

Bozena Arnold

Von Rubinen und Implantaten

Aluminiumoxid
und seine vielfältige Welt

EBOOK INSIDE



Springer

Technik im Fokus

Weitere Bände zur Reihe finden Sie unter
<http://www.springer.com/series/8887>.

Bozena Arnold

Von Rubinen und Implantaten

Aluminiumoxid und seine vielfältige
Welt



Springer

Bozena Arnold
Waldbronn, Deutschland

ISSN 2194-0770

ISSN 2194-0789 (electronic)

Technik im Fokus

ISBN 978-3-662-56026-6

ISBN 978-3-662-56027-3 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-662-56027-3>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Einbandabbildung: deblik Berlin

Verantwortlich im Verlag: Stephanie Preuß

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer-Verlag GmbH Deutschland

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort

Alle Stoffe bauen sich aus Atomen zusammen. Jeder Stoff hat eine bestimmte chemische Zusammensetzung. Sie entscheidet über die Grundeigenschaften des Stoffes. Zudem spielt die Struktur, der innere Aufbau des Stoffes, eine sehr wichtige Rolle und übt einen starken Einfluss auf seine Eigenschaften aus.

Sehr interessant ist es im Besonderen, wenn Zusammensetzung und Struktur zwar gleich sind, jedoch praktisch gesehen unterschiedliche Materialien vorliegen. In diesem Falle hat ein Stoff verschiedene Gesichter. So ein Stoff mit zwei Gesichter ist Aluminiumoxid – in der Natur ein Mineral und in der Technik ein Hochleistungswerkstoff. Ebenso der berühmte Diamant kann zu diesen Stoffen gezählt werden.

Das vorliegende Buch ist eine populär-wissenschaftliche Abhandlung über das Aluminiumoxid, über einen einzigen Stoff und sehr verschiedene Materialien – berühmte Edelsteine und moderne keramische Werkstoffe. Die ersten sind schon alt und lange bekannt, die anderen sind jung und wurden erst in der letzten Zeit entwickelt.

Meine Vorliebe zu Werkstoffen hat sich in meiner langjährige Tätigkeit als Professorin für Werkstofftechnik, zuletzt an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften HAW in Hamburg, entwickelt und immer weiter gefestigt. Meine Bewunderung für Mineralien und ihre natürliche Herkunft hat sich nach meiner Verabschiedung in den Ruhestand im besonderen Maße herausgebildet. Aus diesen beiden Vorlieben ist die Idee für dieses Buch entstanden.

Das Buch richtet sich an alle, die über chemisches und technisches Grundwissen verfügen und sich für Materialien interessieren, ohne dabei nach vertieften wissenschaftlichen Erkenntnissen suchen zu wollen. Wenn aber beim Lesen Neugier auf weitergehende Informationen geweckt werden sollte, hat das Buch eine wichtige Aufgabe erfüllt.

Waldbronn, im Oktober 2017

Bozena Arnold

Inhaltsverzeichnis

1	Faszinierendes Aluminiumoxid	1
2	Die Aluminiumoxid-Familie	5
3	Polymorphie und ihre erstaunliche Wirkung	9
4	Das Innere des Aluminiumoxids	11
5	Ein kleiner Ausflug in die Etymologie	15
6	Wie wurden Rubine und Saphire früher bestimmt?	17
7	Wie werden Rubine und Saphire heute bestimmt?	21
8	Korund – das natürliche Aluminiumoxid	25
9	Wie hart ist Korund?	31
10	Rubin – der rote Korund	35
11	Saphir – der blaue Korund	39
12	Warum ist Rubin rot und Saphir blau?	41
13	Warum werden nur wenige Rubine und Saphire gefunden?	43
14	In einer Rubinfabrik	45

15	Rubin und die Geschichte des Lasers	51
16	Rubine, Saphire und Uhren	55
17	Saphir in der Technik	59
18	Tonerde – das künstliche Aluminiumoxid	63
19	Bauxit und der Weg zum künstlichen Aluminiumoxid . .	67
20	Das Bayer-Verfahren – vom Bauxit zum Aluminiumhydroxid	71
21	Der vergessene Erfinder	75
22	Die Kalzination – vom Aluminiumhydroxid zum Aluminiumoxid	77
23	Die Welt der Keramik	79
24	Nützliche Sintertechnik	81
25	Ist Aluminiumoxidkeramik belastbar?	85
26	Vorteile der Aluminiumoxidkeramik	89
27	Der keramische Allrounder	93
28	Versteckt in einem Rasterelektronenmikroskop	97
29	Im Verbund noch besser	99
30	Implantate und keine Hüftgelenkbeschwerden mehr . . .	103
31	Neues vom Aluminiumoxid	105
	Literatur	107
	Sachverzeichnis	109

Aluminiumoxid kommt als Mineral in der Natur vor, wird als Hochleistungswerkstoff in der Technik verwendet und es ist in jedem Fall faszinierend. Warum eigentlich?

