

GEOFORSCHUNGSZENTRUM POTSDAM
STIFTUNG DES ÖFFENTLICHEN RECHTS

Christoph Förste

**Die Sicherung
der alten Meßpfeiler und ihre
Rekonstruktion auf dem Dach
von Gebäude A17**

Scientific Technical Report STR97/04

Impressum

GeoForschungsZentrum Potsdam
Telegrafenberg A17
D-14473 Potsdam

e-mail: postmaster@gfz-potsdam.de
www: <http://www.gfz-potsdam.de>
<https://doi.org/10.48440/gfz.b103-97047>
Gedruckt in Potsdam
März 1997

Christoph Förste

**Die Sicherung
der alten Meßpfeiler und ihre
Rekonstruktion auf dem Dach
von Gebäude A17**

Scientific Technical Report STR97/04

Die Sicherung der alten Meßpfeiler und ihre Rekonstruktion auf dem Dach von Gebäude A17

Christoph Förste
GeoForschungsZentrum Potsdam
Aufgabenbereich 1: Kinematik und Dynamik der Erde
Januar 1997

1. Einleitung

Die geodätischen Pfeiler auf dem Dach des Hauses A17 im Wissenschaftspark "Albert Einstein" waren durch Witterungseinflüsse so schadhafte geworden, daß eine Sanierung durchgeführt werden mußte. Leider waren die Schäden so stark, daß die Pfeiler in ihrer Substanz nicht erhalten werden konnten. Sie mußten abgetragen und neu errichtet werden. Das bedeutete, daß auch die in die alten Pfeiler eingelassenen Bolzen entfernt werden mußten. Es wurde jedoch angestrebt, die Bolzen der neu errichteten Pfeiler an denselben Positionen einzulassen wie die vorher dort befindlichen alten Bolzen. Deshalb wurden die Positionen der alten Marken vor dem Abriß der alten Pfeiler mit 6 Hilfsbolzen gesichert. Diese Sicherungsbolzen wurden in Sandsteinkronen alter Lüftungsschächte und Schornsteine auf dem Dach eingelassen, jeweils drei auf der Ost- bzw. Westseite.

Durch die Sicherungsmessungen wurden die Positionen der alten Marken in Höhe und Richtung relativ zu den Sicherungsbolzen bestimmt. Auf der Basis dieser Messungen sind die Markierungsbolzen in die neu errichteten Pfeiler kontrolliert fixiert eingeklebt worden. Die Genauigkeit der Rekonstruktion der Markierungen wurde nach dem Aushärten durch Nachmessen der Positionen der Bolzen bestimmt. Alle im folgenden protokollierten Horizontalwinkel- und Höhenmessungen wurden mit zwei elektrooptischen Entfernungs- und Winkelmeßgeräten vom Typ GEODIMETER® System 500 durchgeführt.

2. Die Lage der Pfeiler und Sicherungspunkte

Die folgende Abbildung zeigt die Lage der Pfeiler und Sicherungspunkte auf dem Dach von Gebäude A17.

