

Opal – der Stein der Feuer sprüht

Geschichte, Vorkommen, Varietäten, Besonderheiten

Dr. Ulrich Henn

Workshop

2. Arbeitstagung 2023

Deutsche Gemmologische Gesellschaft e.V.



Erste Erwähnung von Opal – 500 v. Chr.
(Griechenland)

Plinius secundus (55 n. Chr.):

„Dann in ihnen ist ein zärteres Feuer als in den Karfunkeln, der glänzende Purpur des Amathists, und das Meergrün des Smaragds, und dies glänzt alles zugleich in einer unglaublichen Vermischung.

... andere die brennende Flamme des Schwefels, oder eines mit Oele angezündeten Feuers.“

Plinius Naturgeschichte.

Uebersetzt von
Johann Daniel Denso.

PARS ERAT ARTIS OPUS.



Zweiter Band.

Rostock und Greifswald,
in Anton Ferdinand Köfens Buchhandlung.
1765. ;

Digitized by Google



Georg Agricola (1494-1555)

„Vater der Mineralogie“

„... der Diamant hat den höchsten Wert. Danach kommen die indischen Perlen , darauf der Smaragd, dann der Opal, danach der Karfunkel ...“



www.researchgate.net



Abraham Gottlob Werner (1749-1817)

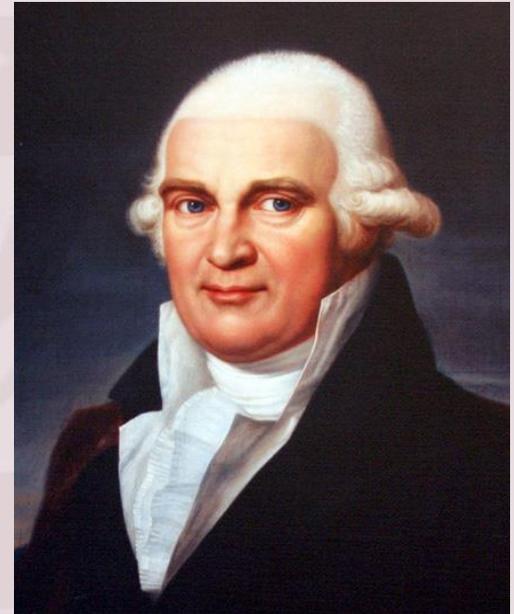
Begründer der Geognosie
= ehemaliger Begriff für die Lehre der Erdkruste
und der Gesteine

Edler Opal – mit Farbenspiel (Ungarn)

Gemeiner Opal – weiß, grün, gelb, braun etc.

Halbopal (Opal + Hornstein)

Holzopal (opalisiertes Holz)



tu-freiberg.de



Karl Emil Kluge (1860)

Beschreibung der ungarischen Vorkommen

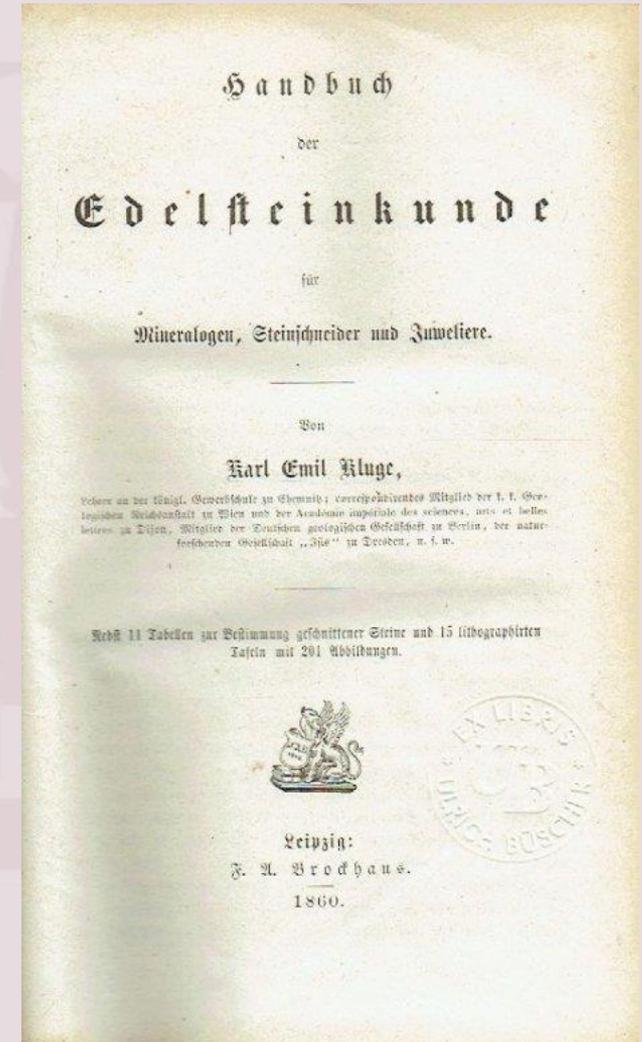
Mittelalter:

1400 → > 300 Arbeiter in den Opalgruben

„Orientalischer Opal“

→ Opal aus Ungarn wurde von griechischen und türkischen Händlern in den Orient gebracht

Opalmutter = Matrixopal



Max Bauer (1896)

