

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 40 (1949)  
**Heft:** 17

**Artikel:** Über einige allgemeine Eigenschaften der elektronenoptischen Abbildung  
**Autor:** Borgnis, F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1060689>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 03.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Über einige allgemeine Eigenschaften der elektronenoptischen Abbildung<sup>1)</sup>

Von F. Borgnis, Zürich

537.533.3

Der Verlauf achsennaher Strahlen geladener Partikel im axialsymmetrischen elektrischen und magnetischen Potentialfeld (Zylinderkoordinaten  $r, z$ ) wird durch eine Differentialgleichung der Form

$$\frac{d}{dz} \left( \sqrt{\Phi(z)} \frac{dr}{dz} \right) = P(z) \cdot r \quad (1)$$

beschrieben, wenn vorausgesetzt wird, dass das magnetische Feld am Ausgangspunkt des Strahls gleich Null ist und die Anfangstangente der Bahn in einer Meridianebene liegt. Unter Änderung der Bezeichnung schreiben wir (1) in der Form

$$[n(z) \cdot r]' = P(z) \cdot r \quad (2)$$

Die paraxialen Bahnen genügen also einer linearen homogenen Differential-Gleichung zweiter Ordnung, deren allgemeine Lösung in der Form

$$r(z) = c_1 \cdot r_1(z) + c_2 \cdot r_2(z) \quad (3)$$

geschrieben werden kann. Wählt man, was immer möglich ist, die beiden Integrale  $r_1$  und  $r_2$  derart, dass sie folgenden Anfangsbedingungen genügen:

$$\begin{aligned} r_1(a) &= 1 & r_2(a) &= 0 \\ r_1'(a) &= 0 & r_2'(a) &= 1, \end{aligned} \quad (4)$$

so lassen sich  $r(z)$  und  $r'(z)$  unter Einführung der Anfangswerte  $r_a$  und  $r'_a$  darstellen durch

$$\begin{aligned} r(z) &= r_a \cdot r_1(z) + r'_a \cdot r_2(z) \\ r'(z) &= r_a \cdot r_1'(z) + r'_a \cdot r_2'(z). \end{aligned} \quad (5)$$

Bei geeigneter Wahl der Potentialfelder besitzen die Funktionen  $r_1$  und  $r_2$  oszillatorischen Charakter, wobei sich die Nullstellen von  $r_1$  und  $r_2$  gegenseitig trennen.

Aus (5) lässt sich nun die folgende bekannte Eigenschaft der elektronenoptischen Abbildung herleiten:

Wirkt das Potentialfeld praktisch nur in einem begrenzten Bereich ( $r, z$ ) und kann das Potential ausserhalb der beiden Ebenen  $z = a$  und  $z = \beta$  als konstant angesehen werden ( $\sqrt{\Phi} = n = \text{constant}, P = 0$ ), womit die Bahnen ausserhalb dieser beiden Ebenen praktisch geradlinig verlaufen, so vermittelt (5) zwischen Objekt- und (reellen) Bildpunkten, die im feldfreien Raum liegen, eine kollineare Abbildung, deren

<sup>1)</sup> siehe auch Helvetica Physica Acta, Bd. 21(1948), Nr. 6, S. 461.

Eigenschaften bekanntlich den Inhalt der Gauss'schen Dioptrik einschliessen.

Das System (5) setzt uns jedoch auch in die Lage, einige allgemeine Aussagen über die paraxiale Abbildung zu machen, wenn diese ganz oder teilweise im wirksamen Bereich des Potentialfeldes zustande kommt. Betrachten wir für einen konkreten Fall die Funktionen  $r_1$  und  $r_2$  als bekannt und der Reihe nach die Ebenen  $z = b, p, \bar{p}, t$ , die bestimmt werden durch:

$$1) r_2(b) = 0 \quad 2) r_1(p) = 0 \quad 3) r_2'(\bar{p}) = 0 \quad 4) r_1'(t) = 0,$$

so überlegt man sich leicht folgendes:

1. Ein (paraxiales) Strahlenbüschel, das von einem Punkt  $z = a, r = r_a$  ausgeht, vereinigt sich in einem Punkt der Ebene  $z = b$ ; die Ebene  $z = b$  ist die zu  $z = a$  gehörige Bildebene.

