„Steine richtig einsetzen und Schäden vermeiden“

Dipl.-Geol. Karin Kirchner
ö.b.u.v. Sachverständige für Naturwerkstein,
Verwendung, Analyse und geologische Bestimmung
info@gtb-kirchner.de
www.gtb-kirchner.de

15. Bauseminar der Fachzeitschrift Naturstein
Kassel, 1. Februar 2020

Begrifflichkeit:

Ein ***Stein*** bezeichnet ein kompaktes Objekt aus Mineral(en) oder Gestein.

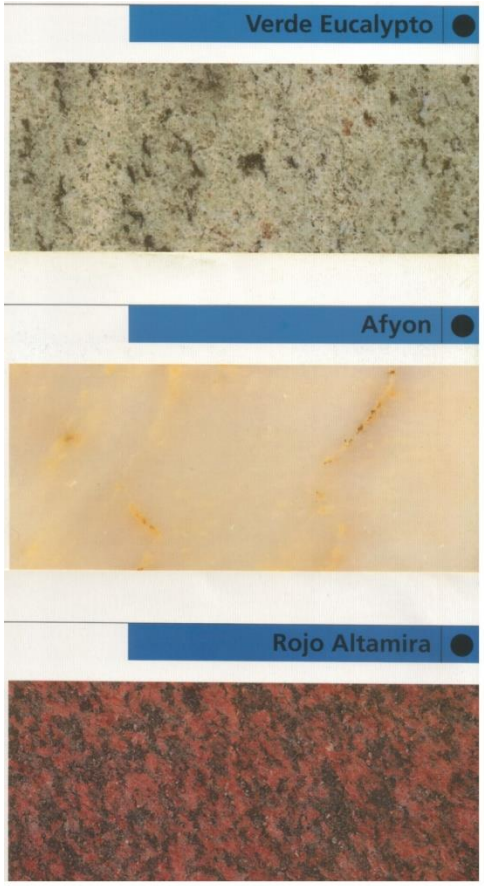
Umgangssprachlich verwendet man „Stein“ auch für ein ***Gestein***. Große Steine werden auch „Felsen“ oder „Felsbrocken“ genannt.

Als ***Gestein*** bezeichnet man mehr oder weniger stark verfestigte, natürlich auftretende, in der Regel mikroskopisch heterogene Gemische aus Mineralkörnern, Gesteinsbruchstücken, organischen oder anorganischen Ausscheidungen oder Rückständen von Lebewesen.

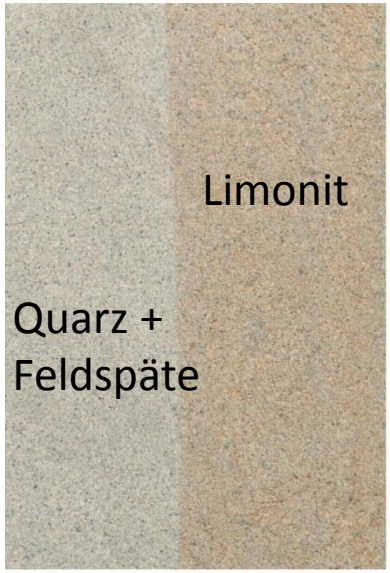
Als ***Naturstein*** bezeichnet man ganz allgemein alle Gesteine, die man in der Natur vorfindet, sofern man sie als wirtschaftliches Gut betrachten kann und dementsprechend erwirbt.

Naturstein als gesägtes oder behauenes Produkt wird als ***Naturwerkstein*** bezeichnet, undimensionierter Naturstein als ***Bruchstein***

Wie erkenne ich, welcher Naturstein für mich geeignet ist??



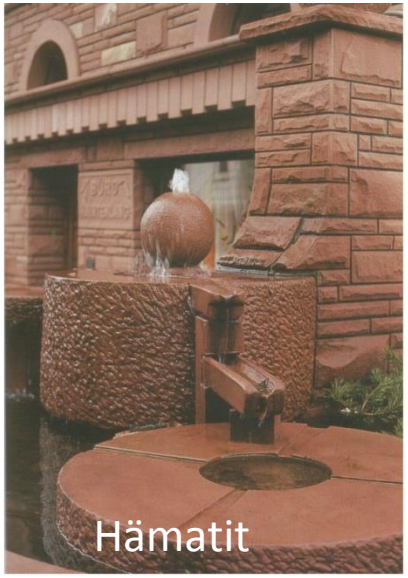
An erster Stelle steht meist die Farbgebung



Damit fängt das Problem schon an:

1. Wer ist für die Farbgebung zuständig?

2. Was bedeutet dies für die Gebrauchs-fähigkeit des Natursteins?



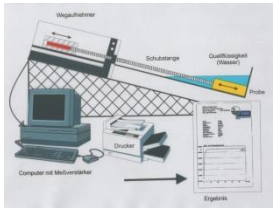
Gebrauchseigenschaften eines **Natursteins** ist von folgenden Faktoren abhängig :

- Mineralzusammensetzung

- Gesteinsart

- Gefügestruktur

- physikalischen Eigenschaften



Mineralbestand / Mineralzusammensetzung

- Zur richtigen Beurteilung der technischen Eigenschaften von Naturwerkstein ist zumindest eine grundlegende Kenntnis der **gesteinsbildenden Minerale** erforderlich.

- **Von ca. 3000 bekannten Mineralen sind etwa 25 im wesentlichen an der Gesteinsbildung beteiligt.**

„Wichtig ist zunächst der Mineralbestand“

Beispiel Sandsteine:

Hauptkomponenten*:*
Quarz, Feldspat, Gesteinsbruchstücke

Weitere Mineralbestände, die in einem Sandstein vorkommen können:
Tonminerale; feinverteilt , in Form von Schlieren und Gallen

Schichtsilikate; Hellglimmer (Muscovit) und Chlorit, die in Form von Schuppen auf den Schichtoberflächen auftreten und dort einen Glanz erzeugen

Nebenbestandteile:
oxidische Eisenverbindungen, wie Hämatit, Limonit/Goethit
sulfidische Verbindungen, wie Pyrit (Katzengold), Markasit
Schwerminerale (akzessorisch); Apatit, Rutil, Zirkon, Turmalin

Hämatit (im Volksmund „Blutstein“)

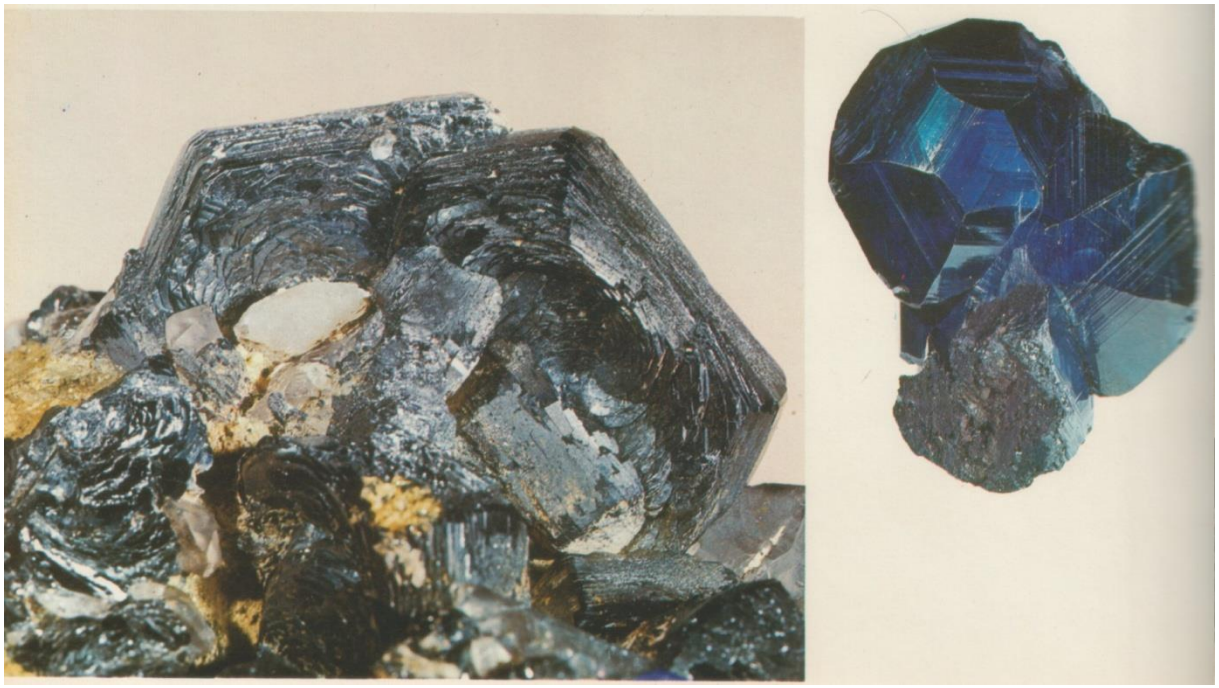


Foto: Nelly Briande

Chemie:	Fe_2O_3
Dichte:	5,2 – 5.3 g/cm^3
Farbe:	in Nutzgesteinen lachsfarben; rötlich bis kräftig rot
Allgemeines:	führt z.B. zur Rotfärbung der Alkalifeldspäte
Vorkommen:	in allen Gesteinen; große Bedeutung als farbgebendes Mineral

Pyrit (im Volksmund „Katzengold“)

Foto: Medenbach

Chemie: FeS_2

Dichte: 5 – 5,2 g/cm^3

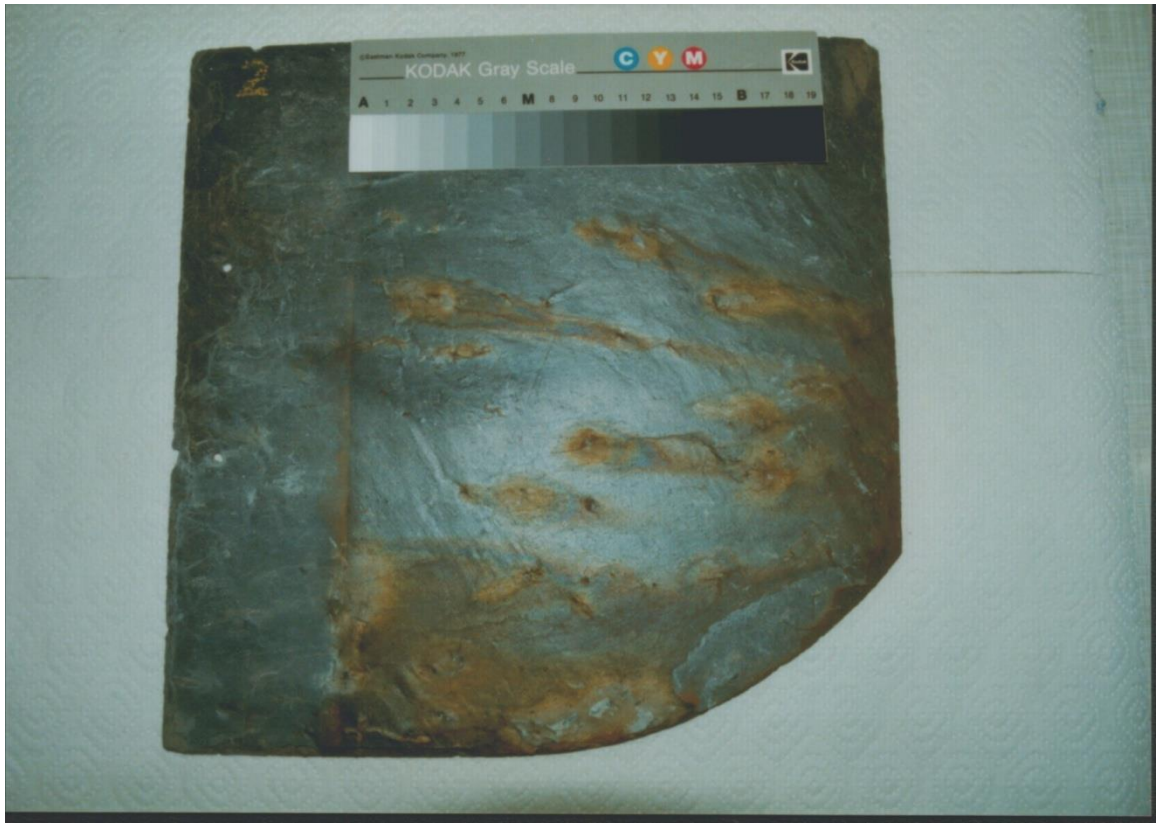
Farbe: goldgelb bis messingfarben

Allgemeines: Schwefelkies mit würfeliger Kristallform

Vorkommen: akzessorisch in allen Gesteinsarten – bewirkt Verfärbungen durch Rostbildung!

Was aber bedeuten z.B. diese beiden Minerale für den Naturstein und seine Anwendung in der Praxis?

