PHILIPPIA	17/1	S. 79-86	6 Abb.	Kassel 2016

Rainer Werthmann

Blau in antiken Kulturen, insbesondere Kupfersilikat-Blaupigmente

Abstract
The color blue was used in antiquity to mark something as sacred. The lapis lazuli mines of Sar-e-Sang, Afghanistan, have been supplying the raw material for about 6000 years.
Very early, people tried to copy the valuable natural material by technical products. In Egypt, Mesopotamia, Iran and the valley of the Indus they used calcium copper silicate, known as Egyptian Blue, also copper blue glasses and glazes. Later, cobalt blue glasses were used. In China, the barium copper silicate Han Blue was developed.
Technical and cultural historical aspects of these pigments are presented here.

Zusammenfassung
Die Farbe Blau wurde in der Antike verwendet, um etwas als heilig zu kennzeichnen. Die Lapislazuli-Minen von Sar-e-Sang in Afghanistan liefern seit etwa 6000 Jahren den dazu benötigten Rohstoff.
Schon früh versuchte man den wertvollen Naturstoff durch technische Produkte zu imitieren. Das waren in Ägypten, Mesopotamien, dem Iran und dem Indus-Tal das Calciumkupfersilikat Ägyptisch Blau sowie kupferblaue Gläser und Glasuren. Später kamen kobaltblaue Gläser hinzu. In China wurde das Bariumkupfersilikat Han-Blau entwickelt.
Technische und kulturgeschichtliche Aspekte dieser Pigmente werden dargestellt.

Geschichte
Im antiken Ägypten und Mesopotamien spielte die Farbe Blau eine hervorgehobene Rolle. Als natürliches Blaupigment wurde der Edelstein Lapislazuli verwendet. Schon sehr früh gab es auch von Menschen hergestellte Materialien mit ähnlicher Farbe: das synthetische Blaupigment Ägyptisch Blau und die blau glasierte Ägyptische Fayence. Später kam blaues Glas hinzu. Zur Wertschätzung der Farbe Blau in der ägyptischen Kultur schreibt die Ägyptologin Birgit Schlick-Nolte:

„Das Gesicht und das Gehörn aus Silber, die Sonnenscheibe der Bekrönung aus Gold, war die leuchtend tiefblau glasierte Statuette der paviansgestaltigen Erscheinungsform des Gottes der Weisheit, Thot, kostbare Kultfigur oder wertvolle Weihgabe in einem Tempel. [...] Wanddarstellungen in Gräbern der Königsfamilien und Grabstätten hoher Beamter sowie in Palästen und vornehmen Wohnhäusern, Malereien auf Särgen und hochgestellten Verstorbenen ins Grab gelegte Papyri mit Wegweisern durch die Unterwelt, Grabmobiliar, Toten- und Gedenkstelen und vieles mehr sind Zeugnis reichlicher Verwendung von Ägyptisch Blau, der ‚Farbe der Götter'. Intensiv wurde es für die Wiedergabe der Götterperücken, Augenbrauen und Wimpern – die Haare der Götter waren in der Vorstellung der alten Ägypter aus Lapislazuli – von Kronen, von Götterthronen und -podesten verwendet. Ein Beispiel besonderer Art ist die berühmte helmartige Krone der Büste der Königin Nofretete. Wie

Glas und auch Fayence war die Herstellung (von Ägyptisch Blau) offensichtlich königliches Monopol.“ (SCHLICK-NOLTE 1999).

Um Objekte als heilig zu kennzeichnen, etwa kleine Götterdarstellungen oder Votivgaben, wurden blaues Glas, blaue Ägyptische Fayence und Ägyptisch Blau verwendet. Zu bedenken ist, dass viele der ursprünglich blauen Fayencegegenstände inzwischen grünlich verwittert sind oder sogar im Extremfall, nach Auslaugung durch langen Kontakt mit Feuchtigkeit, eine weißliche bis bräunliche Oberfläche bekommen haben. So haben wir uns eine Vielzahl von grünlichen oder verblassten derartigen Objekten in den Museen als ursprünglich blau vorzustellen.

