

VERÖFFENTLICHUNGEN DER BAYERISCHEN KOMMISSION  
FÜR DIE INTERNATIONALE ERDMESSUNG  
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

---

Astronomisch – Geodätische Arbeiten

Heft Nr. 48

Die Arbeiten des  
Sonderforschungsbereiches 78 Satellitengeodäsie  
der Technischen Universität München

1984 und 1985

vorgelegt von

**MANFRED SCHNEIDER**

München 1986

---

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften  
in Kommission bei der C.H.Beck'schen Verlagsbuchhandlung München

ISSN 0340 – 7691

ISBN 3 7696 9791 X

## Ergebnisse der Neuvermessung des lokalen Festpunktfeldes der Fundamentalstation Wettzell

(Stand: Dezember 1985)

Otto KIPAR, Wolfgang SCHLÜTER, Hermann SEEGER und Udo STICHLING

(A)

### 1. Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht umfaßt eine erste Zusammenstellung einer 1985 durchgeführten Neuvermessung des lokalen Festpunktfeldes im Bereich der Fundamentalstation Wettzell. Eine detaillierte Beschreibung der Vermessungsarbeiten, der Auswertung und der Transformationen ist in englischer Sprache in den Mitteilungen aus den Geodätischen Instituten der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn vorgesehen (ISSN 0723-4325); diese Vorveröffentlichung beschränkt sich daher auf eine kurze Aufgabenbeschreibung und auf eine Auflistung der Ergebnisse.

### 2. Aufgabenstellung

Nach der Inbetriebnahme des 20m-Radioteleskops der Station Wettzell, dem Ausbau mehrerer Plattformen für mobile Laserentfernungsmeßsysteme und der Installation einer neuen TRANET II-Dopplermeßanlage war dringend eine Einbeziehung der Referenzpunkte dieser Systeme in das lokale Stationsnetz erforderlich. Seitens der verschiedensten Auswertezentren werden hochgenaue Zentrierelemente zwischen den verschiedensten Beobachtungssystemen verlangt. Dabei werden diese Daten nicht nur in einem örtlichen Horizontalsystem oder auch in den Systemen der Landesvermessung (DHDN, DHHN), sondern insbesondere auch in geozentrischen Systemen der Satellitengeodäsie nachgefragt. Im Zuge einer Neukonzeption des örtlichen Stationsnetzes würde daher gefordert, alle Zentrierelemente mit einer Genauigkeit von etwa 1 mm zu bestimmen. Besondere Sorgfalt war dabei der Bestimmung der Achsschnittpunkte und deren Stabilität am SRS Laserentfernungsmeßsystem und am Radioteleskop zu widmen.

### 3. Netzkonfigurationen

Im Rahmen der Baumaßnahmen für die vier Meßplattformen, die für Parallelbeobachtungen mit mehreren mobilen Laserentfernungsmeßstationen vorgesehen sind, wurden im Herbst 1984 insgesamt 7 neue stabile Beobachtungspfeiler errichtet, die für die Zukunft eine sichere Vermarkung des Stationsnetzes darstellen und von denen aus die Positionen der Meßsysteme überwacht werden können. Insbesondere sind zur Bestimmung und Überwachung des Referenzpunktes am 20m-Radioteleskop, der als Schnittpunkt von Steh- und Kippachse definiert ist, vier dieser neuen Pfeiler um das Radioteleskop herum gruppiert worden. Der Referenzpunkt des stationären Laserentfernungsmeßsystems (SRS), der ebenfalls als Schnitt von Steh- und Kippachse definiert ist, kann von drei der neuen Pfeiler aus festgelegt und überwacht werden. Das 1984 neu konzipierte örtliche Stationsnetz wird aus dem **Stationshauptpfeiler** 6843, den sieben neu errichteten Beobachtungspfeilern, den Referenzpunkten der Plattformen für die mobilen Laserent-