Dacheindeckung mit spanischem Schiefer nach ca. zwei Jahren Bewitterung



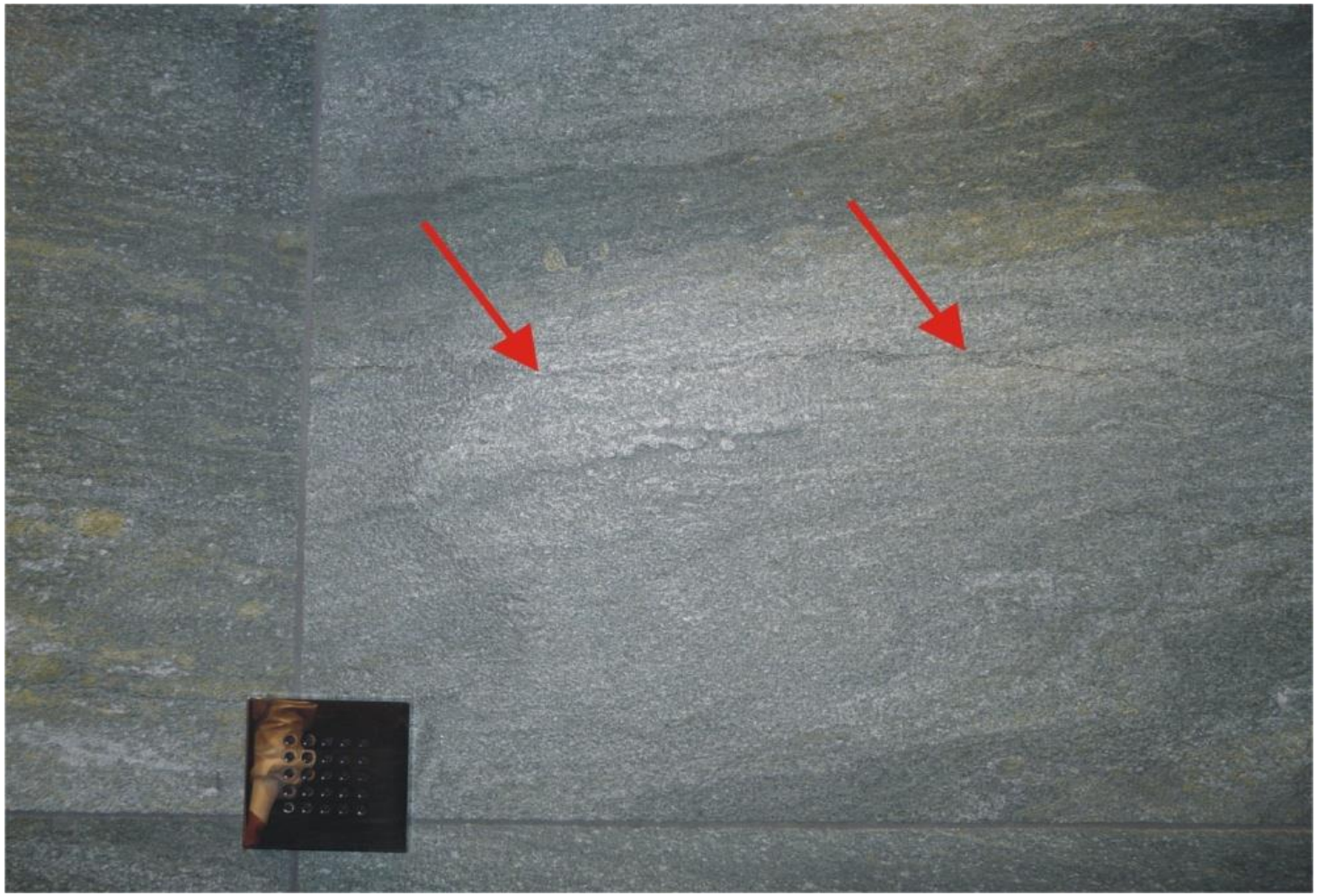
„Caballedale Valdeorras Orense“

Mineralzusammensetzung

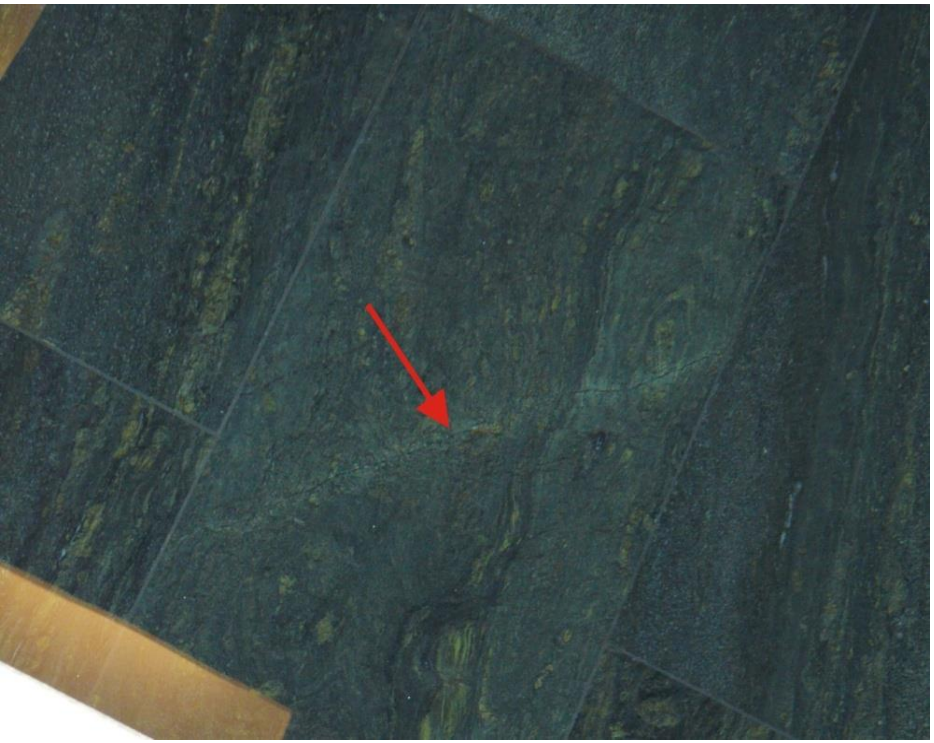
„Quarzit Verde Dorato“ im Wellnessbereich eines Privathauses

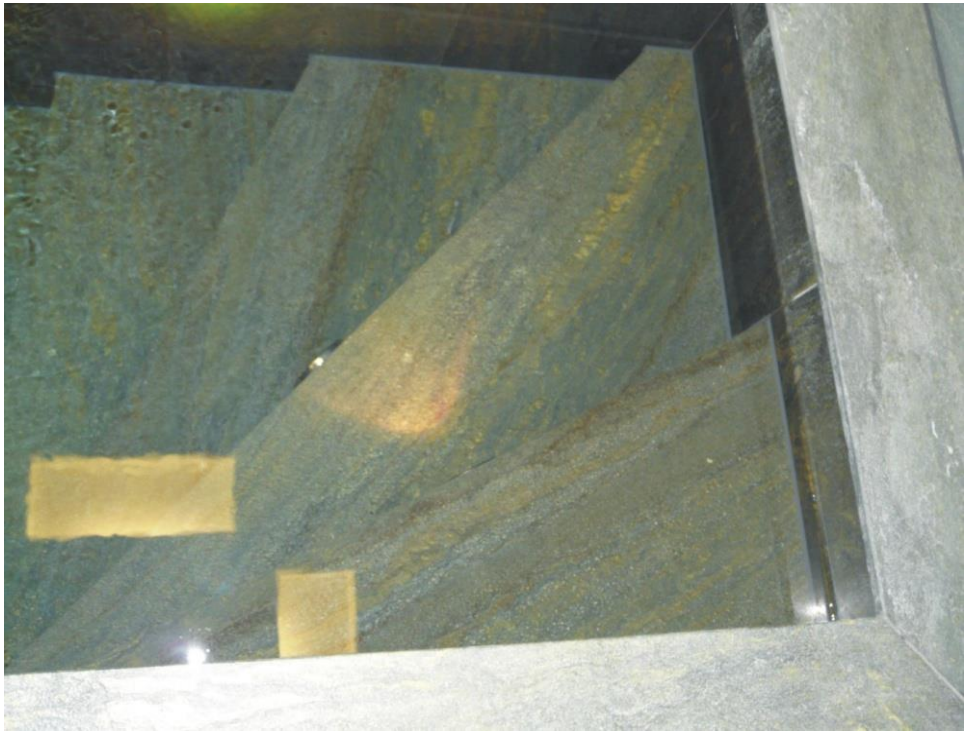
Mineralzusammensetzung

„Quarzit Verde Dorato“: erste Rissbildungen



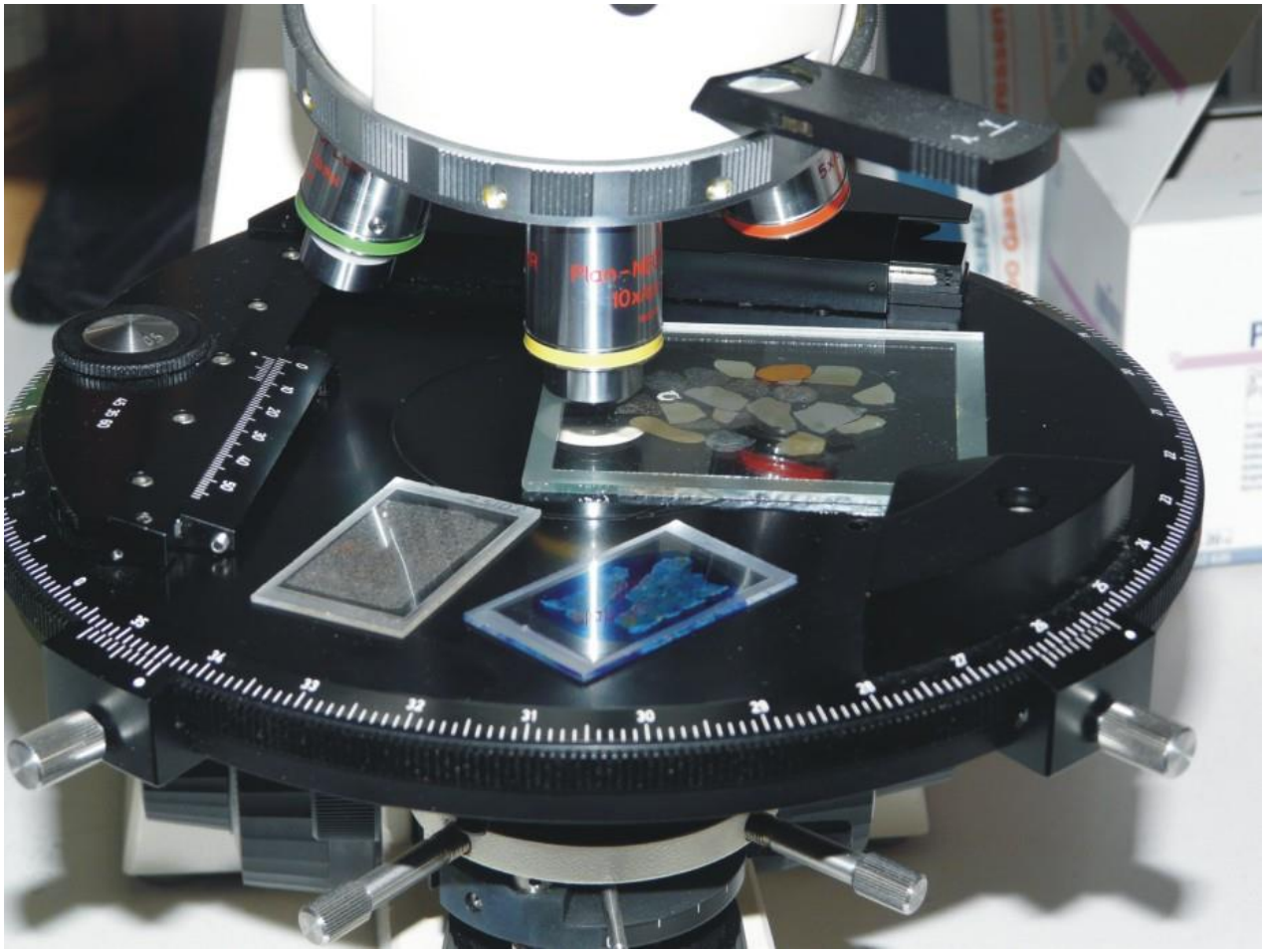
„Quarzit Verde Dorato“: Risse und rostbraune Verfärbungen



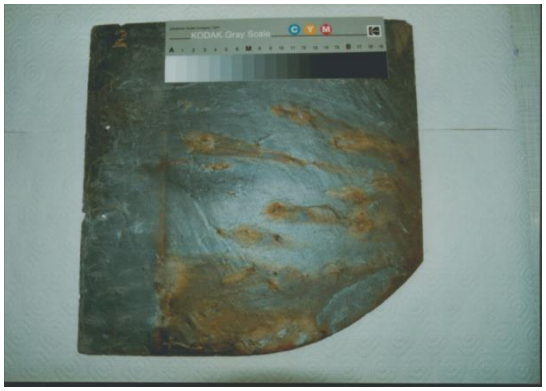


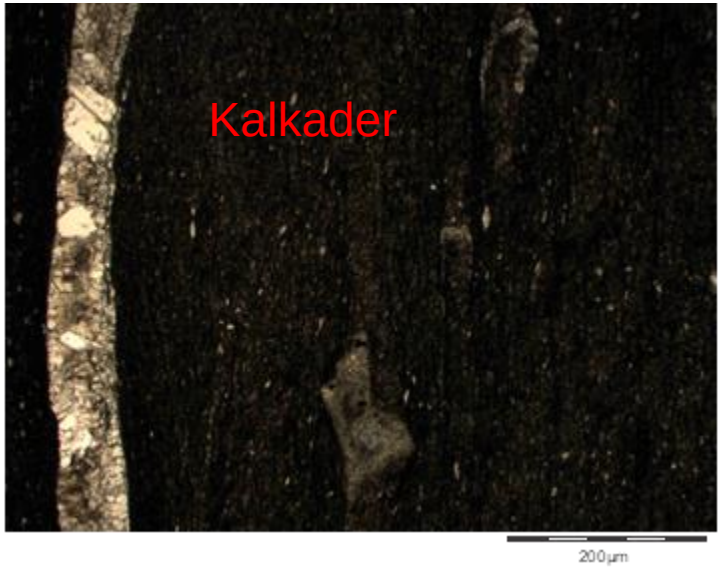
Dünnschliffmikroskopische Untersuchungen