Ägyptisch Blau

Ägyptisch Blau ist wahrscheinlich das älteste synthetische Pigment der Menschheit. Es wurde zuerst in Ägypten und Vorderasien hergestellt, um den ausgesprochen kostbaren und damals nur aus Afghanistan bezogenen Edelstein Lapislazuli zu imitieren.

Ägyptisch Blau ist identisch mit dem seltenen Mineral Cuprorivait $CaCuSi_4O_{10}$, das erst 1938 von Minguzzi in vulkanischen Auswürflingen des Vesuvs (ANTHONY et al. 1995: 169) entdeckt wurde und auch in vulkanischen Gesteinen der Eifel vorkommt. Dass ein Vorkommen des Minerals den Ausgangspunkt für die Synthese abgegeben haben könnte, erscheint ausgeschlossen, dafür ist es viel zu selten. In Ägypten ist das Pigment nachgewiesen seit der 4. und insbesondere 5. Dynastie (SCHLICK-NOLTE 1999: 12-51, insbes 26). Pyramidentexte von König Unas um 2350 v.Chr. sind damit geschrieben.

Hergestellt wird es durch etwa einstündiges Tempern bei 900 bis 1000 °C eines Gemenges von Kalk, Sand und Kupferabfällen, z.B. gepulvertem Kupferoxid CuO, das als Kupferhammerschlag beim Schmieden von Kupfer- und Bronzegeräten anfiel (BUSZ & SENGLE 1999: 192-291, insbes. 200). Geringe Mengen Pflanzenasche oder Natursoda können als Flussmittel gedient haben.

Dass meist kupferhaltige Verarbeitungsabfälle verwendet wurden und nicht etwa reine Kupfererze wie Malachit, lässt sich am Zinngehalt des Pigments ablesen. Das Verhältnis Kupfer : Zinn ist in Pigmentproben dasselbe wie in zeitgenössischen Bronzen (WERTHMANN unpubl.).

Archäologen fanden, etwa in den Überresten der Ramses-Stadt Qantir-Piramesses im Nildelta, die Ergebnisse zweier getrennter Prozessstufen. In der ersten reagierte das SiO_2 des Sandes, wohl bei Temperaturen um 900-1000°C, in abgedeckten Tiegeln zunächst oberflächlich mit Kalk und Kupferoxid zu Ägyptisch Blau. Das Produkt hat etwa die Partikelgröße der ursprünglichen Sandkörner und ist auffällig SiO_2-reich.

Im rasterelektronenmikroskopischen Bild ist gut zu sehen, dass die typischen plattigen Kristalle des Cuprorivaits die noch unreagierten Kerne der Sandkörner (WERTHMANN unpubl.) umkleiden. In einem zweiten Arbeitsschritt wurde dieses Produkt zerrieben und geschlämmt. Dabei wurden die Sandreste abgetrennt und es entstand tiefblauer, feinkörniger, praktisch reiner Cuprorivait.

Neben der Verwendung als Pigment wurden auch Objekte aus Ägyptisch Blau gefunden, das durch geringe Mengen kupferhaltiger Glasmasse zusammengehalten wurde (siehe BUSZ & GERCKE 1999: 329, Nr. 125 Becher mit drei Füßen, vermutlich mittelassyrisch; 346/347, Nr. 166-167, Rollsiegel und Stempelsiegel, neubabylonisch bis spätbabylonisch; 349/350, Nr. 171 Neujahrsflasche, ägyptisch, Spätzeit; 356/357, Nr. 185 Schale (Öllampe), Babylon, seleukidisch). Ab etwa 1400 v. Chr. wurde Ägyptisch Blau in der mykenischen Kultur (SANTAMARIA & MORREESI 2007: 218-221) in großem Stil als Pigment verwendet und verdrängte dort die bis dahin genutzten Pigmente Azurit $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ (ein Kupfermineral, auch als Kupferlasur oder Bergblau bezeichnet) und Glaukophan (ein graublaues Mineral aus der Familie der Amphibole, bei dem Eisen das farbgebende Element ist).

