

Privat

Mitteilungen für
Planetenbeobachter

Arbeitskreis
Planetenbeobachter

Hans – Jörg Mettig

**SYSTEMATISCHE FEHLER
BEI DER BESTIMMUNG
JOVIGRAPHISCHER
LÄNGENPOSITIONEN**

MfP – Monographie Nr. 2

März 1987

Eine Publikation der "Fachgruppe Planeten" der VdS e.V.

Systematische Fehler bei der Bestimmung jovigraphischer Längenpositionen

von H.-J. Meffig

Der maximal mögliche Fehler der Schätzung einer ZM-Durchgangszeit auf Jupiter wird an mittleren Instrumenten meist zwischen ein und drei Minuten angegeben. Die Längenpositionen eines Objektes, die ein Beobachter aus ZM-Durchgängen abgeleitet hat, zeigen aber mitunter "boshaft konstante" Abweichungen zu den Werten anderer Beobachter, die betragsmäßig 2° deutlich übersteigen. Oft wird die Ursache dafür in "schlechten Beobachtungsbedingungen" oder "dem Instrument" gesucht und mit dieser Begründung als zufällig, d.h. nicht so recht "greifbar", abgetan. Differenzen dieser Größenordnung lassen sich aber nicht mehr mit dem zufälligen Fehler einer Schätzung erklären, sondern sind systematischer Natur.

Systematische Fehler werden m.E. bei der Auswertung von Positionsmessungen oft nicht genügend oder überhaupt nicht berücksichtigt. Es ist auch falsch, zu glauben, daß sie sich durch eine ausreichende Anzahl in die Rechnungen einfließender Einzelmessungen automatisch "wegglätten". Ein einfaches, konstruiertes Beispiel, das den Kern des Problems aber genau trifft, soll dies verdeutlichen.

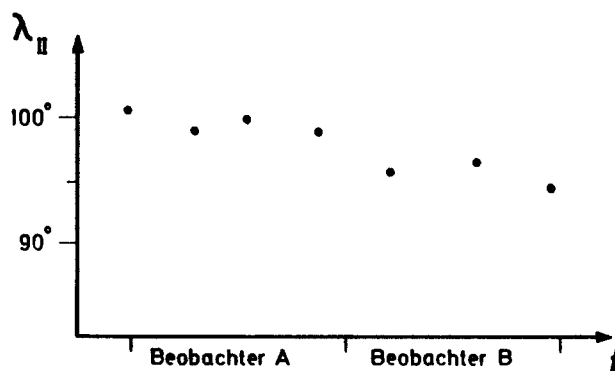


Abb. 1: Mögliche Verfälschung der Bewegungsanalyse eines Objektes durch hinzuziehen verschiedener Beobachter im Falle seiner Stationarität

Ein Objekt sei über zwei Wochen hinweg beobachtbar und dabei gegen System II praktisch stationär. Beobachter A vermisst das Objekt in der ersten Woche, während B erst in der zweiten Woche beobachtet. A schätzt aber die ZM-Durchgangszeiten rund acht Minuten später als B (acht Minuten sind nicht zu hoch gegriffen, wie wir später sehen werden!). Die Folge ist, daß die beobachtete mittlere Bewegung deutlich retrograd verläuft. Nur aus den vorliegenden Messungen heraus ist die Verfälschung der wahren Bewegung nicht ersichtlich (siehe Abb. 1).

Haben die Beobachter unbekannte "Eigenschaften", so wird der Bearbeiter der Schätzungen natürlich gezwungen sein, sie "in einem Topf" auszuwerten. Dies sollte sonst jedoch so weit wie möglich vermieden werden.

Das Beispiel zeigt auch, daß es für den Auswertenden praktisch unmöglich werden kann, einzuschätzen, wann die ZM-Durchgänge denn nun "wirklich" erfolgt sind. Oft wird er einen "idealen Beobachter" als Bezugspunkt definieren müssen.

