - Stahl, Mauerwerk, Glas.

Für das Breitenhaus und das Meridianhaus sind zusätzlich nachfolgende Aufgaben zu bearbeiten:

Gebäude:

- Raum-/Gefügebuch der Stahlfachwerkträger und konstruktiven Elemente
- Schadenskartierung, insbesondere Stabilität, Standsicherheit der Fachwerkträger, mechanische Schäden, Korrosion, Glasfußböden

Materialien

- Grundlagen der historischen Ausgangsbeschaffenheit (Herstellungsprozesse)
- Prüfung der Materialzusammensetzung des verbauten Stahls
  Wahl geeigneter Verfahren, Wahl geeigneter Probenentnahmestellen (in Absprache mit Restauratoren), Versuchsbeschreibung, Durchführung und Auswertung der Ergebnisse
- Berechnungsmodell
  Statische Systemanalyse, Berechnungsgrundlagen des Objektes (Bauakte), Gegenüberstellung historischer Normen, Lastannahmen und Beanspruchbarkeiten im Bezug auf das vorgefundene Material, Modellierung des statischen Systems mit Berechnung und Beurteilung der Standsicherheit
- Berücksichtigung eventuell geänderter Anforderungen durch spätere Nutzung bzw. im Bauzustand während der restauratorischen Arbeiten

4. Sanierungskonzept

- Grundsätze und geplante Maßnahmen der Restauratoren
- Auswertung der statischen Berechnungen mit Bezug auf die kartierten Schäden und die festgestellten (Rest-) Querschnitte und Anschlussmittel
- Vorschläge zum weiteren Vorgehen als Beitrag zum Sanierungskonzept

Die Bearbeitung erfolgt in Kooperation mit dem für das Gesamtprojekt verantwortlichen Fachbereich Architektur und Städtebau der FHP, Bereich Restaurierung - Metallkonservierung unter Leitung von Prof. Jörg Freitag.
Die Verwendung der Ergebnisse der Masterarbeit innerhalb des Planungsteams im Rahmen des Gesamtprojekts wird durch Frau Kuban gestattet.

Als Grundlage wird die folgende Arbeit zur Verfügung gestellt:
Christiane Teich, Jutta Christians,
DAS MERIDIANHAUS AUF DEM POTSDAMER TELEGRAFENBERG - BAUGESCHICHTE -
FH-Potsdam / Architektur und Städtebau / Restaurierung, Metallkonservierung Prof. Jörg Freitag
Dokumentation Meridianhaus Baugeschichte, im März 2009.

Nutzungsvereinbarung
Die Ergebnisse der Masterarbeit dürfen nur unter Nennung des Namens der Autorin – auch bei auszugsweiser Nutzung – und unter Mitteilung eines Veröffentlichungs- bzw. Teilveröffentlichungswunsches jeweils nur unter Einbeziehung der Autorin genutzt werden.

Form
Die Arbeit ist in gedruckter Form 2-fach sowie als digitale Version auf einem Datenträger abzugeben. Die Arbeit muss eine deutsche und englische Zusammenfassung sowie die Aufgabenstellung enthalten.
Bis spätestens zwei Wochen vor dem Kolloquiumstermin ist ein Plakat im Format DIN A0 in Druckversion und als digitale Version auf einem Datenträger abzugeben und eine Kurzfassung der Masterarbeit auf einer Internetseite zu erstellen.

Prof. Dipl.-Ing. Gerhard Eisele

Einleitung

Der Wissenschaftspark „Albert Einstein“ auf dem Potsdamer Telegrafenberg umfasst eine Vielzahl an historischen Gebäuden aus dem späten 19. Jahrhundert. Als Bestandteil des ehemaligen königlichen Geodätischen Instituts sind die, in der vorliegenden Masterarbeit besprochenen Beobachtungsgebäude (Meridian- und Breitenhaus, Helmertturm) ebenfalls erhalten geblieben. So unterschiedlich die Geometrie, Größe und ursprüngliche Bestimmung auch sind, so sind alle drei Gebäude ein anschauliches Beispiel für eine gelungene Architektur im Zeichen der Wissenschaft. Vor allem die enge Beteiligung der hier tätigen Wissenschaftler am Entwurfsprozeß für die Gebäude führte zu interessanten und seltenen Ausführungen.
Kennzeichnend für die drei Gebäude ist die Verwendung von historischen Eisenwerkstoffen, sowohl als Teil des Tragwerks als auch als Teile der Fassaden- und Innenraumverkleidung. Der Erhaltungszustand variert je nach Gebäude auf Grund der unterschiedlichen Instandhaltungs- und Umbauphasen.
Alle drei Gebäude wurden im Rahmen einer umfassenden bauhistorischen Objektrecherche erfasst. Für das Meridian- und das Breitenhaus wurden zusätzlich die Schäden aufgenommen und ein Instandsatzungskonzept erarbeitet.
Ausgangspunkt für die Untersuchung zumindest am Meridianhaus ist die geplante Restaurierung der historischen Bleche als Teil der Wandverkleidung. Für ein entsprechendes restauratorisches Sanierungskonzept sollte die Standsicherheit des Meridian- und des Breitenhauses anhand einer Schadenskartierung der vorhandenen Konstruktionen und einer statischen Systemanalyse geprüft werden. Nach einer genaueren Bestimmung der vorhandenen Konstruktionsmaterialien soll mit dem gegebenenfalls angepassten statischen Nachweis ein Sanierungskonzept entwickelt werden, dass in Zusammenhang mit den geplanten Arbeiten der beteiligten Restauratoren (Kooperationsprojekt mit dem Fachbereich 2 der Fachhochschule Potsdam, Fakultät Metallrestaurierung, Leitung Prof. Freitag) als Gesamtkonzept umsetzbar sein soll.

Abstract

The science complex „Albert Einstein“ at Telegrafenberg, Potsdam includes a variety of historical buildings from the late 19th century. All buildings have accomodated scientists, laboratories and the administration till this day. Three smaller buildings, belonging to the former Royal Society of Geophysics are also located here. The Meridian- and the Breitenhaus, as well as the Helmertturm were build to shelter sensitive optical measuring instruments. Although they differ in scale, geometry and the original purpose, they all are a vivid example of a sucessful user orientated architecture. The participation of scientists during the design process back in 1892 is still visible.

The use of historical iron materials to build up the load bearing structure as well as the wall covering is characteristic for all three buildings. The actual condition of the metal differs from building to building due to the different conservation and reconstruction practise.

The investigation includes a thorough historical research for all three buildings and additionally a detailed observation of damages and a restoration plan for the Meridian- and the Breitenhaus.

Based on the intention of restoring the wall coverings of the Meridianhaus, historical corrugated zinc sheets it is necessary to ensure the load bearing capacity of the structure.

After the evaluation of the damages and determining the characteristics of the historical iron, the structural analysis for each building needed to be verified.

Finally in cooperation with the restorators from Fachhochschule Potsdam (FB 2) a specific rebuilding concept for the load bearing structure was developed. A restoration concept for the corrugated zinc and iron sheets will be discussed in a different thesis.

Inhaltsverzeichnis

Aufgabenstellung 3

Einleitung 6

1. Der Wissenschaftspark Albert-Einstein 15

2. Das Geodätische Institut in Potsdam 19

2.1. Zur Architektur von vergleichbaren Beobachtungshäusern 23

3. Die Gebäude - Meridianhaus, Breitenhaus und Helmertturm 27

3.1. Denkmalpflegerische Einordnung 27

3.2. Bauhistorische Einordnung 31

3.3. Strukturelle Baubeschreibung 41

3.4. Konstruktive Baubeschreibung 44

3.5. Geplante Nutzung 53

4. Baustoffe am Meridian- und Breitenhaus 55

4.1. Glas 55

4.2. Holz 55

4.3. Mauerwerk aus künstlichen Steinen 56

4.4. Naturstein 57

4.5. Metall 59

5. Eisen als Baustoff 61

5.1. Geschichtliche Entwicklung der Eisenherstellung 61
5.1.1 Qualitätssicherung 62

5.2. Eisen als Werkstoff 63
5.2.1 Eiserne Verbindungsmittel 64
5.2.2 Bearbeitete Eisenerzeugnisse 65

5.3. Bemessungsgrundlagen 66

5.4. Materialspezifische Schadbilder 68
5.4.1 Geometrische und strukturelle Imperfektionen 68
5.4.2 Äußere Einflüsse 68

5.5. Ausführungshinweise bei Instandsetzungen 71

5.6. Wellblech 72
5.6.1 Historische Herstellung 73
5.6.2 Überlieferte Anwendungshinweise 73
5.6.3 Bedeutung in der Architektur 75
5.6.4 Baustoffeigenschaften 80

6. Bauaufnahme Meridian- und Breitenhaus 81

6.1. Ordnungssystem 81

6.2. Raumbuch 81

6.3. Schadenskartierung 82
6.3.1 Schadensglossar 84
6.3.2 Kartierungspläne 87
6.3.3 Auswertung 87

7. Beurteilung der Standsicherheit 97

7.1. Planungsgrundlagen 98
7.1.1 Meridianhaus (A10) 98
7.1.2 Breitenhaus (A13) 99

7.2. Einschätzung der Tragfähigkeit 101
7.2.1 Statische Systemanalyse 102
7.2.2 Rechnerische Grundlagen/historische Anforderungen 102
7.2.3 Beanspruchbarkeiten 103
7.2.4 Verbindungen 105

7.3. Tragfähigkeitsnachweis 106

7.4. Untersuchungen am Bauwerk 106

7.5. Untersuchung an Materialproben 107
7.5.1 Wahl geeigneter Probenentnahmestellen 109

7.6. Metallografische Untersuchung 110
7.6.1 Erkenntnisse zu den Bauwerksproben 116

7.7. Angepasster Standsicherheitsnachweis 118

7.8. Auswertung 118

8. Instandsetzungskonzept 121

8.1. Meridianhaus 122

8.2. Breitenhaus 125

8.3. Ausstehende Untersuchungen 126

8.4. Helmertturm 128

8.5. Maßnahmenbeschreibung 129
8.5.1 Mauerwerksinstandsetzung 129
8.5.2 Natursteininstandsetzung 130
8.5.3 Metallinstandsetzung 130

8.6. Nachhaltungspflichten für die Gebäude 132

9. Begriffserläuterungen 134

10. Bibliografie des Architekten 139

11. Zur Geschichte der Wissenschaften auf dem Telegrafenberg 143

12. Abkürzungsverzeichnis 146

13. Literaturverzeichnis 147

14. Abbildungsverzeichnis 156

15. Tabellenverzeichnis 159

16. Anhänge 160

1. Der Wissenschaftspark Albert-Einstein

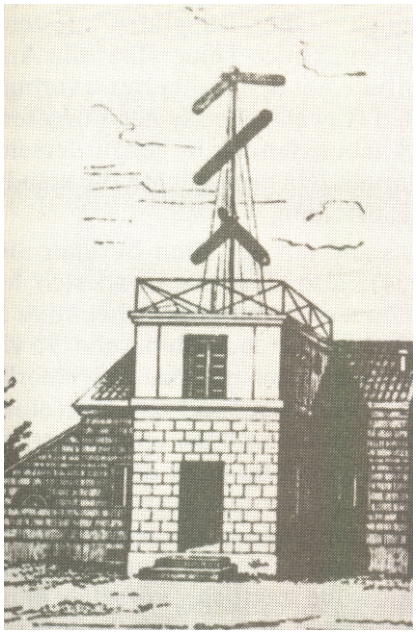


Bild 001: Historische Zeichnung des optischen Telegrafen in Potsdam [aus Rat der Stadt Potsdam, S.89]

Der Wissenschaftspark auf dem Telegrafenberg in Potsdam hat seinen Ursprung aus der sprichwörtlichen Bezeichnung. Um 1832 wurde auf der ca. 100 m hohen Erhebung im Zuge des Ausbaus der ersten deutschen Telegrafenlinie (zwischen Berlin und Koblenz) ein optischer Telegraf aufgestellt. Als Basis diente ein einfaches Typenhaus mit Turm bzw. Turmstumpf auf dem ein Signalmast mit von Hand zu bewegenden Indikatoren (6 Signalarme, paarweise zu bedienen, siehe auch Bild 001) aufgebaut war. Der darunter befindliche Arbeitsraum bot Platz für zwei Telegrafisten zur Bedienung der Signalarme und damit der Weiterleitung der Signale von den jeweils 2 Landmeilen (1 Meile = 7532 m) entfernten Nachbartelegrafen. Allerdings war diese Art der Übermittlung nicht von langer Dauer. Bereits im Jahr 1846 wurde die elektrische Telegrafie auf einer Versuchsstrecke zwischen Potsdam und Berlin getestet. Die optische Telegrafie wurde nach 1852 durch die weitere Entwicklung der elektrischen Telegrafie überflüssig, der Name für den Telegrafenberg hat sich aber dennoch erhalten.

In der Geschichte von Potsdam zeigen sich besondere Begebenheiten und Zusammenspiele, die nicht nur in der Baukunst der zahlreichen Schlösser und Schlossanlagen Ausdruck finden. Potsdam war immer auch eine Stadt die Wissenschaftler und Institute gefördert und beherbergt hat. Die folgenden weltweit bekannten Wissenschaftler wurden nicht nur in Potsdam geboren, sondern lebten und arbeiteten hier. Zu nennen wären dabei W. v. Humboldt, H. v. Helmholtz, E. Haeckel, der Galvanoplastiker M. H. v. Jakobi und der Fototechniker A. Miethe.[1] Die Bevölkerungsstruktur in Potsdam als Hauptstadt des Regierungsbezirkes war im 19. Jahrhundert deutlich angewachsen. So gab es im Jahre 1871 rund 39.000 Einwohner, ohne die hier stationierten Militärbediensteten dazu zu zählen. Im Zuge der Reich-

[1] [Rat der Stadt Potsdam, 1989] - Hrsg. Rat der Stadt Potsdam „1000 Jahre Potsdam, Blätter aus der Stadtgeschichte“, 1989 Potsdam, S.88 - 90

seinigung[2] wurde in Potsdam ein Wissenschaftspark angelegt. Die Wahl des Standortes fiel auf den Telegrafenberg, der nicht als öffentliches Bauland ausgeschrieben werden sollte und somit die passenden Bedingungen für einen Wissenschaftspark versprach. Großflächig von Wald umgeben, boten die auf dem Gelände befindlichen natürlichen Erhebungen ideale Sichtbedingungen in südlicher Richtung für wissenschaftliche, von künstlichen Lichtquellen ungestörte Beobachtungen.

Das ca. 16 ha große Gebiet wurde ab dem Herbst 1876 für die Einrichtung von Wohnungen, Laboratorien, Wirtschaftsgebäuden und sonstigen Anlagen vorbereitet. In Potsdam sollte ein erstes astrophysikalisches Forschungsinstitut entstehen.

Das Astrophysikalische Observatorium, 1874 in Berlin gegründet, diente lediglich zu Beobachtungszwecken. Durch den Umzug nach Potsdam im Jahr 1878 war es möglich umfangreichere Messungen und Forschungsreihen durchzuführen. Die Fertigstellung des Hauptgebäudes (Entwurf von P. Spieker) 1879 sowie die Ergänzung des Großen Refraktors 1897/1899 (siehe Bild 002 und 003), gaben den Ausschlag für die Ansiedlung weiterer wissenschaftlicher Institute.

So folgte das bereits 1870 ebenfalls in Berlin gegründete Geodätische Institut[3] (Bauarbeiten von 1889 - 1893). Unter der Direktion von F.R. Helmert (1886 - 1917) entwickelte es sich zum weltweit anerkannten Zentrum der praktischen und theoretischen Geophysik.[4]

Zusätzlich nahm 1888 das Observatorium für Erdmagnetismus seine Arbeit auf und 1893 wurde dann das preußische Meteorologische Institut dort angesiedelt.

Damit ist die parkähnliche Anlage im Süden von Potsdam seit über 100 Jahren der wissenschaftlichen Forschung und Ausbildung gewidmet. Bis heute ist es ein bedeutender Wissenschaftsstandort, der

Bild 002: Der große Refraktor, Okt. 2010

Bild 003: Der große Refraktor - Traufdetail, Okt. 2010

[2] Die Reichseinigung bezieht sich auf den Beitritt der drei souveränen süddeutschen Staaten (das Großherzogtum Baden und die Königreiche Württemberg und Bayern) zum Norddeutschen Bund und der damit verbundenen Gründung des "Deutschen Reiches" unter der Führung des preußischen Königs.

[3] Die förmliche und etatmäßige Gründung der Anstalt fällt in die Jahre 1869 bzw. 1870. Gleichwohl kann das Jahr 1862 als das Geburtsjahr gelten, da zu diesem Zeitpunkt die internationale Vereinigung für „Mitteleuropäische Gradmessung" ins Leben gerufen wurde. Sie entwickelte sich im Laufe der nächsten Jahre zur Vereinigung für „Europäischen Gradmessung" und später zur „Internationalen Erdmessung". [Aus Spieker,1894]

[4] Rat der Stadt Potsdam, 1989; S.144

Bild 004: Einsteinturm, April 2010

Bild 005: Detail Einsteinturm, April 2010

Bild 006: Detail Einsteinturm, April 2010

zahlreiche Institute beherbergt, Studierenden die Möglichkeit der praktischen Arbeit ermöglicht und in intensivem Kontakt zu Instituten und international führenden Wissenschaftlern steht. Die Arbeit der hier tätigen Wissenschaftler ist weltweit anerkannt und hoch geschätzt.

Das wohl bedeutendste und bekannteste Bauwerk innerhalb der Anlage ist ungefragt der Einsteinturm. Um 1921 erbaut, gilt er als eines der wenigen vollendeten Bauwerke der expressionistischen Architektur zu Beginn des 20. Jahrhunderts (siehe Bild 004 bis 006). Der skulpturale Entwurf nach Plänen von E. Mendelsohn vereint in unvergleichlicher Symbiose das, für die Beobachtungen notwendige Turmteleskop mit den im Erd- und Kellergeschoß befindlichen Werkstatt- und Laborräumen. Auch heute noch beherbergt der Turm Messinstrumente und Laborräume die weiterhin für Forschungszwecke genutzt werden. Nach mehreren Restaurierungsphasen und einem Brand 1998 erstrahlt er heute in sanierter heller Putzoberfläche.

Der Wissenschaftspark ist heute immer noch von dichtem Wald eingerahmt. Der Zugang erfolgt über die Albert-Einstein-Straße, die unmittelbar hinter dem heutigen Potsdamer Hauptbahnhof in südlicher Richtung zwischen dem Landesparlamentsgebäude (Brauhausberg) und einer ehemaligen Brauerei ihren Anfang hat.

Der Eingang zum Gelände geht vorbei am historischen Portierhaus und entlang des Tiefbrunnens und des Maschinistenwohnhauses. Alle Gebäude sind noch in ihrer ziegelsichtigen Fassadenform erhalten.

Hinter dem Portierhaus führt links der Helmertweg dann direkt auf des Hauptgebäude des Geodätischen Instituts zu. Auf dem Weg dorthin finden sich die angegliederten Beobachtungshäuser rechts des Weges, wobei der Helmertturm auf Grund seiner Größe noch am ehesten zu erkennen ist.

Auf der folgenden Seite ist zur besseren Übersicht ein Lageplanausschnitt der Stadt Potsdam, sowie ein Lageplan des gesamten Geländes des Wissenschaftspark Albert-Einstein abgebildet.

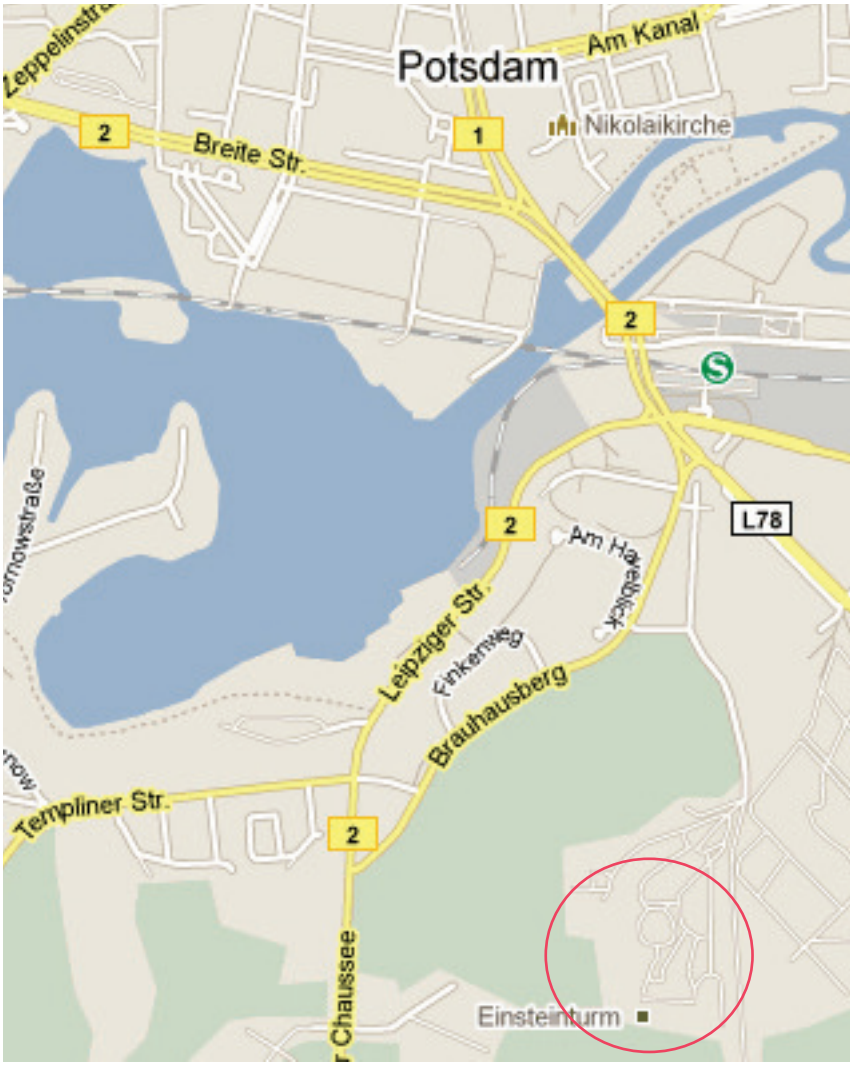


Bild 007: Lageplan der Stadt Potsdam, Auszug, Stand 2011 [Internet_6]

Bild 008: Lageplan Wissenschaftspark Albert Einstein, Stand 2007 [Internet_7]

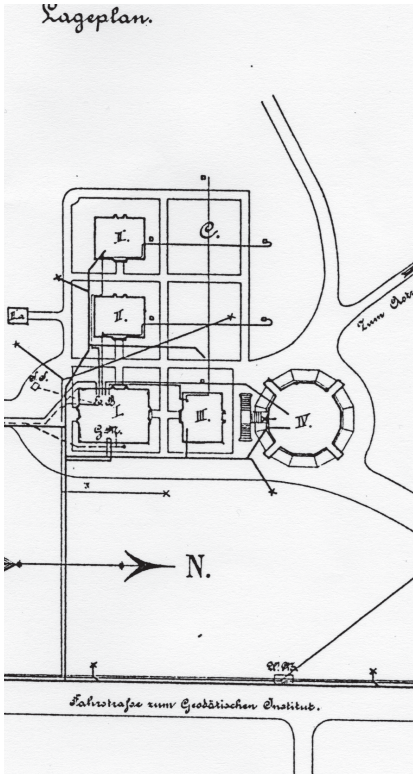


Bild 009: Inventarienzeichnung von 1893

[Denkmalamt Potsdam]

Ensemble im Lageplan

I - Gerätehaus [heute A9]

II - Meridianhäuser [heute A10]

IIa - Breitenhaus [heute A13]

III - Haus im 1. Vertikal

IV - Helmertturm [heute A7]

2. Das Geodätische Institut in Potsdam

Die Geodäsie im klassischen Sinne ist die Bestimmung und Beschreibung der geometrischen Figur der Erde, des ihr eigenen Schwerefeldes und der Orientierung innerhalb des Weltalls (die Rotationsrate und die Rotationsachse der Erde). Ihren Ursprung fand die Geodäsie in dem Streben nach der Aufteilung von bebautem und bearbeitetem Land, bzw. der genauen Abgrenzung von Eigentum etwa 2500 v. Chr. in Ägypten.

Nach dem erbrachten Beweis zur Kugelform der Erde durch Aristoteles um 350 v. Chr. wurden erste Abschätzungen zum Umfang der Erde durch griechische Gelehrte etwa 200 n. Chr. mit fast 90 prozentiger Richtigkeit erbracht. Durch Weiterentwicklungen in späteren Jahrhunderten sowohl in Asien, im Vorderen Orient als auch im christlichen Europa kam es um 1740 zur Bestimmung der ellipsoiden Erdradien. Bis 1850 konnten durch verschiedene Ausgleichssysteme, an deren Entwicklung unter anderem auch der deutsche Wissenschaftler C.F. Gauß beteiligt war, präzise Bezugsysteme für die Erde und das Weltall festgehalten werden.

Eine erste offizielle geodätische Einrichtung, die internationale Vereinigung für „Mitteleuropäische Gradmessung“ gründete sich 1862. Damit war es „Wissenschaftsorganisatorisch die [...] erste internationale Vereinigung mit ständigem Aufgabenbereich“ [Lerbs, 1970]. Das königlich preußische geodätische Institut mit Sitz in Berlin wurde 1870 auf Grundlage eines Kommissionsberichtes von 1868[5], unter der Leitung des Generalleutnants Johann Jacob Baeyer gegründet.

Verteilt auf mehrere angemietete Räumlichkeiten innerhalb Berlins, sollte es als Zentralstelle der internationalen Erdvermessung

[5] Führende Kommissionsmitglieder waren zum Beispiel: Helmholtz, Auwers, Neumayer (Vorstand des hydrographischen Büro), Förster (Direktor der königlichen Sternwarte Berlin), Schellbach und der für den späteren Bau berufene geheime Baurat P. Spieker. Die Kommission empfahl die Errichtung eines astrophysikalischen Observatoriums mit Nebeneinrichtungen. Hier sollten mittels selbstregulierender Apparate fortlaufende Reihen erdmagnetischer und meteorologischer Beobachtungen durchgeführt werden. Die dafür notwendigen Geldmittel wurden im Haushaltsjahr 1873/74 vom preußischen Landtag bereitwillig freigegeben. [Aus P. Spieker, 1894] - Paul Emanuel Spieker „Die königlichen Observatorien für Astrophysik, Meteorologie und Geodäsie auf dem Telegrafenberg Potsdam“ Berlin 1895, Verlag Ernst und Sohn, Sonderdruck aus der Zeitschrift für Bauwesen, inklusive Bildtafeln, Jahrgang 1879 und 1894

fungieren. Es hatte bedeutende Fortschritte bei den Gradmessungen gegeben, die es ermöglichten jeden Punkt auf der Erde, nicht nur in Nord-Süd Richtung einzumessen. Allerdings fehlten dem Institut entsprechende Räumlichkeiten um genaueste Messungen durchzuführen. Auf königlich preußischen Beschluss hin begannen 1889 die Bauarbeiten für die notwendigen Gebäude auf dem Telegrafenberggelände, die 1893 fertiggestellt wurden.

Die offizielle Einweihung des geodätischen Instituts erfolgte im Jahre 1892 unter der Leitung von Friedrich Robert Helmert. Er hatte 1886 nach dem Tod Baeyers die Leitung des Instituts übernommen und begründete später den Ruf Potsdams als Weltzentrum für Geodäsie und Gravitationsforschung.[6]

Das Hauptgebäude des geodätischen Institutes (heute das GeoForschunsgZentrum) wurde zwischen 1889 und 1893 errichtet (siehe Bild 010 und 011). Forschungshintergrund ist seit Beginn die Theorie und Praxis der Erd- und Landvermessung. Zusätzlich galt es den Zeitdienst bzw. die exakte Bestimmung der Zeit zu erbringen. Das sogenannte Potsdamer Datum befindet sich dementsprechend auf dem Gelände des Telegrafenberges. Im Jahre 1950 wurde das europäische Datum „ED50“ mittels der Koordinaten des Helmertturmes

Bild 010: Treppenhausansicht des geodätischen Hauptgebäudes, Okt. 2010

[6] [GfZ Information, 2010] - Dr. Erwin Lausch et al „Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum„ Hrsg. Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum, 26. überarbeitete Auflage, Stand April 2010, weitere Informationen in Kapitel 11.

Bild 011: Hauptgebäude des Geodätischen Instituts auf dem Telegrafenberg Potsdam, Okt. 2010

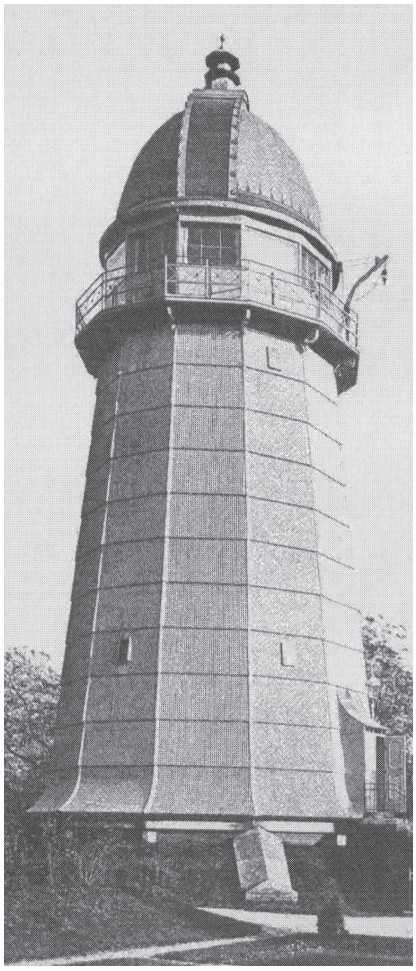


Bild 012: Helmertturm, 1894 [Aus Ars Nicolai, 1995 S. 25]

eingeführt.[7] Zu dem Institut gehörte ursprünglich ein Ensemble aus 5 verschiedenen Gebäuden (siehe Bild 013). Die Anordnung der Gebäude hatte vor allem wissenschaftliche Hintergründe. So wurden die in geringer Entfernung angelegten Bauten auf den magnetisch-geodätischen Turm ausgerichtet, der auf Grund der topografischen Anordnung den höchstgelegenen Punkt des Ensembles darstellt.
Dieser Hauptbau, besser bekannt als Helmertturm (Bild 012), wurde 1893 als geodätisch astronomischer Turm fertiggestellt. Der Helmertturm wurde im Jahr 1910 der Nullpunkt der deutschen Landesvermessung[8]. Eine am Südrand des Geländes gelegene Messbahn (250 m lang) lieferte die für die Trigonometrie notwendigen weiteren Punkte.[9] Weiterhin gab es ein Haus zur Instrumentenaufbewahrung, ein sogenanntes „Haus im 1. Vertikal“ in Ost-West Richtung, sowie zwei Meridianhäuser in Nord-Süd-Richtung aufgestellt.[10]

[7] [Teich und Christians, 2009] - Christine Teich und Jutta Christians „Das Meridianhaus auf dem Potsdamer Telegrafenberg -Baugeschichte-“ Hochschulinterne Dokumentation des Fachbereiches Restaurierung (Fachhochschule Potsdam), Stand März 2009

[8] [Grunwaldt, 2008 - Ludwig Grunwaldt „Die Nutzung der Südmire ab 1978“ Mitteilungen der Studiengemeinschaft Sanssouci e. V. / Hrsg. vom Vorstand der Studiengemeinschaft : Jahrgang 13 (2008) Heft 2 S. 63-66 : Ill.

[9] [Ars Nicolei et al, 1995] - Ars Nicolei et al „Der Einsteinturm in Potsdam“ 1995 Berlin, S. 20 ff.; S. 20 ff.

[10] [Bollé, 1993 - Michael Bollé] „Potsdam, Einsteins große Brüder, Die Observatorien auf dem Telegrafenberg“ in Brandenburgische Denkmalpflege Jahrgang 2, Heft 1, 1993, S.91 ff.; S.91 ff.

Bild 013: Luftbild des Ensembles vor dem Turmumbau 1927 [Ars Nicolai, 1995] S.37

Hauptsächlich wurde hier mit optischen Fernbeobachtungsinstrumenten gearbeitet und deren Benutzung gelehrt. Die optimale Unterbringung der wissenschaftlichen Geräte war sehr wichtig, vor allem musste eine negative Beeinträchtigungen durch Erschütterungen verhindert werden. Aus diesem Grunde wurden für die Geräte im Hauptgebäude, die im Helmertturm und auch für jene in den Meridianhäusern (Bild 014) spezielle Lösungen gefunden[11]. In Form und Aussehen stehen die Häuser des Ensembles, bis auf das Gerätehaus in starkem Kontrast zu den massiven Ziegelbauten der anderen Institute.

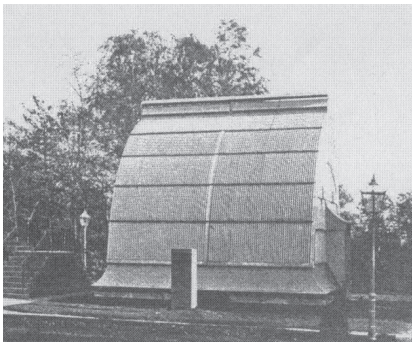


Bild 014: Haus im 1. Vertikal, 1894 [Ars Nicolai, 1995 S. 25]

Neben den unmittelbar zur Instrumentenaufbewahrung und Forschung errichteten Gebäuden erstreckte sich das Institut über weitere Nebengebäude und Anlagen (siehe auch Lageplan Bild 015). Zusätzlich zu den besprochenen Gebäuden gibt es eine 250 m lange Messbahn, ein hydrostatisches Nivellement, eine Erdbebenwarte und einige Fernmiren in der Umgebung von Potsdam.[12] Die Bauten als Teil des Instituts hatten neben der messtechnischen Funktion auch die Funktion einer Ausbildungsstätte für junge Geodäten. Somit wuchs neben der bau- und technikgeschichtlichen Bedeutung vor allem auch der wissenschaftliche Wert des Ensembles.

[11] Bereits bei der Errichtung des Astrophysikalischen Observatoriums konnten durch enge Zusammenarbeit mit den Wissenschaftlern erfolgreiche Lösungen für eine erschütterungsfreie Gründung der Geräte und die bauphysikalische Lösung der Fassadenkonstruktion realisiert werden. [Aus P. Spieker, 1894]

[12] [Bollé, 1993 - S.90]

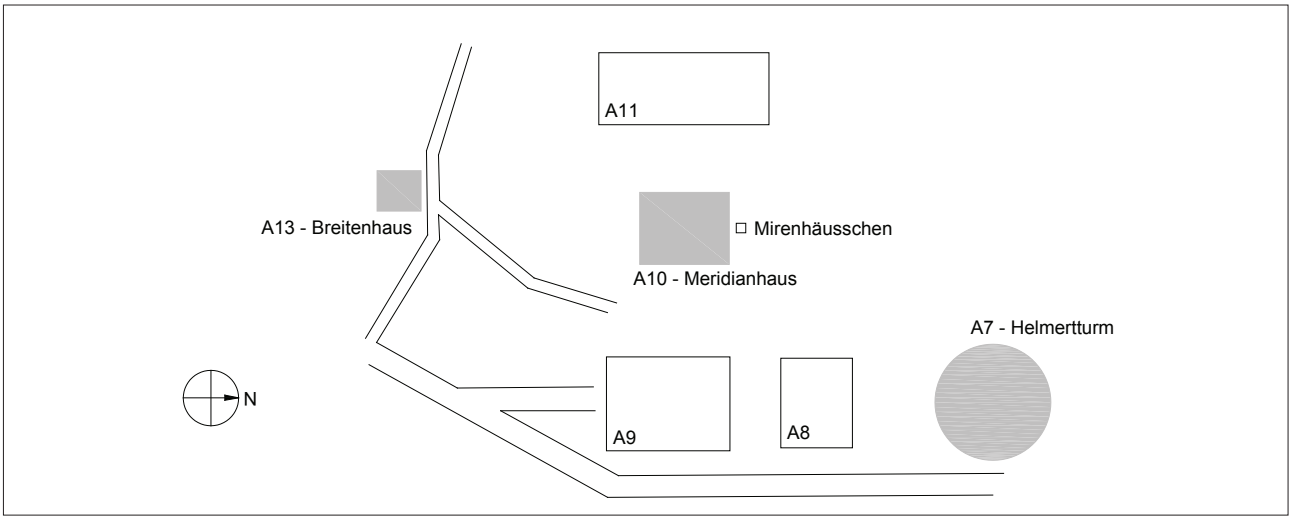


Bild 015: Aktueller Lageplan des Ensembles mit offizieller Positionsnummernzuordnung

2.1. Zur Architektur von vergleichbaren Beobachtungshäusern

Der Beginn des 18. Jahrhunderts stellte unter anderem die Intensivierung der Vermessung und Kartografie nicht nur der Erde sondern vor allem auch des Alls dar. Als erstes grundlegendes architektonisches Modell für ein Observatorium gilt der Bau des Pulkovo Observatoriums, in der Nähe von Sankt Petersburg im Jahr 1839. Die Anordnung der Beobachtungsräume und Anlage der restlichen Ausstattung galt als vorbildlich. Als Hauptsternwarte für Russland gedacht, wurden hier unter anderem Sternenpositionen bestimmt, die Erdbewegung gemessen aber auch die Landesvermessung und Navigation auf der Erde erforscht.
In diesem Zusammenhang sei auf den Struve Bogen verwiesen. Dies ist eine Kette von geodätischen Vermessungsdreiecken, die von Hammersfest in Norwegen bis zum Schwarzen Meer in Russland reichen. Diese theoretischen Vermessungsdreiecke sind über zehn verschiedene Länder hinweg und mit einer Länge von knapp 3000 km auf der Nordhalbkugel definiert. Der nach einem deutschen Wissenschaftler (Friedrich Wilhelm Struve, 1. Direktor des Pulkovo Observatoriums) benannten Bogen wurde zur Bestimmung der Erdfigur und einer genauen Erdvermessung angelegt. Der Struve Bogen ist heute durch die UNESCO als Weltkulturerbe anerkannt. Der Ausgangspunkt sämtlicher Vermessungen, der sogenannte Nullmeridian allerdings liegt seit 1884 weltweit anerkannt in Greenwich, England.
Die klassische Astronomie kennzeichnet sich durch die Aufzeichnung stellarer Koordinaten, die Zeitmessung und die Navigation aus. Die dafür notwendigen Messungen erfolgten anhand von Meridiankreisen, die als theoretische Konstanten die Erdkugel umspannen. Unterhalb dieser Meridiane wurden die Observatorien (Meridian- und Breitenbeobachtungsgebäude) angeordnet, sodass die Sterne während ihres Meridiandurchganges beobachtet werden konnten. Der Ursprung und die Nutzung des Gebäudeensembles auf dem Telegrafenberg ist damit unmittelbar mit dem geodätischen Institut verknüpft. Die Trennung der Astrophysik und der Astronomie erfolgte erst um 1900.

Ein von Bollé gezogener Vergleich mit ähnlichen Instituten findet lediglich für die ebenfalls auf dem Gelände befindliche Sternwarte vergleichbare Gebäudekomplexe in Greenwich (England), Sydney (Australien) und Bordeaux (Frankreich)[13]. Eine differenzierte Betrachtung zeigt, dass es auch in anderen astrophysikalischen Instituten sogenannte Meridianhäuser gibt. So listet Wolfschmidt unter anderen Nizza, Straßburg und andere französische Standorte, sowie Lissabon, Rio de Janeiro und auch Hamburg, Bergedorf auf.[14] Zu anderen Breitenhäusern findet sich in der Literatur bisher keine andere Referenz.

International gibt es nur in Nizza eine Kombination von Sternwarte, metereologisch-magnetisch und geodätischen Instituten. In den historischen Institutsakten fand sich eine Anfrage von der Universität in Bologna zu Baukosten und Anwendbarkeit der Institutsanordnung.[15] Ob es in Bologna zur Umsetzung eines ähnlichen Gebäudeprogrammes gekommen ist, konnte nicht ermittelt werden.