fernungsmeßsysteme, den Referenzpunkten der stationären Beobachtungssysteme (SRS, Radioteleskop, Dopplerempfangsanlagen) und einigen älteren Vermessungspunkten gebildet (siehe Abb. 1). Zur Überprüfung der Orientierung der SRS-Montierung ist 1976 in einem Bereich von etwa 1 km um die Station herum ein besonderes Orientierungsnetz vermarktet und vermessen worden, in dem für die Verbindung von Station 19 nach Station 52 ein astronomisches Azimut bestimmt wurde [SOLTAU, 1976 und BEETZ et al., 1983]. Das 1985 neu konzipierte Stationsnetz wurde in dieses Netz einbezogen, um auf diesem Wege eine optimale Orientierung zu gewährleisten. Die Strecken- und Winkelmessungen wurden mit dem GEOMENSOR [SCHERER 1985] des Geodätischen Instituts der Universität Bonn (Genauigkeit  $\pm (0.2 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm})$ , Reichweite derzeit ca. 4,5 km) und mit einem Wild T2-Theodoliten durchgeführt. Die Stationshöhen des lokalen Netzes sind bis auf zwei Ausnahmen nivellistisch bestimmt worden; lediglich die Referenzpunkte am Radioteleskop und am Laserentfernungsmeßsystem wurden trigonometrisch ermittelt. Die Höhenangaben für die Stationen (Pfeiler) des Orientierungsnetzes konnten aus älteren Veröffentlichungen übernommen werden [BILLICH et al., 1977], [BILLICH et al., 1978], [AMBERG, 1983]. Tabelle 1 enthält eine detaillierte Auflistung der örtlichen Stationspunkte.

#### 4. Ergebnisse

Die Auswertung der gemessenen Strecken erfolgte mit den entsprechenden an der Universität Bonn vorhandenen EDV-Programmen. Für die zunächst freie Ausgleichung des Stationsnetzes wurde das weithin bekannte Programm TRINA genutzt, das auf der Großrechenanlage IBM 3081 des Regionalen Hochschulrechenzentrums der Universität Bonn installiert ist. Als Ergebnis der freien Netzausgleichung erhält man die in Abb. 2 skizzierten Fehlerellipsen (Figuren mit durchgezogenen Linien); die angestrebte Genauigkeit von  $\pm 1 \text{ mm}$  wurde deutlich unterschritten (Durchschnitt  $\pm 0,4 \text{ mm}$ ).

Zur Bewahrung der außerordentlich hohen Nachbarschaftsgenauigkeit der freien Netze und zur Erhaltung einer möglichst großen Übereinstimmung mit bereits früher veröffentlichten Koordinaten [AMBERG, 1983] sind die Ergebnisse der Neuausgleichung alsdann mit Hilfe einer HELMERT-Transformation (ohne Maßstabsveränderung) auf die Stationen des älteren Netzes transformiert worden. Die auf diesem Wege abgeleiteten Rechts- und Hochwerte im System der Landesvermessung sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Zur Erfüllung der internationalen Anforderungen z.B. bei der gemeinsamen Nutzung von VLBI-Ergebnissen und von Laserentfernungsmessungen nach Satelliten werden kartesische Koordinaten bzw. Zentrierelemente in dem heute global genutzten dreidimensionalen Bezugssystem benötigt. In besonders großem Umfang verbreitet ist dabei das derzeitige System der Precise Ephemeris zum Navy Navigation Satellite System (NSWC 922), das auch hier zu Grunde gelegt werden soll. Aus langjährigen Dopplermessungen auf der Satellitenbeobachtungsstation Wettzell mit einem Canadian Marconi CMA-722B-Empfänger wurden kartesische Koordinaten im System NSWC 922 abgeleitet und auf den Stationspunkt 191 (Achsen Schnittpunkt des SRS Laserentfernungsmeßsystems) umgerechnet; man erhält [SCHLÜTER, 1982]:

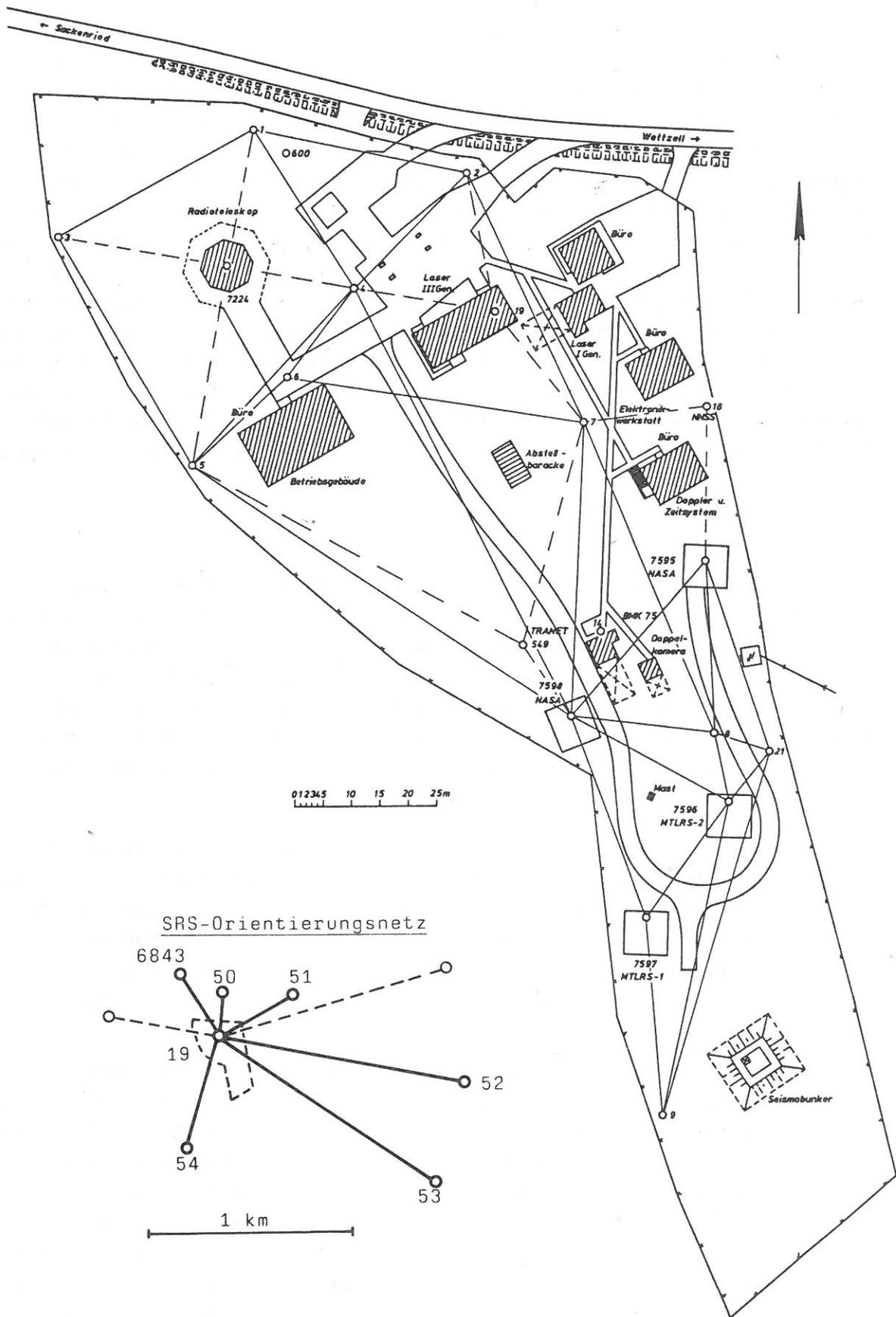


Abb. 1 Örtliches Vermessungsnetz der Fundamentalstation Wettzell

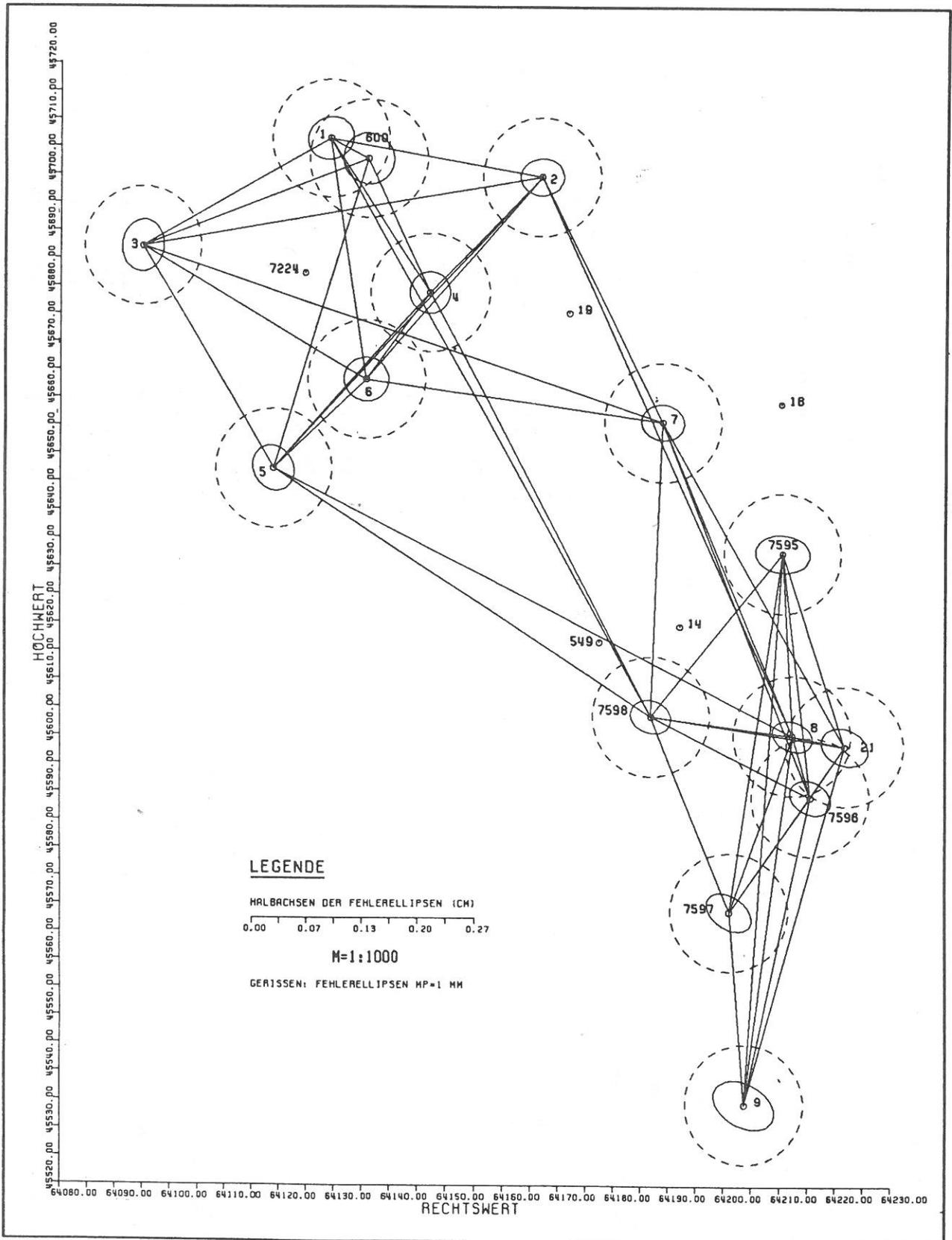


Abb. 2 Erzielte Genauigkeit des kombinierten Richtungs- und Streckennetzes der Neuvermessung des lokalen Festpunktfeldes der Fundamentalstation Wettzell

Tabelle 2

Verzeichnis der Stationskoordinaten im System des Hauptdreiecksnetzes der Bundesrepublik Deutschland

"Gauß-Krüger-Koordinaten"

Pkt.-Nr.	Rechtswert (Y) (m)	Hochwert (X) (m)	Höhe über NN (m)
1	4 564 128,990	5 445 706,469	612,216
2	4 564 166,798	5 445 699,622	611,538
3	4 564 094,844	5 445 687,119	611,912
4	4 564 146,945	5 445 678,848	612,117
5	4 564 118,855	5 445 647,417	611,833
6	4 564 135,593	5 445 663,257	610,314
7	4 564 188,876	5 445 655,717	610,591
8	4 564 212,378	5 445 600,297	613,564
9	4 564 203,707	5 445 534,492	614,514
14	4 564 192,112	5 445 619,534	612,832
18	4 564 210,286	5 445 659,022	616,45
21	4 564 221,860	5 445 598,424	612,845
50	4 564 214,230	5 445 911,894	621,099
51	4 564 525,971	5 445 880,067	603,983
52	4 565 355,884	5 445 419,287	644,189
53	4 565 176,264	5 444 995,557	597,956
54	4 563 998,916	5 445 155,032	624,628
549	4 564 177,410	5 445 616,771	619,755
600	4 564 135,817	5 445 702,839	611,778
6843	4 564 025,097	5 445 924,649	627,485
7224	4 564 124,549	5 445 682,298	622,466
7595	4 564 210,607	5 445 632,563	611,466
7596	4 564 215,639	5 445 589,361	611,986
7597	4 564 201,029	5 445 568,708	613,622
7598	4 564 186,849	5 445 603,666	613,932
7834	4 564 171,850	5 445 675,198	614,441