Es gibt mehrere Ursachen, die zu einer mehr oder minder großen Verfälschung jovigraphischer Längenpositionen sowohl bei ZM-Durchgangsmessungen als auch Zeichnungsausmessungen führen können. Sie sollen im folgenden beschrieben werden. Zu dem unter 2.4.3 aufgeführten Effekt haben *H. Berger* (Scharfenberg, DDR) und der Verfasser an Fernrohr und Schablonenmodell gezieltere Untersuchungen angestellt.

1. Systematische Positionierfehler bei Zeichnungen

1.1 Randeffect

Der erste Effekt äußert sich (zumindest beim Verfasser) darin, daß Jupiterdetail zu weit zum Rand der Zeichenschablone hin eingetragen wird, und zwar umso ausgeprägter, je größer die Distanz des Objektes zum ZM ist. Er ist in den MfP schon ausführlicher beschrieben worden [1].

1.2 Wahl der Bildorientierung, Festlegen des Objektpunktes

Eine mögliche Ursache für signifikante Differenzen zwischen gemittelten Zeichnungspositionen ist das Arbeiten mit verschiedenen Bildorientierungen. Sie wird ausführlicher in Abschnitt 2.4.3 behandelt. Auch die im Abschnitt 2.1 genannte Fehlerquelle kann unter Umständen merklichen Einfluß auf Zeichnungspositionen haben.

1.3 Unkorrekte Zeitnahme

Als "Zeitpunkt des Anfertigens der Zeichnung" wird der Moment des Eintragens der größten Strukturen genommen; er liegt kurz nach Beginn der Zeichnung. Aus ihm wird dann der "ZM der Zeichnung" berechnet. Insbesondere bei schlechter Luft benötigt man (allen theoretischen Mahnungen zum Trotz) aber doch längere Zeit, um alle gesehenen Einzelheiten in die Schablone einzutragen. Die Positionen spät gezeichneter Objekte, die sich nicht in der Nähe anfangs gezeichneter Einzelheiten befinden, können dann bis etwa -5° (entsprechend 10 Minuten "Verspätung") fehlerhaft sein.

Aufgrund des höheren zufälligen Fehlers beim Zeichnen wird sich dies nur in ZM-Nähe merklich auswirken. Im übrigen ist diese Fehlerquelle auch weniger systematisch als "grob", d.h. sie läßt sich mit einem entsprechenden Aufwand an Beobachtungsnotizen beseitigen.

2. Systematische

2.1 Festlegen

Das Zentrum eine Beobachtung dunkleren Licht als O der des G zur Ausw

Ähnliches Hell- bzw

2.2 Positionierung

Schon 180 Durchgang Beobachte Positionss Planet im gekippt w negativem Positioner

Schmidt g tivem Vor der Natur liche Nach Differenzen positiven werden.

ZM-Durchkeiten erl ten.

Der Positi 2.4.3 besch gen "Nord

2.3 Phasen

Ein Hinweis minator d leuchteter Diskussion schrieb de

"Man kan Sichtbarke sten Beob kürzer sin Verbindun

2. Systematische Fehler bei der Zeitnahme von ZM-Durchgängen

2.1 Festlegen eines Objektpunktes, insbesondere der Objektmittle

Das Zentrum des GRF z.B. kann sehr unterschiedlich aufgefaßt werden: Der eine Beobachter bemerkt in seinem kleinen Instrument nur den etwas dunkleren Ostrand, ein anderer sieht mit größerer Öffnung den GRF deutlich als Oval. Ein dritter hält nur gar die Bai, deren Mitte keineswegs mit der des GRF zusammenfallen muß, für den Fleck an sich, und reicht dann zur Auswertung seine Bai-Beobachtungen als "GRF-Positionen" ein.

Ähnliches tritt auch bei anderen Objekten auf, die eine ungleichmäßige Hell- bzw. Dunkelintensitätsverteilung besitzen.

2.2 Positionswinkeleffekt

Schon 1881 bemerkte *Julius Schmidt*, Athen, daß Schätzungen eines ZM-Durchgangs verschiedene Zeiten ergeben, wenn Jupiter im Gesichtsfeld des Beobachters unterschiedlich geneigt ist [4]. Er stützte sich dabei auf 100 Positionsschätzungen des GRF aus der Sichtbarkeit 1880/81, bei denen der Planet im Okulargesichtsfeld gegenüber der Horizontalen um $+30^\circ$... -70° gekippt war (Winkel entgegen dem Uhrzeigersinn gezählt). Seine bei stark negativem Positionswinkel (großem westlichen Stundenwinkel) erhaltenen Positionen liegen bis zu 6° höher als die in Meridiannähe genommenen.