In Potsdam findet sich, vielleicht durch die hier besprochenen Beobachtungsgebäude inspiriert, eine weitere Ansammlung von sogenannten Meridianhäusern. In Potsdam Babelsberg unweit des Telegrafenberges befindet sich das Astrophysikalische Institut Potsdam (AIP). Im Jahr 1913 wurde die Sternwarte der Berliner Universität nach Babelsberg verlegt.[16] Auf dem Gelände gegenüber des Schlossparks Babelsberg sind drei sogenannte Meridianhäuser angeordnet, die allerdings für rein astronomische Untersuchungen erbaut wurden. Für das Breitenhaus und den Helmertturm gibt es auf dem

Bild 016: Seitenansicht Meridianhaus-AIP, Okt. 2010

Bild 017: Seitliche Zugangstür Mediazentrum AIP, Okt. 2010

[13] [Bollé, 1993] S.96

[14] [Wolfschmidt, 2009] S. 44

[15] [A258] - keine Jahresangabe

[16] [Lerbs, 1970]

Bild 018: Ansicht Meridianhäuser AIP, Okt. 2010

Bild 019: Trägerdetail AIP, Okt. 2010

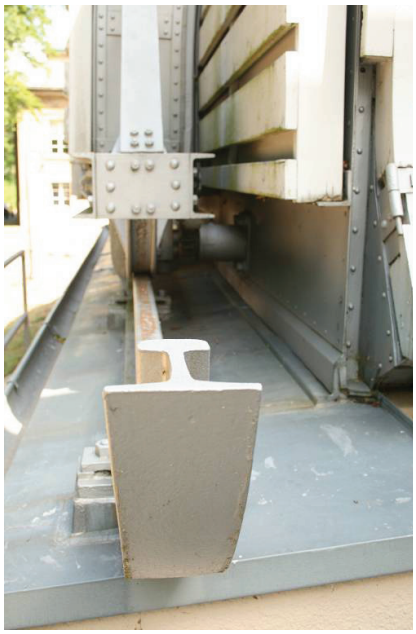


Bild 020: Detail Schienenkonstruktion AIP, Okt. 2010

Gelände des AIP keine vergleichbaren Gebäude. Die Babelsberger Meridianhäuser haben aber nicht nur eine andere Forschungseigenschaft, sondern auch eine andere Bauweise. Rund 30 Jahre später gebaut (eine Materialkennzeichnung an einem eisernen Träger vor Ort datiert den Stahlbau auf 1912, siehe Bild 019), ist die Optik zwar ähnlich, aber die Konstruktion eine völlig andere. Die heute bereits sanierten Häuser sind in Größe und Umfang fast doppelt so groß (siehe Bild 18 und 21). Sie wurden jeweils erhöht auf einem Hügel gebaut, wodurch im Inneren vermutlich zwei Geschosse entstehen, teilweise gibt es separate „Kellereingänge“ (siehe Bild 017). Die Häuser wurden 2002/2003 komplett saniert und wärmetechnisch ertüchtigt. Im Rahmen dieser Maßnahmen wurden zwei der Häuser über einen kubischen Zwischentrakt verbunden. Dieses Gebäudeensemble dient heute als Medien- und Kommunikationszentrum.[17] Über die Nutzung der anderen Gebäude ist nichts bekannt Die äußere Hülle besteht bei allen drei Häusern aus einer Holzlamellenrahmenkonstruktion, die auf der eisernen korbbogenartigen Stahlkonstruktion aufliegt (siehe Bild 016). In den Giebelwänden sind große Doppelkastenfenster eingelassen. Die Dächer gliedern sich jeweils in zwei bewegliche und zwei feststehende Hälften. Die Dachhälften können von der Mitte aus bis zu 3 m geöffnet werden. Die Radkonstruktion ist direkt mit dem Dach verbunden und steht unterseitig auf einer Schiene. Ähnlich dem Breitenhaus, allerdings ist die Laufrad-Schienenanordnung nicht überdacht, sondern aussen sichtbar (siehe auch Bild 020). Die Konstruktion und ihre Bauteile sind mit vergleichsweise großen Profilen ausgeführt. Die Filigranität der Gebäude am Telegrafenberg wurde hier nicht erreicht.

[17] [Limberg, 2010]

Bild 021: Seitliche Ansicht Meridianhäuser AIP, Okt. 2010

3. Die Gebäude - Meridianhaus, Breitenhaus und Helmertturm

3.1. Denkmalpflegerische Einordnung

Bild 022: Eingangsportal des Astrophysikalischen Instituts, Okt. 2010

In seiner Funktion als geheimer Oberregierungsrat erhielt der Architekt Paul Emanuel Spieker 1875 den Auftrag architektonische Entwürfe und die Bauleitung innerhalb der wissenschaftlichen Parkanlage zu übernehmen.

Durch das eher geringe Budget für die Errichtung der Wissenschaftsgebäude lag eine einfache technische Gestaltung der Zweckbauten im Vordergrund. Außerdem war die Anlage einem Park ähnlich eingegrenzt und der Öffentlichkeit nicht wirklich zugänglich. Auf eine reichhaltige Verzierung mit Bau-Schmuckelementen oder künstlerischen Ausschmückungen der Fassadenflächen wurde weitestgehend verzichtet. Die Hauptgebäude der Institute und auch die Wohnstätten weisen eine klare zweifarbige Klinkerfassade auf, die nur in Einzelfällen durch bemalte Kuppeln, Eckausrundungen oder Wandkeramikfriese aufgelockert wird (siehe Bild 022).

Der Telegrafenberg in seiner Gesamtheit und die hier besprochenen Gebäude im Detail sind Zeuge einer ersten weltweiten Konzentration der angewandten Wissenschaften zur Erkundung des Weltalls, der Erdbeschaffenheit und des Wetters. Die Gebäude entstanden in enger Zusammenarbeit mit den später hier tätigen Wissenschaftlern und immer in Hinblick auf eine optimale Nutzung. Der architektonische Entwurf unterlag weitestgehend der späteren Nutzung, Verzierungen oder unnötige Einbauten waren nicht vorgesehen. Auf das Minimum reduziert bildeten die Gebäude die äußere Hülle für die kostbaren Messgeräte. Die wissenschaftliche Durcharbeitung der Entwürfe P. Spiekers haben bautechnische und architekturgeschichtliche Bedeutung. „Hierzu zählt nicht nur die Konstruktion der einzelnen, präzise auf ihre speziellen Aufgaben ausgerichteten Gebäude, sondern auch die Verbindung der Elemente zu einem funktionierenden Ganzen, das einerseits mit seinen axialen Bezügen, andererseits durch die sinnvolle Separation (um Streulicht und andere, z.B. magnetische Störungen zu vermeiden) und die dennoch in einem ästhetisch befriedigenden Rahmen gelungene Zusammenführung

weit mehr erzielt, als die einfache Summe der Komponenten.“[18] Die Bedeutung der Anlage als technisches Kulturdenkmal, vielmehr als historisch einzigartiges Objekt[19] steht außer Frage. Gerade auch vor dem Hintergrund, das es in die gängigen Denkmalkategorien für technische Denkmale, wie Kraftverstärkung/-erzeugung, Rohstoffe (Werkzeuge, Maschinen und Anlagen), Produktion und Transport nicht wirklich einzuordnen ist.[20]

Seit Fertigstellung der ersten Institutsgebäude ist das Areal in konstantem wissenschaftlichem Gebrauch und wird gleichzeitig von Forschern bewohnt. Glücklicherweise hat dieser Umstand auch während der Zeit der Deutschen Demokratischen Republik, einer Zeit umfangreicher Umbau- und Abrissprojekte im Namen einer besseren sozialistischen Architektur, größere Verluste verhindert.[21]

Die Bedeutung des Einsteinturmes aber auch der Gebäudeensemble von P. E. Spieker war unter den sozialistischen Entscheidungsträgern bekannt. Gerade das Prestige der vergangenen Forschungserfolge war einer der Gründe die Gesamtanlage zu pflegen und zu erhalten.

Im Staatsgebiet der DDR wurde 1975 ein Denkmalschutzgesetz erlassen, dass eine Denkmaleinschätzung für ein Bauwerk durch mehrere Gremien erforderte. Somit genossen nur relativ wenige herausragende Objekte wirklich Schutz und Pflege. Die politisch korrekte Bedeutung vorausgesetzt, sollten Denkmale „der Entwicklung des sozialistischen Bewusstseins, der ästhetischen und technischen Bildung sowie ethischen Erziehung dienen“[22]. Die Unterschutzstellung während der DDR-Zeit umfasste innerhalb der Anlage nur die großen Hauptgebäude der drei Institute. Kleinere Nebengebäude und

[18] [Paschke und Dreger, 1998] - Dr. Ralph Paschke und Hans-Joachim Dreger „Gutachtliche Äußerung zum Denkmalwert“ 1998 Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum, Abteilung Denkmalpflege; S.26

[19] [Martin und Krautzberger, 2006] - Hrsg. Dieter J. Martin und Michael Krautzberger „Handbuch Denkmalschutz und Denkmalpflege“ 2. Auflage München, 2006, Verlag C.H. Beck, S. 153 ff.

[20] [Hubel, 2006] - Achim Hubel et al „Denkmalpflege, Geschichte - Themen - Aufgaben - Eine Einführung“ 2006 Stuttgart, Reclam Verlag; S. 186ff

[21] Die Schäden durch den ersten und zweiten Weltkrieg waren notdürftig schnell beseitigt. Vielmehr galt es die notwendigen Unterhaltungsmittel trotz politischer und wirtschaftlicher Grunddefizite zu organisieren.

[22] [Schmidt, 2008] - Leo Schmidt „Einführung in die Denkmalpflege“ 2008 Darmstadt, WGB-Wissenschaftliche Buchgesellschaft; S. 69ff

Bild 023: Westansicht Mirenturm am Kleinen Ravensberg, März 2011

Bild 023: Ostansicht Mirenturm am Kleinen Ravensberg, März 2011

Anlagen zur Instrumenten Aufbewahrung wurden erst 1993 erfasst, als die Gesamtanlage auf dem Telegrafenberg unter Schutz gestellt wurde.[23] Für das Breitenhaus erfolgte die Unterschutzstellung erst 2008 durch einen Hinweis vom Denkmalamt Potsdam.

An dieser Stelle sollen zusätzlich zu den bereits genannten Gebäuden zwei weitere Objekte erwähnt werden, die bisher noch nicht unter Denkmalschutz gestellt wurden. Etwa 2 km südlich und etwa 7 km nördlich vom Helmertturm steht jeweils ein Mirenturm[24] in den Potsdamer Wäldern[25]. Die ursprünglich freien Sichtachsen zur Kalibrierung der auf dem Helmertturm befindlichen Instrumente sind mittlerweile zugewachsen. Die Mirentürme werden nicht mehr aktiv genutzt und sind stark vernachlässigt. Dennoch sind die beiden massiven Klinkerbauten unmittelbar mit dem Ensemble des ehemaligen geodätischen Observatoriums verbunden. Sie bilden eine bauhistorische, funktionelle und architektonische Einheit mit dem Helmertturm und bedürfen ebenfalls des Schutzes.

Beispielhaft wird im Folgenden der Zustand des Mirenturmes am Kleinen Ravensberg, etwa 2,2 km südlich vom Helmertturm beschrieben. Zur Positionsbestimmung gibt es keine genauen Angaben, als bester Bezugspunkt hat sich der in unmittelbarer Nähe befindliche Feuerwachturm bewährt (siehe Ausschnitt Lageplan, Bild 026)[26], der Mirenturm befindet sich etwa 50m weiter südlich. Der Mirenturm ist ein Ziegelbau mit quadratischem Grundriss (siehe Bild 023 und 024). Die gelben Reichsformatziegel sind im Kreuzverband verbaut. Dieser Verband wird über die Höhe des Turmes durch verschiedene Zierschichten aufgelockert. So gibt es Zierbänder aus roten Klinkern, zwei Gesimsebenen - jeweils unterhalb der Aussentreppe und der Traufe, sowie eine Schränkschicht etwa 6 Ziegellagen unterhalb der Traufe. Die Eingangstür ist nicht mehr vorhanden.

[23] [Limberg, 2010] - Jörg Limberg „Potsdam - Sternwarten und Denkmalpflege“ 2010, Brandenburgische Denkmalpflege Jahrgang 19, Heft 1, 2010, S.88 ff.

[24] Diese sogenannten Miren sind Fixpunkte mit den die optischen Messinstrumente ausgerichtet wurden, siehe auch Begriffserläuterung.

[25] [Gassong, 2008] - Reinhard Gassong „Vergessene Mirenhäuser - Mitteilungen der Studiengemeinschaft Sanssouci e. V.„ Hrsg. vom Vorstand der Studiengemeinschaft, Jahrgang 13 (2008) Heft 2 S. 57ff

[26] [Barthel, 2007] - Ausschnitt aus der Radwander- und Wanderkarte „Potsdamer Habelseen Blütenstadt Werder und Umgebung“ Maßstab 1:35000, Abstand der Suchgitter beträgt etwa 1,5 km, Stand 2007, Verlag dr. Andreas Barthel

Die Erdgeschossebene weist vier Fensteröffnungen auf, je zwei über der Eingangstür und auf der gegenüberliegenden Außenwand. Die Zwischenebene weist drei Fensteröffnungen auf und eine vergrößerte Öffnung zur Begehung der Aussentreppe, die direkt über der Eingangstür angebracht ist. An der Fensteröffnung auf Höhe der Zwischenebene, gegenüber der Eingangstür sind zwei eiserne Fensterläden erhalten geblieben (siehe Bild 025). Im Inneren führt eine eiserne Leiter auf ein eisernes Zwischenpodest, von dort führt die eiserne Aussentreppe zum Dach. Allerdings ist der unterste Teil der Steigleiter nicht mehr vorhanden, daher war eine Begehung nicht möglich. Das Dach weist augenscheinlich Schäden auf. Die drei längs zur Eingangstür verlaufende Ziegelkappen zeigen von unten Spuren durch Feuchtigkeitsbeanspruchung. Der urspüngliche Deckeninnenputz ist nur noch in Resten vorhanden. Die Dachkante rückseitig zur Eingangstür zeigt ebenfalls deutlich Schäden, hier fehlen bereits ganze Ziegelschichten.

Bild 024: Untersicht Zwischenpodest Mirenturm, Kleiner Ravensberg, März 2011

Bild 025: Fensterläden am Mirenturm, Kleiner Ravensberg, März 2011

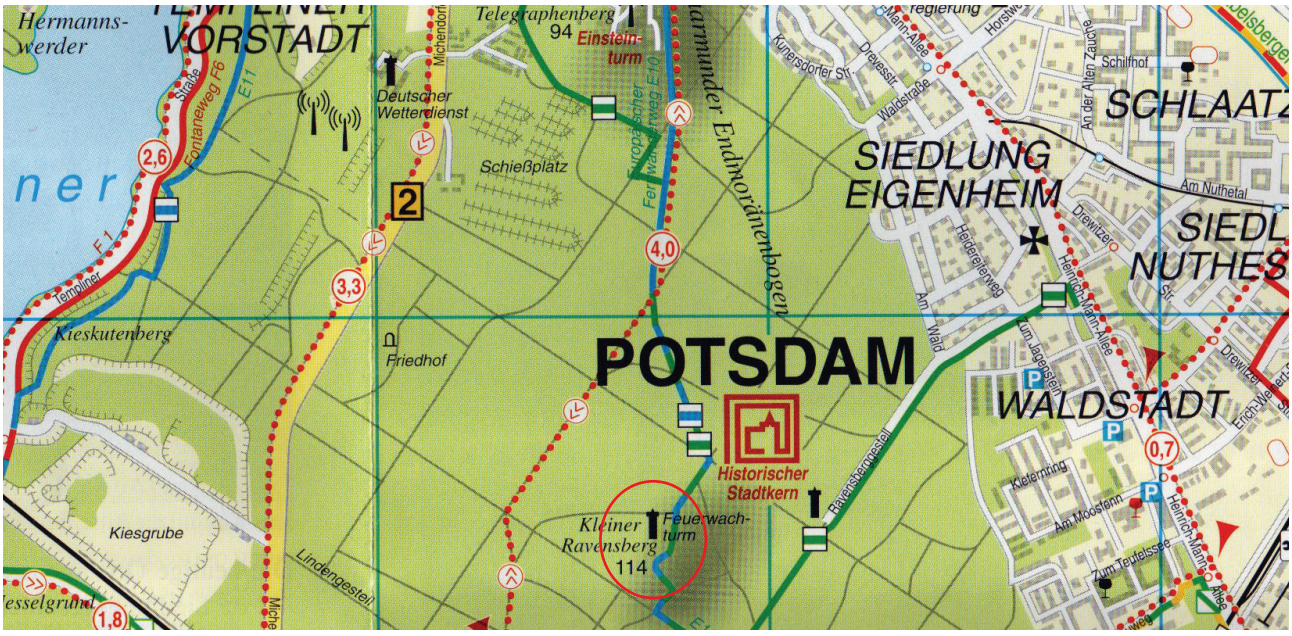


Bild 026: Lageplan aus [Barthel, 2007]

3.2. Bauhistorische Einordnung

Archivrecherche:

Die Quellenrecherche umfasste einen Einblick in die Unterlagen des Stadtarchivs der Stadt Potsdam, der Unteren Denkmalschutzbehörde und des Archivs des geodätischen Instituts. Das institutseigene Archiv, ursprünglich von der Institutsbibliothek verwaltet, wurde 1990 fast vollständig an das Brandenburgische Landeshauptarchiv (BLHA) übergeben. In der Bibliothek finden sich noch einige Konstruktionspläne der hier besprochenen Häuser, gesammelte Jahresberichte des Instituts und einzelne ortsbezogene Veröffentlichungen. Zu den Akten im BLHA gibt es den folgenden Hinweis zu beachten, seit der Übergabe der Akten an das BLHA im Jahr 1990 wurde keine wirkliche Katalogisierung der übergebenen Unterlagen durch die Archivmitarbeiter vorgenommen. Innerhalb des Bestandes findet sich lediglich eine Archivsignaturaufstellung die für die Akten von 1890 bis etwa 1960 angelegt wurde. Sämtliche Akten die später hinzugekommen sind können zur Zeit nicht eingesehen werden. Diese etwa 150 Regalmeter Akten konnten auf Grund der fehlenden Inventarisierung im Rahmen dieser Arbeit zeitlich nicht eingehender studiert werden.

Weiterhin wurden auch die im Bauamt Potsdam vorhandenen Gebäudeakten eingesehen. Außerdem gibt es ebenfalls Akten im Bestand des Archivs der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften. Als ehemalige Institutsleitungsbehörde sind hier hauptsächlich Jahresberichte und Aktennotizen der führenden Mitarbeiter archiviert.

Durch das vergleichsweise geringe Baualter fanden sich in den Archiven noch originale Konstruktions- und Ausführungspläne für alle drei Gebäude. Zur besseren Übersicht sind diese gesammelt im Anhang beigefügt. Auf Grundlage dieser Pläne, sowie einer entsprechenden Prüfung vor Ort, wurden die wichtigsten Konstruktionsdetails wie Verbindungen und Anschlüsse, sowie die Gebäudepläne für das Meridian- und das Breitenhaus digitalisiert.

Die Ergebnisse der Recherche waren nicht immer eindeutig. Zusätzlich verhinderte die ungenügende Katalogisierung des Archivbestandes des BLHA eine eingehende Auswertung der aktuelleren Gebäudegeschichte. Dennoch wurde versucht die archivierten und teilweise veröffentlichten Angaben weitestgehend abzugleichen und so umfassend wie möglich wiederzugeben. Die folgende synoptische Liste stellt die Ergebnisse übersichtlich in einer Jahrestabelle dar. Die Verweise zu den einzelnen Archivakten (Angabe der Aktensignatur bzw. der Quelle) sind aus Formatierungsgründen direkt in der Tabelle angegeben. In der nachfolgenden Tablle wird die Geschichte der einzelnen Gebäude noch einmal kurz beschrieben und ausgewählte Jahreszahlen näher erläutert.

Jahreszahl	Meridianhaus	Breitenhaus	Helmertturm
1879	Erste Erwähnung der Institutsgebäude auf dem Telegrafenberggelände, hier nur die Astrophysikalischen Gebäude. Angaben zum Baugrund und der Konstruktion könnten Rückschlüsse auf die verwendeten Materialien geben. [Spieker, 1894]		
1890	Das astronomisch geodätische Observatorium beeinhaltet neben dem Zentralbau, zwei Meridianhäuser, ein Ost-West-Vertikal Haus und den astronomisch-geodätischen Turm [Baeyer, 1890]		
1891	Vortrag von F.R. Helmert auf der 17. Vollversammlung des deutschen Geometer-Vereins in Berlin. Auch hier ist nur die Rede von den Meridianhäusern und dem Helmertturm. Das Breitenhaus wird nicht erwähnt. [Aus Höpfner, 2007]		
1892	Fertigstellung der Meridianhäuser [II-XIV, 13]		
1892/93	Erste Messerfolge für Breitenbestimmung mittels Passageinstrument auf dem Südpfeiler des östlichen Meridianhauses. [II-XIV, 13]		
1893			Einweihung des Helmertturmes [II-XIV, 13]
1893	Verzeichnung aller Gebäude auf einem Lageplan [Akte Denkmalamt Potsdam]		
1894	Erwähnung/Beschreibung des Gebäudeensembles in Zeitschrift für Bauwesen. [Spieker, 1894]		
1894/95	Modifikation der Häuser zum besseren Temperaturausgleich [II-XIV, 13]	Fertigstellung des Breitenhauses [Paschke, 2008]	
1896	Nach Testversuchen am Meridianhaus, erhalten alle Gebäude einen weißen Ölfarbenanstrich, anstelle des bisher weißgrauen. Damit soll der Temperaturausgleich verbessert werden. [II-XIV, 13]		
August 1908 - 1910	Einbau elektrischer Leitungen [A258]	Einbau elektrischer Leitungen [A258]	Einbau elektrischer Leitungen [A258]
1917			Feierliche Namensgebung in Gedenken an den ehemaligen Institutsdirektor F.R. Helmert
1922/23		Einstellung der Breitenbeobachtung, keine Messungen mehr im Breitenhaus. [Aus Höpfner, 2007]	Instandsetzung von Metallarbeiten [A73]
1924	Überarbeitung der Eingangstür notwendig [A73]		

Jahreszahl	Meridianhaus	Breitenhaus	Helmertturm
1925		Breitenhaus bedarf der Instandsetzung, innerer Ausbau zur Erhaltung der Wärme [A73]	„Ölfarbendeckanstrich für Kuppel und Außenfasssade erneuern, Fußbodenbelag tauschen, Holzkonstruktion des Turmumlaufes erneuern.“ [A73]
1926/27			Umbau der Kuppel, Flachkuppel [II-XIV, 14]
1928	Anstrich der Eisenteile der Wandkonstruktion, auch im Inneren notwendig. [A73]	Erneuerung des inneren und äußeren Anstriches notwendig, starke Rosterscheinung. [A73]	„Die mit Ruberoid gedeckte Kuppel ist mit Ölfarbe zu streichen. Der Fußboden im Kuppelraum ist stark abgenutzt, ein Neuanstrich ist notwendig.“ [A73]
1929			Obere Fensteröffnungen sollen mit Zinkblech verkleidet werden um Wassereindrang zu verhindern. [A73]
1932	Äußerer Anstrich der Metalldeckung notwendig. [A73]		
April 1945	Ein Bombenangriff verursacht große Schäden an den Gebäuden. [Lerbs, 1970]		
1947	Beide Meridianhäuser mit Beschädigungen erhalten. [A177]		
1948/49	Die Meridianhäuser können aus Resten des Ost-West Vertikal Hauses wieder hergestellt werden. [Akademieleitung Nr. 20]		
1957		Im Internationalen geophysikalischen Jahr Reaktivierung des Breitenhauses als Beobachtungsstation. [Aus Höpfner, 2007]	
1966 - 68			Eine automatische Kamera für Astrogeodäsie wird installiert und 1968 nach dem Dachumbau in Betrieb genommen [Lerbs, 1970]
1968			Notwendiger Umbau der Kuppel bzw. Einbau der abstehenden Stahlflügel abgeschlossen [Bauamtsarchiv, 333/68]

Jahreszahl	Meridianhaus	Breitenhaus	Helmertturm
1972	Rückbau des westlichen Meridianhauses, für ein neues Gebäude (noch vorhanden) als Aufstellungsort für das PZT2.		
1977			Genehmigungsplanung und Erlaubnis für die Errichtung einer Satellitenbeobachtungsstation auf dem Helmertturm (Entfernungsmessung mit Laseraufsatz für die Kamera). [03754] Im Zuge der Dacharbeiten wurde auch das Stahlgerüst der Fassade verändert. Die äußeren Bleche wurden abgenommen und die Inneren durch moderne mit Kunststoff bezogene Bleche ersetzt. Das nun freiliegende Stahlgerüst erhielt wahrscheinlich einen entsprechenden Korrosionsanstrich. [Gespräch Dr. Höpfner, 2010]
1978			Kalibrierung des Lasers mit einer neuen Zielplattform am südlichen Mirenturm (Ravensberg)
1981		Neue Messreihe in Kooperation mit russischen Wissenschaftlern. Das Breitenhaus erhält einen neuen Fußboden. [Gespräch Dr. Höpfner, 2010]	Zielplattform wird an Polizeifunkturm auf dem Telegrafenberggelände angebracht (Baumbewuchs um den Mirenturm durfte nicht entfernt werden)
1993			Einstellung der Satellitenbeobachtung auf dem Helmertturm [Grunwaldt, 2008]
1993	Unterschutzstellung der Gesamtanlage des Parks, inklusive kleinerer Instrumentenaufbewahrungshäuser und Nebengebäude. [Limberg, 2010]		
2008		Einzeln spezifizierte offizielle Anerkennung als Denkmal. [Paschke 2008]	

Tabelle 001: Synoptische Liste zu den besprochenen Gebäuden

Das Meridianhaus (siehe Bild 027) ist nach Auswertung der Archivunterlagen das älteste der drei Gebäude. Nach der Inbetriebnahme 1892 wurde es bis 1945 ohne Unterbrechung für verschiedene Beobachtungsreihen genutzt. Bereits 1894 kam es zu kleinen Änderungen um einen besseren Temperaturausgleich zu erreichen. Der ungehinderte schnelle Ausgleich der Raumtemperatur zur Umgebungstemperatur war notwendig um vergleichsweise schnell optimale Messergebnisse zu erhalten. In diesem Zuge wurden umlaufend Ventilationsklappen in die Wände eingelassen und die Dachöffnung von 94 cm auf 1,16 m erweitert. Das westliche, nicht mehr erhaltene Meridianhaus erhielt im Dach versuchsweise mehrere zusätzliche Entlüftungsöffnungen (siehe Bild 028). Diese Nachrüstung war aber vermutlich keine wirkliche Verbesserung, da sie am noch bestehenden Meridianhaus nicht umgesetzt worden ist. Einige Jahre später wurde an allen Beobachtungshäusern die Farbgebung des Anstriches von weißgrau zu weiß geändert.

Bild 027: Westliches Meridianhaus um 1920 [A1.3/13]

Bild 028: Detail nachträglich eingebaute Entlüftungsöffnung im Dach, westliches Meridianhaus um 1920 [A1.3/13]

In der Zeit von 1890 bis etwa 1930 finden sich jährliche Objektbegehungsprotokolle in denen kleinere Mängel festgehalten und zur Behebung ausgeschrieben worden sind. Allerdings ließ sich nicht verifizieren in wie weit diesen Empfehlungen entsprochen wurde. In den Akten finden sich keine Auftragsbestätigungen oder Kostenübernahmebescheinigungen. Es ist zu vermuten, dass kleinere Reparaturen durch Institutsmitarbeiter ausgeführt wurden, je nachdem, wie die Mittel dafür vorhanden waren. Mitunter wurden die gleichen Mängel mehrmals hintereinander angesprochen, bevor sie behoben wurden. Zum Beispiel wurde immer wieder der äußere und innere Anstrich als mangelhaft beschrieben, ebenso war das Linoleum stark beansprucht.

Zum Ende des Zweiten Weltkrieges, im April 1945 kam es durch einen Bombenangriff zu größeren Schäden[27]. Dabei wurden die umliegenden Beobachtungshäuser stark beschädigt. Das Haus im Ost-West Vertikal diente als Materiallager zur Ausbesserung der Schäden

[27] [Lerbs, 1970] - Lothar Lerbs „Über die Entwicklung des geodätischen Instituts Potsdam von der Gründung 1870 bis zur Eingliederung in das Zentralinstitut der Erde 1969“ 1970 Potsdam, Dissertation Nr. 53-1, Akademie der Wissenschaften, Berlin

an den Meridianhäusern[28]. Das westliche Meridianhaus musste 1972 einem neuen Gebäude weichen, das zur Aufstellung eines neuen Gerätes (einem Photografischen Zenit Teleskop, dem sogenannten PZT2) benötigt wurde.
Auf Grund der gleichen Bauweise und auch der gleichwertigen Baumaterialien ist der historische Wert der Konstruktion beim Meridianhaus erhalten geblieben. Bauwerksfugen oder offensichtliche Materialübergänge sind am Gebäude nicht zu finden, der einzige Hinweis auf eine Änderung sind die beiden Öffnungen in der Südfassade, die im Innenraum sichtbar sind, nach aussen aber durch ein Wellblech abgedeckt werden. Hier wurde die „neue" Außenhaut offensichtlich nicht mehr dem Inneren angepasst.

Der Helmertturm wurde Ende 1893 den Wissenschaftlern übergeben. Der massive Kern eignete sich hervorragend für die Aufstellung der sensiblen Geräte. Erschütterungen durch die Wissenschaftler oder den Wind waren kaum spürbar. Ebenso war die äußere Verkleidung hinreichend durchdacht, sodass auch hier nur der Anstrich geändert wurde um den Temperaturausgleich noch etwas zu verbessern. Allerdings änderte sich die Situation nach der Jahrhundertwende dramatisch. Auf Grund der finanziellen und materiellen Notlage infolge des Ersten Weltkrieges und durch den Tod des bekannten und geachteten Direktors F.R. Helmert kam es zu einer „Verwahrlosung" des Instituts.
Seine Bedeutung als Nullpunkt der deutschen Landesvermessung erlangte der Helmertturm erst nach Zerstörung der Anlage auf dem Rauenberg in Berlin Tempelhof um 1910[29].
Mit der Amtseinführung des neuen Institutsdirektors E. Kohlschütter 1922 wurden fehlende Gelder eingefordert und auch bewilligt, sodass den verbliebenen Wissenschaftlern zumindest grundlegende Arbeitsbedingungen gewährleistet werden konnten. Der Helmertturm war in sehr schlechtem Zustand, die Standfestigkeit war bedroht,

[28] [Akademieleitung Nr. 20] - Naturwissenschaftliche Einrichtungen, Geodätisches Institut Potsdam, 1945-1963; Bericht über die Tätigkeit des geodätischen Instituts Potsdam April 1948 bis Sept. 1949

[29] Der Rauenberg in Berlin, Tempelhof galt seit 1859 als Hauptpunkt 1. Ordnung. Nach seiner Zerstörung 1910 wurde der Helmertturm als Zwischenpunkt 1. Ordnung in den entsprechenden Kartenwerken geführt. [Grunwaldt, 2008]

da das Außengerüst umfangreiche Roststellen aufwies[30]. Durch den Einsatz von erheblichen Geldmitteln konnten die Schwachstellen ausgebessert werden. Im gleichen Zuge erhielt der Turm an Stelle der Kuppel ein schwach gewölbtes, drehbares Dach. Die Aufstellfläche der Instrumente war damit dicht unter dem Dach möglich. Bei geöffnetem Dach standen die Instrumente fast in der Luft und eine Saalrefraktion wurde damit nahezu ausgeschlossen. So modifiziert stand der Turm (Bild 030) neuen Messreihen zur Verfügung.

Durch den Einbau einer neuen automatischen Kamera für Astrogeodäsie im Jahre 1968 wurde für die Dachöffnung eine gesonderte Stahlkonstruktion notwendig. Auf Grund der großen Abmessungen des Gerätes (Bild 029), musste das Dach nun bis über den äußeren Stahlrahmen zu öffnen sein. In diesem Zuge wurde bereits 1965 eine Statik angefertigt, die den veränderten inneren Aufbau und die neue Schienenkonstruktion beinhaltete. Die 3-Punktauflagerung der Kuppelhälften wurde beibehalten. Allerdings wurde die neue Schienenkonstruktion auf den bestehenden Drehkranz aufgesetzt. Als Lastannahmen für die Kuppel wurde von dem folgenden Aufbau ausgegangen: Bleihaut, Schalung, Sparren, Kleineisen und das Fahrwerk.

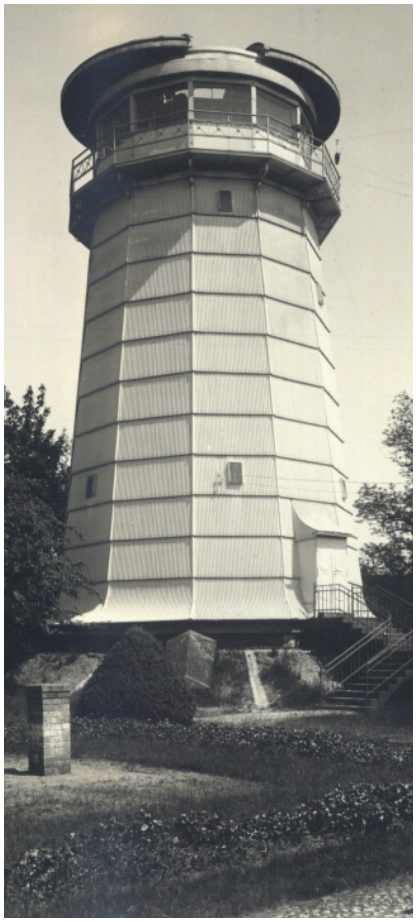


Bild 030 - Helmertturm, geöffnete Kuppel, nach 1927 (noch ohne die markant abstehenden Stahlflügel) [A1.3/2]

[30] [II-XIV, 14] - Akten der preußischen Akademie der Wissenschaften 1812-1945; Jahresbericht des Direktors 1926 - 1927, Schreiben des Direktors vom 25.01.1927

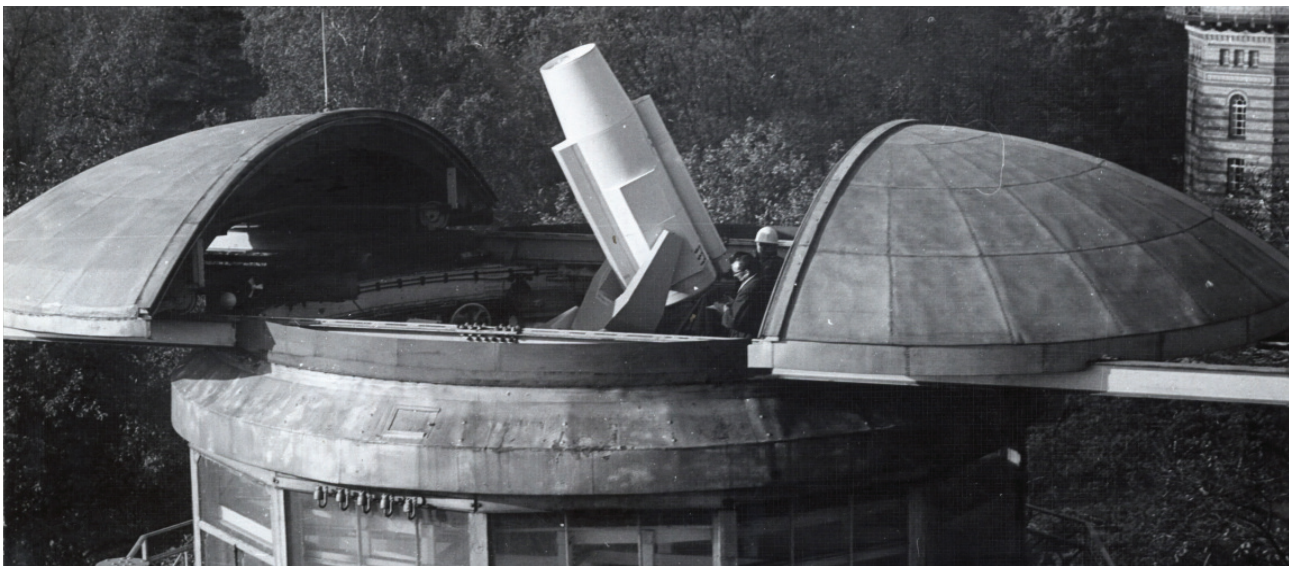


Bild 029: Helmertturm, geöffnete Kuppel nach 1968, mittig ist die automatische Kamera noch ohne den Laseraufsatz zu erkennen, das Dach kann mittels der Stahlflügel komplett geöffnet werden [Bild 38, nach 1968]

Die Öffnung sollte nun über Drehstrom-Getriebemotoren erfolgen, die so eingestellt waren, das eine einseitige Öffnung des Daches verhindert wurde. Die angenommenen Lasten basierten auf einer kompletten Öffnung des Daches. Die äußeren Schienen sind aus zwei zusammengesetzten U-Profilen Größe 24, St 38 zusammengesetzt. Als Verbindungen werden Schrauben und Schweißnähte vorgeschlagen. Der abschließende Hinweis in der Statik „[...] Weiterhin ist die Schweißbarkeit des Drehkranzes der Kuppel zu untersuchen bzw. der Nachweis zu erbringen [...]“[31] sollte besonders hervorgehoben werden. Es findet sich keine Aufzeichnung, ob ein solcher Nachweis erbracht wurde. Wenn aber der Aufsatz an den historischen Drehkranz angeschweißt wurde, lässt das unter Umständen auf bestimmte Materialparameter schließen, die bei einer zukünftigen Instandsetzung eine Rolle spielen könnten[32]. Für die einwandfreie Bedienung der neuen Kamera (mit dazugehörigem Schmidtschen Spiegel[33]) war ein Umbau der inneren Podestebene notwendig. Auf der Ebene des alten Podestes ist nur ein Laufgang erhalten geblieben. Die eigentliche Arbeitsebene wurde um 2,10 m nach oben verlegt. Ebenfalls wurde der massive Mauerwerkskern um 2 m aufgemauert. Die neue Podestebene gliedert sich in eine Bretterlage, eine Lage Lagerhölzer und die tragenden Zwischenträger (I-Träger Nr. 32 mit Querausssteifung) die im Luftraum zwischen alter und neuer Podestebene auf dem äußeren Mauerwerk aufliegen. Die maximale Belastung für die neue Podestebene wurde wie folgt dimensioniert - maximal 200 kg/m², oder maximal 16 Personen.

Kurze Zeit später, um 1974 erhielt die Kamera einen Aufsatz zur Satellitenbeobachtung. Mittels eines Lasers konnten nun genaue Entfernungsmessungen zu den künstlichen Erdtrabanten erfolgen. Für eine ausreichende Messgenauigkeit erfolgte der Anbau einer Zielplattform an dem Mirenturm, am Kleinen Ravensberg. Der bis dahin vernachlässigte Bau wurde somit für einige Jahre wieder zum Referenzpunkt der geodätischen Messungen, seiner ursprüngliche

[31] [Bauamtsarchiv, 333/68] - „Generalreparatur und Rekonstruktion des Helmertturmes“ Aktenzeichen: 333/68, Bauamtsarchiv, Bauaufsicht Stadtverwaltung Potsdam - Einsichtnahme mit Eigentümervollmacht durch Herrn Dr. Riecken, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur

[32] Siehe auch Kapitel 5

[33] Siehe Begriffserläuterung im Anhang

Funktion. Die Satellitenbeobachtung wurde erst im Jahr 1993 eingestellt, damit ist der Helmertturm das am längsten als Beobachtungsstation genutzte Gebäude der hier behandelten Objekte.
Das Breitenhaus ist das letztgebaute Gebäude, der geodätischen Institutsbauten. Ursprünglich war es auf keinem Lageplan verzeichnet und ist damit nicht wirklich zum eigentlichen Ensemble zu zählen. Vielmehr ist es ein Ergänzungsbau der im Nachhinein errichtet wurde. Die ersten Messreihen im westlichen Meridianhaus zur Breitenbestimmung waren nicht zufriedenstellend. Auf Grund der dezentralen Aufstellungsfläche in den Meridianhäusern kam es zu Messungenauigkeiten, die auf die Örtlichkeit zurück geführt wurden. Bereits 1893 wurde das Messinstrument dann in einer kleinen „Wellblechbude“[34] untergebracht die einige Meter entfernt stand. Allerdings war auch hier die Aufstellung auf Grund der einfachen Wände nicht ideal. So wurde die Errichtung eines weiteren Gebäudes in die Wege geleitet. Im Sommer 1894 konnten die Messreihen im „neu erbauten Eisenhäuschen“[35] weitergeführt werden. „[...] Dieser Raum besitzt in Bezug auf Temperaturausgleich die denkbar günstigsten Verhältnisse, da die doppelten Wandungen mehrfach Öffnungen (Klappen) für die Luftzirkulation darbieten und da das 3 m breite Dach sich ganz zur Seite schieben lässt. Allerdings ist hiermit der Nachteil verbunden, dass der Beobachter dem Luftzug sehr ausgesetzt ist. Der Entwurf zu dem Eisenhäuschen wurde unter Oberleitung des Herrn Oberbaudirektors Spieker im Ministerium der öffentlichen Arbeiten entsprechend den von Herrn Schnauder [Wissenschaftler am Institut] speziell formulierten Wünschen des Geodätischen Instituts aufgestellt und von den Herren Geheimräten Auwers, Förster und von Betzold begutachtet. Infolge einer von Herrn Geheimrat Auwers gegebenen Anregung erhielt der Bau des Beobachtungspfeilers eine über unsere ursprünglichen Wünsche hinausgehende Sicherung der Stabilität, so dass er nicht nur für Zenitdistanzmessungen, sondern auch für feinste Messungen in Azimut brauchbar sein wird. Um dieses Maß von Stabilität zu erreichen, wurde das Eisenhäuschen auf

[34] [II-XIV, 13] - Jahresbericht des Direktors April 1894 bis April 1895 - Akten der preußischen Akademie der Wissenschaften 1812-1945; Jahresberichte des Direktors 1882 - 1886

[35] [II-XIV, 13] - Jahresbericht des Direktors April 1894 bis April 1895

eisernen Pfählen montiert, die etwas vom Fundament des Pfeilers entfernt in den Boden getrieben sind. Erschütterungen des Hauses durch den Wind oder den Beobachter werden sich somit nur in geringem Betrage auf das, übrigens sehr massive und auf meinen [Helmert] Wunsch mit Erdboden (Sand) umfüllte Pfeilerfundament fortpflanzen können.[...]“[36] Damit waren ideale Bedingungen für die späteren Meßreihen geschaffen. Der Temperaturunterschied zwischen innen und aussen war kleiner 0,5 °C. Der Name „Breitenhaus“ hat sich im Lauf der Zeit auf Grund der spezifischen Messreihen unter den Nutzern und in den Plänen gehalten.

3.3. Strukturelle Baubeschreibung

Meridianhaus

In den Meridianhäusern wurden ursprünglich Geräte aufbewahrt, mit denen geodätische Messungen vorgenommen wurden. Heute ist nur noch das östlich vom Helmertturm gelegene Meridianhaus erhalten geblieben (siehe Bild 031 und 032).

Die gebogene Dachkonstruktion, ähnlich einem Gilly Bohlenbinderdach[37], stützt sich auf den massiven Unterbau. Die Außenhülle ist statisch und räumlich von den Fundamenten der Instrumente getrennt. Das Fundament für die Geräte befindet sich im Abstand von circa 30 cm von den Außenwandfundamenten.