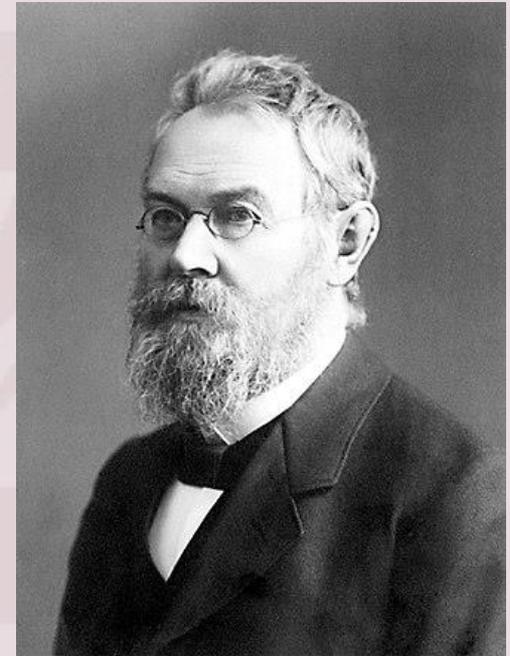
Ungarn + Honduras + Mexiko

Amerika + Australien

Edelopal + gemeiner Opal*

*Halbopal, Jaspopal, Wachsopal, Holzopal, Milchopal, Prasopal, Hydrophan, Kascholong

Verbesserung des Farbenspiels bei durchscheinenden Steinen:
Unterlegen mit bundschillernder Seide, Pfauenfeder oder Perlmutterplättchen



www.wikipedia.org

2. Auflage (1909) – Australien (White Cliffs)

3. Auflage (1932 – Schlossmacher)
Australien: New South Wales, Queensland, Südaustralien





Opal-Vorkommen in Australien

Bekannt seit der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts

1849: Erste Rohopale nach Europa
durch den deutschen Geologen Johannes Menge

1892: Rohopale nach Idar-Oberstein

1906: Rohopallieferungen nach Kirschweiler

„Opal village“ – Deutschlands reichstes Dorf
bzgl. Steueraufkommen und Prokopfeinkommen

Vor dem ersten Weltkrieg wurde fast die gesamte
Opalproduktion Australiens in Idar-Oberstein und
speziell Kirschweiler geschliffen



Mikrostruktur

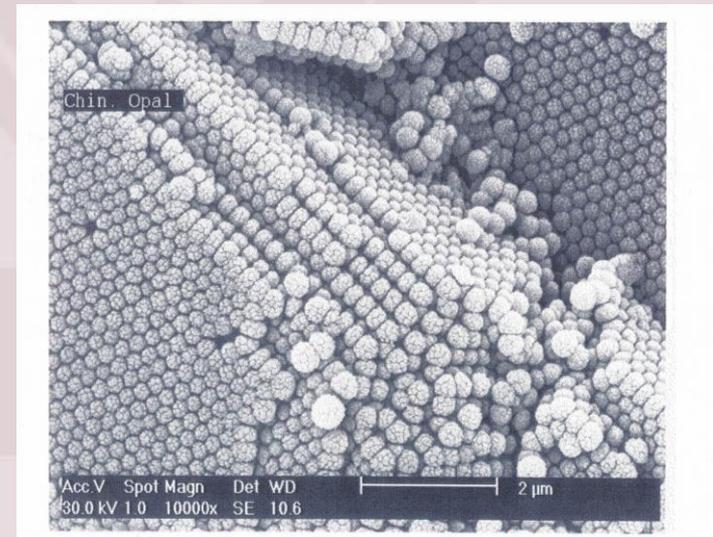
Jones & Segnit (1971); Flörke et al. (1991)

- **Opal A (amorph)**

Opal-AN (Hyalith): glasartig, Netzwerk aus SiO_4 -Tetraedern; 3-5% H_2O .

Opal-AG (Edelopal, Potch): gelartig, dichte Packung aus Kieselgelkugelchen; 5-8% H_2O .

Die Entstehung eines Farbenspiels (Opalisieren) ist abhängig von der Größe der Kieselgelkugelchen im Bereich 150 – 400 nm, ihrer Anordnung und Form.



Rasterelektronenmikroskop – FEE
Henn et al. (1995) – $\text{Ø } 320 \text{ nm} = 0,00032 \text{ mm}$

Literatur:

Jones, J. & Segnit, E. (1971): The nature of opal. Nomenclature and constituent phases.- J. Geol. Soc. Australia 18, 1, 57-68.

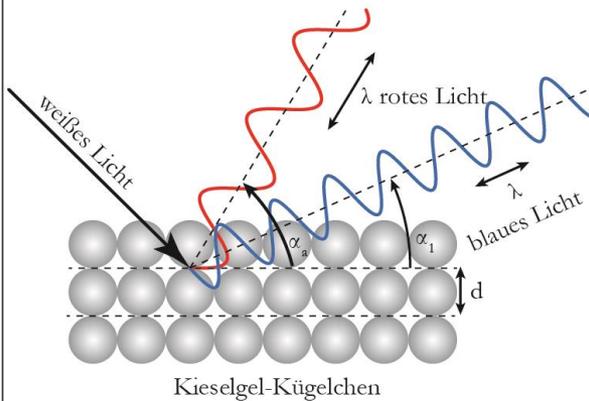
Flörke, O. W., Graetsch, H., Martin, B., Röller, K. & Wirth, R. (1991): Nomenclature of micro- and non-crystalline silica minerals, based on structure and microstructure.- N. Jb. Miner. Abh. 163, 1, 19-42.

Henn, U., Ackermann, L. & Schoder, K. (1995): Synthetische Opale aus China und Rußland.- Z. Dt. Gemmol. Ges. 44, 1, 9-15.