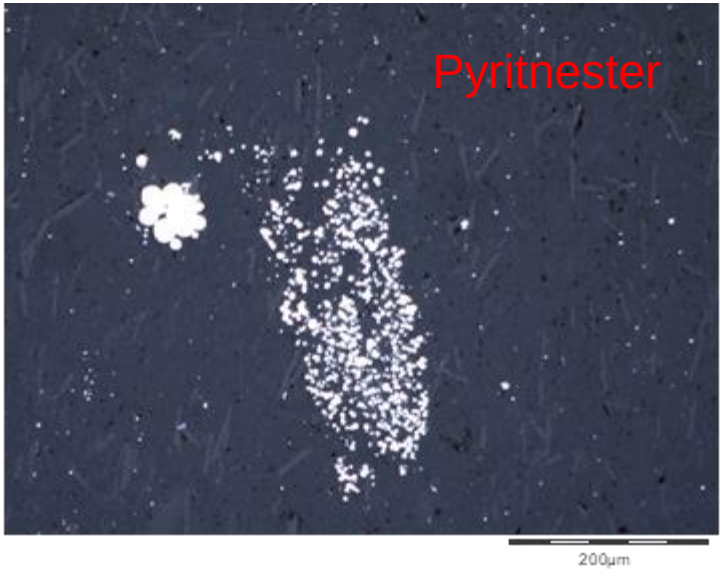
Dünnschliffe unter dem Mikroskop

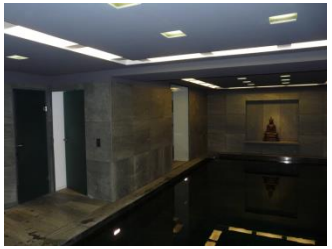


mikroskopische Aufnahmen mit schädlichen Mineralbestandteilen





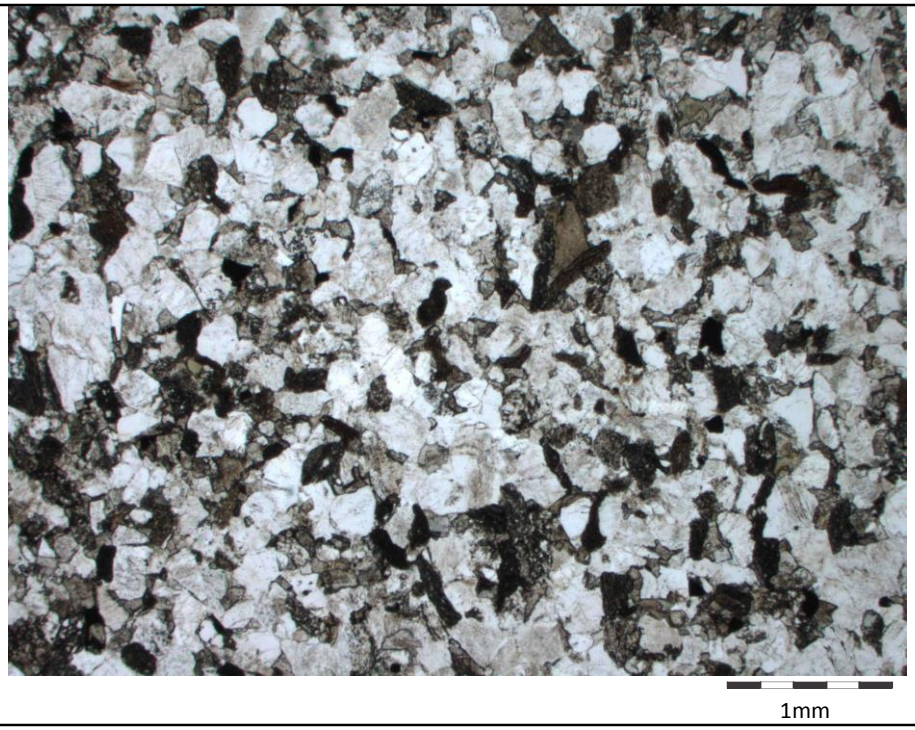




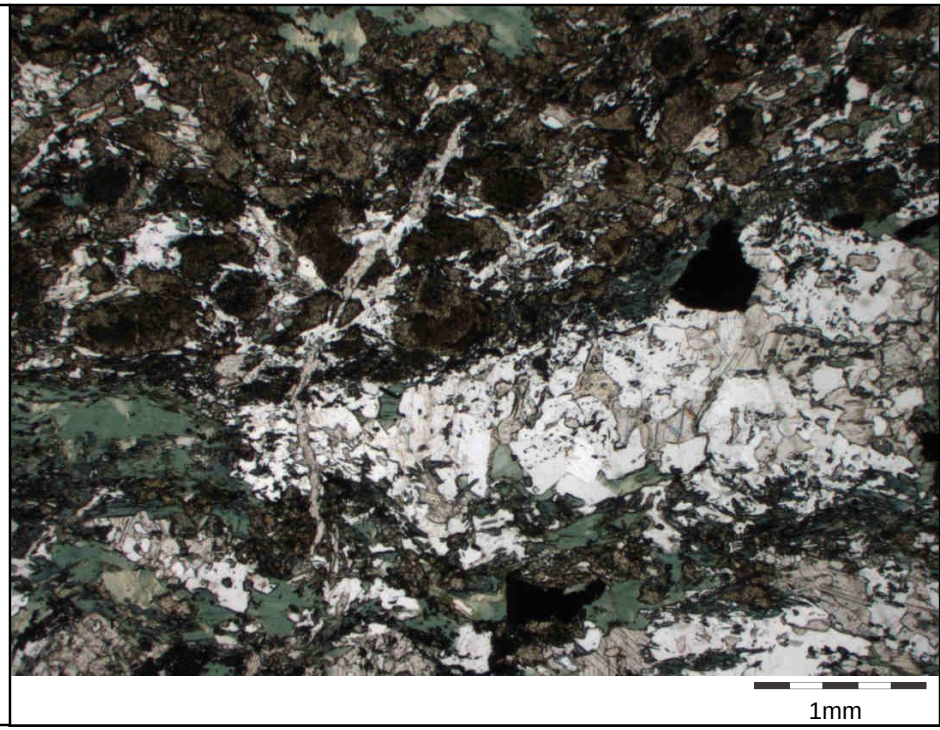
Schadensursache?

„Verde Dorato“ ist kein Quarzit, sondern ein Grünschiefer. Dieser besitzt **Pyrit**einschlüsse und sekundär entstandene **Kalkadern**.

Quarzit



Verde Dorato



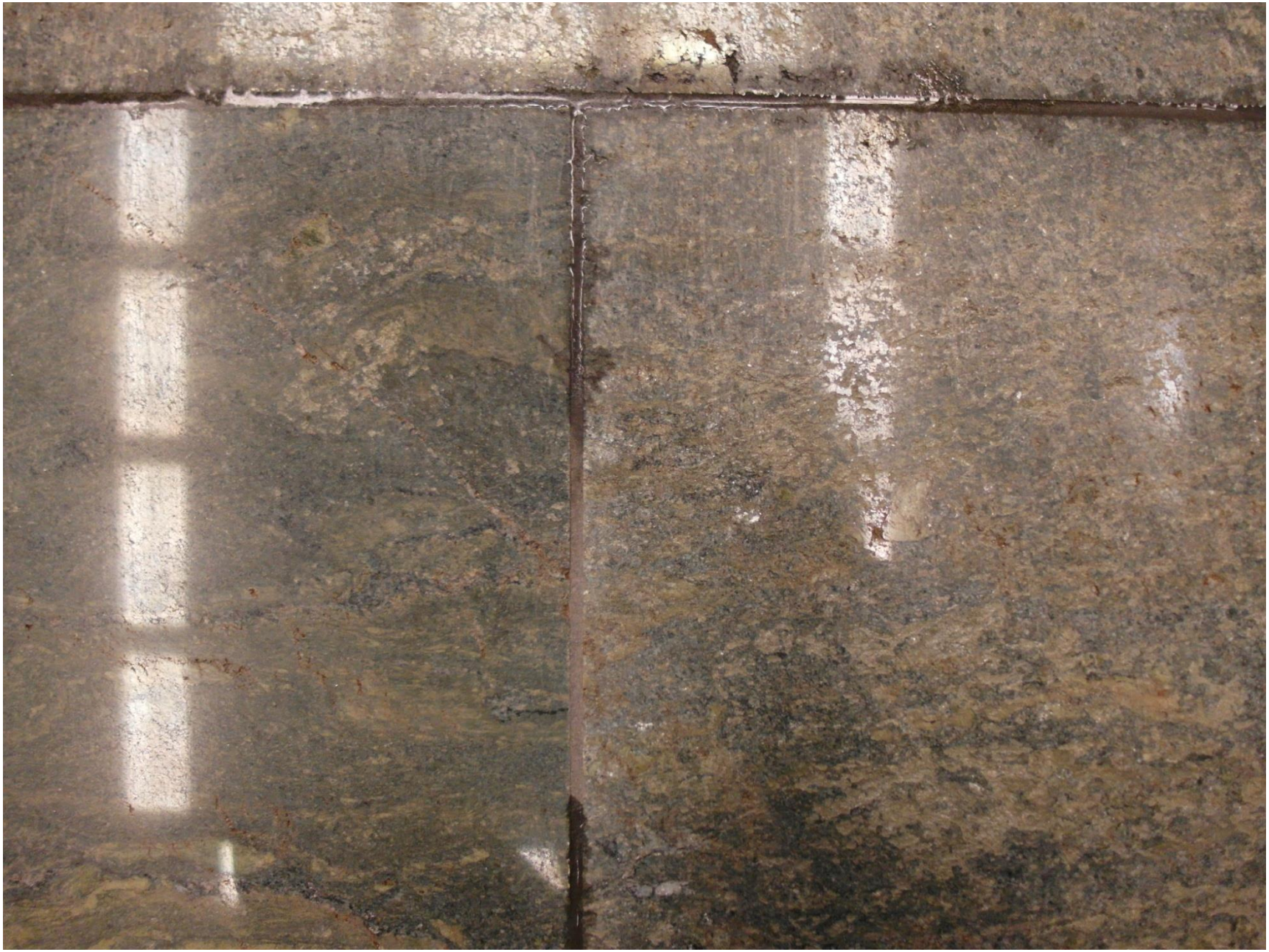
Mineralbestand

Rein optisch ist dies aber für den Laien nicht erkennbar

Grünschiefer Verde Dorato

Quarzit Masi (aus Norwegen)

Zustand 2013 – Aufnahme bei Reinigungsarbeiten des Pools
[von der Fa. zur Verfügung gestellt]



Gebrauchseigenschaften eines **Natursteins** ist von folgenden Faktoren abhängig :

- Mineralzusammensetzung
- **Gesteinsart**

- Gefügestruktur
- physikalischen Eigenschaften

Einteilung der Gesteinsarten nach dem Entstehungsprinzip

Magmatische Gesteine:

Tiefengesteine (Plutonite, Intrusionsgesteine)
Ergußgesteine (Vulkanite, Eruptivgesteine, Extrusivgesteine, Effusivgesteine)

Sedimentgesteine :
Ablagerungs- und Niederschlagsgesteine

Metamorphe Gesteine:
Umwandlungsgesteine, Metamorphite

Übersicht über die wichtigsten Gesteinsarten

Magmatische Gesteine	*Sedimentgesteine*		*Metamorphe Gesteine*
Granit	Kalkstein	→	Marmor
Syenit	Dolomitstein	→	Dolomitmarmor
Gabbro	Sandstein tonig geb.	→	Glimmerquarzit
Foyait	Sandstein quarz. geb.	→	Quarzit
Diorit	Tonschiefer	→	Glimmerschiefer
Rhyoltih	Konglomerat		
Trachyt	Brekzie		
Basalt	Muschelkalk		
Tuffstein	Travertin		

Handelsbezeichnung: **Belgisch Granit**

„Mit Belgisch Granit erhalten Sie ein robustes und stabiles Material.
Der Marmor Belgisch Granit verzaubert jede Umgebung und ist anpassungsfähig!“

Bei Belgisch „Granit“ handelt es sich um einen anthrazitfarbenen Kalkstein!

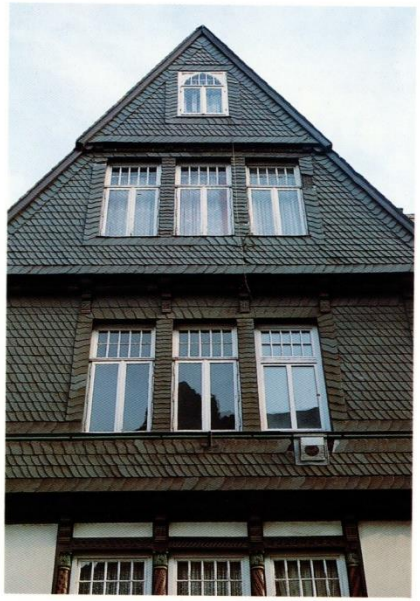
Belgisch „Granit“

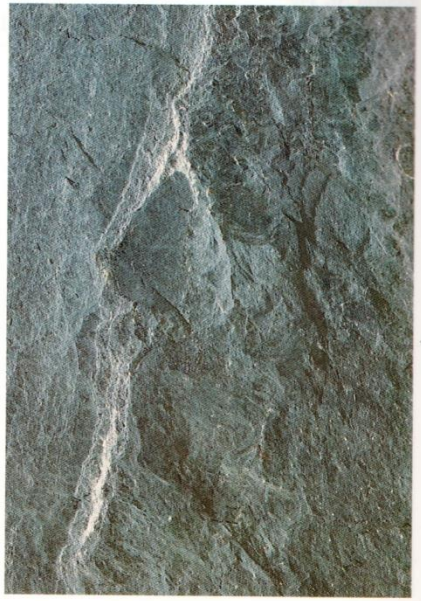
Irreversible Verfärbung der Küchenarbeitsplatte

Ist Schiefer gleich Schiefer?

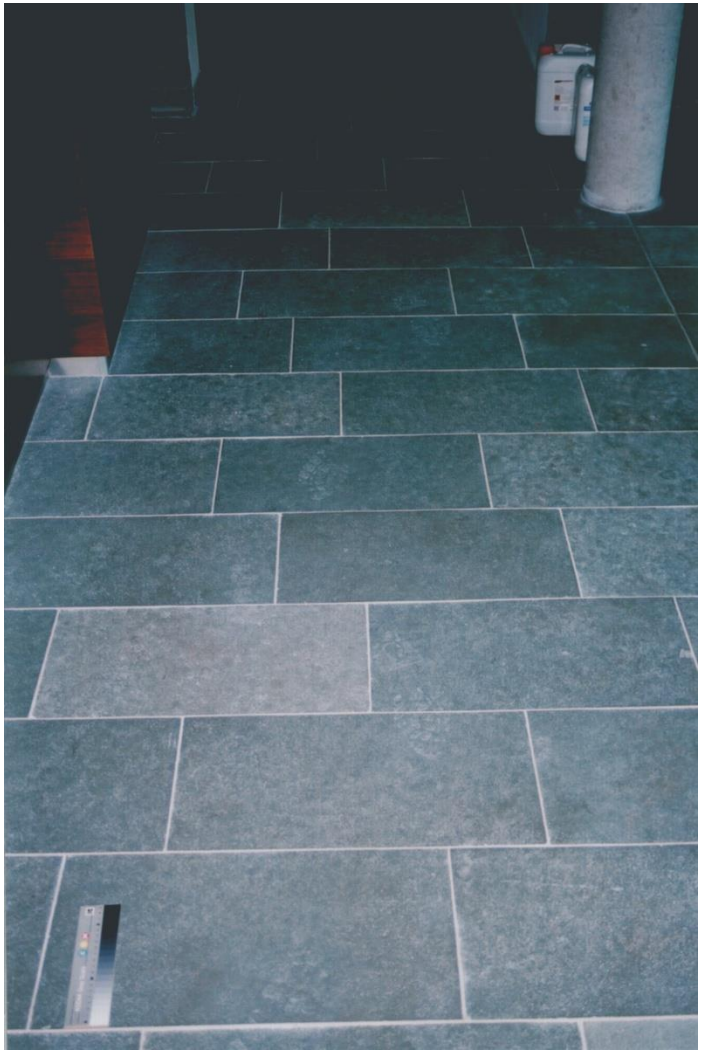
Mayener Schiefer (GRIMM 1990)

Ist Schiefer gleich Schiefer?