Schmidt gibt bei Positionswinkeln über 0° Abweichungen mit ebenfalls positivem Vorzeichen an. Das erscheint von vornherein merkwürdig, da wegen der Natur des Effektes ein negatives Vorzeichen zu erwarten ist. Eine neuerliche Nachrechnung seiner Schätzungen hat gezeigt, daß die angegebenen Differenzen zwischen Messungen bei horizontaler Streifenlage und schwach positiven Positionswinkeln (bis $+30^\circ$) durch die Meßwertstreuung überdeckt werden.

ZM-Durchgänge sollte man deshalb (sofern es die instrumentellen Möglichkeiten erlauben) stets bei horizontaler Lage der Jupiterstreifung beobachten.

Der Positionswinkeleffekt steht in engem Zusammenhang mit der unter 2.4.3 beschriebenen Differenz zwischen Schätzungen bei den Bildorientierungen "Norden oben" und "Süden oben".

2.3 Phaseneffekt

Ein Hinweis darauf, daß die stärkere Randverdunklung des Planeten am Terminator die Form der (den Ephemeriden zugrunde gelegten) geometrisch beleuchteten Jupiterscheibe merklich verfälscht, findet sich in [2]. In einer Diskussion errechneter Rotationsperioden der drei langlebigen WOS im STB schrieb der englische Planetenbeobachter *B.M. Peek* 1958:

"Man kann eine leichte Tendenz erkennen, daß die Perioden zwischen den Sichtbarkeiten (abgeleitet aus den letzten Beobachtungen vor und den ersten Beobachtungen nach der Konjunktion - Anmerkung des Verfassers) kürzer sind als die während ihnen. Dieser Effekt wurde vor vielen Jahren in Verbindung mit dem Roten Fleck von *Phillips* bemerkt und durch *St. Wil-*

liams bestätigt ([5], [6] – Anmerkung des Verfassers); er ist in der Größenordnung von ungefähr einer Sekunde und scheint auf den Einfluß der Planetenphase auf die visuelle Schätzung der Durchgangszeiten zurückzuführen zu sein. In den Ephemeriden ist, um die Lage des Zentralmeridians zu berechnen, die geometrische Phase berücksichtigt, doch nicht die Tatsache, daß der Terminator eine stärkere Randverdunklung besitzt als der Scheibenrand; dieser Effekt muß bewirken, daß die Zeiten der zu bestimmenden Zentralmeridianpassagen vor der Opposition zu zeitig und nach ihr zu spät werden, mit dem Resultat, daß die Rotationsperioden, die aus ihnen für eine einzige Sichtbarkeit hergeleitet werden, eine Kleinigkeit zu lang herauskommen."

Die maximale Verfälschung der wahren ZM-Durchgangszeiten muß zu den Zeiten größter Phase (± 3 Monate zur Opposition) auftreten. Im Falle der gefundenen Rotationszeitdifferenz von 1 Sekunde beträgt sie 1.5 Minuten. Zur Oppositionszeit verschwindet der Effekt natürlich.

Ein Einfluß des Phaseneffektes dürfte vor allem instrumentenabhängig sein.

2.4 Unterschiedliche Beurteilung der Lage des ZM

2.4.1 Modellversuch

Diese Fehlerursache kann durch eine Simulation von ZM-Durchgangsschätzungen leicht nachgewiesen werden. Der Aufbau des dazu von uns verwendeten Modells ist in Abb. 2 dargestellt. Durch Ziehen des "STRZ-Streifens" läßt sich die Planetenrotation nachahmen; die Stellung des "Planetendetails" zum Zeitpunkt der von der Versuchsperson beobachteten ZM-Passage ist an der Millimeterskala ablesbar. Durch eine einfache Rechnung kann dann die Verschiebung des beobachterspezifischen gegen den wahren ZM ermittelt werden. Geschätzt wurde aus einer Entfernung von rund 6 Metern, so daß die Winkelausdehnung der 48 mm großen Jupiterschablone einer 50-fachen Fernrohrvergrößerung entsprach. Dies mag etwas wenig erscheinen; vom tatsächlichen optischen Eindruck her erinnerte die gewählte Entfernung jedoch an eine 100- bis 150-fache Vergrößerung.