Tabelle 1

Verzeichnis der örtlichen Stationenpunkte

Punkt Nr.	Art der Vermarkung	Bezugspunkt
1	Betonpfeiler	Leuchtschraube
2	Betonpfeiler	Leuchtschraube
3	Betonpfeiler	Leuchtschraube
4	Betonpfeiler	Leuchtschraube
5	Betonpfeiler	Leuchtschraube
6	Bodenpunkt, Rohr	Leuchtschraube
7	Betonpfeiler, bodengleich	Leuchtschraube
8	Betonpfeiler	Leuchtschraube
9	Betonpfeiler, bodengleich	Vermessungsmarke
14	Pinne auf der Stufe des Eingangs zum BMK 75 Schutzgebäude	Pinne
18	Doppler-Schiffborne Antenne zum Marconi 722B	Antennenbezugspunkt
19	Beobachtungspfeiler für das Sylvania Laserentfernungsmesssystem der III. Generation	Leuchtschraube
191 iden- tisch mit 7834	Sylvania Laserentfernungsmesssystem der III. Generation	Schnittpunkt der Azimut- und Elevationsachse über Punkt Nr. 19
21	Betonpfeiler für astron. Beobachtungen	Pinne
549	TRANET II-Dopplerantenne	Referenzpunkt
7224	Radioteleskop	Schnittpunkt der Azimut- u. Elevationsachse
7595	Meßplattform für mobile Lasersysteme Typ TLRS	Vermessungsmarke im Pfeiler, bodengleich
7596	Meßplattform für mobile Lasersysteme Typ MLRS	Vermessungsmarke im Pfeiler, bodengleich
7597	Meßplattform für mobile Lasersysteme Typ MLRS	Vermessungsmarke im Pfeiler, bodengleich
7598	Meßplattform für mobile Lasersysteme Typ TLRS	Vermessungsmarke im Pfeiler, bodengleich
50	Betonpfeiler im Orientierungs-Prüfnetz für Montierung zum Sylvania Laserentfernungsmesssystem	Leuchtschraube
51	Betonpfeiler -wie 50-	Leuchtschraube
52	Betonpfeiler -wie 50-	Leuchtschraube
53	Betonpfeiler -wie 50-	Leuchtschraube
54	Betonpfeiler -wie 50-	Leuchtschraube
6843	Betonpfeiler, Stationspunkt I. Ordnung	Leuchtschraube
	Lage: obere Leuchtschraube	
	Höhe: untere Leuchtschraube	

Tabelle 3

Verzeichnis der Stationskoordinaten im System der "Precise Ephemeris"  
NSWC 92Z  
"Kartesische Koordinaten", auf Punkt-Nr. 7834 (≅ 191) reduziert (Laser)

Pkt.-Nr.	DX-Wert (m)	DY-Wert (m)	DZ-Wert (m)
1	-15,369	-47,108	19,096
2	-18,840	-9,199	13,819
3	6,073	-77,461	6,467
4	1,156	-25,239	0,818
5	30,252	-47,774	-19,745
6	13,975	-34,138	-10,658
7	8,309	19,134	-15,784
8	46,173	51,241	-49,965
9	97,327	53,262	-92,226
14	35,816	28,313	-37,782
18	5,011	40,381	-9,352
21	45,068	60,693	-51,806
50	-179,971	5,134	159,547
51	-234,156	312,146	123,424
52	-45,472	1201,126	-153,854
53	277,064	1085,592	-464,640
54	428,436	-85,609	-331,246
549	45,427	15,397	-34,242
600	-14,426	-39,932	16,339
6843	-144,796	-180,682	174,150
7224	10,003	-46,149	11,072
7595	21,341	44,130	-30,432
7596	52,559	55,916	-58,337
7597	72,016	45,134	-70,499
7598	49,387	25,829	-47,290

DX = Station i - Laser  
DY = Station i - Laser  
DZ

Tabelle 4

Verzeichnis der Stationskoordinaten im System der "Precise Ephemeris"  
NSWC 92Z  
"Geographische Koordinaten", auf Punkt-Nr. 7834 (≅ 191) reduziert (Laser)