Im archaischen und klassischen Griechenland war Ägyptisch Blau verbreitet, ebenso in etruskischen Gräbern und im Römischen Reich. In Griechenland wurde seit der klassischen Antike der Hintergrund von Reliefs etwa an

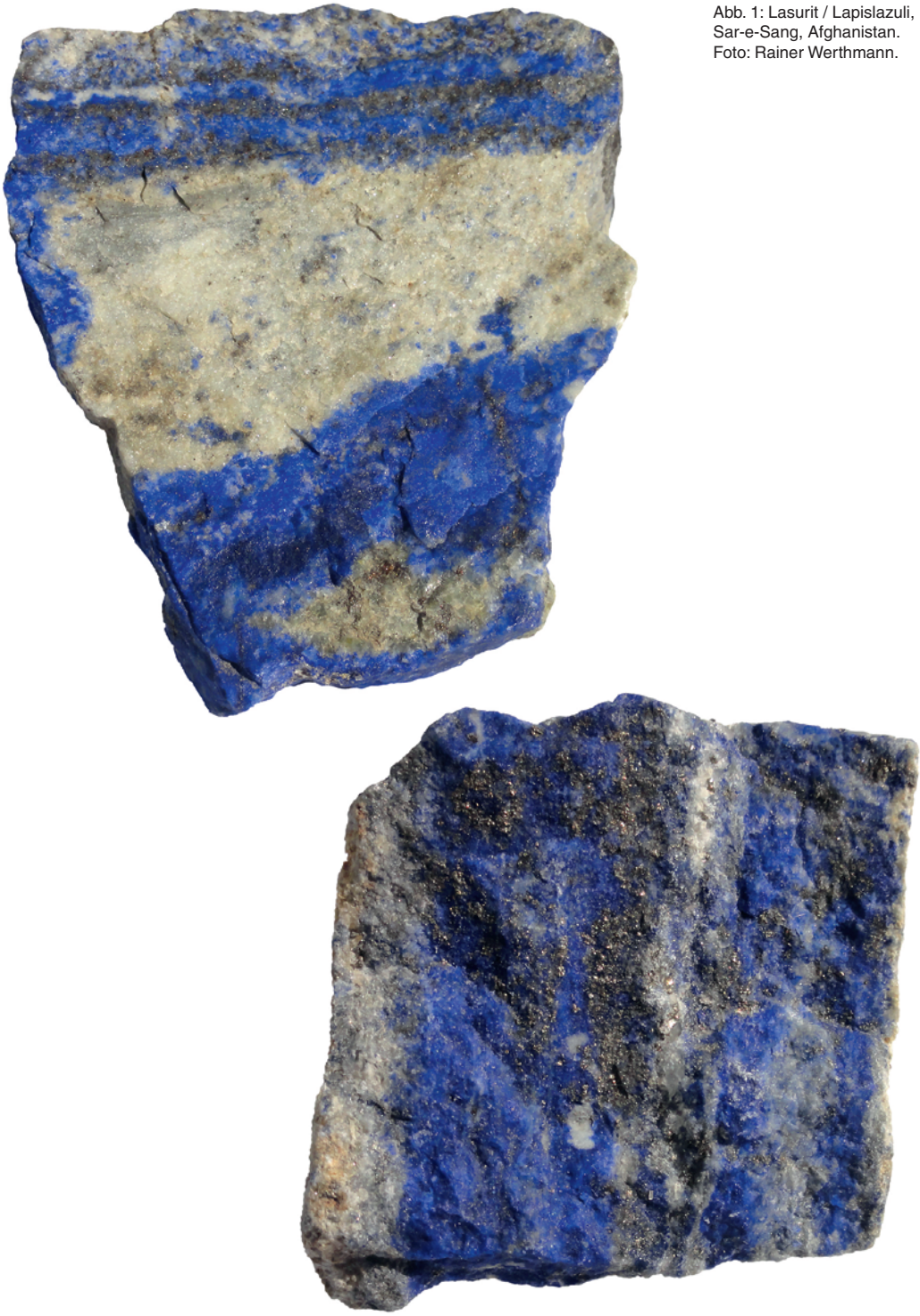

Abb. 1: Lasurit / Lapislazuli, Sar-e-Sang, Afghanistan. Foto: Rainer Werthmann.

