

# Berechnung der Uebertragungsfunktionen und Gütekriterien optischer Systeme

**Doctoral Thesis**

**Author(s):**

Aemmer, Adolf H.

**Publication date:**

1977

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000120200>

**Rights / license:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

Diss. ETH 5951

Berechnung der Uebertragungsfunktionen  
und Gütekriterien optischer Systeme

Abhandlung  
zur Erlangung  
des Titels eines Doktors der Naturwissenschaften  
der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZÜRICH

vorgelegt von  
Adolf H. Aemmer  
dipl. Phys. ETH  
geboren am 25. Februar 1946  
von Zürich und Matten (Kt. Bern)

Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. E. Baumann, Referent  
Dr. H. Tiziani, Korreferent

1977

## ABSTRACT

The theory of linear systems is applied to incoherent optical imaging. Definition and properties of the point spread function and the Optical Transfer Function (OTF) are summarised.

The important sections of the program to calculate the OTF (pupilshape, aberration function, approximation of the aberration function, auto-correlation and quality criteria) are explained with respect to accuracy and calculation time.

The discussion of the quality criteria, beginning by explaining the classical ones, describes those which are derived from the OTF. The computed OTF of some photogrammetric lenses leads to a large number of different quality criteria, which have been analysed by statistical methods. Most of these quality criteria show large correlation, which means that the image quality of an optical system can be described by a few quality numbers. The last chapter discusses the relation between the aberration function and a quality criterion based on the OTF.

## ZUSAMMENFASSUNG

Einleitend wird die Theorie der linearen Systeme kurz dargestellt. Die dem System zugeordneten Funktionen Punktbild (resp. Stossantwort) und Uebertragungsfunktion werden in Zusammenhang mit den Systemeigenschaften diskutiert. Anschliessend wird für die inkohärente optische Abbildung die Systemtheorie angewandt. Es werden die Definitionen und Eigenschaften der optischen Uebertragungsfunktion zusammengefasst und die Beziehung zwischen Wellenoptik (Aberrationsfunktion) und Uebertragungsfunktion dargestellt.

Der Rechenprozess, der ausgehend von den Daten des optischen Systems die Uebertragungsfunktion berechnet und daraus die Gütekriterien ableitet, wird schrittweise dargestellt. Das Programm zur Berechnung der Uebertragungsfunktion setzt sich aus den Abschnitten Pupille, Aberrationsfunktion, Approximation der Aberrationsfunktion, Autokorrelation und Gütekriterium zusammen. Jeder Abschnitt wird im einzelnen beschrieben und es werden Untersuchungen bezüglich Genauigkeit und Rechenaufwand vorgenommen.

Bei der Diskussion der Gütekriterien werden einleitend die klassischen Gütekriterien kurz erläutert und anschliessend aus der Uebertragungsfunktion abgeleitete Gütekriterien vorgestellt. Zu einer Reihe von Photogrammetrieobjektiven werden die Uebertragungsfunktionen berechnet und daraus eine grosse Zahl verschiedener Gütekriterien gewonnen, deren Abhängigkeit untereinander mit statistischen Mitteln untersucht wird. Es wird insbesondere gezeigt, dass zwischen den meisten Gütekriterien eine grosse Korrelation besteht. Das heisst, dass die Abbildungsqualität eines optischen Systems durch einige wenige Qualitätszahlen darstellbar ist. Abschliessend wird der Zusammenhang zwischen der Aberrationsfunktion und einem durch die Uebertragungsfunktion definierten Gütekriterium untersucht.