H. Berger und der Verfasser haben nun an diesem Modell Durchgangsbeobachtungen eines mittelmäßig und eines schlecht sichtbaren "GRF" sowie einer auffälligen, tiefschwarzen Markierung (ähnlich einer STRZ-Brücke) durchgeführt. Jedes der drei Objekte wurde bei den Bildorientierungen "Norden oben" und "Süden oben" vermessen. Um auch die Zufälligkeit der einzelnen Beobachtungen einschätzen zu können, haben wir pro Objekt und Bildorientierung 10 Einzelmessungen zu einem Mittelwert zusammengefaßt und seine Streuung berechnet.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt. Ein negatives Vorzeichen bedeutet, daß die geschätzte Längenposition zu gering ausgefallen ist; ein positives, zu hoch. Die Werte zeigen, daß erhebliche Fehleinschätzungen der Lage des ZM aufgetreten sind. Die Realität des Phänomens wird bei der Betrachtung der Streuungen klar deutlich (siehe Anmerkung am Ende des Artikels). Die offenbar objektbedingten Unterschiede zwischen den einzelnen Werten sollen im folgenden übergangen werden. Zu ihrer Diskussion wäre erst eine Reihe neuer und abgewandelter Versuche nötig.

Abb. 2:

Tab. 1:

2.4.2 Res

K.-D. Ko
1984 ein
am gleich
achtet. I
Refrakto
ger-Mett
runter is
zwar un
an diese
ein!

Hinsichtl
nur die
lenzeile,

t in der Größen-
Einfluß der Pla-
nen zurückzufüh-
ralmeridians zu
ht die Tatsache,
ls der Scheiben-
immenden Zen-
uhr zu spät wer-
innen für eine
ang herauskom-

en muß zu den
Im Falle der ge-
ie 1.5 Minuten.

mentenabhängig

urchgangsschät-
n uns verwend-
"STRZ-Streifens"
es "Planetende-
den ZM-Passage
Rechnung kann
wahren ZM er-
rund 6 Metern,
schablone einer
wenig erschei-
e gewählte Ent-

urchgangsbeob-
n "GRF" sowie
STRZ-Brücke)
ierungen "Nor-
ligkeit der ein-
ro Objekt und
usammengefaßt

rzeichen bedeu-
ist; ein positi-
ungen der Lage
ei der Betracht-
Ende des Arti-
den einzelnen
iskussion wäre

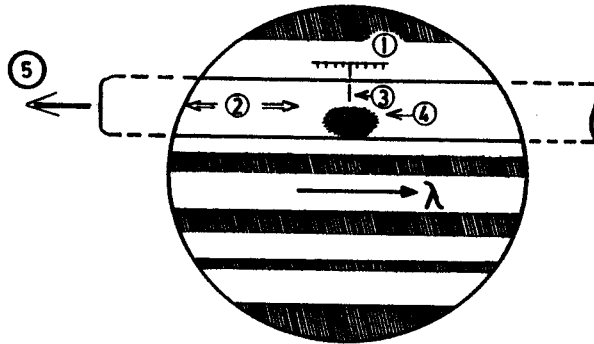


Abb. 2: Jupitermodell zur Untersuchung der Lage des beobachteten Zentralmeridians. Es bedeuten: (1) Millimeterskala auf Schablonenuntergrund, deren Nullpunkt durch den wahren ZM geht; (2) "in Länge" verschiebbarer Papierstreifen; (3) Markierung auf (2), die das genaue Zentrum des zu vermessenden Objektes (4) repräsentiert; (4) zu vermessendes Objekt; (5) Zugrichtung des Streifens zur Simulation der Rotation

