

100 Jahre Stereophotogrammetrie

Hans-Karsten Meier

Zusammenfassung

Mit Einführung des stereoskopischen Sehvermögens in die photogrammetrische Messtechnik vor gut 100 Jahren gelang ein Qualitätssprung in der detailgetreuen Erfassung von Geländeformen und damit der Aufnahme topographischer Kartenwerke. Als logischer Abschluss einer Kette vorlaufender Entwicklungsstufen lag diese Erfindung gleichsam in der Luft, offenbart jedoch ihre Genialität in der Spannweite zwischen natürlicher Einfachheit und resultierendem technischen Nutzen. Beidäugiges Sehen ermöglicht jedoch nicht nur präzises Erkennen räumlicher Tiefe, sondern verbessert über das »Signal zu Rausch-Verhältnis« ganz wesentlich die Qualität wahrgenommener Bilder. Das Jubiläum gibt Gelegenheit, an den Beginn einer bemerkenswerten Partnerschaft zwischen Mensch und Messmaschine sowie ihre Pioniere zu erinnern.

Summary

The introduction of stereoscopy into photographic surveying now 100 years ago brought about remarkable progress in

topographic mapping. Being the final step in a long range of development its originality becomes evident in comparison to natural simplicity and resulting technical efficiency. But binocular stereoscopic vision does not only enable first class perception of depth, above all it improves the »signal to noise ration« of our sense of sight and accordingly quality and ability detecting small details. The centenary of stereoscopic surveying should give rise to remember its invention and the pioneers behind.

1 Einleitung

Über ein Jahrhundert hindurch hat nunmehr das stereoskopische Sehvermögen photogrammetrischen Operateuren wie selbstverständlich als Werkzeug täglicher Arbeit zur Verfügung gestanden und dabei im funktionalen Zusammenwirken mit drei Gerätegenerationen – den analo-

gen, analytischen und digitalen Auswertinstrumenten – unverzichtbare Dienste geleistet. Mit der Integration von Raumsehen und Photographie hatte seinerzeit eine neue Ära topographischer Geländeaufnahme begonnen. Mit einem Schläge waren Identifikationsprobleme zugehöriger Bildpunkte in zum Vorwärtseinschneiden überlappenden Messbildern beseitigt, nicht nur für markante Objekte, sondern auch für wenig strukturierte Details. Und mit der Vervollständigung zum Stereokartiergerät gelang schließlich dann der Übergang von punktueller Messung zur linienhaften und damit formgetreuen topographischen Geländeerfassung. Das Jubiläum der photographischen Nutzung unserer so natürlichen wie erstaunlichen Befähigung zum Raumsehen gibt Anlass, an historische Entwicklung und Besonderheiten dieser so leistungsstarken Partnerschaft zwischen Mensch und Maschine zu erinnern.

2 Die Pioniere der Stereophotogrammetrie

Carl Pulfrich (1858–1927)

Im Rahmen der 73. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte ergriff am 23. September 1901 nachmittags als letzter Redner Dr. Pulfrich (Jena) das Wort zu seinem Vortrag *»Über einen für metronomische und andere Zwecke bestimmten stereoskopischen Komparator!«* Nach einleitenden Ausführungen über das Prinzip des stereoskopischen Sehens und den bereits in der Naturforscherversammlung in München 1899 vorgestellten stereoskopischen Entfernungsmesser wird über den neuen Stereokomparator vorgetragen, erste Auswertergebnisse aus der Astronomie gezeigt und erläutert sowie eine stereoskopische Prüfungstafel demonstriert. Inhaltlich findet sich der Vortrag bereits im Sitzungsbericht (Naturwissenschaftliche Abteilung 1901) 1901 eingehend dokumentiert.