Farbenspiel = Opalisieren

Schematische Darstellung der Lichtbeugung

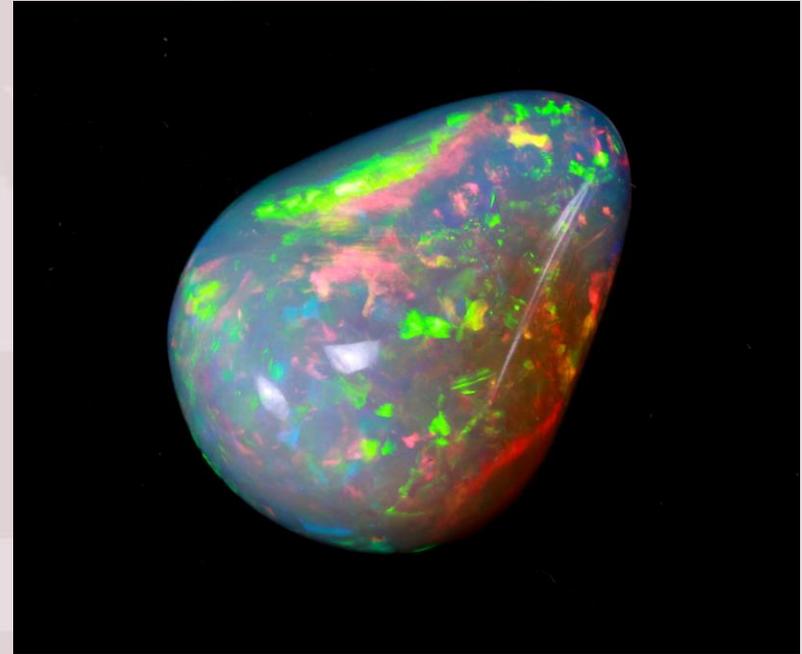


Die für das Farbenspiel der Edelopale ursächliche Beugung des weißen Lichts kann mit der Beugungsformel, der sogenannten Bragg'schen Gleichung, beschrieben werden:

$$\lambda = 2d \sin \alpha$$

Die Wellenlänge λ beschreibt die Farbe des gebeugten Lichtstrahls; d ist der Durchmesser der Kieselgelkügelchen und α der Glanzwinkel (Beugungswinkel).

Bei einem großen Glanzwinkel (fast senkrechter Lichteinfall) erscheint Rot. Nimmt der Glanzwinkel ab, erscheinen nacheinander alle weiteren Spektralfarben, von Orange über Gelb, Grün, und Blau bis hin zu Violett, d.h. die Wellenlänge des gebeugten Lichts wird kleiner.



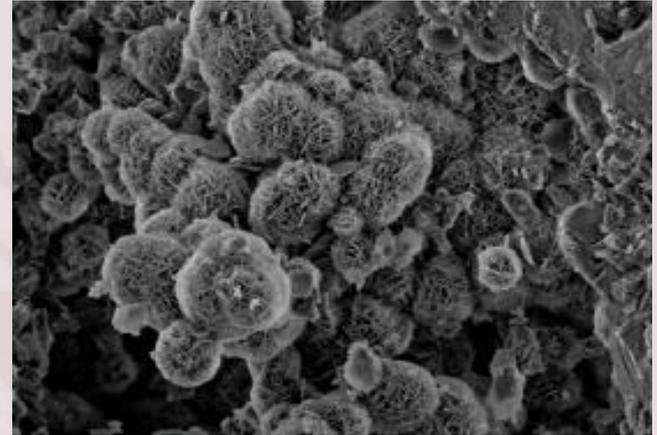
Literatur:

Henn, U. (2022): Praktische Edelsteinkunde.- 4. Aufl. unter Mitarbeit von Stephan, T., Idar-Oberstein, Deutsche Gemmologische Gesellschaft.



Mikrostruktur

- **Opal-CT – Opal-C (mikrokristallin)**
- *Opal-CT* (gemeiner Opal): meist ungeordnete plättchenförmige Cristobalit-Tridymit-Aggregate (Lepishären); 5-10% H₂O. Bei einer geregelten Anordnung der Lepishären kann ein Farbenspiel entstehen.
- *Opal-C* (Lussatit): stark fehlgeordneter Cristobalit; 1-2% H₂O.



Opal-CT – Lepishären (REM x 10.000)
Maza et al. (2021):
<https://doi.org/10.3390/min11111279>

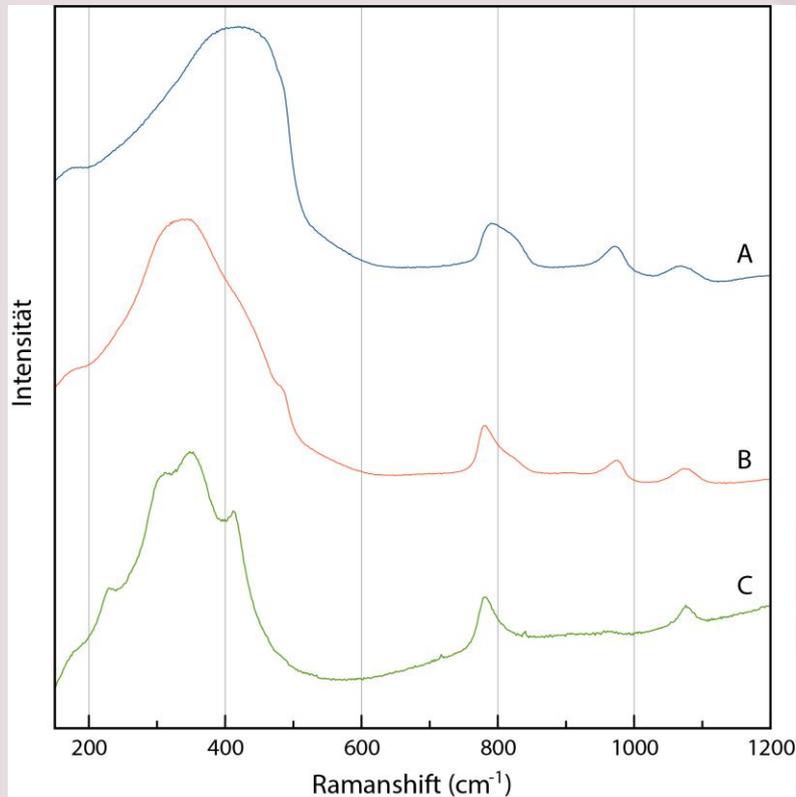
Cristobalit und Tridymit

= Hochtemperaturmodifikationen von SiO₂



Mikrostruktur

Nachweis: IR- oder Raman-Spektroskopie



Raman-Spektroskopie (514 nm-Laser)

Opal/Honduras – Henn et al. (2023)

