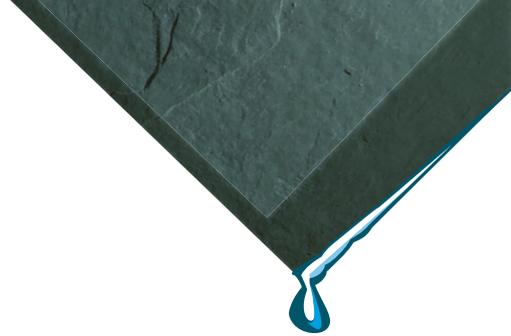


SCHWIMMBADWASSERRESISTENZ VON NATURSTEIN

BEOBSCHTUNGEN UND FOLGERUNGEN EINES LANGZEITTESTS





Diese Publikation wurde von der Technischen Kommission des Naturstein-Verbandes Schweiz NVS in Auftrag gegeben.

Sie bietet eine Fülle von Informationen über die Schwimmbadwasserresistenz von Naturstein.



Obwohl die Technische Kommission des NVS mit aller Sorgfalt auf die Richtigkeit der veröffentlichten Informationen achtet, kann hinsichtlich der inhaltlichen Richtigkeit, Genauigkeit, Aktualität, Zuverlässigkeit und Vollständigkeit dieser Informationen keine Gewährleistung übernommen werden. Ebenso wird jede Haftung für Schäden irgendwelcher Art, die sich durch die Anwendung dieser Publikation ergeben, abgelehnt.

Die in vorliegender Publikation dargelegten Ergebnisse und Bewertungen beziehen sich ausschliesslich auf die untersuchten Naturstein-Proben. Eine Verallge-



meinerung der Resultate ist nicht uneingeschränkt möglich.

Die Rechte auf Druck, Vervielfältigung und Verbreitung sowie Übersetzung der Publikation liegen beim NVS. Das Kopieren oder andere Arten der Reproduktion von Bildern, Text oder Textteilen aus dieser Publikation bedürfen der vorgängigen Genehmigung durch den NVS.

SCHWIMMBADWASSERRESISTENZ VON NATURSTEIN

BEOBACHTUNGEN UND FOLGERUNGEN EINES LANGZEITTESTS

AUSGANGSLAGE

Mit dem gegen Ende der 90er-Jahre einsetzenden Boom der Modernisierungen von Thermalbädern und der Neuerstellung von Wellnessanlagen ist Naturstein zunehmend als Beckenauskleidung verwendet worden. Wo früher hauptsächlich Keramik zum Einsatz kam, ist heute Naturstein, oft in grossen Formaten, das edle Belagsmaterial. Beckenauskleidungen aus Naturstein gab es natürlich schon vor dieser Zeit, aber nicht in diesen Mengen und auch nicht verbunden mit den heutigen Ansprüchen.

Zudem ist das Angebot an Natursteinsorten seit dieser Zeit stark angewachsen.

Der Wunsch nach Exklusivität bringt es mit sich, dass laufend mit Materialien gearbeitet werden muss, die neu sind – mit denen man keine Erfahrung hat.

Dies führte zu manch unangenehmer Überraschung.

Die Gesteine zeigten unter Wasser, typischerweise erst nach einiger Zeit, Erosions-, Lösungs- und Verfärbungserscheinungen, die nicht selten mühsame Schadenabhandlungen nach sich zogen.

Ein Natursteinanbieter, Planer oder Schwimmbadbauer konnte sich bezüglich der Schwimmbadwasserresistenz eines bestimmten Natursteins auch nicht zuverlässig via Materialprüfung absichern – ein aussagekräftiger Kurzzeittest, der sämtliche nachteiligen Veränderungen in nützlicher Frist abzubilden vermag, steht bis heute nicht zur Verfügung.

Aufgrund dieser unbefriedigenden Situation hat der Naturstein-Verband Schweiz NVS den hier dargelegten Langzeitversuch in Auftrag gegeben. www.nvs.ch

Ausgeführt und ausgewertet wurde der Versuch durch die Firma Materialtechnik am Bau AG in Schinznach-Dorf. www.mattec.ch

RAHMENBEDINGUNGEN DES VERSUCHS

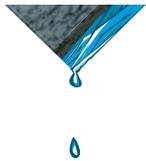
Der Langzeitversuch fand in einem Ausgleichsbecken eines öffentlichen Schwimmbades statt. Das Ausgleichsbecken fasst ein Volumen von ca. 5000 l und weist eine starke Durchströmung auf. Die Wassertemperatur liegt bei 29 °C und der pH-Wert schwankt zwischen 7.1 und 7.3. Die Wasseraufbereitungsanlage entspricht den schweizerischen Normvorgaben gemäss SIA 385 (Entkeimung auf Chlor-Ozon-Basis). Die lokale Wasserhärte (Gesamthärte) beträgt 14 °fH, d. h. das Wasser darf als weiches Wasser bezeichnet werden. Es ist keine Enthärtungsanlage im Einsatz.

Steinproben der häufigsten Gesteinsgruppen wurden während 14 Monaten im fraglichen Ausgleichsbecken gelagert. Insgesamt wurden 34 Gesteine und ein Muster eines kunstharzgebundenen Kunststeines geprüft (siehe Tabelle 1, Seite 4). Die Proben waren 10-30 mm

dick, hatten eine Grösse von 30x10 cm und waren, soweit für die Gesteinsart üblich, einseitig poliert. Die Proben lagen am Boden des Ausgleichsbeckens, mit der polierten Seite nach oben. Die Wassertiefe betrug ca. 1.6 m.

Nach 14 Monaten wurden die Proben aus dem Ausgleichsbecken entnommen.

An den Proben wurde nach Trocknung der Gewichtsverlust ermittelt. Dann wurden die Proben visuell von Auge und mittels Binokularlupe beurteilt und mit den Rückstellproben verglichen. Anschliessend wurden, zur genaueren petrographischen Bestimmung des Mineralbestandes der Gesteine, von ausgewählten Gesteinen Dünnschliffpräparate hergestellt und mikroskopisch untersucht. Die resistenten Mineralien sowie die Mineralien mit Zerfallserscheinungen sollten damit identifiziert werden.



ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Tabelle 2 auf Seite 8 zusammengefasst und in der Tabelle ab Seite 51 nach Gesteinsgruppen geordnet detailliert aufgeführt.

