

Veröffentlichungen des Netzwerkes „STEINE IN DER STADT“

Heft 3, 2024



Angela Ehling

Heritage Stones in Indien

Teil 1: Das Taj Mahal und sein Marmor

Teil 2: UNESCO-Welterbestätten in Rajasthan und ihre Steine



Steine in deutschen Städten Band I

18 Entdeckungsrouten in Architektur und Stadtgeschichte - ISBN 978-3-928651-13-4 - erschienen 2009

Herausgeber: J. H. Schroeder

Autoren: Autoren: G. U. Aselmeyer, I. Braun, A. Ehling, W.-D. Grimm, A. Groß, F. Häfner, F. Heinz, R. Koch, J.-M. Lange, R. Lehr, G. Lehrberger, H. Leisen, J. Lepper, W. Martin, H. E. Megerle, M. Müller, E. v. Plehwe-Leisen, K. Poschlod, D. Reinsch, A. Richter, H. Scheffler, G. Schied, G. Schied, G. Schirrmeister, J. H. Schroeder, R. Schumacher, U. Schwarz, G. Seidel, H. Siedel, G. Weise, C. Weiß

Ausstattung: IV + 288 Seiten, 405 Farbfotos, 18 Routenkarten, 41 weitere grafische Darstellungen, 27 Tabellen

Selbstverlag Geowissenschaftler in Berlin und Brandenburg e.V.

Buchhandels- und Direktversandpreis: € 15,00

Steine in deutschen Städten Band II

Entdeckungsrouten in Architektur und Stadtgeschichte - ISBN 978-3-928651-16-5 - erschienen Nov. 2013

Herausgeber: J. H. Schroeder

Autoren: G. Büttner, R. Ebel, S. Fricke, T. J. Degen, M. Geyer, J.-M. Ilger, B. Jentsch, F. Jentsch, W. Köbbel, R. Kögler, G. Lehrberger, E. Linhardt, S. Marks, W. Martin, J. Meinhardt, M. Müller, R. Müller, A. Peterek, K. Poschlod, C.-D. Reuther, C. Roth, C.-D. Sattler, W. Schäfer, G. Schirrmeister, J. H. Schroeder

Ausstattung: VI + 238 Seiten, 525 Farbfotos, 14 Routen- und 7 weitere Karten, 41 weitere meist farbige grafische Darstellungen, 27 Tabellen

Selbstverlag Geowissenschaftler in Berlin und Brandenburg e.V.

Buchhandelspreis: 12,50 Euro



Bezug:

- direkt beim Logos Verlag Berlin GmbH
Gubenstr. 47, 10243 Berlin; Telefon +49 (0)30 4285 1090,
FAX: +49 (0)30 4285 1092; E-Mail: order@logos-verlag.de,
Internet: www.logos-verlag.de
- oder über den Buchhandel unter Angabe der jeweiligen ISBN

IMPRESSUM

Herausgeber: Netzwerk „STEINE IN DER STADT“
vertreten durch Prof. Dr. Roman Koch, Erlangen

www.steine-in-der-stadt.de

© 2024 Netzwerk „STEINE IN DER STADT“

Alle Bilder und Text sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte bei der Autorin.
Für den Inhalt ist ausschließlich die Autorin verantwortlich.
Redaktion: Andreas Peterek, Ferdinand Heinz, Roman Koch.
Titelbild: Taj Mahal, Foto: Angela Ehling.



Angela Ehling

Heritage Stones in Indien

Teil 1: Das Taj Mahal und sein Marmor

Vom 1. – 6. Dezember 2023 fand in Indien der dritte Workshop der *IUGS Subcommission on Heritage Stones* statt, ausgerichtet von der Panjab University Chandigarh, in persona Prof. Gurmeet Kaur, Vorsitzende der Subkommission. Die ersten beiden Workshops waren 2018 in Salamanca und 2021 in Turin. Das Vortrags- und Exkursionsprogramm war zwischen Jaipur und Agra in Rajasthan angesiedelt.