Si-O-Si – Schwingungsbande:

A = Opal-AG – Maximum $> 400 \text{ cm}^{-1}$

B = Opal-CT – Maximum $< 400 \text{ cm}^{-1}$

C = Opal-CT – Maximum $< 400 \text{ cm}^{-1}$
+ Tridymitpeaks

Literatur:

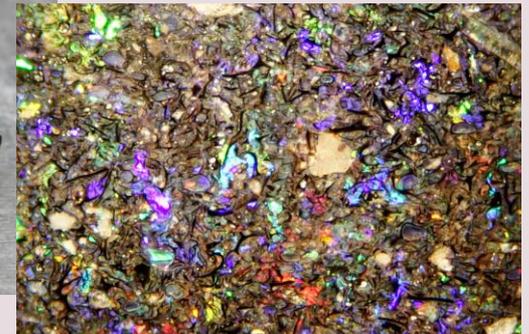
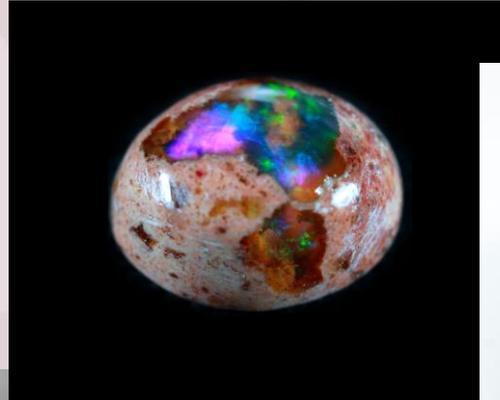
Henn, U., Müller, S., Wang, Q. & Seibt, A. (2023): Opale aus Honduras.- Z. Dt. Gemmol. Ges. 72, 1-2, 25-40.



Bildungsbedingungen

- **Magmatisch**

Anreicherung von kieselgelreichen, wässrigen Lösungen in Hohlräumen, Spalten, Adern vulkanischer und pyroklastischer Gesteine z.B. Rhyolithe, Andesite, Trachyte, Ignimbrite

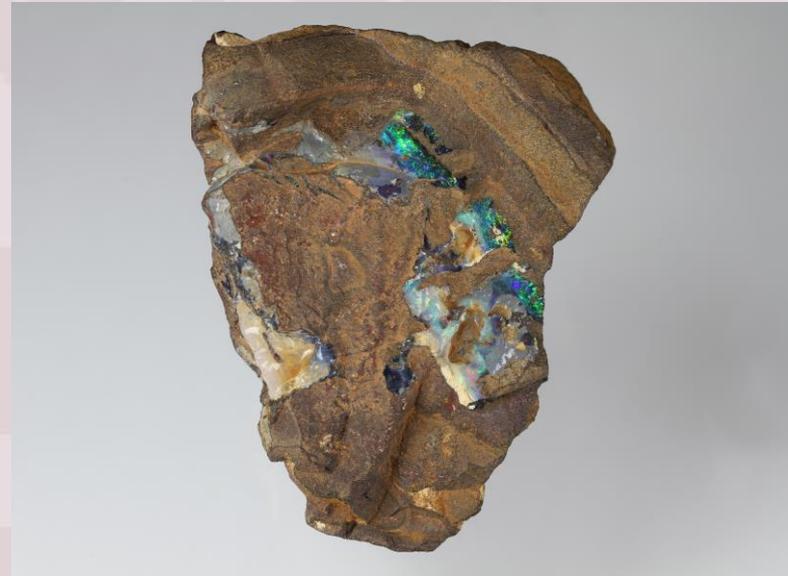


Bildungsbedingungen

- **Sedimentär**

Verwitterung silikatreicher Gesteine

Anreicherung von kieselgelreichen,
wässrigen Lösungen in Hohlräumen,
Spalten, Adern von Sedimentgesteinen
z.B. Sandsteine



Bildungsbedingungen

- **Biogen**

silikatisches Sekret von Schwämmen,
Radiolarien, Diatomeen*

→ „Porzellanit“

Verkieselung:

Holzopal

opalisierte Muscheln etc.

*Diatomit (Kieselgur, Tripel = Polierpulver)



Bildungsbedingungen und Mikrostruktur

- Allgemeine Regel:
- Magmatische (vulkanische) Bildung – Opal-CT
- Sedimentäre Bildung – Opal-A
- Aber: Ausnahmen z.B. Honduras – vulkanisch – Opal CT und Opal-AG
- Mikrostruktur abhängig von geologischem Umfeld + Bildungstemperatur
- Opal-AG ca. 45°C – Opal-CT ca. 170°C

Literatur siehe: Henn, U., Müller, S., Wang, Q. & Seibt, A. (2023): Opale aus Honduras.- Z. Dt. Gemmol. Ges. 72, 1-2, 25-40.



Nomenklatur und Klassifizierung

Gemmological Association of Australia

1997

Smallwood, A. (1997): A new era for opal nomenclature.-
Aust. Gemmol. 19, 12.



Nomenklatur

- Natürlicher Opal – Opal / Boulderopal / Matrixopal
Varietäten – Körperfarbe + Transparenz
- Behandelter Opal
- Zusammengesetzte Opale
- Synthetischer Opal
- Opal-Imitationen



Klassifizierung

- Opal mit Farbenspiel = Edelopal
amorph - regelmäßige Anordnung von Kieselgelkugeln
- Opal ohne Farbenspiel
Potch - amorph - unregelmäßige Anordnung von Kieselgelkugeln
Gemeiner Opal - mikrokristallin



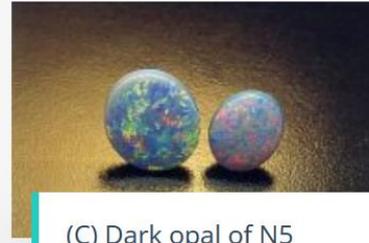
Natürlicher Opal - Varietäten



(A) Black opal of N2 body tone and a dominant red-orange play-of-colour.