Bild 031: Meridianhaus Rückwand, Juni 2010

Bild 032: Meridianhaus Front, Juni 2010

Ursprünglich war die Stahlkonstruktion im Außenbereich, inklusive der Wellblechabdeckung hell angestrichen.

Die Grundrissmaße des rechteckigen Hauptraumes sind mit 5,00 m auf 6,50 m eher klein. Die Raumhöhe bis zur Unterkante der Dachträger beläuft sich auf 4,00 m. Der Eingangsbereich gliedert sich in die Außentür, einen Vorraum und eine seitlich verschiebbare Innentür.

Auf den Einsatz thermisch träger Baustoffe wurde verzichtet, es gibt keine Dämmebene zwischen der Instrumentenaufstellfläche und der Außenluft. Die Außenhaut bilden Zinkwellbleche und glatte Eisenbleche. Die Innenraumbewandung wird durch glatte Eisenbleche

[36] [II-XIV, 13] - Jahresbericht des Direktors April 1894 bis April 1895

[37] Der Vergleich bezieht sich hier ausdrücklich nur auf die Form des Daches (siehe auch Begriffserläuterung im Anhang).

gestaltet[38]. Zur Materialität der Firstabdeckung kann keine eindeutige Aussage getroffen werden. Durch den experimentellen zweischaligen Wandaufbau aus den beiden Blechebenen und eine im First angeordnete Entlüftungsöffnung wurde auf die Raumklimatik Einfluss genommen. Die leicht geschürzten Wellblechverkleidungen im Sockelaußenbereich sollten bei Sonneneinstrahlung zur Stabilisierung des Raumklimas beitragen. Durch den entstehenden Zug wurde das Haus im geschlossenen Zustand be- und entlüftet. Zusätzlich dazu wurden im Sockelbereich der umlaufenden Wände Ventilationsöffnungen angeordnet, die separat zu öffnen und schließen sind.
Der Wand/Dachaufbau gliedert sich in zwei getrennte Konstruktionen, die in sich stabil gebaut sind. Jede Dachhälfte lagert in einer Höhe von etwa 70 cm oberhalb des Natursteinsockels auf einem schienenähnlichen Eisenprofil auf. Dieses Profil wiederum liegt auf den in den Wänden angeordneten Laufrädern (3 Räder je Dachhälfte und Wandseite) auf. Über eine Laufradkonstruktion und massive Eisenstangen kann das Dach mittig bis auf etwa 1 m auseinander geschoben werden.

Bild 033: Helmertturm, August 2009

Helmertturm

Der etwa 20 m hohe Helmertturm liegt nördlich vom eigentlichen Hauptgebäude des geodätischen Institutes am Ende des Helmertweges. Zur Lagebestimmung und Beobachtung von Himmelsbewegungen war ein erhöhter Standort notwendig. Der Turm weist im Inneren einen massiven, konisch verlaufenden Mauerwerkskern auf, der ähnlich dem Meridianhaus statisch von der Fassade getrennt ist. Auf diesem Pfeiler ist die Beobachtungsplattform angeordnet, auf der ursprünglich die Instrumente erschütterungssicher aufgestellt werden konnten. Darüber schließt heute eine weitere Ebene an, der Dachraum umfasst eine Höhe von etwa 2 m.
Die äußere Hülle ist getrennt vom massiven Kern konzipiert. Ursprünglich wies der Turm eine ebenfalls doppelte Wellblechverkleidung auf. Sowohl der Kuppelaufsatz, als auch die Zugangstreppe sind an dem äußeren Stahlskelett befestigt. Die 12 aufgehenden Wandstiele sind untereinander querversteift. Der Aufsatz, ein

Bild 034: Mire, Juni 2010

[38] [Teich und Christians, 2009]

Bild 035: Helmertturm, August 2009

Bild 036: Breitenhaus Front, Juni 2010

Bild 037: Breitenhaus rückwärtige Ansicht, Juni 2010

reichbefensterter Beobachtungsraum unterhalb einer Drehkuppel diente der Forschung mit in allen Richtungen beweglichen Instrumenten, über die erdgebundene Fixpunkte anvisiert werden konnten.[39] Die Drehkuppel und auch die innen und außen angebrachten Wellblechabdeckungen der einschaligen Außenhaut sind nicht mehr vorhanden. Die Kuppel wurde bereits 1920 zu ihrer heutigen flacheren Form umgebaut, die ebenfalls zu öffnen ist. Vermutlich um 1977 wurden zusätzlich zu je zwei Seiten eine Laufradschienenkonstruktion angeordnet, die zwei Flügeln ähnlich im rechten Winkel vom Turm abstehen (siehe Bild 033). Sie ermöglichen eine Dachöffnung über die Turmwände hinaus.

Das umgebende Stahlskelett (Detailaufnahme Bild 035) ist heute frei bewittert, eine äußere Blechabdeckung ist nicht mehr vorhanden. Die sichtbaren inneren Bleche sind mit einer Kunststoffbeschichtung versehen, die über die Zeit verwittert und abgeblättert ist. Es ist anzunehmen, dass die Innenwandbekleidung während des Kuppelumbaus um 1970 ausgetauscht wurde. Ein genaues Datum konnte nicht ermittelt werden.

Die Standsicherheit des Turmes ist heute nicht mehr einwandfrei gegeben, daher konnte das Gebäude im Rahmen dieser Arbeit nicht von innen begutachtet werden.

Breitenhaus

Das quadratische, sehr kompakte, ebenfalls mit Wellblech verkleidete Gebäude (Bild 032 und 033), steht etwas erhöht auf einer Art Trägerrost. Auch hier war die Anforderung an die bauphysikalischen Besonderheiten zur Instrumentenaufbewahrung maßgebend. Damit reiht es sich ebenfalls in die zweischalig in Wellblech ausgeführten Gerätehäuser ein.

Mit den Maßen 3,00 m auf 3,00 m im Grundriss und einer Raumhöhe von 2,50 m besteht das Gebäude aus nur einem Raum. Die Konstruktion ist aus Stahlprofilen erstellt, die nach außen mit Zinkwellblech gegen die Witterung geschützt sind. Im Inneren sind die

[39] Diese Fixpunkte, auch Miren genannt sind noch heute vereinzelt auf dem Gelände und in den Potsdamer Wäldern (siehe auch Begriffserläuterung) vorhanden. In unmittelbarer Umgebung des Turmes befindet sich eine kleines taubenschlagähnliche Häusschen (siehe Bild 034).

Fachwerkwände vermutlich mit eisernen Glattblechen verkleidet. Das Gebäude verfügt über ein flaches (Neigung etwa 15°) auf Rollen gelagertes Dach, das sich ebenfalls mittig öffnen lässt. Im Gegensatz zum Meridianhaus lagert sich das Dach hier allerdings direkt auf die Rollen auf, die über entsprechende Bleche mit dem Dachrahmen verschraubt sind. Die Rollen wiederum lagern auf einer, aus zwei Winkelprofilen gebildeten Schiene auf, die nach außen hin hochgebogen ist. Dadurch wird die Öffnungweite beschränkt. Die Öffnung erfolgt über einen Stahlseilmechanismus, der über ein Handrad bedient werden kann. In den Dachhälften sind mittig im First jeweils zwei Öffnungen eingelassen, die sich außen deutlich vom Dach abheben.

Bild 038: Meridianhaus seitliche Innenwand/Dachöffnung, Juni 2010

3.4. Konstruktive Baubeschreibung

MERIDIANHAUS

Dach/Längswände:

Das Dach ist ein System aus ebenen Fachwerkbindern, die über die innen und außen angeschlossenen Bleche miteinander verbunden sind. Im Firstbereich ist zusätzlich ein Windverband in Längsrichtung angeordnet. Sämtliche Profile der Binderkonstruktion sind gleichschenklige Winkeleisen die Flachbleche vernietet sind. Die beiden Dachhälften sind eigenständige Bogenkonstruktionen, die über eine Laufradkonstruktion auseinander geschoben werden können, so dass mittig ein Spalt von etwa 1 m Breite entsteht (siehe Bild 038). Die Dachhälften stehen im Fußbereich auf einer Art Schienenprofil, das direkt auf den Rädern aufliegt. Der jeweilige Rahmen ist in sich stabil.

Die Laufradkonstruktion wird über ein Gestänge angetrieben, daher ist eine übermäßige Dachöffnung nicht möglich. Über die beiden Handräder an der hinteren Giebelwand (F3) kann jeweils eine Dachhälfte bewegt werden.

Entlang des First ist eine Entlüftungsöffnung angebracht, die nach oben vom Dach absteht (Bild 039). Die außenliegenden Zinkwellbleche schließen also nicht unmittelbar aneinander an. Ebenso sind im Innenraum die glatten Wandbleche nur bis etwa 40 cm unterhalb des Firstes geführt. Der entstandene Zwischenraum wird durch ein

Bild 039: Meridianhaus Dachentlüftung, Juni 2010

Bild 040 Meridianhaus nördliche Gebäudeecke Fassade 1, Juni 2010

zusätzlich eingebrachtes Blech zwischen Innenwand und Außenbekleidung überdeckt. Damit kann kein Regen oder Flugschnee in den Innenraum gelangen.

Wände:

Die Wände als solches sind zum einen die beiden Giebelwände und zum anderen der untere Teil der Längswände. Dies umfasst die Aufstellebene der Laufradkonstruktion (etwa 70 cm hoch) und den darunterliegenden Sockel. Die Radkonstruktion ist fest mit den darunterliegenden Naturwerksteinen bzw. dem Mauerwerkssockel vermutlich über je vier Eisenstäbe und eine Gegenplatte verankert. Im Außenbereich ist eine Unterscheidung der Ebenen nur scheinbar sichtbar. Etwa auf Höhe der nach außen gewölbten Glattbleche oberhalb des Mauerwerks verläuft die Trennung der Tragwerksteile (siehe Bild 040). Im Inneren verläuft in Höhe von 70 cm eine horizontale Fuge entlang den Längswänden.

Unterhalb der Natursteinschicht schließt sich eine Ebene aus im Kreuzverband vermauertem Klinkermauerwerk an, die nur im Außenbereich ziegelsichtig ist. Im Innenraum ist das Mauerwerk verputzt. Durch das außen unterschiedlich hoch anstehende Gelände variiert die Zahl der sichtbaren Mauerwerksschichten.

Die Innenwand in Höhe der Räder, unterhalb der horizontalen Trennfuge besteht hier ebenfalls aus Flachblechen, die allerdings großflächig durch Lamellen (zur Belüftung) unterbrochen sind. In den Giebelwänden sind Ventilatoren eingebaut, für die ebenfalls entsprechend große Öffnungen in den Innenwandblechen vorgesehen wurden.

Die beiden Giebelwände sind in sich stabil, da sie nicht mit den Dachwänden verbunden sind. Als Grundraster sind hier vier Doppel-T-Träger über gewinkelte Anschlussbleche in einem, auf dem Naturstein liegenden U-Profil aufgeschraubt. Die Ausführung der Verankerung konnte nicht genau geklärt werden. Naheliegend ist eine gleichwertige Ausführung wie auf den Längswänden. Denkbar sind aber auch sogenannte Steinschrauben[40]. Untereinander sind die Wandstiele über Flacheisen und Winkelprofile, an denen auch die

[40] [Schöler, 1904] S. 21 sowie [Ahnert und Krause, 1985] S. 35

Zinkwellbleche und die Wandbleche befestigt sind, verbunden. Die Bleche sind im Inneren der Bogenkonstruktion angepasst, als Randabgrenzung ist hier zusätzlich ein Winkelprofil umlaufend angeordnet.
Die vordere Giebelwand F1 wird mittig von der Eingangstür durchbrochen. Die äußere Eingangstür ist an einer Art Vorbau festgemacht, so dass ein kleiner Eingangsbereich entsteht, der im Inneren umseitig mit glatten Blechen abgegrenzt ist, die eine reliefartige Bandverzierung aufweisen. Im Übergang zum Innenraum sind zwei Türflügel angebracht, die über im Kopfbereich angebrachte Laufräder (je Türflügel zwei), die auf einer Schiene stehen, seitlich verschiebbar sind.

Sockel/Fußboden:
Der Fußboden wird über mehrere Ebenen von Eisenträgern gebildet, die miteinander über Winkelbleche verschraubt sind. Abschließend sind als Gehbelag Rohglasplatten (71x71 cm) in einem Bett aus Ausgleichmasse ausgelegt (siehe Bild 041). Vermutlich zur Schonung der Glasplatten wurde zusätzlich Linoleumbelag eingebracht. Unterhalb der „Balkendecke“ aus Doppel-T-Trägern schließt das Fundament der Instrumentenebene an, wobei die Balkendecke nicht auf dem Fundament aufliegt. Die Träger schließen in die Außenwände, unterhalb des Natursteinsockels ein. Somit bleibt die erschütterungsarme Aufstellung der Instrumente gewährleistet.

Bild 041: Meridianhaus Detail Fußboden, Juni 2010

Fundament:
Die Fundamentwände sind massiv ausgebildet und schließen den Innenraum vollständig vom umgebenden Erdreich ab. Nach außen sind die Fundamentwände im sichtbaren Sockelbereich von einer Klinkerschicht umgeben, die in Anlehnung zu den anderen massiven Gebäuden auf dem Areal ebenfalls aus roten Klinkersteinen gebildet ist. Der Kreuzverband[41] ist nur zum Teil sichtbar und ist im Bereich der Versprünge an der hinteren Giebelwand F3 unterbrochen.
Der unterhalb der massiven Mauerwerkspfeiler (zur

[41] Der zu der Zeit typische Mauerwerksverband ist als Kreuzverband bekannt. Hier wechseln sich je eine Läufer- und eine Binderschicht ab, die übereinander versetzt angeordnet werden.

Instrumentenaufstellung) angeordnete Fundamentsockel sorgt für eine erschütterungsfreie Lagerung der Instrumente. Dieser Bereich ist nicht mit den Aussenwänden bzw. den Aussenwandfundamenten verbunden, hier besteht ein etwa 0,5 m breiter umlaufender Luftraum. Der genaue Aufbau des mittigen Fundamentblockes konnte nicht ermittelt werden.
Die Trennung der Fundamente hatte sich bereits in anderen wissenschaftlichen Gebäuden bewährt. Ein Schnitt durch das Gebäude des Observatoriums in Hamburg Altona, gebaut 1827, zeigt auch hier die unbedingte Trennung der Fundamentkörper.[42]

Instrumentenebene:
Im Inneren (6,60 x 5,0 m; Raumhöhe rund 4 m) waren zwei Beobachtungsinstrumente auf massiven Sockeln so aufgestellt, das sie sich unter den verschiebbaren Dachbereichen befanden. Nach der Öffnung des Daches konnte dann der Meridian, der sich als abstrakte astronomische Bezugslinie über den Himmel erstreckt, mit den Fernrohren anvisiert werden. Die Gestirne erreichen über dem Meridian täglich ihren Höchststand, in einer gleichbleibenden Zeitdauer (Sterne ~23:56 h, Sonne 24 h). Zusätzlich zu den ursprünglich geplanten und gebauten Mauerwerkspfeilern findet sich heute ein weiterer mittig zwischen den beiden. Die genaue Bauzeit ist nicht bekannt. Alle drei Pfeiler sind umseitig mit einem schwarzen Anstrich versehen. Die beiden ursprünglichen Pfeiler sind oben mit einer Natursteinplatte (etwa 10 cm dick) abgedeckt.

[42] [Wolfschmidt, 2009] - Redaktion Gudrun Wolfschmidt „Cultural Heritage of Astronomical Observatories, From classical Astronomie to modern Astrophysics International ICOMOS Symposium Hamburg 14. - 17.10.2008“ 2009 Berlin, Hendrik - Bäßler Verlag S. 266

HELMERTTURM

Der Helmertturm war zur Zeit der Bearbeitung nicht zugänglich. Daher stützen sich sämtliche Ausführungen auf die Baubeschreibung, die Bestandspläne und Verweise in der Literatur. Auf Nachfrage bei der zuständigen Abteilung innerhalb des GFZ[43] wurden einige Fotos zur Verfügung gestellt, die allerdings keinen wirklichen Eindruck der Konstruktion wiedergeben können. Lediglich die Zugangstreppe (Bild 046) und der umlaufende Sockelbereich (Bild 047) waren von außen näher in Augenschein zu nehmen.

Bild 042: Helmertturm Dachansicht von Innen, [Quelle GFZ, Stand 2007]

Dach:

Das Dach ist als drehbare flache Kuppel ausgebildet, die entlang der abstehenden Schienenkonstruktion etwa raumbreit zu öffnen ist. Die Unterkonstruktion ist aus einfachen Holzquerschnitten hergestellt, die oberseitig mit einer Holzschalung abschließt (Bild 042). Seitlich sind die Dachhälften in Stahlprofile eingefasst, um eine entsprechende Öffnung herzustellen.

Als Wetterschutz war ursprünglich Ruberoid aufgebracht. Heute schließt das Dach vermutlich mit einer mehrlagig aufgebrachten Bitumenpappe ab. Es sind keine Öffnungen innerhalb der Dachhaut bekannt. Unterhalb des Daches ist der Dachraum mit einer Höhe von etwa 2 m begehbar. Die Zwischendecke, ist vermutlich aus Holzbalken, mit einer Schalung oder Dielung als oberen Abschluß.

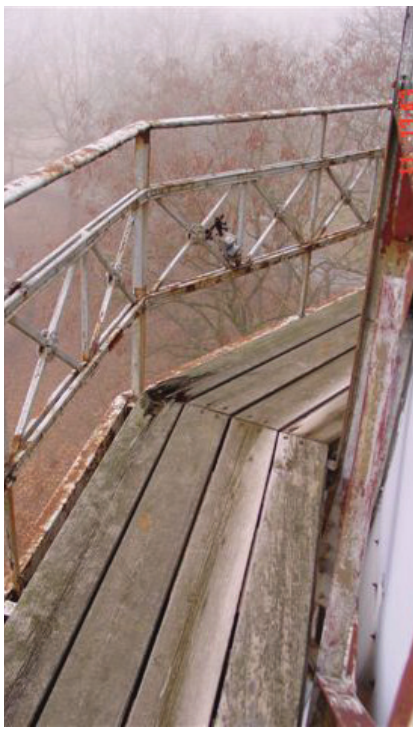


Bild 043: Dachumlauf Helmertturm, [Quelle GFZ, Stand 2007]

Wände:

Die konisch aufgehende, umlaufende Turmwand (12-eckig) war ursprünglich ebenfalls zweischalig ausgeführt. Allerdings ist die äußere Blechabdeckung nicht mehr erhalten. Das tragende Stahlskelett besteht aus Doppel-T- und Winkel-Profilen, die miteinander über Anschlussbleche verschraubt sind. Die äußere Blechabdeckung fehlt, das Stahlskelett ist der Witterung ungeschützt ausgesetzt. Darunter sind glatte Metallbleche angebracht, die nach außen mit einer Kunststofffolie beklebt sind. Der Kunststoff löst sich großflächig bereits vom Untergrund (siehe Bild 048). Die Windaussteifung wird über Querverstrebungen innerhalb des Stahlskeletts erreicht. Die konisch

[43] Gespräch mit Herrn Dr. Pestke und E-Mail Kontakt mit Frau Diederich (in Vertretung von Frau Klemmstein) Bereich 4, Bauabteilung GFZ

Bild 044: Helmertturm, Treppenstufen innen [Quelle GFZ, Stand 2007]

verlaufende Wandkonstruktion endet etwa in 17 m Höhe. Danach verlaufen die Wandstiele senkrecht und ohne Querverstrebung. Im Inneren war hier ein Beobachtungsraum angeordnet. Für eine ausreichende Belichtung sind umlaufend große Fensterflächen, im Abstand der aufgehenden Wandstiele, angeordnet. Diese sind heute teilweise mit nicht transparenten Platten verschlossen. Das Material ist nicht bekannt. Außerdem ist unklar, ob die historischen Fenster noch erhalten sind.

Unterhalb des Daches, auf Höhe der Fensterebene befindet sich außen umlaufend eine Plattform mit Geländer. Der Dachumlauf ist bauzeitlich und statisch an die Wandkonstruktion angeschlossen. Als Gehbelag sind hier einfache Holzdielen aufgelegt, die vermutlich mehrmals erneuert wurden (siehe Bild 043).

Die im Inneren um den massiven Kern herumführende Treppe ist statisch ebenfalls an der äußeren Wandkonstruktion festgemacht. Die Treppe besteht aus einfachen Holzstufen und Winkelprofilen (siehe Bild 044).

Bild 045: Helmerturm, Sockelzone [Quelle GFZ, Stand 2007]

Sockel/Fußboden:

Über die Art und den Aufbau der einzelnen Fußböden (Erdgeschoss, Instrumentenebene, Dachraum) ist nichts bekannt.

Der Sockel (Bild 045 und 047) gliedert sich nach außen in drei unterschiedliche Baustoffe. In Verbindung zum darunterliegenden Fundament ist umlaufend eine Schicht in Beton ausgeführt (etwa 40 cm hoch), der unter den 12 Wandstielen bis unter den Naturstein geführt ist. Auf der umlaufenden Betonschicht ist in Abschnitten Mauerwerk (rote Klinker) eingelassen, das in 5 Steinschichten im Kreuzverband vermauert ist. Darüber ist ebenfalls umlaufend ein Natursteinsockel

Bild 046: Helmertturm - Eingangstreppe, Juni 2010

Bild 047: Helmertturm - Sockelbereich, Juni 2010

als Abschluss angebracht. Auf diesem sind vermutlich die Wandstiele fest verschraubt.
Dem Sockel vorgelagert ist eine von zwei Seiten begehbare Treppe aus Klinkersteinen und Natursteinstufen (siehe Bild 046). Das vorhandene Eisengeländer ist vermutlich noch original.

Fundament:
Das im Erdreich liegende Fundament ist von aussen nicht zu erkennen. Der massive Kern aus Mauersteinen der im Inneren aufgebaut ist und der Instrumentenebene als Aufstellfläche dient ist ebenfalls nicht einzusehen. Es ist zu vermuten, dass die Innenoberfläche verputzt ist, die Güte der verwendeten Ziegel bzw. der Verband sind nicht bekannt.

Instrumentenebene
Die Instrumentenebene gliedert sich in zwei Bereiche. Zum einen den Beobachtungsraum und zum anderen den heutigen Dachraum. Zum genauen Aufbau findet sich kein Hinweis in der Literatur. Der Beobachtungsraum wurde ursprünglich als großflächige Ebene oberhalb des massiven Kerns geplant. Nach außen ist er durch das umlaufende Fensterband der Außenwand geschützt. Hier wurden ursprünglich die Instrumente bedient und die Miren in der Umgebung durch Lichtsignale anvisiert. Heute scheint der Raum fast umlaufend durch den Instrumentenfuß der Satellitenkamera eingenommen zu werden. Über dem Beobachtungsraum schließt sich heute der Dachraum an. Die neuzeitliche Zwischenebene ist im Zuge des Kuppelumbaus entstanden. Im Dachraum ist immer noch die Satellitenbeobachtungskamera installiert (Bild 049).

Bild 049: Helmertturm, Satellitenbeobachtungskamera im Dachraum [Quelle GFZ, Stand 2007]

Bild 048: Helmertturm - Sockelbereich außen, Juni 2010

Bild 050: Detail Breitenhaus Wand W1 von innen. Die äußeren Wellbleche des Daches liegen auf einer Rahmenkonstruktion aus U-Profilen auf, an der die Räder direkt befestigt sind. Juni 2010

BREITENHAUS

Dach:

Im Gegensatz zum Meridianhaus lässt sich das Dach eindeutig von den Wänden abgrenzen. Es besteht aus zwei flach liegenden Rahmenkonstruktionen aus U-Profilen, an die außenseitig die Wellbleche und im Innenraum Flachbleche angebracht sind. Die U-Profile und damit auch die aufliegenden Wellbleche sind mittig erhöht um einen Abfluss des Regenwassers zu gewährleisten. Jede Dachhälfte weist ebenfalls mittig zwei runde Öffnungen auf, durch die der Innenraum belüftet wurde. Die äußeren Abdeckungen sind deutlich über dem Dach erhaben. An die U-Profile der Rahmenkonstruktion sind entlang den Längswänden Laufräder angebracht (Bild 050), die auf einer Schiene, einem zusammengesetzten Profil aus zwei gleichschenkligen Winkelprofilen und einem T-Profil, stehen. Die beiden Dachhälften sind in sich stabil. Auch hier kann das Dach mittig geöffnet werden. Die Öffnung wird allerdings über eine Drahtseilkonstruktion gesteuert, bei der die Dachhälften auseinandergezogen werden. Die außenliegenden Schienenenden sind an den Enden hochgebogen, wodurch eine unplanmäßig weite Dachöffnung verhindert werden soll. Die Handhabung erfolgt über ein Handlaufrad, das im Inneren an der Wand W2 angebracht ist.

Bild 051: Eindeutige Trennung zwischen Wand und Dach möglich, Juni 2010

Wände:

Jede Wand kennzeichnet sich durch ein längslaufendes Sockelprofil (I-Träger) aus, auf dem senkrecht I-Profile über Verbindungsbleche festgemacht sind. Im Kopfbereich sind die Wandstiele über längslaufende Flacheisen bzw. Winkelprofile verbunden. Die äußeren Zinkwellbleche und die glatten Innenbleche sind an den Wandstielen befestigt. Bis auf die Eingangstür (Bild 051) gibt es keine größeren Öffnungen. Im Fußbereich der innenliegenden Glattbleche sind umlaufend Lamellen zu Belüftung eingelassen, die separat bedient werden können.

Sockel/Fußboden:

Der Fußbodenaufbau ist nicht einsehbar, da im Innenraum Holzdielen ausgelegt sind. Die Dielen enden unmittelbar vor den Wänden. Nach außen ist unterhalb der waagerechten Wandträger ein

Natursteinsockel angebracht. Darunter ist nur vereinzelt eine Mauerwerkswand erkennbar. Am auffälligsten dabei ist, das die verwendeten Ziegel in keiner Weise in Form und Farbigkeit mit den, an den anderen Institutsgebäuden verwendeten Ziegeln übereinstimmen. Eine genaue Beschreibung des Verbandes ist nicht möglich, da das Gelände sehr hoch ansteht und teilweise sogar den Natursteinsockel überdeckt.

Bild 052: Sockelzone Breitenhaus mit vorgelagerter Einzelstütze, Juni 2010

Fundament:
Weder von innen noch von aussen ist die Fundamentebene einsehbar. Der Boden ist umlaufend mit Holzdielen abgedeckt. Die waagerecht verlaufenden Sockelträger im Fußbereich bilden in sich eine Rahmenkonstruktion, die an ihren 8 Auflagerpunkten (die Profile stehen zu allen Seiten vom Gebäude über, siehe Bild 052) außen auf Einzelstützen aufliegt. Die Einzelstützen sind oben mit einer metallenen Kappe abgedeckt, an der die Sockelträger angeschraubt sind. Die Einzelstützen sind im Boden in den Fundamentkörper eingelassen, der gleichzeitig für den Instrumentenaufbau eine Aufstandsfläche bildet. Auf die konstruktive Trennung der Fundementbereiche wurde hier verzichtet.

Bild 053: Sockelaufbau für Instrumentenaufstellung, Juni 2010

Instrumentenebene:
Für die Aufstellung von Instrumenten ist mittig ein Mauerwerkspfeiler (Bild 053) eingebaut, der umseitig mit glatten Metallblechen abgedeckt ist. Oben liegt eine etwa 10 cm dicke Natursteinplatte auf. Er steht unmittelbar auf dem Fundament auf, in das im Außenbereich auch die Einzelstützen eingelassen sind.

3.5. Geplante Nutzung

Zur geplanten Nutzung gibt es noch keine konkreten Vorgaben vom heutigen Nutzer, dem GFZ. Die Aufstellung von Messinstrumenten zur Grundlagenforschung ist nicht mehr vorgesehen.
Vorstellbar ist eine Art Museums- oder auch Ausstellungsnutzung im Rahmen von Besucherführungen[44]. Denkbar wäre auch die Erweiterung der vorhandenen Schülerlaborkonzepte um eine Einheit für „historisches Forschen“. Die geringe Größe der Objekte stellt ideale Bedingungen für die Lehre in kleinen Gruppen (8-10 Personen), entlang eines geodätischen Parcours dar.
Bei einer Nutzung als Beobachtungsgebäude, wenn auch nur für Schauzwecke sollten die folgenden Gebrauchshinweise beachtet werden, die im Rahmen dieser Arbeit recherchiert wurden. Bei den geodätischen Messungen in den Meridianhäusern wurden über die Zeit signifikante Abweichungen festgestellt. Die von den dortigen Mitarbeitern zum einen auf die jahreszeitlichen Klimaänderungen (Sonneneinstrahlung, Frost) zugeführt wurden, zum anderen aber auch im Aufbau des Mauerwerkskern vermutet wurden. Das bedeutet etwa eine Stunde vor einer Messung sollte das Dach geöffnet und die Ventilatoren angeschaltet, bzw. die Lüftungsöffnungen geöffnet werden.[45]
Für eine Nutzung mit Besucherbeteiligung bieten das Meridian- und das Breitenhaus noch eher ein entsprechendes Raumangebot. Die Räumlichkeiten im Helmertturm sind sehr begrenzt. Durch den gemauerten Innenkern ist hier eigentlich nur die Treppe und der Kuppelraum nutzbar. Dabei lässt sich dann der Kuppelraum mit einer Fläche von etwa 35 m² am ehesten angepasst nutzen. Vor allem der vorhandene Umlauf und die zu öffnende Kuppel könnten bei entsprechender Präsentation sicherlich eine Bereicherung sein.

[44] Telefonisches Gespräch mit Herrn Dr. Pestke, GFZ Potsdam 07.07.2010
[45] Gespräch mit Dr. Höpfner, 2010

4. Baustoffe am Meridian- und Breitenhaus

4.1. Glas

Glas entsteht durch das Zusammenschmelzen verschiedener Rohstoffe z.B. Quarzsand, Kalk und Soda. Das zähflüssige Gemisch wird nach Vorgabe geformt (gießen, walzen, ziehen) und muss dann gleichmäßig und langsam abkühlen. Entsprechend dem herkömmlichen Gebrauch ist Glas in beiden Gebäuden in Türen und Fenstern als einfaches Scheibenglas eingesetzt.

Als Besonderheit wurde das Material als Fußbodenbelag im Meridianhaus verbaut. Die etwa 2,5 cm dicken Rohglasplatten sind auf einem darunterliegenden Trägerrost aus Stahlprofilen ausgelegt. Bis auf 3 einzelne Platten sind die Bodenplatten noch komplett erhalten. Der genaue Zweck dieser Art der Verwendung konnte nicht ermittelt werden. In der Literatur fand sich kein Verweis auf einen solchen Einsatz. Einzig, die noch heute gebräuchlichen Glasbausteine sind mit einer ersten Verwendung als Wandbaumaterial mit Gestaltungs- und Belichtigungsfunktion, gehalten von eisernen Trägerrosten ab etwa 1880 gelistet[46]. Allerdings weisen Glasbausteine grundlegend andere Formate auf.

Es kann davon ausgegangen werden, dass für die Arbeit mit den sehr sensiblen optischen Geräten versucht wurde störende Einflüsse zu minimieren. Hierbei sei vor allem auf die physikalischen Eigenschaften im Hinblick auf Feuchtedurchlässigkeit von Glas verwiesen (für eine eingehende Beurteilung siehe Kap. 9).

4.2. Holz

Holz ist ein natürlich gewachsener Baustoff, dessen chemische Hauptbestandteile Zellulose, Harze und Lignin bilden. Die Zusammensetzung bzw. der Anteil dieser Bestandteile definiert neben den, durch die Umgebungsbedingungen verschiedenen Wachstumseigenschaften, die konstruktive Eignung einer Holzart. Maßgebend sind dabei die Festigkeit, Hygroskopizität und die Anfälligkeit gegen biologische Schädlinge und chemische Beanspruchung.

Die Verwendung von Holz reduziert sich am Meridianhaus auf

[46] [Ahnert und Krause, 1985] - R.Ahnert, K.H. Krause „Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960“ 1985 Berlin, VEB Verlag für Bauwesen S. 41

vergleichsweise kleine Querschnitte, die als Lattung für die Wellbleche eingesetzt sind. Am Breitenhaus finden sich ebenfalls hölzerne Dachlatten und zusätzlich Fußbodenholzdielen. Die Holzdielen liegen auf den querlaufenden Stahlprofilen auf. Heute ist der Boden mit Linoleum ausgelegt. Auf Grund der geringen konstruktiven Bedeutung wurde auf eine genaue Differenzierung der Holzklasse und Holzart verzichtet.

4.3. Mauerwerk aus künstlichen Steinen

Künstliche Steine bestehen aus Ton, Lehm und eventuellen Zusatzstoffen, die aufbereitet in eine entsprechende Form gebracht bei Temperaturen von 900 - 1200°C gebrannt werden. Das eigentliche Mauerwerk, der Verband der einzelnen Ziegel entsteht durch die Verbindung der Ziegellagen in horizontaler und vertikaler Richtung mit Mörtel (einem Gemisch aus feiner Gesteinskörnung, Bindemittel und Wasser)[47]. Durch spezielle Anordnung der Ziegel entstehen sogenannte Verbandsmuster, die Aufschluss über die jeweilige Bauzeit geben können.

Beim Meridianhaus findet sich in der Sockelzone eine Sichtziegelschicht aus hochgebrannten Klinkerziegelsteinen im Reichsformat[48]. Vereinzelt sind Klinkerziegel aus dem Kreuzverband gelöst (siehe Bild 054). Dahinter zeigt sich eine graue Mörtelschicht. In der Literatur findet sich zum möglichen Wandaufbau nur der folgende Hinweis „Als man zwischen 1890 und 1900 viele Bauten mit teuren Klinkern verblendete, ging man dazu über, das Hintermauerwerk mit geringwertigen Steinen auszuführen“[49]. In den recherchierten Unterlagen findet sich kein Anhaltspunkt auf eine Zusammensetzung des Mauerwerks oder eventuelle Abdichtungslagen zum Schutz vor Feuchtigkeit (Bild 055). Der Zustand und der genaue Aufbau (Schichtdicke, Verband, physikalische Eigenschaften des Hintermauerziegels) konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht ermittelt werden. Hier bedarf

Bild 054: Meridianhaus, Rückwand, rechter Vorsprung, Juni 2010

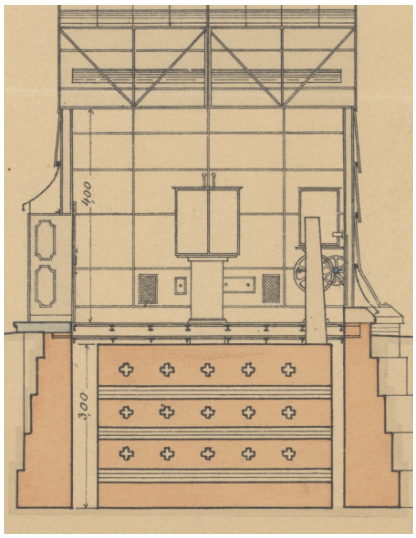


Bild 055: Meridianhaus [GFZ Plansammlung]

[47] [Giebeler et al, 2008] - Georg Giebeler et al „Atlas Sanierung, Instandhaltung Umbau Ergänzung“ 2008 Berlin, Birkhäuser Verlag AG, S. 89ff

[48] Das Reichsformat wurde 1871 in Preußen eingeführt. Die Abmasse sind auf 25x12x6,5 cm begrenzt.

[49] [Bargmann, 2008] S. 428 - Horst Bargmann „Historische Bautabellen, Normen und Konstruktionshinweise 1870 - 1960“ 4. Auflage, 2008 Darmstadt, Werner Verlag

Bild 056: Sockelzone Breitenhaus Juni, 2010

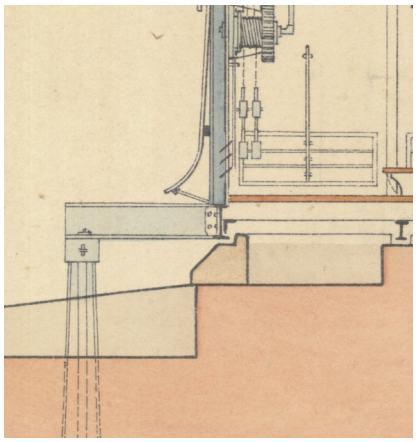


Bild 057: Sockelzone Breitenhaus [GFZ Plansammlung]

es einer eingehenderen Prüfung vor Ort mittels einer Probeschachtung und eventuell einer endoskopischen Untersuchung.

An dieser Stelle sei allerdings auf die Maßhaltigkeit der historischen Pläne bei den oberirdischen Gebäudeteilen verwiesen. Die äußeren Abmessungen der mit Erdreich verdeckten Konstruktion sind wahrscheinlich übereinstimmend mit den Plänsätzen, fraglich ist die eigentliche Zusammensetzung (Materialfestigkeiten).

In Hinblick auf die in der Literatur veröffentlichten Angaben zu Abdichtungsebenen[50], ist davon auszugehen, dass keine vertikale Abdichtungschicht bei den Gebäuden Anwendung gefunden hat. Bei beiden Gebäuden bildet vielmehr der Natursteinsockel die eigentliche Trennschicht.

Als eine Besonderheit sind die in den Plänen zum Meridianhaus verzeichneten Lüftungskanäle innerhalb des Instrumentenfundamentblockes, die nicht ausgemauert werden sollten, anzusehen. Diese verlaufen um 90° gedreht in verschiedenen Lagen im Abstand von etwa 17 cm und innerhalb einer Lage in einem seitlichen Abstand von 70 cm (siehe Bild 055). Vermutlich liegt dies in der Kompaktheit des Blockes begründet und sollte übermäßige Spannungen im Inneren verhindern.

Am Breitenhaus steht das Gelände fast umliegend bis auf die Höhe des Natursteinsockels an. Einzige Ausnahme ist der südöstliche Eckbereich, unterhalb Fassade 3 (siehe Bild 056). Hier sind einfache Mauerwerksziegel sichtbar. Bauhistorisch war hier keine Sockelzone aus Klinkersteinen geplant. Die historischen Bauzeichnungen zeigen die Situation, wie sie auch heute noch fast überall am Bauwerk zu beobachten ist (siehe Bild 057). Das Gelände steht bis zum Natursteinsockel an.

Über die Güte und den inneren Verband der vermauerten Ziegel geben die Bestandszeichnungen keinerlei Auskunft. Die Abmessungen der sichtbaren Ziegellagen lassen auch hier auf das Reichsformat schließen, allerdings in einer minderwertigeren Qualität (keine hochgebrannten Klinkersteine). Es ist lediglich eine Läufer- und eine Binderschicht in Teilen sichtbar.

[50] [Giebeler et al, 2008]

4.4. Naturstein

Natursteine sind natürliche Mineralgemenge, die aus einer einzelnen, oder verschiedenen Mineralarten bestehen können. Es gibt rund 2500 Mineralien auf der Erde, von denen etwa 40 an der Bildung von Gesteinen beteiligt sind. Es werden grundsätzlich drei, durch ihre Entstehung unterschiedliche Gesteinsarten klassifiziert: Magmatite, Sedimente und Metamorphite.

Magmatische Gesteine entstehen durch die Erstarrung und Kristallisation von Magma, welches bei vulkanischen Eruptionen an die Erdoberfläche tritt.

Gesteine an der Erdoberfläche verwittern in einem gewissen Zeitraum. Die zerkleinerten Gesteinreste können durch Wind, Wasser oder von Gletschern abtransportiert und an anderer Stelle wieder angelagert werden. Die Gesteinsreste verbinden sich unter Zusatz von Tonen, Kalk oder Silikaten zu neuen Gesteinen. Die horizontale Schichtung ist ein eindeutiges Kennzeichen für die Entstehung von Sedimentgesteinen, bekanntester Vertreter ist der Sandstein.

Als Metamorphite, oder auch Umwandlungsgesteine werden Gesteine bezeichnet, die durch geophysikalische Einwirkungen (Druck, Temperaturen, tektonische Bewegung) umgewandelt werden.

Alle Gesteine befinden sich im ständigen Wandel, sie sind nicht unveränderlich.

Der Einsatzort von Naturstein ist bei beiden Gebäuden die Sockelzone. Nach außen hin geneigt, bildet sich eine Art Tropfkante durch die das anfallende Niederschlagswasser vom Bauwerk weggeführt wird. Der Naturstein ist umlaufend erhalten und dient bei beiden Gebäuden als Abdichtungsebene und Aufstell- und Verankerungsfläche für die Wandstiele. Beim Meridianhaus verläuft oberhalb der Natursteinebene ein eiserner Trägerrost, auf dem die Wandstiele befestigt sind. Der Naturstein scheint hier sowohl aus optischen, wie auch aus praktischen Gründen angeordnet (kein Eindringen von Kleintieren in den Luftraum zwischen Boden und Fundament, Abdichtungsebene gegen aufsteigende Feuchtigkeit). Anhand der historischen Unterlagen ist zu vermuten, das hier Wefelsheimer Naturstein[51] zum

Bild 058: Sockelzone Meridianhaus Juni, 2010

Bild 059: Sockelzone Breitenhaus Juni, 2010

[51] Siehe [Spieker, 1894] Ausführungen zu den Bauarbeiten am Astrophysikalischen Observatorium auf dem Telegrafenberg. Bereits bei dem Bau der Gebäude des Astrophysikalischen Institutes wurde Wefelsheimer Sandstein verwendet.

Einsatz gekommen ist. Am Natursteinsockel finden sich umlaufend Reste einer roten Fassung.
Der Naturstein am Breitenhaus weist eine andere Bearbeitung und Färbung im Vergleich zu dem am Meridianhaus verbauten Naturstein auf. Die Festigkeitseigenschaften des Natursteins am Breitenhaus sind offensichtlich höher, da hier weniger Bereiche von Entfestigung und Absanden festzustellen sind. Am Breitenhaus haben sich die historischen Bearbeitungspuren, eine grob ausgeführte doppelte Scharrour erhalten. Zum Vergleich sind Detailaufnahmene der Natursteinsockel gegenüberstellend abgebildet (siehe Bild 058 und 059).