Harzer Schiefer (GRIMM 1990

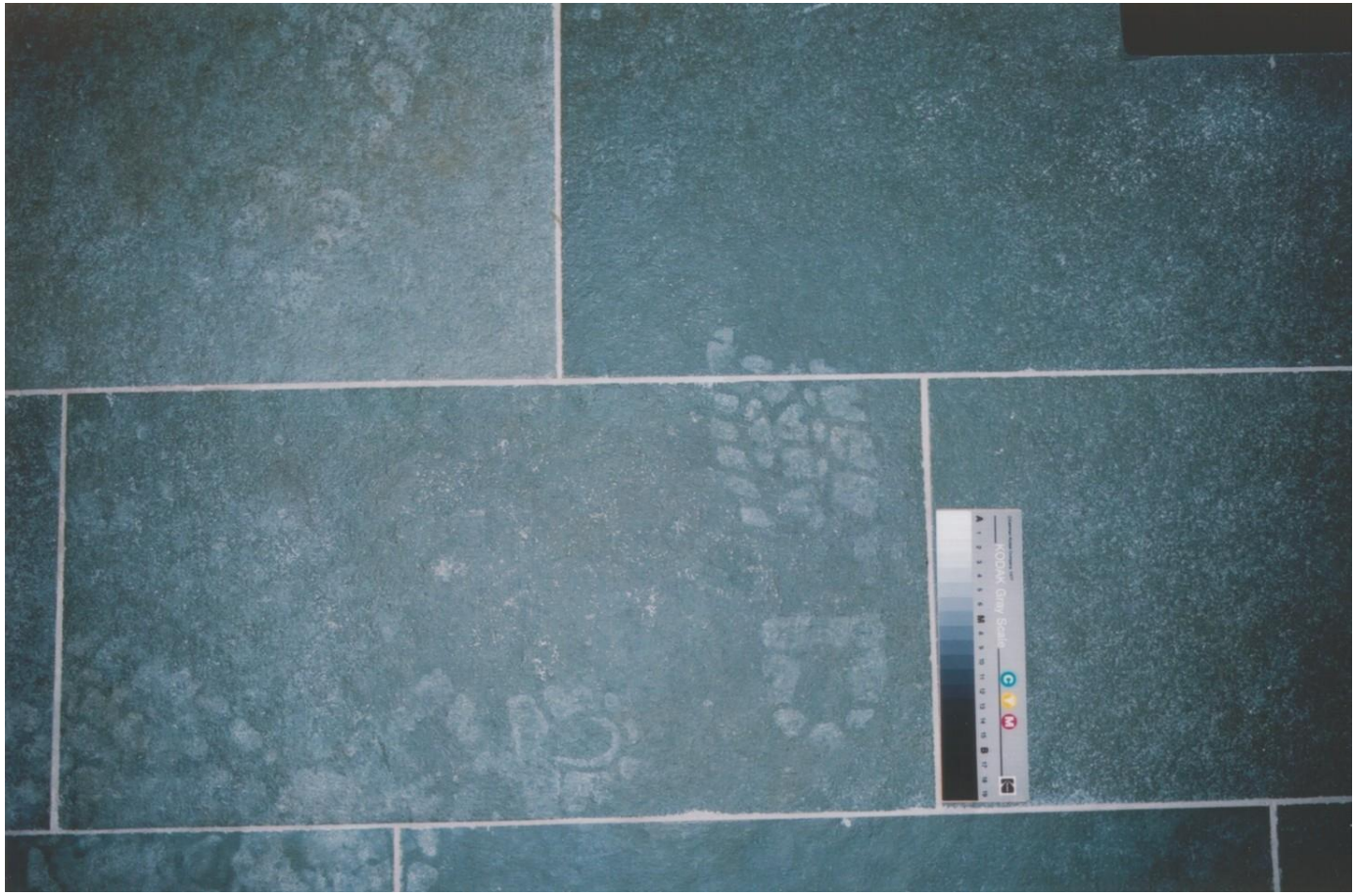


„Indischer Schiefer“

Verfärbung der Bodenplatten

„Indischer Schiefer“

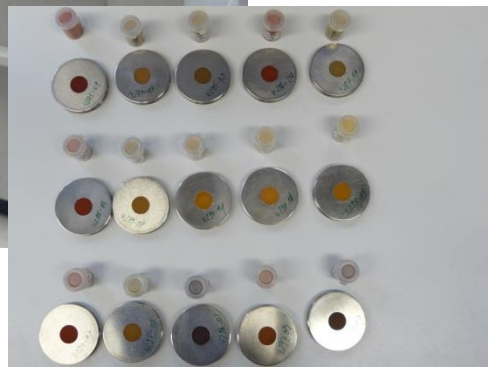
Verfärbung der Bodenplatten (Detailaufnahme)

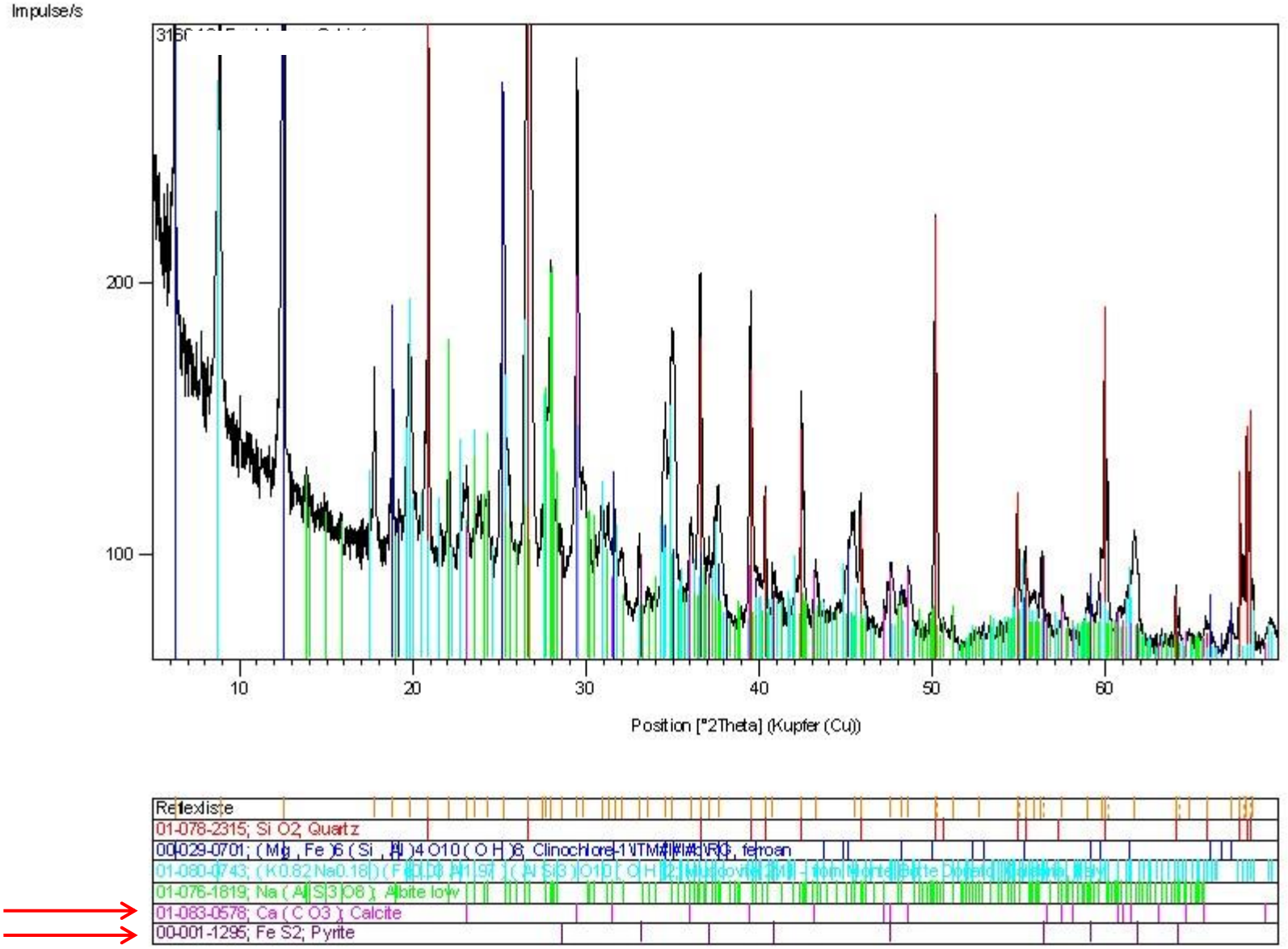


„Indischer Schiefer“

Versuch die Verfärbungen durch das Aufbringen eines Imprägnierungsmittels rückgängig zu machen

Röntgendiffraktometer zur Identifizierung von Mineralphasen




Impulse/s
200
100
10
20
30
40
50
60
Position [°2Theta] (Kupfer (Cu))
Reflexliste
01-078-2315; Si O2; Quartz
01-076-1819; Na (Al Si3 O8); Albite low
01-083-0578; Ca (C O3); Calcite
00-001-1295; Fe S2; Pyrite

Bateig Azul (Kalkstein) als Bodenbelag in einer Dusche

Bateig Azul (Kalkstein) besitzt aufgrund seiner fossilen Bestandteile und seines Mineralgefüges nur bedingt eine Polierfähigkeit.

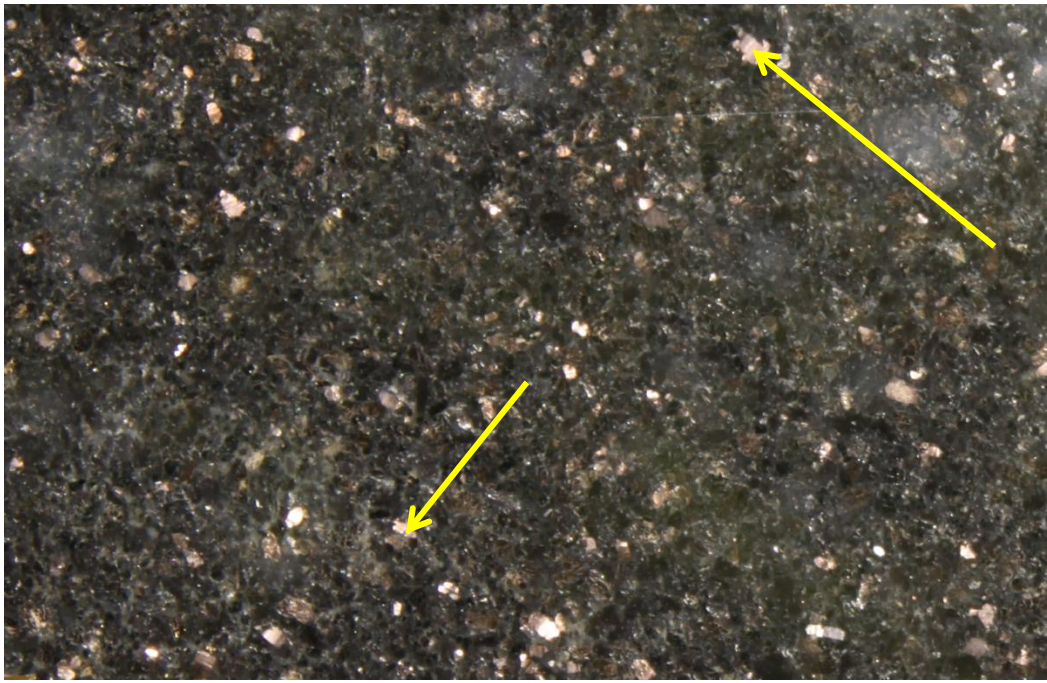
Beim Einsatz im Nassbereichen sollte dieser unbedingt imprägniert werden um Fleckenbildungen zu vermeiden

Küchenarbeitsplatte aus schwarzem Granit?

Bei dem Naturstein „Star Galaxy 23“ handelt es sich nicht um einen Granit (schwarze Granite gibt es nicht!!), wie international bezeichnet, sondern um einen Gabbro

Typisch für „Star Galaxy“ ist das in ihm vorkommende Mineral ***Bronzit***, das augenscheinlich in Form von bronzefarben-glänzenden Schuppen erkennbar ist.
Da diese Minerale schuppenförmig – also flach ausgebildet sind –, weisen sie häufig keine ausreichende Verfestigung bzw. Verzahnung mit den anderen Mineralen auf.
Sie sind somit verantwortlich dafür, dass sich in dem Gestein Star Galaxy Poren bilden können.

Verstärkt wird dieser Effekt durch die Politur des Gesteins, bei dem bevorzugt die flach ausgebildeten Bronzitkristalle regelrecht herausfallen können.



Natursteinfassade aus Warthauer Sandstein

Natursteinfassade aus Warthauer Sandstein

Spuren von Reinigungsmaßnahmen über dem Glasdach

partielle Imprägnierungen der Fassadenplatten

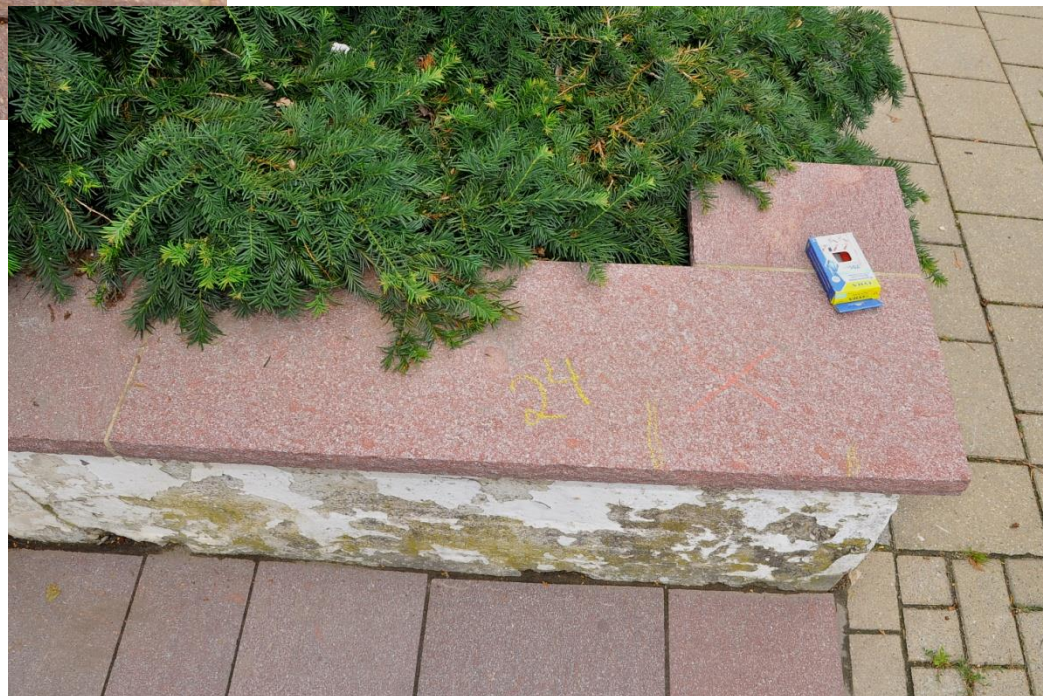
Warthauer Sandstein ist ein gelblich-weißer Sandstein, der in Wartowice / Polen abgebaut wird.
Er besitzt eine Wasseraufnahme von Ø 8 M.-% und eine offene Porosität von Ø 21 %.

