

Dieter B. Herrmann

Über den Intihuatana von Machu Picchu

Wissenschaftliche Mitteilung vor dem Plenum der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin am 13. Oktober 2011¹

Der „Intihuatana“, von dem hier die Rede sein soll, befindet sich in der 2400 Meter hoch gelegenen peruanischen Ruinenstadt Machu Picchu (Abb.1) oberhalb des Urubamba-Flusses unweit der alten Inka-Hauptstadt Cusco. Die etwa um 1450 n. Chr. errichtete Anlage von



Abb.1: Blick auf Machu Picchu von Südwesten.

Foto: Sabine Heinz am 7.3.2011 (Mit freundlicher Genehmigung)

Machu Picchu wurde erst im Sommer des Jahres 1911 von dem US-amerikanischen Archäologen und Forschungsreisenden Hiram Bingham (1875-1956) (wieder-)entdeckt. Bingham suchte nach der letzten Zufluchtsstätte der Inkas vor den spanischen Eroberern, dem legendären „Vilcabamba“, als er inmitten des andinen peruanischen Dschungels am 24. Juli 1911 – nur etwa 20 Kilometer von dem gesuchten Vilcabamba entfernt – auf die Überreste einer vom

¹ Vgl. auch Dieter B. Herrmann, Am Intihuatana von Machu Picchu. Reisenotizen über eine verschlüsselte Botschaft, *Mitteilungen der Gauss-Gesellschaft Göttingen* 48 (2011) 95-100

Urwald völlig zugewachsenen Stadt stieß². Nach der von Bingham veranlassten Freilegung von Machu Picchu zeigte sich, dass die Spanier diesen Ort nie erreicht hatten, vielleicht weil sie von seiner Existenz nichts wussten, und die Anlage daher – im Unterschied zu allen anderen Inka-Stätten – die Zeiten unzerstört überdauert hatte.

Seit dieser Entdeckung haben Archäologen, Historiker, Südamerika-Forscher und Ethnologen eine Fülle von Versuchen unternommen, hinter das Geheimnis von Machu Picchu zu kommen, Zweck und Bedeutung dieser Anlage zu entschlüsseln und aus ihren Analysen weiterreichende Schlüsse über die Inka-Kultur überhaupt abzuleiten. Auch der „Intihuatana“ im Zentrum eines „Sonnenobservatoriums“ (Abb.2) war mehrfach Gegenstand von Studien.



Abb.2: Blick auf das Sonnenobservatorium. Foto: Dieter B. Herrmann

„Intihuatana“ bedeutet wörtlich in der Quechua-Sprache der Inkas „Der Ort, an dem man die Sonne fesselt“. Es handelt sich um eine Steinkonstruktion an der höchsten Stelle der Ruinenstadt auf einer Plattform, wobei der sog. „Sonnenstein“ offensichtlich aus einem größeren quaderförmigen Felsblock herausgemeißelt wurde und wohl als Schattenwerfer aufzufassen ist (Abb.3). Mit diesem „Intihuatana“ hat sich bereits vor Jahrzehnten der Astronom Rolf Müller (1898-1981) befasst, der durch Zufall auf diese Problematik stieß, als er in den 20er Jahren für mehrere Monate auf der Außenstation des Potsdamer Astrophysikalischen Observatoriums weilte, um dort eine Spektraldurchmusterung südlicher Sterne durchzuführen. Müller hat den Stein bei einem viel späteren Besuch genau vermessen und darüber publiziert³.

² Hiram Bingham, *Lost City of the Incas*, London 2011, insbes. S. 179 ff.

³ Rolf Müller, *Sonne, Mond und Sterne über dem Reich der Inka*, Berlin-Heidelberg-New York 1972, insbes. S. 30 ff.



Abb. 3: Blick auf den Intihuatana (im Hintergrund). Foto: Dieter B. Herrmann

Müller hat dabei gefunden, dass die beiden größten Flächen des Intihuatana $25,5^\circ$ bzw. $27,5^\circ$ nördlich der Westrichtung liegen (Abb. 4a/4b). Das sind die Richtungen zu den Auf- bzw. Untergangspunkten der Sonne zur Zeit der beiden Sonnenwenden, d.h. zum Winter- und Sommeranfang. Wegen der Plattform, auf der sich der eigentliche Gnomon befindet, konnte man also an Hand der Schattenwürfe die Daten der beiden Sonnenwenden recht genau bestimmen. Die Winkelabweichungen zwischen der Ausrichtung des Steins und den tatsächlichen Auf- und Untergangspunkten der Sonne betragen nur rd. 1° . Müller stellt weiter fest, dass die Ost-West-Richtung etwa mit der Diagonalen der Sockelfläche des Steins zusammenfällt, also mit den Auf- und Untergangspunkten der Sonne zu den Äquinoktien.