Abb. 2: Ägyptisch Blau, Guido Sengle, Universität Kassel, Foto: Rainer Werthmann.

Tempelfassaden blau gemalt, üblicher Weise mit diesem Pigment (WALTER-KARYDI 2007: 206-211). Im 8. Jahrhundert n. Chr. verlieren sich seine Spuren (SANTAMARIA & MORREESI 2007: 218-221) Abbildung 1 zeigt das Mineral Lasurit, den Edelstein Lapislazuli, vom auch in der Antike schon ausgebeuteten Fundort Sar-e-Sang in Afghanistan – das Vorbild für Ägyptisch Blau. Auf Abbildung 2 sieht man in der heutigen Zeit hergestelltes, pulverförmiges Ägyptisch Blau, auf Abbildung 3 Formkörper aus gesintertem Ägyptisch Blau.

Blaues Glas in Ägypten

Blaues und grünes Glas wurden im Ägypten des 15. Jahrhunderts v. Chr. als menschengemachte Edelsteine betrachtet und genossen eine hohe Wertschätzung. Die wörtliche Übersetzung der Hieroglyphe für blaues Glas lautet „geschmolzener Lapislazuli“, für grünes Glas „geschmolzener Malachit“ (SCHLICK-NOLTE 2012: 110). Kleine Götterstatuen aus blauem Glas (SCHLICK-NOLTE et al. 2011) mit gelben Einlagen und beschriftet mit dem Thronnamen von Pharao Amenophis II. (1428-1397 v. Chr.) wurden als wertvolle Objekte an ausländische Diplomaten verschenkt. Archäologen fanden sie u.a. in mykenischen Siedlungen.
Auffällig ist auch hier, dass Götterstatuetten häufig aus blauem Glas oder blau glasierter Ägyptischer Fayence hergestellt wurden. Glas wurde meist mit Kupfer blau gefärbt. Gelegentlich finden sich auch Gläser und Glasuren, die mit dem in Ägypten sehr seltenen Kobalt gefärbt sind.

Die wichtigste Kobaltquelle waren die kobalthaltigen Alaune aus den Oasen der westlichen Wüste, insbesondere in den Oasen Dakhla und Kharga (BACHMANN et al. 1980, KACZMARCZYK 1986, REHREN 2001, SHORTLAND et al. 2006a). Sie enthalten meist nur wenige Zehntelprozente Kobalt.
Im Unterschied zu den wesentlich älteren kupferhaltigen Pigmenten waren kobalthaltige Gläser und Keramikglasuren erst im Neuen Reich (1550-1085 v. Chr.) verbreitet. Die kobalthaltigen Salze aus den Oasen zeichnen sich durch spezifische Begleitelemente aus, die in Gläsern und Glasuren normalerweise nicht vertreten sind und an denen man die Herkunft des Kobalts erkennen kann: Nickel und Zink.
Nach SHORTLAND (2006b) liegt das Verhältnis NiO/CoO bei etwa 0.6 bis 0.7, das Verhältnis ZnO/CoO bei 2 bis 3.

Abbildung 4 zeigt eine kleine Staue der tierköpfigen Göttin Tawaret aus kobaltblauem Glas mit Einlagen aus mit Bleiantimonat gelb ge-

Abb. 3: Formkörper aus gesintertem Ägyptisch Blau, Guido Sengle, Universität Kassel. Foto: Rainer Werthmann.

Abb. 4: Glasstatuette der tierköpfigen Göttin Tawaret, ägyptisch, aus der Regierungszeit von Amenhotep II. (1428-1397 v. Chr.), Museum August Kestner, Hannover, Inv. Nr. 2616. Foto: Christian Tepper.

färbtem Glas. In dem blauen Glas wurden die typischen Begleitelemente nachgewiesen, die auf eine Herkunft des Kobalts aus den Oasen der westlichen Wüste deuten.