Auf den Seiten 16-50 sind die Steine zudem fotografisch dokumentiert. Ausgewählte Beobachtungen sind auf den Seiten 12-15 in den Fotos 1-12 abgebildet.

Nachfolgend werden die Ergebnisse nach Gesteinsgruppen zusammenfassend kommentiert.

GRANITE UND GNEISE

Granite und Gneise bestehen hauptsächlich aus Feldspat, Quarz und Glimmer, wobei verschiedene Feldspatarten sowie verschiedene Glimmerarten einzeln oder in Kombination auftreten. Viele Tessiner Gneise enthalten zwei Glimmerarten (Biotit und Muskovit, Foto 9).

Die Versuche haben klar gezeigt, dass der Quarz und auch die Feldspäte eine ausreichende Resistenz gegen das einwirkende Badewasser aufweisen. Der Quarz bleibt als chemisch sehr resistentes Mineral unverändert, inklusive Politur. Bei Feldspäten können geringfügige, anwendungsbezogen unbedeutende Politurverluste auftreten – ansonsten werden auch bei den Feldspäten keine Veränderungen festgestellt. Das einzige Mineral, welches leichte bis starke Zerfallserscheinungen zeigt, ist der dunkle Glimmer, der Biotit (Fotos 1-9).

Je höher der Biotitgehalt ist, desto massgebender zeichnen sich die Veränderungen an der Oberfläche der Proben ab. Allgemein wird bei den Graniten ein teilweises bis vollständiges Aussanden des Biotits festgestellt (Fotos 1-6).

Es entstehen Poren und Vertiefungen an der Plattenoberfläche. Feldspäte und Quarz werden bei den Graniten nur bei sehr hohem Biotitgehalt mit ausgebrochen (Nr. 32).

Bei den Gneisen zeigt sich ein vergleichbares Bild – je höher der Anteil an Dunkelglimmer, desto stärker das Aussanden der Oberflächen. Verläuft die Testfläche parallel zur Schieferung (Platten im Lager aufgesägt), dann ist das Absanden deutlich stärker bei den Gneisen (Foto 7).

Tabelle1: Liste geprüfter Materialien

Nr.	Handelsname	Gesteinsart	Oberfläche
1	Guber Hartsandstein	Grauwacke	poliert
2	Cresciano, gegen Lager	Gneis	poliert
3	Cresciano, im Lager	Gneis	poliert
4	Kieselkalk Blausee	Kalkstein	poliert
5	Onsernone, im Lager	Gneis	poliert
6	Bollinger Sandstein	Sandstein	geschliffen
7	San Bernardino Quarzit	Gneis	poliert
8	Andeer, gegen Lager	Granit	poliert
9	Andeer, im Lager	Granit	poliert
10	Onsernone, gegen Lager	Gneis	poliert
11	Iragna, gegen Lager	Gneis	poliert
20	Zodiak snow white	Kunststein	poliert
21	Carrara Bianco	Marmor	poliert
22	Jura Grau	Kalkstein	Feinschliff
23	Rosa Portogallo	Marmor	poliert
24	Thassos	Marmor	poliert
25	Botticino	Kalkstein	poliert
26	Jaddish	Schiefer, Tonschiefer	gespalten
27	Palissandro hell	Marmor	poliert
28	Pillarguri	Schiefer, Phyllit	gespalten
30	Porphy Trento	Porphy	geflammt
31	Virginia Mist	Norit	poliert
32	Nero Grapesa	Granit	poliert
33	Nero S. Marco	Norit	poliert
34	Nero Impala	Norit	poliert
35	Azul Noche	Granit	poliert
36	Rosa Sardo	Granit	poliert
37	Labrador hell	Labradorit	poliert
38	Royal Pink	Granit	poliert
39	Serizzo, im Lager	Gneis	poliert
40	Verde Marina	Granit	poliert
41	Cashmere White	Granit	poliert
42	Oppdal	Quarzit	gespalten
43	Nero Assoluto	Norit	poliert
44	Alta	Quarzit	gespalten

Bei Schnittichtung gegen das Lager ist das Aussanden ebenfalls deutlich zu erkennen, es werden aber kaum Feldspat- und Quarzkörner aus dem Gefüge gedrückt. Der Hellglimmer (Muskovit) sandet von sich aus nur geringfügig bis gar nicht aus. Ist der Glimmeranteil in einem Gestein hoch, dann kommt es zum Aussanden sämtlicher Mineralanteile – es lösen sich infolge des Aufquellens des Biotits auch der Hellglimmer und auch Feldspäte und Quarzkörner aus dem Kornverband – das Gestein sandet dann ganzflächig ab und hat Tendenz kontinuierlich weiter abzusanden (Foto 7).

Ist der Anteil an Dunkelglimmer klein, dann entstehen kleine Löcher in der polierten Oberfläche und der Prozess kommt tendenziell zum Stillstand (Foto 8).

Das Absanden des Biotits ist gemäss aktuellem Stand der Nachforschungen auf ein Aufquellen des Minerals zurückzuführen, d. h. auf eine Umwandlung von Biotit zu Hydrobiotit (Fotos 3-6).

Durch die Volumenzunahme wird das Mineral aus der Plattenoberfläche gedrückt – aufgrund der Geometrie der Vertiefungen kann geschlossen werden, dass dadurch keine hohen Drücke entstehen, d. h. der quellende Glimmer vermag ein intaktes Granitgefüge in der Regel nicht zu schädigen. Im Weiteren scheint der Effekt wenig abhängig von der Art der Wasserentkeimung zu sein – der Effekt stellt sich nach einiger Zeit auch unter normalem Trinkwasser ein. Wasserströmung über die Steinoberfläche und der Salzgehalt in Solebädern hingegen fördern den Zerfall stark. Im Weiteren ist unübersehbar, dass der Biotit nicht bei allen geprüften Gesteinen gleich stark aussandet – dies lässt darauf schliessen, dass naturgegeben Unterschiede in der Zusammensetzung und Feinstruktur des Glimmers vorliegen. Die wissenschaftliche Literatur zum Thema Glimmerverwitterung bestätigt dies. Biotit liegt in vielen Gesteinen in vorverwitterter Form vor, enthält in Wechsellagerung z. B. Vermiculit und wird weiter zu Tonmineralien abgebaut. Inwieweit diese in geologischen Zeiträumen stattfindenden Verwitterungsprozesse in Schwimmbädern ihre Entsprechung haben, ist bis jetzt ungeklärt. Handorgelartiges Aufblähen des Biotits kann an einzelnen Proben beobachtet werden (Fotos 4-6).