Zu den Höhepunkten gehörte natürlich der Besuch des Taj Mahal, das noch überwältigender in seiner Wirkung ist als man es von den Bildern erahnen konnte. Das emotionale Erlebnis wurde vertieft durch das Wissen um die Herkunft des Marmors aus Makrana, einem Ort, ca. 300 km westlich von Agra und dem Taj Mahal, den wir am Tag zuvor besucht hatten.

Der *Makrana Marmor*, einer von fünf indischen IUGS Heritage Stones, ist ein proterozoischer mittel- bis grobkristalliner Calcit-Marmor, meist weiß mit grauen und schwarzen Adern, aber auch mit rosa und bräunlichen Varietäten. Für die repräsentativen Bauten war meist die wei-



▲ Abb. 1. Das Taj Mahal in Agra.



ße Varietät gefragt. Das Marmorvorkommen ist ca. 13 km lang und maximal 1,6 km breit. Es besteht aus fünf NNE-SSW streichenden, jeweils maximal 200 breiten Marmorfallen, die z.T. stark überkippt sind. Der Abbau gestaltet sich entsprechend schwierig.

Vor 400 Jahren begann der Abbau an der Oberfläche und folgte dann dem Einfallen des Marmors in die Tiefe. Im Laufe der Jahrhunderte gab es ca. 800 Steinbrüche in diesem kleinen Gebiet. Das Dorf Makrana entstand und lebt bis heute vom Abbau und der Verarbeitung des

Kontakt:
Dr. Angela Ehling
Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe
Wilhelmstr. 25-30
13593 Berlin

E-Mail:
angela.ehling@bgr.de

◀ Abb. 2. Die Lage von Agra auf dem indischen Subkontinent.



Marmors. Die Arbeiter gehören meist zur Silawat-Kaste der Mohammedaner. Heute sind noch 26 Steinbrüche aktiv, die bis in eine Tiefe von ca. 50 m abbauen – sowohl mit einfachen manuellen Methoden als auch mit modernen Seilsägen. Verarbeitende und verkaufende Firmen sind nicht zählbar in und um Makrana.

Der Abbau und die Verwendung des *Makrana Marmors* sind eng geknüpft an das Mogulreich (1526–1858) und seine, vor allem im 17. Jahrhundert entstandenen, repräsentativen Bauten im sogenannten Mogulstil. Zunächst wurden diese Bauten hauptsächlich unter Verwendung nahegelegener Bausteinvorkommen errichtet, wie z. B. aus dem *Vindhyan Sandstein* (siehe Teil 2). Marmor findet sich nur sparsam als kleine feine Inlet-Arbeiten.

Als erstes Bauwerk mit großzügigerer Verwendung des weißen *Makrana Marmors* (neben dem roten *Vindhyan Sandstein* von Agra) und zugleich als Vorläufer für das Taj Mahal gilt das Itimad-ud-Daula-Mausoleum (1622–28) in Agra. Der Marmorabbau im 300 km entfernten Makrana hatte ein paar Jahre zuvor begonnen. Den Transport des Marmors bewältigten Elefanten. Das Grabmal ließ übrigens Nur Jahan, die 20. (und letzte) Frau des 4. Großmoguln Jahangir und zugleich Tante von Mumtaz Mahal für Ihren Vater, den Wesir des Reiches, erbauen.

Die Krone der Mogularchitektur und der Verwendung des *Makrana Marmors* stellt das Grabmal für eben jene Mumtaz Mahal dar, die 1631 mit 38 Jahren verstorbene Frau des Großmoguln Shah Jahan.

Das Taj Mahal wurde 1648 nach 16 Jahren Bauzeit fertiggestellt. Sein Kern besteht aus Ziegelmauerwerk, seine Verkleidung, innen wie außen, aus *Makrana Marmor*.

◀ **Abb. 3.** Fertigung eines Reliefs, Makrana 2023



▲ **Abb. 4.** Polieren des Reliefs wird in der Regel von Frauen durchgeführt. Für dieses Stück benötigt die Arbeiterin vier bis fünf Stunden, Makrana 2023.