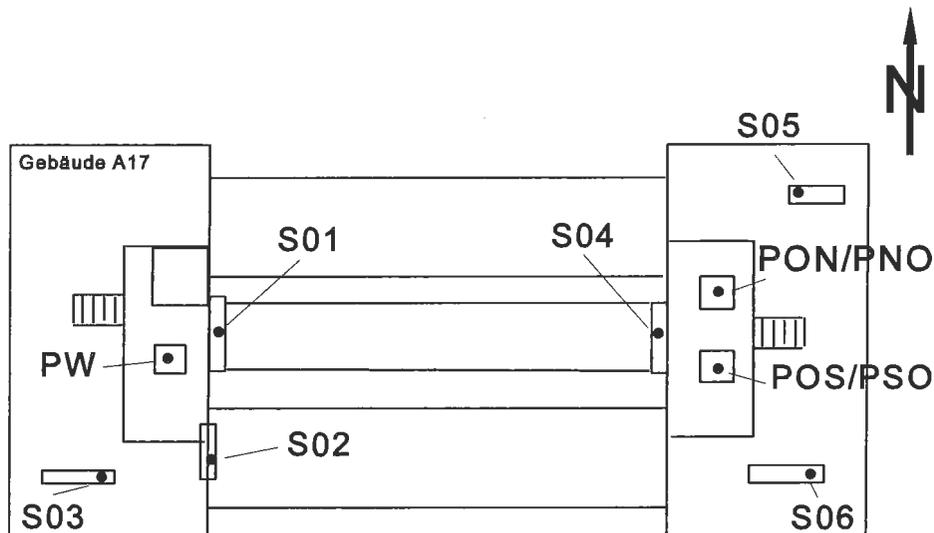


Abb. 1: Lage der Pfeiler und der Sicherungspunkte

3. Protokolle der Richtungs- und Höhenmessungen
3.1. Sicherungsmessungen vor dem Abriß der alten Pfeiler
3.1.1. Ostseite (Datum: 27.9. und 5.10.94)

Hinweis zu den Bezeichnungen der Marken auf den Ost-Pfeilern:

Pfeiler Nord-Ost: **PON:** alter Bolzen in der Pfeileroberfläche
PNO: Bolzen in einem Metallgerüst, konzentrisch über PON, zur Aufnahme einer GPS-Antenne, ist am 13.10.1994 abgebaut worden
Höhe PNO über PON: 12.2 cm (bestimmt mit Lotstab)

Pfeiler Süd-Ost: **POS:** alter Bolzen in der Pfeileroberfläche
PSO: Zentrum der Bohrung auf der Oberfläche der Stahlplattform zur Aufnahme einer PRARE-Station, war nicht konzentrisch über POS, ist im Verlauf der ersten Messung am 27.9.94 abgebaut worden!

Richtungsmessungen:

Standort	Richtung	Horiz.-winkel [Grad:Min:Sek] (abgelesen)	Horiz.-winkel [Grad]	Bemerkung
S04	S06	000:00:00	000.00000	
	POS	346:29:45	346.49583	
	PON	258:47:53	258.79806	
S05	S04	000:00:00	000.00000	Messung am 27.9.94
	POS	348:20:19	348.33861	
	S06	329:21:41	329.36139	
	PON/West	355:45:50	355.76389	Richtungsmessung zu den Kanten der Geräteaufnahme "Rund" einer zu dieser Zeit über PON montierten GPS- Antenne
PON/Ost	355:29:08	355.48556		
	PON/Zentrum	-----	355.62472	
S05	S04	000:00:00	000.00000	Wiederholung am 5.10.94
	POS	348:20:20	348.33889	
	PON	355:37:05	355.61806	
S06	S04	000:00:00	000.00000	
	POS	004:01:03	004.01750	
	PON	012:07:17	012.12139	

Höhenmessung (Nivellement mit GEODIMETER® System 500 als Nivellier):

Punkt	Meßwert/abgelesen an der Nivellierlatte [cm]		Höhe über POS ^{*)} [cm]
	1. Messung	2. Messung	
S04	028.2	027.65	+008.70
S05	194.9	195.00	-158.65
S06	201.6	201.00	-164.65
POS	036.8	036.35	±000.00
PSO	016.1	-----	+020.70
PNO	-----	023.60	+012.75
PON	-----	-----	+000.55

*) Die Höhenangaben dieser Spalte beruhen mit Ausnahme von PSO auf den Meßwerten der 2. Messung, die hinsichtlich der waagerechten Einstellung des Zielfernrohres des GEODIMETER® beim Nivellieren sorgfältiger durchgeführt wurde.
Die Höhe von PON beruht auf der o.g. und mit Lotstab bestimmten Höhendifferenz dieser Marke zu PNO.