Daneben sind in Graniten und Gneisen auch Minerale vorhanden, die nur einen geringen Anteil des Gesamtgesteins darstellen. Diese spielen in der Regel keine massgebende Rolle im vorliegenden Zusammenhang. Wichtig sind hier lediglich eisenhaltige Erze wegen ihrer Tendenz zur Bildung von Verfärbungen. Bereits kleine Mengen von solchen Eisenverbindungen können massive Verfärbungen zur Folge haben. Mit steigender Wassertemperatur steigt das Risiko von solchen Verfärbungen.

NORITE UND LABRADORITE

Norite und Labradorite enthalten hauptsächlich Feldspäte, Pyroxen, Hornblenden und Erze. Diese Mineralien zeigen, abgesehen von leichten Politurverlusten, keine Veränderungen nach 14 Monaten Lagerung im Schwimmbad. Trotzdem zeigen der Nero Assoluto, der Nero San Marco und der Labrador kleine Oberflächen-

schäden in Form von Erhebungen (Nero San Marco) oder von Ausbrüchen (Nero Assoluto). Bei mikroskopischer Untersuchung am Dünnschliff zeigt sich, dass es sich auch hier um das Aussanden von Biotit handelt, welcher in kleinen Mengen im Gefüge dieser Gesteine ebenfalls vorkommt. Die restlichen Minerale in den fraglichen Gesteinen zeigen keine wahrnehmbaren Veränderungen. Interessant ist der Umstand, dass z. B. der Labrador viel Erz enthält, aber Rostverfärbungen gänzlich ausgeblieben sind.

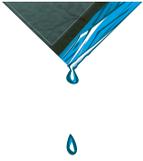
Neuere Erfahrungen zeigen, dass die Oxidation solcher Erze bei steigender Wassertemperatur auftreten kann.

PORPHYR

Der Porphyry aus dem Trentino liegt bezüglich seiner Zusammensetzung sehr nahe an einem Granit. Da der Anteil an Biotit sehr klein ist und die restlichen Minerale wie bei Granit keine Veränderungen zeigen, werden am Porphyry nach 14 Monaten Schwimmbadlagerung keine massgebenden Materialverluste und auch keine Verfärbungen festgestellt. Diese Beobachtung stimmt mit der bereits langjährigen, positiven Erfahrung mit diesem Gestein als Beckenauskleidung überein.

MARMORE UND KALKSTEINE

Kalksteine bestehen weit überwiegend aus Calcit, d. h. Calciumkarbonat. Daneben können in Kalksteinen Dolomit, SiHO_2 (als Quarz oder amorphe Kieselsäure), Tonmineralien, Eisenoxide, Pyrit und organische Substanzen vorhanden sein. In saurer Umgebung werden Kalke buchstäblich aufgelöst. Auch im neutralen pH-Bereich kommt es zu einer langsamen Lösung des Kalkes. Ein pH-Wert im leicht basischen Bereich stellt noch keinen absoluten Schutz für Kalksteine dar. Ist die Wasserhärte sehr tief, dann kann es trotzdem zu erheblicher Lösung des Kalks kommen. Massgebend ist der Calciumcarbonat-Sättigungsindex, welcher sich aus dem pH, der Säurekapazität und der Wasserhärte errechnet. Massgebend ist das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht im Beckenwasser (für Grundlagen siehe Fachliteratur). Besteht das Gleichgewicht, dann wird weder Kalk gelöst noch abgeschieden, d. h. eine Beckenauskleidung aus Kalkstein oder Marmor würde durch ein solches Wasser nicht angegriffen – soweit die Theorie. Dieses Gleichgewicht wird aber durch Enthärtungsanlagen, pH-Regulierungen (Säurezugabe) und auch Temperaturänderungen beeinflusst bzw. gestört. Sehr weiches Wasser ist von Natur aus kalklösend. Das Mischen von zwei unterschiedlich harten Wässern (z. B. Seewasser und Grundwasser), jedes für sich im Gleich-



gewicht, kann ebenfalls zu einer Störung des Gesamtgleichgewichts führen, d. h. das Wasser kann durch Kalkfällung trüb werden oder es resultiert überschüssige Kohlensäure, welche den Kalk angreifen kann. Wasserströmung, z. B. im Bereich der Beckenköpfe, wirkt stark lösungsfördernd. Schwimmbadwasseraufbereiter möchten ein klares Wasser und keine Kalkabscheidung – d. h. die Tendenz besteht, immer ein wenig in der Übersäuerung zu fahren, zum Nachteil des Steins. Die Wechselwirkungen sind insgesamt komplex, d. h. sollten, wenn Kalksteine und Marmore zum Einsatz kommen sollen, fallweise betrachtet werden. Im Kalk vorhandene weniger lösliche oder unlösliche Anteile bilden ein Relief und/oder sanden als Partikel ab. Angelöste Oberflächen werden oft sehr rau, ja sogar schleifpapierartig (Foto 11). Tonminerale quellen bei Wasserkontakt auf und können Schuppenbildungen verursachen.

Ist der Kalk mergelig, d. h. deutlich tonhaltig, dann zerfällt das Material unter Wasser mit der Zeit vollständig. Solche Kalke sind in der Regel nicht im Handel – lokale, mergelige Einlagerungen können aber bei handelsüblichen Kalken vorkommen.

Unter den Marmoren gibt es sowohl calcitische wie auch dolomitische Sorten. Dolomit ist ebenfalls ein Karbonat, enthält aber im Gegensatz zu Calcit neben Calcium auch Magnesium. Dolomit ist weniger säureempfindlich als Calcit und zeigt darum auch weniger Anlösung durch pH-neutrales Schwimmbadwasser (Foto 12).

Calcitische Marmore verhalten sich gleich wie Kalksteine. Sind die Kalksteine oder Marmore hochrein (>99 % Calciumcarbonat) und homogen im Gefüge, dann ist auch der Abtrag durch Lösung ebenmässig und es werden kaum trübende Partikel ans Badewasser abgegeben, d. h. das Beckenwasser bleibt klar und es bilden sich keine Ablagerungen.

Die Abtragrate infolge Lösung lag im vorliegenden Schwimmbad bei ca. 0.2 mm/Jahr für Kalksteine und calcitische Marmore. Dolomitischer Marmor zeigte nur einen sehr geringen Abtrag (<0.05 mm/Jahr).