Blaue Ägyptische Fayence

Im Unterschied zu Fayence (SCHMITT 1981: 876-905) im engeren Sinne, einem weißgrundig glasierten Irdengut aus Faenza in der Toscana, ist Ägyptische Fayence (für einen kurzen Überblick und weitere Literatur siehe WERTHMANN 2011: 235-243) eine Nicht-Ton-Keramik, bei der Quarzkörner durch eine Glasmasse zusammengehalten werden. Sie ist auch unter den Namen Quarzkeramik, Kieselkeramik, SiO_2-Keramik, Quarzfrittekeramik und anderen bekannt. Sie hat eine lange Tradition in der

Abb. 5: Vier Objekte aus ägyptischer Fayence mit kupferhaltiger Anflugglasur sowie eines mit kobalthaltiger Applikationsglasur, Guido Sengle, Universität Kassel. Foto: Rainer Werthmann.

ägyptischen, vorder- und südasiatischen sowie europäischen Kultur. In Ägypten ist sie seit der Badari-Kultur im 4. Jahrtausend v. Chr. belegt, in Vorderasien ebenfalls seit dem 4. Jahrtausend, am Indus mindestens seit dem 3. Jahrtausend v. Chr. Aus diesem Material wurden zwar unter anderem auch Gefäße hergestellt, der Schwerpunkt lag aber auf anderen Objekten wie Wandfliesen, Statuetten und Votivgaben, hergestellt häufig durch Eindrücken der ungebrannten Masse in Modeln aus Holz, Stein oder Keramik.

Neben der bei Tonkeramik üblichen Applikationsglasur, d.h. dem Auftrag einer Glasurmasse auf ein Objekt vor dem Brennen, gibt es bei der Ägyptischen Fayence die einzigartige Zementationsglasur (BERGER & BRANDT 1997a, 1997b), eine Glasur aus der Gasphase während des einstufigen Brennprozesses, mit der man ein Objekt rundum ohne Aufstandsfläche glasieren kann. Gleichzeitig geschieht die Verfestigung der Keramik. Eine Färbung dieser Glasur ist nur mit solchen Metallen möglich, die unter den Brennbedingungen ausreichend flüchtige Verbindungen bilden, im Wesentlichen Kupfer und Mangan.

In der ägyptischen Antike war nur Kupfer von Bedeutung. Auf der Oberfläche des Objekts aus Quarzkeramik entsteht dann eine intensiv blaue, kupferhaltige Alkalisilikatglasur. Die Technik der blauen Kupfer-Zementationsglasur auf Quarzkeramik wurde über die Jahrtausende tradiert und wird noch heute in einer

Werkstatt in der iranischen Stadt Ghom in herkömmlicher Weise praktiziert. Seit Erforschung der Methode (BRANDT 1999) wird sie auch von modernen Keramikkünstlern in Europa und anderswo wieder angewandt. Auf Abbildung 5 sieht man mehrere in der heutigen Zeit hergestellte quarzkeramische Objekte mit kupferhaltiger Anflugglasur sowie eines mit kobalthaltiger Applikationsglasur.

Han-Blau in China

Ägyptisch Blau wurde als Pigment verwendet in den Reichen des antiken Ägypten, Mesopotamien und Persien sowie dem Römischen Kaiserreich. Geographisch reichte seine Verbreitung also von Gibraltar bis zum Indus.
Merkwürdiger Weise hatte es in China keine Bedeutung, obwohl die Rohstoffe zu seiner Synthese genauso vorhanden waren wie weiter westlich. Stattdessen tritt dort ein verwandtes Blaupigment auf, das Chinesisch Blau oder Han-Blau $BaCuSi_4O_{10}$, chemisch identisch mit dem – wie Cuprorivait recht seltenen – Mineral Effenbergerit (KNIGHT & HENDERSON 2007). Im Vergleich zum Ägyptisch Blau hat es einen leichten Violettstich.
Ebenfalls ein Barium-Kupfer-Silikat ist das Chinesisch Violett / Han-Purpur $Ba_2Cu_2Si_4O_{12}$, das dem Mineral Colinowensit (RIECK 2013) entspricht. Beide synthetischen Pigmente wurden in der Bemalung der Soldaten der Terrakotta-Armee beim Grabmal von Kaiser Qin Shihuangdi (259-210 v. Chr.) in der Nähe der Stadt Xi'an nachgewiesen (KREJSA & BLÄNSDORF 2003).
Abbildung 6 zeigt eine Probe Chinesisch Blau $BaCuSi_4O_{10}$, hergestellt an der Universität Kassel.