Tab. 1: Ergebnisse eines Versuchs an dem in Abb. 2 dargestellten Jupitermodell

		Berger		Mettig	
		°	°	°	°
GRF	schwach ... S oben	-5.7	±0.3	-4.7	±0.2
	... N oben	-2.2	±0.5	+2.4	±0.2
GRF	mittelgut				
	sichtbar ... S oben	-6.6	±0.3	-3.5	±0.1
	... N oben	-1.3	±0.4	+1.5	±0.1
	schwarze				
Markierung	... S oben	-5.7	±0.2	-4.5	±0.2
	... N oben	-1.9	±0.4	-0.9	±0.3

2.4.2 Resultate von Parallelbeobachtungen

K.-D. Kalauch (Annahütte, DDR), H. Berger und der Verfasser haben seit 1984 einige ZM-Durchgänge verschiedener Objekte parallel (zur selben Zeit am gleichen Instrument) bei normaler astronomischer Orientierung beobachtet. Es liegen 8 Paar Positionsschätzungen (Kalauch-Mettig) an einem Refraktor 300/4500 bei 180 und 225-facher Vergrößerung sowie 3 Paar (Berger-Mettig) am Refraktor 150/2250 bei 140-facher Vergrößerung vor. Darunter ist nur eine Differenz in der Zeitnahme größer als eine Minute, und zwar unter guten Bedingungen am 300er Refraktor. Von den Zeitnahmen an diesem Instrument stimmen aber sechs bis auf die halbe Minute überein!

Hinsichtlich des Problems "Parallelbeobachtungen" interessieren in Tab. 1 nur die Differenzen zwischen den Werten von Berger und Mettig pro Tabellenzeile, speziell unter normaler astronomischer Orientierung (Süden oben).

Sie liegen zwischen -1° und -3° .

Natürlich darf man dem Modellversuch kein allzu großes Gewicht beimessen. Im Zimmer kann ganz einfach eine Reihe von Beobachtungseinflüssen nicht berücksichtigt werden, die in natura eine Rolle spielen. Dennoch ist auffällig, daß am Fernrohr keine derartig hohen Differenzen festgestellt wurden. Vielleicht liegt das daran, daß am Modell nur eine Winkelvergrößerung von 50-fach angewandt worden ist.

Obwohl nur Fernrohrschätzungen von drei Beobachtern vorliegen, bin ich der Meinung, daß die Fehlerursache "Unterschiedliche Beurteilung der Lage des ZM unter *identischen* Beobachtungsbedingungen" kaum für größere Differenzen zwischen Beobachtern an mittleren und großen Instrumenten verantwortlich gemacht werden kann. Dies gilt (zumindest) für Schätzungen in jovigraphischen Breiten bis etwa $\pm 40^{\circ}$.

2.4.3 Der Einfluß der Bildorientierung

2.4.3.1 Die Beobachtungen

Ist zwischen zwei Beobachtern keine systematische Verschiebung der ZM-Durchgangszeiten erkennbar, so muß dies nicht bedeuten, daß beide fehlerlos schätzen. Es ist genausogut möglich, daß die Werte beider Beobachter mit dem gleichen Fehler behaftet sind. Setzt man voraus, daß die ZM-Verzerrungen in eine bestimmte Richtung im Gesichtsfeld des Okulars erfolgen, müßten sie sich bei Beobachtungen unter variierenden Bildorientierungen zu erkennen geben.

Aus Beobachtungen von *H. Berger* und dem Verfasser seit 1981 läßt sich ein Vergleich von Schätzungen anstellen, die mit "Norden oben" und "Süden oben", teilweise spiegelverkehrten Bildern, jedoch durchweg horizontaler Streifenstellung, erhalten wurden. Als Beobachtungsinstrumente dienten:

Berger:	1981:	- Newton 150
	ab 1982:	- Cass. 250 (Norden oben)
		- Newton 150 und 230 (Süden oben)
		- Refr. 150/2250 (für einzelne Parallelbeobachtungen 1985)
Mettig:		- Refr. 150/2250 für alle Beobachtungen außer:
		- Refr. 300/4500 für die je zwei "Süden oben" - Positionen von GRF und WOS-DE 1984.