Die Außenfassaden und auch die Grabmäler im Inneren sind mit Reliefs und vor allem mit vielfarbigen Inkrustationen von größter Feinheit verziert. Dabei finden sich bunte florale Motive, wie z.B. Lilien und Rosen, aber auch Inschriften mit Passagen aus dem Koran in schwarzem Marmor auf weißem Grund. Für diese Inkrustationen wurden verwendet: gelber *Jaisalmer Kalkstein*, roter *Vindhyan Sandstein*, *Ajuba Kalkstein* und Schiefer für die größeren Flächen und diverse Halbedelsteine für die floralen und feinen Motive.



◀ **Abb. 5.** Marmor Steinbruch in Makrana; Abbau dem schmalen Ausbiss folgend in die Tiefe.

▶ **Abb. 6 – 8.** Reliefs und Inkrustationen an der Außenfassade des Taj Mahal.

Dazu gehören Jaspis und Opal aus Goa, Lapislazuli und Türkis aus Afghanistan, Jade, Granat, Bernstein und Rubine aus Laos und Ostindien, Topas, Beryll, Granat aus Sri Lanka. Sogar aus Mexiko stammen einige: Achat, Türkis, Quarz und Jaspis (DIRLAM 2019). Art und Herkunft der Halbedelsteine sind genauer den beiden angeführten Literaturquellen zu entnehmen.

Die Gesteins- und Mineralvielfalt am Taj Mahal spiegelt nicht nur die wirtschaftlichen Verhältnisse und Handelsbeziehungen im Mogulreich wider, sondern auch die Wertschätzung dieser Materialien. ■

Literatur

DIRLAM, D. M., ROGERS, C. L. & WELDON, R. (2029): Gemstones in the Era of the Taj Mahal and the Mughals. – GEMS & GEMOLOGY, Vol. 55, No.3: 294–319, <http://dx.doi.org/10.5741/GEMS.55.3.294>

KAUR, G., SINGH, S., AHUJA, A. & SINGH, N. D. (2020): Natural Stone and World heritage: Delhi-Agra, India. – 170 S., CRC Press.



► **Abb. 9.** Oben: Florale Inkrustationen im Makrana Marmor an der Außenfassade des Taj Mahal.

Mitte, links: Detail aus Abb. oben. Mitte, rechts: Florale Inkrustation mit Halbedelsteinen; ausgestellt im Museum am Taj Mahal.

Unten: Beispiele von Inkrustationen, Ajuba Kalkstein (links) sowie mit Halbedelsteinen; ausgestellt im Museum am Taj Mahal.



Angela Ehling

Heritage Stones in Indien

Teil 2: UNESCO-Welterbestätten in Rajasthan und ihre Steine

Die „International Union of Geological Sciences – International Commission on Geoheritage – Subcommission on Heritage Stones“ (IUGS-ICG-HSS) hat es sich zur Aufgabe gemacht, besonderen Naturwerksteinen, die in bedeutenden Bauten und Monumenten unterschiedlicher Architekturepochen verwendet wurden, internationales Ansehen zu verleihen.

Neben entsprechenden Zertifizierungen als „IUGS Heritage Stone“ werden Publikationen gefördert (Natural Stone and World Heritage) und Workshops durchgeführt. Nach den ersten beiden Workshops in Salamanca (2018) und Turin (2021) fand Anfang Dezember 2023 der dritte Workshop in Indien statt. Nach einem Vortragsprogramm standen die UNESCO-Welterbestätten zwischen Jaipur und Agra sowie die Steinbrüche, die das Material dafür lieferten, im Mittelpunkt einer vier-tägigen Exkursion.

In dieser geschichtsträchtigen Region südlich von Delhi sind die monumentalen Repräsentationsbauten im Wesentlichen von vier lokalen Gesteinen geprägt, die alle als „IUGS Heritage Stones“ zertifiziert sind. Neben dem **Makrana Marmor**, der schon in Teil 1 präsentiert wurde, handelt es sich um den **Vindhyan Sandstein**, den **Alwar Quarzit** und den **Jaisalmer Kalkstein**, die im Folgenden vorgestellt werden.

Kontakt:
Dr. Angela Ehling
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Wilhelmstr. 25-30 | 13593 Berlin
E-Mail: angela.ehling@bgr.de



▲ **Abb. 1 (oben).** Empfangsgebäude im Amber Fort mit Jaisalmer Kalkstein (gelb) und Vindhyan Sandstein (rot).