(B) Black opal of N3 body tone and a dominant blue-green play-of-colour.



(C) Dark opal of N5 body tone and a green play-of-colour.



(D) White opal of N1 body tone and a red-blue play-of-colour. (Photographs, R. Weber)



Opal-Arten



3A. Natural opal type 1
(All opal)



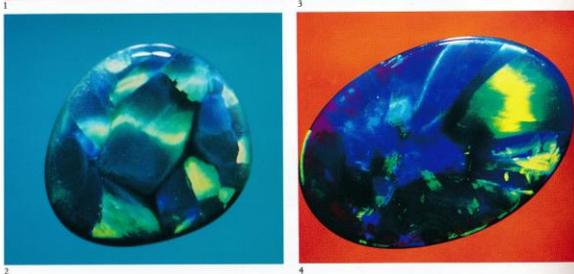
3B. Natural opal type 2
(Boulder opal)



3C. Natural opal type 3
(Matrix opal)

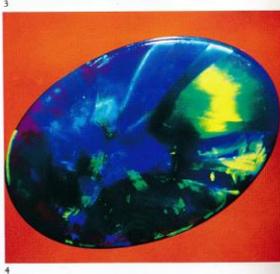


Farbenspiel



1. HARLEQUIN PATTERN: A Harlequin stone is the most prized of all opals. This pattern is only accepted by the miner when the colours are more or less arranged like checker board squares. They are extremely rare and were often referred to by the old miners as turban silt opal.

2. FLAGSTONE PATTERN: Is a prized opal indeed ranking next to Harlequin, it has an irregular arrangement of unusually large patches of broad colour that often resemble a flagstone path and is a stone of outstanding beauty when the colours are of gem quality.



3. RIBBON PATTERN: Because of its dazzling beauty it is the type of opal that any princess would be proud to wear. It can best be likened to softly flowing ribbons in a young girl's hair. The colours usually lie side by side in a slightly curved manner moving with beautiful rhythm across the face of the stone.

4. PEACOCK TAIL: This striking pattern of lovely colour resembles its name sake. It is very rare among black opals being found mainly as blue-green-gold stones, though it is more profound in some varieties of Queensland Boulder Opal.



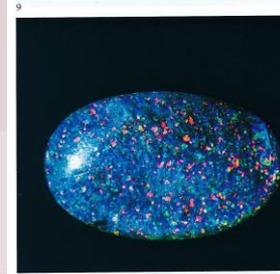
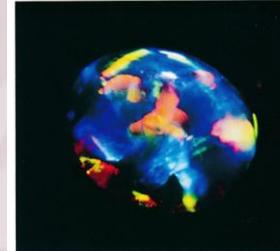
5. FLORAL PATTERN: The name is derived from its likeness to floral design material. It is possibly the most common of all nice patterns covering a broad spectrum of design and colour with many of the great gems belonging to this category.

6. CHAFF PATTERN: Is a rare and exquisite pattern to most fields except Queensland where it is occasionally found in both boulder and pipe opal. A good specimen with each pattern of colour complete in its own beautiful linear stration is a collector's dream.



7. CHINESE WRITING: Though rarely seen at Lightning Ridge in any colour other than green-gold it is quite beautiful, deriving its name from the symbol like appearance of the Chinese language characters.

8. STRAW PATTERN: It resembles pieces of flattened straw crisscrossing each other and is an attractive pattern in good quality opal.



9. WINDMILL PATTERN: This extremely rare and beautiful pattern is highly prized by all collectors who are lucky enough to own one. I have seen only three such stones in a lifetime of working with opal.

10. PINFIRE PATTERN: An attractive pattern of myriads of small star like pin heads often called twinkling opal that change colour with the movement of the stone.



11. FERN LEAF PATTERN: Is a very unusual pattern. At times it can be quite striking as in the above photo. It is rarely found in red stones, being mainly associated with the larger greenish type opals.

12. PALETTE PATTERN: As with most patterns one needs to use a little imagination when viewing this beautiful design of striking colours that resembles an artists palette.

Lan Cram (1990): Beautiful Australian Opals



Historische Vorkommen



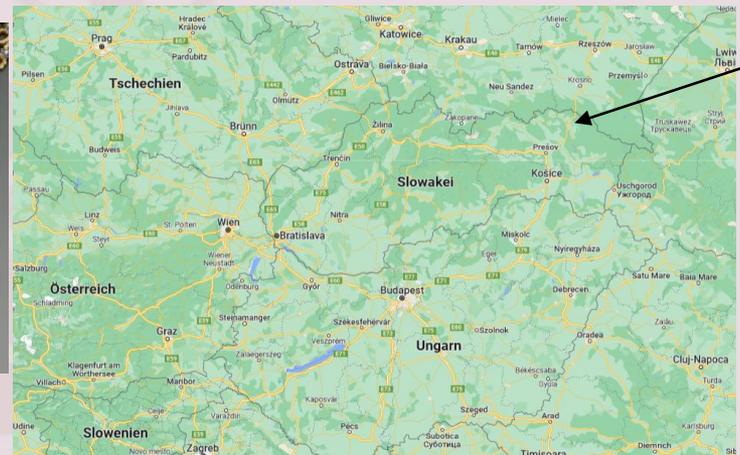
Slowakei – früher Ungarn
Bekannt seit römischer Zeit (ca. 500 v. Chr.)
Beginn des Abbaus ca. 11.-12. Jahrhundert
Ende des Abbaus 1922



Wiener Edelopal
Naturhistorisches Museum
594 g – 13x7x7 cm



Schmuckgarnitur
Prinzessin Stéphanie von
Belgien
1881 Vermählung mit
Kronprinz Erzherzog
Rudolf



