

Das Polieren professioneller Astronomiespiegel – Weltmarkt und Technologien

Thorsten Döhring

Fakultät Ingenieurwissenschaften, Hochschule Aschaffenburg, D-63743 Aschaffenburg

<mailto:thorsten.doehring@h-ab.de>

Für die Funktionsfähigkeit großer optischer Astronomieteleskope ist eine präzise Spiegelpolitur erforderlich. Bei riesigen Spiegeln ist hierzu weltweit nur eine kleine Anzahl von Unternehmen in der Lage. Die historische Entwicklung, Einflussfaktoren und kommerzielle Aspekte wurden in einer globalen Marktstudie betrachtet und führende Anbieter solcher Polierprozesse aufgelistet.

1 Einführung

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit dem Weltmarkt für professionelle Astronomiespiegel und knüpft dabei an bisherige Arbeiten über den Markt der astronomischen Spiegelsubstrate an [1] [2]. Dabei werden sowohl die Nachfrageseite, als auch Optikunternehmen als Anbieter von Präzisionspolituren betrachtet. Da Astronomen, Techniker und Optikdesigner sich zumeist nur mit den technischen Parametern beschäftigen, fehlt oftmals der Überblick über den Weltmarkt und die Kenntnis potentieller Anbieter. Die in einer Studie zusammengestellte Liste von fast einhundert Polierern großer Optiken [3] gibt Astronomen einen Überblick über potentielle Lieferanten, dient Optikunternehmen als Wettbewerberdatenbank und kann von Zubehörlieferanten zur Identifikation von potentiellen neuen Kunden genutzt werden. Ein weiterer Diskussionspunkt betrifft die derzeit geplanten Extremely Large Telescopes (ELTs) und die Frage, ob es denn weltweit genügend Polierkapazitäten gibt, um deren riesige segmentierte Primärspiegel zu fertigen.

2 Untersuchungsmethoden

Die in die Marktstudie eingegangenen Daten wurden mit Methoden der betriebswirtschaftlichen Marktforschung ermittelt. Hierbei wurden erfahrene Vertriebsingenieure als Branchenexperten befragt, ergänzende Internet- und Literaturrecherchen durchgeführt [4] [5], Optik-Fachmessen besucht, sowie Messekataloge und einschlägige Tagungsbände [6] [7] [8] [9] analysiert. Ein überraschendes Nebenergebnis dieser Untersuchungen war, dass vertriebliches Expertenwissen oftmals qualifizierte Daten als eine Internetrecherche liefert.

3 Klassifikation der Astronomiespiegel

In der Studie wurde zunächst die weltweite Nachfrage nach großen professionellen astronomischen Spiegeln für den optischen Spektralbereich betrachtet, beschränkt auf Abmessungen oberhalb von drei Metern. Natürlich gibt es auch eine große Anzahl kleinerer Astronomiespiegel, jedoch ist hier

die verfügbare Datenlage dürftiger, die technische Anforderungen und die wissenschaftliche Bedeutung sind geringer. Für die Auswertung erfolgte eine Klassifizierung der Teleskopspiegel: (1) große monolithische Spiegel von 3 m bis 5 m, (2) riesige monolithische Spiegel von 6 m bis 8 m und (3) segmentierte Teleskopspiegel größer als 3 m. Auf der Zeitachse wurde die Inbetriebnahme der jeweiligen Teleskope aufgetragen und zur Übersichtlichkeit in Dekaden zusammengefasst.

4 Der Weltmarkt für Astronomiespiegel

Die Historie großer Astronomiespiegel begann 1948 mit dem Hale-Teleskop, der Durchbruch der 3-5 m Teleskopklasse erfolgte allerdings zwischen 1970 und 1989. (Abbildung 1). Nach einem Rückgang der Spiegelproduktion zwischen 1990 und 2009 steigt deren Anzahl in der laufenden Dekade wieder an. Hintergrund sind entsprechende Teleskope in Schwellenländern sowie die Sekundär- und Tertiärspiegel der geplanten ELTs. Trotzdem ist dies ein Nischenmarkt, im zeitlichen Mittel wurde weniger als ein Spiegel pro Jahr gefertigt.