Nach einer weiteren Publikation im September 1901 *»Über eine Prüfungstafel für stereoskopisches Sehen«* (Pulfrich 1901), in welcher auch der Stereokomparator kurze Erwähnung findet, legt Pulfrich dann ab März 1902 unter dem Thema *»Über neuere Anwendungen der Stereoskopie und über einen hierfür bestimmten Stereokomparator!«* (Pulfrich 1902) in der *Zeitschrift für Instrumentenkunde* mit einer Aufsatzfolge in aller Ausführlichkeit seine Überlegungen zu Vorgeschichte, Anwendungsgebieten, Vorteilen und Leistungsfähigkeit der neuen Methode dar. Neben den Erfahrungen auf astronomischem Gebiet – u. a. wurden in Mondaufnahmen der Pariser Sternwarte Wallhöhen und Tiefen einzelner Mondkrater ermittelt – werden hier auch erste Erfahrungen des Militärgeographischen Instituts in Wien mit der Auswer-

tung topographischer Stereo-Aufnahmen in den Steiner-Alpen mitgeteilt. Sie vermittelten Pulfrich *»... einen telestereoskopischen Einblick, der das Schönste bedeutet, das ich je gesehen habe.«* Jahre später, ab 1907 auf einem Auge fast erblindet, waren ihm derartige Eindrücke nicht mehr beschieden.

Nahtlos an Vorstellung und Publikation schlossen sich im Sommer 1903 sowohl die Lieferung erster Geräte aus Serienfertigung¹ wie auch ausführliche praktische Erprobungen an: mit dem Topographen Selinger von der Königlich Preußischen Landesaufnahme 1903 in den Kernbergen bei Jena (Pulfrich 1903) sowie, unter Oberst Freiherr von Hübl beim Militär-Geographischen Institut in Wien ab 1904, zunächst an den Geißler-Spitzen in Tirol, woran sich, schon fast routinemäßig, die Vermessungen der Pala- und Brenta-Gruppe, des Sarca- und Etschtales sowie der Adamello- und Presanellagruppe reihten (Lego 1958). Mit dem Pulfrich'schen Stereokomparator stand damit der anwendenden Praxis ab 1904 für die Stereophotogrammetrie aus Serienfertigung ein instrumentell und verfahrensmäßig erprobtes Hilfsmittel hoher Präzision zur Verfügung.

Carl Pulfrich (Meier 1977) war Physiker, ab 1890 Mitarbeiter und ab 1892 Leiter der neu gegründeten Abteilung für Optische Messgeräte bei Carl Zeiss in Jena. Mit der Entwicklung eines optischen Raumbildentfernungsmessers nach Ideen von de Grouilliers (1893) betrat er, nach Vorarbeiten von Ernst Abbe, etwa ab 1895 das Gebiet der Stereoskopie. Erste Überlegungen zur Anwendung des Verfahrens auch auf die Auswertung stereoskopischer Photographien, initiiert durch den Kontakt mit C. Koppe für Wolkenmessungen (Pulfrich 1901), stammen bereits aus diesen Anfängen. Der Stereokomparator schien ihm schon sehr frühzeitig sinngemäße Ergänzung des stereoskopischen Entfernungsmessers zu sein, seine Realisierung musste jedoch bis ins Jahr 1899 hinter die Fertigstellung des letzteren zurücktreten. In der Entwicklung des ersteren wurde er dann aber nachdrücklich durch Laussedat, Paris und v. Hübl, Wien bestärkt, die nach Erfolgen mit dem stereoskopischen Entfernungsmesser 1901 in an die Firma Zeiss gerichteten Briefen auf den Wert einer telestereoskopischen Betrachtung der Landschaft für photogrammetrische Zwecke hingewiesen haben.