4.5. Metall

Im Hinblick auf die baustofflichen Eigenschaften lassen sich Metalle in Eisenwerkstoffe und Nichteisenmetalle unterscheiden. Eisenwerkstoffe sind durch den hohen Anteil an Eisen im Vergleich zu den anderen Legierungselementen (siehe auch Kap. 5) gekennzeichnet. Nichteisenmetalle enthalten kein Eisen und können entsprechend ihrer Dichte in Schwermetalle (Zink, Zinn, Blei) und Leichtmetalle (Titan, Aluminium) unterschieden werden.
Quantitativ, vor allem aber konstruktiv spielt Metall im Vergleich der an den Gebäuden verbauten Materialien eine übergeordnete Rolle. Bei beiden Objekten wird die eigentliche Tragkonstruktion des Daches und der Wände komplett aus Eisenwerkstoffen gebildet. Auf Grund der Bauzeit und der damit verbundenen großen Bandbreite an möglichen Werkstoffeigenschaften werden im Folgenden die Eisenwerkstoffe genauer besprochen. Den eigentlichen Wand- und Dachabschluß bilden sogenannte Well- und Glattbleche, die sowohl aus Eisen, als auch aus Zink bestehen. Wellbleche sind noch einmal gesondert im Kapitel 5.6 besprochen.

5. Eisen als Baustoff

5.1. Geschichtliche Entwicklung der Eisenherstellung

Historische Einordnung der unterschiedlichen, in Europa allgemein verbreiteten Eisenwerkstoffe, deren Verwendung und Eigenschaften als Kurzübersicht (nach Bargmann, 2008)

Vor 1800	Gusseisen (mehr als 1,7% Kohlenstoff, verträgt keine weitere Bearbeitung in kalten oder warmen Zustand)
Nach 1784	im Puddleofen erzeugter weicher Puddlestahl oder auch Schweißeisen/Schweißstahl (Zugfestigkeit etwa St 34, starke Güteschwankung)
Bis 1890	Schmiedeeisen (Kohlenstoffgehalt < 1,7%, läßt sich gut bearbeiten)
	Schweißstahl (im Tiegelofen oder durch Umschmelzen veredelt, Kohlensstoffgehalt zwischen 0,5 und 1,0%)

Die ältesten Eisenwerkstoffe, die nennenswerte Verwendung innerhalb des Bauwesen fanden, sind traditionelle Verbindungsmittel in unterschiedlichster Ausführung. Geschmiedete Dübel, Klammern, Anker, Klemmen, Nägel und Schrauben finden sich stellenweise noch heute in gotischen oder barocken Dachstühlen.

Erst mit Beginn der industriellen Revolution die im späten 18. Jahrhundert von England aus die wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse weltweit dauerhaft veränderte, begann auch der Aufstieg der eigentlichen Eisenindustrie. Ab etwa 1770 wurden Eisenwerkstoffe als Haupttragglieder innerhalb gebauter Konstruktionen verwendet. Als die älteste eiserne Brücke, etwa 1779 gebaut gilt die gusseiserne Brücke über den Severn in Coalbrookdale, England. Sie wird noch heute von Fußgängern und Radfahrern genutzt. Gusseisen erwies sich allerdings nicht für alle Tragwerke als gutes Material. Durch die Herstellung bedingt enthält dieser Baustoff einen hohen Anteil an Kohlenstoff und Phosphor. Dadurch ist das Material eher hart und spröde, allein die hohe Druckfestigkeit sicherte den Einsatz von Gusseisen bis ins 19. Jahrhundert in den zwei Hauptverwendungsbereichen: zum einen als gebogene Träger in Dachstühlen[52] und zum anderen als druckbelastete Stützen[53].

Mit der Entwicklung der Eisenbahn und damit verknüpft dem erhöhten Bedarf an Eisenwerkstoffen für Schienen, Bahnhöfe und tragfähige Brücken auch über große Distanzen, kam es zu einer Veränderung der Produktion. Es galt die Herstellung und den Baustoff Gusseisen weiterzuentwickeln. Die Legierung von Eisen und Kohlenstoff, sowie weiteren Elementen musste so hergestellt und bearbeitet werden, das der Kohlenstoffgehalt reduziert wurde.

[52] Im Brückenbau erwies sich Gusseisen als weniger zuverlässig, da es bei stoßartiger Beanspruchung schnell zum Versagen neigte.

[53] Anfangs noch als Vollquerschnitt ausgeführt, wurden gusseiserne Stützen bald kreuzförmig gestaltet und zu Beginn des 19. Jahrhunderts als Hohlstützen hergestellt. [Aus Wenzel und Kleinmanns, 2001] - Hrsg. Fritz Wenzel und Joachim Kleinsmanns „Historische Eisen- und Stahlkonstruktionen[...]“ 2001 Sonderforschungsbereich 315 Universität Karlsruhe (TH), Engelhardt & Bauer Druck- und Verlagsgesellschaft; S.21ff

Um 1820 wurden dann erste Walzprofile hergestellt, die im Gegensatz zum Gusseisen wesentlich höher und vor allem auf Zug belastbar waren. Ende des 18. Jahrhunderts gelang die Weiterentwicklung der Stahlherstellung in England zum sogenannten Puddlestahl. Dabei wird dem geschmolzenen Roheisen durch Rühren Sauerstoff beigefügt, wodurch die ungünstigen Anteile von Kohlenstoff und Phosphor verdrängt werden. In Deutschland war Puddlestahl auch als Schweißeisen bekannt. Der neue Werkstoff konnte in großen Mengen hergestellt, gewalzt und über Nieten kraftschlüssig verbunden werden. Die personalintensive handwerkliche Herstellung des Puddlestahls war bis zum Ende des 19. Jahrhunderts weniger kostenintensiv als der neue Flussstahl, der ab 1880 in Norddeutschland produziert wurde. Bei der Herstellung von Flussstahl wurde dem Roheisen im Schmelzbehälter (Konverter) von unten Sauerstoff zugeführt.[54] Dadurch konnte Flussstahl vor allem bei Bauteilen mit hohen Qualitätsanforderungen (Bahnschienen, Werkzeug und Maschinenbau) eingesetzt werden. Die Herstellungsbedingungen wurden immer effizienter und auch die Kosten mit jeder weiteren Entwicklung verträglicher, sodass Anfang des 20. Jahrhunderts der Flussstahl den Puddlestahl ersetzte. Die heute geschätzten Materialeigenschaften von Stahl in gleichbleibender Qualität konnten erst nach 1920 gewährleistet werden. Dennoch sind heute immer noch zahlreiche weitestgehend im Original erhaltene Bauwerke auch aus Gusseisen vorhanden.

Ab 1824	Puddlestahl in Deutschland eingeführt
Um 1868	Gussstahl (meist durch das Bessemerverfahren aus sehr reinem Roheisen hergestellt)
Ab 1886	frühes Flusseisen (mit dem Bessemer Verfahren hergestellt, ab 1900 auch Schweiß- oder Flussstahl)
Ab 1935	Flussstahl = Handelsbaustahl (genormte Anforderung seit 1926, Zugfestigkeit zwischen 34 und 50kg/mm²
	Stahlguss (gewonnen durch einschmelzen von Schrott und Roheisen, schmiedbar)

5.1.1 Qualitätssicherung

Auf Grund des umfangreichen Einsatzes von Eisen und Stahl als Baustoff wurde parallel zu den Herstellungsverfahren versucht einheitliche Anforderungen an das jeweilige Erzeugnis zu stellen. Erste schriftliche Anforderungen an Lieferbedingungen und die zulässigen Spannungen von Eisenerzeugnissen sind für den Berlin/

[54] Das im 19. Jahrhundert übliche Einblasen der Luft von unten nennt sich Bessemer-Verfahren (verbesserter Konverter im Thomas Verfahren). Wurde die Luft über die Oberfläche des geschmolzenen Roheisens geleitet spricht man vom Siemens-Martin-Verfahren. Heute sind diese Arten der Nachbehandlung durch Sauerstoffblas- und Elektrostahlverfahren abgelöst.
[Aus Jäger und Wachter, 1999]- Hrsg. Barbara Jäger und Gabriela Wachter „Abriss oder Ertüchtigung, Ein Beitrag zur Auseinandersetzung um denkmalgeschützte Eisenkonstruktionen am Beispiel der Berliner Hochbahn“ 1999 Berlin, Vice Versa Verlag; S.63ff

Brandenburgischen Raum ab 1862 nachweisbar[55]. Hauptsächlich galten diese ersten Versuche der Qualitätssicherung von Eisenwerkstoffen, die in Brückenbauwerken und Hochbaukonstruktionen eingesetzt wurden. Für den Zeitraum der Bauzeit (1892 - 1894) finden sich verschiedene Vorschriften. Beispielhaft seien hier die Vorschriften für die Lieferung von Eisen und Stahl genannt. Aufgestellt durch den Verein der deutschen Eisenhüttenleute 1889.[56]
Die erste einheitliche Norm mit einer Definition der Festigkeitswerte für die üblichen Baustahlqualitäten wurde 1925 mit der Norm DIN 1612 in Deutschland veröffentlicht.

5.2. Eisen als Werkstoff

Gusseisen- und Eisenprodukte werden maßgeblich durch die ihnen im Herstellungsprozess beigegebenen Bestandteile definiert. Legierungen verbessern im Allgemeinen die Materialeigenschaften, so erhöht zum Beispiel Silizium die Dehngrenze und Chrom verbessert die Korrosionsbeständigkeit. Die unerwünschten Begleitelemente, die durch verbesserte Herstellungsprozeße heute auf ein Minimum reduziert werden, finden sich aber durchaus noch in historischen Bauteilen. Beispielhaft sei hier auf einen hohen Phosphoranteil verwiesen, der unter anderem zur Versprödung führen kann, oder einen hohen Anteil an Stickstoff, durch den das Verformungsvermögen verringert wird (siehe nachstehende Tabelle 002).
Gusseisen ist eine Vorform des Stahls, es wurde traditionell im Handwerksbetrieb hergestellt. Durch die individuelle Bearbeitung können Kennwerte und Materialeigenschaften innerhalb eines Bauwerks bzw. innerhalb eines Bauteils stark variieren. Während Gusseisen einen Kohlenstoffgehalt von 2-5% aufweist, wird dieser bei Stahl durch einen weiteren Herstellungsprozeß auf 0,6-2% reduziert. Durch diese zusätzliche Behandlung weist Stahl im Allgemeinen zusätzlich weniger Verunreinigungen und Beimengungen auf.

[55] [Helmerich, 2005] - Rosemarie Helmerich „Alte Stähle und Stahlkonstruktionen - Materialuntersuchungen, Ermüdungsversuche an originalen Brückenträgern und Messungen von 1990 bis 2003, Forschungsbericht 271“ 2005 Berlin, Wirtschaftsverlag NW S.18

[56] [Helmerich, 2005] S.19

Einfluss verschiedener chemischer Elemente in Eisenwerkstoffen

(+) geringfügige Eigenschaftsverbesserung
+ Eigenschaftsverbesserung
++ erhebliche Eigenschaftsverbesserung

(-) geringfügige Eigenschaftsverschlechterung
- Eigenschaftsverschlechterung
-- erhebliche Eigenschaftsverschlechterung

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
Zugfestigkeit	+	+	+	+	(-)	+	+	+
Härte	+	+	+	+		+	+	+
Streckgrenze	+	+	+	+		+	+	+
Dehnung	-	(-)	(-)	-		+	(-)	-
Kerbschlagzähigkeit	-	-	+	-	-	(-)	++	-
Schmelzschweißbarkeit	-	-	+	-	-	-		+
Härtbarkeit	++	+	+			+	+	(+)
Warmfestigkeit	+	(+)		(+)	(-)	+	(+)	+
Korrosionsbeständigkeit		+		(+)	-	++	(+)	(+)

Tabelle 002: Materialeigenschaften in Abhängigkeit der Stahlzusätze (die Elementlangnamen sind im Abkürzungsverzeichnis erklärt) aus [Helmerich, 2005]

5.2.1 Eiserne Verbindungsmittel

Durch die Herstellung sowohl von Stahl als auch von Gusseisen in einem Walzwerk bzw. einer Gießerei sind die Dimensionen der einzelnen Träger, Bleche und Stützen definiert. Eine historische eiserne Konstruktion ist im Allgemeinen immer eine Kombination von mehreren statischen Elementen die miteinander über verschiedene Verbindungsmittel zusammengefügt sind. Das ursprünglichste statisch relevante Konstruktionselement sind Nieten, metallische Stifte die an einer Seite verdickt hergestellt wurden, sogenannte Halbrundniete. Beim Einsatz auf der Baustelle mussten die Stahlteile entsprechend vorgebohrt werden[57]. Bei kleinen Durchmessern bis etwa 8 mm wurden Niete kalt eingeschlagen und befestigt. Größere Niete wurden vor Ort auf Verformungstemperatur (Weißglut) erhitzt und an der entsprechenden Verbindungsstelle eingesetzt und festgeschlagen, sodass auch auf der zweiten Seite eine Verdickung entstand.

[57] Gelegentlich wurden die Nietlöcher auch vorgestanzt. Wenn diese allerdings nicht nachgebohrt werden, können Anrisse entstehen welche die Beanspruchbarkeit im Bereich der Dauerfestigkeit vermindern.

Durch das spätere Abkühlen verkürzt sich das Metall in Nietschaftrichtung und baut eine gewisse Vorspannung zwischen den Bauteilen auf, bzw. presst diese zusammen. Eine Nietverbindung kann nicht wieder zerstörungsfrei gelöst werden, allerdings ist die Überprüfung zur funktionierenden Verbindungen von außen möglich.
Im Gegensatz zur Nietverbindung müssen bei Schrauben die beiden Verbindungsteile ein Gewinde erhalten, das durch einen speziellen Arbeitsgang mittels einer Maschine hergestellt wird. Als Nietersatz sind herkömmliche Schrauben nicht einsetzbar. Erst die Einführung der Hochfesten (Schraub-) Verbindungen, die sogenannten HV-Verbindungen, bietet die Möglichkeit ähnlich einer Nietverbindung eine Vorspannung auf die zu verbindenden Bauteile zu übertragen. Schraubverbindungen können im allgemeinen wieder gelöst werden. Auf den Großbaustellen von Brückentragwerken und Hochhäusern im 20. Jahrhundert wurden die Nietverbindungen erst durch die Herstellung eines qualitativ hochwertigen Stahlwerkstoffs (geringere Anteile an Begleitelementen[58]) und damit verbunden der Entwicklung des Schweißverfahrens verdrängt. Schweißverbindungen sind ebenfalls wie Nietverbindungen nicht zerstörungsfrei lösbar. Die zu verbindenden Bauteile werden mittels Wärmeeinwirkung so stark erhitzt, dass sie sich verflüssigen und dann auf chemischer Ebene miteinander verschmelzen. Schweißen ist neben den Schraubverbindungen heute die gebräuchlichste Verbindungsform im Stahlbau.

5.2.2 Bearbeitete Eisenerzeugnisse

Profilträger

Die heute bekannten Trägerprofile haben sich erst über die Zeit entwickelt. Zu Beginn der Massenproduktion wurden kleine Trägerprofile in Handarbeit gefertigt. Erst mit Beginn der Produktion in Walzwerken konnten definierte Abmessungen hergestellt werden, die zu Anfang je nach Walzwerk variierten. Mitte des 19. Jahrhunderts gab es demzufolge unzählige Tafeln zu Profilgrößen und Qualitätsangaben allein für die im späteren Deutschen Reich vereinten Nationen. Eine Vereinheitlichung der Profilgrößen erfolgte erst später.

[58] Stahlwerkstoffe mit einem Kohlenstoffgehalt > 0,22% gelten nur als bedingt schweißbar.

Bleche

Durch die Weiterentwicklung der Eisen- bzw. Stahlherstellung wurde es möglich weitere metallische Werkstoffe herzustellen. Mit dünnen Blechen gelang es große Abstände zu überbrücken und einen alternativen Wand- und Dachabschluss zu erreichen.

Wellblech ist ein wellenförmig gebogenes Blech aus Eisen, welches durch die Wellenform des Querschnitts eine im Verhältnis zum Gewicht sehr hohe Tragfähigkeit besitzt. Eisenwellblech erhielt meist einen Korrosionsschutz und kam schwarz, gestrichen, verzinkt oder verbleit in den Handel.[59]

Die Zugfestigkeit für Eisenblech wurde mit Sicherheiten zu 1000 kg/cm² bei hauptsächlich ruhenden, nur ausnahmsweise stoßenden Lasten angenommen.

Zusätzlich zum Eisenwellblech wurden auch Zinklegierungen (Titan, Kupfer, Aluminium) als Rohstoff für dacheindeckende Wellbleche verwendet. Sie eignen sich sehr gut, da aus dem primären Korrosionsprodukt über die Zeit bzw. durch in der Luft enthaltendes Kohlendioxid basisches Zinkkarbonat entsteht, das sehr beständige und schützende Deckschichten bildet[60]. Damit wird der Aufwand für die Nachsorge des Korrosionsschutzes reduziert.

Für das sogenannte Zinkblech wurde die Zugfestigkeit (mit Sicherheiten) auf 150 kg/cm² festgelegt.

5.3. Bemessungsgrundlagen

Ähnlich den anderen historischen Baustoffen wurden auch Eisenkonstruktionen in der Anfangszeit ohne umfangreiche statische Bemessung ausgeführt. Erfahrungen aus dem Holzbau, insbesondere aus dem Fachwerkbau führten zur Anwendung grafischer Lösungen um entstehende Lasten abzuschätzen, oder aber die endgültige Form beispielsweise von Bogenkonstruktionen festzulegen. Maßgebende Berechnungsgrundlagen, bzw. Vorschriften wurden erst Mitte des 19. Jahrhunderts schriftlich bindend eingeführt. Auf Grund der speziellen Materialeigenschaften kam es vor allem im Verkehrsbrückenbau

[59] [Landsberg, 1887] - Th. Landsberg „Die Glas- und Wellblecheindeckung der Eisernen Dächer“ 1887 Darmstadt, Verlag von Arnold Bergstraesser

[60] [Giebeler et al, 2008] S. 91

zu zum Teil spektakulären Unfällen auf Grund von Materialermüdungen, sodass spätere Konstruktionen eher aus vergangenen Fehlern als der wirklichen Berechnung profitierten.

Zum Ende des 19. Jahrhunderts waren Lastannahmen für Personen, Schnee und Wind bereits gebräuchlich. Eine Überlagerung, wie im heutigen Sinne gab es nicht, maßgebend war die ungünstigste mögliche Belastung.[61] Gleichzeitig waren auch bereits erste Sicherheitskonzepte Teil der Bemessung. So ist beispielhaft für den Zeitraum um 1890 ein Sicherheitsfaktor von 6,0 für gusseiserne Druckstäbe und 5,0 für schmiedeeiserne Druckstäbe nachgewiesen[62]. Erste Berechnungsmodelle und Rechenansätze sind zum Teil heute noch in Gebrauch. So werden grafische Lösungen einfacher Fachwerkknoten auch heute noch, zumindest in der Lehre vermittelt. Der Cremona Plan ist als Berechnungshilfe für statisch bestimmte Fachwerke historisch nachgewiesen. Aber auch Handrechnungen von statisch unbestimmten Systemen wurden durchaus von den früheren Ingenieuren bewältigt. Die Lasten und Lastannahmen haben sich nicht grundlegend geändert, vielmehr sind heute noch mehr Sicherheiten miteingerechnet um für die Benutzung und den Nutzer den größtmöglichen Schutz zu gewährleisten. Diese Sicherheiten und die Zuverlässigkeit der Materialqualität kann bei historischen Konstruktionen nicht immer grundlegend vorausgesetzt werden.

Daher setzt der Umgang mit historischen Tragwerken die unbedingte Kenntnis der Tragfähigkeit voraus. Gerade bei Umnutzungen oder INstandsetzungsarbeiten können neue, größere Lasten entstehen. Zum Beispiel durch Arbeiten oder Abstützungen im Umbauzustand, eine erhöhte Personenzahl späterer Nutzer oder die Änderung von Decken- oder Dachaufbauten.

Dabei sind eventuell vorhandene historische Berechnungsgrundlagen nur ein Ansatzpunkt. Spätere Änderungen des Tragwerks oder auch der Verlust von Querschnittfläche durch Altern, Korrosion oder mechanische Beanspruchung sind ebenfalls zu beachten.

[61] [Bargmann, 2008] S. 304

[62] [Bargmann, 2008] S. 316

5.4. Materialspezifische Schadbilder

Grundsätzlich lassen sich für historische Metallkonstruktionen zwei Schadensursachen festhalten. Herstellungsbedingte geometrische und strukturelle Imperfektionen oder aber Schäden durch äußere Einwirkungen. Dabei spielt nicht nur der Schutz vor Witterung eine Rolle, sondern auch die auf das Bauwerk einwirkenden Lasten, die entweder vorwiegend ruhend, oder aber nicht ruhend wirken können.

5.4.1 Geometrische und strukturelle Imperfektionen

Auf Grund der spezifischen Herstellungsprozesse für Eisen finden sich vor allem bei den frühen Stahlprofilen nicht zu vernachlässigende Einschlüsse von Gasen, Schlacken oder auch Luft. Hier sei vor allem der bereits besprochene Puddelstahl hervorgehoben, dessen blätterteigartige Struktur die Einschlüsse deutlich hervorzeigt[63]. Diese Einschlüsse beeinflussen das Materialverhalten zum Teil erheblich in positiver aber auch in negativer Hinsicht, allerdings variiert der Anteil deutlich von Bauteil zu Bauteil und sogar innerhalb eines Bauteils.

Verschiedene chemische Gefügekomponenten können bei Stahlwerkstoffen eine sogenannte „Alterung“ hervorrufen, eine zeitabhängige Änderung von Eigenschaften. Durch im chemischen Gefüge enthaltene Mischkristalle und deren temperaturabhängige Diffusionsprozesse kann sich das Gefüge langsam entmischen. Dabei spielt vor allem der Stickstoffgehalt eine Rolle, ein Charakteristikum der, nach dem Bessemer-, bzw. dem Thomas-Verfahren hergestellten Flussstähle.

5.4.2 Äußere Einflüsse

Eisenerzeugnisse werden seit der Einführung für zahlreiche Konstruktionen verwendet die unterschiedlichen äußeren Einflüssen ausgesetzt sind. Dabei ist die durch fehlenden Witterungsschutz hervor-

[63] [Petzow, 2007] - Hrsg. G. Petzow „Fortschritte in der Metallographie - Vortragstexte der 41. Metallographie Tagung 19.-21. September 2007, Bremen“ 2007 Frankfurt, Werkstoff-Informationsgesellschaft mbH, S. 115 ff.

gerufene Korrosion[64], ein chemischer Umwandlungsprozess der das Eisen sprichwörtlich auflöst, das häufigste Schadbild.
Korrosion ist eine Reaktion der Eisenatome mit Wasser, Luftsauerstoff und atmosphärischen Schadstoffen (Schwefeldioxid, Stickoxid, Chlorid) aus der Umgebung. Die Entstehung und die Schnelligkeit des Umwandlungsprozesses ist dabei vor allem vom Klima, der Konstruktion und der Zusammensetzung des Metalls abhängig. Grundsätzlich werden folgende Arten von Korrosion unterschieden:

Muldenkor. - bei örtlich unterschiedlichem Auftreten
Lochkor. - bei sulfidischen und oxidischen Einschlüssen
Spaltkor. - bei genieteten Bauteilen und an Lochrändern
Kontaktkor. - durch Potentialunterschiede in verschiedenen Metallen
Spannungsriss-/Schwingungsrisskor. - bei anhaltender mechanischer Belastung (Vorspannung).

Allerdings sind die Schadbilder von Korrosion auf den ersten Blick irreführend, es sollte immer beachtet werden, das Metall bei der Korrosionsumwandlung eine Volumenvergrößerung unterläuft. Der vorhandene Restquerschnitt kann damit durchaus noch weit über den Mindestquerschnittsanforderungen liegen. Eindeutige Spuren von Korrosion können erste Anzeichen für eine geschädigte Konstruktion sein, allerdings ist Korrosion fast nie alleinige Schadensursache, sondern geht eher mit mechanischen Beeinträchtigungen einher, bzw. bildet sich an entsprechenden Schadstellen. Beeinträchtigungen durch die Nutzung, eine Umnutzung, Unfälle oder veränderte klimatische Bedingungen lassen sich in die im Folgenden aufgeführten drei Hauptkategorien einordnen. Dies gilt natürlich auch für die metallischen Verbindungselemente. Der Stahlbau als Konstruktionsart ist traditionell eine Bauweise, die zu einem großen Teil über die Verbindungen, deren sorgfältige Ausführung und Bemessung funktioniert. Die entsprechenden Verbindungsarten wurden bereits in

[64] Nach DIN EN ISO 8044 (ehemals DIN 50 900, Teil 1) wird Korrosion als eine messbare Veränderung eines metallischen Werkstoffes durch Reaktion mit seiner Umgebung definiert. Durch diese elektrochemische Reaktion kommt es zu erheblichen Beeinträchtigungen der Funktion des Metalles bzw. des gesamten Systems.

Kapitel 5.2.1. erläutert. Schadbilder an den Verbindungselementen[65] können einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Stabilität der gesamten Konstruktion haben und sollten daher bei einer Schadensaufnahme auf jeden Fall mit untersucht werden.

Hauptkategorien der Schäden durch äußere Einflüsse:
1. Bearbeitungsspuren - Die Verwendung von Metallkonstruktionen bedingt die tragfähige Verbindung von Konstruktionsteilen. Bei der Herstellung von Nietlöchern, Bohrungen oder Schweißnähten müssen bestimmte Handwerksgriffe beachtet werden. Gerade Mikrorisse an Nietlöchern können innerhalb von hochbelasteten Konstruktionen im späteren Bauwerksleben zum Einsturz führen.

2. Überbelastung - Vorwiegend ruhende Lasten sind vor allem bei Dachstühlen und in traditionellen Gebäuden zu erwarten. Die Konstruktionen sind erst dann gefährdet, wenn es zu einer Lasterhöhung oder zusätzlichen Einbauten bzw. unsachgemäßen Ausbauten kommt. Bei Dachstühlen ist immer die Dachhaut zu prüfen, da hier Undichtigkeiten zentriert Korrosion hervorrufen können. Bei verdeckt liegenden Wandkonstruktionen können Feuchtigkeitansammlung durch diffusionshemmende Abdeckungen zusätzlich zu starken Schäden führen.
Dauerhafte dynamische Belastungen und plötzliche Stoßbeanspruchungen sind am ehesten bei Verkehrsbauwerken zu erwarten. Eventuell auch bei großen Industriehallen mit mehreren Etagen in denen schwere Maschinen immer wiederkehrende Schwingungsbelastungen hervorrufen können. Insbesondere bei historischen Brücken sind die Belastungen mit steigendem Alter immer größer geworden. Der allgemeine Verkehrsfluss von Automobilen und Eisenbahnen hat sich über die Zeit zahlenmäßig stark erhöht und auch die transportierten Lasten sind mit den Tonnagen aus dem 18. Jahrhundert nicht mehr zu vergleichen.

[65] Beispielhaft sei auf den Klemmkraftverlust bei Nieten verwiesen. Sitzen die Niete lose an den Knotenpunkten kann das unterschiedliche Ursachen haben: Risse im Grundmaterial durch Ermüdung oder Nietschaftverlängerung durch Korrosion innerhalb der Verbindung. Indizien sind sogenannte Rostfahnen, Roststaubspuren oder Risse im Anstrich. [Aus Helmerich, 2005 S.21]

3. Veränderte Umgebungsbedingungen - Zusätzlich zu den größeren Lasten können erhöhte Chloridkonzentrationen durch modernes Streusalz, das bei der Straßenreinigung im Winter eingesetzt wird, eine Rolle spielen. Ebenso sind geänderte Umweltbelastungen beispielsweise saurer Regen zu beachten, durch die eventuell erhöhte Korrosionsschäden auftreten können.

5.5. Ausführungshinweise bei Instandsetzungen

Sollten Ergänzungen an der historischen Konstruktion notwendig sein, ist das Schweißen nicht geeignet um historische Stähle mit neuen Einbauten zu verbinden. Durch einen hohen Stickstoffanteil kann es bei Temperaturen über 250°C zu einer künstlichen Alterung kommen und damit zu einer Versprödung des historischen Materials. Ebenso kann der vorhandene Schwefelgehalt Warmrissigkeit hervorrufen. Die Anforderungen einer heutigen Schweißeignungsprüfung im Sinne der DIN 8528 würden einen unwiederbringlichen Substanzverlust nach sich ziehen, da jedes Bauteil beprobt werden müsste.
Alternativ bieten sich bei den historischen Eisenwerkstoffen Schrauben- und Nietverbindungen an. Sie sind einfacher, kostengünstiger und dem Tragwerk durchaus zuträglicher. Das vorhandene kleine Lochspiel ermöglicht Schlupf und verhindert damit die bei Schweißverbindungen üblichen Spannungsspitzen.
Müssen ganze Tragwerksteile getauscht werden ist bei der Wahl der Ergänzungsmaterialien der folgende Sachverhalt zu beachten. Verzinkte Stahlteile und Edelstähle führen zu der sogenannten Kontaktkorrosion. Historische Eisen- und Stahlwerkstoffe wären immer der unedlere Werkstoff, der dann schneller korrodiert. Bei großen Kontaktflächen sollte als Ergänzungsmaterial besser ein Werkstoff mit der Stahlgüte S235 gewählt werden.
Bei strukturellen Veränderungen gilt es zu beachten das eine Erhöhung der Steifigkeit durch Einbauten nicht unmittelbar eine Lastumlagerung oder Änderung des statischen Systems bedingt. Im schlimmsten Fall können erhöhte Belastungen oder sogar Überbelastungen entstehen.

5.6. Wellblech

Eiserne Wellbleche wurden nur bis Anfang des 20. Jahrhunderts benutzt und hergestellt. Durch die erhöhte Anfälligkeit durch die Witterung setzten sich andere Metalle bzw. Metalllegierungen wie Zink, Zinn, Aluminium und Stahl für Wand- und Dachabdeckende Bleche durch. Vor allem Dacheindeckungen, sowohl großflächig wie auch als kleine Treibarbeiten wurden auf Grund der besseren Witterungsbeständigkeit in Kupfer, Zink und Zinn ausgeführt. Als Sonderform der industriell hergestellten Metallwerkstoffe werden Bleche traditionell als alternative Dacheindeckung verwendet. Nach der Entwicklung von tragenden Eisenkonstruktionen, die höhere Lasten aufnehmen und damit größere Spannweiten überbrücken konnten, wurde es notwendig ein tragendes und gleichzeitig leichtes Material zu entwickeln, mit dem diese Spannweiten auch überbrückt werden konnten. Einfaches Glattblech ist zwar sehr leicht, biegt sich bei Belastung aber schnell durch. Die Entwicklung der Wellenform für tragende Bleche (im Jahr 1829[66]) erhöhte die aufnehmbare Belastung um ein Vielfaches bei gleichbleibendem Gewicht. Damit war ein leichtes aber tragfähiges Baumaterial gewonnen, das sich schnell für die Verwendung als Dacheindeckung (größere Pfettenabstände, geringere Fugenanzahl in der Dachfläche, gleichmäßigere Wasserableitung) und zum Wandabschluss (erhöhte Seitensteifigkeit auch bei unvollständigen Fachwerkwänden[67]) bewährte[68]. Das Problem der Wärmedämmung (im Sommer heiß und im Winter kalt) vor allem in bewohnten Dachräumen sollte mit einer inneren Verschalung entgegen gewirkt werden. Bei mit Blechen verkleideten Wänden wurde in den Wandzwischenraum meist noch ein zusätzliches Speichermedium eingebracht (Holzwolle, Sägemehl) um den Temperaturausgleich positiv zu beeinflussen[69].

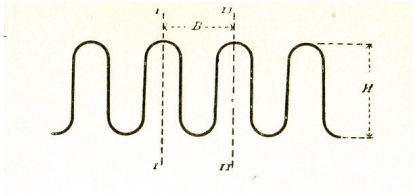


Bild 060: Trägerwellblech aus [Landsberg, 1887]

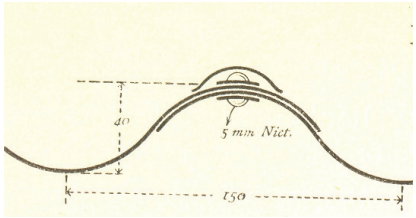


Bild 061: Flaches Wellblech aus [Landsberg, 1887]

[66] Englisches Patent von Henry Palmer, Patent für „indented or corrugated metallic sheets“ [aus CWA, 2008] - Hrsg. Andrew Selkirk „History of corrugated Iron“ in Current World Archeology Ausgabe 28, 2008, London, Current Publishing

[67] [Schöler, 1904] - R. Schöler „Die Eisenkonstruktionen des Hochbaues“ Reprint der Originalausgabe von 1904, Leipzig, Reprint Verlag Leipzig

[68] [DB, 1884] - Deutsche Bauzeitung vom 18. Oktober 1884, Hrsg. Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Heft 79, Berlin, S.501-502

[69] [Schöler, 1904]

5.6.1 Historische Herstellung

Die Bleche wurden in unterschiedlichen Dicken hergestellt, Eisenwellblech hatte eine Bandbreite von 0,5 - 6 mm, Zinkblech war in den Stärken 0,66 - 1,08 mm erhältlich. Die Gesamtlänge der Bleche war herstellungsbedingt auf 6 m begrenzt. Wobei aber lange Bleche auch teurer waren.

Nach Form der Wellung werden noch heute die folgenden Bleche unterschieden: Flaches Wellblech und Trägerwellblech (siehe Bild 060 und 061).

Trägerwellblech wurde um 1880 nur aus Eisenblech hergestellt. Zwischen den halbkreisförmigen Wellen sind lotrechte Stücke eingefügt. Bei Pfettendächern, oder Binderdächern wurden Trägerbleche nur in kleineren Formen verwendet, sie sind eher bei freitragenden Dächern bis zu 35 m Sparrenlänge einsetzbar. Das Eigengewicht wurde mit 8 - 12 kg je nach Ausformung und Metallwerkstoff angenommen. Bei eisernem Trägerwellblech ging man von 12 - 18 kg/m² (schräger Dachfläche) aus.

Unter Berücksichtigung von Schnee-, Eigen- und Windlasten waren Pfettenabstände von 2,5 - 3,5 m allgemein zulässig. Bleche dünner als 1 mm sollten vermieden werden, da bei Abnahmen und Reparaturen auch Einzellasten/Mannlasten vorkommen und dann eine erhöhte Gefahr der Durchbiegung auftreten könnte. Zinkbleche sollten nicht weiter als 1 - 1,5 m freitragend sein, sie wurden auf den Pfetten gestoßen.

5.6.2 Überlieferte Anwendungshinweise

Witterungseinflüsse - Die mögliche Bandbreite der Längenänderung pro laufendem Meter bei Temperaturunterschieden von ± 40 °C und den Ausdehnungskoeffizienten für Eisen ε=- 0,000012 und Zink ε=- 0,000030 liegt bei Eisen um rund ±0,5 mm und bei Zink um ± 0,9 mm.

Dachneigung - Dachneigungen flacher 1:2,5 bzw. 1:3 sollten vermieden werden, da die Lagerfugenanordnung und die Wasserdichtigkeit unter Umständen nicht gegeben werden kann. Das Überdeckungsmaß ($u= 15n-2n^2-10$) in cm für Lagerfugen ist umso größer, je flacher die Dachneigung (1:n) ist. Das Mindestmaß liegt im Allgemeinen bei 8 cm.

Stoßfugen - Stoßfugen sollten immer im Wellenberg angeordnet werden (Wasserableitung im Wellental) von der Wetterseite abgewandt (Überdeckung 45 - 70 mm). Zinkwellblech wird nicht weiter verbunden, Eisenwellblech soll zusätzlich durch Nieten (6 mm, Abstand 500 - 600 mm, Randabstand min. 150 mm) fixiert werden.
Lagerfugen - Um eine ungehinderte Ausdehnung zu gewährleisten sollten die Bleche in den Lagerfugen nicht untereinander verbunden werden. Bei Trägerwellblech und freitragenden Dächern waren 2-3 Nietreihen anzusetzen.
Befestigung - Für die Lagesicherung auf dem Dach wurden in den Wellentälern sogenannte Haften/Hafter angelötet. Das sind verzinkte Winkeleisen, oder Zinkblechwinkel die umseitig am Zinkblech angelötet werden und die auf den Pfetten ebenfalls großflächig aufliegen bzw. mit diesen verbunden sind. Die Haften für Eisenwellblech werden angenietet oder verschraubt an den Wellenbergen angesetzt, jeweils am oberen und am unteren Ende.
Korrosionsschutz - Das beste Schutzmittel ist ein Überzug um die schädlichen Einflüsse fernzuhalten. Die Ausführung ist als Anstrich, Verzinkung oder der Herstellung einer Oxydopferschicht denkbar.
Ein Anstrich war historisch das bewährteste Schutzmittel, nach der eingehenden Reinigung folgt eine Grundierung und dann bis zu drei Anstriche mit einer Haltbarkeit von bis zu 3 Jahren. Durch das mehrmalige überstreichen werden Mikrorisse und Fehlstellen ausgeglichen. Das Mehrschichtanstrichsystem war Mitte des 19. Jahrhunderts noch nicht Stand der Technik. Gerade in meeresnaher Umgebung und durch die ungefilterten Abgase in Bahnhöfen und Industriehallen korrodierten die Wellbleche sehr schnell. Erst 1837 konnte dem Abhilfe geschaffen werden. In Frankreich wurde ein Patent für die Anwendung eines sogenannten Zinkbades für Eisenwellblech eingereicht[70]. Dabei wird der Eisenwerkstoff in ein Zinkbad getaucht und erhält eine zweite Oberflächenschicht. Bei starker Beanspruchung (Eisenbahnabgase) wurde zusätzlich eine Bleischicht aufgebracht.

[70] Patent von Stanislaus Sorel, Paris Mai 1837 [aus Warr, 2000 - Anne Warr „Roofing, Corrrugated Iron - Options for Repair“ Vortragsniederschrift, Seminar: Material evidence conserving historic building fabric, 13-14 April 2000, Sydney und Mornement und Holloway, 2007 - Adam Mornement und Simon Holloway „Corrugated Iron building on the frontier“ 1. Auflage New York, 2007, W. W. Norton & Company Inc.

Die Dicke der Schicht ist maßgeblich für die Haltbarkeit, da eine dicke Schicht bei Biegebeanspruchung leicht abplatzt. Die Haltbarkeit der Verzinkung wurde auf 10 - 15 Jahre geschätzt.
Ab 1880 fand das sogenannte Bower-Barff`sche Verfahren Anwendung, hierbei wird das Eisen mit einer festhaftenden Schicht von Eisenoxyduloxyd, der sogenannten Opferschicht überzogen. Der Eisenwerkstoff wurde nach Herstellung noch einmal auf 600 - 700 °C erhitzt und dann oxydierenden Gasen ausgesetzt. Dadurch entstand eine Oberflächenschicht aus rotem Eisenoxyd. Danach wurden reduzierende Gase eingebracht, die das rote Eisenoxyd in blaues Magneteisen Oxyduloxyd umwandeln. Damit konnte eine beliebig dicke Oxydschicht hergestellt werden, die auch bei großen Belastungen nicht abplatzt.[71]

5.6.3 Bedeutung in der Architektur

Die Verwendung von Wellblech in der Architektur der letzten 200 Jahre war eng an die Entwicklung der industriellen Fertigung von metallischen Werkstoffen geknüpft. Nach der Entwicklung von Glattblechen war der Schritt zur Formgebung als Wellenband ausschlaggebend für die Verbreitung und den universellen Einsatz der Bleche. Eines der ersten bedeutenden Patente für die Verbreitung und Herstellung von Wellblech datiert auf das Jahr 1829 in London (H. Palmer, Patent für „indented or corrugated metallic sheets“). Das Patent endete im Jahr 1843 und spätestens durch die Weltausstellung 1851 in London eröffneten sich den englischen Herstellern von Wellblech auch über die Grenzen von Großbritannien hinaus neue Märkte. Für den deutschen Markt ist die Einführung von Wellblech etwa um 1840 überliefert.
Trotz der immensen Bedeutung, als erstes Baumaterial aus rein industrieller Produktion den Stellenwert der herkömmlichen „natürlichen“ Baumaterialien wie Naturstein, Holz und Ziegel in Frage zu stellen, gibt es kaum ein wirklich bedeutendes Bauwerk oder Monument aus Wellblech. Vielmehr galt Wellblech lange Zeit als Produkt der Industrie und der Ingenieure, also weniger als architektonisches Stilelement. Nach Patentierung der Verarbeitungs- und Herstellungsweise

[71] [Landsberg, 1887] S.190

finden sich erste Bauwerke mit Wellblech als Konstruktionsteil vor allem in Großbritannien. Ausgangspunkt war die Erweiterung der Londoner Hafenanlage für mehr Speicherplatz, danach kam es zur weiteren Anwendung bei Fabrikbauten, Kraftwerken und Lagerhallen für die königliche Marine. In England finden sich noch heute bedeutende Verkehrsbauwerke (Paddington Station, London) und ehemalige Navy Schiffswerften an der Westküste Englands und Wales bei denen vergleichsweise früh Wellblech in Kombination mit einer Stahlunterkonstruktion planerisch und ingenieurtechnisch umgesetzt wurde. Der, durch spätere Brückenbauwerke eher bekannte I. K. Brunel[72] war einer der ersten Ingenieure der Wellblech auch als Teil der tragenden und aussteifenden Konstruktion mitverwendete. So ist die Paddington Station in London auch nach der Sanierung Ende des 20. Jahrhunderts, der letzte von Brunel geplante Bahnhof der noch existiert, bei dem vor allem die Dachkonstruktion durch die Kombination der Tragstruktur mit der eigentlichen Dachhaut beeindruckt.

