

**Zeitschrift:** Helvetica Physica Acta  
**Band:** 21 (1948)  
**Heft:** V  
  
**Artikel:** Orientierte Abscheidung von Oxyd bei der anodischen Oxydation  
**Autor:** Huber, K. / Bieri, B.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-111916>

### **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:** 21.02.2026

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

## Orientierte Abscheidung von Oxyd bei der anodischen Oxydation<sup>1)</sup>

von K. Huber und B. Bieri.

(5. VIII. 48.)

*Problemstellung.* Schaltet man einen in Natronlauge eingetauchten Zinkstab als Anode, so tritt mit steigender Badspannung bei etwa 1,5 ... 2 Volt, Passivierung ein. Das Zink bedeckt sich mit einer Oxydschicht, die anfangs nur sehr dünn ist, mit länger dauernder Behandlung, aber bis zu Dicken von einigen  $\mu$  heranwächst. Auf Grund der morphologischen Eigenschaften solcher dickerer Schichten, insbesondere der polarisationsoptisch nachgewiesenen, geordneten Porenstruktur<sup>2)</sup> wurde die Vermutung ausgesprochen<sup>3)</sup> das Zink gehe bei der anodischen Oxydation in Oxyd über, *dessen Gitter nach demjenigen des Muttermetalles orientiert ist*, und das Oxyd zerfalle erst in einem Abstand von der Metalloberfläche in ein Haufwerk kleiner, ungeordneter Kristallite. Experimentell musste der Effekt der Orientierung am ehesten an Schichten nachzuweisen sein, die noch sehr dünn sind. Die in der vorliegenden Mitteilung geschilderten Versuche hatten zum Ziele, diesen Nachweis zu erbringen.

*Die Herstellung der Schichten.* Von den erhaltenen Untersuchungsergebnissen sind hier der Einfachheit halber nur jene dargestellt, die sich auf die *Basisfläche von Zinkeinkristallen* beziehen. Nach dem Bridgmanverfahren wurden Zinkeinkristallstäbe von einigen mm Durchmesser hergestellt und zerrissen. Zur Erzielung einheitlicher Oberflächenverhältnisse wurden die als Reissflächen auftretenden Basisflächen elektrolytisch nachpoliert<sup>4)</sup>. Die Anodisierung erfolgte in 1-n. NaOH bei Raumtemperatur und mit stabilisierter Stromstärke<sup>5)</sup>. Dabei ging das Metall zuerst jeweils aktiv in Lösung, bis nach einigen Sekunden bis Minuten der Passivierungssprung eintrat. Nach bestimmten Zeiten, vom Eintritt der Passivierung an gerechnet und nachstehend als Anodisierungszeit bezeichnet, wurde die anodische Behandlung abgebrochen, und die auf dem Metall entstandene Schicht gewaschen, getrocknet und isoliert. Die folgenden drei *Entwicklungsstadien der*

*Schichten* werden anhand von elektronenmikroskopischen Aufnahmen und von Elektronen- bzw. Röntgenbeugung miteinander verglichen:

	Strom- dichte	Anodi- sierungs- zeit	Schicht- dicke	El. mikr. Aufnahme	Elektronen- bzw. Rönt- genbeugung
„sehr dünne Schichten“	10 mA/cm <sup>2</sup>	1 sek.	100...150 Å	Fig. 1	Fig. 4
„dünne Schichten“	100 mA/cm <sup>2</sup>	2 min	0,2...0,4 $\mu$	Fig. 2	Fig. 5
„dickere Schichten“	200 mA/cm <sup>2</sup>	2 Std.	einige $\mu$	—	Fig. 6

Die *Präparierung der Schichten* für die Untersuchung mittels Elektronenstrahlen soll an dieser Stelle nur in Stichworten erwähnt werden: Aufkleben eines Polystyrolplättchens auf die oxydbedeckte Metalloberfläche, Weglösen des Zinkmetalls mit Quecksilber, Auflegen der Schicht auf das Trägernetzchen, Weglösen des Polystyrols mit Äthylbromid.

Sehr dünne Schichten lassen sich nicht in dieser Weise, freitragend, präparieren, da sie bei der Isolierung zusammenbrechen. Es erwies sich als zweckmässig, die Oxydschicht nach dem Weglösen des Quecksilbers und vor der Entfernung des Polystyrols mit einem aufgedampften, feinen Quarzfilm zu verstärken, der als Objektträger wirken kann und seinerseits erfahrungsgemäss keine störende Eigenstruktur hat und auch keine störenden Beugungserscheinungen gibt.