3.1.2. Westseite (Datum: 27.9. und 5.10.94)

Richtungsmessungen:

Standort	Richtung	Horiz.-winkel [Grad:Min:Sek] (abgelesen)	Horiz.-winkel [Grad]	Bemerkung
S01	PW	000:00:00	000.00000	
	S02	307:14:00	307.23333	
	S03	339:49:41	339.82806	
S02	S01	000:00:00	000.00000	
	PW	347:34:13	347.57028	
S03	S02	000:00:00	000.00000	
	PW	293:15:44	293.26222	
	S01	298:22:31	298.37528	

Höhenmessung:

(Nivellement mit GEODIMETER® System 500 als Nivellier)

Punkt	Meßwert/abgelesen an der Nivellierlatte [cm]		Höhe über PW*) [cm]
	1. Messung	2. Messung	
S01	026.5	026.45	+008.65
S02	134.4	134.50	-099.40
S03	134.0	134.25	-099.15
PW	035.1	035.10	±000.00

*) Die Höhenangaben beruhen auf den Meßwerten der 2. Messung, die hinsichtlich der waagerechten Einstellung des Zielfernrohres des GEODIMETER beim Nivellieren sorgfältiger durchgeführt wurde.

3.2. Durchführung der Pfeilersanierung und Rekonstruktion der Markierungen

Die Pfeilersanierung wurde in der Zeit zwischen dem 5.10. und 19.12.94 durchgeführt. Dazu wurde das Mauerwerk aller drei Pfeiler vollständig abgetragen und neu aufgemauert. Die neuen Pfeiler haben eine Granitplatte als Bekrönung und sind ca. 3 cm niedriger als die alten, damit die neu eingeklebten Bolzen oben überstehen. Die neuen, aus Messing gefertigten Markierungsbolzen tragen ein 21 mm langes Gewinde M30x1.5 und gestatten über einen Adapter ("Geräteaufnahme Rund") das direkte Aufschrauben beispielsweise einer GPS-Antenne oder eines Dreifußes des GEODIMETER®-Systems. Die Verwendung von Mauerpfeilern ist deshalb über diesen neuen Markierungen nicht mehr nötig. Zum Einkleben der neuen Markierungsbolzen waren die Pfeilerkronen in der Mitte mit entsprechenden Bohrungen versehen worden. Mit einer speziellen, einem Support ähnlichen Vorrichtung wurden die Bolzen in den Bohrungen an den Positionen der entsprechenden alten Markierungen fixiert und dann mit Kustharz eingeklebt. Die Kontrolle der horizontalen und vertikalen Fixierung der einzuklebenden Bolzen wurde durch horizontales Anzielen und Nivellieren mit zwei GEODIMETER®-Geräten realisiert (zur Bezeichnung der Horizontalwinkel vgl. Abb. 2):

Pfeilerbolzen	Horizontale Fixierung		Vertikale Fixierung Nivellement im Bezug auf Sicherungsbolzen:
	1. Winkel	2. Winkel	
PW	b ₃	b ₅	S01
PON	a ₅	a ₁	S04
POS	a ₆	a ₂	S04

Nach dem Aushärten wurden die Positionen der eingeklebten Markierungsbolzen durch Richtungs- und

Höhenmessungen überprüft. Das ist in den folgenden Abschnitten protokolliert.

3.3. Kontrollmessungen an den Boizen der neu errichteten Pfeiler

3.3.1. Ostseite (Datum: 19.12.1994)

Richtungsmessungen:

Standort	Richtung	Horiz.-winkel [Grad:Min:Sek] (abgelesen)	Horiz.-winkel [Grad]	Bemerkung
S04	S06	000:00:04	000.00111	Richtungsmessungen zu den Kanten des neu eingelassenen Bolzen
	POS/Ost	346:31:36	346.52667	
	POS/West	346:37:41	346.62806	
	POS/Zentrum	-----	346.57736	Richtungsmessungen zu den Kanten des neu eingelassenen Bolzen
	PON/Ost	258:51:12	258.85333	
	PON/West	258:44:53	258.74806	
	PON/Zentrum	-----	258.80069	
S05	S04	000:00:27	000.00750	
	POS	348:21:02	348.35056	
	PON	355:37:07	355.61861	
S06	S04	000:00:03	000.00083	
	POS	004:01:01	004.01694	
	PON	012:07:02	012.11722	

Höhenmessung (Nivellement mit GEODIMETER® System 500 als Nivellier):

Punkt	Meßwert/abgelesen an der Nivellierlatte [cm]	Höhe über POS [cm]	Bemerkung
S04	022.80	+008.75	
S05	190.10	-158.55	
S06	196.90	-165.35	
POS	031.55	±000.00	
PON	030.90	+000.65	

3.3.2. Westseite (Datum: 20.12.94)

Richtungsmessungen:

Standort	Richtung	Horiz.-winkel [Grad:Min:Sek] (abgelesen)	Horiz.-winkel [Grad]	Bemerkung
S01	PW/Nord	000:03:28	000.05778	Richtungsmessungen zu den Kanten des neu eingelassenen Bolzen
	PW/Süd	359:56:20	359.93889	
	PW/Zentrum	-----	359.99834	
	S02	307:19:30	307.32500	
	S03	339:55:19	339.92194	
S02	S01	359:59:57	359.99917	
	PW	347:34:25	347.57361	
S03	S02	000:00:01	000.00028	
	PW	293:16:17	293.27139	
	S01	298:22:54	298.38167	

Höhenmessung(Nivellement mit GEODIMETER® System 500 als Nivellier):

Punkt	Meßwert/abgelesen an der Nivellierlatte [cm]	Höhe über PW [cm]	Bemerkung
S01	018.75	+008.65	nicht gemessen
S02	126.70	-099.30	
S03	-----	-----	
PW	027.40	±000.00	

4. Vergleich der Positionen der alten und neuen Pfeilerbolzen

4.1. Horizontale Lage

Die folgende Abbildung zeigt alle zu vergleichenden Horizontalwinkel zwischen Pfeiler- und Sicherungsbolzen. In der anschließenden Tabelle sind die Winkelmessungen vor und nach der Pfeileranierung gegenübergestellt.