Gänzlich unverhofft und ungewollt bin ich nun in die Schar der Interpreten dieses Steins hineingeraten, und zwar durch eine vor Ort geäußerte Hypothese unseres lokalen Guides Giancarlo Gallegos Peralta aus Cusco. Er stellte nämlich die Behauptung auf, dass der Stein zur peruanischen Sommersonnenwende (am 21. Dezember) eines jeden Jahres keinen Schatten werfe⁴. Nun liegt aber Machu Picchu auf einer geographischen Breite von $-13,2^\circ$. Zur peruanischen Sommersonnenwende steht die Sonne jedoch am südlichsten Punkt der Ekliptik mit einer Deklination von rd. $-23,5^\circ$ im sog. Wendekreis des Steinbocks. Sie kann also folg-

⁴ Giancarlo Gallegos Peralta, *El Sol Cenital en Machu Picchu*, 2008
<http://es.scribd.com/doc/3664418/El-Sol-Cenital-en-Machu-Picchu> (Zugriff am 21.6.2011, 16 Uhr)

lich bei $-13,2^\circ$ südlicher Breite zu diesem Datum nicht im Zenit stehen – die entscheidende Voraussetzung dafür, dass der Stein keinen Schatten würfe.

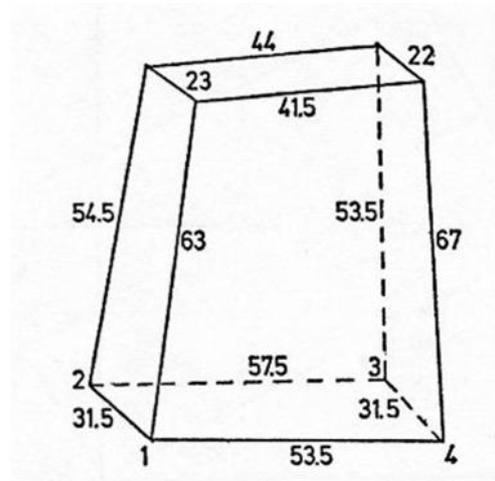


Abb. 4a: Ansicht und Maße (in cm) des Intihuatana nach Müller.
Mit freundlicher Genehmigung des Springer-Verlages (Heidelberg)

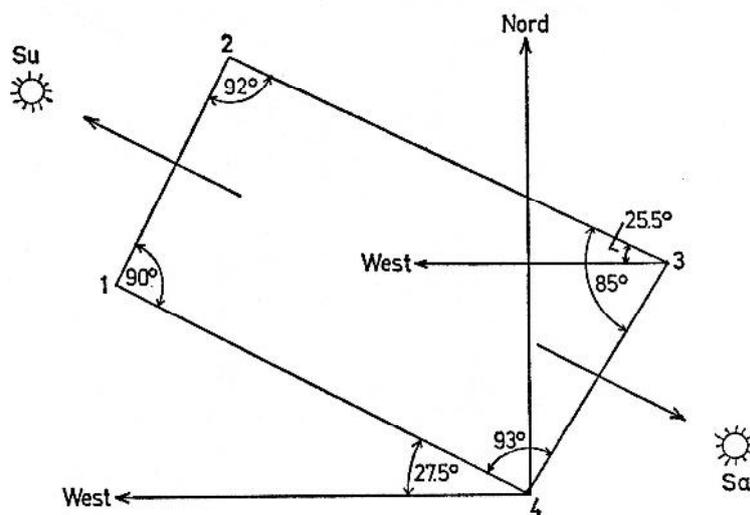


Abb. 4b: Aufriss der Sockelflächen des Intihuatana nach Müller.
Mit freundlicher Genehmigung des Springer-Verlages (Heidelberg)

Allerdings könnte der Stein auch schattenlos bleiben, wenn er eine Neigung aufweisen würde, die nach Betrag und Richtung der Stellung der Sonne zur Sommersonnenwende entspräche.

Da der Aufenthalt am Intihuatana bereits vorüber war, als mir diese Alternative klar wurde, entstand die Frage, ob sich ggf. entsprechende Aussagen retrospektiv, z.B. aus Fotografien ableiten ließen. Die Durchmusterung der Fotos ergab tatsächlich eine Aufnahme, auf der ein winziger Schattenwurf des Sonnensteins zu erkennen war (Abb.5). Kennt man den genauen Zeitpunkt der Aufnahme, so lässt sich für diesen Zeitpunkt die Sonnenstellung für die geographische Position des Intihuatana berechnen und in Verbindung mit den von Müller ermittelten Abmessungen und der Ausrichtung des Steins durch Anwendung einfacher trigonometrischer Lehrsätze (in diesem Fall z.B. dem Sinussatz für schiefwinklige Dreiecke) die eventuelle Neigung des Steins ermitteln.