Für die Röntgenuntersuchung ist die auf das Polystyrolplättchen aufgeklebte Oxydschicht ohne weitere Massnahmen verwendbar, da Polystyrol mit Röntgenstrahlen keine störenden Interferenzen gibt.

*Elektronenmikroskopische Untersuchung.* Fig. 1 zeigt das Bild einer sehr dünnen Schicht; diese besitzt anscheinend einen etwas schuppigen Bau, hat aber im übrigen noch keine auffallende Struktur. Fig. 2 zeigt das Bild einer dünnen Schicht. Im Gegensatz zu der sehr dünnen ist sie für Elektronen nur noch schwer durchstrahlbar; sie weist aber schon die für dickere Schichten so charakteristische Porenstruktur auf.

Dickere Schichten können elektronenmikroskopisch nicht mehr untersucht werden. Lichtmikroskopische Aufnahmen sind in früheren Arbeiten<sup>2)</sup> schon mehrfach gegeben worden, so dass sich hier die Beifügung solcher Bilder erübrigt.

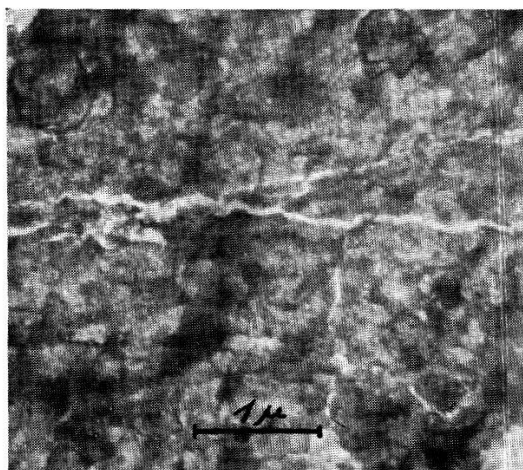


Fig. 1.

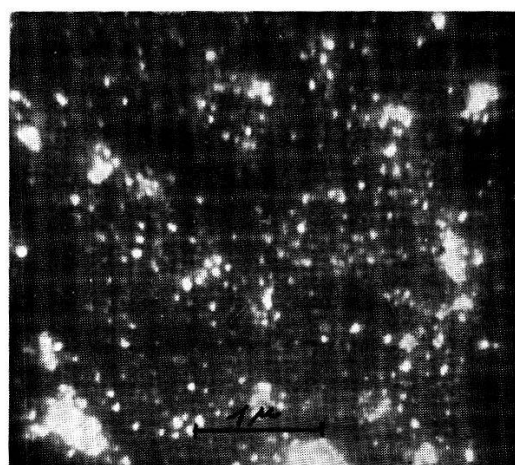


Fig. 2.

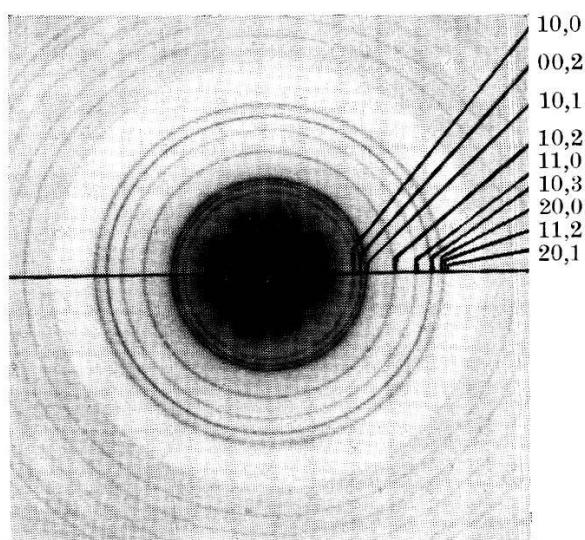


Fig. 3.