2. Jede Schar paralleler Bahnen durch die Ebene  $z = a$  vereinigt sich in einem Punkt der Ebene  $z = p$ , die man daher als die der Ebene  $z = a$  zugeordnete Brennebene ansehen kann.

3. Ein von einem Punkt der Ebene  $z = a$  ausgehendes Strahlenbüschel durchsetzt die Ebene  $z = \bar{p}$  in parallelen Bahnen. Die Ebene  $z = a$  ist daher als Brennebene der Ebene  $z = \bar{p}$  zugeordnet.

4. Jede Schar paralleler Bahnen durch die Ebene  $z = a$  durchsetzt die Ebene  $z = t$  in parallelen Bahnen. Die beiden Ebenen vermitteln daher unter sich eine teleskopische Abbildung.

Durch die Bedingungen 1...4 sind also einer beliebigen Ebene  $z = a$  vier charakteristische Ebenen zugeordnet.

Für solche im wirksamen Bereich des Feldes zustandekommende Abbildungen besteht im allgemeinen keine kollineare Zuordnung; die Abbildungsverhältnisse werden durch den spezifischen Feldverlauf, d. h. die Funktionen  $n(z)$  und  $P(z)$  in (2) bestimmt. Die Differential-Gleichung (2) erlaubt aber auch für diese Abbildungen die Ableitung einer Anzahl allgemeiner Sätze (z. B. betreff Angular- oder Lateralvergrösserungen), wie sie der Gausschen Dioptrik eigentümlich sind. Unter anderem ergibt sich der nach Lagrange-Helmholtz benannte Satz als eine rein geometrische Eigenschaft der paraxialen elektronenoptischen Abbildung.

### Adresse des Autors:

Prof. Dr. F. Borgnis, Privatdozent an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Weinbergstrasse 48, Zürich.

## L'Enregistrement sur film des émissions de télévision en vue des échanges internationaux de programmes

Par Y. L. Delbord, Paris

621.397.5 : 778.5

Le titre de cet exposé correspond à deux problèmes très différents selon qu'il s'agit de l'enregistrement d'images de télévision radiodiffusées suivant les normes habituelles ou bien de la production d'un film par l'intermédiaire d'un système de télévision spécialement étudié dans ce but.

Nous n'étudierons que le premier problème qui est aussi, du point de vue technique, le plus difficile à résoudre et auparavant nous résumerons les possibilités des émulsions actuelles pour la photographie des écrans de télévision.

### I. L'écran de télévision et la pellicule

Les tubes cathodiques destinés aux récepteurs de télévision que l'on trouve sur le marché français sont généralement blanc bleuté et leur courbe spectrale diffère assez peu de celle de la lumière du soleil; par conséquent les films cinématographiques

de type courant conviennent très bien pour photographier ou filmer ces écrans. La seule difficulté réside dans la faible brillance des points de l'image. Même lorsque le tube est alimenté à 7 ou 8 kV la luminosité moyenne mesurée à l'aide d'une cellule appliquée contre l'écran ne dépasse pas 20 à 30 lux et le temps de pose normal pour une ouverture de l'objectif de  $f/2$ , si l'on utilise comme pellicule la «super XX», devrait être de l'ordre du 1/5 de seconde. Il sera donc impossible, dans ces conditions, d'exposer normalement le film et le temps de développement devra être considérablement augmenté par rapport à la normale. Par exemple avec du film + X Kodak un peu moins sensible que le XX et avec un temps de pose de 1/25 de seconde le temps de développement atteindra environ 15 minutes. Les images que l'on obtiendra dans ces conditions ne seront pas très bonnes: le grain de l'émulsion