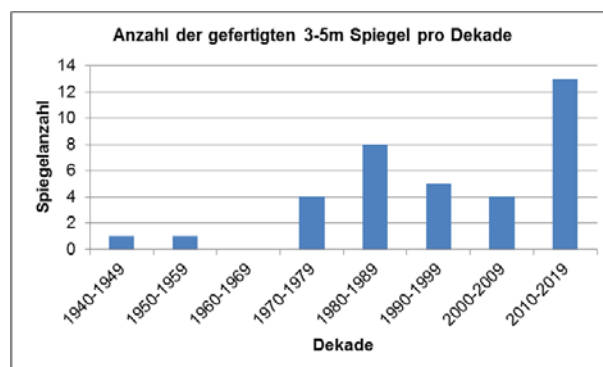


Abb. 1 Anzahl der pro Dekade gefertigten 3-5m Spiegel.

Die ersten Teleskope mit riesigen monolithischen Primärspiegeln wurden ca. 20 Jahre später errichtet (Abbildung 2). Der Start dieser Teleskopklasse erfolgte im Jahr 1976 mit dem russischen 6 m BTA-Teleskop. Es folgten die beiden Gemini-Teleskope, das Very Large Telescope (VLT), das japanische Subaru-Observatorium, das Large Binocular Telescope (LBT) und Spiegel für weitere

prominente astronomische Observatorien. Der prognostizierte Anstieg der Spiegelzahl in der aktuellen Dekade ist durch die Fertigung der sieben Spiegel des Giant Magellan Telescopes (GMT) dominiert. Doch auch solche Teleskopspiegel sind nur ein Nischenmarkt. In weiterer Zukunft wird sogar ein Rückgang der Spiegelzahlen erwartet.

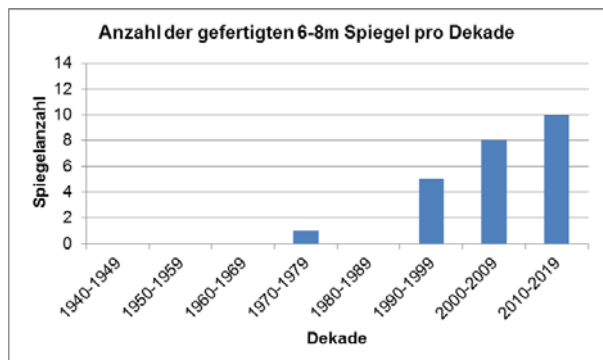


Abb. 2 Anzahl der pro Dekade gefertigten 6-8m Spiegel.

Der Durchbruch der Astronomieteleskope mit segmentierten Primärspiegeln erfolgte mit den beiden Keck-Teleskopen (Abbildung 3). Zuvor war diese Technologie bereits beim Multi-Mirror Telescope (MMT) getestet worden. In dieser Dekade werden die beiden ELT-Observatorien TMT und EELT errichtet. Bitte beachten Sie, dass die Anzahl der Spiegelsegmente in Abbildung 4 dabei logarithmisch aufgetragen wurde. Mit der benötigten Politur von mehreren hundert hexagonalen Spiegelsegmenten in der Größe von 1,5 m entwickelt sich hier ein interessanter Markt mit Serienfertigungspotential. Die Finanzierung der ELTs geschieht durch internationale Konsortien. Voraussichtlich wird die Politur der Spiegelsegmente auf Unternehmen mehrerer Länder verteilt.