Henry Georges Fourcade (1865–1948)

Nur wenig später und zunächst gänzlich unabhängig von Pulfrich hatte auch Henry Georges Fourcade (Adams 2001) in Südafrika das Verfahren der Stereophotogrammetrie für topographische Aufnahmen vorgeschlagen. In seinem Vortrag *»On a stereoscopic method of photographic surveying«* legte er der *South African Philosophical Society* am 2. Oktober 1901 in Kapstadt seine Überlegungen zur Theorie dreidimensionaler Messung sowie für eine Aufnahmekamera und ein auf dem Reseauprinzip

¹ Laut K. Lego wurde bereits 1903 der Stereokomparator Nr. 1663 als drittes Exemplar der ersten Serie mit dem Bildformat 30 x 30 cm² an das Mil.Geogr.Institut in Wien geliefert.

basierendes Mess-Stereoskop vor. Der Vortrag wurde nachfolgend noch 1901 in den *Transactions of the South African Philosophical Society* (Fourcade 1901) und im Juni 1902 in *Nature* (Fourcade 1902) veröffentlicht. Nach Gewährung eines Zuschusses zum Bau von Prototypen durch den Premierminister der Kapkolonie, folgte die Herstellung einer Aufnahmekamera und eines Mess-Stereoskops bei der Firma *Troughton and Simms*. Die Optik lieferte *Carl Zeiss/Jena*. In diesem Zusammenhang ist wohl auch ein Besuch Fourcades in Jena zu sehen, der vermutlich im Sommer 1903 stattgefunden hat. Jedenfalls berichtet Pulfrich (Pulfrich 1903) von einem solchen und interessantem Meinungsaustausch über Möglichkeiten zur stereoskopischen Auswertung auch von Ballonaufnahmen.

Nach Fertigstellung und Prüfung der Prototypen führt Fourcade im August 1904 die praktische Erprobung (Adams 2001) im Rahmen topographischer Versuchsaufnahme am Devil's Peak in Kapstadt durch, um sich dann, offenbar aus personellen Gründen, erst 39jährig, noch 1904 für zwei Jahrzehnte ins Privatleben zurückzuziehen.

Fourcade war offenbar ein Mann ganz außergewöhnlicher Fähigkeiten. 1865 in Bordeaux geboren und aufgewachsen, verließ er zusammen mit seiner Familie 1880 Frankreich, studierte *Land Surveying* an der *University of the Cape of Good Hope*. Seine Tätigkeit dort im Forstwesen, ab 1882 als *Forester*, ab 1892 als *Forest Surveyor* und ab 1894 als *Registered Land Surveyor*, führte ihm die Schwierigkeiten topographischer Geländeaufnahmen in unwegsamem Gelände ganz unmittelbar vor Augen. So begann er, ab 1898 zunächst mittels stereoskopischer Photographien, die Möglichkeiten des Photographic Surveying auszuloten. Bedingt durch sein frühes Ausscheiden aus dem aktiven Dienst, fanden seine so vielversprechenden theoretischen und instrumentellen Entwicklungen zur Stereophotogrammetrie jedoch keine Verbreitung oder praktische Anwendung. Fourcade kehrte erst 1925 mit interessanten theoretischen und instrumentellen Beiträgen wieder in die Photogrammetrie zurück (Adams 2001, Meier 2002).

3 Bausteine und Entwicklungsstufen zur Stereophotogrammetrie

Große Erfindungen präsentieren sich in aller Regel nicht so sehr als singuläre Geistesblitze, sondern vielmehr als geniales Zusammenfügen vorbekannter Komponenten zu einem gänzlich Neuen bisher nicht gekannter Eigenschaften. Neues scheint deshalb häufig ganz einfach »in der Luft zu liegen«. Dies gilt auch für die Stereophotogrammetrie als Kombination von Stereoskopie, Photographie und Präzisionsmessung, die sich in der Rückschau in Fortsetzung vorlaufender Entwicklungsstufen zunächst als folgerichtig einfach darstellen mag, deren

Genialität jedoch in der Spannweite zwischen gerade dieser Einfachheit und dem großen resultierenden Nutzen sichtbar wird.

1833 Stereoskopie

Entdeckung der Parallaxe als Grund für das beid-
äugige Raumsehen durch Charles Wheatstone

1838 Stereoskop

Charles Wheatstone entwickelt das nach ihm
benannte Spiegelstereoskop zur Betrachtung ge-
zeichneter Raumbilder.