Abb. 5: Der Intihuatana am 9. März 2011, 11 Uhr 02 Minuten Peru-Zeit.
Foto: Anna Schmadalla (Mit freundlicher Genehmigung)

Den Zeitpunkt der Aufnahme kann man aus der EXIF-Datei entnehmen. Jedoch ist zuvor die Zuverlässigkeit der Anzeige zu ermitteln. Dies geschah, indem ich aus dem Fundus der mit derselben Kamera gemachten Aufnahmen ein Foto ausfindig machte, auf dem eine Armbanduhr zu erkennen ist. Da die benutzte Aufnahme nicht von meiner Kamera stammt, wurde jetzt mit meiner Kamera eine Funkuhr fotografiert, um die EXIF-Datei meiner eigenen Kamera zu kalibrieren. Anhand von etwa gleichzeitig gemachten Aufnahmen mit der benutzten Kamera und meiner eigenen erfolgte nun ein auf wenige Sekunden genauer Abgleich. Für den nunmehr feststehenden Zeitpunkt der Aufnahme wurde die Sonnenhöhe auf der geographischen Position des Sonnensteins ermittelt. Die dortige Ortszeit (wahre Sonnenzeit) ist natürlich nicht identisch mit der auf den Armbanduhren angezeigten Peru-Zeit, da diese sich auf den 75. Längengrad westlicher Länge bezieht, während der Sonnenstein sich auf 72°33' westlicher Länge befindet. Dieser Fehler kann jedoch mit Hilfe des astronomischen Rechenprogramms „Easy Sky“ bei der Berechnung des Sonnenstandes durch Eingabe der Koordinaten korrigiert werden. Weitere Fehlerquellen, wie z.B. entstehende himmelsmechanisch bedingte Abweichungen zwischen 2011 und der Zeit der Erbauung der Anlage oder Abweichungen der Ausrichtung des Steins von der Nordrichtung (in der die Sonne ja kulminiert) erweisen sich bei Überschlagsrechnungen als unbedeutend und können somit vernachlässigt werden.

Als Resultat dieses etwas verwirrenden, aber logischen Procedere ergibt sich eine Neigung des Intihuatana von etwa 14 Grad gegen eine Senkrechte auf der Plattform. Damit ist klar, dass der Intihuatana niemals zur südlichen Sommersonnenwende schattenlos sein kann. Doch wann ist er für die geographische Position des Steines tatsächlich ohne Schatten? Unser Rechenprogramm „Easy Sky“ ermittelt die beiden oberen Kulminationen der Sonne zum Frühlings- und Herbstäquinoktium, d.h. für Peru den 23. September bzw. 21. März. Dann zeigt der Stein genau in Richtung zur Sonne, die sich gerade auf dem Himmelsäquator befindet.

Die Neigung der südlichen Fläche des Intihuatana entspricht nämlich in guter Näherung der geographischen Breite von Machu Picchu.

Interessant ist, dass Müller eine Neigung des Steins, den er wochenlang genau untersucht hat, mit keinem Wort erwähnt. Auch sonst ist in der mir bekannten Literatur über Machu Picchu von diesem Umstand nirgends die Rede.

Den einzigen, fast beiläufigen Hinweis auf die Bestimmung der Äquinoktien durch die Inkas fand ich in dem bereits 1847 erstmals in Boston erschienenen Werk „Geschichte der Eroberung Perus“ von William Prescott (1796-1859). Dort heißt es: „Die Tag- und Nachtgleichen bestimmten sie mit Hilfe eines einzelnen Pfeilers oder Gnomons. ... Waren die Schatten zur Mittagszeit kaum sichtbar, so sagten sie, die Gottheit sitze mit ihrem ganzen Licht auf der Säule“⁵. Das ist eine unmissverständliche Umschreibung des Quechua-Terminus „Intihuatana“, des „Ortes, an dem man die Sonne fesselt“, niedergeschrieben 64 Jahre vor der (Wieder-) Entdeckung von Machu Picchu. Da der Stein im Unterschied zu einem einfachen Gnomon eine bestimmte Abmessung besitzt, dürfte er auch um die Tage der Äquinoktien herum schattenlos geblieben sein. Die Sonne schien also tatsächlich „gefesselt“. Dazu passt es auch, dass die großen Feste meist tagelang dauerten⁶, zu den Äquinoktien eben, solange die Sonne „gefesselt“ war. Prescott, der selbst niemals in Peru gewesen ist, dessen Werk aber auf dem Studium nahezu aller kolonialgeschichtlichen spanischen Handschriften beruht, wird von Fachleuten zugestanden, dass seine Resultate zwar von der Forschung inzwischen ergänzt und „in manchem schärfer gesehen und beurteilt“ werden, „in ihren Grundzügen ... jedoch volle Gültigkeit“ behalten hätten⁷. Das kommt nicht zuletzt in den zahlreichen Neuausgaben dieses Buches zum Ausdruck, die allein in den Jahren 2009 und 2010 erschienen sind.