In Tabelle 2 ist die zeitliche Aufschlüsselung der Anzahl der ZM-Durchgangsbeobachtungen einzelner Objekte bei bestimmten Bildorientierungen gegeben. Die verwendeten Abkürzungen bedeuten:

NR = Norden oben, seitenrichtig
 NV = Norden oben, seitenverkehrt
 SR = Süden oben, seitenrichtig
 SV = Süden oben, seitenverkehrt
 PB = Parallelbeobachtungen

Parallelbeobachtung: gleichzeitige Schätzung eines ZM-Durchgangs durch

einen Beobachter bei NR und SR.

Tab. 2: Aufschlüsselung der in Abschnitt 2.4.3 analysierten Durchgangsbeobachtungen

Jahr	Objekt	Berger	Mettig
1981	GRF	SR 4	SV 9
	BC	SR 8	SV 6
	DE	SR 5	SV 11
1983	GRF	NR 10	SV 4
	BC	NR 6	SV 7
	DE	NR 9	SV 5
1984	GRF	NR 10	NV 2, SR 2
	DE	NR 10	SR 2
1985	GRF	NR 17, SR 5 (5 PB)	NR 3, SR 8 (3 PB)
	DE	NR 6, SR 1	SR 5
	FA	NR 11, SR 2 (2 PB)	SR 7
	GRF p.	2 PB	
	GRF f.	1 PB	
	WF EZn		1 PB

Eventuelle Unterschiede in der Lage des scheinbaren ZM bei den einzelnen Bildorientierungen zu erkennen, ist bis 1984 nur durch den Vergleich der Meßwerte beider Beobachter möglich. 1985 hat jeder von uns noch Parallelbeobachtungen (PB) bei NR und SR (durch Schwenken des Okularrevolvers oder den Einsatz zweier Instrumente) angestellt. Bei den 1985 nach WOS-FA angeführten drei Objekten ist übrigens nur die Anzahl der Parallelbeobachtungen angegeben, da sie von je nur einem Beobachter vermessen wurden und die restlichen Einzelschätzungen somit nicht weiter vergleichbar sind.

2.4.3.2 Vergleich SR - NR

Unsere 1985er Driftelemente von WOS-FA und -DE zeigen eine systematische Abweichung von -8° , d.h. Berger sah beide Objekte mit NR etwa 13 Minuten später zentral als Mettig bei SR. Diese Differenz befindet sich bei den (allerdings stärker streuenden) Messungen der GRF-Mitte mit etwa -7° bestätigt. Ebenso differieren meine je zwei SR-Werte des Jahres 1984 von GRF und DE um -7° bzw. -8° gegenüber den Bergerschen NR-Driftelementen. Eine andere Erklärung, als diese auffällig konstante Abweichung den unterschiedlichen Bildorientierungen zuzuschreiben, gibt es nicht.

Aus den 14 Parallelbeobachtungen ergeben sich meist geringere Differenzen. Ihr Mittel liegt (die eine Beobachtung des weißen Flecks in der EZ ausgenommen) bei -5° ... -6° , jedoch streuen bei beiden Beobachtern die Werte in einem größeren Bereich (-4° ... -7.5°).

Wegen der in etwa gleichen jovigraphischen Breitenlage der WOS, des GRF und der am Modell vermessenen Objekte ist ein Vergleich der Fernrohrbeobachtungen mit den Modellergebnissen interessant. Die entsprechenden Differenzen aus Tab. 1 lauten:

$$\begin{aligned} \text{SR (Mettig) minus NR (Berger)} &= - (2.2 \dots 2.5)^\circ \\ \text{SR (Berger) minus NR (Berger)} &= - (3.5 \dots 5.3)^\circ \\ \text{SR (Mettig) minus NR (Mettig)} &= - (3.6 \dots 7.1)^\circ \end{aligned}$$

Die letzten beiden Differenzen entsprechen den Parallelbeobachtungen; sie stimmen gut mit den Fernrohrbeobachtungen überein.