▲ **Abb. 2 (unten).** Roter Vindhyan Sandstein, bildhauerisch sehr fein bearbeitet, Palastbezirk in Fatehpur Sikri, Uttar Pradesh.



Vindhyan Sandstein

(Agra Red/Pink, Dholpur Red/Pink/Beige, Barauli, Bansi Pink)

Alter: Proterozoikum / ca. 1,1 Mrd. Jahre

Vorkommen: Vindhyan Becken (im Osten Rajasthans sowie in Madhya Pradesh, Uttar Pradesh und Jharkhand)

Beschreibung: stark kompaktierter (quarzitischer), meist geschichteter, feinkörniger Quarzsandstein mit einem großen Farbspektrum: tiefrot, braunrot, hellrot, gelb, rot/weiß gestreift und weiß getüpfelt; hohe Festigkeiten und gute Witterungsresistenz

Die Sandsteine des Vindhyan Beckens ähneln ihrem äußeren Erscheinungsbild nach (vorwiegend tiefrot, auch weiß gestreift und getüpfelt) den Roten Main-sandsteinen, sind jedoch fast 900 Millionen Jahre älter und leicht quarzitisch überprägt, d.h. sehr viel fester/härter. Umso erstaunlicher ist es, welche feine skulpturale und Relief-Arbeiten daraus gefertigt wurden.

In der genannten Region ist der Sandstein der Hauptbaustein seit dem Mesolithikum bis heute – in allen denkbaren Formen und Dimensionen verwendet: Bodenbeläge, Quader, Säulen, Reliefs, Jali, etc.

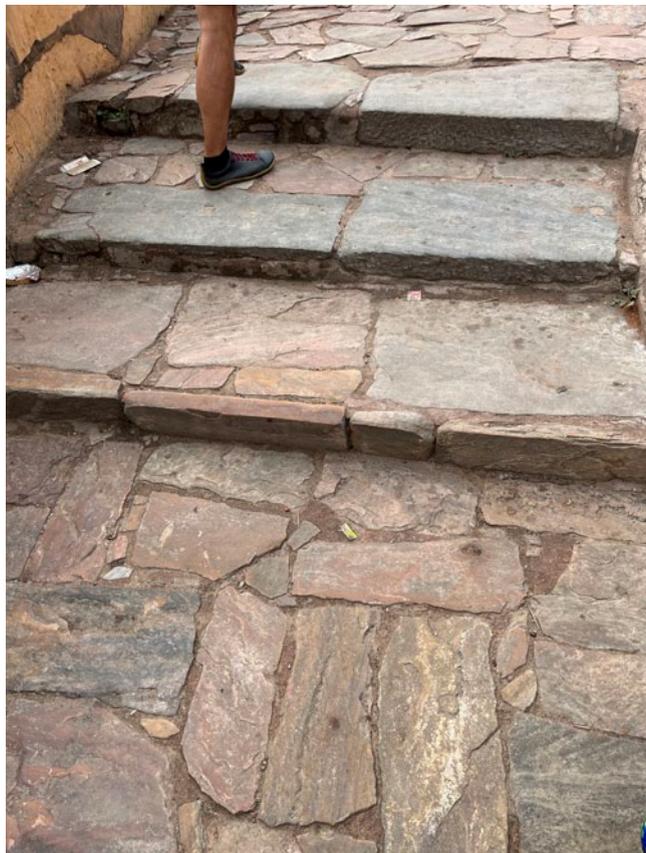
Es ist der namensgebende Baustein für das Rote Fort (Nabagarh Fort) in Agra,

eine Festungs- und Palastanlage, die den Moguln im 16. und 17. Jahrhundert als Residenz diente. Es steht damit beispielgebend für die intensive Verwendung des vorwiegend roten, rund um Agra anstehenden *Barauli Sandsteins* des Vindhyan Beckens (Region Dholpur, Rajasthan) in seiner ersten Bauphase Ende des 16. Jahrhunderts. In der Ausbauphase Anfang des 17. Jahrhunderts wurden, vor allem die Innenräume, mit weißem *Makrana Marmor* verkleidet.

Auch die ehemalige Hauptstadt, inkl. Palast des Großmoguls Akbar (Ende 16. Jh.) Fatehpur Sikri (heute UNESCO Weltkulturerbe), besteht fast ausschließlich aus diesen Sandsteinen.