Verschmutzungen und/oder Vergrünungen fallen aufgrund der fast weißen Eigenfarbe des Steins – wie in vorliegendem Fall bzw. der hier verbauten Varietät – optisch besonders stark ins Auge.

Daher ist eine Imprägnierung dieses Natursteins nach den „anerkannten Regeln der Technik“ – also aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse und praktischer Erfahrungen – hier unerlässlich.

Treppenanlage aus italienischem Porphyr

Risse in den Setz- und Trittstufen



Es wurde von dem italienischen Lieferanten kein Kernporphyr geliefert.

Der verlegte Porphyr weist sog. „Abkühlungsklüfte“ auf, also mindere Qualität.

Treppenhaus aus
Anroechter Dolomit

Reklamationsgrund:
- weiße Einschlüsse bzw. Ausbesserungen im Stein

- farbliche Unterschiede zwischen Sockelleisten und Stufen

Gesteinsarten

In den Treppenhäusern des Bauvorhabens wurden Natursteinplatten aus „Anroechter Dolomit“ verbaut. Bei diesem Naturstein handelt es sich um einen sehr dichten Kalkstein, der aufgrund des in ihm vorkommenden Minerals Glaukonit eine blau-grünliche Eigenfarbe besitzt.

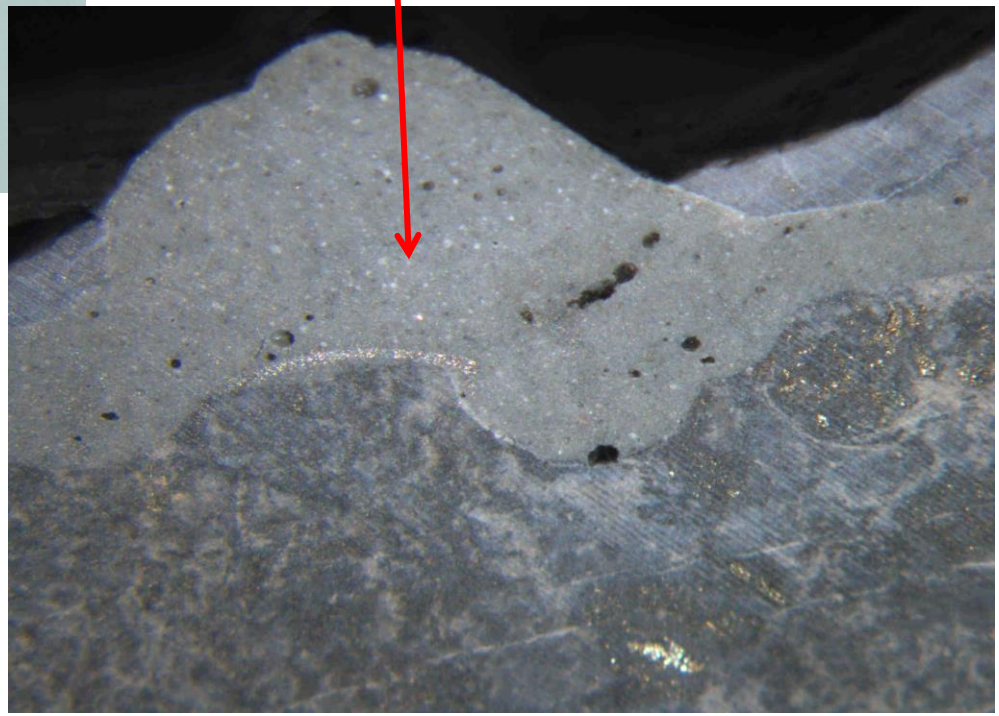
Charakteristisch ist sein hoher Fossilgehalt. Mit bloßem Auge sind dunkle Fossilien (z.B. Muschelreste) und helle Karbonatklasten zu erkennen, die eine Größe von bis zu 5 cm erreichen können. Aufgrund ihrer Mineralisation (bestehend aus verschiedenen Kalkmineralen) stechen die Karbonatklasten in dem Gestein aufgrund ihrer helleren Eigenfarbe – grau bis beige - besonders hervor.

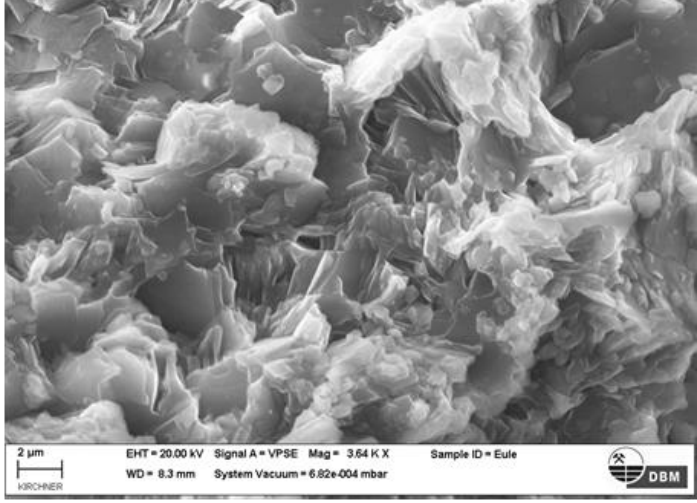
Dies ist also kein Reklamationsgrund, sondern das natürliche Erscheinungsbild des Anroechter Dolomits.

Es handelt sich nicht immer um Naturstein, was nach Stein aussieht!

Kanäle mit einer grauen Masse verfüllt

dünne Schlämme auf dem Stein





Wie die Feststellungen gezeigt haben, besteht die Steineule aus einem Tonstein, der sich in der Hauptsache aus dem Tonmineral Kaolinit und dem Eisensulfid Pyrit zusammensetzt. Die Anwesenheit von Pyrit deutet darauf hin, dass es sich um einen verunreinigten Ton handelt. Da die Figur innen nicht hohl, sondern massiv ist, wurde der Ton auch nicht gebrannt. Massive Teile würden beim Brennen Luftblasen erhalten. Auf den Tonstein wurde eine dünne Tonschlämme aufgebracht und anschließend eine Lasur, die weiß-farblos teilweise grünlich erscheint.

Wie die Bruchstücke an der linken Zehe zeigen, wurde zusätzlich mit einer Gießmasse aus Kunststoff gearbeitet, die über kleine Kanäle in den Stein eingebracht wurde.

Gebrauchseigenschaften
sie sind abhängig von folgenden Faktoren:

- Mineralzusammensetzung
- Gesteinsart
- **Gefügestruktur**

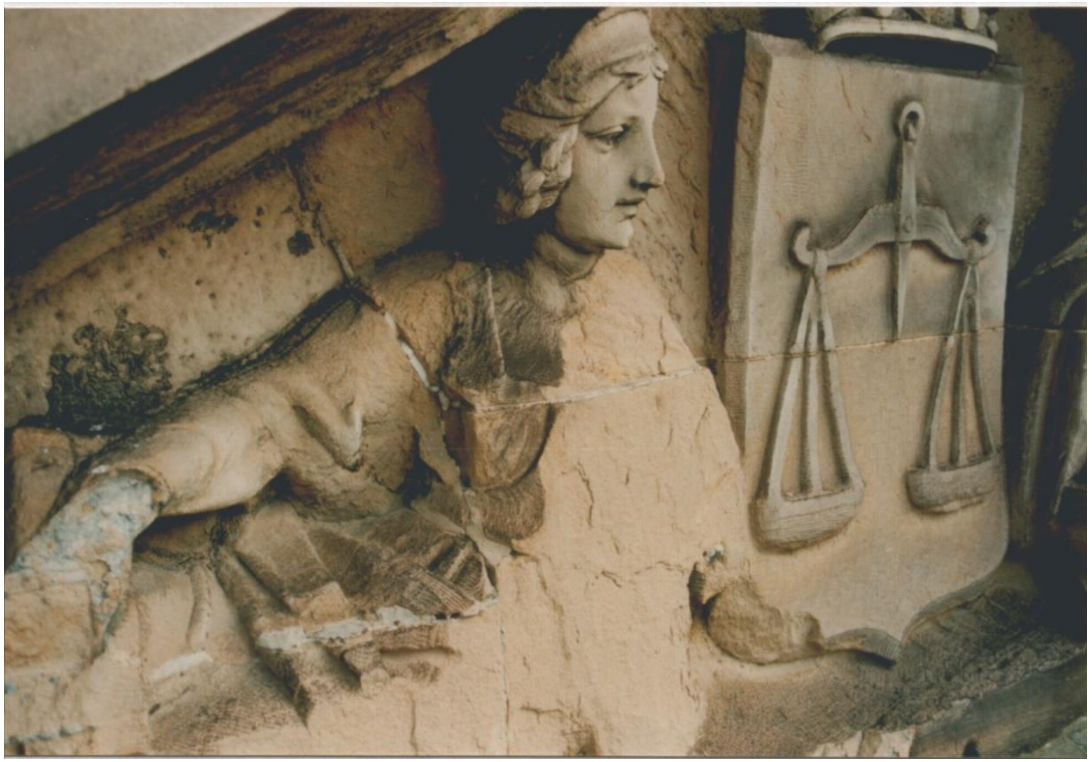
- physikalischen Eigenschaften

Schichtung

Schichtung ist ein typisches Merkmal für Sedimentgesteine, aber auch magmatische Gesteine können dies aufweisen.

Sie wird durch die Sedimentation von unterschiedlichen Materialien oder wechselnden Ablagerungsbedingungen hervorgerufen und äußert sich durch Schichten mit unterschiedlichen Korngrößen, Farbgebungen oder Textur.

Welche Auswirkung auf die Gebrauchsfähigkeit eines Natursteins kann eine ausgeprägte Schichtung haben?



stark geschichteter *Pfälzer Sandstein*

Auf Spalt eingebaute Quader führten zu hohen Materialverlusten im figürlichen Bereich

---

Gefügestruktur

stark geschichteter *Ruhrsandstein*
Schäden an Sohlbank und Fenstergewänden infolge Hydrophobierung

Schieferung

Schieferung ist ein Merkmal vieler metamorpher Gesteine.

Es handelt sich um eine lagige Textur der Gesteine ähnlich wie bei der Schichtung, aber sie ist kein Ergebnis der Ablagerungsprozesse, sondern wird durch tektonische Ereignisse (hoher Druck und hohe Temperatur) hervorgerufen.

Welche Auswirkung auf die Gebrauchsfähigkeit eines Natursteins kann eine Schieferung haben?

Gehwegplatten aus grünen Schieferplatten führten zu Stolperfallen

RWE – Gebäude
Köln Frechen

Schreck zur Morgenstunde!

Schadensphänomene an Natursteinplatte aus Granit

links Verankerung

rechts Rissbildungen und Auflockerungen

Erste Messungen der Ultraschallgeschwindigkeit

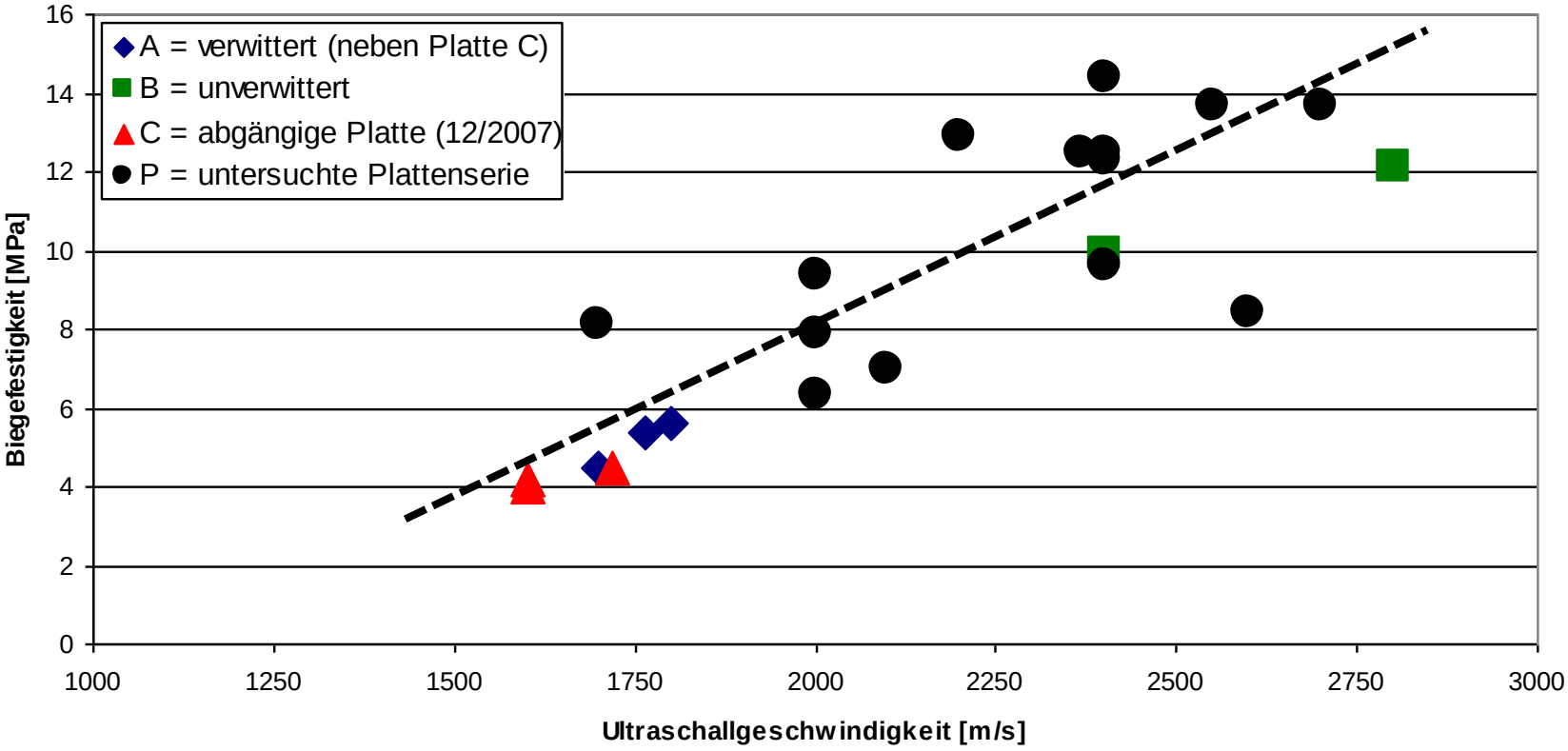
Bereich	**Ultraschallgeschwindigkeit [m/s]**
Erdgeschoss	4088 – 4780 2700 – 3500
Reihe 9 – 12 *	2030 – 2700
Reihe 28 - 31	1500 – 2400
Reihe 62 – 66	1500 – 2300
Reihe 78 – 81	1690 – 2400