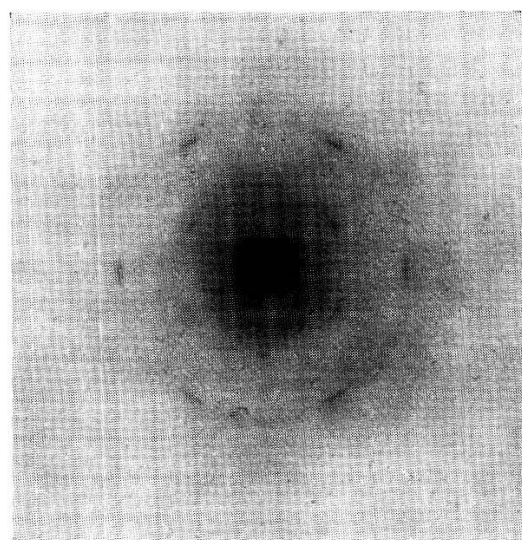


Fig. 4.

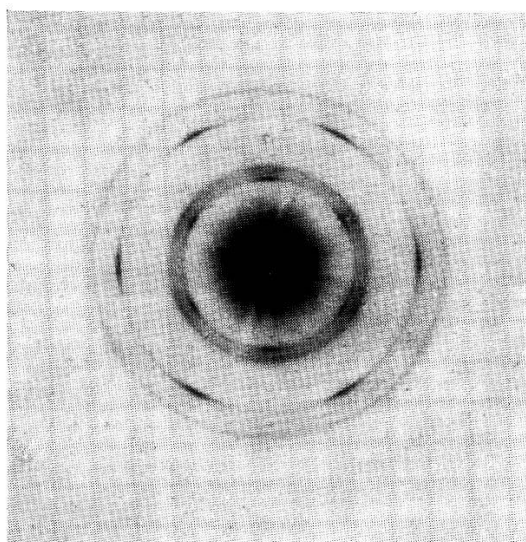


Fig. 5.

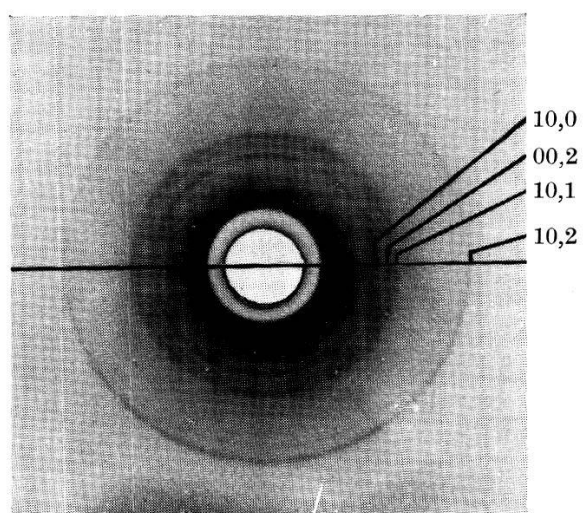


Fig. 6.



*Beugung von Elektronen- bzw. Röntgenstrahlen.* Zum Zwecke der Übersicht und des Vergleichs ist in Fig. 3 das Elektronenbeugungsdiagramm eines Zinkoxydrauches wiedergegeben. Die Indizes einiger Reflexe sind angeschrieben. Die folgenden Diagramme stammen von den untersuchten Oxydschichten. In allen Fällen stand die Schicht senkrecht zum Primärstrahl.

Fig. 4 gibt das Elektronenbeugungsdiagramm der in Fig. 1 abgebildeten, also einer sehr dünnen Schicht wieder. Es treten nur die Interferenzen der Prismenflächen (10.0) und 11.0) auf. Da die Elektronenbeugung unter sehr spitzem Winkel erfolgt, bedeutet dies, dass die beiden Prismenflächen, somit die C-Achse des Zinkoxyds annähernd senkrecht zur Schichtebene stehen. Für das Auftreten des Reflexes (10.0) beträgt bei der gewählten Strahlspannung (ca. 40 kV) der Winkel zwischen Primärstrahl und Prismenfläche etwa  $\frac{1}{2}^\circ$ , für (11.0) etwa  $1^\circ$ . Aber auch in der Richtung der A-Achsen ist parallele Ausrichtung festzustellen, wie aus der Auflösung der Interferenzringe der beiden Prismenflächen in je sechs Punkte hervorgeht.

Das Oxyd in den sehr dünnen Schichten ist demnach weitgehend geordnet. Dabei steht die C-Achse senkrecht zu der Schichtebene, und, da es sich um Basisdeckschichten handelt, parallel zur C-Achse des Zink-Muttermetalles. Es kann kaum ein Zweifel bestehen, dass diese Ordnung in der Schicht auf ein orientiertes Aufwachsen des hexagonal kristallisierenden Oxyds auf das ebenfalls hexagonale Muttermetall zurückzuführen ist.