Ausblick

Die Wertschätzung der Farbe Blau in den antiken Kulturen vor allem Ägyptens und Mesopotamiens war tief mit dem religiösen Empfinden verknüpft. Gerade das erwies sich als starke Kraft, mit Erfindungsgabe und Handwerkskunst Materialien zu entwickeln, die sich in der künstlerischen Wirkung an das Naturprodukt Lapislazuli annähern konnten.

Abb. 6: Chinesisch Blau, Guido Sengle, Universität Kassel. Foto: Rainer Werthmann.

Dank

Der Autor dankt dem Museum August Kestner, Hannover, für die Erlaubnis zur Abbildung der Tawaret-Statuette. Ralf Busz (ehem. Universität Kassel) und Peter Gercke (ehem. Staatliche Museen Kassel) sei herzlich gedankt für die Initiierung und Durchführung des interdisziplinären Forschungsprojektes „Türkis und Azur", an dem der Autor die Ehre hatte mitzuarbeiten.

Literatur

BACHMANN, H.G., EVERTS, H. & HOPE, C. (1980): Cobalt Blue Pigments on 18th Dynasty Egyptian Pottery. – Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Abteilung Kairo, **36**: 33-37, Berlin.

BERGER, I. & BRANDT, J. (1997a): Die Entschlüsselung einer iranischen Glasurtechnik, Teil 1 Beobachtungen und Experimente. – Keramische Zeitschrift, **49**: 806-881, Düsseldorf.

BERGER, I. & BRANDT, J. (1997b): Die Entschlüsselung einer iranischen Glasurtechnik, Teil 2 Analysen und Deutungen. – Keramische Zeitschrift, **49**: 1053-1060, Düsseldorf.

BRANDT, J. (1999): Khar-More – die Entschlüsselung einer iranischen Glasurtechnik und ihre Bezüge zur Ägyptischen Fayence. – In: Busz, R. & Gercke, P. (Hrsg.): Türkis und Azur. Quarzkeramik im Orient und Okzident. – 170-187, Wolfratshausen (Edition Minerva).

BUSZ, R. & GERCKE, P. (Hrsg.)(1999): Türkis und Azur. Quarzkeramik im Orient und Okzident. Wolfratshausen (Edition Minerva).

BUSZ, R. & SENGLE, G. (1999): Zur Kieselkeramik – Begriffe, Werkstoffe und Verfahren. – In: Busz, R. & Gercke, P. (Hrsg.): Türkis und Azur, Quarzkeramik im Orient und Okzident. – 192-291, Wolfratshausen (Edition Minerva).

KACZMARCZYK, A. (1986): The source of cobalt in ancient Egyptian pigments. – In: Blackman, M.J. (Hrsg.): Proceedings of the 24th International Archaeometry Symposium. – 369-376, Washington (Smithsonian Institution Press).

KNIGHT, K.S., HENDERSON, C.M.B. (2007): Structural basis for the anomalous low-temperature thermal expansion behaviour of the gillespite-structured phase Ba0.5Sr0.5CuSi4O10. – European Journal of Mineralogy, **19**: 189-200, Stuttgart.

KREJSA, S. & BLÄNSDORF, C. (2003): Chinesische Terrakotta-Armee: Nicht grau, sondern leuchtend bunt. – Innovation (Carl Zeiss), **13**: 20-23, Jena.