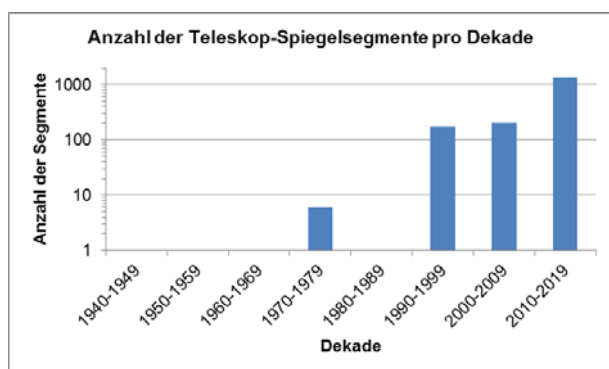


Abb. 3 Anzahl der pro Dekade gefertigten Segmente.

Zumeist erfolgt bei der Vergabe der Polieraufträge jedoch nicht im freien Wettbewerb, politische Einflussnahme, industrielle Strukturpolitik und Exportbeschränkungen bestimmen den Entscheidungsprozess [3]. Zusätzlich finden interkulturelle Aspekte und eine Optimierung des Projektmanagements hier Berücksichtigung.

5 Polierer großer Spiegel

Die in der Marktstudie erstellte Liste von Polierern großer Astronomiespiegel findet sich in der Literatur [3]. Die weltweit führenden Anbieter für die Politur riesiger astronomischer Spiegel sind in Abbildung 4 aufgeführt.

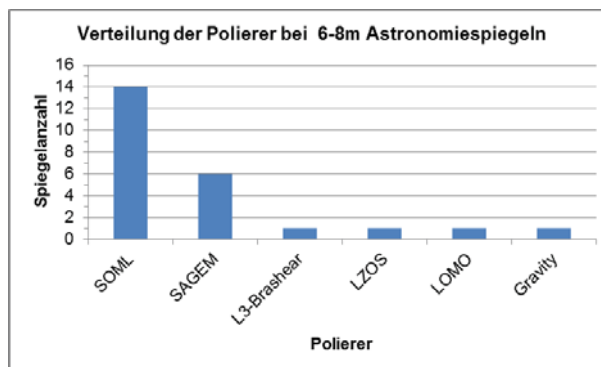


Abb. 4 Führende Polierer von 6-8 m Teleskopspiegeln.

6 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Tagungsbeitrag wurden der globale Markt für professionelle Astronomiespiegel betrachtet, dessen Spielregeln diskutiert und führende Anbieter der benötigten Polierprozesse aufgelistet. Weiterführende Arbeiten sind geplant.

7 Referenzen

- [1] T. Döhring: "The market of huge monolithic mirror substrates for optical astronomy", Proc. SPIE Vol. 8837, (2013), p. 883702
- [2] T. Döhring und S. Zeising: "Spiegelsubstrate für professionelle astronomische Teleskope – ein Überblick", DGaO-Proceedings 2013, ISSN: 1614-8436, <http://www.dgao-proceedings.de>
- [3] T. Döhring: "Polishers around the globe – an overview on the market of large astronomical mirrors", Proc. SPIE Vol 9151, (2014) S. 915110
- [4] J. M. Hill: "Reflecting Telescopes", <http://abell.as.arizona.edu/~hill/list/bigtel99.htm>, Status: 6. Juni 2014
- [5] J. B. Zirker: "An acre of glass: a history and forecast of the telescope", The John Hopkins University Press, Baltimore (2005)
- [6] T. Döhring et al.: "Production of the 4.1-m Zerodur mirror blank for the VISTA Telescope", Proc. SPIE Vol. 5494, (2004), S. 340
- [7] T. Westerhoff et al.: "Progress in 4 m class Zerodur mirror production", Proc. SPIE Vol. 8126 (2011), S. 81260A
- [8] T. Döhring et al.: "Four decades of ZERODUR mirror substrates for astronomy", Proc. SPIE Vol. 7281, (2009), S. 728103
- [9] T. Döhring, R. Jedamzik, P. Hartmann, "Mirrors for solar telescopes made from ZERODUR glass ceramic," Proc. SPIE Vol. 6689, (2007), S. 66890X