Die Veränderungen der Steinoberflächen schwanken dabei von leicht bis sehr stark. Neben dem Abtrag und Rauwerden der Oberflächen durch Lösung können auch bei Kalksteinen und Marmoren deutliche Verfärbungen auftreten (siehe Nr. 4).

SANDSTEINE

Sandsteine sind, wie der Name sagt, Steine aus Sand. Da für die Badewasserbeständigkeit eines Gesteins seine Zusammensetzung massgebend ist, ist die Beständigkeit von Sandsteinen von der Art der Körner und der Kornbindung abhängig. Silikatisch gebundene Quarzsandsteine dürften eine sehr hohe Resistenz aufweisen, während kalkführende Sandsteine wie Kalke und Marmore angelöst werden. Bei den beiden hier geprüften Gesteinen handelt es sich um einen porösen Arkosesandstein mit kalkig-toniger Kornbindung (Bollinger Sandstein) und um eine sehr kompakte, hochfeste Grauwacke mit erheblichem Anteil an kalkigen Gesteinsfragmenten. Der Umstand, dass der hier geprüfte Bollinger Sandstein intakt geblieben ist zeigt, dass die Kornbindung dieses Gesteins nicht allein auf Calcit beruht. Der viel festere Guber Hartsandstein hingegen zeigt eine deutliche Anlösung der Oberfläche und eine deutliche Verfärbung von grau nach braun (Foto 10). Beide hier geprüften Gesteine sind für Beckenauskleidungen als wenig geeignet zu bezeichnen – der Bollinger Sandstein wegen seiner hohen Porosität und der Guber Hartsandstein wegen seines hohen Kalkgehaltes und der erheblichen Verfärbungstendenz.

QUARZITE

Quarzite sind aus rein materialtechnischer Sicht, wenn die Porosität gering ist, die idealen Gesteine für Beckenauskleidungen. Geprüft wurden hier zwei glimmerführende Quarzite aus Skandinavien. Der Glimmer (Hellglimmer) ist parallel eingeregelt und gibt den Gesteinen eine gute Spaltbarkeit. Es werden nach 14 Monaten Beckenlagerung keine messbaren Absandungen festgestellt – auch Verfärbungen haben sich nicht eingestellt. Die beiden Gesteine haben sich wie erwartet als sehr resistent erwiesen.

SCHIEFER

Der Begriff Schiefer sagt, dass ein Material feinkörnig, parallel texturiert und in dünne Platten spaltbar ist – der Begriff sagt nichts über die Gesteinszusammensetzung. Folglich sind von Schiefen sehr unterschiedliche Testresultate zu erwarten. Bei den beiden hier geprüften Gesteinen handelt es sich um einen kalkfreien Tonschiefer und um einen Phyllit. Der Tonschiefer hat den Test erstaunlich gut überstanden – es wird nur eine leichte Verfärbung festgestellt. Der Phyllit hingegen, welcher als frostbeständiges, auch für Aussenanwendungen geeignetes Material bekannt ist, zeigt starkes Aussanden, wie die glimmerreichen Tessiner Gneise. Grund dafür ist ein hoher Biotitgehalt. Das Gestein

zerfällt wegen des sehr hohen Glimmergehaltes in exponierten Bereichen eines Beckens in relativ kurzer Zeit vollständig.

KUNSTSTEIN (Quarkomposit)

Die hier mitgeprüfte Kunststeinsorte stellt ein Ersatzmaterial für Naturstein (Marmor) in Schwimmbecken dar und ist darum von allgemeinem Interesse. Die Produktauswahl erfolgte rein zufällig. Das Material hat die 14 Monate Beckenlagerung sehr gut überstanden – es wird lediglich eine ganz leichte Vergilbung festgestellt – unter Wasser dürfte der Effekt kaum wahrnehmbar sein. Da als Zuschlagstoff in den Kunststeinen der vorliegenden Art vor allem Quarz verwendet wird, bringen diese Materialien gute Voraussetzungen mit. Bei stark pigmentierten Sorten ist bezüglich Farbechtheit unter Wasser Vorsicht geboten. Zudem darf nicht vorausgesetzt werden, dass das Kunststoffbindemittel bei allen Quarkompositmaterialien dasselbe ist und dieselbe Beständigkeit aufweist wie beim geprüften Produkt.

ZERFALLSMECHANISMEN

Die Versuche haben gezeigt, dass folgende Erscheinungen grundsätzlich unterschieden werden können:

MATERIALVERLUSTE DURCH ZERFALL

(Aussanden einzelner Körner)

Bei diesem Vorgang werden einzelne Minerale durch den Badewasserkontakt stark angegriffen, lockern ihren Verbund im Gefüge und sanden schliesslich als Kornfragmente ab. Betroffen von dieser Zerfallsart ist der Dunkelglimmer, d. h. der Biotit. Die anderen Glimmerarten sind offensichtlich sehr viel weniger empfindlich. Weitere, mineralselektiv aussandende Komponenten wurden in den hier ausgeführten Prüfungen nicht gefunden. Die Masseverluste nach 14 Monaten sind meist eher gering, da nur ein Teil der Oberfläche aussandet und das Phänomen oberflächlich bleibt. Bei glimmerreichen Gesteinen werden bis zu 1.5 % erreicht.

MATERIALVERLUSTE DURCH VERLUST

DES KORNBUNDES (Aussanden aller Bestandteile)

Denkbar, aber innerhalb dieser Untersuchung nicht beobachtet, wäre das Aussanden einzelner Körner durch Lösung des Gesteinsbindemittels (z. B. bei kalkgebundenen Quarzsandsteinen). Innerhalb dieser Un-

tersuchung beobachtet wurde der Verlust des Kornverbundes durch das Aufquellen des Dunkelglimmers, bei gleichzeitig hohem Gesamtglimmergehalt bei Gneisen und phyllitischen Schiefern, in der Regel auf Schnittflächen parallel zur Schieferung (Nr. 5; 7; 39). Granite mit sehr hohem Glimmergehalt zeigen diese Erscheinung nur ansatzweise (Nr. 32).

Die Masseverluste erreichen nach 14 Monaten bis zu 2.7 %.

ABTRAG DURCH LÖSUNG

Abtrag durch Lösung betrifft aufgrund der Löslichkeit von Calcit alle Kalksteine und Marmore sowie Sandsteine mit merklichem Kalkgehalt. Die Intensität ist abhängig von der Wasserchemie, der Wassertemperatur, von der Strömungsgeschwindigkeit und auch ein wenig vom Gestein. Die Masseverluste bezogen auf 1 cm dicke Platten betragen bis zu 5 %.