1839 Photographie

In Paris informiert Jean Arago in der *Académie des
Science* über die Erfindung der Daguerrotypie²
(durch Louis Daguerre und Nicéphore Niepce) als
erstem praktisch verwendbaren photographischen
Verfahren und hebt schon zu diesem Zeitpunkt die
topographische Geländeaufnahme als eines der
möglichen Anwendungsgebiete ausdrücklich her-
vor.

1839 Stereophotographie

Auf Anregung Wheatstone's erste Stereo-Porträt-
aufnahmen in Frankreich³

1847 Stereokamera

David Brewster entwickelt eine »zweiäugige«
Stereokamera.

1851 Iconométrie, später Métrophotographie

Erste Überlegungen, Versuche, Entwicklungen und
Anwendungen zur Bildmessung durch Aimé
Laussedat, Frankreich in Form der vorwärtsein-
schneidenden Meßtisch-Photogrammetrie für to-
pographische Aufnahmen

1858 Photogrammetrie

Albrecht Meydenbauer (Weiß 1913) beginnt in
Deutschland mit Anwendungen der Einschneide-
Photogrammetrie für die Aufnahme von Bauwer-
ken. Er benutzt dafür zunächst die Bezeichnung
»Photometrographie«, führt dann aber die Be-
zeichnung »Photogrammetrie« ein.

1893 Wandernde Raummarke

Zur stereoskopischen Ausmessung von Zenitkame-
ra-Aufnahmen für astronomische Ortsbestimmun-
gen publiziert Franz Stolze (Albertz 1985, Stolze
1893) ein von ihm verwendetes bewegliches Mess-
gitter und damit die »wandernde Raummarke«.

² Die Photographie fand seinerzeit begeisterte Aufnahme und schnelle Verbreitung. So gab es 1860 z. B. in München schon etwa 200 Lichtbildner und Photoateliers.

³ 1844 in Deutschland erste Versuche und Anleitungen zur Stereophotographie durch Ludwig Moser in Königsberg. Für Irritation und Nachforschungen gab 1996 ein dem Photogrammetric Record von Fox und Roberts eingereichtes Manuskript »Pioneers of photogrammetry commemorated in Antarctic placenames« Anlass, in dem – aus HattersleySmith neben anderen Unrichtigkeiten übernommen für Ludwig Ferdinand Moser (1805–1880) – vermerkt war: »German physicist who invented stereoscopic photogrammetry (?) in 1844.«

- 1893 Stereoskopische Entfernungsmessung**
De Groussilliers erhält ein Patent auf das »Stereo-telemeter«, einen dann von Zeiss übernommenen und von Pulfrich zur Fertigungsreife entwickelten Basis-Entfernungsmesser mit stereoskopischer Betrachtung und »wandernder Raummarke«.
- 1894 Photographic Surveying**
Unter diesem Titel publiziert Édouard Deville, Surveyor General of Canada, eines der ersten englischsprachigen Fachbücher (Deville 1895) über Einschneide-Photogrammetrie zur topographischen Geländeaufnahme.
- 1896 Stereoscopic Plotting**
Édouard Deville (Deville 1902) beginnt mit instrumentellen Versuchen zur direkten topographischen Kartierung im virtuellen Raumbild eines modifizierten Wheatstone-Spiegel-Stereoskops.
- 1898 Stereobilder zur Unterstützung der Einschneide-Photogrammetrie**
Henry Georges Fourcade (Adams 2001) verwendet in Südafrika stereoskopische Photographien als Interpretationshilfe zur Unterstützung topographischer Geländeaufnahmen.
1899 berichtet Arthur Freiherr von Hübl aus dem Militär-Geographischen-Institut in Wien (Hübl 1899) von den guten Diensten, die unabhängig von den mittels Phototheodolit gewonnenen Messaufnahmen zusätzlich getätigte Stereobilder bei Erfassung der topographischen Terrainformen leisten.
- 1901 Stereophotogrammetrie**
Nahezu zeitgleich und zunächst unabhängig voneinander legen zuerst Carl Pulfrich (Naturwissenschaftliche Abteilung 1901) und nur neun Tage später Henry Georges Fourcade (Fourcade 1901) ihre Entwicklungen zur stereoskopischen Präzisionsauswertung photographischer Messbilder vor, Pulfrich seinen Stereokomparator jedoch bereits in serienreifer Hardware und mit ersten Erfahrungen aus Astronomie und Topographie. Als leitender Mitarbeiter im Instrumentenbau ist es seine Aufgabe, neue leistungsfähige Produkte zu schaffen und in den Markt einzuführen. Er hat diese Aufgabe – auch publizistisch – konsequent und in großer Breite wahrgenommen (Meier 1977). So überrascht der Zeiss-Prospekt Meß No. 83 bereits 1903 durch die Vielfalt der aufgeführten potenziellen Anwendungen in Astronomie, Metronomie, Meteorologie, Geologie, Architektur, Medizin und Topographie. Entsprechend unterschiedlich sind auch die seriengefertigten Stereokomparatoren bezüglich der jeweils erforderlichen Bildformate ausgelegt.