Pkt.-Nr.	Geographische Länge DL (Altsekunden)	Geographische Breite DB (Altsekunden)	Ellipsoidische Höhendifferenz (m)
1	-21°09'67	1°02'82	-2,225
2	-0°23'53	0°79'24	-2,902
3	-3°79'24	0°41'46	-2,528
4	-1°22'66	0°12'75	-2,324
5	-2°63'04	-0°18'94	-2,608
6	-1°79'56	-0°37'29	-4,126
7	0°82'89	-0°63'69	-3,850
8	1°95'68	-2°43'94	-0,876
9	1°49'15	-4°55'61	0,075
14	0°96'79	-1°80'92	-1,609
18	1°88'71	-0°53'79	2,009
21	2°42'35	-2°50'36	-1,595
50	2°22'60	7°64'52	6,663
51	17°58'86	6°49'80	-10,445
52	58°26'69	-8°73'00	29,863
53	49°16'05	-22°37'63	-16,370
54	-8°82'77	-16°77'13	10,211
549	0°24'10	-1°89'31	5,315
600	-1°76'20	0°90'81	-2,663
6843	-7°09'84	8°12'87	13,051
7224	-21°32'96	0°24'75	8,025
7595	1°88'78	-1°39'44	-2,975
7596	2°11'14	-2°79'46	-2,454
7597	1°37'89	-3°45'76	-0,818
7598	0°69'92	-2°32'08	-0,509

DB = Station i - Laser  
DL

a = 6378145,000 m  
b = 6356760,042 m  
f = 0,003352849

Tabelle 5

Verzeichnis der Stationskoordinaten im System der "Precise Ephemeris"

NSWC 9Z2

"Kartesische Koordinaten"

Pkt.-Nr.	X-Wert (m)	Y-Wert (m)	Z-Wert (m)
1	4 075 520,651	931 717,732	4 801 635,336
2	4 075 517,181	931 755,641	4 801 630,059
3	4 075 542,093	931 687,379	4 801 622,707
4	4 075 537,176	931 739,601	4 801 617,058
5	4 075 566,272	931 717,066	4 801 596,495
6	4 075 549,995	931 730,702	4 801 605,582
7	4 075 544,329	931 783,974	4 801 600,456
8	4 075 582,193	931 816,081	4 801 566,275
9	4 075 633,347	931 818,102	4 801 524,014
14	4 075 571,836	931 793,153	4 801 578,458
18	4 075 541,031	931 805,221	4 801 606,888
21	4 075 581,088	931 825,533	4 801 564,434
50	4 075 356,049	931 769,974	4 801 775,787
51	4 075 301,864	932 076,986	4 801 739,664
52	4 075 490,548	932 965,966	4 801 462,387
53	4 075 813,084	932 850,432	4 801 151,600
54	4 075 964,456	931 679,231	4 801 284,994
549	4 075 581,447	931 780,237	4 801 581,999
600	4 075 521,594	931 724,908	4 801 632,579
6843	4 075 391,224	931 584,158	4 801 790,390
7224	4 075 546,023	931 718,691	4 801 627,312
7595	4 075 557,361	931 808,970	4 801 585,808
7596	4 075 588,579	931 820,756	4 801 557,903
7597	4 075 608,036	931 809,974	4 801 545,741
7598	4 075 585,407	931 790,669	4 801 568,950
7834	4 075 536,020	931 764,840	4 801 616,240

a = 6378145,000 m  
b = 6356760,042 m  
f = 0,003352849

Tabelle 6

Verzeichnis der Stationskoordinaten im System der "Precise Ephemeris"

NSWC 9Z2

"Geographische Koordinaten"

Pkt.-Nr.	Geographische Länge (Altgrad)	Geographische Breite (Altgrad)	Ellipsoidische Höhe (m)
1	12°52'38"1896	49°08'42"7180	650,974
2	12°52'40"0511	49°08'42"4823	650,297
3	12°52'36"4940	49°08'42"1045	650,670
4	12°52'39"0597	49°08'41"8173	650,875
5	12°52'37"6559	49°08'40"8105	650,591
6	12°52'38"4908	49°08'41"3170	649,072
7	12°52'41"1153	49°08'41"0530	649,349
8	12°52'42"2431	49°08'39"2504	652,323
9	12°52'41"7778	49°08'37"1238	653,274
14	12°52'41"2543	49°08'39"8807	651,590
18	12°52'42"1734	49°08'41"1519	655,268
21	12°52'42"7099	49°08'39"1863	651,604
50	12°52'42"5123	49°08'49"3350	659,862
51	12°52'57"8749	49°08'48"1879	642,754
52	12°53'38"5532	49°08'32"9599	683,062
53	12°53'29"4469	49°08'19"3136	636,829
54	12°52'31"4586	49°08'24"9186	663,410
549	12°52'40"5274	49°08'39"7967	658,514
600	12°52'38"5244	49°08'42"5980	650,536
6843	12°52'33"1880	49°08'49"8185	666,250
7224	12°52'37"9567	49°08'41"9374	661,224
7595	12°52'42"1742	49°08'40"2954	650,224
7596	12°52'42"3978	49°08'38"8953	650,745
7597	12°52'41"6652	49°08'38"2322	652,381
7598	12°52'40"9856	49°08'39"3690	652,690
7834	12°52'40"2863	49°08'41"6899	653,199