ANTHONY, J.W., BIDEAUX, R.A., BLADH, K.W. & NICHOLS, M.C. (Hrsg.)(1995): Handbook of Mineralogy. **2**: Silica, Silicates. – Tuscon (Mineral Data Publishing).

REHREN, T. (2001): Aspects of the production of cobalt-blue glass in Egypt. – Archaeometry **43**: 483-489, Oxford.

RIECK, B. (2013): Colinowensite, IMA 2012-060, CNMNC Newsletter No. 15, February 2013, p. 6. – Mineralogical Magazine, **77**: 112.

SANTAMARIA, U. & MORREESI, F. (2007): Die naturwissenschaftlichen Untersuchungen zur Farbigkeit des Augustus von Prima Porta. – In: Brinkmann, V., Hornbostel, W. & Wünsche, R. (Hrsg.): Bunte Götter. Die Farbigkeit antiker Skulptur. – Ausstellungskatalog. – 218-221, Hamburg (Museum für Kunst und Gewerbe).

SCHLICK-NOLTE, B. (1999): Ägyptische Fayence und Ägyptisch Blau im alten Ägypten. – In:. Busz, R. & Gercke, P. (Hrsg.): Türkis und Azur, Quarzkeramik im Orient und Okzident. – 21-22, Wolfratshausen (Edition Minerva).

SCHLICK-NOLTE, B. (2012): Glas – von den Anfängen bis zum Ende der Amarnazeit. – In: Seyfried, F. (Hrsg.): Im Licht von Amarna – 100 Jahre Fund der Nofretete. – 108-119, Petersberg (Imhof).

SCHLICK-NOLTE, B., WERTHMANN, R. & LOEBEN, C.E. (2011): An Outstanding Glass Statuette Owned by Pharaoh Amenhotep II and other Early Egyptian Glass Inscribed with Royal Names. – Journal of Glass Studies, **53**: 11-44, Corning.

SCHMITT, O. (Hrsg.)(1981): Reallexikon zur Deutschen Kunstgeschichte. Band **7**: Farbe, Farbmittel – Fensterladen. – 1524 S., München (Metzler).

SHORTLAND, A.J., TITE, M. S. & EWART, I. (2006a): Ancient exploitation and use of cobalt alums from the Western Oases of Egypt. – Archaeometry, **48**: 153-168, Oxford.

SHORTLAND, A.J., HOPE, C.A. & TITE, M.S. (2006b): Cobalt blue painted pottery from 18th Dynasty Egypt. In: Maggetti, M. & Messiga, B. (Hrsg.): Geomaterials in Cultural Heritage. – Geological Society Special Publication, **257**: 91-99, London.

WALTER-KARYDI, E.: Das Kolorit des Reliefgrundes. – In: Brinkmann, V., Hornbostel, W. & Wünsche, R. (Hrsg.): Bunte Götter. Die Farbigkeit antiker Skulptur. – Ausstellungskatalog. – 206-211, Hamburg (Museum für Kunst und Gewerbe).

WERTHMANN, R. (2011): Vom Kieselsaft zum Glauberporzellan. – In: Nomayo, S. (Hrsg.): Johann Rudolph Glauber. Alchemistische Denkweise, neue Forschungsergebnisse und Spuren in Kitzingen. – 228-243, Kitzingen (H.-D. Sauerbrey).

WERTHMANN, R. (unpubl.): Untersuchungen an Ägyptisch-Blau-Proben aus der Ramses-Stadt Qantir-Piramesses.

Manuskript bei der Schriftleitung eingegangen am 05. November 2015

Anschrift des Autors
Dr. Rainer Werthmann
34128 Kassel
werthmann.rainer@t-online.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Philippia. Abhandlungen und Berichte aus dem Naturkundemuseum im Ottoneum zu Kassel

Jahr/Year: 2016-2017

Band/Volume: 17

Autor(en)/Author(s): Werthmann Rainer

Artikel/Article: Blau in antiken Kulturen, insbesondere Kupfersilikat-Blaupigmente 79-86