4 Nachbemerkung

Mit Anwendung des Stereokomparators in der Praxis topographischer Geländeaufnahmen wird die Bewältigung von Messung und Kartierung in einem einzigen Arbeitsgang sowie der Übergang von punktueller zu linienhafter Auswertung und damit die Schaffung eines dafür geeigneten Stereokartiergerätes dringlicher Wunsch. Bereits 1903 greift Pulfrich, einem Hinweis Laussedats folgend, den Vorschlag Devilles (Atkinson 1995, Deville 1902) zur direkten Kartierung im virtuellen Raumbild eines Spiegelstereoskops auf. Es entsteht ein Versuchsgerät (Meier 1977, Szangolies 1986), an dem dann bei praktischen Kartierungen jedoch die prinzipiellen Nachteile der Lösung deutlich werden.

So vergehen noch fünf Jahre, bis zunächst Vivian Thompson, *Instructor* an der *School of Military Engineering* in England (Atkinson 1980) und kurz danach Eduard von Orel vom *Militärgeographischen Institut* in Wien (Allmer 1977) Wege zur Vervollständigung des Stereokomparators zum Stereokartiergerät finden. Pulfrich ist Instrumentenbauer und kein Topograph. Es spricht für ihn, dass er die Vorschläge der Anwender hört und prüft. Seine Entscheidung fällt zugunsten der v. Orel'schen Lösung und es entsteht der Stereoautograph, in Verwendung des bereits Vorhandenen ganz pragmatisch als »Stereokomparator mit Armen«. Für routinemäßige Anwendungen der terrestrischen Photogrammetrie kann Zeiss damit aus Serienfertigung ein komplettes Instrumentarium anbieten, zu dessen Einführung schließlich ab 1909 »Ferienkurse in Photogrammetrie«, die Vorläufer der heutigen »Photogrammetrischen Woche«, veranstaltet werden.

Mit der Feststellung, dass nur die Pulfrich'schen Entwicklungen über Serienfertigung größerer Stückzahlen wesentlichen Einfluss auf die anwendende Praxis genommen haben, sollten die Leistungen von Fourcade und Thompson keineswegs minder bewertet werden⁴. Wer jedoch die Anstrengungen kennt, die nach Idee und Prototypen zur Serienreife bis hin zu einem Markterfolg abverlangt werden, wird die besondere Leistung Carl Pulfrichs entsprechend einzuschätzen wissen (Meier 1977). Im Sinne so konsequenter Umsetzung einer Idee in breit angelegte praktische Wirksamkeit ist auch die Bezeichnung »Dem Begründer der stereoskopischen Messkunst« zu verstehen, mit welcher die TH München diese Leistung am 4. Juli 1923 mit der Verleihung eines Dr. Ing. E. h. würdigte.

⁴ Fourcades Surveying Camera und Measuring Stereoscope wurden nur einmal als Prototypen hergestellt (Adams 2001), von Vivian Thompsons Stereo-Plotter ein Prototyp und soweit bekannt vier weitere Instrumente (Atkinson 1980), von denen eines im Karakorum und ein weiteres auf Fidschi praktischen Einsatz fanden.