x = 4 075 536,020 m  
 y = 931 764,840 m  
 z = 4 801 616,240 m

bzw.

Länge =  $12^{\circ} 52' 40''$  2863  
 Breite =  $49^{\circ} 08' 41''$  6898  
 ellips.Höhe = 653,20 m.

Die Berechnung der NSWC 922 Koordinaten für alle anderen Stationen des lokalen Stationsnetzes basiert auf den Ergebnissen des neuen, freien Netzes, wobei die Orientierung - den internationalen Anforderungen angepaßt [ALLENBY, 1985] - mit Hilfe des astronomisch bestimmten Azimuts von Station 19 nach Station 52 erfolgte ( $A_{19}^{52} = 102^{\circ} 51' 30''$ ). Die auf Station Nr. 191 (identisch mit 7834) (Achsen Schnittpunkt des SRS Laserentfernungsmesssystems) bezogenen **Zentrierelemente** für alle anderen Stationspunkte im Sinne

#### Station minus SRS

sind als  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta z$ -Werte in Tabelle 3 und als Längen-, Breiten- und Höhenunterschiede in Tabelle 4 zusammengestellt. Die Tabellen 5 und 6 enthalten die diesbezüglichen Koordinaten im System NSWC 922.

Mit den auf diesem Wege 1985 neu abgeleiteten Koordinaten und Zentrierelementen für die Stationen des örtlichen Stationsnetzes wird ein Datensatz hoher Genauigkeit bereitgestellt, der allen Anforderungen genügt.

#### Literatur

- ALLENBY, R.J. Private Mitteilung,  
 NASA-Goddard Space Flight Center Greenbelt 1985
- AMBERG, L. Neue Koordinatenverzeichnisse für den Bereich der Satellitenbeobachtungsstation Wettzell (Stand: April 1983);  
 Veröff.d.Bayer.Kommiss.f.d.Intern.Erdm., Astron.-Geod. Arbeiten, Heft Nr. 41, München 1983
- BEETZ, H.,  
 BILLICH, E.,  
 RICHTER, B.,  
 SOLTAU, G. Kontrollmessungen im Bereich der Station Wettzell (Stand 1986);  
 Veröff.d.Bayer.Kommiss.f.d.Intern.Erdm., Astron.-Geod. Arbeiten, Heft 41, München 1981
- BILLICH, E.,  
 SEEGER, H. Die Ergebnisse von Koordinatenberechnungen im Bereich der Satellitenbeobachtungsstation Wettzell;  
 Veröff.d.Bayer.Kommiss.f.d.Intern.Erdm., Astron.-Geod. Arbeiten, Heft 36, München 1977
- BILLICH, E.,  
 SEEGER, H. Verbesserte und ergänzte Koordinatenverzeichnisse für den Bereich der Satellitenbeobachtungsstation Wettzell,  
 Veröff.d.Bayer.Kommiss.f.d.Intern.Erdm., Astron.-Geod. Arbeiten, Heft 38, München 1978
- SCHLÜTER, W.,  
 BLENSKI, G.,  
 HERZBERGER, K.,  
 MÜLLER, W.,  
 STÖGER, R. Results from Permanent Doppler Observations at Wettzell using Broadcast and Precise Ephemeris,  
 Proceedings III. Sympos.on Satellite Doppler Point Positioning, Las Cruces, New Mexico, 1982
- SCHERER, M. Präzisionsdistanzmesser CR 204 GEOMENSOR-Funktionsprinzip und erste Felderprobungen, ZfV 1985, S.135-145
- SOLTAU, G. Montierungsprüfnetz 1976 Wettzell, Azimutbestimmung;  
 Interner Bericht, Frankfurt 1976