Alwar Quarzit

Der *Alwar Quarzit* ist ein paläoproterozoischer, ca. 1,6 Mrd. Jahre alter, weiß bis lichtgrauer Quarzit, der in der Region Delhi sehr weitflächig vorkommt.



◀ **Abb. 3 (oben).** Kapitell aus Vindhyan Sandstein am teilweise zerstörten Harshat-Mata-Tempel in Abhaneri, Rajasthan.

◀ **Abb. 4 (unten):** Amber Fort bei Jaipur.

▶ **Abb. 5:** Stufen zum Amber Fort aus Alwar Quarzit.



◀ **Abb. 6.** Empfangshalle im Amber Fort mit rot-weißem Vindhyan Sandstein, gelbem Jaisalmer Kalkstein und einigen Säulen aus Marmor (Bildmitte).

▶ **Abb. 7.** Heimische Bewohner im Amber Fort auf Jaisalmer Kalkstein sitzend.

Sowohl in der Hauptstadt Delhi als auch in Nordindien zeugen viele Bauten zwischen dem 11. und dem 19. Jahrhundert von der massenhaften Verwendung des *Alwar Quarzits* als Baustein, da er zumeist lokal verfügbar und zudem sehr fest und witterungsresistent ist. Er ist als Hauptbaustein / Mauerstein in den vielen Festungen (z.B. Purana Qila, Tughlaqabad Fort, Jaigarh, Nahargarh, Bhangarh, Moti Dungri) verwendet worden.

In der islamischen Periode (10. – 15. Jahrhundert) sind Grabmäler, Moscheen, Siegestürme und andere Bauten innerhalb der UNESCO-Welterbestätten Qutb-Complex und Humayun-Mausoleum aus *Alwar Quarzit* gefertigt.

Nahe Jaipur liegt das Amber Fort, benannt nach der hinduistischen Muttergöttin *Amba Mata*. Es ist eine militärische Festungsanlage und zugleich Palast, erbaut in mehreren Phasen zwischen 1600 und 1727. Zu Zeiten des Großmoguls Akbar diente sie als Hauptstadt. Entlang des Hügels sowie auf dem gegenüberliegenden Hügel liegen weitere Festungen, Mauern und Wehranlagen.

Den Stein für diese Bauten lieferten die umliegenden Hügel, die größtenteils aus dem *Alwar Quarzit* bestehen. Für die Architekturelemente und Innenverkleidung wurden vor allem die roten Sandsteine des Vindhyan Beckens, *Makrana Marmor* und *Jaisalmer Kalkstein* verwendet.

Jaisalmer Kalkstein

Der *Jaisalmer Kalkstein* ist ein jurassischer, goldgelber, oolithischer Kalkstein mit unscheinbaren Bioklasten. Er ist rund



▲ **Abb. 8.** Marmor Steinbruch in Makrana (Detail aus Abb. 5, Seite 6).

um die Stadt Jaisalmer in Westindien oberflächennah verbreitet.

Der Kalkstein ist an fast allen repräsentativen Bauten in Westindien und Rajasthan in vielfältigster Verwendungsform zu finden. Natürlich besteht das Jaisalmer Fort daraus, eines der größten Forts in Rajasthan und eines der sechs Forts, die