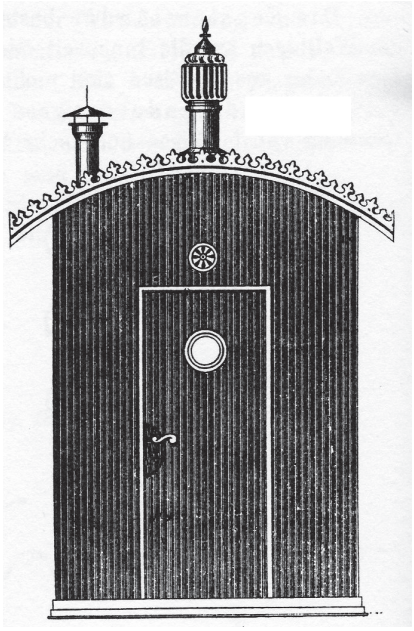


Bild 062: Vorderansicht Wärterhäuschen

[Schöler, 1904] S. 194

Historisch ist die Bedeutung von Blechverkleidungen gerade in Deutschland eher untergeordnet. Bei einer ersten Literaturrecherche im Rahmen dieser Arbeit konnte keine wirklich forschungsrelevante aktuelle Auseinandersetzung mit diesem Thema gefunden werden. Vielmehr gibt es einige Reprint- und noch erhaltene Erstausgaben verfasst von Ingenieuren des 19. Jahrhunderts als eine Art Taschenbuchanleitung mit Standarddetails und Ausführungshinweisen hauptsächlich bei Bahnhofsgebäuden und Industriehallen[73] (siehe Bild 062 und 063).

Blech als Wand- oder Dachverkleidung, die Arten des Korrosionsschutzes gerade bei fast waagerechten gewellten Flächen, Anstriche, weitere Anwendungsbeispiele und konstruktive Sonderfälle, sowie spezifische Schadensbilder - sind nur einige Themen die es wert sind, sich eingehender damit auseinander zu setzen.

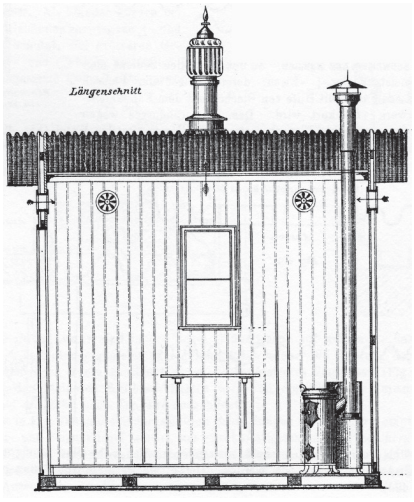


Bild 063: Seitenansicht Wärterhäuschen

[Schöler, 1904] S. 194

In Kontinentaleuropa fand eisernes Wellblech, bis auf wenige Ausnahmen historisch eher Verwendung bei dem Bau von Fabrikhallen

[72] Isambard Kindom Brunel (1806 - 1859) war ein britischer Ingenieur der vor allem durch die Bauwerke entlang der Great-Western Bahnlinie in England, Wales und Irland bekannt ist. Er leitete später auch die Konstruktion von Dampfschiffen.

[73] [Landsberg, 1887] und [Schöler, 1904]

und Arbeiterunterkünften, Gebäuden mit geringer gesellschaftlicher Bedeutung. Wellblech gilt bis heute als billiges, wenig elitäres Baumaterial. Die augenscheinlichen Korrosionsspuren, die bei ungenügender Instandhaltung schnell zu Tage traten, waren bei den auf Status und gesellschaftliches Ansehen bedachten Bauherren, gerade im privaten Bereich, nicht wirklich erstrebenswert. Allerdings gab es auch einzelne Ausnahmen. So ist überliefert, dass das englische Königshaus nach der Weltausstellung 1851 in London ein Kataloghaus bei einem heimischen Wellblech- Eisenblechhersteller bestellte. Der Veranstaltungs- und Tanzsaal auf Balmoral Estate wurde 1851 dort errichtet und existiert noch heute.

Anders war die Situation in den außereuropäischen Kolonien. Auf Grund der Entfernungen, den meist fehlenden bewährten Baumaterialien vor Ort und den widrigen Umgebungsbedingungen erlangte Wellblech dort einige Bedeutung. Vor allem in den englischen Kolonien und in den Vereinigten Staaten von Amerika war dieser Werkstoff sehr beliebt. Hier zählte weniger der architektonische Entwurf, als vielmehr eine leichte, schnell aufbaubare und wenig materialintensive Bauart. Die, wenn möglich auch zusammengebaut, einfach transportiert und an anderer Stelle wieder in gleicher Weise aufgebaut werden konnte. Dadurch wurde es Siedlern möglich neue Grenzen zu erreichen und diese schnell, aber dauerhaft zu besiedeln. Bald entstanden ganze Produktpaletten von Fertighäusern, die per Schiff in die neue Heimat versandt wurden. Um 1880 gab es neben einfachen Wohnhäusern unter anderem auch Bausätze für kleine Kirchen, Versammlungshallen, Waschküchen und Sporthallen.[74]

Bild 064: Historischer Straßenzug in North Melbourne, Australien 2008

Bild 065: Wellblech als Dacheindeckung an einem Wohnhaus in Geelong, Australien 2008

Hervorzuheben ist die Bedeutung von Wellblech in Australien. Hier war die traditionelle Bauweise der Aborigines gekennzeichnet von leichten, temporären Schutzkonstruktionen, die mit gewachsener Baumrinde abgedeckt wurden. Wellblech galt schnell als von Menschen gemachte Rinde[75], die sich genauso leicht transportieren lässt, aber dauerhafter ist. Neben der Verwendung durch die Ureinwohner, brachten die Siedler vor allem in den entfernt gelegenen Farmen Wellblech zu erstaunlichem Gebrauch. Neben der traditionellen

[74] [CWA, 2008]

[75] [Drew, 1985] - Philip Drew „Leaves of Iron“ 1985 Sydney, The Law Book Company Ltd., S. 64

Dach- und Wanddeckung wurden hier Getreidesilos, Wasserbehälter und einfache Unterständen gebaut.

Nachdem die Kolonien politisch und ökonomisch gefestigt waren und sich zu funktionierenden Siedlungen und Städten entwickelten, erhielten die zentralen Behausungen schnell eine dauerhafte, stabile Ausmauerung. Wellblech erhält sich in den dortigen Städten bis heute vor allem als Dacheindeckung, bei der Verwendung für industrielle Fabriken und abseits gelegene Farmgebäude (siehe Bild 064 bis 066).

Bild 066: Farmgebäude mit Wellblech als Wand- und Dachbekleidung nahe Taupo, Neuseeland 2009

Erst nach der Jahrhundertwende von 1900 erlebte die Verwendung von Wellblech eine Art Renaissance. Während des 1. Weltkrieges entwickelte der kanadische Ingenieur Peter N. Nissen[76] die sogenannte Nissenhütte für das englische Militär. Eine leichte Stahlkonstruktion mit einem halbkreisförmigen Dach, eingedeckt mit Wellblech, die von vier Männern in vier Stunden aufgebaut werden kann[77]. Die Nissenhütte lies sich vergleichsmäßig schnell auf- und wieder abbauen. Damit waren Alliierte Truppen in der Lage in kürzester Zeit Unterkünfte, Verpflegungshallen und Lazarette unabhängig vom Gelände aufzubauen (siehe Bild 067). Auf Grund der runden Dachform, konnten die Dachbinder in großer Länge hintereinander aufgereiht werden.

Bild 067: Armee Camp mit Nissenhütten um 1916, Fribourg [Mornement und Holloway, 2007 S. 121]

Diese vergleichsweise einfache Konstruktion wurde auch von amerikanischen Ingenieuren nachempfunden und ist dort als Quonset Hütte bekannt. In späterer Zeit gab es immer wieder Abwandlungen der Konstruktion die im der grundlegenden Konstruktion aber nicht verändert wurde (siehe Bild 068).

Zwischen den Weltkriegen wurde Wellblech in Deutschland zur Eindeckung der großen Hangarhallen für die neu entwickelten Luftschiffe genutzt. Die deutschen Flugzeugbauer machten sich das Wellblech ebenfalls zu Nutze und entwickelten ganze Flugzeuge aus Aluminiumwellblech, zum Beispiel die Junkers J1.

Im 2. Weltkrieg wurden neben der Nissenhütte weitere

[76] Peter Norman Nissen (1871 - 1930) wurde in New York geboren, wanderte aber später mit seinen Eltern nach Kanada aus. 1912 ging er nach England und trat 1914 der englischen Armee bei. Während seiner Armeezeit entwickelte er die sogannte Nissenhütte.

[77] Anforderung des britischen Militärs, zum Entwurf der transportierbaren Unterkünfte [Internet_5]

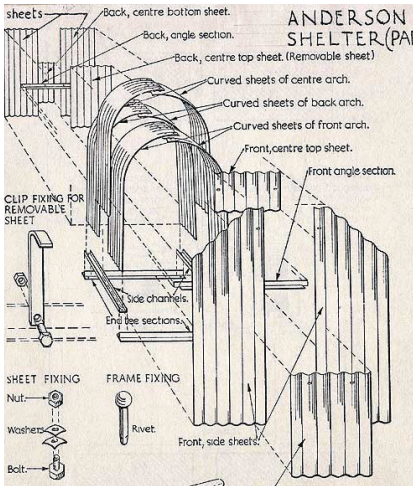


Bild 068: Aufbauanleitung für eine sogenannte Anderson Hütte [Internet_8]

Wellblechkonstruktionen (die sogenannte Anderson Hütte) als Schutz vor Luftangriffen in vielen englischen Kleinstädten und Dörfern gebaut.

Nach dem 2. Weltkrieg ging die Entwicklung der Bleche eher zu gewinkelten Formen, den noch heute gebräuchlichen Trapezblechen. Weiterhin kam es zu Neuentwicklungen durch die die Bedeutung von Wellblech sschwand. So lies sich das neu entwickelte Baumaterial Asbest[78] vergleichsweise einfach ebenfalls als gewellte Platte herstellen. Die heute bekannten gesundheitschädlichen Aspekte waren zu dieser Zeit noch nicht bekannt.

Um 1960 wurde Wellblech durch den Architekten Frank O. Gehry und seine spektakulären Konstruktion bekannt. Er verstand es die mit Blechen abgedeckte Außenhaut von Gebäuden nach seinen Maßgaben zu formen. Bekanntestes Beispiel ist wahrscheinlich das Guggenheim Museum in Bilbao. Aktuell gibt es weltweit vereinzelte Architekten, die sich ebenfalls einer mitunter abstrakten Formgebung mittels Blechen bedienen. Als Beispiel sei hier auf den japanischen Architekten Shuhei Endo verwiesen, der, in Anlehnung an eine in Japan und China bekannte Form der Kalligrafie seine Gebäude in endlose Blechbänder hüllt die sowohl Aussenwand-, als auch Innenwandfunktion haben.

Ein weiterer Aspekt von Wellblech ist seine Verbreitung gerade in Entwicklungsländern. Dort bilden einfache Wellblechbehausungen ein Zuhause für Millionen von Menschen in den Megastädten in Afrika, Südamerika uns Asien. Wellblech als billiges Baumaterial lässt sich einfach transportieren, kann auch von einem Nichtfachmann zusammen gebaut und isoliert werden. Problematisch ist allerdings mitunter der Verlust der heimischen Baukultur. Die Abhängigkeit von einem meist westlich produzierten Produkt, dessen Herstellung nicht wirklich ressourcenschonend umgesetzt werden kann und die wenig ökonomische weltweite Lieferung über große Entfernungen, sollte das Bestreben um den Erhalt und die Anwendung der traditionellen, lokal verfügbaren Baumaterialien unterstützen (siehe Bild 069).

[78] Asbest ist ein mineralischer Stoff, aus dem sich in Kombination mit Zement die sogenannten Eternitplatten herstellen lassen.

5.6.4 Baustoffeigenschaften

Wellbleche weisen die gleichen baustofflichen Eigenschaften wie alle Metallwerkstoffe auf. Grundsätzlich kann Wellblech nur als Witterungsschutz eingesetzt werden, es weist keinerlei wärmespeichernde Kapazitäten auf. Bei einem Einsatz in extremen Klimaverhältnissen ist immer eine Wärme- bzw. Kältedämmung anzuordnen.

Es ist ein dampfdichter Baustoff, durch den bei unsachgemäßem Einsatz sehr schnell Kondensatprobleme auftreten können. Damit entsteht nicht nur unangenehmes Raumklima, sondern unter Umständen auch Schimmel. Eine negative Beeinträchtigung der Gesundheit der Nutzer ist nicht auszuschliessen

Die Bleche bedürfen immer eines Korrosionsschutzes, der in regelmäßigen Abständen erneuert werden muss. In Verbindung mit anderen Metallwerkstoffen können Kontaktkorrosionsprozeße auftreten, gerade bei kleinteiligen Verbindungsmitteln auf einer flächigen Dacheindeckung. Bei unsachgemäßer Verwendung ist damit die Haltbarkeit stark reduziert, gegenüber traditionellen Dach- und Wandverkleidungen.

Bild 069: Moderne Wellblecheindeckung neben traditioneller Dachdeckung, Ghandruk, Nepal 2008

6. Bauaufnahme Meridian- und Breitenhaus

6.1. Ordnungssystem

Das Positionsnummernsystem innerhalb der vorliegenden Arbeit orientiert sich an den vorhanden Gebäudenummern auf dem offiziellen Lageplan des Wissenschaftsparks. Das Meridianhaus ist als Gebäude A10 und das Breitenhaus als A13 gekennzeichnet. Alle weiteren Indizes und Nummern sind in den jeweiligen Plänen verzeichnet und separat noch einmal in einem entsprechenden Positionsplan aufgeführt.

6.2. Raumbuch

Die genaue Kenntnis eines Objektes ist unabdingbar für eine umsichtige, qualitativ wertvolle und schonende Instandsetzung. Darüber hinaus kann eine gute Bau- und Bestandsaufnahme vor allem auch Kosten sparen[79]. Neben der klassischen Bauaufnahme, die in erster Linie den Ist-Zustand eines Gebäudes zeichnerisch erfasst, werden bei der Bauuntersuchung zusätzliche Erhebungen vor Ort vorgenommen[80] „Denkmalpflegerisches Ziel bei der Sanierung eines Kulturdenkmals ist es, die überlieferte historische Bausubstanz und das tradierte Erscheinungsbild soweit wie möglich zu erhalten; diesem Ziel sollen die maßnahmenbezogene Baubeschreibung und das Raumbuch dienen“[81]. Die Baubeschreibung beinhaltet die Darstellung des Ist-Zustand, eine Aussage über die Art und den Umfang der Schäden sowie die beabsichtigten Maßnahmen.
Im Rahmen der Bearbeitung wurden zwei Raumbücher erstellt die den aktuellen Stand (Sommer 2010) der Gebäude A10 und A13 festhalten. Hierbei wurde darauf geachtet die vorhandenen Oberflächen (Wände, Decke, Boden) und Einbauten so gut wie möglich fotografisch festzuhalten. Die Abbildungen wurden nicht entzerrt. Eine kurze Beschreibung der Position ist entsprechend eingearbeitet und

[79] [Klein, 2001] - Ulrich Klein „Bauaufnahme und Dokumentation“ 2001 München-Stuttgart, Deutsche Verlags- Anstalt

[80] [Wangerin, 1992] - Gerda Wangerin „Bauaufnahme – Grundlagen Methoden Darstellung“ Wiesbaden 1992, Vieweg Verlag

[81] [Wangerin, 1992],S.34

soll die Abbildungen zusätzlich ergänzen.
Die konstruktiv tragenden Elemente sind bei beiden Gebäuden hinter den Wellblech- und Glattblechabdeckungen verborgen. Eine genaue Beschreibung der Anschlusspunkte und Verbindungen ist nur teilweise möglich. Zum besseren Verständnis wurden die Bestandspläne in Abgleich mit der vorhandenen Bausubstanz als AutoCAD Skizze ergänzend in das Raumbuch eingefügt.
Für das Gebäude A10 wurde stellvertretend ein Fachwerkträger aus Beobachtungen vor Ort und den historischen Bauzeichnungen entwickelt. Ebenso wurde für das Gebäude A13 eine Wand exemplarisch ohne die Blechabdeckungen dargestellt um den konstruktiven Aufbau zu verdeutlichen.

6.3. Schadenskartierung

Ergänzend zum Raumbuch wurde eine Schadenskartierung auf Grundlage von entzerrten Bildern erstellt. Dabei gibt es den folgenden Punkt zu beachten: auf Grund der unterschiedlich starken Oberflächenkrümmung (dreidimensionale Struktur der Wellbleche, unterschiedlich gekrümmte Wandflächen) ist eine massengenaue Auswertung der Kartierung nicht möglich[82]. Mit Hilfe der Schadenskartierung sollen die Oberflächen möglichst umfassend in dem aktuellen Zustand festgehalten und vor allem die Schwachpunkte der Konstruktion bildhaft verdeutlicht werden.
Die entzerrten Bilder sind separat in eine Projektstruktur des Entzerrungs- und Kartierungsprogrammes Metigo MAP eingepflegt[83]. Die so vorbereitete Datei soll damit Ausgangspunkt für eine spätere genauere Kartierung der Metalloberflächen durch spezialisierte Metallrestauratoren sein[84]. Inwiefern die abgebildeten Fassadenflächen wirklich kartiert werden können muss entsprechend den Vorgaben der Restauratoren dann noch einmal geklärt werden.
Schwerpunktmäßig begrenzt sich die Schadenskartierung auf die strukturellen Schadbilder der Metalloberflächen, sowie der sichtbaren Mauerwerks- und Natursteinoberflächen. Großflächiger Verlust

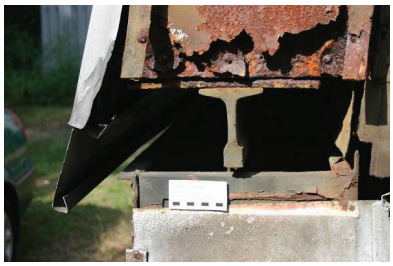
[82] Siehe Begriffserklärung zur Photogrammetrie

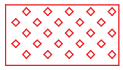
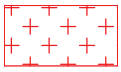
[83] Siehe Begriffserläuterung Metigo MAP

[84] Rücksprache mit Herrn Prof. Freitag (FB3 - Metallrestaurierung)

von Anstrich, oder Oberflächenkorrosion wurden nicht erfasst.
Einzelne Eisenträger und Verbindungsstellen sind separat im Raumbuch beschrieben. Hierbei sind die Schwachpunkte der vorhandenen Träger definiert, die bei der späteren Instandsetzung unbedingt zu prüfen sind (siehe Berechnung im Anhang). Die Schadenskartierung mit Metigo MAP erwies sich hier als nicht zielführend.
Die Schadenskartierung gliedert sich traditionell in die 3 Hauptschadensklassen, die je nach Material (Metall, Naturstein, Ziegel, Glas) definiert wurden. Insgesamt wurden 12 Klassen festgelegt.
Für die Schadensklasse 1, als Klasse mit Schäden, welche die Standfestigkeit beeinträchtigen, wurde eine rote Farbgebung festgelegt. Im Detail wurden folgende Schadbilder innerhalb der Klasse 1 unterschieden: Metall - Verlust durch Korrosion und kompletter Verlust, Naturstein - Riss und Abplatzung, Ziegelstein - kompletter Verlust, Glas - Verlust/mechanische Beschädigung.
Unter Schadensklasse 2 sind die weniger schwerwiegenden Schäden in Gelb dargestellt. Die Untergliederung ist wie folgt: Metall - fehlende Verbindung, Naturstein - mechanische Beschädigung und schlechte Verfugung (> 0,5cm), Ziegelstein - gelöstes Gefüge.
In Schadensklasse 3 wurden die statisch unbedeutendsten Schäden in grün festgehalten. Im Detail sind das: Naturstein - biogener Bewuchs/Verfärbung, Ziegelstein - biogener Bewuchs/Verfärbung.
Die Legende für das Meridianhaus (A10) weist alle Schadensklassen auf, die Legende für das Breitenhaus (A13) beschränkt sich auf die dort vorhandenen Materialien (Metall und Naturstein). Das Mauerwerk unterhalb des Sockels ist nur an der Ecke A13_W2/W3 sehr undeutlich zu erkennen. Die Kartierungspläne für die Gebäude A10 und A13 sind im Anhang zu finden. Für eine spätere Auswertung und Bearbeitung der kartierten Schäden werden im Folgenden zur eindeutigen Festlegung typische Schadbilder an den Bauwerken mit den entsprechenden Schadensklassen kombiniert dargestellt.

6.3.1 Schadensglossar

<table>
<tr><th colspan="3">Schadensklasse I</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Baustoff Metall</td><td>Verlust durch Korrosion</td><td>
Bild 070: Detail Meridianhaus, Fassade 3, Juli 2010</td></tr>
<tr><td>Kompletter Verlust</td><td> 
Bild 071: Detail Meridianhaus, Fassade 1, Juli 2010</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Baustoff Naturstein</td><td>Riss</td><td>
Bild 072: Detail Meridianhaus, Fassade 2, Juli 2010</td></tr>
<tr><td>Abplatzung</td><td>
Bild 073: Detail Meridianhaus, Fassade 1, Juli 2010</td></tr>
</table>

Schadensklasse I		
Baustoff Ziegelstein	Kompletter Verlust 	Bild 074: Detail Meridianhaus, Vorsprung Fassade 3, Juli 2010
Baustoff Glas	Verlust/mechanische Beschädigung 	Bild 075: Detail Meridianhaus, Fußboden Hauptraum, Juli 2010

Schadensklasse II		
Baustoff Metall	Fehlende Verbindung	 Bild 076: Detail Meridianhaus, Fassade 2 innen, im Bereich der Wandöffnung, Juli 2010
Baustoff Naturstein	Mechanische Beschädigung	 Bild 077: Detail Meridianhaus, linker Vorsprung, Fassade 3, Juli 2010
	Schlechte Verfugung (> 0,5cm)	 Bild 078: Detail Breitenhaus, Fassade 2, Juli 2010
Baustoff Ziegelstein	Gelöstes Gefüge	 Bild 079: Detail Meridianhaus, Eckbereich Fassade 3-4, Juli 2010

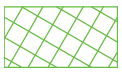
Schadensklasse III		
Baustoff Naturstein	Biogener Bewuchs/Verfärbung 	Bild 080: Detail Breitenhaus, Fassade 3, Juli 2010
Baustoff Ziegelstein	Biogener Bewuchs/Verfärbung	Bild 081: Detail Meridianhaus, Fassade 2, Juli 2010

Tabelle 003: Schadensglossar zur Kartierungslegende

6.3.2 Kartierungspläne

Für beide Gebäude sind die Kartierungspläne getrennt nach Gebäude im Anhang zu finden.

6.3.3 Auswertung

Die Verwitterung von Baustoffen ist je nach Material verschieden. Im Allgemeinen werden die folgenden drei Verwitterungsarten unterschieden: physikalische, chemische und biologische Verwitterung. Grundsätzlich gilt, das Wasser in all seinen Aggregatzuständen den weitaus größten Teil der Verwitterungsprozesse begleitet und auslöst. Wasser selbst und als Transportmittel für verwitterungsfördernde Substanzen, birgt das größte Schadenspotenzial für Bauwerke. Eine langanhaltende oder häufig wechselnde Durchfeuchtung von Baustoffen und darausfolgend weitere Schädigungsprozesse sind meist ausschlaggebend für deren Zerstörung.[85]

[85] [Rentmeister, 2003] - Andreas Rentmeister: Instandsetzung von Natursteinmauerwerk, München 2003 S.56

Auf Grund der unterschiedlichen Baumaterialien in den Gebäuden werden die Ergebnisse der Kartierung im Folgenden noch einmal zusammengefasst nach Gebäude und Baustoff unterteilt wiedergegeben. Unter Beachtung der mengenmäßigen Materialverteilung und der lastabtragenden Wirkung wird der Baustoff Eisen, seine spezifischen Materialeigenschaften und Schadensmechanismen im Kapitel 5 ausführlich besprochen.
Wie bereits erwähnt ist die Schadenskartierung nicht komplett. Die großen Well- und gebogenen Glattblechflächen sollen zu einem späteren Zeitpunkt noch einmal gesondert durch einen Restaurator fachgerecht aufgenommen werden. Die vorbereitete Kartierungsdatei (Metigo MAP) kann dabei als Grundlage dienen, die nach Bedarf erweitert und angepasst werden kann.
Außerdem sei an dieser Stelle noch einmal erwähnt, dass die Bestands- und Zustandsaufnahme im Sommer 2010 erfolgte. Bei einer späteren Besichtigung kann es durchaus zu weiteren Schäden gekommen sein. Vor allem was die Korrosionsstellen und Verwitterungsspuren auf den Blechoberflächen im Außenbereich angeht.

MERIDIANHAUS

Schäden an der metallenen Konstruktion:
Das Meridianhaus verfügt über ein weitestgehend intaktes Dach. An einzelnen Stellen sind die Wellbleche zwar gelockert und die begrenzenden Randprofile verbogen, aber es gibt am Gebäude nur einen Bereich in dem ein innenliegender Dachträger ungeschützt bewittert ist. Hier kann Feuchtigkeit ungehindert in die Konstruktion eindringen.
Die Belüftungsöffnung im First und die darunterliegende mittlere Blechebene verhindern eine ungehinderte Beregnung des Innenraums und sind noch funktionstüchtig.
An der Außenfassade und am Eingangsbereich zeigen sich vor allem im Sockelbereich und an den nach außen geschürzten eisernen Glattblechen starke Korrosionsschäden. Die Zinkwellbleche weisen auf Grund der materialeigenen Witterungsbeständigkeit kaum Korrosionsspuren auf. Der schützende Anstrich an den Fassaden ist nur noch in Teilen erhalten.

Im Innenraum ist die eiserne Blechverkleidung noch vollständig erhalten. Einzig an Fassade 3 findet sich eine Öffnung im unteren Wandbereich, hier ist der ursprünglich eingesetzte Ventilator nicht mehr erhalten. Vereinzelt lösen sich die auf den Innenwänden querlaufenden eisernen Flachbänder an den Verbindungspunkten. Auch im Innenraum ist der Korrosionsanstrich nicht mehr vollflächig erhalten.
Der Zustand der gebogenen Dachträger ist erst nach einer Abnahme der Innen- oder Außenbleche zu beurteilen. Hier sei auf die Angaben im Raumbuch bzw. in den Berechnungen im Anhang verwiesen, welche Konstruktionsteile unbedingt die Querschnittsanforderungen erfüllen müssen.
Die metallenen Wandbekleidungen des Gebäudes machen im Allgemeinen einen guten Eindruck. Der Grad an Korrosion ist je nach Material (Glattbleche - Eisen, Wellbleche - Zink) mit der Gebäudegeschichte und der mangelnden Instandhaltung in den letzten 25 Jahren einhergehend. Die außen angebrachten eisernen Glattbleche weisen fast vollständig einen Rostgrad von Ri5 auf[86]. Die inneren Glattbleche sind weniger stark beansprucht, hier zeigt sich flächendeckend ein schuppenartiges Ablösen der Anstrichschichten, Rosterscheinungen sind noch nicht durchgedrungen.
Der Öffnungsmechanismus für die getrennten Dachhälften ist noch funktionstüchtig. Die Radkonstruktion ist vermutlich aus sehr beständigem Gusseisen, die Korrosionsspuren haben hier vielmehr den Charakter einer Patina, als einer schadhaften Beeinträchtigung.

Ein anderes Bild zeigt sich in den tieferliegenden Trägerlagen innerhalb der Fußbodenkonstruktion. An den vorhandenen Fehlstellen der Rohglasplatten ist ein Einblick in die darunterliegenden Trägerrostlagen möglich. Hier sind die Stege und Flansche zum Teil fast komplett korrodiert, die Tragfähigkeit ist stark beeinträchtigt. Allerdings gilt auch hier, erst nach dem Abnehmen aller Rohglasplatten kann eine eindeutige Einschätzung der tatsächlichen Schadhaftigkeit gegeben werden.
Vor allem im Bereich der Südfassade (Fassade 2) sind mehrere

[86] [DIN, 1978] - Bezeichnung des Rostgrades von Anstrichen und ähnlichen Beschichtungen“

Glasplatten aus ihrem Verbund gelöst und zum Teil auch zerstört. Dies ist vermutlich auf die schadhafte Dacheindeckung im hinteren Fassadenbereich zur Fassade 3 zurückzuführen.
Ein weiterer Grund ist vermutlich die darunterliegende Fundamentebene. Zwar liegt das Gebäude auf einer geografischen Erhebung (Telegrafenberggelände), anstehendes Grundwasser kann also ausgeschlossen werden, Regenwasser oder aufstauendes Sickerwasser sind allerdings durchaus denkbar. Vor allem vor dem Hintergrund, das die Fundamentaußenmauern nach außen abgetreppt ausgebildet sind. Hier kann sich immer wieder Wasser ansammeln. Von einer außenliegenden Abdichtungsebene ist nicht auszugehen. Vielmehr ist die Abdichtungsebene erst im Natursteinsockel konzipiert. Die Feuchtigkeit im Boden kann somit fast ungehindert in den Fundamentzwischenraum gelangen und sich dort ansammeln, bzw. nach oben verdunsten. Aufsteigende Feuchtigkeit ist insofern ein Problem, als das die mit Glasplatten abgedeckten Eisenträger des Fußbodens keine regelmäßige Instandhaltung des Korrosionsschutzes erfahren haben, im Gegensatz zu den oberirdischen Metallelementen. Das bedeutet für die Eisenträger des Fußbodens: Feuchtigkeit dringt ungehindert durch die Fundamentmauern hindurch. Untersuchungen haben ergeben, dass sich in luftgefüllten Zwischenräumen meist eine relative Luftfeuchtigkeit von fast 100% einstellt[87], das wird auch hier bei kompletter Abdeckung des Bodens mit Glasplatten zu erwarten sein. Durch die diffusionsdichten Glasplatten setzt sich die Feuchtigkeit auf die im Vergleich zur Umgebung kälteren Eisenträger direkt ab, da die Luftfeuchtigkeit bei Temperaturschwankungen am kältesten Bauteil, den Stahlträgern kondensiert. Auf Grund der Einbausituation sind die Träger seit der Bauzeit dem anfallenden Kondenswasser ausgesetzt. Ein vormals vorhandener Korrosionsschutz ist nicht mehr gegeben, da auch hier eine Erneuerung des Anstriches hätte erfolgen müssen.
Zusätzlich zu der Bodenfeuchtigkeit kann Spritzwasser über die beeinträchtigte Sockelzone in die Außenmauern und die Fußbodenebene gelangen. Die im Sockel verbauten Naturwerksteine sind in

[87] [Eichler und Arndt, 1989] - Friedrich Eichler und Horst Arndt „Bautechnischer Wärme- und Feuchteschutz“ 2. Auflage 1989 Halle, VEB Verlag für Bauwesen

Abständen gerissen und in Kantenbereichen teilweise abgeplatzt.
Ein weiteres Indiz für eine übermäßige Feuchtigkeitsbelastung der Fußboden/Fundamentebene ist der im Außenbereich umlaufend feststellbare biogene Bewuchs sowohl auf dem Naturstein, als auch entlang der Klinkerziegelschichten.
Auch bei den eingelassenen Mauerwerksankern ist eine hohe Bauteilbeanspruchung durch Kondensationskorrosion zu erwarten. Oberseitig eindringende Feuchtigkeit ist nicht auszuschließen. Eindeutiges Indiz für die zu erwartenden Korrosionsschäden sind die beschriebenen, umlaufend aufzufindenden Risse im Naturstein, die mit den Verankerungspunkten der Radauflager korrespondieren.
Am linken Vorsprung der Fassade 3 finden sich Reste eines Zementmörtels an dem hier eingelassenden eisernen Anker. Es ist davon auszugehen das sämtliche an dem Bauwerk eingelassenen Anker ein Mörtelbett aufweisen.

Schäden an Naturstein:
Die Naturwerksteine sind in einem Mörtelbett auf den Fundamentwänden aufgesetzt. Im Bereich der Eingangstür und auf den Abdeckungen der Vorspünge entlang Fassade 3 kam es zu Abplatzungen an den Verbindungspunkten mit metallenen Wandabstützungselementen. Entweder hat die Volumenvergößerung der metallenen Verbindungsmittel auf Grund von Korrosion zur Absprengung geführt, oder durch die mangelhafte Abdichtung der Schraubenlöcher konnte Wasser in die Verbindungszwischenräume gelangen und es kam zur sogenannten Frostsprengung. Am linken Vorsprung der Fassade 3 weist die Natursteinabdeckung bereits Instandsetzungsmerkmale auf. Eine mittig aufgesetzte, passgenau gearbeitete Altvierung ist zerstört (siehe Bild 082). Der darunterliegende Naturstein weist kaum Schädigungen auf.
Die Risse und Abplatzungen in den Naturwerksteinen der Sockelzonen entlang der Längsfassaden F2 und F4 befinden sich immer in unmittelbarer Nähe der auf-/durchgedübelten Wandstiele. Eine übermäßige Beanspruchung durch angeschlossene Tragwerksteile (die Wandstiele sind durch die Naturwerksteine hindurch in den Fundamentwänden verankert) kann entsprechend der statischen Nachrechnung vernachlässigt werden. Es ist eher anzunehmen, dass

Bild 082: Zerstörte Altvierung, linker Vorsprung Fassade 3, Februar 2011

auch hier Frostsprengung, bzw. Korrosionseinfluss zum heutigen Schadbild geführt haben (siehe Bild 083).
Weiterhin weisen die Natursteine umlaufend entfestigte Bereiche auf, an denen die Steine stark Absanden. Desweiteren zeigen sich umlaufend sogenannte Wasserränder und auch vereinzelt Salzausblühungen. Die Salzausblühungen sind in der Kartierung nicht enthalten, da auf Grund der fehlenden Abdichtung bei allen Steinen von einer Belastung auszugehen ist.
Nicht als eigentlicher Schaden soll zusätzlich der folgende Befund Erwähnung finden. Umlaufend finden sich eindeutige Reste einer roten Fassung auf den Natursteinen (siehe Bild 084). Zur weiteren Klärung sollte eine eingehendere Aufnahme und Auswertung durch einen Steinrestaurator erfolgen.

Bild 083: Salzausblühung an Naturstein und Ziegelmauerwerk Fassade 2, Februar 2011

Schäden an Mauerwerk:
Die augenscheinlich hoch gebrannten Klinker des Mauerwerkssockels sind von sehr guter Qualität und fast vollständig erhalten, in Einzelbereichen (Fassade 3) finden sich lediglich Fehlstellen von bis zu einem 1/2 Stein vermutlich durch mechanische Beeinträchtigung. In der Spritzwasserebene weisen die Klinkerziegel umlaufend Spuren von biogenem Bewuchs, Salzausblühungen und oberflächlichen Verschmutzungen auf.
Die Putzschicht der im Innenraum befindlichen Mauerwerkspfeiler (zur Instrumentenaufstellung) ist geschädigt. Vor allem im Sockelbereich ist es bereits zu größeren Abplatzungen gekommen.
Im Eingangsbereich sind einige Steine hochkant als Begrenzung für einen Gitterrost in die Erde eingelassen. Die Konstruktion ist nicht mehr sichtbar und eine genaue Beschreibung daher nicht möglich.

Bild 084: Reste einer roten Fassung Eckstein Fassade 2-3, Februar 2011

Schäden an Glas:
Die Beurteilung betrifft die als Fußbodenbelag verbauten Rohglasplatten. Insgesamt sind am Objekt 63 solcher Rohglasplatten verbaut. Davon sind 2 nur noch in Bruchstücken erhalten, 3 Platten sind zerbrochen aber noch in Teilen vorhanden, 10 Platten sind gelockert. Die Schäden an den Rohglasplatten sind wahrscheinlich auf mechanische Beeinträchtigung zurückzuführen (eine Überbelastung durch fehlende Auflager, korrodierter Trägerrost).

BREITENHAUS

Schäden an der eisernen Konstruktion:
Die kleinere und kompaktere Konstruktion des Breitenhauses weist weder von außen noch von innen große strukturelle Schäden auf. Die Wellblechverkleidung ist noch umgebend vorhanden und kraftschlüssig mit der Unterkonstruktion verbunden. Im Bereich der horizontalen Aufwölbung weisen die Bleche biogenen Bewuchs auf. Der Öffnungsmechanismus des Daches funktioniert nicht mehr. Im Innenraum sind verstärkte Schmutzansammlungen entlang der Stahlseile festzustellen, die vermutlich eine Bedienung beeinträchtigen.
Die Dachentlüftungsöffnungen sind vollständig erhalten und so konzipiert, dass ein Eindringen von Feuchtigkeit verhindert wird.
Einziger Schwachpunkt der Konstruktion sind die außenliegenden, freibewitterten Knotenpunkte des tragenden Trägerrostes und die Trägerrostenden. Die Korrosionserscheinungen hier sind immens. Vor allem in den Knotenpunkten finden sich bei fast allen Winkelanschlussblechen aufgewölbte und aufgeblätterte Reste des schichtförmigen Korrosionsangriffes.
Ein ebenfalls metallener Gebäudeteil, jedoch ohne größere tragende Funktion ist der Treppenaufsatz (1 Stufe im Eingangsbereich) und das vorgelagerte Geländer. Beide Konstruktion zeigen deutliche Korrosionsspuren (Muldenfraß).

Schäden an Naturstein:
Der Natursteinsockel ist umlaufend erhalten. Im Gegensatz zum Meridianhaus weist er nur geringfügig Risse auf. . Augenscheinlich ist an Fassade 3 und 4 eine jeweilige Fugenbreitevon bis zu 2 cm. Der Fugenmörtel ist hier nicht mehr vollständig erhalten. Die Natursteine sind hier nicht mehr bündig, augenscheinlich kam es zu einer mechanischen Beeinträchtigung wodurch sich die Lage der Steine zu einander verschoben hat. Die Natursteine haben am Breitenhaus keine tragende Funktion, allerdings begünstigen breite, nicht vermörtelte Fugen das Eindringen von Kleintieren und Feuchtigkeit.

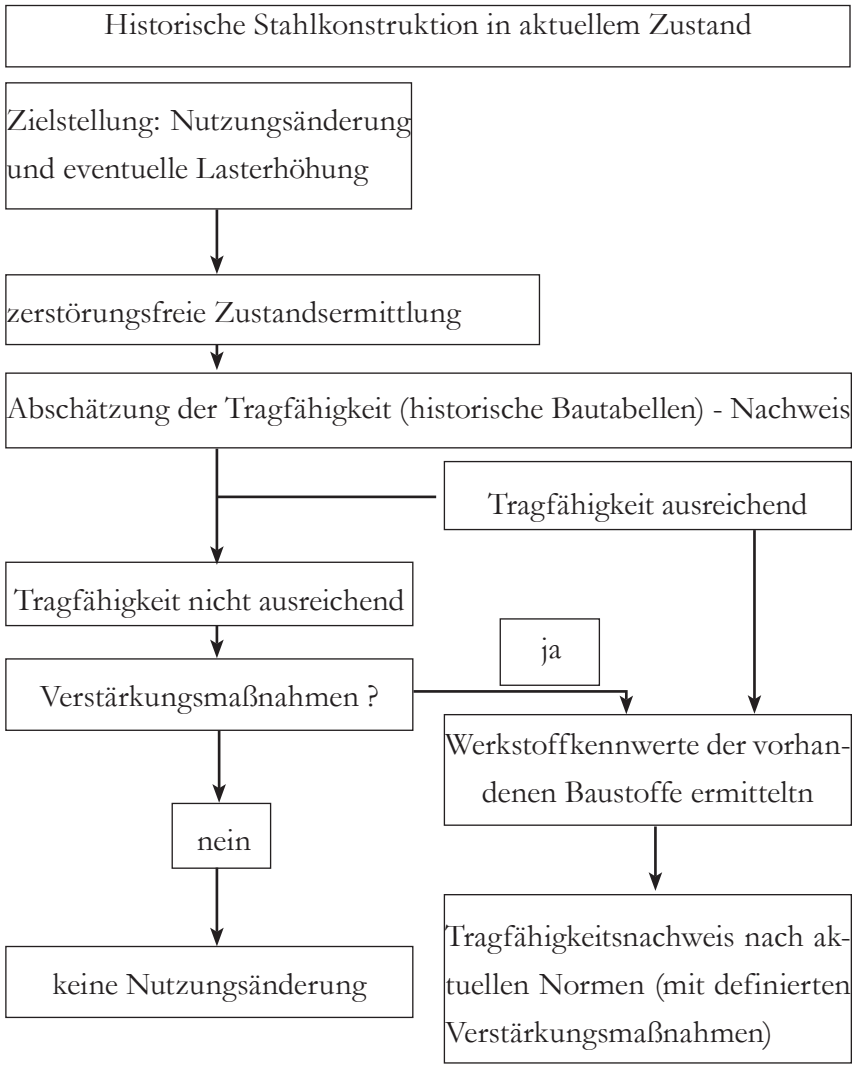
Schäden an Mauerwerk:
Durch das hoch anstehende Gelände lässt sich über den Zustand des Ziegelmauerwerkes keine Aussage treffen. Von einer außenliegenden Abdichtungsebene ist hier, entsprechend der Bauzeit, ebenfalls nicht auszugehen. Die Feuchtigkeit im Boden gelangt somit ungehindert in den Fundamentzwischenraum zum Dielenboden. Die Auffüllung des Zwischenraumes aus Sand ist zwar in der Literatur beschrieben, allerdings konnte dies nicht überprüft werden. Auf Grund der gebäudeeigenen Entlüftung und der offenen Fugen kann eventuell anfallende Feuchtigkeit aber weitestgehend ungehindert verdunsten.

Schäden an Glas:
Glas ist im Breitenhaus nur in der Eingangstür zu finden. Die 6 kleinen einfachen Glasscheiben sind noch vollständig erhalten.