Im Falle des äquatornahen weißen Flecks trat nur eine (SR minus NR) Positionsdifferenz von -2.7° auf. Dies erscheint auch "vernünftig", da eine ZM-Verzerrung am Äquator geringeren Einfluß auf die geschätzten Längen haben dürfte als in gemäßigten Breiten. 2.7° entsprechen aber immerhin noch einem Unterschied in der Durchgangszeitnahme von 4.5 Minuten.

2.4.3.3 Vergleich SR - SV

Die beim Vergleich SR-NR erhaltenen Differenzen lassen sich so deuten, daß beide Beobachter den ZM am Fernrohr

- (a) nach rechts verschoben, oder zumindest
- (b) bei SR weiter zum f. Rand hin als bei NR sehen. Es läßt sich leicht überlegen, daß eine Gegenüberstellung von Positionsmessungen bei SR und SV dann analoge Resultate erbringen müßte, falls Nord- und Südhalbkugel in den auftretenden Abweichungen "gleichberechtigt" sind.

Dieser Vergleich läßt sich nun aus den 1981er Beobachtungen ziehen. Aus den einzelnen Bewegungselementen ergeben sich folgende Differenzen SR (Berger) minus SV (Mettig):

$$\begin{aligned} \text{WOS-DE: } &-4^\circ \\ \text{WOS-BC: } &-6^\circ \dots 0^\circ, \text{ im Mittel etwa } -4^\circ \\ &\text{(siehe auch [3])} \end{aligned}$$

Die Positionen des GRF streuen ebenfalls stark, lassen aber auch eine negative Differenz, etwa in Höhe -3° , erkennen.

Die o.g. Deutung der Abweichungen wird damit prinzipiell bestätigt. Die Werte sind jedoch nur halb so groß wie bei SR-NR.

2.4.3.4 Vergleich SV - NR

Zu guter Letzt ist noch eine Gegenüberstellung der SV- und NR-Positionen des Jahres 1983 interessant. Aus

$$\begin{aligned} \text{SR minus NR} &= -5^\circ \text{ (Parallelbeobachtungen Berger 1985)} \\ \text{und} \\ \text{SR minus SV} &= -4^\circ \text{ (Berger minus Mettig 1981)} \end{aligned}$$

ergibt sich, daß der Wert SV-NR (als Differenz Mettig minus Berger) voraussichtlich -1° betragen müßte. Die Beobachtungen zeigen folgendes: Bei den zwei WOS-Objekten ist SV minus NR i.a. leicht positiv, im Mittel $1^\circ \dots 2^\circ$; beim GRF bewegen sich die Abweichungen zwischen -4° und 0° . Von ihm sind jedoch nur wenig vergleichbare Positionsmessungen vorhanden, so daß dem Wert der WOS-Beobachtungen größeres Gewicht beizumessen ist.

Die Unter-
die Abwei-
diskutiert
Umgebung
blick auf
Auch der
dell- und
werden. Fi
aus.

Anliegen d
systematis
sie zu inte
trachtunge
daß die be
ten müsse
auch für d

Es wäre sic
lich system
fluß der Bi

Nach Manu
denen (rech
gangsmessu
werden [7].
zendes Mat

Anmerkung

Die Streuun
tativ siche
eine weiter
Werte "Noro
oben", sind
lich aufein
tungsbeding
durch aber

*

Die Unterschiede zwischen den (SR-NR)- und (SR-SV)- Differenzen sowie die Abweichung des Wertes SV-NR vom "Erwartungswert" sollen hier nicht diskutiert werden. Sicher spielt dabei die Tatsache, daß das Aussehen der Umgebung der WOS-Objekte und des GRF im Laufe der Zeit variiert, im Hinblick auf die in Abschnitt 2.1 genannte Fehlerquelle eine gewisse Rolle. Auch der im Abschnitt 2.4.2 aufgetretenen Unstimmigkeit zwischen Modell- und Fernrohrbeobachtungen kann noch nicht weiter nachgegangen werden. Für detailliertere Untersuchungen reicht das Material noch nicht aus.