VERFÄRBUNGEN (Materialumwandlungen)

Rostartige Verfärbungen können bei allen Gesteinsgruppen auftreten, da die dafür verantwortlichen Gesteinsbestandteile in allen Gesteinsgruppen vorhanden sein können. Andere, schwache Verfärbungen spielen unter Wasser kaum eine Rolle, da sie bei gefülltem Pool kaum sichtbar sind. Aus dem Gestein generierte Verfärbungen, welche nicht mit eisenhaltigen Bestandteilen zusammenhängen, sind sehr selten. Bekannt ist beispielsweise der vollständige Farbverlust des blauen Sodaliths Azul Bahia.



In der nachfolgenden Tabelle 2 werden die Erscheinungen nach Gesteinsgruppen sortiert beurteilt. Mit dem Farbcode wird die Eignung aufgrund der Summe der Erscheinungen beurteilt, wobei man vor allem in der mittleren Kategorie (bedingt geeignet) unterschiedlicher Meinung sein kann. So ist die Beurteilung der Verfärbungsgefahr immer etwas unsicher – Cashmere White z. B. kann gelegentlich stark zum Rosten tendieren. Die nachfolgende Tabelle gilt somit nicht uneingeschränkt.

Tabelle 2: Zusammenfassung Ergebnisse der Untersuchungen

Nr.	Handelsname	Gesteinsart	Aussanden Biotit	Aussanden aller Bestandteile	Abtrag durch Lösung	raue oder porige Oberfläche	Verfärbung Rost	Gewichtsverlust bei Plattendicke 10 mm (%)
40	Verde Marina	Granit	●●	—	—	●	—	0.04
41	Cashmere White	Granit	—	—	—	—	—	0.04
38	Royal Pink	Granit	—	—	—	—	●●●	<0.01
35	Azul Noche	Granit	●●	—	—	●	●	0.05
36	Rosa Sardo	Granit	●●	—	—	●	—	0.17
32	Nero Grapesa	Granit	●●●	●	—	●●●	●	2.77
8	Andeer, gegen Lager	Granit	—	—	—	—	●	<0.01
9	Andeer, im Lager	Granit	—	—	—	—	●	<0.01
5	Onsernone, im Lager	Gneis	●●●	●●	—	●●●	—	0.77
10	Onsernone, gegen Lager	Gneis	●●	—	—	●●	—	0.24
39	Serizzo, im Lager	Gneis	●●	●	—	●●	—	0.38
2	Cresciano, gegen Lager	Gneis	●	—	—	—	—	<0.01
3	Cresciano, im Lager	Gneis	●●	●	—	●●	—	<0.01
11	Iragna, gegen Lager	Gneis	○	—	—	—	—	<0.01
7	S. Bernardino Quarzit	Gneis	●●●	●●	—	●●●	●	0.50
6	Bollinger Sandstein	Sandstein	—	—	—	—	●●	0.11
1	Guber Hartsandstein	Grauwacke	—	—	●●	●●	●●	1.78-2.57
4	Kieselkalk Blausee	Kalkstein	—	—	●●	●●	●●●	2.63
22	Jura Grau	Kalkstein	—	—	●●	●	—	4.09
25	Botticino	Kalkstein	—	—	●●	●●●	—	4.92
21	Carrara Bianco	Marmor	—	—	●●	●	—	2.61
23	Rosa Portugallo	Marmor	—	—	●●	●●	—	3.71
24	Thassos	Marmor	—	—	●	●	—	1.24
27	Palissandro hell	Marmor	—	—	●●	●●	●	4.85
30	Porphy Trento	Porphy	—	—	—	—	—	<0.01
31	Virginia Mist	Norit	—	—	—	—	—	<0.01
43	Nero Assoluto	Norit	○	—	—	○	—	<0.01
33	Nero S. Marco	Norit	○	—	—	○	—	<0.01
34	Nero Impala	Norit	—	—	—	—	—	<0.01
37	Labrador hell	Labradorit	—	—	—	—	—	<0.01
44	Alta	Quarzit	—	—	—	—	—	<0.01
42	Oppdal	Quarzit	—	—	—	—	—	<0.01
26	Jaddish	Schiefer, Tonschiefer	—	—	—	—	●	<0.01
28	Pillarguri	Schiefer, Phyllit	●●	●●	—	●●	—	1.51
20	Zodiaq snow white	Kunststein	—	—	—	—	—	<0.01

Legende: — kein ○ sehr schwach, sehr wenig ● schwach, wenig ●● deutlich ●●● stark

Farbcode Eignung: geeignet (hellblau) bedingt geeignet (dunkelblau) nicht geeignet (rot)

FAZIT: AUSWAHL VON NATURSTEIN FÜR BECKEN-AUSKLEIDUNGEN

Die Versuche haben gezeigt, dass nach gut einem Jahr an der Mehrzahl der geprüften Gesteine leichte Veränderungen bis zu deutlichen Zerfallerscheinungen registriert werden. Die mit diesen Erscheinungen zusammenhängenden Gesteinsmerkmale konnten mit ausreichender Sicherheit bestimmt werden.

Ein Langzeittest von ca. einem Jahr bringt einige Sicherheit in der Beurteilung der Schwimmbadwasserresistenz eines Gesteins, ist aber wegen des grossen Zeitbedarfs nicht praxisingerecht.

Kombiniert man die allgemeinen Erfahrungen mit den Ergebnissen des Langzeitversuchs lassen sich aber Anforderungen zur Gesteinswahl formulieren. Diese sind:

- geringe Porosität (<1.5 Vol. %)
- Gneise meiden; wenn doch, dann nur gegen Lager gesägt verwenden
- Granite oder Gneise mit einem Dunkelglimmeranteil von >3 % meiden
- Schiefer mit einem Glimmeranteil (Hell- und Dunkelglimmer) von >10 % meiden
- Kalksteine und calcitische Marmore meiden
- Gesteine mit tonigen oder mergeligen Einlagerungen meiden
- Gesteine mit Tendenz zu starken Verfärbungen meiden

Werden diese Kriterien berücksichtigt, bestehen gute Voraussetzungen für eine Verwendung als Beckenauskleidung.