Schäden an Holz:
Wie zuvor erwähnt, wird im Breitenhaus die Fußbodenebene aus Holzdielen gebildet, die zum Innenraum hin mit Linoleum abgedeckt sind. Der Fußboden ist ohne Auffälligkeiten begehbar, eine strukturelle Beeinträchtigung ist nicht festzustellen. Desweiteren findet sich im Eingangsbereich außen eine Holzstufe auf einer metallenen Konstruktion. Die Holzstufe im Außenbereich ist stark verwittert.

7. Beurteilung der Standsicherheit

Für eine umfassende Einschätzung der Standsicherheit einer Konstruktion ist zuallererst eine umfangreiche Recherche zur Bau- und Nutzungsgeschichte notwendig. Eventuell können die Materialkennwerte von den historischen Bautabellen abweichen. Das folgende Schema[88] soll die maßgebenden Entscheidungspunkte kurz verdeutlichen. Diese werden im Folgenden gesondert erläutert um abschließend eine Einschätzung zur Tragfähigkeit geben zu können.



[88] Das Schema wurde aus den Angaben in [Wenzel und Kleinmanns, 2001] entwickelt und angepasst.

7.1. Planungsgrundlagen

7.1.1 Meridianhaus (A10)

Nutzung: Das Gebäude wurde ursprünglich als Beobachtungsraum für geodätische Instrumente gebaut, mit der Möglichkeit das Dach mittig zu öffnen um entsprechende Messungen mit optischen Instrumenten vorzunehmen. Diese Nutzung wurde bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts ausgeübt. Danach galt das Gebäude eher als Abstellraum bzw. wurde nicht mehr benutzt. Auf Grund der geringen Platzverhältnisse und der spezifisch ausgelegten Umgebungsbauten ist eine der ursprünglichen Bestimmung angelehnte Nutzung zu erwarten. Für eine Nutzung als Schülerlabor bzw. im Rahmen von Führungen wurde eine reduzierte Verkehrslast angesetzt. Der Aufbau und die Bestandteile der Dachkonstruktion sollen nicht verändert werden. Während der Sanierungsmaßnahme werden keine zusätzlichen Lasten auf die Dachkonstruktion einwirken. Es ist vielmehr mit einer zeitweiligen Erleichterung zu rechnen, wenn die Bleche abgenommen werden um sie restauratorisch zu behandeln, bzw. die innenliegenden Tragwerksteile zu überprüfen. Durch die gebogene Form ist eine Begehung des Daches nicht möglich. Für konservatorischen Maßnahmen der äußeren Dachhaut und des Firstaufsatzes sollte eine Wintereinhausung angedacht werden, die in sich tragfähig ist und den Bestand nicht zusätzlich belastet. Denkbar wäre aber auch ein spezielles Gerüst oder eine mobile Hebebühne[89].

Fotodokumentation: Eine aktuelle Fotodokumentation (Stand Sommer 2010) ist innerhalb des Raumbuches, sowie mit Hilfe der Kartierungspläne gegeben.

Frühere Reparaturmaßnahmen: Die Ergebnisse der bauhistorischen Recherche sind nicht wirklich eindeutig. Durch einen Bombenschaden im Jahr 1945 kam es zu Ergänzungen und dem Austausch von Tragwerks- und Bauwerksteilen. Welcher Art und in welchem Umfang ist nicht genauer spezifiziert. Die ergänzten Bauteile wurden allerdings in den umliegenden Gebäuden ausgebaut, die in Bauzeit

[89] Nach Auswertung der Tragwerksreserven wird in Kapitel 8 eine Empfehlung für den Ablauf der auszuführenden Arbeiten gegeben.

und Konstruktion mit dem Meridianhauses übereinstimmen. Es ist davon auszugehen, das die materialspezifischen Eigenschaften innerhalb der Eisenwerkstoffe nicht mehr voneinander abweichen, als für die Erbauungszeit von 1892 üblich.

Geometrische Abmessungen: Die Abmessungen der Konstruktion und die einzelnen Querschnittswerte sind der Übersichtlichkeit halber nicht in Auszügen dargestellt, sondern den beigefügten Plänen im Anhang zu entnehmen.

Vorhandene Materialien: Innerhalb der Konstruktion kann von vier grundlegenden Metallwerkstoffen ausgegangen werden. Als Bestandteil der äußeren Dachhaut wurden Zinkwellbleche verbaut. Die äußeren und inneren Glattbleche sind aus gewalztem Schweißeisen. Die Radkonstruktion auf der die Dachschiene verläuft ist auf Grund der großen Dimensionierung und der eher massiven Ausführung vermutlich aus Gusseisen gefertigt. Die eigentliche Tragkonstruktion der Dachträger und der aussteifenden Wandelemente ist wahrscheinlich historisches Schmiedeeisen.

Bauzustandserfassung: Entsprechend der Schadenskartierung sind die Fußbodenträger die am stärksten geschädigten Bauwerksteile. Hier sind die Flansche und Stege lokal komplett korrodiert. Eindeutige Korrosionsspuren zeigen sich ebenfalls im Bereich der Bauteilverbindungen, hier an den vernieteten Winkelblechen.
Die aufgehenden Wandträger liegen teilweise verdeckt, sie müssen im Zuge der Sanierung auf die vorhandene Querschnittsgröße hin noch überprüft werden. Die Bauteilverbindungen sind im Bereich der mittigen Wandträger (an der Dachöffnung) augenscheinlich nicht beeinträchtigt. Die Nietverbindungen sind noch kraftschlüssig, es zeigen sich keine Rostspuren.

7.1.2 Breitenhaus (A13)

Nutzung: Auch das Breitenhaus wurde ursprünglich als Beobachtungsraum für geodätische Instrumente gebaut. Hier besteht ebenfalls die Möglichkeit das Dach mittig zu öffnen. Diese Nutzung wurde bis zum Ende des 20. Jahrhunderts ausgeübt. Danach galt

das Gebäude eher als Abstellraum bzw. wurde nicht mehr benutzt. Durch die neue Nutzung als Schülerlabor bzw. im Rahmen von Führungen wurde eine reduzierte Verkehrslast angesetzt. Der Aufbau und die Bestandteile der Dachkonstruktion sollen nicht verändert werden. Während der Sanierungsmaßnahme werden keine zusätzlichen Lasten auf die Dachkonstruktion einwirken. Auf Grund der eher geringen äußeren Gebäudemaße und den umgebenden Bewuchs wird die Aufstellung eines Gerüstes vorgeschlagen.

Fotodokumentation: Eine aktuelle Fotodokumentation (Stand Sommer 2010) ist innerhalb des Raumbuches, sowie mit Hilfe der Kartierungspläne gegeben.

Frühere Reparaturmaßnahmen: Im Rahmen der Archivrecherche fanden sich keine Hinweise auf einen grundlegenden Austausch von Bauwerksteilen. Es ist davon auszugehen, dass sämtliche Konstruktionselemente auf das Jahr 1894 zurückdatieren. Hierbei sei auf eine Anmerkung im Raumbuch verwiesen, das sich an einem Querträger in der Sockelzone eine Nummer/Materialkennzeichnung erhalten hat.

Geometrische Abmessung: Die Abmessungen der Konstruktion und die einzelnen Querschnittswerte sind der Übersichtlichkeit halber nicht in Auszügen dargestellt sondern den beigefügten Plänen im Anhang zu entnehmen.

Vorhandene Materialien: Es ist davon auszugehen das die tragende Konstruktion historischem Walzeisen besteht. Die Wand- und Dachverkleidungen sind vermutlich aus Zinkwell- bzw. Eisenglattblech.

Bauzustandserfassung: Durch die weitestgehend intakte Dach- und Wandverkleidung sind innerhalb des Gebäudes kaum Korrosionsschäden zu erwarten. Schwerpunkt der Beschädigungen sind vielmehr die nach außen überstehenden, nicht überdachten Trägerenden des Trägerostes auf Höhe der Sockelebene. Hier zeigen sich eindeutige Querschnittsverluste zum einen am Träger, aber auch an den Verbindungsstellen in Eckbereichen.

Die Träger der Fußbodenebene sind nicht einsehbar. Die umlaufend aufliegenden Holzdielen sind zusätzlich mit Linoleum abgedeckt. Die darunter liegenden Träger liegen laut Planung oberhalb des Erdreichs (Sand) und sind vor äußerer Witterung geschützt. Eine tiefgreifende Schädigung ist hier nicht zu erwarten.

7.2. Einschätzung der Tragfähigkeit

Die geringen Querschnittsgrößen der verwendeten Materialien für das Gebäude A10 lassen sich über die Erbauungszeit eindeutig zurückdatieren, daher werden für eine erste überschlägliche Berechnung die in [Bargmann, 2008] genannten Materialkennwerte für die Bauzeit 1890 für Schweißeisen[90] angesetzt.
Auf Grund der gleichen Profilgrößen und der noch vorhandenen Walzprofil Nummer am Gebäude A13, werden hier die Materialkennwerte für Walzeisen mit guter Qualität angesetzt.

Jahr	Werkstoff	Zug [MN/m²]	Druck [MN/m²]
1881	Walzeisen	100	100
1890 (Berlin)	Schweißeisen	75	75

[Bemerkung: Bei sorgfältiger Ausführung und nur geringen Erschütterungen ausgesetzten Hochbaukonstruktionen darf für Stabeisen zul σ = 100 MN/m² angesetzt werden]

Tabelle 004: Zulässige Spannungen für Bauteile ais Eisen und Stahl [Bargmann, 2008] S.235 - Auszug

Eine erste preußisch-deutsche Ausarbeitung zu Lieferbedingungen für Stahlerzeugnisse im Hochbau wurde zwar um 1890 entwickelt[91]. Bei der Zugrundelegung einer eingehenden Einführungszeit ist aber nicht davon auszugehen, dass die hier verwendeten Eisenwerkstoffe diesen frühen Anforderungen gerecht werden. Zusätzlich dazu sind die geringen Gebäude bzw. Profilabmessung vermutlich ebenfalls

[90] [Bargmann, 2008] S.233 und S.234

[91] 1892 wurden vom Verband deutscher Architekten- und Ingenieurvereine, Berlin „Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenkonstruktionen für Brücken und Hochbau“ veröffentlicht.

ein Grund, für den Einbau nicht vorschriftsmäßiger Eisenwerkstoffe. Im Vergleich zu den damals großen Eisenbahnbrücken waren hier keine großen Belastungen zu erwarten.

7.2.1 Statische Systemanalyse

Meridianhaus (A10):
Die tragenden Konstruktionen je Dachhälfte sind drei zweidimensionale Fachwerkträger. Die einzelnen Trägerteile sind gleichschenklige Winkelprofile die in den Verbindungspunkten mit Knotenblechen vernietet sind. Die Queraussteifung erfolgt jeweils durch ein zweidimensionales Stabwerk, das direkt unter dem First angeordnet ist. Je Dachhälfte sind die drei aufgehenden Fachwerkträger hier im Kopfbereich gehalten. Zusätzlich ist anzunehmen das die Wellbleche ebenfalls zur Aussteifung beitragen. Die ursprüngliche Konstruktion wurde nicht verändert.

Breitenhaus (A13)
Die Dachhälften gliedern sich in je einen flachliegenden Rahmen aus U-Profilen, der auf den seitlichen Rädern auflagert. Die Wände bestehen aus senkrechten Wandstielen, die zwischen den inneren und äußeren Blechen auf dem Sockelträger aufgeschraubt sind. Das Gebäude an sich steht auf einem Trägerrost auf, der im Bereich der Sockelzone auf insgesamt 8 Einzelstützen aufliegt. Die einzelnen Träger sind über Winkelbleche miteinander verschraubt. Die Fußbodendielen liegen auf vier Trägern auf je 2 in eine Richtung, die den Trägerrost innerlich aussteifen. Die ursprüngliche Konstruktion wurde nicht verändert.

7.2.2 Rechnerische Grundlagen/historische Anforderungen

Meridianhaus (A10):
In den vorhandenen Unterlagen fanden sich keine genauen Angaben zur Bemessung der Stahlkonstruktion. Es konnten auch keine

Materialbestelllisten, oder anderweitige Angaben zur Konstruktion oder Kalkulation recherchiert werden. Auf Grund der spezifischen Nutzung und der besonderen Bauart findet sich keine vergleichbare Konstruktion[92], zu der eventuell die benötigten Angaben zur Bemessung noch vorhanden gewesen wäre.
In der Literatur gibt es einige Angaben zu den damalig aktuellen Bemessunggrundsätzen. Zweidimensionale Fachwerkträger wurden als Stabwerk mit in den Knotenpunkten gelenkig gelagerten Stäben berechnet[93]. Nebenspannungen durch die Nietverbindungen in Knotenblechen wurden zur Bauzeit vermutlich noch vernachlässigt. Eine erste Erwähnung dieses speziellen Problems findet sich erst um 1880 in Österreich[94]. Es bleibt allerdings fraglich inwieweit der verantwortliche Statiker im nördlichen Preußen darauf Rücksicht genommen hat.

Breitenhaus (A13)
Auch hier fanden sich in den vorhandenen Unterlagen keine genauen Angaben zur Bemessung der Stahlkonstruktion. Die kompakte Bauart ist grundlegend einfacher nachweisbar als die gebogenen Träger des Meridianhauses. Hier soll ein einfacher Lastabtrag mit anschließendem Nachweis der Querschnittsgrößen und der Verbindungen an einem beispielhaften Träger ausreichen.

7.2.3 Beanspruchbarkeiten

Wie bereits in Kapitel 5.1.1 erwähnt finden sich für die Bauzeit weder umfangreiche Berechnungsvorschriften noch maßgebliche Qualitätsanforderungen für Stahlerzeugnisse. Zu dieser Zeit gab es lediglich grundlegende Rechenansätze und allgemeine Einwirkungen wie beispielsweise Eigengewicht, Schnee- und Windlasten bei Dächern. Die Anwendung der Vorgaben wurde durch erste Polizeibehördliche Anweisungen sichergestellt. Die historischen Bautabellen, zusammengestellt von H. Bargmann bieten hier eine umfangreiche Infor-

[92] Siehe auch Kapitel 2
[93] [Helmerich, 2008] S. 45ff
[94] [Helmerich, 2008]

mationsquelle[95].

Die Berechnungen und Ausführungen erfolgten unter Ansatz der [in Bargmann, 2008] benannten Bedingungen.
A10 Lastannahmen:
Dach - Eigengewicht, Schnee und Windlasten wurden zusammenfassend mit 1,5kN/m² in der waagerechten Projektion der Dachflächen angesetzt. Die Schneelast ist bei glatten, stark geneigten Flächen, von welchen der Schnee abgleitet eigentlich nicht zu berücksichtigen[96] Allerdings zeigte sich vor Ort, dass Schnee trotz der gebogenen Form liegen bleibt (Bild 085).
Der Nachweis auf Windbelastung und abhebende Kräfte bei geöffnetem Dach blieb unter der folgenden Maßgabe unberücksichtigt: die Messung mit den empfindlichen Instrumenten wurde nicht bei Sturm und auch nicht bei Schneefall (keine Heizung) durchgeführt, da hierbei Messabweichungen auftreten konnten.

Bild 085: Meridianhaus im Winter, Februar 2010

Fußboden - Für die Rohglasplatten wurde ein Eigengewicht von 26,00 kN/m² angesetzt. Die übereinanderliegenden Trägerlagen sind entsprechend dem Eigengewicht von Stahl (75 kN/m³) in der Rechnung enthalten. Auf Grund der geringen Größe des Objektes sind als Nutzlast nur 1,5 kN/m² angeführt.

Materialwechsel - Die Stahlkonstruktion in sich ist stabil konstruiert. Die Übergänge zu dem darunterliegenden Naturstein, bzw. Mauerwerk ist auf den ersten Blick ausreichend lastverteilend dimensioniert. Allerdings weisen die unmittelbar unterhalb der Wandstiele befindlichen Risse im Naturstein auf eine Schwachstelle in der Konstruktion hin. Zusätzlich ist nicht bekannt wie weit die Anker ins Mauerwerk hineinreichen. Entsprechend den historischen Unterlagen ist anzunehmen, das die Anker über eine Gegenplatte befestigt sind.
Bauzustand - Zusätzliche Lasten auf die Eisenkonstruktion sind im Bauzustand nicht vorgesehen. Für die restauratorischen Arbeiten an den äußeren Gebäudehüllen bietet sich ein fahrbares Arbeitsgerüst

[95] [Helmerich, 2008]

[96] [Königer, 1902] - Otto Königer „Die Konstruktionen in Eisen - 6. Auflage“ 1902 Leipzig, J.M. Gebhardt Verlag; S.13ff

mit gleichzeitigem Wetterschutz an. Damit ist es möglich die Bleche direkt von oben zu bearbeiten und bei notwendigem Abbau der Bleche die restliche Konstruktion vor der Witterung zu schützen.

A13 Lastannahmen:

Dach - Eigengewicht, Schnee und Windlasten wurden zusammenfassend mit 1,5 kN/m² in der waagerechten Projektion der Dachflächen angesetzt. Das Breitenhaus steht in einem kleinen Wäldchen, die Windlasten können hier bei Bedarf ebenfalls um einen gewissen Betrag reduziert werden.

Auch hier wird auf den Nachweis für Windlasten bei geöffnetem Dach verzichtet, da unter diesen Voraussetzungen keine Beobachtungen und Messungen durchgeführt werden können.

Fußboden - Die Holzdielen wurden mit 5 kN/m³ angesetzt. Die darunterliegende Trägerlage ist entsprechend dem Eigengewicht von Stahl (75 kN/m²) in der Rechnung enthalten. Auf Grund der geringen Größe des Objektes sind auch hier als Nutzlast nur 1,5 kN/m² aufgeführt.

Materialwechsel - Die Stahlkonstruktion ist in sich stabil konstruiert. Konstruktiv gibt es keine geplante Überleitung von Lasten aus der Eisenkonstruktion an den Natursteinsockel. Die Lasten werden punktuell in die vorgelagerten Einzelstützen weitergeleitet.

Bauzustand - Auf Grund der geringen Abmaße ist auch hier ein Gerüsteinsatz vorgesehen. Zusätzliche Belastungen während der Sanierung sind damit ausgeschlossen.

7.2.4 Verbindungen

Gebäude A10

Die tragenden Verbindungen am Gebäude A10 sind fast ausschließlich Nietverbindungen mit einem Durchmesser > 8 mm. Zusätzlich dazu wurden Stabdübelanker eingesetzt, mit denen die gusseisernen Radauflager im Mauerwerk verankert sind. Kleinteilige Schraubverbindungen wurden nur für nachträgliche Einbauten eingesetzt.

Gebäude A13
Hier sind alle konstruktiven Verbindungen mit Schraubanschlüssen ausgeführt.

7.3. Tragfähigkeitsnachweis

Der Tragfähigkeitnachweis der beiden Gebäude wurde ohne Ansatz des modernen Sicherheitskonzeptes durchgeführt, da nicht von einer Nutzungsänderung auszugehen ist. Die einzelnen Ergebnisse sind nach Gebäude getrennt im Anhang enthalten.
Grundsätzlich konnten alle Tragwerksteile auf ihre Standfestigkeit hin nachgewiesen werden. Dies setzt bei Trägern, den angenommenen Querschnitt und bei Verbindungen, die Kraftschlüssigkeit natürlich voraus. Sollte im Rahmen der Instandsetzungsarbeiten ein abweichender Zustand zu Tage treten, ist der Nachweis entsprechend zu modifizieren. Eine genauere Auswertung der Ergebnisse sind in Kapitel 8 bzw. im statischen Nachweis im Anhang gegeben.

7.4. Untersuchungen am Bauwerk

Nach erfolgreichem Nachweis der Konstruktion, sollte der tatsächliche Zustand der Gebäude eingehender untersucht werden. Die Konstruktion beider Gebäude weist die für ihr Alter typischen Korrosionserscheinungen auf. Die fehlende Instandhaltung der letzen 20 Jahre ist ebenfalls deutlich zu erkennen. Dennoch sind beide Gebäude funktionstüchtig. Die tragenden Bauwerksteile sollten vor einer anstehenden Baumaßnahme auf ihren verbliebenen Restquerschnitt hin überprüft werden. Weitere Angaben dazu finden sich in den statischen Nachweisen im Anhang. Erst wenn die angegebenen Werte nicht mehr eingehalten werden können, muss über eine Verstärkung oder einen Austausch nachgedacht werden.
Die sichtbare Konstruktion mit ihren Verbindungsstellen wurde im Rahmen der Arbeit visuell in Augenschein genommen. Die Auswertung ist in der Schadenskartierung enthalten (siehe Kapitel 6.3).
Vor Ort vorhandene, von der Konstruktion gelöste, aber eindeutig zu zuordnende Materialfunde eiserner Konstruktionsteile am Gebäude A10 wurden entsprechend aufbereitet, untersucht und ausgewertet.

Eine Abschätzung der Baustoffeigenschaften sowie die entsprechende Aufbereitung der Proben ist in Kap. 7.5. angegeben. Weiterführende Verfahren wurden vorerst nicht angewendet.

7.5. Untersuchungen an Materialproben

Im Allgemeinen lassen sich gerade bei historischen Gebäuden die Materialkennwerte und Baustoffzustände nicht immer nur durch zerstörungsarme Bauwerksuntersuchungen bestimmen. Daher kann es unter Umständen notwendig sein Proben zu nehmen.
Von den im Mauerwerksbau und im Holzbau üblichen Bohrkernen abgesehen, sind die Probenahmen an Eisenkonstruktionen etwas schwieriger vorzunehmen. Zuallererst muss das Tragwerk entsprechende Stellen aufweisen, an denen ohne größere strukturelle Beeinträchtigung Proben genommen werden können. Dann sollte im Voraus geklärt werden welche Kennwerte ermittelt werden müssen. Ist die Bauzeit und sind die verwendeten Materialien mehr oder weniger eindeutig einzugrenzen und soll durch die Probe nur die Qualitätsannahme bestätigt werden reicht eventuell eine metallografische Analyse eines verhältnismäßigen kleinen Probenstücks aus.
Sind aber anhand der Baugeschichte mehrere Möglichkeiten an verwendeten Materialien wahrscheinlich und Beeinträchtigungen über die Standzeit zu erwarten (Kriegsschäden) kann es notwendig werden größere Proben zu nehmen.
Von der Größe der Proben einmal abgesehen ist natürlich auch die Anzahl entscheidend. Gerade historische Baustoffe weisen oft unterschiedliche Qualitäten auf, daher können am gleichen Träger genommene Proben bereits signifikante Unterschiede in der Zusammensetzung, der Anzahl der Seigerungszonen[97] oder anderer Einschlüsse aufweisen. Dennoch gilt es die historische Substanz so wenig wie möglich zu zerstören. Je nach Größe des Tragwerks, der Zusammensetzung und der baugeschichtlichen Besonderheiten muss dann im Einzelfall entschieden werden.

[97] Seigerungszonen sind Inhomogenitäten innerhalb des Gefüges, die durch beim Erstarren nach der Eisenschmelze entstehen können. [Aus Schumann und Oettel, 2007] - Hrsg. Hermann Schumann und Heinrich Oettel „Metallografie“ 1. Nachdruck 2007, 14. Auflage 2005 Weinheim, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; S. 471ff

Mögliche Untersuchungsmethoden:
Anschliff - durch einen Längsschliff und einen Querschliff[98], herausgearbeitet aus einem Probenstück, entsteht ein zweidimensionales metallografisches Schliffbild anhand dessen mit Hilfe eines Mikroskopes die Bestandteile und deren Mengenverteilung quantitativ ermittelt werden können.

Baumannabdruck - mit dem sogenannten Baumannabdruck[99] lässt sich der Anteil an schwefeligen Beimengungen quantitativ ermitteln. Der Grad der Beimengung erlaubt Rückschlüsse auf die Qualität, siehe Kapitel 5.2.

Zugprobe (traditionell) - Für die Ermittlung von Werkstoffkennwerten (Zugfestigkeit, Streckgrenze, Bruchdehnung, Elastizitätsmodul) wird im herkömmlichen Fall nach der DIN EN 10 002 beprobt. Das bedeutet ein Flachzugprobekörper wird aus dem Bauteil ausgearbeitet wobei die Dicke der Probe normalerweise gleich der Blechdicke des Bauteils ist, auf die alle anderen Maße bezogen werden. In einer Versuchsapparatur wird die Probe eingespannt und einer Zugbeanspruchung ausgesetzt. An einer Referenzstelle wird mittels Dehnmessgerät die Verformung unter Last gemessen und die Werkstoffparameter entsprechend ermittelt. Allerdings birgt die DIN eine Einschränkung, die Probekörper sind vergleichsweise groß.

(Mini-)Zugprobe - Eine Abwandlung der traditionellen Zuprobe im Sinne einer modernen, substanzschonenderen Denkmalpflege[100]. Dabei handelt es sich ebenfalls um Probezugkörper, die aber im Vergleich mit der DIN Vorgabe wesentlich kleiner sind. Aus dem Prüfquerschnitt muss dazu eine Rundzugprobe im Durchmesser von 6 mm mit einer Messlänge von 30 mm heraus gearbeitet werden. Auf Grund der verminderten Probegröße können die einzelnen Proben allerdings stark in ihren Eigenschaften variieren. Sie sind daher erst bei den etwas höherwertigen, homogeneren Flussstählen

[98] Siehe auch Begriffserläuterung
[99] Für eine genaue Erläuterung siehe auch Begriffserklärung
[100] [Wenzel und Kleinmanns 2001] S.74ff

aussagekräftig anzuwenden. Erste Versuche dazu wurden von A. Frey innerhalb des Sonderforschungsbereiches 315 an der Universität Karlsruhe vorgenommen (siehe Wenzel, 1999 S. 209ff).

Kerbschlagversuch - Bei einem ungeklärten Baualter kann dieser Versuch Auskunft über die Zähigkeit (wird mit zunehmender Alterung geringer) geben und das Alter gegebenenfalls eingrenzen.

Bestimmung der Härte - Es gibt verschiedene Prüfungsmethoden bei denen über die sogenannte Eindringhärte die Zugfestigkeit des Materials bestimmt werden kann. Die Härtprüfverfahren unterscheiden sich im Aufbringen der Last, entweder dynamisch (schlagartig) oder statisch (gleich bleibend und langsam zunehmend). Der genormte Prüfkörper wird unter festgelegten Bedingungen in die Materialprobe gedrückt. Im Anschluss wird dann die Oberfläche oder Tiefe des bleibenden Eindruckes gemessen. Die Messwerte können dann anhand von Tabellen in eine entsprechende Zugfestigkeit umgerechnet werden[101]. Allerdings sind diese Umrechnungen nicht immer allein gültig. Zum Beispiel können die für Puddlestahl kennzeichnenden Schlackeeinschlüsse vorhandene Risse günstig umleiten und die Festigkeit, bzw. Dauerhaftigkeit erhöhen. Untersuchungen haben sogar deutlich höhere Zugfestigkeiten ergeben, als über die Umrechnung der Werte, durch Vickershärteprüfung ermittelt[102].

7.5.1 Wahl geeigneter Untersuchungen

Das Baualter kann an den vorgenannten Gebäuden A10 und A13 sehr genau eingegrenzt werden. Allerdings waren gerade zu der Zeit um 1890 mehrere Eisenherstellungsmethoden in Deutschland verbreitet. Die einzelnen Eisensorten lassen sich mit Hilfe eines Anschliffes jedoch etwas genauer eingrenzen. Bei den zu Grunde gelegten Materialeigenschaften ist mit einer starken Streuung der Messwerte zu

[101] [DIN, 2003] - „Metallische Werkstoffe - Umwertung von Härtewerten (ISO 18265:2003)“ Deutsche Fassung EN ISO 18265:2003 DIN Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag, Berlin

[102] [Petzow, 2007] S. 118

rechnen, bei Gebäude A10 noch eher als bei A13, da hier die vorhandene Walzprofilnummer eher auf qualitätsvolle industrielle Massenfertigung hindeutet.
Als Prüfung der, bei der Bemessung eingesetzten Festigkeiten (entsprechend den historischen Tabellen), werden bereits vom Tragwerk gelöste Metallproben metallografisch untersucht. Damit ist eine erste Einschätzung der Materialität, sowie die Güte und die Zusammensetzung möglich und eine übermäßige und unnötige Schädigung der Objekte kann vorerst vermieden werden. Eine weitere Probenentnahme sollte nur im Ausnahmefall erfolgen.
Werden zusätzlich Proben im Rahmen einer Instandsetzung notwendig, sind dafür Punkte im Tragwerk zu wählen die wenig belastet sind (zum Beispiel überstehende Trägerenden, Nullstäbe). Bei einer Beprobung der Objekte ist eine ausführliche Dokumentation zwingend notwendig (siehe folgende Seiten)[103].
Die Probennahme sollte mittels Trennscheibe oder durch Sägen erfolgen. Die Benutzung von einem Schweißbrenner ist zu vermeiden, da durch die Hitzeeinwirkung gerade bei kleinen Probestücken eine künstliche Alterung hervorgerufen werden kann. Spätere Messergebnisse können dadurch verfälscht werden.

7.6. Metallografische Untersuchung

Die Metallografie ist ein Teilbereich der Metallkunde und der Struktur- und Gefügeanalysen von Metallen. Mit Hilfe von metallografischen Untersuchungen kann das Gefüge von metallischen Werkstoffen qualitativ und quantitativ genauer bestimmt werden. Dabei ist vor allem der Aufbau, Menge, Größe, Form und Verteilung der Gefügebestandteile von Interesse[104]. Metallografische Untersuchungen finden vor allem in der Werkstoffkunde und der Qualitätssicherung eine Rolle. Bei historischen Bauwerken können diese Erkenntnisse natürlich auch angewendet werden. Wie bereits in Kapitel 5 beschrieben sind Eisenwerkstoffe industriell zusammengefügte Mineralstrukturen, die sehr deutliche Eigenschaftsunterschiede aufweisen können.

[103] Ein mögliche Formblattvorlage findet sich zusätzlich im Anhang
[104] [Schumann und Oettel, 2007]

Metallografische Untersuchungen gliedern sich die folgenden Arbeitsschritte: einbetten, schleifen und polieren, ätzen. Sind die Probekörper entsprechend vorbereitet können die Probeflächen unter Lichtmikroskopen genau ausgewertet werden.
Dabei können sowohl einfache Lichtmikroskope, als auch Transmissions- und Rasterelektronenmikroskope verwendet werden. Je nach gewünschter Auflösung, Schärfe und Ausstattung des Labors.

Grundlagen

Zum besseren Verständnis der Aussagekraft metallografischer Gefügebilder soll an dieser Stelle noch einmal kurz auf den chemisch-strukturellen Hintergrund eingegangen werden.
Technisch genutzte Eisenlegierungen enthalten meist Kohlenstoff[105], da er die Festigkeit positiv beeinflussen kann. Vor allem bei historischen Eisenwerkstoffen können sich die Kohlenstoffgehalte deutlich unterscheiden. Mit dem Wissen um die Herstellung und die handwerkliche Fertigung lassen sich die metallischen Werkstoffe eindeutig unterscheiden. Neben Kohlenstoff können auch andere Legierungselemente und Verunreinigungen im Eisen enthalten sein. Deren Höhe und Verteilung kann die Festigkeitseigenschaften stark beeinflussen (siehe auch Kapitel 5).
Festigkeitsbestimmend für historische Eisenwerkstoffe ist der Kohlenstoff, dieser lässt sich relativ einfach über die Schliffbilder darstellen. Andere Legierungselemente und deren genauer Gehalt lassen sich im Zweifelsfall nur noch mittels Rasterelektronenmikroskop oder Elektronenstrahlmikroanalyse bestimmen.
Entsprechend der Verarbeitungstemperatur und Zeit kann Kohlenstoff gelöst als Mischkristall, als elementarer Kohlenstoff oder als chemische Verbindung vorliegen[106]. Diese einzelnen Zustandsphasen lassen sich mehr oder weniger eindeutig im Schliffbild anhand von Farbunterschieden und Korngrenzen charakterisieren.
Das folgende Diagramm zeigt die einzelnen Zustandsphasen innerhalb eines Eisenwerkstoffes, abhängig von Schmelztemperatur und Verarbeitungszeit. Das Diagramm lässt eine Ablesung in beide Richtungen zu. Sind, wie bei historischen Eisenbauteilen, zum Beispiel

[105] [Schumann und Oettel, 2007] S. 572
[106] [Schumann und Oettel, 2007] S. 572

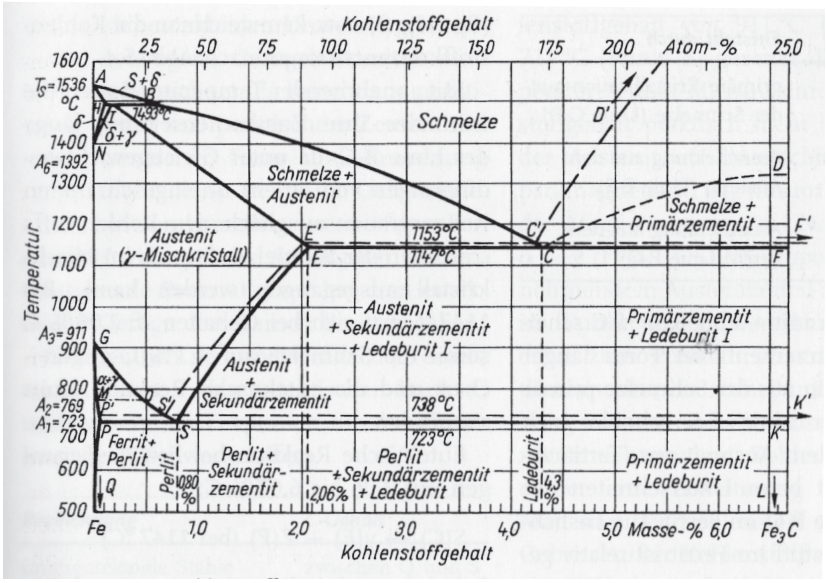


Bild 086: Eisen - Kohlenstoff - Diagramm [Schumann und Oettel, 2007]

Bild 087: Fundstück A10-1 Meridianhaus Juni, 2010

die Randbedingungen nicht bekannt, kann der geschulte Metallograf über das Schliffbild Rückschlüsse auf die Verarbeitung und eventuelle Legierungsbestandteile ziehen.

Bild 088: Fundstück A10-2 Meridianhaus Juni, 2010

Herangehensweise:

Zur qualitativen Abschätzung des am Gebäude A10 verbauten Eisenwerkstoffes, wurden zwei bereits vom Tragwerk gelöste Fundstücke in unmittelbarer Umgebung des Meridianhauses geborgen (siehe Bild 087 - 089). In Vorbereitung auf die Untersuchung, wurden bei Probe 1 (Flacheisen) ein Quer- und ein Längsschliff herausgearbeitet. Bei Probe 2 (Winkelprofil) war fraglich in wieweit ein Restquerschnitt noch vorhanden war. Von dem ursprünglichen Abmessungen (2,5 x 2,5) konnte ein Restquerschnitt von je 1,5 cm Kantenlänge präpariert werden. Die Proben werden im Folgenden noch einmal ausführlich beschrieben.

Bild 089: Winkelprofil A10_2 im Detail

Proben Nr.: A10-1.1	Objekt: Meridianhaus (A10)	**Datum:** Juni 2010
Bauteil: Flacheisen, Randprofil	Erfassungsbogen Probenentnahme	

Probenbeschreibung:

Fundstück A10-1, Probe A10-1.1 (Querschliff), flaches Eisenprofil,
Verbindungsstück zwischen äußerer Blechabdeckung und Tragwerk.
Einseitig mit Farbbeschichtung

Fundstelle/Lage der Probe:

Bild 090: Probe A10-1.1 Fundstelle, Juni 2010

Bild 091: Detailaufnahme der Fundstelle

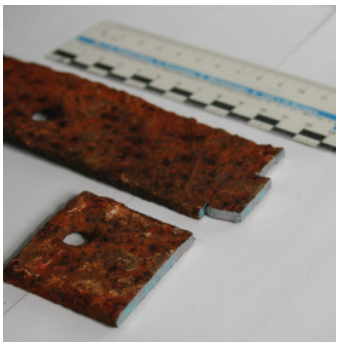


Bild 092: Fundstück nach der Probenpräparation (Referenzmaßstabeinteilung 1 cm)

Proben Nr.: A10-1.2	Objekt: Meridianhaus (A10)	**Datum:** Juni 2010
Bauteil: Flacheisen, Randprofil	Erfassungsbogen Probenentnahme	

Probenbeschreibung:

Fundstück A10-1, Probe A10-1.2 (Längsschliff), flaches Eisenprofil,
Verbindungsstück zwischen äußerer Blechabdeckung und Tragwerk.
Einseitig mit Farbbeschichtung

Fundstelle/Lage der Probe:

Bild 093: Probe A10-1.2 Fundstelle, Juni 2010

Bild 094: Detailaufnahme der Fundstelle

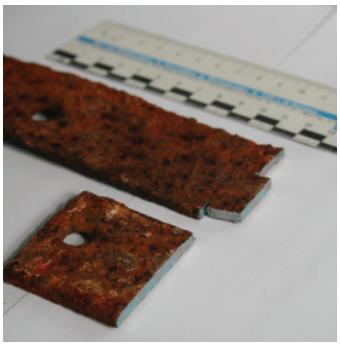


Bild 095: Fundstück nach der Probenpräparation (Referenzmaßstabeinteilung 1 cm)

Proben Nr.: A10-2	Objekt: Meridianhaus (A10)	**Datum:** Juni 2010
Bauteil: Winkeleisen	Erfassungsbogen Probenentnahme	

Probenbeschreibung:

Fundstück A10-2, Probe A10-2 (Querschliff), Winkelprofil als Randeinfassung für äußere Fassadenabdeckung (Eisenblech), keine Verbindung mehr zum Tragwerk, Fundstelle etwa 20cm von Gebäude entfernt. Starke Korrosionsspuren mit schichtartiger Ausbildung.

Fundstelle/Lage der Probe:

Bild 096: Probe A10-2 Fundstelle, Juni 2010

Bild 097: Detailaufnahme der Probe

Bild 098: Fundstück nach der Probenpräparation (Referenzmaßstabeinteilung 1 cm)

Nach dem Präparieren wurden die Proben zunächst fotografisch erfasst. Die Aufnahmen (siehe Anhang IV) lassen bereits deutliche Gefügeunterschiede erkennen. Dann erfolgte ein weiterer Schleifvorgang um die Endpolitur zu erzielen. Danach wurden die Proben ebenfalls unter dem Mikroskop begutachtet. Durch in der Endpolitur enthaltene Chemikalien sind die Gefügegrenzen bereits jetzt erkennbar (siehe Abbildungen im Anhang IV).
Abschließend wurden die Proben mit einer Nitallösung[107] geätzt. Bei dem klassischen chemischen Ätzen geht das Metall unter Elektronenabgabe in Lösung (Redoxreaktion). Die Ätzlösung wirkt als Katode, wobei die Oxidation an der Probenoberfläche stattfindet. Durch die im Material vorhandenen Inhomogenitäten (sowohl chemisch als auch physikalisch) gliedert sich die Schlifffläche in kleine lokale Elemente mit unterschiedlichen Potenzialen.
Durch den Ätzangriff werden die anodischen Bereiche stärker verändert als die kathodischen, dadurch entsteht ein sogenanntes Mikrorelief. Diese Relief entsteht durch unterschiedliche Reflexionsbereiche die den Einschlüssen, Korngrenzen und anderen kennzeichnenden Inhomogenitäten entsprechen. Dadurch wird deren Bestimmung, Zuordnung und eine grobe Klassifizierung zur Güte des Eisenwerkstoffes möglich.[108]
Die Präparation erfolgte mit den Geräten und unter Anleitung des Metalllabors der Metallrestauratoren der Fachhochschule Potsdam (Prof. Freitag und Laborleitung E. Laabs). Das ausführliche Protokoll der Untersuchungen ist in Anhang IV aufgeführt. Die Auswertung erfolgte in Abstimmung mit Prof. Freitag (FB 2) und U. Müller (Mitarbeiter im FB 3). Im Folgenden sind die grundlegenden Erkenntnisse zu jeder Probe kurz aufgeführt und die eventuelle Beeinflussung auf den Tragfähigkeitsnachweis vermerkt.

7.6.1 Erkenntnisse zu den Bauwerksproben

Die Probe A10_1 weist deutliche Kennzeichen für das sogenannte Schweißeisen (auch als Puddlestahl bekannt) auf. Ähnlich dem blätterteigartigen Gefüge von Puddlestahl gliedern sich hier in

[107] Das hier verwendete Mischungsverhältnis der Nitallösung war 100ml Wasser zu 5ml Salpetersäure.

[108] [Schumann und Oettel, 2007] S. 565ff

Quer- und Längsschliff sowohl die Schlackeeinschlüsse, als auch die unterschiedlichen Gefügezonen. In einzelnen Abschnitten sind erhebliche Verunreinigungen festzustellen. Die genaue Zusammensetzung der Einschlüsse ist nicht bekannt, vermutlich handelt es sich um Mangan-Silizium-Oxide. Die Mischoxide lassen sich hier nur durch die verschiedenen Grautöne unterscheiden. Einen genaueren Aufschluss kann man nur mittels weiterführender Untersuchungen erhalten.
Das Primärgefüge ist zeilig, wobei die Herstellungsart nicht wirklich eingegrenzt werden kann. Möglich ist einerseits eine Herstellung durch walzen, andererseits kann aber auch auf Grund der geringen Werkstoffgröße die Form des Paketierens zur Herstellung angewendet worden sein. Dabei werden verschiedene Eisenwerkstücke erneut bis zum Glühen erhitzt und dann durch Schmieden oder Walzen zusammengefügt.
Der Werkstoff hat keine hohe Festigkeit, da der Kohlenstoffanteil im Durchschnitt bei lediglich 0,05 % liegt. Hauptsächlich ist die Ferritphase nachweisbar, die Perlitphase ist nur vereinzelt in Randbereichen erkennbar. Es handelt sich um einen spröden Baustoff, mit einer geringen Verformbarkeit und einer geringen Festigkeit.