Bereich	**Ultraschallgeschwindigkeit waagrecht / senkrecht:**
geschützte Bereiche Außen	3650 / 2700 m/s 3450 / 2870 m/s
geschützte Bereiche Innen:	3650 / 2900 m/s 3280 / 3570 m/s

Probe	Biegezugfestigkeit [MPa]			Bemerkung
	Mittel	Max	Min	
1 West/Nord, ungeschädigt	10,2	12,5	6,4	Anisotropie: Querrichtung: Ø 8,1 MPa Längsrichtung: Ø 12,2 MPa
5 West/Nord, Risse	8,6	14,4	1,1	Anisotropie und Risse: Querrichtung: Ø 6,1 MPa Längsrichtung: Ø 12,2 MPa Rissbereich: Ø 2,6 MPa
7 West/Nord, ungeschädigt	9,3	10,0	8,8	Alle in Längsrichtung
8 West/Nord, geschädigt	12,7	13,8	8,4	isotrop
12 West ungeschädigt	8,2	10,4	6,1	Anisotropie: Querrichtung: Ø 6,5 MPa Längsrichtung: Ø 9,4 MPa
18 West ungeschädigt	11,2	12,6	10,1	isotrop

.

Abhängigkeit zwischen Ultraschallgeschwindigkeit und Biegezugfestigkeit

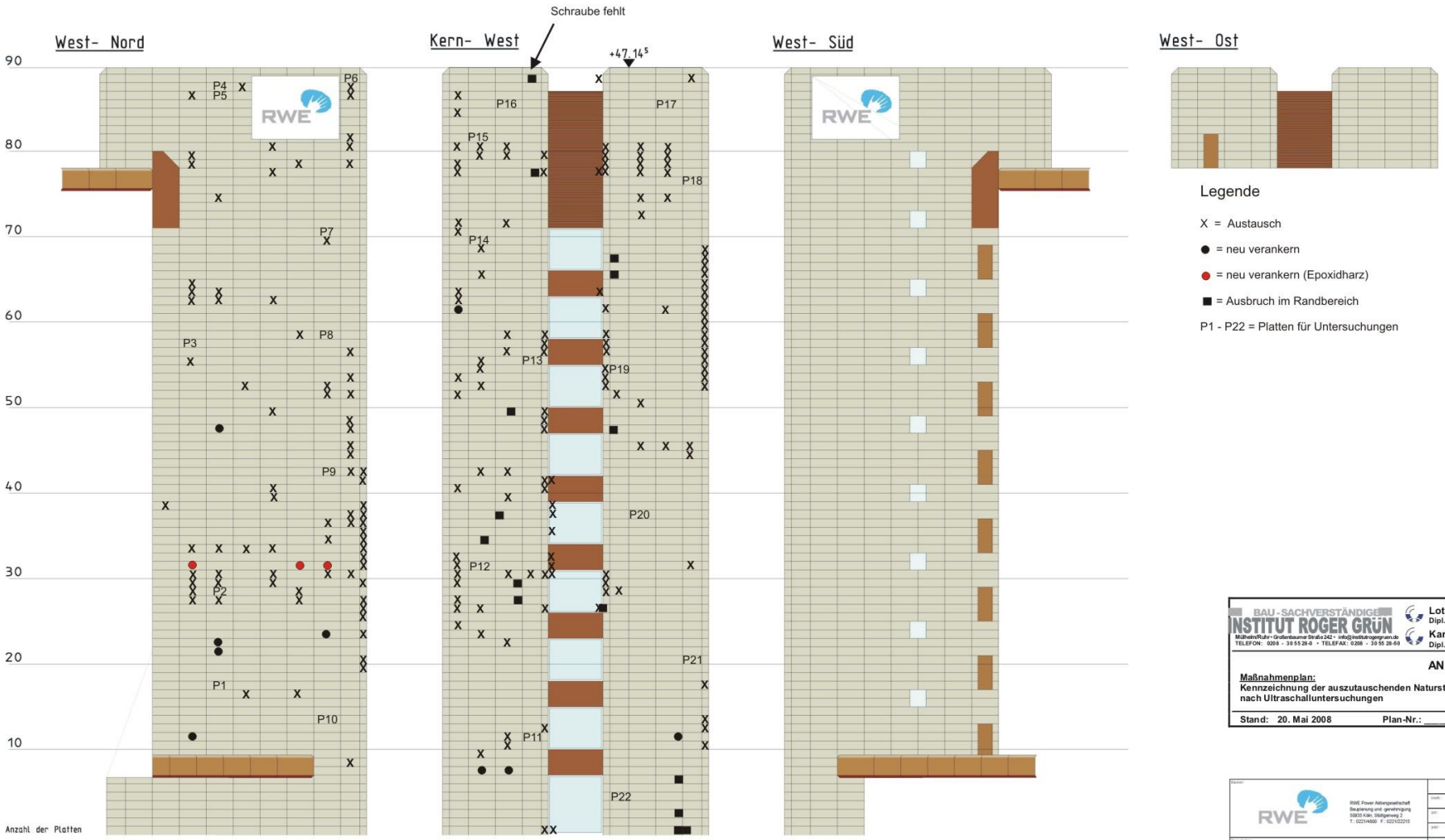


Resumée:

Anisotropie-Effekte sind für einen Granit wie Bianco Sardo nicht bekannt bzw. ungewöhnlich

Schadensursache:
verkehrte Verankerung bei dieser Plattengröße führte aufgrund einer Dauerbeanspruchung durch Windkräfte zu einer Materialermüdung

Ein umfangreicher Plattenaustausch erfolgte nach Überprüfung der Einzelplatten Vorort



Legende

X = Austausch

● = neu verankern

● = neu verankern (Epoxidharz)

■ = Ausbruch im Randbereich

P1 - P22 = Platten für Untersuchungen

BAU-SACHVERSTÄNDIGE
INSTITUT ROGER GRÜN
Mülheim/Ruhr · Großenbaumer Straße 242 · info@institutrogergruen.de
TELEFON: 0208 - 30 55 28-0 · TELEFAX: 0208 - 30 55 28-50

Lothar Felkel, Dipl.-Ing.
Karin Kirchner, Dipl.-Geologin

ANLAGE A

Maßnahmenplan:
Kennzeichnung der auszutauschenden Natursteinplatten nach Ultraschalluntersuchungen

Stand: 20. Mai 2008 **Plan-Nr.:** _____

RWE Power Aktiengesellschaft
Bauplanung und -genehmigung
50035 Köln, Stüttgenweg 2
T.: 0221/4800 F.: 0221/22215

	Datum	Zeichen
Inhalt:	Schm	21.06.07
Ort:	Schm	14.06.07
Unter:	Wels	21.06.07

Bauvorhaben: Zentrale Köln
Fassade Kern West

Projekt-Nr.:

Planbezeichnung: Ansicht

Blatt-Nr.: 02

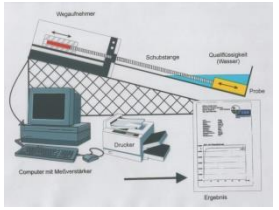
Maßstab: 1:100

H/B = 594.0 / 841.0 (0.50m²)

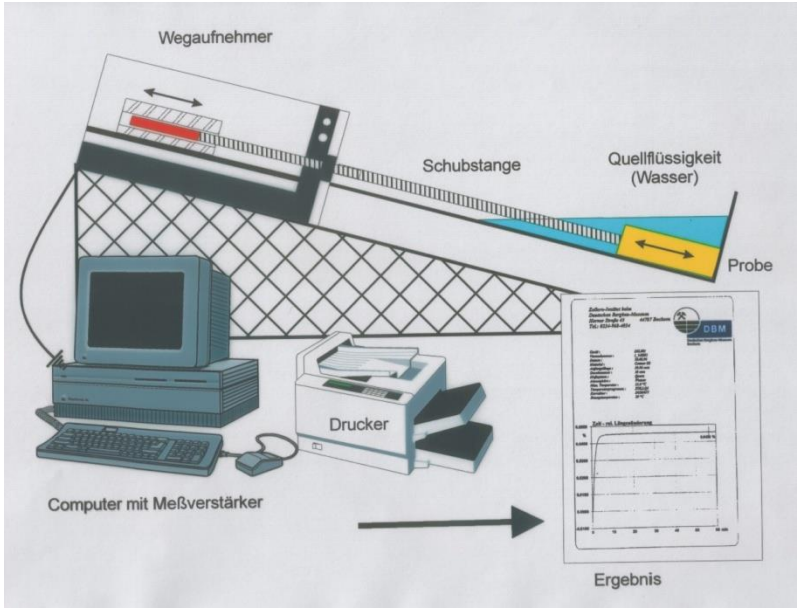
Allplan 2006

Gebrauchseigenschaften
sie sind abhängig von folgenden Faktoren:

- Mineralzusammensetzung
- Gesteinsart
- Gefügestruktur
- **physikalischen Eigenschaften**



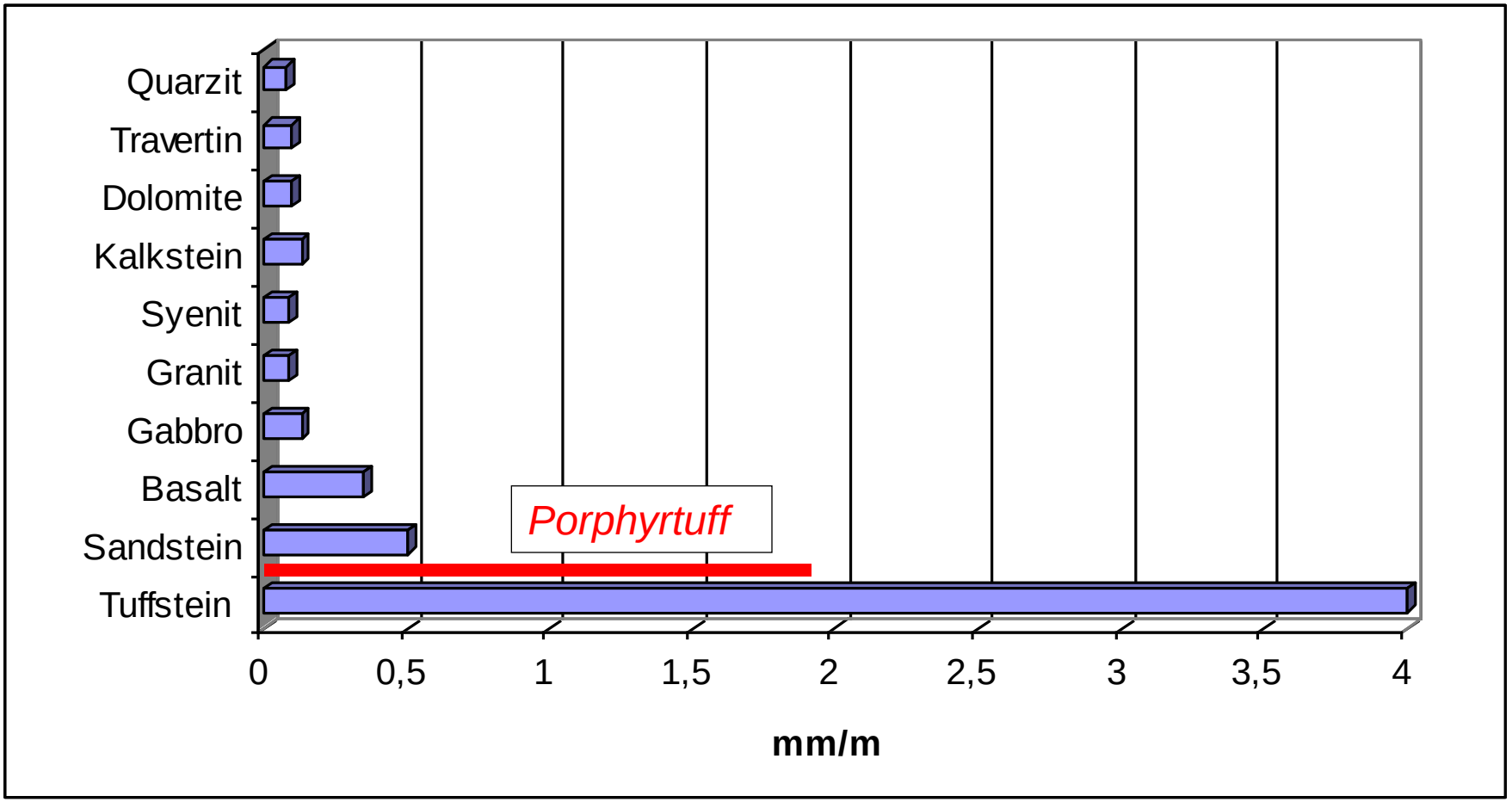
Bestimmung der hygrischen / thermischen Eigenschaften



Physikalische Eigenschaften

Naturstein sind doch „starr“, warum kommt es dann zu solchen Schäden?

hygrische Dehnung wichtiger Natursteine



Beispiel thermische Dehnung

Marmorfussboden in exponierter Lage

physikalische Eigenschaften –thermische Dehnung

physikalische Eigenschaften

Wasseraufnahmefähigkeit bzw. Porosität von Naturwerksteinen

	Wasseraufnahme [%]	**Porosität [Vol.-%]**
Marmor	0,1	0,7
Quarzit	0,2	0,8
Granit	0,2	1,7
Gneis	0,3	1,1
Porphyr	3,9	10,7
Sandstein	5,0	18,3
Kalkstein	6,0	23,0
Tuffstein	24,0	46,0

Welche Schäden können trotz der niedrigen Kennwerte auftreten?