Wenn ein Gestein die Kriterien nicht vollständig erfüllt, ist seine Verwendbarkeit nicht definitiv ausgeschlossen. Eine eingehende Prüfung ist dann aber auf jeden Fall erforderlich.

Ob sich ein Gestein unter Wasser verfärbt, ist nicht einfach feststellbar – eine europäische Prüfnorm zur An-

fälligkeit auf Rostbildung existiert (EN 16140). Für Beckenauskleidungen sind ausser bei sehr hellen Gesteinen nur starke Verfärbungen massgebend – leichte Verfärbungen werden bei gefülltem Pool kaum wahrgenommen.

Zu berücksichtigen sind zudem mögliche Quellbewegungen des Materials bei der Verlegung bzw. unter Dauernässe bei gefülltem Pool. Hierzu können Daten von Herstellern von Plattenklebern konsultiert werden.

Die oben aufgeführten Angaben machen es möglich, viele Gesteine als problematisch bzw. ungeeignet auszusondern, bereits in der Vorauswahlphase, ohne eingehende Untersuchungen. Dies ist im Planungsprozess nützlich. Hat das Gestein diese erste Hürde genommen, dann muss es petrographisch mittels Dünnschliff untersucht werden. Zusammen mit der allgemeinen Erfahrung, einigen Tests mit scharfen Chemikalien und weiteren physikalischen Versuchen ist es dann in vielen Fällen möglich, ein Gestein in nützlicher Frist als tauglich oder untauglich zu qualifizieren. Bei Unsicherheiten oder einem sehr grossen Interesse, ein eher kritisches Gestein doch zu verwenden, bleibt ein Langzeittest zur Bestimmung einer allfälligen Eignung die sicherste Lösung.



Leider reduziert sich die Auswahl der verwendbaren Gesteine durch die genannten Kriterien und Tests massiv. In öffentlichen Bädern ist es trotzdem empfehlenswert, die genannten Vorgaben einzuhalten und mit dieser Reduktion der Auswahl zu leben. Dem Wunsch, dass im Becken das gleiche Material wie in den restlichen Bereichen eingesetzt werden soll, kann häufig nicht entsprochen werden. Ist ein Gestein für die allgemeinen Bereiche (Böden, Wände etc.) bereits definitiv bestimmt worden und muss dieses Gestein für Beckenauskleidungen als nicht geeignet qualifiziert werden, dann muss für die Becken auf andere Materialien ausgewichen werden (anderes Gestein, Chromstahl, Keramik, Kunststein etc.).

Im privaten Umfeld können auch Gesteine verwendet werden, die nicht alle Anforderungen vollständig erfüllen. Die Verwendung von calcitischen Marmoren und kompakten Kalksteinen ist nicht rundweg unmöglich – viele ältere Bäder, zurückgehend bis in die 50er-Jahre, zeigen dies. Optimierungen der Wasseraufbereitungsanlage und Anpassungen der Wasserchemie verbessern die Anwendbarkeit von Kalksteinen und Marmoren. Allerdings muss der Bauherr auf mögliche Nachteile aufmerksam gemacht werden, wenn solche Gesteine eingesetzt werden. Für den Verleger ist es ratsam, sich die Zustimmung des Bauherrn schriftlich bestätigen zu lassen. Auf aussandende Gesteine ist auch im Privatbereich wegen der Erhöhung der Porosität der Plattenoberflächen (Reinigungsfreundlichkeit, Algen- und Pilzbefall) besser zu verzichten. Gesteine mit einer Porosität von über 1.5 Vol. % werden auch in Privatbereichen besser nicht verwendet, da mit zunehmender Porosität der Unterhalt erschwert wird (Algen- und Pilzbefall).

FOTOGRAFISCHE DOKUMENTATION NATURSTEIN PROBEN

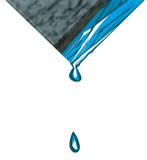
FOTOGRAFISCHE DOKUMENTATION

Nachfolgend sind ausgewählte Beobachtungen in den Fotos 1-12 (Seiten 12-15) abgebildet.

NATURSTEIN PROBEN

Auf den Seiten 16-50 sind die 35 untersuchten Naturstein-Proben vor und nach dem 14-monatigen Versuch abgebildet.

In der oberen Bildhälfte in einer Aufnahme mit Auflicht; in der unteren Bildhälfte in einer Aufnahme mit Streiflicht.