Dubník – Bóbrka
Tertiäre Vulkanite

www.google.de/maps



Mexiko

Queretaro – entdeckt 1850
Kommerzieller Abbau seit 1855



Lateinamerika-Reise: 1799-1804

Brachte Feueropal aus Mexiko nach
Europa



www.google.de/maps



Honduras

1843 – Karl Cäsar von Leonhard (1779-1862)



www.google.de/maps

Departamento Lempira (**Erandique**)

Departamento Ocotepeque

Andesite

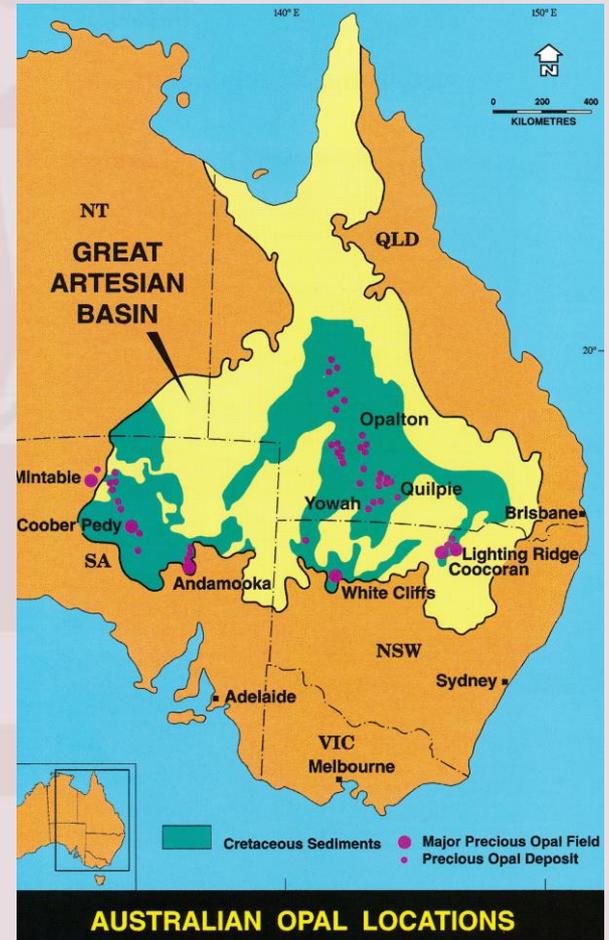
Ignimbrite (pyroklastisches Gestein = Schmelztuff)



Australien

Abbau:

- 1890 White Cliffs
- 1901 Tintenbar
- 1903 Lightning Ridge
- 1915 Coober Pedy
- 1930 Andamooka
- 1976 Mintabie



extraLapis No. 10: Opal (1996)



Lightning Ridge – entdeckt 1865

Der Name "Lightning Ridge" soll von "lightning" = Blitz kommen, weil an der Straße eine Schafherde von einem Blitz erschlagen worden sein soll. Dieses Unglück soll der Grund für die Aussage sein, Opal sei ein Unglücksstein. Diese mystische Aussage bestand jedoch schon vorher. Königin Victoria (1819-1901) versuchte sie zu entkräften, indem sie viele Opale trug und verschenkte, nachdem sie in "ihrem" Australien entdeckt wurden (1879).



1910

<https://www.migrationheritage.nsw.gov.au/exhibition/myownboss/history-of-black-soil-plains/index.htm>