5 »Warum sehen wir mit zwei Augen in überlappenden Gesichtsfeldern?«

Als Photogrammeter scheint uns die Beantwortung dieser Frage einigermaßen klar: zum Sehen und Erkennen räumlicher Tiefe! Es ist das Verdienst von John Fremlin, Professor für Applied Radioactivity an der University of Birmingham (Fremlin 1972) 1972 eine logischere vorgelegt und am Beispiel der Vögel erläutert zu haben.

Es gibt Fluchtvögel mit wenig überlappenden, jedoch nahezu Rundumblick gewährenden Gesichtsfeldern und Raubvögel, deren Gesichtsfelder stark überlappen, jedoch nach hinten deutlich eingeschränkt sind. Zur Erklärung wird allgemein angeführt, dass die Evolution Raubvögel mit binokularem Sehen ausgestattet habe, damit sie bei der Jagd Entfernungen sicher abschätzen könnten. Ganz abgesehen davon, dass dies auch Fluchtvögel können sollten, ergibt sich aus der Logik der Evolution jedoch ein Problem. Darwin erklärt die Entstehung der Arten aus dem Durchsetzungsvermögen vorteilhafter neuer Varianten. Soweit wir wissen, erfolgt nun aber die Auswertung von Parallaxen zum Raumeindruck ziemlich am Ende des visuellen Prozesses im Großhirn. Die Entwicklung dieser Fähigkeit muss deshalb – auch bei Vögeln – einige Zeit in Anspruch genommen haben. Es stellt sich damit die Frage, wie sie diese Zeitspanne mit dem Nachteil ihres deutlich eingeschränkten Gesichtsfeldes überleben konnten. Da sie jedoch erfolgreich waren, muss es gleich anfangs einen anderen Vorteil gegeben haben. Welcher Vorteil war das? Fremlins Antwort lautet: Entscheidend war die Verbesserung des Signal zu Rausch-Verhältnisses insbesondere für die auf schwache Signale angewiesenen Nachtjäger. Rauschen ist nämlich statistisch verteilt. Detektieren nun zwei Sensoren das gleiche Signal, so verbessert sich das Signal zu Rausch-Verhältnis mit $\sqrt{2}$ um 41 %. Dies und nicht das erst in späteren Schritten entwickelte stereoskopische Sehen lieferte den unmittelbar wirksamen Vorteil zum Überleben.

Zum Abschluss des Erinnerns an 100 Jahre Stereophotogrammetrie sollte uns vorstehende Erklärung zurückführen auf die elementaren Vorteile beidäugigen Sehens. Sie liegen nicht nur im Sehen und Erkennen räumlicher Strukturen, sondern ganz wesentlich auch in deutlich verbesserter Qualität des mittels überdeckender Sensorfelder wahrgenommenen Raumbildes. Bei vergleichender Beurteilung der Leistungen maschineller Korrelation und Mustererkennung sollte dieser Aspekt nicht vergessen werden.

Literatur

- Adams, L.P.: Henry Georges Fourcade. *Photogrammetric Record* 8, April 1975.
 Adams, L.P.: Fourcade: The Centenary of a Stereoscopic Method of Photographic Surveying. *Photogrammetric Record* 17 (98), October 2001.
 Albertz, J.: Franz Stolze und die Photogrammetrie. DGPF Wissenschaftliche Jahrestagung Berlin 1985.