FOTOGRAFISCHE DOKUMENTATION

Bildbreite reell: 8 mm

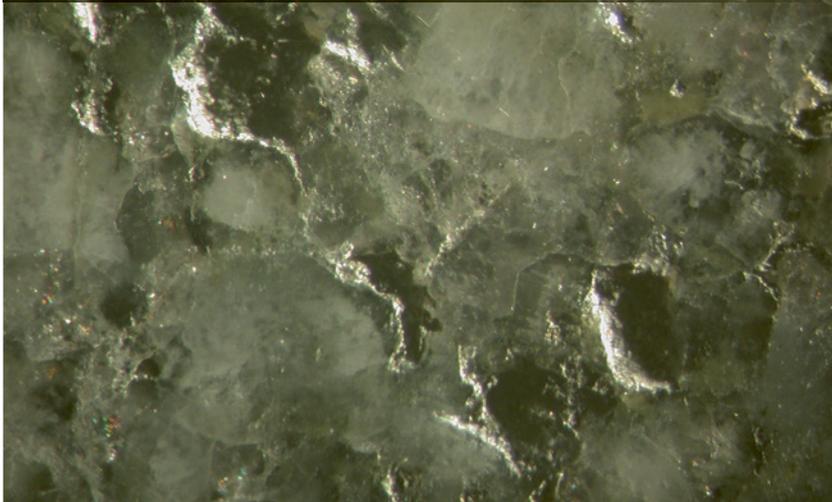


Foto 1/Probe Nr. 40

GRANIT VERDE MARINA

vollständiges Auswittern des Biotits

Bildbreite reell: 3 mm

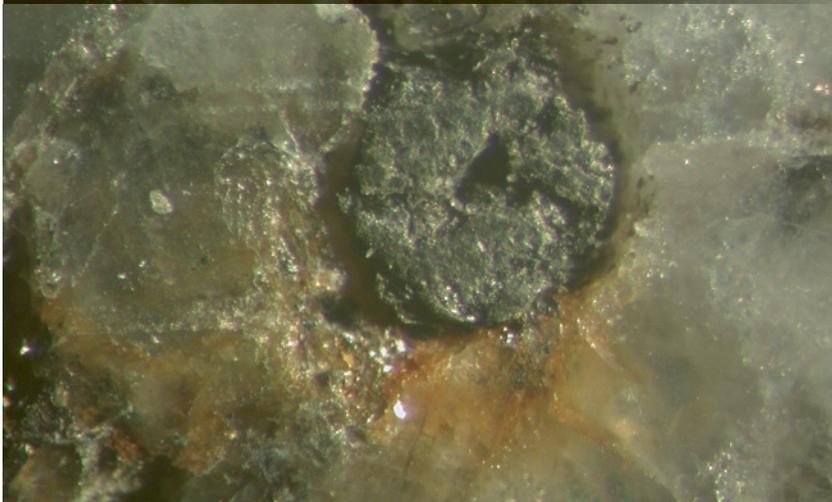


Foto 2/Probe Nr. 32

GRANIT NERO GRAPESA

Auswittern des Biotits vom Rand nach innen; Aufquellen und zusätzlich Rostverfärbung

Bildbreite reell: 8 mm

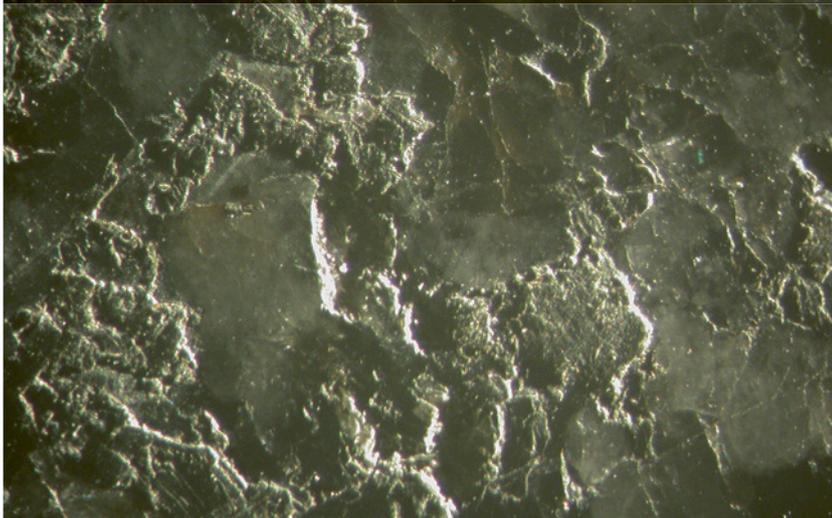


Foto 3/Probe Nr. 35

GRANIT AZUL NOCHE

beginnendes Auswittern des Biotits, der meiste Biotit ist lediglich leicht aufgequollen