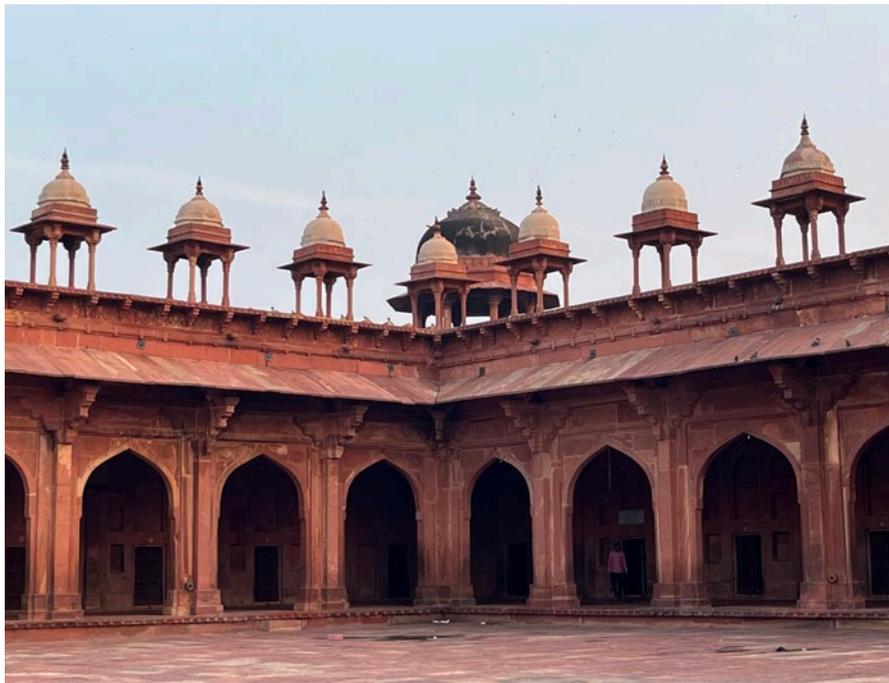
◀ **Abb. 9.** Thronsaal im Palast von Fatehpur Sikri aus rotem Vindhyan Sandstein.

▶ **Abb. 10 & 11.** Impressionen in Fatehpur Sikri.

als „Hügel Forts von Rajasthan“ als UNESCO-Welterbe anerkannt und bekannt sind. Der *Jaisalmer Kalkstein* ist sowohl als einfacher Baustein aber auch als Bildhauerstein, für die weit verbreiteten Jali (gitterartige Fensterelemente) und für Inkrustationen genutzt worden. Berühmt ist der Kalkstein auch für seine Eingravierungen und Reliefarbeiten an Wänden, Säulen und Fensterrahmen, zum absoluten Höhepunkt gebracht im Nathmal's Haveli, ein Prunkwohnhaus um 1885, in Jaisalmer.

Nicht nur die Steine, die – mit Ausnahme des *Vindhyan Sandsteins* – in Europa kaum bekannt sind, sondern überhaupt der große Reichtum an historischen Natursteinbauten, die in ihren Dimensionen und der Kunstfertigkeit der Steinbearbeitung für europäische Verhältnisse unfass-

▼ **Abb. 12.** Inkrustation in Makrana Marmor mit rotem Vindhyan Sandstein und grauem Schiefer, Fassadenelement am Itimad-du-Daula-Mausoleum.





◀ **Abb. 13.** Typisches Relief im roten, weiß gepunkteten Vindhyan Sandstein; an vielen Fassaden zu finden; hier im Roten Fort von Agra.