Anliegen des Abschnitts 2.4 sollte vor allem sein, zu zeigen, was für hohe systematische Fehler auftreten können, und wie schwierig es werden kann, sie zu interpretieren. Zu beachten ist jedoch, daß sich die angestellten Betrachtungen nur auf zwei spezielle Beobachter beziehen. Es ist nicht gesagt, daß die beschriebenen systematischen Fehler bei jedem Beobachter auftreten müssen, geschweige denn in analoger Art und Weise. Dies gilt übrigens auch für die in den vorigen Abschnitten genannten Effekte.

Es wäre sicher sehr nützlich, wenn weitere Beobachter ihr Material hinsichtlich systematischer Fehler untersuchen und dabei insbesondere auf den Einfluß der Bildorientierung hin überprüfen.

Nach Manuskriptabschluß habe ich noch einige ältere Artikel gefunden, in denen (recht kontrovers) die Genauigkeit von Mikrometer- und ZM-Durchgangsmessungen, aber auch das Problem systematischer Fehler, diskutiert werden [7]. Der interessierte Leser findet dort ein reichhaltiges, z.T. ergänzendes Material zur obigen Thematik vor.

Anmerkung

Die Streuungen sind gering genug, um die einzelnen Ergebnisse als quantitativ sicher annehmen zu können. Nach Manuskriptabschluß lag jedoch eine weitere Reihe von *H. Berger* mit abweichenden Resultaten vor (die Werte "Norden oben" haben zwar in etwa die gleiche Differenz zu "Süden oben", sind jedoch schwach negativ). Offenbar können die Ergebnisse zeitlich aufeinanderfolgender Versuche mit nur wenig veränderten Beobachtungsbedingungen doch merklich variieren. Änderungen *im Text* waren dadurch aber nicht nötig.

Literatur:

- [1] METTIG, H.-J., 1981: Systematische Positionierfehler beim Planetenzeichnen, *MfP* 5, Nr. 4, 1981.
- [2] PEEK, B.M., 1958: *The Planet Jupiter*, 116 ff, Faber and Faber, London 1958.
- [3] BLASBERG, H.-J., METTIG, H.-J., 1982: Jupiterbeobachtungen 1980/81, *Astronomie und Raumfahrt (AuR)* 20, Nr. 4, 1982.
- [4] SCHMIDT, J., 1881: Jupiter, *Astronomische Nachrichten* 101, Nr. 2410, 147 ff, 1881.
- [5] PHILLIPS, T.E.R., 1905: On a Form of Error in Eye-estimated Transits of Spots on Jupiter, *The Observatory* 28, Nr. 361, 344 ff, 1905.
- [6] WILLIAMS, A.S., 1905: Systematic Error in Transit Observations of Jovian Spots, *The Observatory* 28, Nr. 362, 389 ff, 1905.
- [7] WILLIAMS, A.S., HOUGH, G.W., 1904/1905: Mehrere Beiträge in den *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 64/65, 1904/05.

Inhaltsverze

Systematis

Randeffekt

Wahl der B

Unkorrekte

Systematis

Festlegen e

Positionswi

Phaseneffel

Unterschied

Modellversu

Resultate v

Der Einfluß

Die Beobach

Vergleich SI

Vergleich SI

Vergleich SI

Anmerkung

Literatur .

Inhaltsverze

Inhaltsverzeichnis

Systematische Positionierfehler bei Zeichnungen	4
Randeffekt	4
Wahl der Bildorientierung, Festlegung des Objektpunktes	4
Unkorrekte Zeitnahme	4
Systematische Fehler bei der Zeitnahme von ZM-Durchgängen	5
Festlegen eines Objektpunktes, insbesondere der Objektmitte	5
Positionswinkeleffekt	5
Phaseneffekt	5
Unterschiedliche Beurteilung der Lage des ZM	6
Modellversuch	6
Resultate von Parallelbeobachtungen	7
Der Einfluß der Bildorientierung	8
Die Beobachtungen	8
Vergleich SR - NR	9
Vergleich SR - SV	10
Vergleich SV - NR	10
Anmerkung	11
Literatur	12
Inhaltsverzeichnis	13