- Allmer, F.: Dr. Ing. h. c. Eduard Ritter von Orel dem Erfinder des Stereoaufnahmen zum 100. Geburtstag. *Mitteilungen der Geodätischen Institute der Technischen Universität Graz*, Folge 30, 1977.
 Atkinson, K.B.: Vivian Thompson (1880–1917): Not only an Officer of the Royal Engineers. *Photogrammetric Record* 10 (55) April 1980.
 Atkinson, K.B.: Deville and Photographic Surveying. *Photogrammetric Record* 15 (86) October 1995.
 Baier: *Geschichte der Fotografie*. Halle 1964.
 Deville, E.: *Photographic Surveying Including the Elements of Descriptive Geometry and Perspective*. Ottawa Government Printing Bureau, 1895.
 Deville, E.: On the use of the Wheatstone stereoscope in photographic surveying. *Transactions of the Royal Society of Canada* 8 (Read May 27 1902), 1902.
 Fourcade, H.G.: On a stereoscopic method of photographic surveying. *Transactions of the South African Philosophical Society* 14, 1901.
 Fourcade, H.G.: A stereoscopic method of photographic surveying. *Nature* 66 (1701), 1902.
 Fox, A.J./Roberts, A.: Pioneers of Photogrammetry Commemorated in Antarctic Placenames. *Photogrammetric Record* 15 (88) October 1996.
 Fremlin, J.: How stereoscopic vision evolved. *New Scientist* October 1972.
 Geernsheim, H.: *The History of Photography*. Oxford University Press, 1955.
 Hattersley/Smith: *The History of Placenames in British Antarctic Territory*. Scientific Reports Nr. 113 (I und II) British Antarctic Survey, Cambridge, 1991.
 Hübl, A. von: Die photogrammetrische Terrinaufnahme. *Mitteilungen des k. u. k. Militär Geographischen Institutes XIX*, 1899.
 Jung, R.: Zur Entwicklung der Photogrammetrie in Deutschland unter Berücksichtigung des internationalen Fortschritt. *Bildmessung und Luftbildwesen* 1, 1960.
 Lego, K.: Die Erfindung der Photogrammetrie und ihre Entwicklung in Österreich bis zur Gründung der österreichischen photogrammetrischen Gesellschaft. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen* Nr. 6 Dezember 1958.
 Meier, H.K.: Zur Erinnerung an Carl Pulfrich. *Bildmessung und Luftbildwesen* (45) 5, 1977.
 Meier, H.K.: Fourcade: The Centenary-Paper by L.P. Adams. *Photogrammetric Record* 17 (99) April 2002.
 Naturwissenschaftliche Abtheilung: Bericht aus den naturwissenschaftlichen Abtheilungen der 73. Versammlungen deutscher Naturforscher und Aerzte in Hamburg. *Naturwissenschaftliche Rundschau XVI* Nr. 46, 1901.
 Pulfrich, C.: Ueber eine Prüftafel für stereoskopisches Sehen. *Zeitschrift für Instrumentenkunde XXI*, 9/September 1901.
 Pulfrich, C.: Über neuere Anwendungen der Stereoskopie und über einen hierfür bestimmten Stereo-Komparator. *Zeitschrift für Instrumentenkunde XXII*, 3/März; 5/Mai; 6/Juni; 8/August 1902.
 Pulfrich, C.: Über die Konstruktion von Höhenkurven und Plänen auf Grund stereophotogrammetrischer Messungen mit Hilfe des Stereo-Komparators. *Zeitschrift für Instrumentenkunde XXIII* 2/Februar 1903.
 Pulfrich, C.: Über einen Versuch zur praktischen Erprobung der Stereophotogrammetrie für die Zwecke der Topographie. *Zeitschrift für Instrumentenkunde XXIII* 11/November 1903.
 Stolze, F.: Die photographische Ortsbestimmung ohne Chronometer und die Verbindung der dadurch bestimmten Punkte untereinander. *Photographische Bibliothek Bd. I* Berlin 1893.
 Szangolies, Kl. (Herausgeber): *Kompodium Photogrammetrie*. Band XVIII Akad. Verlagsgesellschaft Geest & Portig, Leipzig, 1986.
 Weiß, M.: Die geschichtliche Entwicklung der Photogrammetrie und die Begründung ihrer Verwendung für Mess- und Konstruktionszwecke. Stuttgart, 1913.

Anschrift des Autors

Professor Dr.-Ing. H.-K. Meier
 Breslauerstrasse 2, 89551 Königsbrunn
 H-K.Meier@t-online.de