Coober Pedy



engl. Coober Pedy = *kupa piti* (*Aborigini*) für „Loch des weißen Mannes“

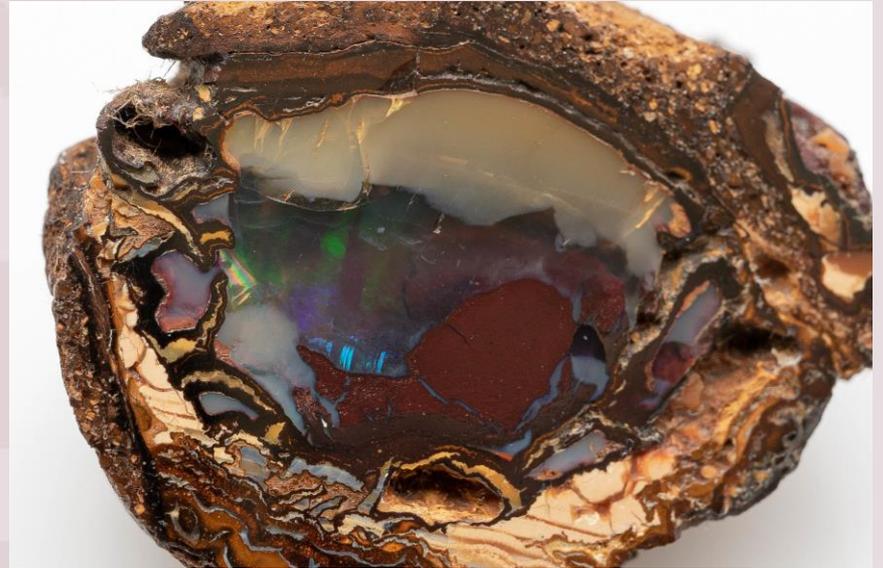


Coober Pedy



Typische Wohnhöhlen („dugouts“) in den Schächten ehemaliger Opal-Minen

Boulderopal und Yowah-Nussopal



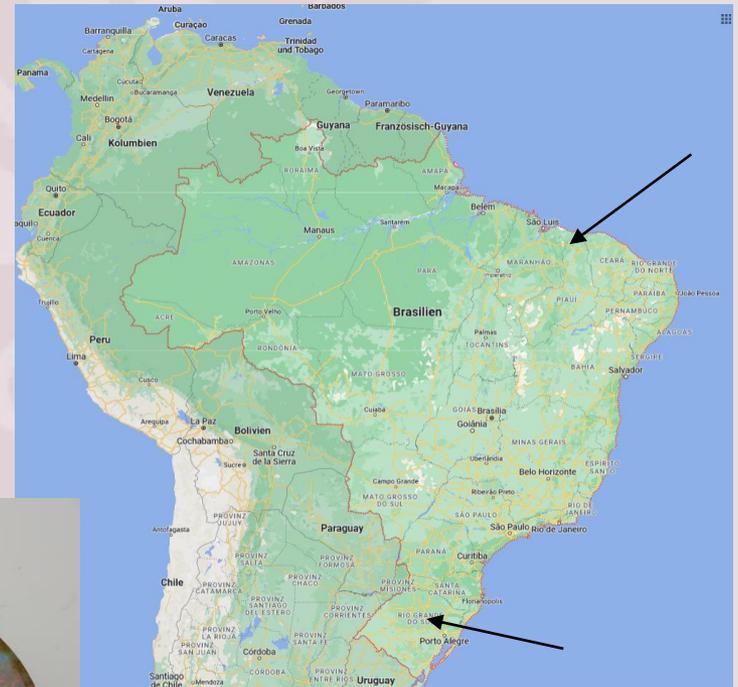
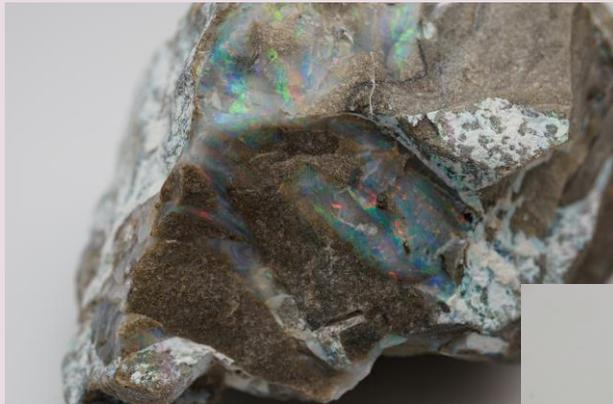
Queensland



Brasilien

1940er Jahre Pedro secundo, Piauí
1960er Jahre kommerzieller Abbau

Sandsteine



www.google.de/maps



Brasilien

1990er Jahre Rio Grande do Sul
(Feueropal)



Literatur:

Henn, U. (2022): Achate aus Rio Grande do Sul, Brasilien.- Z. Dt. Gemmol. Ges. 71, 3-4, 3-34.



Indonesien (Java)

Bekannt seit dem 17. Jahrhundert
(Niederländisch-Ostindien)
1967 kommerzieller Abbau



Abb. 9 / Fig. 9

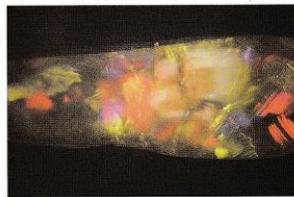


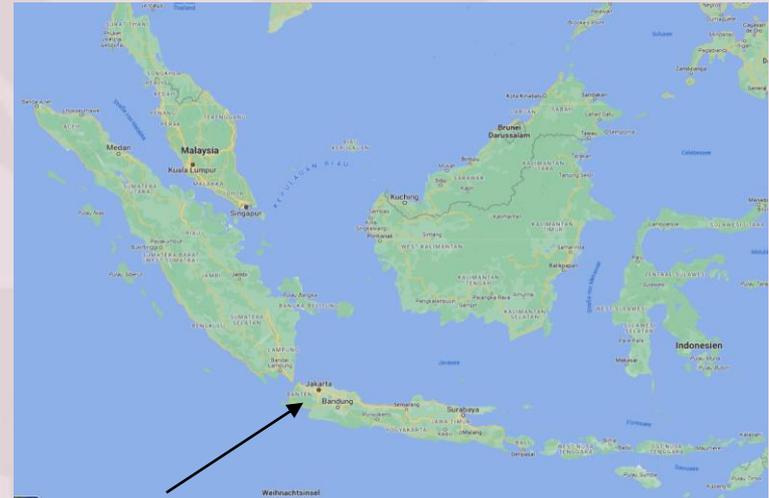
Abb. 10 / Fig. 10



Abb. 11 / Fig. 11



Abb. 12 / Fig. 12



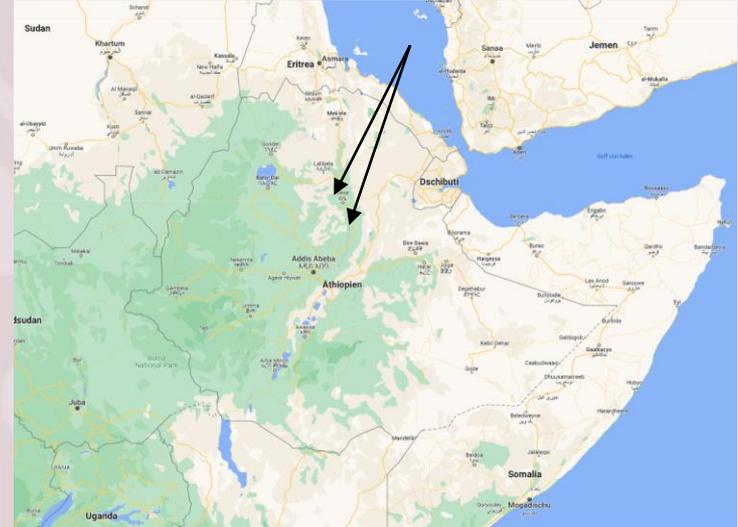
Vorkommen nahe Rangkasbitung
In einer Bimssteinformation



Äthiopien

1993 Mezezo/Shewa Province

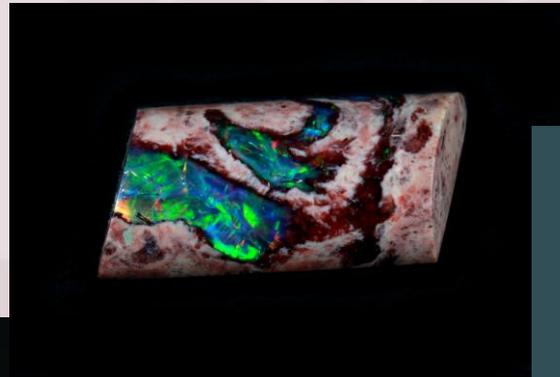
2008 Wegel Tena/Wollo Province



Besonderheiten



Matrixopal



Hydrophan-Opal



Hydrophan:

poröser, meist trüber und matt erscheinender Opal, der die Eigenschaft besitzt, Wasser aufzusaugen.