ICE Waschtische – die erste Generation noch aus Granit

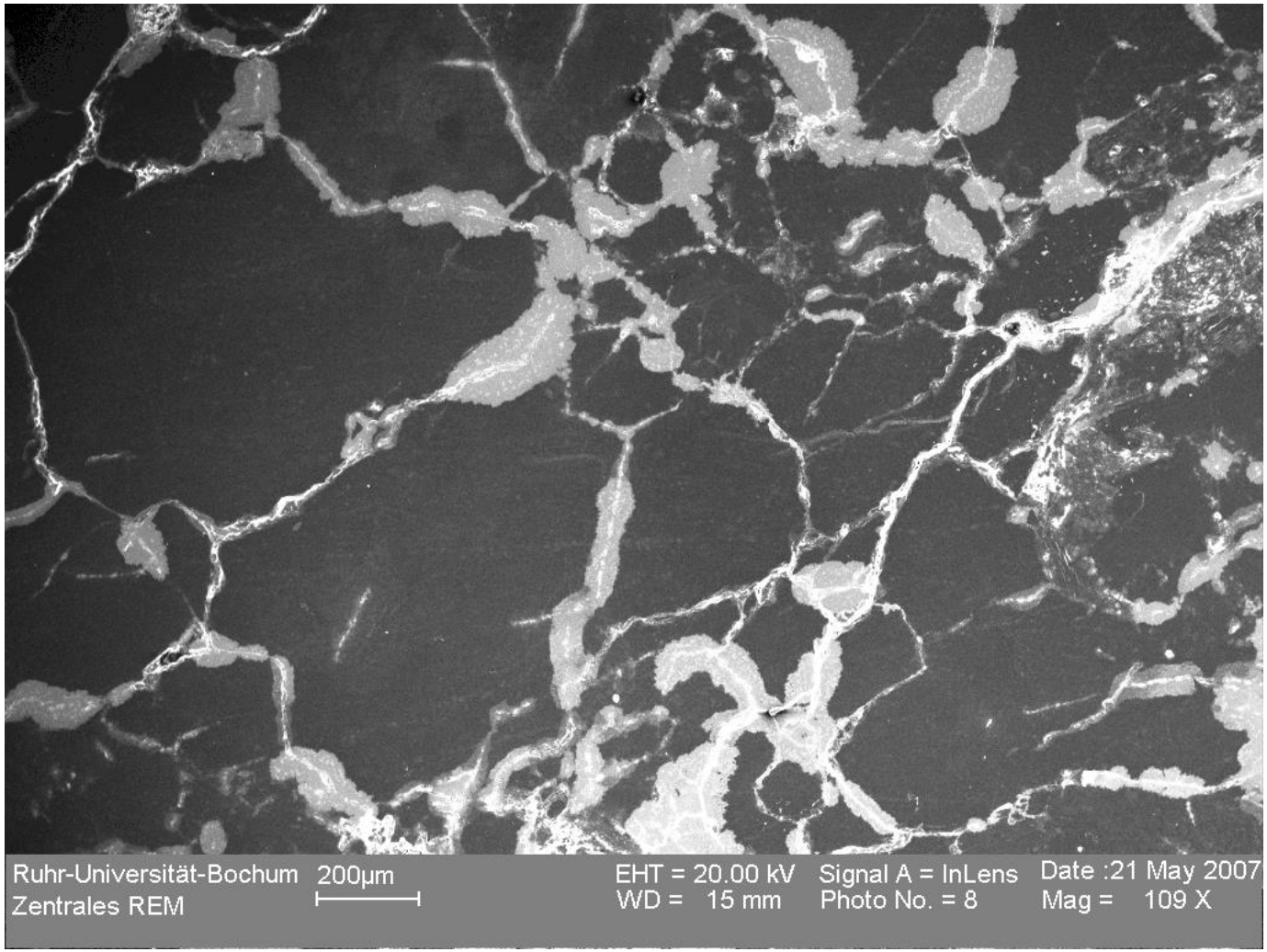
Granit = dicht???

Reklamationsgrund von Seiten der Deutschen Bundesbahn:
Verunreinigungen

Schadensursache:

- erste Imprägnierung nach dem Einbau; keine regelmäßige Nachsorge
- mangelnde Wartung der Silikonfugen

mangelnde Wartung der Granitoberfläche
Reste einer Imprägnierung waren nur noch in den Mikrorissen sichtbar

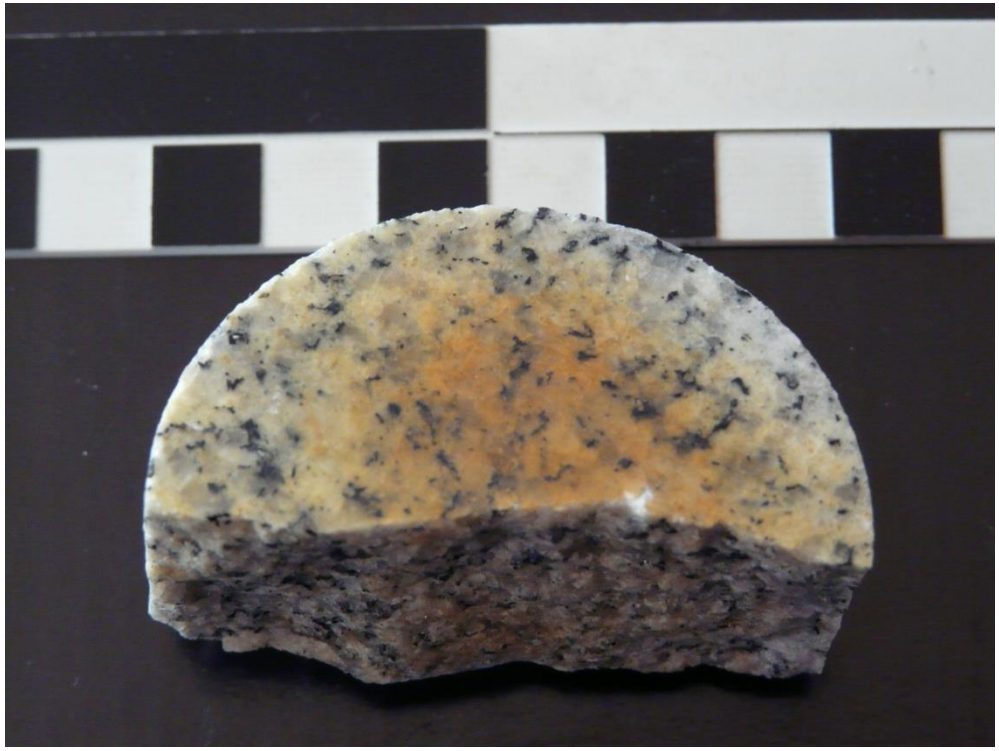


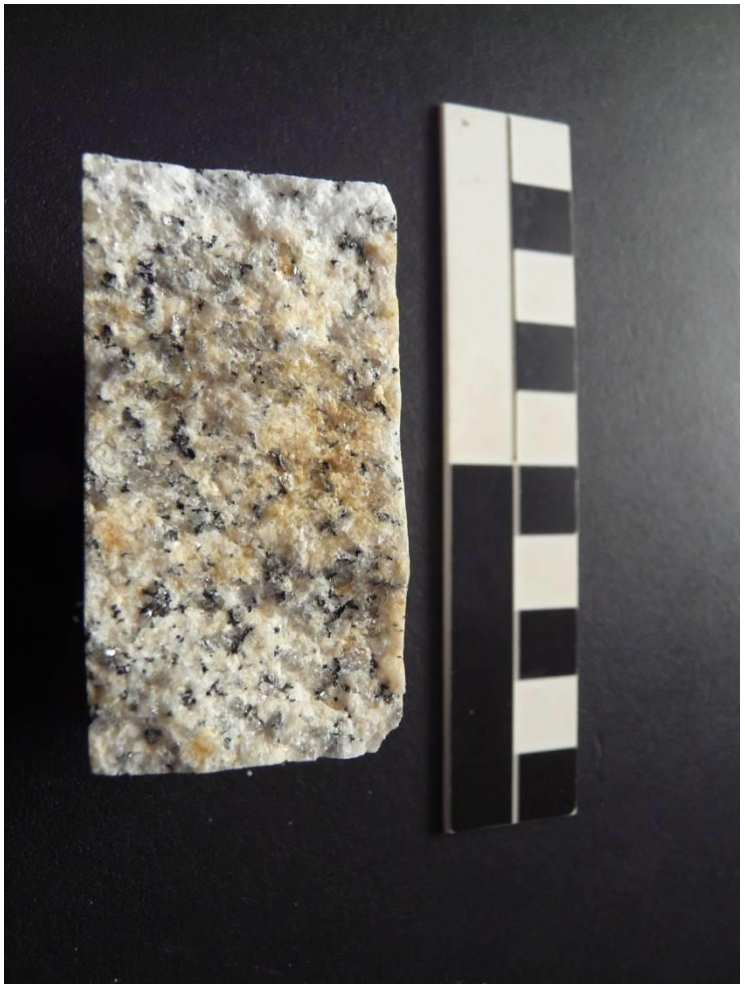
66 Wohneinheiten mit Granitplatten (G 603) im Außenbereich

Viele Granitplatten mit runden Verfärbungen

runde Verfärbungen auch auf der Plattenrückseite

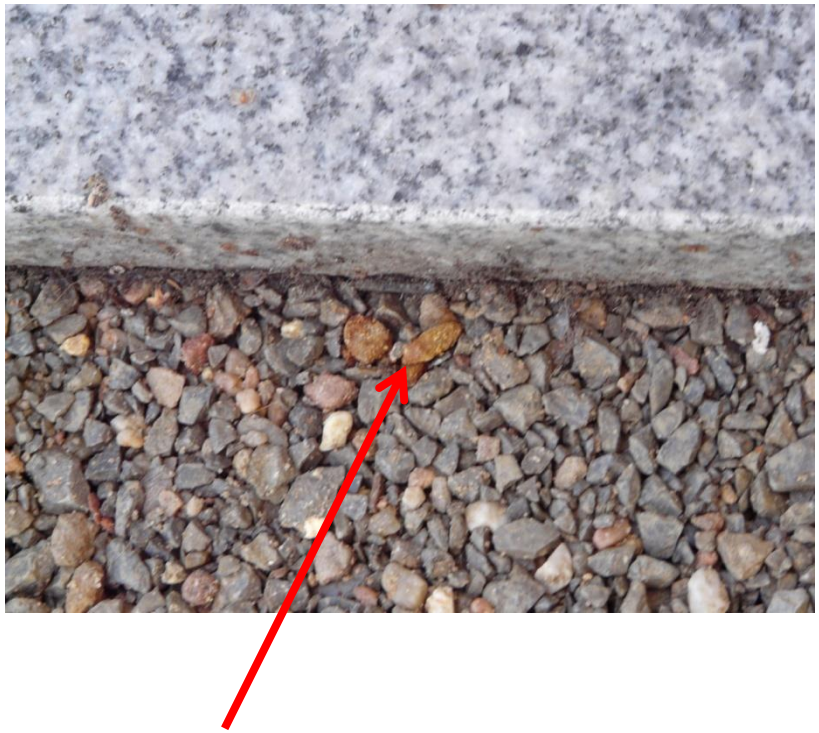
Die Verfärbungen durchziehen die komplette Platte