Aluminiumoxid – das klingt zunächst einmal trocken, wie jeder chemische Begriff. Was soll dabei faszinieren? Warum hat man Lust, darüber ein Buch zu schreiben?

Im Obergeschoss des Deutschen Edelsteinmuseums in Idar-Oberstein werden in einer Vitrine Rubine ausgestellt. Ein Exemplar (Abb. 1a) hat eine erstaunlich homogene Farbe, die besondere Taubenblutfarbe. Der Schmuckstein funkelt, er ist wunderschön und er wird bewundert.

Nun besuchen wir eine Textilfabrik. Mehrere Webmaschinen arbeiten laut und intensiv. Die Fasern laufen mit großen Geschwindigkeiten durch keramische Fadenführer. Thermische Belastung, Reibung, Oberflächenverschleiß sowie bei Fasern auch elektrostatische Effekte in der Produktion fordern diese kleinen Bauteile heraus. Der Fadenführer (Abb. 1b) ist farblos, arbeitet hart und ist kaum zu sehen. Niemand bewundert ihn.

Zwei Gegenstände, die nicht unterschiedlicher sein könnten. Und doch sind sie eigentlich gleich. Beide bestehen aus demselben Stoff, haben dieselbe chemische Zusammensetzung.

Der Schmuckstein und der keramische Fadenführer sind aus Aluminiumoxid. Diese einfache chemische Verbindung hat zwei verschiedene Welten: eine natürliche, voller Schönheit und Begehren sowie eine

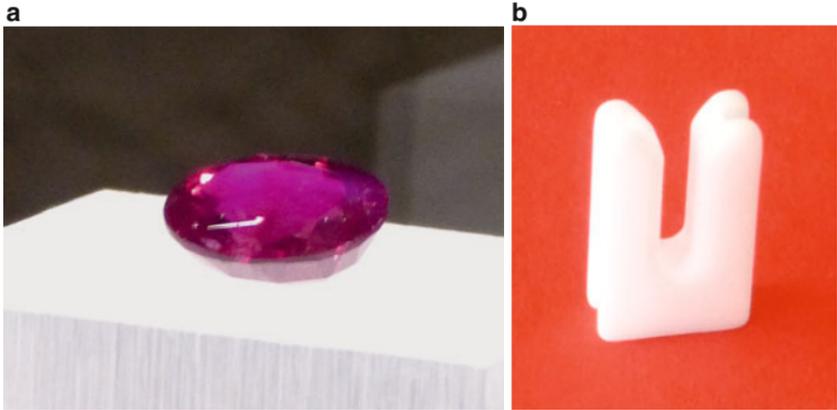


Abb. 1 Zweimal Aluminiumoxid. **a** Schmuckstein (aufgenommen im Deutschen Edelsteinmuseum in Idar-Oberstein), **b** Fadenführer

künstliche voller Arbeit und technischer Einsätze. Die eine Welt ist magisch, mit Mythen und Sehnsucht beladen, Glück und Unglück bringend, Reichtum und Schönheit versprechend. Die zweite Welt ist technisch, trocken, hochentwickelt, kühl und sehr anwendungsbezogen. Ist das nicht faszinierend?

Wir können das Aluminiumoxid in der Erdkruste finden und dann nennen wir es Korund oder Rubin oder Saphir. Wir können es auch großtechnisch herstellen und dann nennen wir es meistens Tonerde. Chemisch gesehen handelt es sich in allen diesen Fällen um eine Verbindung aus Aluminium und Sauerstoff. Der Korund und die Edelsteine Rubin und Saphir sind die natürlichen Erscheinungen des Aluminiumoxids. Die künstliche Tonerde wird vor allem für die Herstellung von Aluminium benötigt. Sie dient aber auch als Material für wertvolle keramische Bauteile, z. B. für Fadenführer in der Textilindustrie und für Implantate in der Medizintechnik.

Wenn diese Materialien dieselbe chemische Zusammensetzung haben, warum sind sie dann so unterschiedlich? Das ist eine gute Frage. Die Antwort können Sie in diesem Buch finden. Reisen wir gemeinsam durch die Welten des Aluminiumoxids. Kann diese Reise interessant sein? Können wir unterwegs etwas erfahren, erlernen, erleben? Ja, ganz