Die Probe A10_2 zeigt ein deutlich anderes Bild. Anhand des Korngefüges lässt sich der Werkstoff als höherwertiges Schweißeisen klassifizieren. Die Probe zeigt sich im Ganzen homogener. Auch hier ist ein zeiliges Gefüge erkennbar, allerdings mit deutlich weniger Einschlüssen und Verunreinigungen. Die in den vorherigen Proben deutlich sichtbaren oxidischen und sulfidischen Einschlüsse sind hier nur in sehr geringer Anzahl vorhanden. Der Kohlenstoffanteil ist deutlich höher als bei Probe A10_1. Gut erkennbar sind innere Unregelmäßigkeiten, die dem äußeren Verlauf der Form entsprechen, also herstellungsbedingte Gefügeänderungen.
Der Werkstoff hat eine höhere Festigkeit, vergleichbar mit der von üblichem Schweißeisen. Die perlitischen Phasen zeigen sich deutlich im Gefüge. Der Baustoff ist nicht ganz so spröde, mit einer guten Festigkeit und mäßigen Verformbarkeit.

7.7. Angepasster Standsicherheitsnachweis

Auf Grund der nachträglich gewonnenen Erkenntnisse durch die metallografischen Untersuchungen können für das Meridianhaus keine wirklich höheren Festigkeitswerte zugrunde gelegt werden. In der Annahme, dass die tragenden Konstruktionsprofile dieselbe Herstellung wie Probe A10_2 aufweisen, lassen die angesetzten Werte für historisches Schweißeisen keine Reserve zu.

7.8. Auswertung

Die genauen statischen Nachweise sind in dem jeweiligen Anhang zu finden. Für beide Gebäude konnte die Standsicherheit nachgewiesen werden. Teilsicherheitsbeiwerte und abmindernde Materialkennwerte wurden erst einmal vernachlässigt. Die lange Standzeit spricht für entsprechende Reserven im Tragwerk. Allerdings sind die vorhandenen Träger auf ihren Restquerschnitt hin zu prüfen. Je nach Auslastung können beanspruchte Bauteile durchaus am Tragwerk verbleiben, wobei die statisch maßgebenden Werte nicht unterschritten werden sollten. Voraussetzung ist aber unbedingt die Aufbringung eines neuen, umfassenden Korrosionsschutzes, der einer regelmäßigen Kontrolle und Erneuerung unterliegt.
Die Zugänglichkeit für die Gebäude ist nur eingeschränkt möglich. Der Fußboden im Meridianhaus ist die augenscheinlichste Schwachstelle. Hier sollte eine Begehung nur mit großer Vorsicht erfolgen. Auch wenn keine umfassenden Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt werden, sollten zumindest die Fußbodenträger überprüft und sehr wahrscheinlich unterstützt werden. Ansonsten droht der unwiderbringliche Verlust an historischer Substanz und die mögliche Zerstörung der gläsernen Fußbodenplatten.
Am Breitenhaus sind die überstehenden, freibewitterten Trägerenden am stärksten gefährdet. Als Ergänzung zum notwendigen Korrosionsschutzanstrich wird zusätzlich ein konstruktiver Witterungsschutz vorgeschlagen.
Der Erhaltungszustand der beiden Gebäude entspricht im Allgemeinen den zu erwartenden Schädigungen durch die Standzeit und die mangelhafte Unterhaltung. Der Grad der Schädigung hat in einigen

Fällen Einfluss auf die Notwendigkeit und die Durchführbarkeit von Instandsetzungsmaßnahmen. Das entwickelte Maßnahmenkonzept (Kapitel 8) berücksichtigt die maßgebenden Einflussfaktoren und gliedert die Arbeitsschritte nach Innen- und Außenraum.
Sollten die Gebäude der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden, sind neben den obligatorischen Korrosionsschutzmaßnahmen vor allem im Fußbodenbereich des Meridianhauses deutliche Verstärkungsmaßnahmen notwendig.

8. Instandsetzungskonzept

Erhaltungsgrundsätze[109]: Ausgehend von der wissenschaftlich historischen Bedeutung der Gebäude und der Konstruktionsausführung wird die Erhaltung im Sinne der Charta von Venedig befürwortet[110]. Zusätzliche Anforderungen durch das Nutzungskonzept als Teil des Schülerlabors sind zum aktuellen Zeitpunkt nicht zu erkennen. Weitere Einschränkungen, die durch im Land Brandenburg geltende Gesetze zu beachten sind werden im Folgenden kurz erläutert. Die Grundlage ist das in Kapitel 3.5 genannte Nutzungskonzept. Sollte es im Laufe der Planung zu einer anderen Nutzung kommen sind eventuelle Einschränkungen erneut abzuklären. Die Gebäude mit geringer Höhe sollen zum zeitweiligen Aufenthalt von Personen dienen (Aufenthaltsraum nach §40 Brandenburgischer Bauordnung[111]). Beide Gebäude weisen keine Feuerstätte auf und sollen auch nicht beheizt werden (Vorbeugung von Bränden), elektrische Leitungen und auch ein Blitzschutzsystem sind jeweils vorhanden (Funktionalität muss geprüft werden). Die Anforderungen an Flucht- und Rettungswege sind gering, da die Gebäude über keine Treppenanlage verfügen und eine Flucht ebenerdig ins Freie sicher möglich ist (§ 29 BbgBO). Anforderungen an Schall- und Wärmeschutz sind auf Grund der Nutzung und im Rahmen des Bestandsschutzes zu vernachlässigen. Vielmehr muss auf die Einbringung einer Dämmschicht mit Verweis auf die Nutzung der Messinstrumente und deren Temperaturausgleich mit der Außenluft verzichtet werden.

Die Instandsetzungsarbeiten sollen so substanzschonend wie möglich umgesetzt werden, dabei soll es lediglich zum Austausch von einzelnen Trägern kommen, auf den Rückbau von Konstruktionsteilen sollte verzichtet werden. Zu beachten ist die Reduzierung der Personenanzahl die sich zu einer Zeit in dem jeweiligen Gebäude aufhalten darf (verringerte Personenanzahl bei reduzierter Verkehrslast).

Neu eingebrachte Werkstoffe sollen sich in der Farbgebung vom

[109] [Barnickel, 2002] - Ulrich Barnickel „Metall an historischen Gebäuden, Geschichte, Gestaltung, Restaurierung“ 2002 München, Deutsche Verlags Anstalt GmbH, S. 75ff.

[110] [Martin und Krautzberger, 2006] S. 187 ff.

[111] [Brandenburgische Bauordnung, Stand 13. April 2010]

Bestand unterscheiden. Die Nuancierung der Farbgebung sollte erst bei nahem Betrachten zu erkennen sein. Eine deutliche Abgrenzung wie zum Beispiel in Bild 099 sollte vermieden werden.
Die einzelnen im Folgenden besprochenen Maßnahmen sind noch einmal gesondert bezogen auf die Menge in einer Tabelle im Anhang I und II zusammengefasst. Bei ausgewählten Instandsetzungsmaßnahmen folgen im Kapitel 8.5 definierte Randbedingung und Arbeitsvorgaben. Die Vorbereitung und Durchführung der Arbeiten sind entsprechend zu dokumentieren. Zusätzliche historische Befunde und die Materialität der Neueinbauten sollten zentral in einem Gebäudebuch zusammengefasst werden, um späteren Instandsetzungsarbeiten die Recherchearbeiten zu erleichtern.

Bild 099: Detail einer Ergänzung im Natursteinsockel ohne farbliche Anpassung an einem Institutsgebäude auf dem Telegrafenberg, Februar 2011

8.1. Meridianhaus

Unter Zugrundelegung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse zeigt sich ein eindeutiges Bild für das Meridianhaus. Das Gebäude an sich funktioniert ohne große Beeinträchtigungen. Hauptschadensbereich ist die Sockelzone und die verdeckt eingebauten Fußbodenträger.
Im Fundamentbereich soll keine Änderung der Konstruktion erfolgen. Der Einbau einer Drainage sollte erst nach Bestimmung des anstehenden Erdreichs in Erwägung gezogen werden.
Das Mauerwerk im Sockelaußenbereich soll gereinigt und neu verfugt werden. Eine Salzbelastung des Mauerwerks kann nicht ausgeschlossen werden. Dieser Sachverhalt sollte bei der Entsorgung des Altmaterials und der Auswahl des Fugenmörtels beachtet werden. Eine umfangreiche Entsalzungsmaßnahme ist nicht angedacht. Sie macht nur Sinn nach dem Einbringen einer Horizontalsperre, allerdings spricht sowohl die Nutzung als auch die Gebäudephysiologie gegen einen nachträglichen Einbau. Die Abdichtungsebene verbleibt innerhalb des Natursteinsockels.
Der Natursteinsockel muss teilweise gefestigt, durch Vierungen ergänzt und mit Ersatzmörtel angearbeitet werden. Dabei ist eine vorhandene Salz- und Feuchtebelastung zu beachten. Die Werksteine weisen eine lokal Sinterkrusten und umlaufend eine deutliche Patina auf. Ebenso zeigt die Tropfkante deutliche Alterungsspuren. Diese sollen soweit wie möglich erhalten bleiben, sowohl was die Farb- als

auch die Formgebung angeht. Der Befund zur roten Farbfassung der Natursteine am Meridianhaus sollte noch einmal durch einen Restaurator geklärt werden, eventuell wird ein Anstrich der Natursteine notwendig.
Am Übergang zwischen den Material- und Abdichtungsebenen, dem Mauerwerk und Naturstein sind die Mauerwerksanker der Dachkonstruktion eingelassen. Entsprechend den historischen Bauzeichnungen handelt es sich vermutlich um Durchsteckanker die unterseitig über eine Ankerplatte in einer Aussparung im Mauerwerk verankert sind. Die Anker sind wahrscheinlich in einem Zementmörtelbett eingelassen und müssen herausgebohrt werden. Dabei sollte ein Bohrkerndurchmesser von 50 mm ausreichen. Im Bereich der Radauflager ist eventuell ein Winkelaufsatz für die Kernbohrungen einzuplanen.
Die aufgehende Wand- und Dachkonstruktion sowie die Fußbodenträger müssen nach Abnahme der Bleche und Glasplatten auf die Restquerschnitte hin überprüft werden. Auf Grund der Entlüftungssituation und der besseren Instandsetzung der Korrosionsanstriche sind bei den oberirdischen Tragwerksteilen keine strukturell beeinträchtigenden Schäden zu erwarten. Schwerpunkt der Prüfung sollte der Firstbereich, der Bereich in dem die Wellblechdeckung beeinträchtigt ist (Fassade 2) und die Fußbodenebene sein.
Im folgenden sind die einzelnen Arbeitsschritte der Instandsetzung nach Außen- und Innenraum getrennt, beginnend mit dem Hauptschadensbereich aufgeführt. Die Arbeitsschritte korrespondieren mit den massebezogenen Angaben im Anhang I.

Maßnahmen im Innenraum:

- Freilegung des Fußbodens
- Einlagerung der Glasplatten zur weiteren Aufarbeitung
- Reinigung und Entrosten der vorhandenen Trägerlagen
- Prüfung der vorhandenen Restquerschnitte
- Austausch, Verstärkung zerstörter Querschnitte oder Einbau unterstützender Träger, ein kompletter Austausch sollte vermieden werden
- Säuberung des Fundamentzwischenraumes
- Abtrag der auf der Mauerkrone befindlichen Verunreinigung

- Prüfung der Mauerwerksanker mit Gegenplatte, Erneuerung des Korrosionanstriches, bzw. Austausch durch neue Stahlanker (freibohren der vorhandenen Anker und Ausbau)[112]
- Reinigung der Dachöffnungsmechanik
- neuer Putz und Anstrich für die Gerätepfeiler und die Sockelzone der Außenwände
- Wiedereinbau der Glasplatten, Zerstörte als Gitterroste ersetzen, Glasplatten nicht im Kittbett einbauen, besser punktuell über Klemmen verankern, eventuell während Bauzustand mit stoßunempfindlichen Platten abdecken
- Rutschfestigkeit ist zu prüfen, je nach Nutzung zusätzlicher Bodenbelag zum sicheren Begehen vorsehen

Maßnahmen im Außenraum

- Aufstellung eines Gerüstes ohne Verbindung zum Tragwerk, als freistehendes Wetterschutzdach
- Abnehmen der Bleche, Einlagerung zur weiteren Bearbeitung, Reinigung und Entrostung sämtlicher eiserner Konstruktionsteile, Kontrolle der Querschnittsmaße
- metallische Ergänzungen traditionell anschließen, Ergänzungsmaterial farblich erkennbar machen
- Prüfung der Nietverbindungen, Aufarbeitung geschädigter Verbindungen
- Reinigung und Überarbeitung des Natursteinsockels
- Altvierung an Fassade 3, linker Vorsprung ersetzen, eventuell Verwendung vorhandener Bruchstücke
- Prüfung der Mauerwerksanker auf den Vorsprüngen an Fassade 1 und 3, Erneuerung des Korrosionanstriches, bzw. Austausch durch Edelstahlanker (freibohren der vorhandenen Anker und Ausbau)
- Mauerwerksanker der Radauflager bei Befund herausbohren und in Edelstahl wieder einsetzen
- Gusseiserne Radauflagerung und Schienenkonstruktion reinigen und bei Bedarf entrosten (bei Erneuerung von Anschlüssen

[112] Im Allgemeinen würden hier Edelstahlanker eingesetzt, allerdings erhöht dies die Korrosionsbelastung der historischen Konstruktion, daher sollte als Werkstoffkennwert S235 gewählt werden.

nur Schrauben verwenden, Beanspruchung durch Niethammer zu groß, Materialbedingt ist schweißen nicht möglich)
- Reinigung des Mauerwerksockels, Fugen erneuern
- umlaufendes Kiesband etwa 50 cm breit einbauen, Randeinfassung
- Aufbringen der restaurierten Innenbleche mit neuem Anstrich
- Anarbeitung sämtlicher Randeinfassungen zur Gestaltung einer geschlossenen Dachfläche (Begradigung verbogener Profile)

8.2. Breitenhaus

Das Breitenhaus weist einen guten Erhaltungszustand auf. Die Instandhaltung des Korrosionsanstriches, zumindest für einen großen Zeitraum der Nutzung, zeigt seinen positiven Einfluss. Einziger Schwachpunkt der Konstruktion sind die frei bewitterten Verbindungspunkte des auf Sockelhöhe befindlichen Trägerrostes.
Der Fundamentbereich soll nicht geändert werden. Für die Barbeitung des Natursteinsockels die Erneuerung des unterseitigen Korrosionsschutzes ist es denkbar das Gebäude mittels Hebevorrichtung auf eine entsprechende Höhe anzuheben. Eine Verteilung der Hebevorrichtung auf acht Anschlusspunkte, über Eck an den überstehenden Trägern sollte ausreichen.
Der Natursteinsockel weist kaum Schäden auf. Eine Reinigung sollte ausreichen. Dabei ist eine vorhandene Salz- und Feuchtebelastung zu beachten. Vorhandene Alterungsspuren der Farb- und Formgebung sollen soweit wie möglich erhalten bleiben. Der gelöste Verband am Übergang von Wand 3 zu Wand 4 sollte wieder begradigt werden.
Am Übergang zwischen den Material- und Abdichtungsebenen, dem Mauerwerk und Naturstein existiert keine Verbindung.
Die aufgehende Wand- und Dachkonstruktion sowie die Fußbodenträger müssen nach Abnahme der Bleche auf die Restquerschnitte hin überprüft werden. Auf Grund der freien Bewitterung der überstehenden Trägerenden sollte hier der Schwerpunkt der Prüfung sein.
Im folgenden sind die einzelnen Arbeitsschritte der Instandsetzung nach Außen- und Innenraum getrennt. Die Arbeitsschritte korrespondieren mit den massebezogenen Angaben im Anhang II.

Maßnahmen im Innenraum:

- Säuberung der innenverlaufenden Stahlseilaufbauten, Dachöffnung wieder gangbar machen,
- Aufarbeitung der Eingangstür
- Herausnahme des Linoleumbelages, Überprüfung der Holzdielen, wenn möglich Überprüfung des darunterliegenden Hohlraumes, gegebenenfalls Säuberung
- Abbau der Verkleidung des Instrumentenpfeilers, Überprüfung des Aufbaus, Säuberung und Entrostung
- Abbau der Bleche, Reinigung, Entrostung und Einlagerung zur Erneuerung des Korrosionsanstriches
- Reinigung und Entrosten sämtlicher metallischer Tragwerksteile, Prüfung der Querschnittsgrößen der Wandstiele und der Anschlußverbindungen auf Kraftschlüssigkeit
- Aufarbeiten der Ventilationsöffnungen

Maßnahmen im Außenraum:

- Die Erreich- und Sichtbarkeit des Breitenhauses bedingt ein neues Wegekonzept in unmittelbarer Umgebung des Gebäudes, der jetzige Zustand ist wenig repräsentativ. Aufarbeitung der vor dem Gebäude eingebrachten Wegbegrenzung
- Erneuerung der Eingangsstufe als Gitterroststufe
- Säuberung des Natursteinsockel, Neuverfugung, die lokal verschobenen Natursteine wieder in den Verband intergrieren
- Überarbeitung der Eisenträger, Reinigung und Entrosten, Überprüfung der Mindestquerschnitte
- Wiederaufbringen eines Korrosionsschutzes auch auf den Unterseiten, vor allem im Auflagerbereich zur gusseisernen Stütze
- Prüfung der geschraubten Verbindungen auf Kraftschlüssigkeit
- nach Reinigung und Säuberung, Erneuerung des Korrosionsschutzes an den gusseisernen Einzelstützen

8.3. Ausstehende Untersuchungen

Im Rahmen der Instandsetzungsarbeiten sind bauablaufsbegleitend weitere Untersuchungen empfehlenswert. Auf Grund der speziellen Ausführung (innen und außen angebrachte Blechverkleidungen) war es bei beiden Gebäuden nicht möglich Verbindungsstellen der Dach- und Wandkonstruktionen näher in Augenschein zu nehmen. Verbindungstellen zwischen eisernen Trägern sind im Allgemeinen aber die Schwachpunkte der Konstruktion, genietete noch eher als geschraubte Verbindungen[113]. Sind eindeutige Schwachstellen nachweisbar, ist der Tragfähigkeitsnachweis anzupassen, eventuell ändern sich die definierten Lagerungsbedingungen. Die folgende Übersicht (Tabelle 005) führt die Untersuchungen und deren möglichen Erkenntnisgewinn auf.

Empfohlene Untersuchung	Erkenntnis
Fundamentschachtung	Aufbau, Maßhaltigkeit der Konstruktion, eventuell zusätzlich vorhandene Abdichtungsebene, Bauteilzustand bei abweichenden Ziegelfabrikaten
Endoskopische Mauerwerksuntersuchung	Zur Klärung des genauen Aufbaus gerade in sehr breiten Mauerwerksabschnitten (Mehrschaligkeit), dient nur dem Verständnis der Bautechnik, keine Grundlage durch bisherige augenscheinliche Schadensbefunde

[113] Untersuchungen mit Ultraschall sind am Meridianhaus nur bedingt einsetzbar, da das inhomogene Gefüge von Schweißeisen aussagekräftige Messungen verhindert. Radiografie und Wirbelstromverfahren sind vermutlich durch die geringe Größe der einzelnen Träger nicht wirklich zielführend anwendbar.

Empfohlene Untersuchung	Erkenntnis
Visuelle Untersuchung	Inspektion der bisher verdeckten Verbindungsstellen der eisernen Konstruktion, Erkennen möglicher Schadstellen, vorallem bei gelockerten Verbindungsstellen
Farbeindringverfahren auf Eisenträgern	Oberflächenrisse im Metall werden durch Aufbringen einer Farbemulsion, nach vorheriger Entfernung sämtlicher Korrosions- und Farbschichten, sichtbar gemacht. Einfache Handhabung, allerdings keine absolute Rissdetektierung möglich (bei Verschluss der Risse durch Korrosionsprodukte).
Magnetpulvermethode	Für Untersuchungen an kleineren Teilbereichen in etwa 20 cm eiserner Träger. Nach Magnetisierung des Materials wird eine Emulsion mit feinen Eisenpartikeln aufgebracht. Unter UV-Licht werden dadurch Oberflächenrisse und -poren sichtbar.

Tabelle 005: Übersicht weiterführender Untersuchungen[114]

8.4. Helmertturm

Der Helmertturm war nicht Bestandteil der Material- und Gebäudeuntersuchungen, er muss gesondert genauer begutachtet werden. Hier sei aber unbedingt auf die augenscheinliche Notwendigkeit hingewiesen die Fassadenabdeckung wieder instand zu setzen. Da sowohl die Treppe als auch der obere Umlauf direkt an die jetzt außenliegende Stahlfachwerkkonstruktion angeschlossen sind, ist es, für einen Erhalt dieser, zwingend notwendig einen entsprechenden

[114] Untersuchungen zur Rissdetektierung bei genieteten Konstruktionen aus [Helmerich, 2005 S. 72]

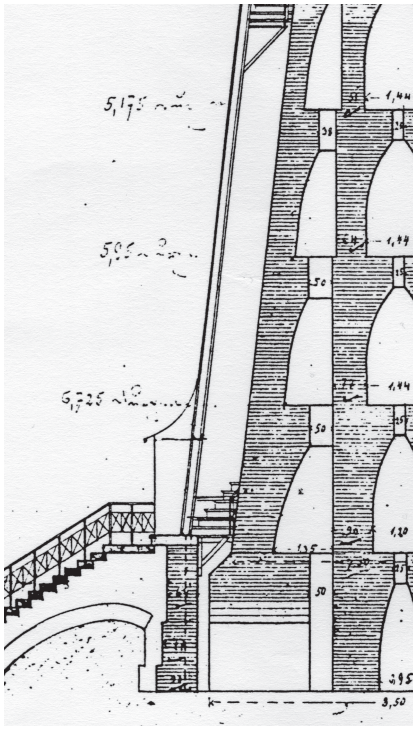


Bild 100: Historischer Schnitt Helmertturm [Aus der Plansammlung des Denkmalschutzamtes der Stadt Potsdam]

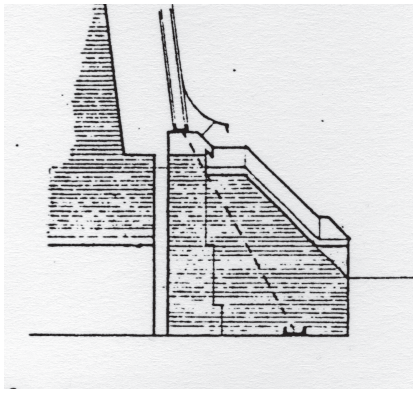


Bild 101: Historisches Detail Helmertturm, Strebepfeiler [Aus der Plansammlung des Denkmalschutzamtes der Stadt Potsdam]

Witterungsschutz anzubringen. Eine Möglichkeit wäre die Rekonstruktion nach historischem Vorbild in Wellblech. Alternativ wäre aber auch eine Verkleidung mit teilweise transparenten Kunststoff oder Glaspanelen denkbar. Hierbei sollten dann die inneren, nicht historischen Bleche abgenommen werden. Zwar gehören diese mittlerweile zur Gebäudegeschichte, allerdings ist die mangelhafte Ausführung (großflächig abblätternde Kunststoffschichten an der Aussenfassade) dem Ansehen des Gebäudes nicht zuträglich. Die „Freilegung" des Stahlgerüstes, oder vielmehr des Mauerwerkkerns bietet Platz für eine stilvolle Inszenierung der Gebäudehülle, die dem Objekt themenbezogen als zusätzliche Ausstellungsfläche dienen könnte. Denkbar sind hier wechselnde Lichtinstallationen, Projektionen oder eine Nutzung als virtuelle Leinwand.

Zusätzlich zu der offensichtlichen Beeinträchtigung der Gebäudestabilität sei außerdem auf die in den historischen Bauzeichnungen dargestellte Sockelkonstruktion hingewiesen. Ähnlich der Fußbodensituation des Meridianhauses ist auch am Helmertturm im Sockelbereich eine Beeinträchtigung durch Feuchte zu erwarten. In den historischen Bauzeichnungen ist zwar keine Bodenabdeckung verzeichnet, dieser Umstand sollte bei einer Instandsetzungsplanung für den Helmertturm unbedingt noch einmal geprüft werden (siehe Bild 100 und 101). Außerdem sind die Wandverstrebungen in den vorgelagerten Strebepfeilern vermutlich mit eisernen Ankerstangen verankert. Die ungehinderte, wechselnde Feuchtigkeitsbelastung kann zum Korrodieren eingelassener Stahlteile geführt haben.

8.5. Maßnahmenbeschreibung

8.5.1 Mauerwerksinstandsetzung

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf das Klinkermauerwerk im Sockelbereich des Meridianhauses. Am Breitenhaus ist das Sockelmauerwerk nicht wirklich sichtbar und soll im Rahmen des neuen Geländeverlaufs auch nicht sichtbar bleiben, eine weitere Bearbeitung ist daher nicht vorgesehen.

Die Reinigung der hochgebrannten Ziegel soll durch Heißdampf (140 °C, maximaler Wasserdruck 2 bar) und händisches abbürsten der Oberflächen erfolgen. Sind die Ergebnisse nicht zufriedenstellend

können weitere Schritte erwogen werden. Dabei gilt es aber zu beachten, je intensiver die Behandlung sowohl mechanisch als auch chemisch, desto größer ist die Gefahr einer Schädigung und des Verlustes der Originalsubstanz.
Die vorhandenen Fugen sollen von Hand bis auf eine Tiefe von 2-3 cm ausgekratzt werden, die Kanten der Steine sollten nicht beschädigt werden. Der neueinzubringende Mörtel sollte in der Zusammensetzung, dem Zementanteil und der Farbigkeit an den Bestand angepasst werden. Fehlende Steine sind adäquat zu ersetzen. Eventuell können vor Ort verbliebene Bruchstücke weiterverwendet werden.

8.5.2 Natursteininstandsetzung

Die vorhandenen Natursteine sind mit Heißdampf (140 °C, maximaler Wasserdruck 2 bar) zu reinigen. Vor einer weiteren Bearbeitung sind die entfestigten Bereiche zu festigen. Die vorhandene Salzblastung am Meridianhaus ist dabei zu beachten. Eine eingehendere Bestimmung der Salze kann die Auswahl der Festigungs- und Ergänzungsmaterialien beeinflussen. Größere Fehlstellen entlang der Tropfkante sollen als Vierung ergänzt werden. Die Befestigung der Ersatzstücke erfolgt mittels Vernadelung in den Bestand. Bei geringfügigen Fehlstellen ist eine Anarbeitung mit einem Steinersatzmörtel ausreichend. An der Sockelebene soll auch nach der Instandsetzung die Gebäudegeschichte erkennbar sein. Auf eine entsprechende Farbigkeit der Einbauten ist zu achten.
Der Naturstein am Breitenhaus bedarf der gleichen Behandlung wie am Meridianhaus. Die grobe, doppeltgeschlagene Scharrour beim Breitenhaus soll erhalten bleiben. Hierbei ist zu beachten, das die hier verwendeten Steine vermutlich eine höhere Festigkeit haben, da sie weniger beansprucht sind. Eine Salzbelastung konnte am Breitenhaus nicht festgestellt werden.

8.5.3 Metallinstandsetzung

Die folgenden Ausführungen beziehen sich hauptsächlich auf die tragenden Eisenprofilträger. Die restauratorische Behandlung der Well- und Glattbleche am Meridianhaus durch Metallrestauratoren soll in einer gesonderten wissenschaftlichen Abhandlung beschrieben werden. Die restauratorischen Vorgaben können natürlich in

gleicher Weise dann auch am Breitenhaus Anwendung finden. Der genauen Vorgehensweise und Bearbeitungsreihenfolge kann und soll hier nicht vorgegriffen werden (mehr Informationen siehe Anhang V). Grundsätzlich sollten aber die folgenden Hinweise Beachtung finden, vor allem wenn es nicht zu einer Beteiligung von Metallrestauratoren kommt.

Blechreparaturen sollten immer in gleichem Material und Technik ausgeführt werden, wobei erfahrungsgemäß die Verbindungsstellen die Schwachpunkte sind. Eine handwerklich einwandfreie Ausarbeitung sollte angestrebt werden. Die Abdichtung von Fugen mit dauerplastischen Kunststoff- oder Bitumendichtmassen sollte vermieden werden[115].

Für die vorhandenen Trägerprofile gibt es ebenfalls einige Bearbeitungshinweise zu beachten. Ergänzungen und Verstärkungen sollten traditionell mit Schrauben oder Nieten (Meridianhaus) befestigt werden. Schweißen ist materialbedingt nicht möglich, bzw. würde es zusätzliche strukturelle Beeinträchtigungen hervorrufen[116]. Bei der Auswahl der Eisengüte sollte kein Material höherwertiger sein als S235. Damit soll die Kontaktkorrosion vermieden werden.

Bei der Überprüfung der vorhandenen Nietanschlüsse müssen die einzelnen Niete mit einem leichten Hammer abgeklopft werden. Sind Klangunterschiede festzustellen, handelt es sich vermutlich um strukturelle Unregelmäßigkeiten[117]. Ein Austausch der Nietverbindung ist dann notwendig. Dabei muss der Nietkopf abgefräst und der Schaft herausgeschlagen werden. Bei einer Schiefstellung muss der Schaft gegebenenfalls herausgebohrt werden. Eine Wiederverwendung ist nicht möglich. Vorhandene Nietlöcher sind vor dem Neuvernieten, oder dem Einsetzen von vorgespannten Schraubverbindungen um eine Nietgröße zu vergrößern. Dadurch werden eventuell vorhandene Mikrorisse beseitigt. Die Prüfung der Schraubverbindungen erfolgt ähnlich, durch in Augenscheinnehmen jeder Verbindung. Sollte das Lochspiel oder eine lockere Verbindung auf einen Befund hindeuten, ist die Verbindung zu lösen. Nach Reinigung der Verbindungsmittel

[115] [Linhardt, 2008] - Achim Linhardt „Handbuch Umbau und Modernisierung“ 2008, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH&Co. KG, Köln; S. 258

[116] Siehe auch Kapitel 5.5

[117] Eingrenzung der Untersuchungsstellen, nur visuell schadhafte Nieten untersuchen.

können diese wiederverwendet werden. Sollte allerdings der Korrosionsgrad zu hoch sein, sind neuwertige Schrauben und Muttern zu verwenden.
Um die Dauerhaftigkeit der eisernen Tragwerksteile zu verlängern ist ein umfassender Korrosionsschutz anzuwenden. Dies gilt für sämtliche metallische Einbauten. Die Blecheindeckung ist nicht absolut regendicht, daher ist auch innerhalb der Wände mit Feuchtigkeitsbeanspruchung zu rechnen. Zusätzlich dazu bedingt die eindringende Feuchtigkeit aus dem Erdreich einen umfassenden Schutz der Fussbodenträger.
Vor dem Auftragen eines neuen Anstrichs sind die vorhandenen Träger und Bleche zu reinigen und zu entrosten. Dabei sollten einfache mechanische Verfahren (abbürsten mit Drahtbürste) ausreichen. Die Reinigung sollte in Abstimmung mit einem Metallrestaurator erfolgen, vor allem vor dem Hintergund historische Farbfassungen zu erhalten. Ein kompletter Erhalt wird sich nur schwer umsetzen lassen, gerade da die Anstriche im Innenraum deutliche Alterungsspuren zeigen. Eventuell ist das Ablesen der historischen Befunde über sogenannte Sichtfenster, lokal begrenzte Bereiche zielführender. Dies ist abhängig von der späteren Nutzung, der Machbarkeit der Erhaltung von historischen Fassungen und den Vorgaben des Denkmalschutzes.
Grundsätzlich sollten spröde Korrosionsanstriche[118] verwendet werden. Dadurch ist eine Früherkennung von Schadstellen eher möglich, als bei Verwendung von elastischen künstlichen Silikonharzfarben. Die Verträglichkeit eines neuen Anstriches mit dem Bestand sollte mittels Probeflächen vor Beginn der Ausführungen untersucht werden. Ein ausreichend lange Beobachtungszeit ist in den Bauablauf einzuplanen.

8.6. Nachhaltungspflichten für die Gebäude

Für eine konstante Nutzung ist eine regelmäßige Kontrolle und Instandhaltung zwingend erforderlich. Gerade die Anfälligkeit von historischen Eisenkonstruktionen bei fehlendem oder ungenügendem

[118] [Helmerich 2005] S.21

Korrosionsschutz zeigen sich heute an den Gebäuden, ein weiterer Zerfall der überlieferten Zeugnisse sollte unbedingt vermieden werden. Ein umfassender Korrosionsschutz der Außen- und Innenwandflächen und vor allem der tragenden Bauwerksteile muss sich in jedem Fall in der späteren Nutzungs- und Unterhaltungskalkulation wiederfinden. Besonders zu beachten sind normalerweise verborgene Tragwerksteile. Eine intensive jährliche Prüfung aller Bauwerksteile, vor allem der abgedeckte Fußbodenträgerrost im Meridianhaus und der frei bewitterten Anschlusspunkte am Breitenhaus sollte unbedingt eingeplant werden.

9. Begriffserläuterungen

Azimut - (aus dem Arabischen; as-amut „die Wege“) als Azimut wird ein nach Himmelsrichtungen orientierter Horizontalwinkel bezeichnet. Er findet hauptsächlich in der Geodäsie, Vermessung und Astronomie Verwendung.

Baumannabdruck - (engl. Sulphurous print) Der sogenannte Baumannabdruck ist eine zerstörende Prüfung zur qualitativen Angabe der Materialart. Ein blank geschliffener und polierter Probekörper wird auf mit verdünnter Schwefelsäure getränktem Fotopapier aufgesetzt. Das auf dem Fotopapier vorhandene Silber reagiert dann mit dem im Eisenquerschnitt vorhandenen Schwefel.

Bruchdehnung - Als Maß der Verformbarkeit von Stahl, ergibt sich der Wert aus der Differenz der Werkstofflänge vor und nach dem Zugversuch.

Cremonaplan - Hilfsmittel zur zeichnerischen Bestimmung der Stabkräfte von statisch bestimmten Fachwerken, durch Einhaltung eines festgelegten Umfahrungssinn an den Fachwerkknoten wird erreicht, dass im Cremonaplan jede Stabkraft (trotz ihres Angriffs an 2 Knoten) nur einmal gezeichnet werden muss

Elastizitätsmodul - Beschreibt die Steigung der Hook´schen Geraden, einer idealisierten bildlichen Darstellung des Spannungs-Dehnungsverhaltens eines Werkstoffes.

Eisen - reines Eisen ist auf der Erde nur äußerst selten anzutreffen. Für die Herstellung von Roheisen werden überwiegend oxidische und carbonatische Eisenerze verwendet, die aus entsprechenden Lagerstätten gewonnen werden. Bei der Verarbeitung im Hochofen können die Prozesse so detailiert gesteuert werden, das die Qualität des Roheisens heute weltweit nahezu konstant ist.

Die Entwicklung der sogenannten Hochöfen begann bereits im Altertum. Allerdings kam es erst durch den Einsatz von Koks, anstelle von Holzkohle als Befeuerungsmittel (im 18. Jahrhundert) und die später verbesserte Anlagentechnik zu einer nennenswerten Produktionssteigerung.[119]

[119] aus Wenzel und Kleinmanns, 2001, S.5ff

Frischen - Roheisen wird durch das “Frischen” zu Stahl umgewandelt. Unter oxidierenden Bedingungen werden die ungünstigen Begleitelemente und der Kohlenstoff weiter ausgetrieben. Durch “Frischen” mit Luft (Atmosphärische Luft enthält bis zu 73% Stickstoff) wird ein hoher Anteil an Stickstoff in den Werkstoff gebracht.

Gilly, David - Deutscher Architekt (1748-1808) entwickelte um 1800 eine spezielle Holzbohlen-Bauweise weiter, bei der kurze Holzbohlen mit einander so vernagelt werden, das die daraus entstehenden Dachbinder eine spezifische Bogenform aufweisen. Die spezielle Konstruktion wurde unter dem Namen Gilly-Bohlenbinderdach bekannt.

Gusseisen - Bis zum 18. Jahrhundert direkt aus dem Hochofenabstich entnommen, mit einem sehr hohen Kohlenstoffgehalt von 2-5%. Historische Gusseisenwerkstoffe enthalten neben Kohlenstoff weitere Begleit- und Legierungselemente wie: Silicium, Phosphor, Mangan und Schwefel.

Historische industrielle Eisenherstellungsprozesse (nach Entstehungszeit geordnet):

Puddlestahl - Entwicklung des Verfahrens durch Henry Cort um 1784. Beim Puddle-Verfahren wird das Roheisen getrennt vom Brennstoff erhitzt. Durch ständiges Rühren (engl. to puddle) gelangt Luftsauerstoff in die Roheisenmenge und verdrängt den Kohlenstoff und andere Begleitelemente. Die Verminderung des Kohlenstoffanteils erhöht den Schmelzpunkt, wodurch sich einzelne Eisenklumpen abscheiden. Diese Luppen wurden herausgeholt und mittels Hämmern und Walzen zu Stäben zusammengeschweißt. Dadurch entstand die für Puddlestahl bzw. Schweißeisen typische blätterteigartige Struktur mit großen Schlacke-einschlüssen.

Bessemer-Verfahren - Um 1855 wurde eine neue Roheisenverarbeitungsanlage von Henry Bessemer entwickelt. Das in dem sogenannten Konverter erhitzte Roheisen wurde von unten über ein Windkasten mit Luft beblasen. Dadurch oxidierten die bekannten Roheisenbegleiter bis auf Phosphor. Die gefrischte Stahlschmelze wurde dann abgegossen und im Walzwerk weiterverarbeitet.

Thomas-Verfahren - 1878 entwickelte Sidney Thomas das Bessemer-Verfahren weiter, indem er eine phosphorbindene Innenverkleidung für den Konverter einführte. Somit war die Verarbeitung von Roheisen unabhängig von den Begleitbestandteilen möglich.

Hochofen - In einem Hochofen wandert das Einsatzgut (Eisenerz) von oben nach unten, die Brenngase wandern von unten nach oben, eine Art Gegenstromprinzip. Das Durchströmen der Brenngase bewirkt die Reduktion der oxidischen und carbonatischen Bestandteile des Eisenerzes. Reduktionsmittel sind dabei die Brenngase, die bei der Verbrennung des Koks entstehen. Das dabei entstehende Roheisen hat einen Kohlenstoffgehalt von 3-4%.

Metigo MAP - Als Arbeitserleichterung für Restauratoren bei der Kartierung von Oberflächen konzipiert, bietet dieses PC-Programm die Möglichkeit vor Ort aufgenommene Photos über die Rechteck-, Parallel-, oder Paßpunktentzerrung maßstabsgerecht entzerrt darzustellen. Bei allen Entzerrungsmöglichkeiten sind vor Ort Referenzstrecken zu messen und mit dem entzerrten Bild zu vergleichen. Allerdings ist auch hier darauf zu achten, dass bei unterschiedlich geneigten Oberflächen oder zahlreichen Vorsprüngen eine massengenaue Kartierung nur unter bestimmten Voraussetzungen erzeugt werden kann (siehe Photogrammetrie).

Meridian - leitet sich vom lateinischen "circulus meridianus" ab. In der Geografie und der Astronomie wird damit ein halber Längenkreis zwischen den beiden Polen bezeichnet. An allen Orten entlang dieses Längengrades steht die Sonne zur gleichen Zeit im Zenit.

Mire - auch als Mirenturm bezeichnet. Auf dem Gelände des Telegrafenbergs finden sich einzelne kleine Wellblechhäuschen, diese sind bauzeitliche Miren, Festpunkte zum Kalibrieren der Messinstrumente. Zusätzlich dazu fallen darunter auch die gesondert angesprochenen ziegelsichtigen Mirentürme.

Photogrammetrie - Die Einzelbildphotogrammetrie ist seit 1860 durch den damaligen preußischen Regierungsbauführer A. Meydenbauer (1834-1921) bekannt. Nach Arbeiten am Wetzlarer Dom erhielt Meydenbauer im Jahre 1885 den Auftrag ein Denkmälerarchiv auf Grundlage von Messbildern aufzubauen[120]. Diese „Messbildanstalt" nutzte bis in die dreißiger Jahre des 20. Jahrhunderts Meydenbauers Methoden. Seit der Jahrhundertwende erzielte die Stereophotogrammetrie (dreidimensionale Objekte) allerdings immer bessere Ergebnisse. Heute kann die rechnergestützte Auswertung der Einzel- und Mehrbildaufnahmen auch von Nichtfachleuten bedient werden.

Aber auch die Einzelbildphotogrammetrie hat noch immer ihre Berechtigung. Heutzutage ist es möglich fotografische Aufnahmen vergleichsweise einfach zu entzerren, um kameraeigene Ungleichheiten auf Grund des Herstellungsprozesses, aber auch durch eine nicht frontale

[120] Aus Klein, 2001

Aufnahme (beengte Platzverhältnisse) auszugleichen[121]. Es ist eine schnelle, wenig materialintensive und einfache Methode gute Ergebnisse mit mittlerer Genauigkeit zu erhalten. Problematisch ist dabei allerdings eine Vielzahl von unterschiedlich geneigten Oberflächen. Massengenaue Ergebnisse können nur erzielt werden wenn die Oberflächen alle in derselben Ebene glatt verlaufen. Sobald Rücksprünge oder angewinkelte Flächen kartiert werden müssen, werden die Ergebnisse verfälscht.

PZT - Das Photografische Zenit Teleskop ist ein Gerät zur optischen Breitenbestimmung. Auf Grund der Größe des Gerätes wurde das westliche Meridianhaus im Jahr 1972 zurückgebaut.

Saalrefraktion - Die Refraktion beschreibt in der Optik den Brechwert der optischen Korrektur. Im Falle der geodätischen Beobachtungsstationen werden durch Temperaturunterschiede zwischen dem Beobachtungsraum und der Umgebungsluft Lichtstrahlen um einen gewissen Grad abgelenkt. Für eine genaue Auswertung der Messergebnisse ist ein entsprechender Korrekturfaktor miteinzurechnen. Die sogenannte Saalrefraktion sollte also so klein wie möglich sein, daher kam es vermutlich auch zum Umbau der Helmertturmkuppel zu einer flacheren Ausführung.