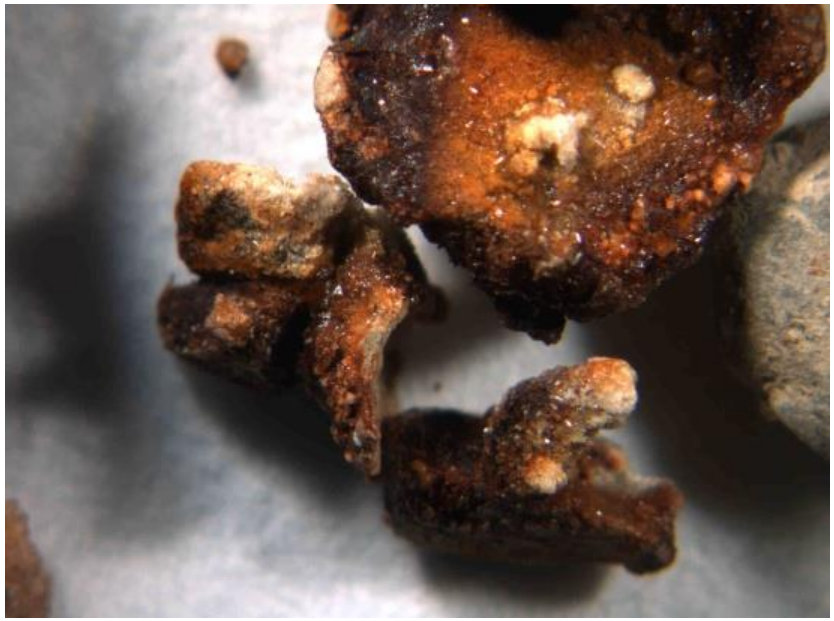




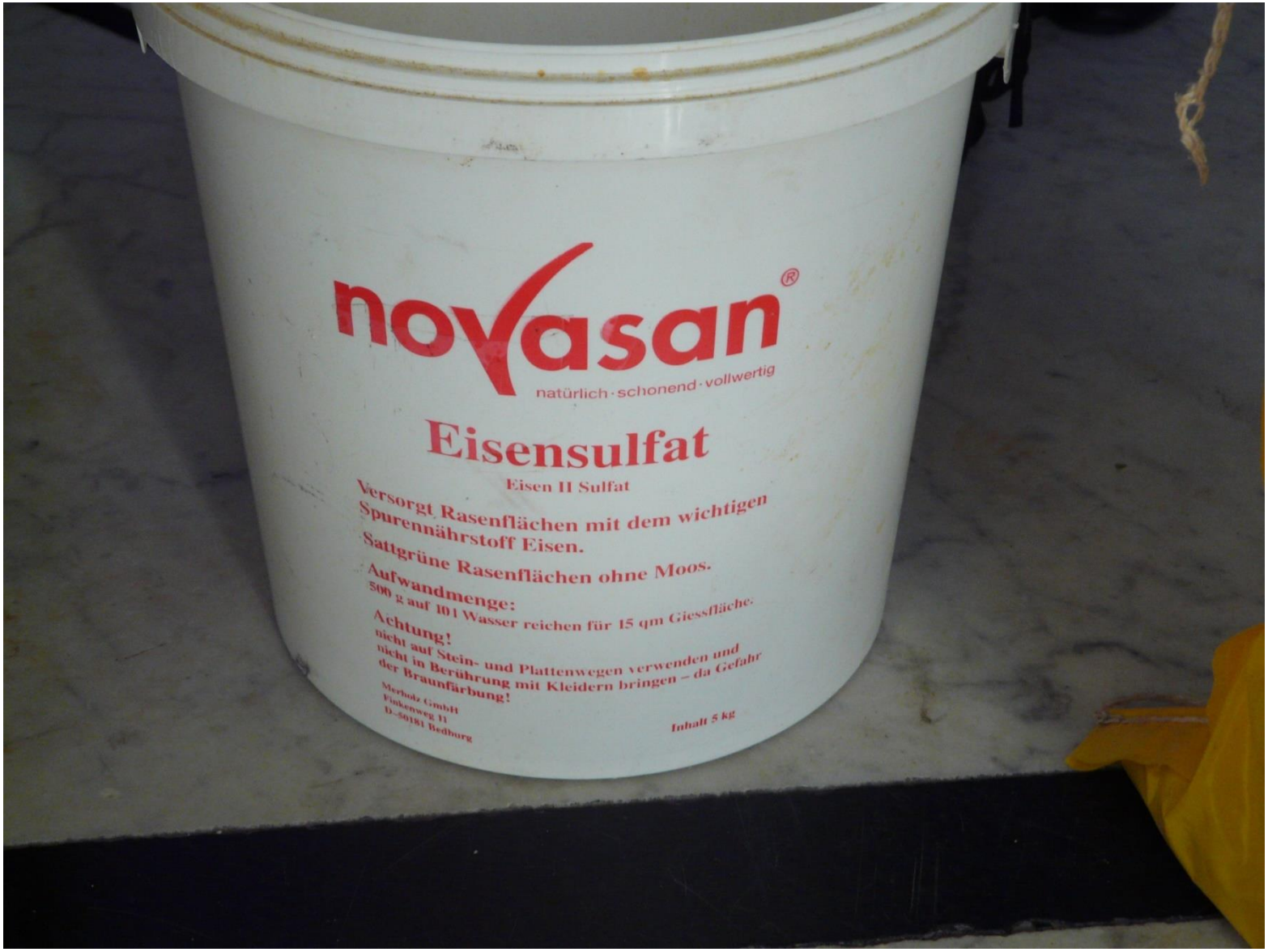
Schadensursache:

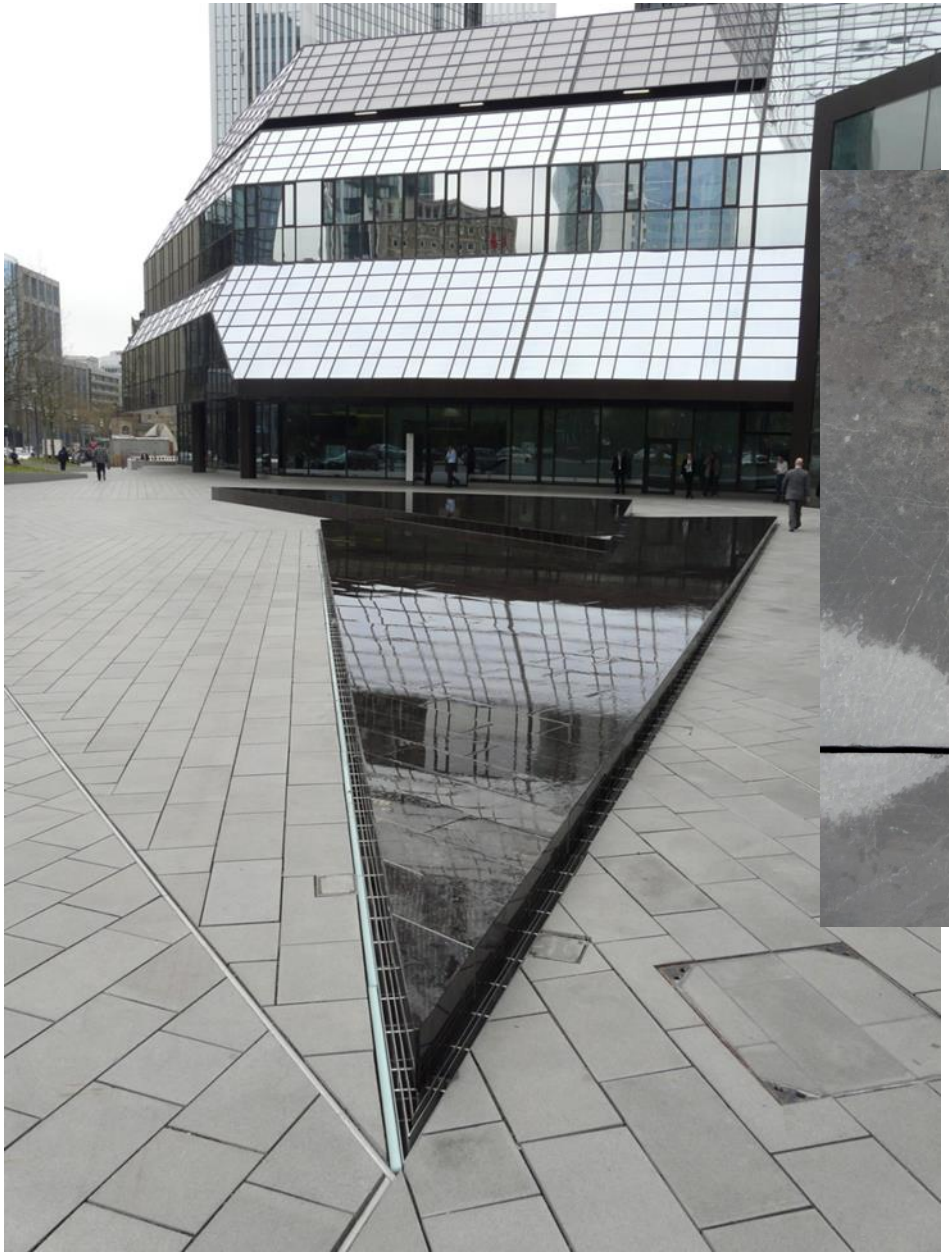
In dem Splitt wurde Recyclingmaterial mit verwendet,
das Fe-führende Minerale enthält.

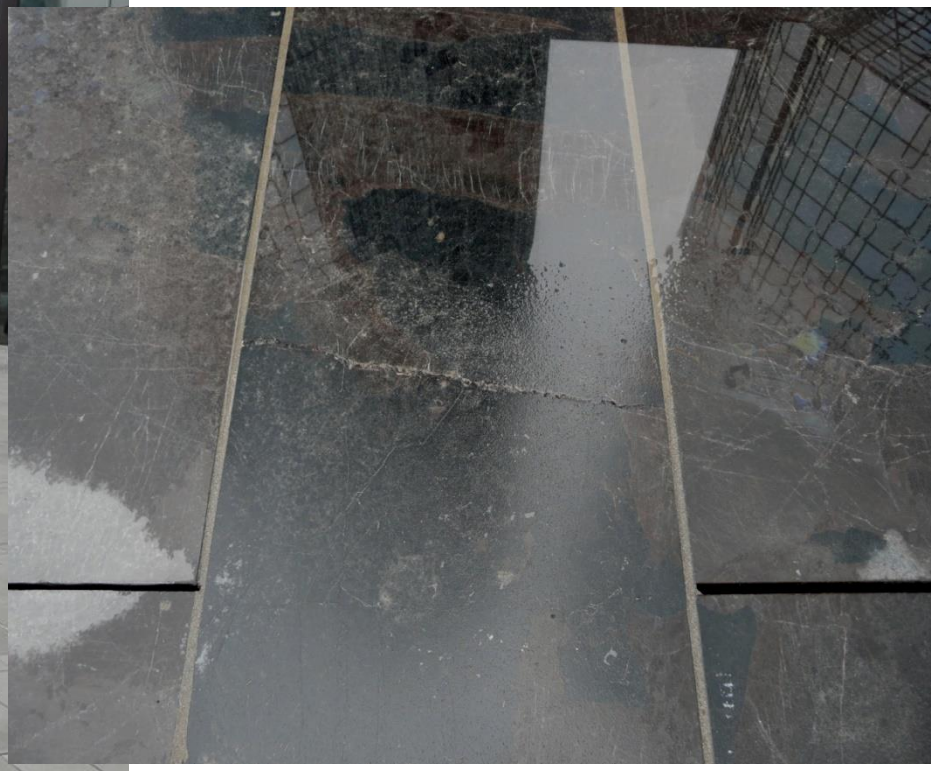




Wohnhaus von 1890

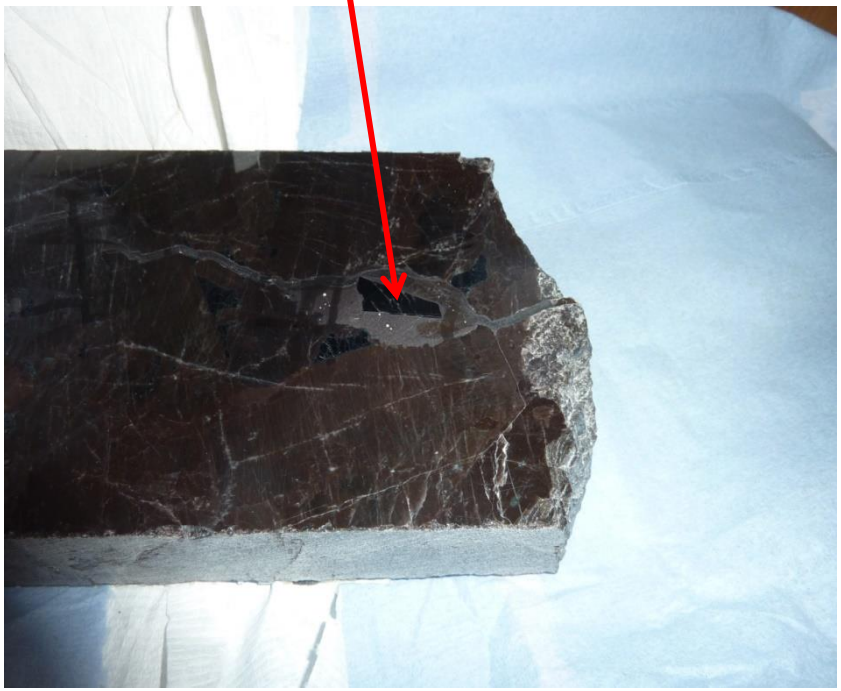

novasan®
natürlich · schonend · vollwertig
Eisensulfat
Eisen II Sulfat
Versorgt Rasenflächen mit dem wichtigen Spurennährstoff Eisen.
Sattgrüne Rasenflächen ohne Moos.
Aufwandmenge:
500 g auf 10 l Wasser reichen für 15 qm Giessfläche.
Achtung!
nicht auf Stein- und Plattenwegen verwenden und nicht in Berührung mit Kleidern bringen – da Gefahr der Braunfärbung!
Merholz GmbH
Finkenweg 11
D-50181 Bedburg
Inhalt 5 kg

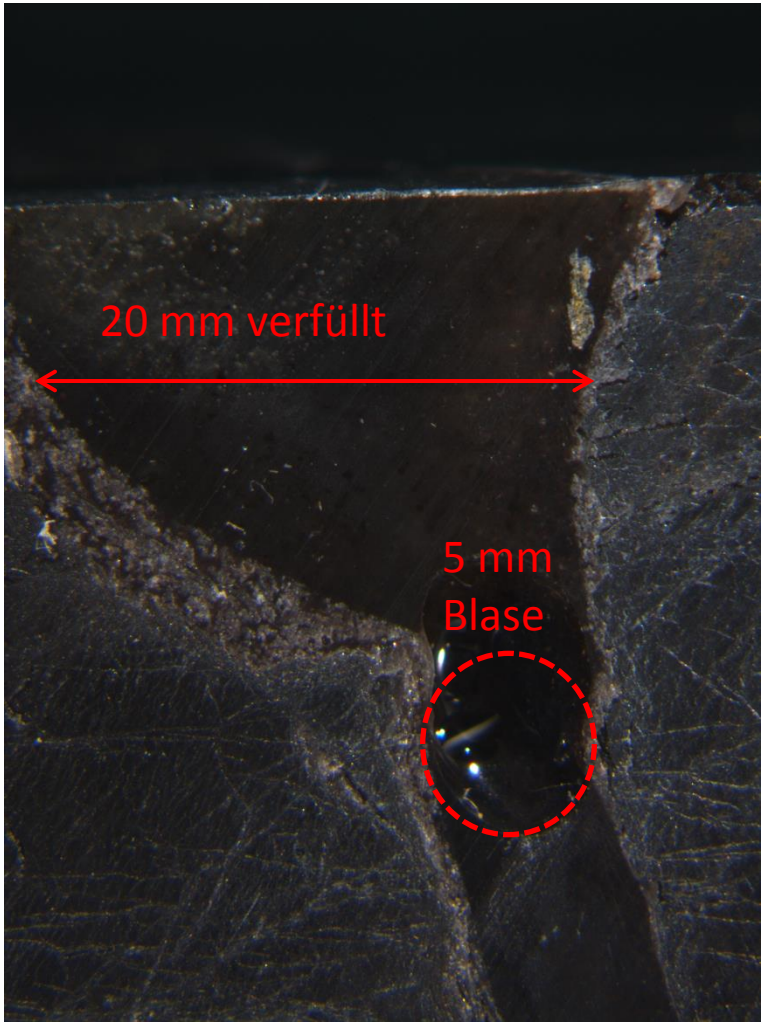




Wassertisch aus „Antique Brown“ [erste Rissbildungen nach dem Beheizen des Tisches]

50 mm großer Feldspat in
Harz eingeklebt





Was nützt der beste Naturstein, wenn die „Randbedingungen“ nicht stimmen!