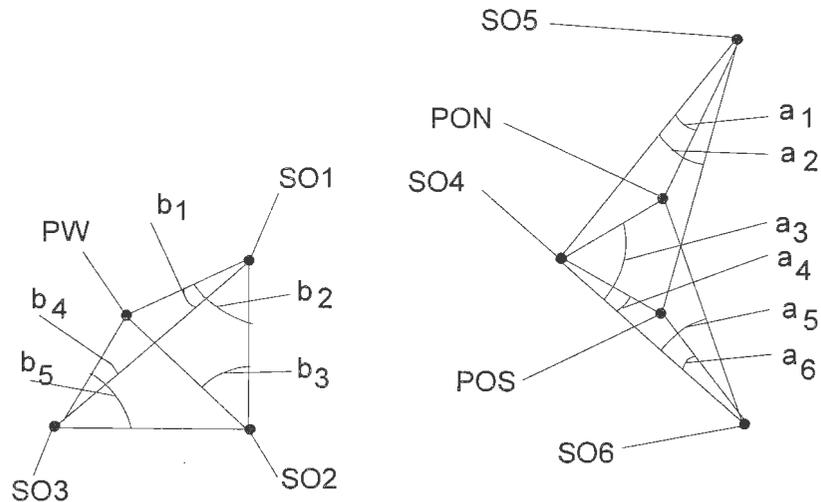


Abb. 2: Die Horizontalwinkel im Netz der Sicherungspunkte auf dem Dach A17

angezielter Pfeilerbolzen	Winkel	Meßwert [Grad]		Differenz [Grad] neu - alt	$\Delta X^*)$ [mm]
		alte Pfeiler	neue Pfeiler		
PON	a ₁	004.38194	004.38889	+0.00695	1.1
	a ₃	101.20194	101.20042	- 0.00152	0.1
	a ₅	012.12139	012.11639	- 0.00500	0.8
POS	a ₂	011.66111	011.65694	- 0.00417	0.7
	a ₄	013.50417	013.42375	- 0.08042	3.0
	a ₆	004.01750	004.01611	- 0.00139	0.3
PW	b ₁	020.17194	020.07640	- 0.09554	3.1
	b ₂	052.76667	052.67334	- 0.09333	3.0
	b ₃	012.42972	012.42556	- 0.00416	0.5
	b ₄	005.11306	005.11028	- 0.00278	0.3
	b ₅	066.73778	066.72889	- 0.00889	1.1

*) ΔX : Der Horizontalwinkeldifferenz entsprechende horizontale Verschiebung zwischen altem und neuem Pfeilerbolzen senkrecht zur jeweiligen Beobachtungsrichtung
 = $\text{SIN}(|\text{Winkeldiff.}|) \cdot \text{Entfernung}$ (zwischen angezieltem Bolzen und Standort des Meßgerätes)

4.2. Höhen

Die folgende Tabelle enthält einen Vergleich der unter 3.1. und 3.3. protokollierten Höhenmessungen der alten und neuen Pfeilerbolzen. Dabei sind nur die Höhenmessungen zu den Sicherungspunkten SO1 und SO4 berücksichtigt, denn diese Messungen sind als beträchtlich genauer anzusehen als die Nivellements zu den anderen, in Höhe und Lage wesentlich weiter entfernten Sicherungsbolzen SO2, SO3, SO5 und SO6.

Pfeilerbolzen	Sicherungsbolzen	Höhe Pfeiler- über Sicherungsbolzen [cm]		Differenz [cm] (neu - alt)
		alte Pfeiler	neue Pfeiler	
PON	SO4	- 8.15	- 8.10	+0.05
POS	SO4	- 8.70	- 8.75	-0.05
PW	SO1	- 8.65	- 8.65	±0.00

4.3. Diskussion der Genauigkeit der Rekonstruktion der Markierungsbolzen

Die Genauigkeit in Lage und Höhe der Rekonstruktion der Markierungsbolzen entspricht den gefundenen Differenzen zwischen Sicherungs- und Kontrollmessungen. Dazu ist im einzelnen noch folgendes anzumerken:

Höhen: Die bei PON und POS gefundenen Abweichungen von 0.5 mm entsprechen erfahrungsgemäß der Meßgenauigkeit beim Nivellieren mit dem GEODIMETER® System 500 und der benutzten Nivellierlatte mit Millimeterteilung. Darum wird für alle rekonstruierten Höhen ein Fehler von ±0.5 mm angenommen.

Pfeiler POS: Die auffallend große Differenz im Winkel a_4 gegenüber a_6 darf als Ungenauigkeit einer a_4 -Messung angesehen werden, denn eine reale Positionsungenauigkeit in a_4 müßte sich aufgrund der Geometrie genauso in a_6 niederschlagen. Andererseits wurde a_6 vor der Sanierung unabhängig voneinander zweimal bestimmt (siehe Abschn. 3.1.1.) und ist deshalb als genauer anzusehen.

Zusammengefaßt ergeben sich folgende Genauigkeiten bezüglich der Übereinstimmung zwischen den alten und rekonstruierten Markierungsbolzen:

Pfeiler	Genauigkeit der Rekonstruktion der Markierungsbolzen in	
	Höhe	Horiz. Lage
West (PW)	±0.5 mm	±3.0 mm
Nord-Ost (PON)	±0.5 mm	±1.0 mm
Süd-Ost (POS)	±0.5 mm	±0.7 mm