Es erscheint mir offensichtlich, dass der Intihuatana von Machu Picchu entsprechend meiner Feststellung absichtlich um rd. 13° geneigt angelegt wurde, um die Daten der Äquinoktien zu bestimmen. Für Quito, fast exakt auf dem Äquator gelegen und im 15. Jahrhundert von den Inkas erobert, waren senkrecht stehende Säulen hinreichend, da die Sonne für diese geographische Breite bekanntlich zu den Daten der Äquinoktien mittags im Zenit steht.

Insgesamt kann die Entdeckung der Neigung des Intihuatana als ein weiterer Mosaikstein für eine neue Interpretation der Ruinenstadt angesehen werden, die sich gegenwärtig in der wissenschaftlichen Diskussion befindet. Dabei zeichnet sich eine Abkehr von der alten Auffassung ab, Machu Picchu sei als königliches Anwesen des Inka Pachacuti⁸ zu betrachten mit all seinen damit verbundenen Funktionen. Vielmehr kommen immer mehr Argumente dafür ans Licht, dass die heutige Ruinenstadt dereinst ein Wallfahrtsort gewesen ist, der besonders der Huldigung des Sonnengottes gedient hat und dass die genauen astronomischen Beobachtungen auf diese Weise religiös motiviert waren⁹. Dazu passt auch die Tatsache, dass sowohl die Solstitien als auch die Äquinoktien im ganzen Lande mit großen Festen gefeiert wurden, bei denen besonders die zahlreichen Sonnentempel im Mittelpunkt des Geschehens standen. Religiöse Bräuche und Zeremonien, verbunden mit Blumen- und Fruchtopfern, waren ebenso auf die vier Eckdaten des astronomischen Jahres ausgerichtet wie die landwirtschaftlichen Arbeiten der Inkas¹⁰.

⁵ William Prescott, Die Eroberung Perus, Sammlung Dieterich, Bd. 344, Leipzig 1975, S. 70

⁶ Ebd., S. 56

⁷ Peter Neumann, Nachwort in William Prescott (1975), S. 361

⁸ Pachacuti Inca Yupanqui herrschte als neunter Inca von 1438 bis zu seinem Tode 1471

⁹ Vgl. Giulio Magli, At the other end of the sun's path. A new interpretation of Machu Picchu. <http://arxiv.org/abs/0904.4882> (Zugriff am 17.5.2011, 16 Uhr)

¹⁰ Vgl. Fußnote 5, ebd.

Danksagung

Für die Anregung zu diesem Aufsatz und ausführliche Diskussionen danke ich Herrn Dr. Axel Wittmann (Göttingen). Für die Mithilfe bei der Eichung der Kamera-Uhren sowie weitere Berechnungen und Hinweise danke ich Herrn Dipl.-Ing (grad.) Eckehard Rothenberg (Berlin). Herrn Giancarlo Gallegos Peralta (Cusco/Peru) ist für weitere nachträgliche Messungen und Literaturhinweise herzlich zu danken.

Adresse des Verfassers: post@dbherrmann.de

Bitte **Nachsatz** auf der folgenden Seite beachten!

Dieter B. Herrmann

Nachsatz zur Wissenschaftlichen Mitteilung vom 13.10.2011

Am 22. September 2011 um 12 Uhr 20 Minuten Peru-Zeit, d.h. sehr nahe am Mittag des südlichen Frühlingsanfangs, hat Giancarlo Gallegos Peralta auf meinen Wunsch den Blick auf die südliche Fläche (eigentlich die südsüdwestliche Fläche) des Intihuatana fotografiert. Man erkennt deutlich, dass die Fläche bei nahezu streifendem Lichteinfall keinerlei Schatten wirft, im Unterschied zu der eher senkrecht stehenden aufgeschichteten Steinmauer im Hintergrund. Der rechts im Bild erkennbare Schatten des Intihuatana entsteht durch die Abweichung der Sockelfläche des Steins von der Nord-Südrichtung und die Zeitdifferenz (knapp 40 Minuten) zwischen Sonnenkulmination und Foto-Zeit. Die Neigung der südlichen Fläche des Intihuatana um etwa 13 Grad nach Norden kann damit als bewiesen angesehen werden.

Berlin, am 26. 10. 2011



Abb. 6: Blick auf die südliche Fläche des Intihuatana am 22. September 2011 um 12.20 Uhr PLT
Foto: Giancarlo Gallegos Peralta