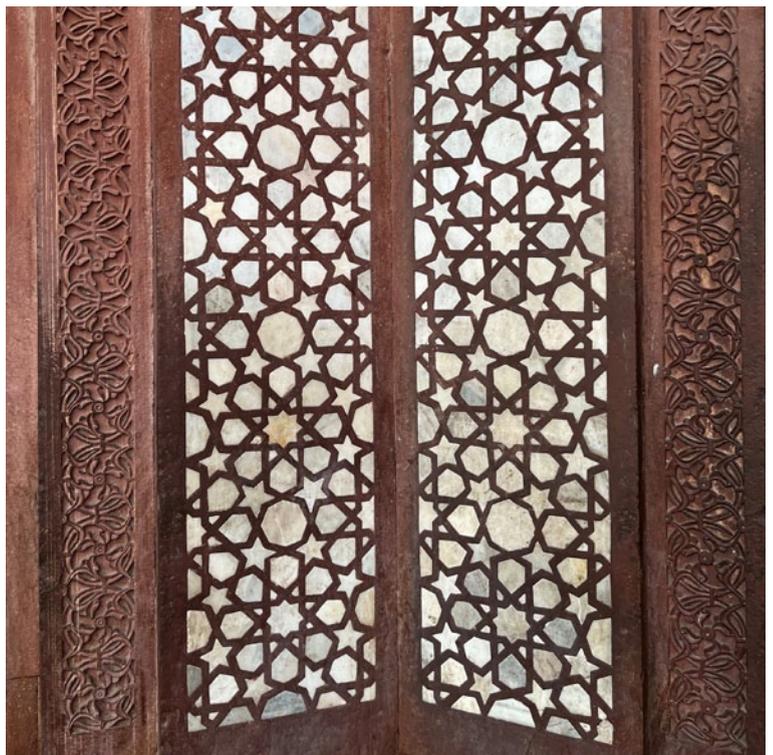
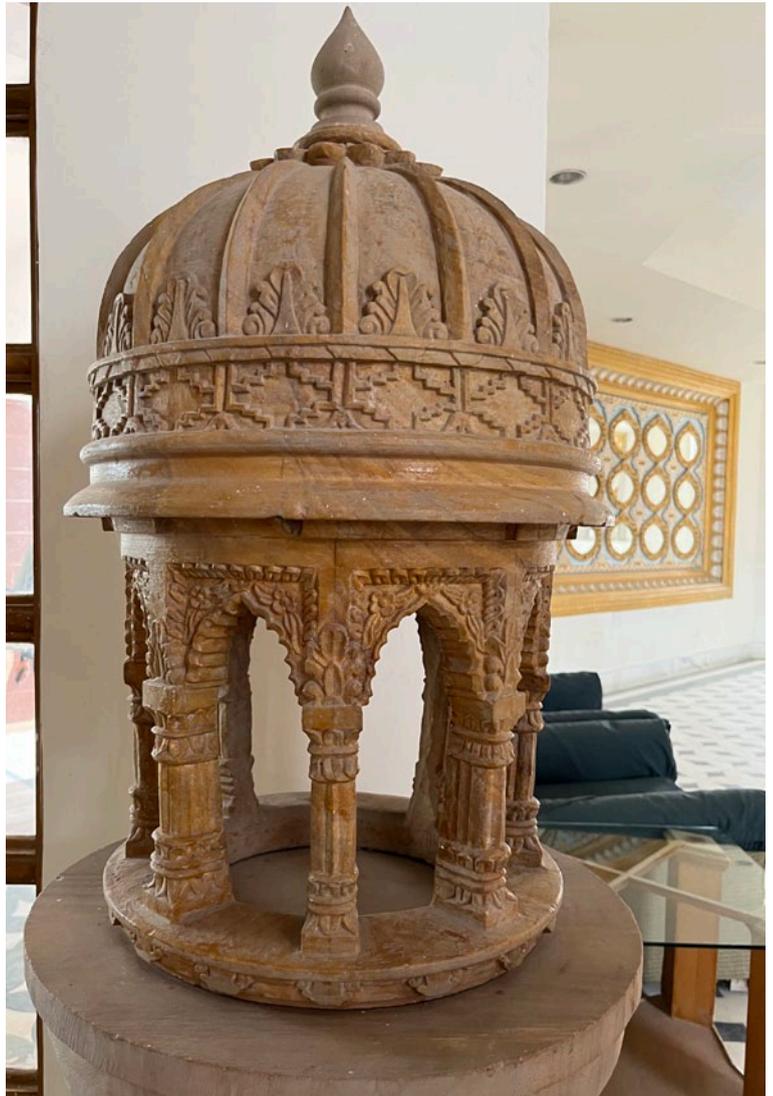
▶ **Abb. 14 (oben).** Objekt aus Jaisalmer Kalkstein in einer Marmor-Firma in Makrana.

▶ **Abb. 15 (unten):** Typische Fassadenelemente aus fein reliefiertem Vindhyan Sandstein und Makrana Marmor in Fatehpur Sikri.

lich sind, erweitern die Sicht eines jeden kulturhistorisch interessierten Besuchers und erst recht die eines Naturstein-Liebhabers immens. ■

Literatur

Kaur, G., Singh, S., Ahuja, A. & Singh, N. D. (2020): Natural Stone and World heritage: Delhi-Agra, India. – 170 S., CRC Press.



▶ **Umschlag hinten:** Typisches Jali (Steingitterfenster) aus rotem Vindhyan Sandstein; so wurden die Räume belüftet, die Bewohner jedoch vor Blicken von außen geschützt.



Netzwerk
STEINE IN DER STADT

© 2024