Schmidtscher Spiegel - Die im Helmertturm um 1969 eingebaute Satellitenbeobachtungsstation ist grundsätzlich ein Teleskop. Die Bündelung der Lichtstrahlen kann bei einem Teleskop durch einen Reflektor (Spiegel) oder einen Refraktor (mehrere optische Linsen) erfolgen. Der Schmidtsche Spiegel ist ein Reflektor mit einem sphärisch geschliffenen Hauptspiegel (kugelförmig) und einem speziell geformten Zweitspiegel (zum Ausgleich der Abbildungsfehler des Hauptspiegels). Andere Spiegelteleskope nutzen parabolisch geformte Spiegel, hier sind die Farb- und Geometrieverzerrungen geringer. Spiegelteleskope sind generell kompakter baubar als Linsenteleskope.

Seigerung - Als Seigerung werdem lokal begrenzete Inhomogenitäten im Gefüge von metallischen Werkstoffen bezeichnet, die durch die besondere Herstellungsart bzw. beim Abkühlen entstehen können.

Stahl - Der heutige Stahl wird durch das seit 1925 verwendete Elektro-Lichtbogen-Verfahren, bzw. seit 1960 durch das Sauerstoffblasverfahren hergestellt. Der Kohlenstoffgehalt von modernen Stahlerzeugnissen liegt zwischen 0,1% bis maximal 2,06%.

[121] Aus Wangerin, 1992

Streckgrenze - Belastung des Werkstoffes bis zur Streckgrenze erzielt eine elastische Deformation des Werkstoffgefüges, die Verformungen sind reversibel.

Redoxreaktion - bezeichnet einen chemischen Vorgang bei dem ein Reaktionspartner Elektronen abgibt (Oxidation) und ein anderer Reaktionspartner Elektronen aufnimmt (Reduktion). Eine Redoxreaktion ist eine Elektronenübertragung.

Ruberoid - "Es gibt im Handel jedoch besondere Arten von Pappe, die in beliebiger Neigung, sogar lotrecht verlegt werden können (Ruberoid). In neuerer Zeit wird auch statt der Pappe präparierter Leinenstoff verwendet." [Aus Röll, 1923]

Zugfestigkeit - Wird der Werkstoff über die Streckgrenze hinaus belastet verformt er sich plastisch und beginnt zu fließen. Die Verformung nimmt trotz gleichbleibender Last zu. Kurz vor dem Bruch schnürt die Zugprobe ein. Die Zugfestigkeit wird hier als maximale Last bezogen auf den Querschnitt ermittelt.

10. Bibliografie des Architekten

Paul Emanuel Spieker - (02.10.1826 Trarbach/Mosel,
† 28.11.1896 Wiesbaden)

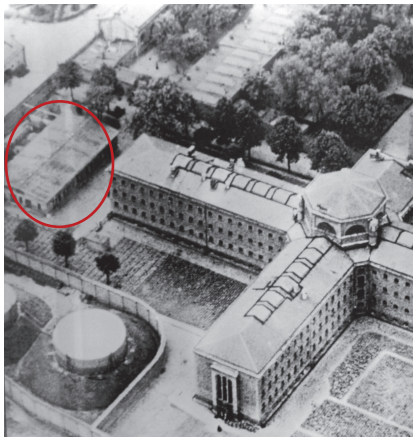


Bild 102: Strafanstalt Plötzensee, Luftaufnahme um 1920 (fotografiert in der Dauerausstellung der heutigen Gedenkstätte). Erhalten ist nur noch ein Teil des sogenannten Hinrichtungsschuppens, links oben.

Bild 103: Ehemaliges Pharmakologisches Institut Straßenansicht, Wilhelmstraße Berlin; Oktober 2010

Paul Emanuel Spieker absolvierte in den Jahren 1836-1843 das Progymnasium Trarbach, und wechselte dann auf das Gymnasium in Trier. Er erhielt eine Förderung mit dem Rumpel-Lausbergschen Stipendium durch die Kirchengemeinde Traben.
Paul Spieker studierte im Anschluss bei Friedrich August Stüler (einem Schüler von K.F. Schinkel) in Berlin das Entwerfen öffentlicher Gebäude. Sein Referendariat absolvierte er ebenfalls bei August Stüler und Ernst Soller. Im Rahmen seiner Studien an der Bauakademie absolvierte er 1852 die Bauführer- und 1859 die Baumeisterprüfung. Nach Abschluss des technischen Studiums war er Bauführer beim Bahnhofsbau in Trier und beim Wiederaufbau der 1857 abgebrannten evangelischen Kirche in Trarbach. Nach weiteren Arbeitserfahrungen Koblenz und Essen (1864 Stadtbaumeister) kam er 1868 wieder zurück nach Berlin. Seit 1858 war er Mitglied des Architekten-Vereins zu Berlin. Er erhielt 1868 eine Anstellung in der Bauabteilung des Handelsministeriums in Berlin. Um 1869 wechselte Paul Spieker als Bauinspektor in die Ministerial-Baukommission, zwischen 1874 und 1878 folgte seine Berufung zum Regierungs- und Baurat. Im Jahr 1880 wurde er Mitglied der Akademie des Bauwesens, die er ab 1889 als Dirigent der Abteilung für Hochbau unterstütze[122]. 1891 wurde P. Spieker zum Oberbaudirektor berufen und schließlich 1894 Vorsitzender des königlich technischen Prüfungsamtes[123], sowie 1895 Abteilungsdirektor der Ministerial-Baukommision. Er war mit Caroline Böcking verheiratet.[124]
Bereits seine Tätigkeiten als Architekt in Essen (Villa Hügel) sind gut belegt. In späteren Jahren war er hauptsächlich an Entwürfen für wissenschaftliche Einrichtungen und Universitätsbauten beteiligt.
Als Anerkennung seiner Arbeit erhielt P. Spieker im Jahre 1893 den königlichen Kronen Orden II. Klasse mit Stern vom preußischen

[122] CdB, 1889
[123] CdB, 1894
[124] [Internet_2]

König.[125] 1895 trat er aus gesundheitlichen Gründen von seinen Ämtern zurück und verstarb im folgenden Jahr in Wiesbaden.

Bekannte Arbeiten des Architekten P. Spieker:

Königliche vereinigte Maschinenbauschulen zu Köln, ziegelsichtiger Mehrgeschossiger Bau, Mitarbeit durch P. Spieker

Um 1863 Entwurf und Planung eines Einfamilienwohnhauses in Traben-Trarbach

Ab 1864 Villa Hügel, Essen - Bredeney, Wohn- und Repräsentationshaus der Familie Krupp

1868-72 Beteiligung an dem Neubau der Strafanstalt Plötzensee in Berlin Charlottenburg (siehe Bild 102).

1871–74 Universitätsbibliothek der Humboldt Universität Berlin, Dorotheenstraße 28. Straßenseitig eindeutig zu erkennen. Im Bereich des Daches und auf der Rückseite kam es zu Anbauten (siehe Bild 105).

1871–73 Metronomisches Institut auf dem Gelände der Sternwarte in der Charlottenstraße (abgerissen), Berlin.

1873–77 Institut für Physik und Physiologie Humboldt Universität Berlin, Wilhelm-/Dorotheenstraße 94, nicht mehr vollständig erhalten. Äußere Fassade streng gegliedert, im Innhof zahlreiche Vor- und Rücksprünge, Lisenen und kleine Balkone, bzw. Zwischendächer.

Anatomiegebäude, Berlin; einfache Formensprache, gebänderte Fassade in Rundbogenstil.

Bild 104: Fassadendetail am ehemaligen Pharmakologischen Institut, Straßenansicht Wilhelmstraße, Berlin; Oktober 2010

Bild 105: Ehemalige Universitätsbibliothek, Dorotheenstraße 28, Berlin; Oktober 2010

[125] CdB, 1893

Bild 106 Universitätsgebäude Haale (Saale), Dez. 2010

Bild 107: Universitätsgebäude Haale (Saale) Detail, Dez. 2010

1879 Denkmal zur Erinnerung an die Schlacht bei Fehrbellin, auf dem Kurfürstenhügel bei Hakenberg.

1879–83 Pharmakologische Institut, Dorotheenstraße 92, Berlin, grenzt unmittelbar an das Institut für Physiologie (siehe Beschreibung, Bild 103 - 104).

1874 Parkanlage auf dem Telegrafenberg in Potsdam.

1876–1893 Institutsbauten und Observatorien auf dem Telegrafenberg in Potsdam. In seiner Funktion als geheimer Ober-Regierungsrat war Paul Spieker verantwortlich für sämtliche Entwürfe der Gebäude und die Bauleitung auf dem Telegrafenberg Gelände.

1888–1889 dreigeteilter Urania-Gebäudekomplex mit Volkssternwarte, einem Ausstellungs- und Theatersaal (erhalten ist nur der ehemalige Vortragssaal), Invalidenstraße 57/58, Berlin[126]. Der noch vorhandene Bau wurde um 1970 mit einer modernen roten Klinkerfassade überformt.

1887-90 Physikalisches Institut der Martin Luther Universität Halle (Saale), Beteiligung am Neubau der Flügelanlage mit Klinkerfassade, Friedemann-Bach-Platz 4, Halle/Saale (Bild 106 - 107).

1885-95 Observatorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg Berlin, Abbéstraße. Nach Plänen von Paul Emmanuel Spieker und Theodor Astfalck erbaut.[127]

Paul Emanuel Spieker war den Großteil seiner beruflichen Laufbahn im öffentlich Dienst in Deutschland angestellt. Die Anstellung in Berlin ermöglichte ihm unteranderem auch entwerfend tätig zu werden. Diese Aufgabe erfüllte er mit großem Interesse und sehr

[126] [Internet_3]
[127] [Internet_4]

erfolgreich. Seine Architektursprache kennzeichnet sich durch einen klassizistisch reduzierten Stil, der Schmuckelemente an der Fassade nur untergeordnet einsetzte. Vor allem die universitären Institutsgebäude, sowohl in Berlin als auch in Halle (Saale) und die Gebäude auf dem Telegrafenberg weisen in Bezug auf die Fassadengestaltung vergleichbare Merkmale auf. Eine strenge wilhelminische Klinkerfassadenarchitektur im Rundbogenstil der sogenannten Berliner Schule mit teilweise zahlreicher kunstvoller Terrakottaornamentik. Die Innenräume waren ebenfalls zurückhaltend dekoriert und standen meist ganz im Zeichen der späteren Nutzung.

11. Zur Geschichte der Wissenschaften auf dem Telegrafenberg

1832[128] - In Potsdam wird eine von insgesamt 61 optischen Telegrafenstationen in Preußen errichtet. Damit ist die Übermittlung von optischen Signalen (umgewandelten Informationen) zwischen Berlin und Koblenz in kürzester Zeit möglich. Der Telegrafenberg erhält damit seinen Namen.

1861 - Als Vermesser beim preußischen Militär ist Johann J. Baeyer sehr daran interessiert die Erdkrümmung und damit die Vermessung genauer zu erforschen und zu bestimmen. Die dafür notwendigen Breiten- und Längengradmessungen mussten in einem dichten Netz erfolgen. Idealerweise in Mitteleuropa, da es bereits erste Festlegungen und Messungen von Ländern wie Frankreich, Großbritannien oder auch Skandinavien gab. In Antwort auf eine Kabinettsorder an den preußischen König wird Baeyer preußischer Gradmessungskommisar. Auf sein Bestreben hin gelang es entgegen politischer Schwierigkeiten ausländische Wissenschaftler und Entscheidungsträger in der Vereinigung der mitteleuropäischen Gradmessung zusammen zu bringen. Im Zuge einer besseren und übersichtlicheren Verwaltung sollten 1870 aus dem Zentralbüro ein Büro mit drei Sektionen in Preußen angesiedelt werden. Die Untersektionen gliederten sich in die Geodätische Sektion, die Astronomisch-Physikalische Sektion und die Metronomische Sektion für Normalmaße und Maßvergleiche.

1870 - Gründung des Königlich Preußischen Geodätischen Instituts in Berlin unter Leitung des Generalleutnants Johann Jacob Baeyer.

1886 - Nach dem Tod Baeyers begründet sein Nachfolger Friedrich Robert Helmert nach dem Umzug von Berlin nach Potsdam den Ruf Potsdams als Weltzentrum für Geodäsie und Gravitationsforschung.

[128] Aus GFZ Information, 2010

1889 - Am Institut gelingt die weltweit erste Aufzeichnung eines fernen Erdbebens.

1890 - Gründung des Magnetischen Observatoriums auf dem Telegrafenberg.

1892 - Einweihung des Geodätischen Instituts.

1898 - 1904 - Absolutbestimmung der Erdschwere. Der gemessene Wert wird 1909 als internationale Bezugsgröße anerkannt und erfüllt diese Funktion bis 1971.

1930 - Umzug des Observatoriums für Erdmagnetismus nach Niemegk (südwestlich von Potsdam).

1933 - Die ersten beiden Quarzuhren werden für den offiziellen Zeitdienst in Betrieb genommen. Sie sind Voraussetzung um die Schwankungen in der Erdrotation zu beobachten.

1949 - Übernahme des Telegrafenberg Geländes durch die Akademie der Wissenschaften der DDR.

1969 - Das Geodätische und Geomagnetische Institut in Potsdam, das Geotektonische Institut in Berlin und das Geodynamische Institut in Jena werden zu dem Zentralinstitut für Physik der Erde (kurz ZIPE) in der ehemaligen DDR zusammengefasst.

1985 - Veröffentlichung eines Erdbebenkataloges der DDR für die Jahre 1823 bis 1984

1992 - Aus dem ZIPE heraus gründet sich das GeoForschungs-Zentrum Potsdam (GFZ)

1995 - Start des ersten Satelliten des GeoForschungsZentrums (GFZ-1) im Rahmen von Erdschwerefeldmessungen.

1996 - Beginn des internationalen Kontinentalen Bohrprogramms

(kurz ICDP), in dem das GFZ in Potsdam die Federführung hat.

1998 - Einweihung des Neubaukomplexes des GFZ

2000 - Start des Geoforschungssatelliten CHAMP, eine verbesserte Version des GFZ-1

12. Abkürzungsverzeichnis

Im Folgenden sind die wichtigsten in dieser Arbeit verwendeten Formel- und Kurzbezeichnungen und Abkürzungen mit den entsprechenden Erläuterungen zusammengefasst.

AIP - Astrophysikalisches Institut (Potsdam, Babelsberg)
BLHA - Brandenburgisches Landeshauptarchiv
BbgBO - Brandenburgische Bauordnung
C - Kohlenstoff
Cr - Chrom
DIN - kurz für: Deutsches Institut für Normung
FB - Fachbereich
GFZ - Geoforschungszentrum Potsdam
h - wissenschaftliche Abkürzung für Stunde
Mn - Mangan
Mo - Molybdän
Ni - Nickel
P - Phosphor
PZT 2 - Photografisches Zenit Teleskop zur geografischen Breitenbestimmung
S - Schwefel
Si - Silizium
St 34 - St ist eine alte nationale Abkürzung für die Stahlqualität (die Zahl 34 weist auf die Stahlgüte hin), heute sind die Stahlsorten entsprechend der europäischen Normung (DIN 18 800) benannt.
UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [dt. Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur]

13. Literaturverzeichnis

Ahnert und Krause, 1985 - R.Ahnert, K.H. Krause „Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960“ 1985 Berlin, VEB Verlag für Bauwesen

Ars Nicolei et al, 1995 - Ars Nicolei et al „Der Einsteinturm in Potsdam“ 1995 Berlin

Baeyer, 1890 - „Die königlichen Observatorien für Astrophysik, Meteorologie und Geodäsie bei Potsdam - aus amtlichem Anlass herausgegeben von den beteiligten Direktoren“ 1890 Berlin, Mayer & Müller Verlag

Bargmann, 2008 - Horst Bargmann „Historische Bautabellen, Normen und Konstruktionshinweise 1870 - 1960“ 4. Auflage, 2008 Darmstadt, Werner Verlag

Barnickel, 2002 - Ulrich Barnickel „Metall an historischen Gebäuden, Geschichte, Gestaltung, Restaurierung“ 2002 München, Deutsche Verlags Anstalt GmbH

Barthel, 2007 - Radwander- und Wanderkarte „Potsdamer Habelseen Blütenstadt Werder und Umgebung“ Maßstab 1:35000, 2007 Borsdorf OT Panitzsch, Verlag dr. Andreas Barthel

Bollé, 1993 - Michael Bollé „Potsdam, Einsteins große Brüder, Die Observatorien auf dem Telegrafenberg“ in Brandenburgische Denkmalpflege Jahrgang 2, Heft 1, 1993, S.91 ff.

CdB, 1889 - Centralblatt der Bauverwaltung vom 23. November 1889, Hrsg. Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Jahrgang IX, Nummer 47, Berlin

CdB, 1893 - Centralblatt der Bauverwaltung vom 23. September 1893, Hrsg. Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Jahrgang XIII, Nummer 38, Berlin

CdB, 1894 - Centralblatt der Bauverwaltung vom 24. Februar 1894, Hrsg. Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Jahrgang XIV, Nummer 8, Berlin

CWA, 2008 - Hrsg. Andrew Selkirk „History of corrugated Iron“ in Current World Archeology Ausgabe 28, 2008, London, Current Publishing

DB, 1884 - Deutsche Bauzeitung vom 18. Oktober 1884, Hrsg. Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Heft 79, Berlin

DIN, 2003 - „Metallische Werkstoffe - Umwertung von Härtewerten (ISO 18265:2003)“ Deutsche Fassung EN ISO 18265:2003 DIN Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag, Berlin

DIN, 1978 - „Bezeichnung des Rostgrades von Anstrichen und ähnlichen Beschichtungen“ DIN 53 210, DIN Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag, Berlin

DKV Kunstführer, 1994 - Hrsg. Astrophysikalisches Institut Potsdam „Der Einsteinturm in Potsdam“ 1994 Berlin, DKV Kunstführer Nr. 58/1 Erste Auflage

Drew, 1985 - Philip Drew „Leaves of Iron“ 1985 Sydney, The Law Book Company Ltd.

Eichler und Arndt, 1989 - Friedrich Eichler und Horst Arndt „Bautechnischer Wärme- und Feuchteschutz“ 2. Auflage 1989 Halle, VEB Verlag für Bauwesen

Gassong, 2008 - Reinhard Gassong „Vergessene Mirenhäuser - Mitteilungen der Studiengemeinschaft Sanssouci e. V.„ Hrsg. vom Vorstand der Studiengemeinschaft, Jahrgang 13 (2008) Heft 2

GfZ Informationen, 2010 - Dr. Erwin Lausch et al „Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum„ Hrsg. Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum, 26. überarbeitete Auflage, Stand April 2010

GFZ Plansammlung - die Institutseigene Bibliothek des GFZ hat noch einige wenige bauzeitliche Konstruktionszeichnungen, eine Signatur wurde nicht angegeben.

Giebeler et al, 2008 - Georg Giebeler et al „Atlas Sanierung, Instandhaltung Umbau Ergänzung“ 2008 Berlin, Birkhäuser Verlag AG

Grunwaldt, 2008 - Ludwig Grunwaldt „Die Nutzung der Südmire ab 1978 - Mitteilungen der Studiengemeinschaft Sanssouci e. V.„ Hrsg. vom Vorstand der Studiengemeinschaft, Jahrgang 13 (2008) Heft 2

Helmerich, 2005 - Rosemarie Helmerich „Alte Stähle und Stahlkonstruktionen - Materialuntersuchungen, Ermüdungsversuche an originalen Brückenträgern und Messungen von 1990 bis 2003, Forschungsbericht 271“ 2005 Berlin, Wirtschaftsverlag NW

Höpfner, 2007 - Joachim Höpfner „Über die Geschichte des geodätischen Instituts Potsdam“ Abschrift zum Übersichtsvortrag im GFZ Potsdam, am 15. Oktober 2007

Hubel, 2006 - Achim Hubel et al „Denkmalpflege, Geschichte - Themen - Aufgaben - Eine Einführung“ 2006 Stuttgart, Reclam Verlag

Jäger und Wachter, 1999 - Hrsg. Barbara Jäger und Gabriela Wachter „Abriß oder Ertüchtigung, Ein Beitrag zur Auseinandersetzung um denkmalgeschützte Eisenkonstruktionen am Beispiel der Berliner Hochbahn“ 1999 Berlin, Vice Versa Verlag

Klein, 2001 - Ulrich Klein „Bauaufnahme und Dokumentation“ 2001 München-Stuttgart, Deutsche Verlags- Anstalt

Königer, 1902 - Otto Königer „Die Konstruktionen in Eisen - 6. Auflage“ 1902 Leipzig, J.M. Gebhardt Verlag

Landsberg, 1887 - Th. Landsberg „Die Glas- und Wellblecheindeckung der Eisernen Dächer“ 1887 Darmstadt, Verlag von Arnold Bergstraesser

Lerbs, 1970 - Lothar Lerbs „Über die Entwicklung des geodätischen Instituts Potsdam von der Gründung 1870 bis zur Eingliederung in das Zentralinstitut der Erde 1969“ 1970 Potsdam, Dissertation Nr. 53-1, Akademie der Wissenschaften, Berlin

Limberg, 2010 - Jörg Limberg „Potsdam - Sternwarten und Denkmalpflege“ 2010 Potsdam, Brandenburgische Denkmalpflege Jahrgang 19, Heft 1, 2010, S.88 ff.

Linhardt, 2008 - Achim Linhardt „Handbuch Umbau und Modernisierung“ 2008 Köln, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH&Co. KG, Köln

Martin und Krautzberger, 2006 - Hrsg. Dieter J. Martin und Michael Krautzberger „Handbuch Denkmalschutz und Denkmalpflege“ 2. Auflage 2006 München, Verlag C.H. Beck, München

Mielke, 1991 - Mielke, Friedrich „Potsdamer Baukunst“ 2. Auflage 1991 Berlin, Ullstein Verlag GmbH Berlin, S. 386

Mornement und Holloway, 2007 - Adam Mornement und Simon Holloway „Corrugated Iron building on the frontier“ 1. Auflage 2007 New York, W. W. Norton & Company Inc.

Paschke, 2008 - Dr. Ralph Paschke „Beurteilung des Denkmalwertes, Meridianhaus (A13) am Helmert Turm [...]“ 2008, Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum, Abteilung Denkmalpflege

Paschke und Dreger, 1998 - Dr. Ralph Paschke und Hans-Joachim Dreger „Gutachtliche Äußerung zum Denkmalwert“ 1998 Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum, Abteilung Denkmalpflege

Petzow, 2007 - Hrsg. G. Petzow „Fortschritte in der Metallographie - Vortragstexte der 41. Metallographie Tagung 19.-21. September 2007, Bremen“ 2007 Frankfurt, Werkstoff-Informationsgesellschaft mbH

Rat der Stadt Potsdam, 1989 - Hrsg. Rat der Stadt Potsdam „1000 Jahre Potsdam, Blätter aus der Stadtgeschichte“, 1989 Potsdam, S.88 - 90

Rentmeister, 2003 - Andreas Rentmeister „Instandsetzung von Natursteinmauerwerk“ 2003 München

Röll, 1923 - Victor Freiherr von Röll „Enzyklopädie des Eisenbahnwesens, Band 10.“ 1923 Wien [Quelle: http://www.zeno.org - Zenodot Verlagsgesellschaft mbH]

Schmidt, 2008 - Leo Schmidt „Einführung in die Denkmalpflege“ 2008 Darmstadt, WGB-Wissenschaftliche Buch Gesellschaft

Schöler, 1904 - R. Schöler „Die Eisenkonstruktionen des Hochbaues“ Reprint der Originalausgabe von 1904, Leipzig, Reprint Verlag Leipzig

Schröter/Lautenschläger/Bibrack, 1997 - Werner Schröter, Dr. Karl-Heinz Lautenschläger, Hildegard Bibrack „Chemie, Fakten und Gesetze“ 1997 Leipzig, Bechtermünz Verlag

Schumann und Oettel, 2007 - Hrsg. Hermann Schumann und Heinrich Oettel „Metallografie“ 1. Nachdruck 2007, 14. Auflage 2005 Weinheim, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

Spieker, 1894 - Paul Emanuel Spieker „Die königlichen Observatorien für Astrophysik,

Meteorologie und Geodäsie auf dem Telegrafenberg Potsdam“ 1895 Berlin, Verlag Ernst und Sohn, Sonderdruck aus der Zeitschrift für Bauwesen Jahrgänge 1879 und 1894, inklusive Bildtafeln

Spieker, 1896 - Paul Emanuel Spieker „Die königlichen Observatorien für Astrophysik, Metereologie [...]“ Zeitschrift für Bauwesen, Ergänzungsheft 1896 Berlin, Ernst & Korn Verlag, Tafeln 1 - 16

Waetzold, 1977 - Hrsg. Stephan Waetzoldt „Bibliographie zur Architektur im 19. Jahrhundert“ Band 4, 1977 Nendeln, KTO Press

Wangerin, 1992 - Gerda Wangerin „Bauaufnahme – Grundlagen Methoden Darstellung“ 1992 Wiesbaden, Vieweg Verlag

Warr, 2000 - Anne Warr „Roofing, Corrrugated Iron - Options for Repair“ Vortragsniederschrift, Seminar: Material evidence conserving historic building fabric, 13-14 April 2000, Sydney

Wenzel, 1999 - Hrsg. Prof. Dr. Fritz Wenzel „Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke, Jahrbuch 1996“ 1999 Berlin Sonderforschungsbereich 315 Universität Karlsruhe (TH), Ernst & Sohn Verlag Berlin

Wenzel und Kleinmanns, 2001 - Hrsg. Fritz Wenzel und Joachim Kleinsmanns „Historische Eisen- und Stahlkonstruktionen[...]“ 2001 Sonderforschungsbereich 315 Universität Karlsruhe (TH), Engelhardt & Bauer Druck- und Verlagsgesellschaft

Wolfschmidt, 2009 - Redaktion Gudrun Wolfschmidt „Cultural Heritage of Astronomical Observatories, From classical Astronomie to modern Astrophysics International ICOMOS Symposium Hamburg 14. - 17.10.2008“ 2009 Berlin, Hendrik - Bäßler Verlag

Gesetzestexte:

Brandenburgische Bauordnung (BbgBO), Stand 13. April 2010, veröffentlicht unter www.baurecht.de

Brandenburgische Denkmalschutzgesetz (BbgDSchG), Stand 12. Januar 2005, veröffentlicht unter www.baurecht.de

Denkmalamt Potsdam:

Nichtrestaurierte Inventarienzeichnungen von 1890, 1893, 1894 Bestandteil der Plansammlung der Unteren Denkmalschutzbehörde, Landeshauptstadt Potsdam, Mappe Telegrafenberg (ohne Inventarnummer)

Stadtarchiv Potsdam:

03754 - Stadtarchiv Potsdam, Akte/ Archivsignatur 03754

Brandenburgisches Landeshauptarchiv:

A177, 1956 - Brandenburgisches Landeshauptarchiv REP 465 Zentralinstitut für Physik der Erde, A177

A73, 1922 - Brandenburgisches Landeshauptarchiv REP 465 Zentralinstitut für Physik der Erde, A73

A258, 1900 - Brandenburgisches Landeshauptarchiv REP 465 Zentralinstitut für Physik der Erde, A258

A1.3/13, um 1920 - Brandenburgisches Landeshauptarchiv REP 465 Zentralinstitut für Physik der Erde, Fotografie

Bild 38, nach 1968 - Brandenburgisches Landeshauptarchiv REP 465 Zentralinstitut für Physik der Erde, Fotografie

A1.3/2, nach 1927 - Brandenburgisches Landeshauptarchiv REP 465 Zentralinstitut für Physik der Erde, Fotografie

Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften:

II-XIV, 13 – Akten der preußischen Akademie der Wissenschaften 1812-1945; Jahresberichte des Direktors 1882 - 1886

II-XIV, 14 – Akten der preußischen Akademie der Wissenschaften 1812-1945; Jahresbericht des Direktors 1926 - 1927, Schreiben des Direktors vom 25.01.1927

Akte der Akademieleitung Nr. 20, Naturwissenschaftliche Einrichtungen, Geodätisches Institut Potsdam, 1945-1963; Bericht über die Tätigkeit des geodätischen Instituts Potsdam April 1948 bis Sept. 1949

Persönliche Gespräche:

Gespräch mit Dr. J. Höpfner, 28.10.2010 - als Mitarbeiter zwischen 1962 und 2003 auf dem Telegrafenberg angestellt, war er in verschiedenen Instituten tätig. Zum Ende seiner Beschäftigung erstellte Dr. Höpfner einige Vorträge und Dokumente zur geschichtlichen Entwicklung des geodätischen Instituts, den Verlauf der verschiedenen Messreihen und die Bedeutung der Ergebnisse auch in internationaler Hinsicht.

Gespräch mit Dr. Pestke, 07.07.2010 - derzeitiger Leiter der technischen Abteilung für den Wissenschaftspark Albert Einstein.

Gespräch mit C. Teich, 16.02.2011 - Studentin der Metallrestaurierung an der Fachhochschule Potsdam, geplante Diplomarbeit zum Meridianhaus

Unveröffentlichte Quellen:

Bauamtsarchiv, 333/68 - „Generalreparatur und Rekonstruktion des Helmertturmes“ Aktenzeichen: 333/68, Bauamtsarchiv, Bauaufsicht Stadtverwaltung Potsdam - Einsichtnahme mit Eigentümervollmacht durch Herrn Dr. Riecken, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur

Brandes und Berner, 2006 - Dr.-Ing. Klaus Brandes und Dr.-Ing. Klaus Berner „Erhalt von stählernen Tragwerken, Konstruktionen aus Eisen und Stahl 1840 bis 1940“ Vorlesungsscript Fachhoschule Potsdam, Fassung 2006

Teich und Christians, 2009 - Christine Teich und Jutta Christians „Das Meridianhaus auf dem Potsdamer Telegrafenberg -Baugeschichte-“ Hochschulinterne Dokumentation des Fachbereiches Restaurierung (FH Potsdam), Stand März 2009

Internetquellen:

[1] - www.korrosion-online.de

[2] - http://www.rlb.de/rpbgooi/sn111111/sn111111_45.htm, entnommen Oktober 2010, Redaktion: Landesbibliothekszentrum Rheinische Landesbibliothek, Zentralredaktion RPB, L. Jendral

[3] - http://www.luise-berlin.de/lexikon/mitte/s/spieker_paul_emmanuel.htm, entnommen Oktober 2010 Edition Luisenstadt, 2002, Stand: 07/10/2009 Berliner Bezirkslexikon, Mitte

[4] - http://www.berlin.de/ba-charlottenburg-wilmersdorf/bezirk/lexikon/ptb.html, entnommen

Oktober 2010, Redaktion: Karl-Heinz Metzger, Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf von Berlin - Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Otto-Suhr-Allee 100, 10585 Berlin

[5] - http://www.aicomos.com/wp-content/uploads/Making-corrugations-a-cultural-journey.pdf, Warr, k.A. - Anne Warr „Making corrugations: a cultural journey“

[6] - http://maps.google.de/maps?hl=de&tab=wl.

[7] - http://www.dvw-lv1.de/3_termine/telegrafenberg.pdf

[8] - http://www.secondworldwarni.org/associatedImage.aspx?pagerecordid=1173

14. Abbildungsverzeichnis

Alle Abbildungen ohne einen Literaturverweis sind durch die Verfasserin entstanden (Fotoarchiv Kuban). Eine Weiterverwendung bedarf der ausdrücklichen Erlaubnis.

Bild 001: Historische Zeichnung des optischen Telegrafen in Potsdam [aus Rat der Stadt Potsdam, S.89] 15
Bild 002: Der große Refraktor, Okt. 2010 16
Bild 003: Der große Refraktor - Traufdetail, Okt. 2010 16
Bild 004: Einsteinturm, April 2010 17
Bild 005: Detail Einsteinturm, April 2010 17
Bild 006: Detail Einsteinturm, April 2010 17
Bild 007: Lageplan der Stadt Potsdam, Auszug, Stand 2011 [Internet_6] 18
Bild 008: Lageplan Wissenschaftspark Albert Einstein, Stand 2007 [Internet_7] 18
Bild 009: Inventarienzeichnung von 1893 [Denkmalamt Potsdam] 19
Bild 011: Hauptgebäude des Geodätischen Instituts auf dem Telegrafenberg Potsdam, Okt. 2010 20
Bild 010: Treppenhausansicht des geodätischen Hauptgebäudes, Okt. 2010 20
Bild 012: Helmertturm, 1894 [Aus Ars Nicolai, 1995 S. 25] 21
Bild 013: Luftbild des Ensembles vor dem Turmumbau 1927 [Ars Nicolai, 1995] S.37 21
Bild 015: Aktueller Lageplan des Ensembles mit offizieller Positionsnummernzuordnung 22
Bild 014: Haus im 1. Vertikal, 1894 [Ars Nicolai, 1995 S. 25] 22
Bild 018: Ansicht Meridianhäuser AIP, Okt. 2010 24
Bild 016: Seitenansicht Meridianhaus-AIP, Okt. 2010 24
Bild 017: Seitliche Zugangstür Mediazentrum AIP, Okt. 2010 24
Bild 019: Trägerdetail AIP, Okt. 2010 25
Bild 020: Detail Schienenkonstruktion AIP, Okt. 2010 25
Bild 021: Seitliche Ansicht Meridianhäuser AIP, Okt. 2010 25
Bild 022: Eingangsportal des Astrophysikalischen Instituts, Okt. 2010 27
Bild 023: Westansicht Mirenturm am Kleinen Ravensberg, März 2011 29
Bild 023: Ostansicht Mirenturm am Kleinen Ravensberg, März 2011 29
Bild 024: Untersicht Zwischenpodest Mirenturm, Kleiner Ravensberg, März 2011 30
Bild 025: Fensterläden am Mirenturm, Kleiner Ravensberg, März 2011 30
Bild 026: Lageplan aus [Barthel, 2007] 30
Bild 027: Westliches Meridianhaus um 1920 [A1.3/13] 36
Bild 028: Detail nachträglich eingebaute Entlüftungsöffnung im Dach, westliches Meridianhaus um 1920 [A1.3/13] 36
Bild 029: Helmertturm, geöffnete Kuppel nach 1968, mittig ist die automatische Kamera noch ohne den Laseraufsatz zu erkennen, das Dach kann mittels der Stahlflügel komplett geöffnet werden [Bild 38, nach 1968] 38
Bild 030 - Helmertturm, geöffnete Kuppel, nach 1927 (noch ohne die markant abstehenden Stahlflügel) [A1.3/2] 38

Bild 031: Meridianhaus Rückwand, Juni 2010 41

Bild 032: Meridianhaus Front, Juni 2010 41

Bild 034: Mire, Juni 2010 42

Bild 035: Helmertturm, August 2009 43

Bild 036: Breitenhaus Front, Juni 2010 43

Bild 037: Breitenhaus rückwärtige Ansicht, Juni 2010 43

Bild 038: Meridianhaus seitliche Innenwand/Dachöffnung, Juni 2010 44

Bild 039: Meridianhaus Dachentlüftung, Juni 2010 44

Bild 040 Meridianhaus nördliche Gebäudeecke Fassade 1, Juni 2010 45

Bild 041: Meridianhaus Detail Fußboden, Juni 2010 46

Bild 042: Helmertturm Dachansicht von Innen, [Quelle GFZ, Stand 2007] 48

Bild 043: Dachumlauf Helmertturm, [Quelle GFZ, Stand 2007] 48

Bild 044: Helmertturm, Treppenstufen innen [Quelle GFZ, Stand 2007] 49

Bild 045: Helmerturm, Sockelzone [Quelle GFZ, Stand 2007] 49

Bild 046: Helmertturm - Eingangstreppe, Juni 2010 49

Bild 047: Helmertturm - Sockelbereich, Juni 2010 49

Bild 048: Helmertturm - Sockelbereich außen, Juni 2010 50

Bild 049: Helmertturm, Satellitenbeobachtungskamera im Dachraum [Quelle GFZ, Stand 2007] 50

Bild 050: Detail Breitenhaus Wand W1 von innen. Die äußeren Wellbleche des Daches liegen auf einer Rahmenkonstruktion aus U-Profilen auf, an der die Räder direkt befestigt sind. Juni 2010 51

Bild 051: Eindeutige Trennung zwischen Wand und Dach möglich, Juni 2010 51

Bild 052: Sockelzone Breitenhaus mit vorgelagerter Einzelstütze, Juni 2010 52

Bild 053: Sockelaufbau für Instrumentenaufstellung, Juni 2010 52

Bild 054: Meridianhaus, Rückwand, rechter Vorsprung, Juni 2010 56

Bild 055: Meridianhaus [GFZ Plansammlung] 56

Bild 056: Sockelzone Breitenhaus Juni, 2010 57

Bild 057: Sockelzone Breitenhaus [GFZ Plansammlung] 57

Bild 058: Sockelzone Meridianhaus Juni, 2010 58

Bild 059: Sockelzone Breitenhaus Juni, 2010 58

Bild 060: Trägerwellblech aus [Landsberg, 1887] 72

Bild 061: Flaches Wellblech aus [Landsberg, 1887] 72

Bild 062: Vorderansicht Wärterhäuschen [Schöler, 1904] S. 194 76

Bild 063: Seitenansicht Wärterhäuschen [Schöler, 1904] S. 194 76

Bild 064: Historischer Straßenzug in North Melbourne, Australien 2008 77

Bild 065: Wellblech als Dacheindeckung an einem Wohnhaus in Geelong, Australien 2008 77

Bild 066: Farmgebäude mit Wellblech als Wand- und Dachbekleidung nahe Taupo, Neuseeland 2009 78

Bild 067: Armee Camp mit Nissenhütten um 1916, Fribourg [Mornement und Holloway, 2007 S. 121] 78

Bild 068: Aufbauanleitung für eine sogenannte Anderson Hütte [Internet_8] 79

Bild 069: Moderne Wellblecheindeckung neben traditioneller Dachdeckung, Ghandruk, Nepal 2008 80

Bild 082: Zerstörte Altvierung, linker Vorsprung Fassade 3, Februar 2011 91

Bild 083: Salzausblühung an Naturstein und Ziegelmauerwerk Fassade 2, Februar 2011 92

Bild 084: Reste einer roten Fassung Eckstein Fassade 2-3, Februar 2011 92

Bild 085: Meridianhaus im Winter, Februar 2010 104

Bild 086: Eisen - Kohlenstoff - Diagramm [Schumann und Oettel, 2007] 112

Bild 087: Fundstück A10-1 Meridianhaus Juni, 2010 112

Bild 088: Fundstück A10-2 Meridianhaus Juni, 2010 112

Bild 089: Winkelprofil A10_2 im Detail 112

Bild 091: Detailaufnahme Bild 113

Bild 092: Fundstück nach der Probenpräparation (Referenzmaßstabeinteilung 1 cm) 113

Bild 090: Probe A10-1.1 Fundstelle, Juni 2010 113

Bild 094: Detailaufnahme der Fundstelle 114

Bild 095: Fundstück nach der Probenpräparation (Referenzmaßstabeinteilung 1 cm) 114

Bild 093: Probe A10-1.2 Fundstelle, Juni 2010 114

Bild 097: Detailaufnahme der Probe 115

Bild 098: Fundstück nach der Probenpräparation (Referenzmaßstabeinteilung 1 cm) 115

Bild 099: Detail einer Ergänzung im Natursteinsockel ohne farbliche Anpassung an einem Institutsgebäude auf dem Telegrafenberg, Februar 2011 122

Bild 100: Historischer Schnitt Helmertturm [Aus der Plansammlung des Denkmalschutzamtes der Stadt Potsdam] 129

Bild 101: Historisches Detail Helmertturm, Strebepfeiler [Aus der Plansammlung des Denkmalschutzamtes der Stadt Potsdam] 129

Bild 102: Strafanstalt Plötzensee, Luftaufnahme um 1920 (fotografiert in der Dauerausstellung der heutigen Gedenkstätte). Erhalten ist nur noch ein Teil des sogenannten Hinrichtungsschuppens, links oben. 139

Bild 103: Ehemaliges Pharmakologisches Institut Straßenansicht, Wilhelmstraße Berlin; Oktober 2010 139

Bild 104: Fassadendetail am ehemaligen Pharmakologischen Institut, Straßenansicht Wilhelmstraße, Berlin; Oktober 2010 140

Bild 105: Ehemalige Universitätsbibliothek, Dorotheenstraße 28, Berlin; Oktober 2010 140

Bild 106 Universitätsgebäude Haale (Saale), Dez. 2010 141

Bild 107: Universitätsgebäude Haale (Saale) Detail, Dez. 2010 141

15. Tabellenverzeichnis

Tabelle 001: Synoptische Liste zu den besprochenen Gebäuden 35

Tabelle 002: Materialeigenschaften in Abhängigkeit der Stahlzusätze (die Elementlangnamen sind im Abkürzungsverzeichnis erklärt) aus [Helmerich, 2005] 64

Tabelle 003: Schadensglossar zur Kartierungslegende 87

Tabelle 004: Zulässige Spannungen für Bauteile ais Eisen und Stahl [Bargmann, 2008]S.235 - Auszug 101

Tabelle 005: Übersicht weiterführender Untersuchungen 128

16. Anhänge

Anhang I - A10 Meridianhaus

- historische Bauzeichnungen
- Digitalisierte Pläne
- Raumbuch
- Schadenskartierung
- Statische Bemessung
- Leistungsverzeichnis

Anhang II - A13 Breitenhaus

- historische Bauzeichnungen
- Digitalisierte Pläne
- Raumbuch
- Schadenskartierung
- Statische Bemessung
- Leistungsverzeichnis

Anhang III - historische Bauzeichnungen Helmertturm

Anhang IV - Formblattvorlage Probennahme

Anhang V - Metallografische Untersuchungen

Anhang VI - Grundsätze und geplante Maßnahmen der beteiligten Metallrestauratoren