Edelopal aus Äthiopien - milchig-trüb mit Farbenspiel → transparent ohne Farbenspiel

Edelopal aus Mexiko, Brasilien - trübe ohne Farbenspiel → transparent mit Farbenspiel

Gemeiner Opal aus Brasilien, Kosovo etc. – undurchsichtig → durchscheinend

Literatur:

Milisenda, C. C. & Henn, U. (2012): Einige Besonderheiten der Opale aus Äthiopien.- Z. Dt. Gemmol. Ges. 61, 1-2, 43-54.



Gold-Opal und Honigopal



Mali



Hyalith (Opal-AN) - Mexiko



Diffuses Kunstlicht- gelb



Diffuses Sonnenlicht – gelblich-grün

Ursache des Farbphänomens:

Grünanteil im Sonnenlicht durch
Fluoreszenz (Uran)

→ leicht erhöhte Radioaktivität



Grüne Fluoreszenz (KUV)

Girasol

fast farblos mit wogender blauer
Opaleszenz

Kascholong

undurchsichtig bis durchscheinend,
porzellanartig bis milchig weiß mit
grauen, gelblichen oder rötlichen
Farbtönen, sehr porös



Links: Kascholong, Länge: 6cm

Rechts: Girasol

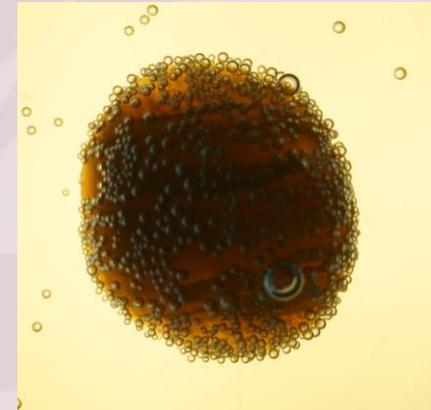
Opal-Katzenaugen



Beschrieben 1996 – Opal-CT



Verdrängungs-Pseudomorphose von Opal nach Chrysotil (Faserserpentin)



Hydrophan

Dendriten-Opal



Psilomelan ($\text{Ba}, \text{H}_2\text{O}$)₂Mn₅O₁₀ (Romanèchit)

Moosopal



Anden-Opal



SW-Peru – Kupferabbau Acari – Farbe: Chrysokoll – Palykorskit – Ni-Minerale



Prasopal



Tansania



Kosovo



Brasilien (Bahia)



Kosovo-Opal



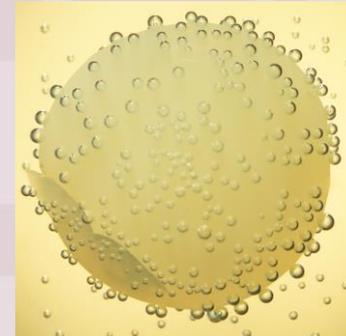
Ni-Minerale

Ni-Co-Mine
Golas
Distrikt Pristina



Hydrophan: Gewichtszunahme von
ca. 13% in 20 Stunden

$D = 1,70 \text{ g/cm}^3$ – steigend im Wasser



Cinnebar Opal

Opal mit Matrix – z.T. breckzienartig

Durch Zinnober (HgS) rot gefärbt

Mexiko

„Myrickit“



Opal-Breckzie



Opal + Quarz (Portugal)



Opal - jaspisähnlich



Honduras

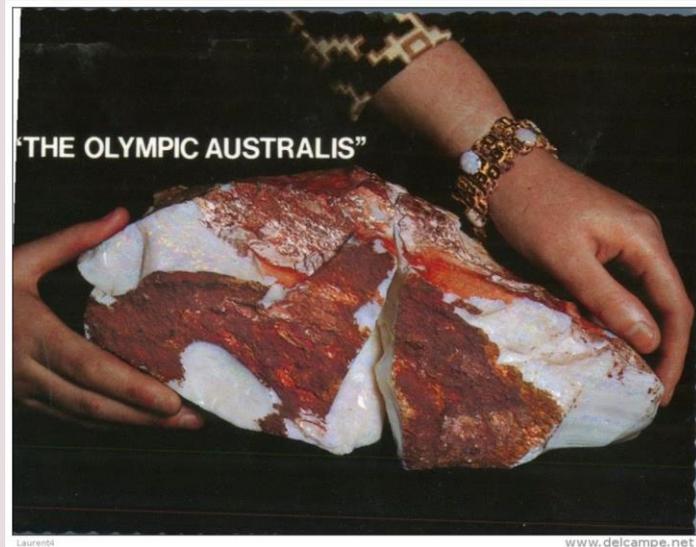
Opal mit Amethyst oder Fluorit

Vorsicht bei der Untersuchung:

z.T. stark variierende Werte der
Lichtbrechung und Dichte



Berühmte Opale



Größter Edelopal der Welt – 3,4 kg
Cooper Pedy



The Sea of Opal
Weltgrößter Schwarzopal – 2,3 kg
Guinness Book of World Records

Opalauctions.com



Berühmte Opale



Geschenk/Australienreise 1954 - 203 ct



Der teuerste Opal der Welt
„The Flame Queen Opal“
Lightning Ridge – Anfang 20. Jhd.
261 ct. (Wert heute ca. 3,4 Mio US\$)

Opalauctions.com



Berühmte Opale

The Addyman Plesiosaur

6m lang

1968 Andamooka

Größtes opalisiertes Fossil



Deviantart.com