In Fig. 5, dem entsprechenden Diagramm der Schicht von Fig. 2, also einer dünnen Schicht, sind die Schwerpunkte auf den Ringen der Prismenflächen relativ schwächer, und andere Interferenzen treten hinzu. Somit überlagern sich dem orientierten Oxyd, wenn die Schichtdicke zunimmt, nicht geordnete Oxydkristallite, was sich so interpretieren lässt, dass immer noch die dem Metall anliegende Lage der Oxydschicht orientiert ist, dass aber mit steigendem Abstand von der Metalloberfläche die Orientierung verloren geht.

Im Hinblick auf die Ergebnisse FINCH's<sup>6)</sup> an Luftoxydschichten sei erwähnt, dass die Durchmesser der Interferenzringe des „Schichtoxyds“ höchstens sehr wenig von denjenigen des „Rauchoxyds“ (Fig. 3) abweichen; das Schichtoxyd hat daher, jedenfalls im isolierten Zustande, kein verzerktes Gitter.

Dickere Schichten endlich, die mit Elektronen nicht mehr durchstrahlbar sind, lassen sich in ganz analoger Weise mit Röntgenstrahlen untersuchen. Beim Vergleich der Diagramme ist lediglich



zu berücksichtigen, dass die Ablenkungswinkel der Röntgenstrahlen viel grösser, die Radien der Interferenzringe denen der Elektronenbeugung nicht proportional sind. Fig. 6 zeigt das Röntgendiagramm einer dickeren Schicht. Die Ringe sind nicht ringsherum gleich scharf und getrennt, weil das Präparat ein rechteckiges Plättchen war. Trotzdem erkennt man leicht, dass keine bevorzugte Orientierung mehr vorliegt. Das Resultat stimmt überein mit dem früherer Versuche<sup>2)</sup>, bei welchen Schichtsplitter senkrecht zur Schichtnormalen durchstrahlt wurden, und die ebenfalls keine Andeutung eines Faserdiagramms wahrnehmen liessen. Offenbar ist in den dickeren Schichten der Anteil des orientierten Oxyds viel zu klein im Verhältnis zur Gesamtmasse, als dass er im Beugungsdiagramm noch erkannt werden könnte.

*Zusammenfassung.* Es wird gezeigt, dass in sehr dünnen, anodisch erzeugten Oxydschichten auf Zink das Oxydgitter weitgehend orientiert ist. Solche Schichten zeigen noch keine Poren.

Mit steigender Schichtdicke nimmt der relative Anteil an orientiertem Oxyd ab und die charakteristische Porenstruktur stellt sich ein.

Es ist zu schliessen, dass das Gitter des Muttermetalles dem Oxyd der Schicht die beobachtete Orientierung aufprägt. Bei zunehmender Schichtdicke dürfte daher immer die das Muttermetall berührende Lage der Schicht den orientierten Anteil des Oxyds enthalten.

Das in dieser Arbeit benutzte Elektronenmikroskop (TRÜB-TÄUBER) stand dank der Arbeitsbeschaffungskredite des Bundes zur Verfügung.

Anorg. chemisches Institut der Univ. Bern, August 1948.

#### LITERATUR.

<sup>1)</sup> Siebente Mitteilung der Reihe: Studien zur Chemie und zur Struktur anodisch erzeugter Niederschläge und Deckschichten. Vgl. 6. Mitt. im Journ. coll. sci. **3**, 197 (1948).

<sup>2)</sup> K. Huber, Z. Elektrochem. **48**, 26 (1942); Helv. chim. acta **26**, 1037. 1253 (1943); **27**, 1443 (1944).

<sup>3)</sup> K. HUBER, Vortrag an der Winterversammlung der Schweiz. chem. Ges., Febr. 1948; ref. in Chimia **2**, 121 (1948).

<sup>4)</sup> Im wesentlichen nach W. H. J. VERNON und E. G. STROUD, Nature **142**, 477 (1938).

<sup>5)</sup> Eine ausführliche Darstellung erfolgt in der Diss. B. BIERI.

<sup>6)</sup> G. J. FINCH und Mitarbeiter, Proc. Roy. soc. **141**, A 398 (1933); Proc. phys. soc. **46**, 148 (1934); Trans Far. soc. **31**, 1051 (1935).