FOTOGRAFISCHE DOKUMENTATION

Bildbreite reell: 3 mm

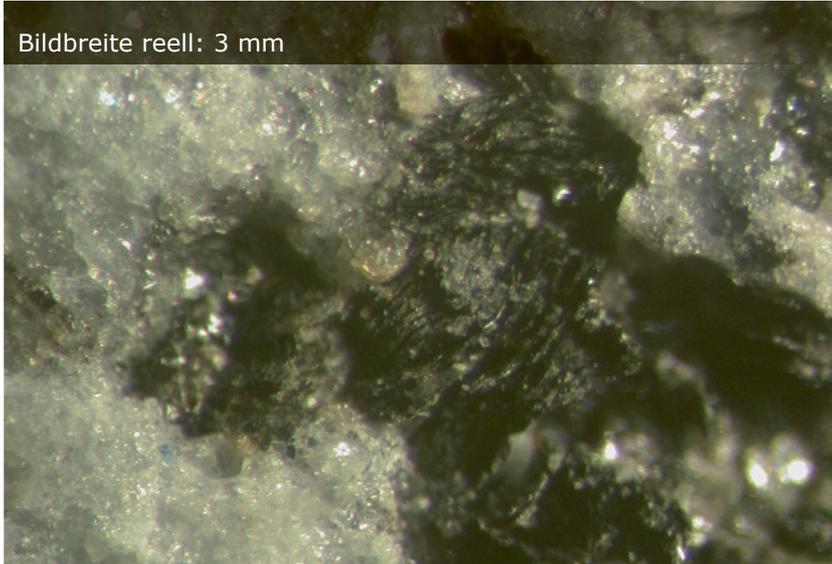


Foto 4/Probe Nr. 32

GRANIT NERO GRAPESA

handorgelartiges Aufquellen des Biotits

Bildbreite reell: 0.6 mm

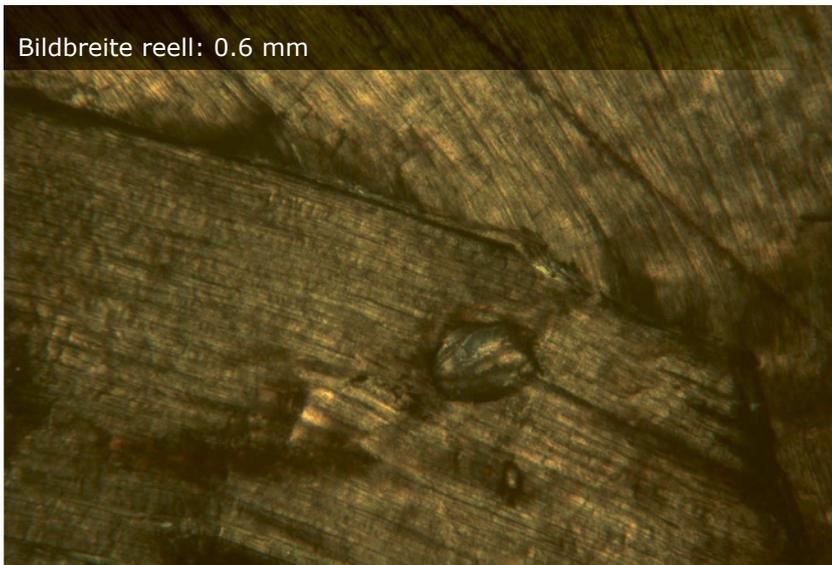


Foto 5/Probe Nr. 35

GRANIT AZUL NOCHE

Dünnschliffaufnahme, polarisiert:
blättrige Struktur des Biotits

Bildbreite reell: 0.6 mm

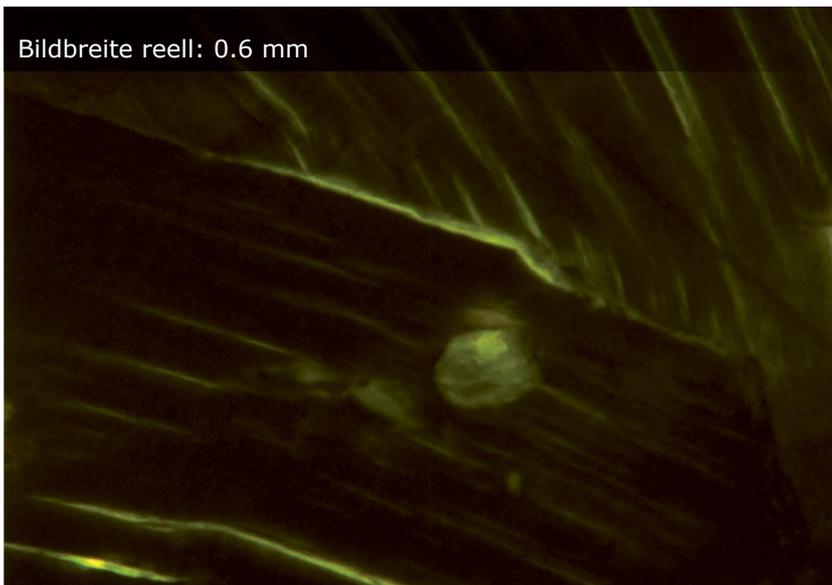


Foto 6/Probe Nr. 35

GRANIT AZUL NOCHE

Dünnschliffaufnahme, gleicher Ausschnitt
wie Foto 5, UV-Fluoreszenzaufnahme:
Biotit blättert im Mikrobereich auf:
blättrige Struktur



FOTOGRAFISCHE DOKUMENTATION

Bildbreite reell: 17 mm



Foto 7/Probe Nr. 5
GNEIS ONSERNONE, IM LAGER

allg. Ausbrechen des Biotits; Quarz und Feldspat werden mit abgewittert

Bildbreite reell: 5 mm



Foto 8/Probe Nr. 10
GNEIS ONSERNONE, GEGEN LAGER

Ausbrechen des Biotits, ohne Quarz und Feldspat

Bildbreite reell: 5 mm

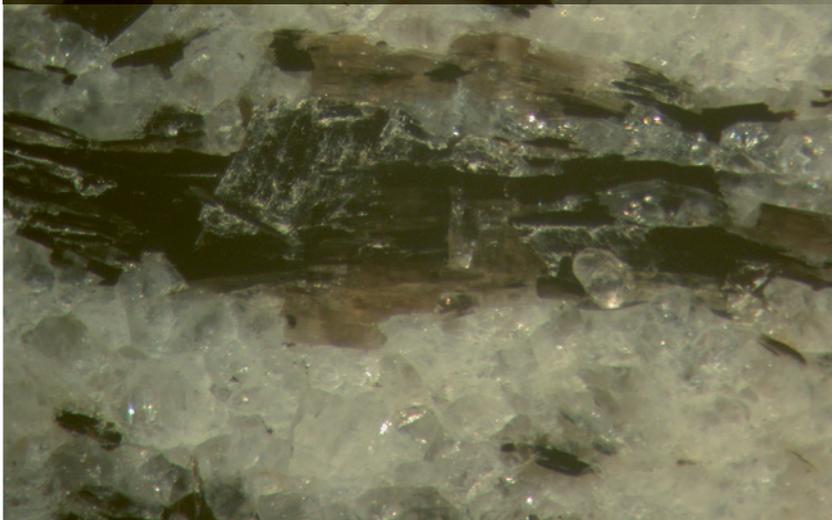


Foto 9/Probe Nr. 11
GNEIS IRAGNA, GEGEN LAGER
(Zweiglimmergneis)

teilweises, leichtes Aufquellen des Biotits;
Muskovit bleibt unverändert

FOTOGRAFISCHE DOKUMENTATION

Bildbreite reell: 18 mm



Foto 10/Probe Nr. 1

GRAUWACKE GUBER HARTSANDSTEIN

oben: polierte Oberfläche,
Referenzmuster, Farbe Grau

unten: angegriffene Oberfläche nach
14 Monaten Wasserlagerung;
Kalkanteile ausgelöst und braun verfärbt

Bildbreite reell: 3 mm

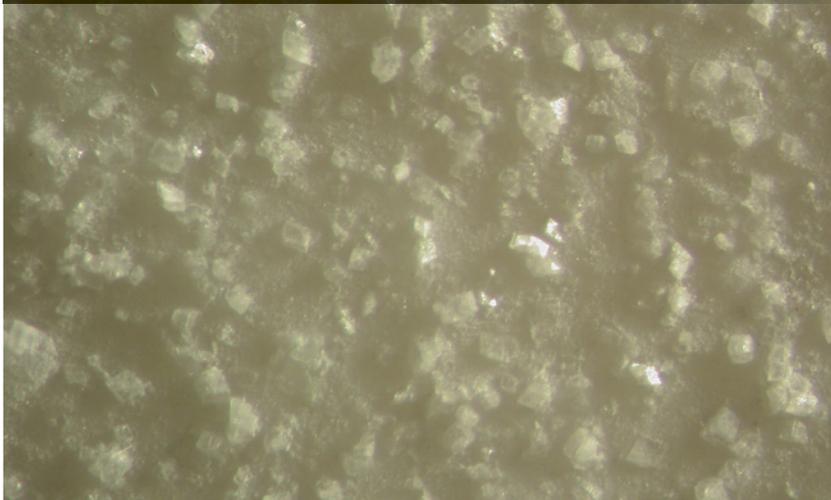


Foto 11/Probe Nr. 25

KALKSTEIN BOTTICINO

angelöste, stark raue Oberfläche;
Dolomitkristalle werden kaum gelöst und
bilden ein Relief, rau wie Schleifpapier

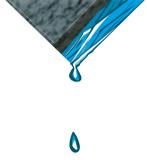
Bildbreite reell: 18 mm



Foto 12/Probe Nr. 24

MARMOR THASSOS

nur geringe Anlösung entlang den Korn-
grenzen; Oberfläche bleibt relativ eben



GUBER HARTSANDSTEIN

Probe Nr.1

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

Bild mit Auflicht



Bild mit Streiflicht



CRESCIANO, GEGEN LAGER

Probe Nr.2

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung





CRESCIANO, IM LAGER

Probe Nr.3

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

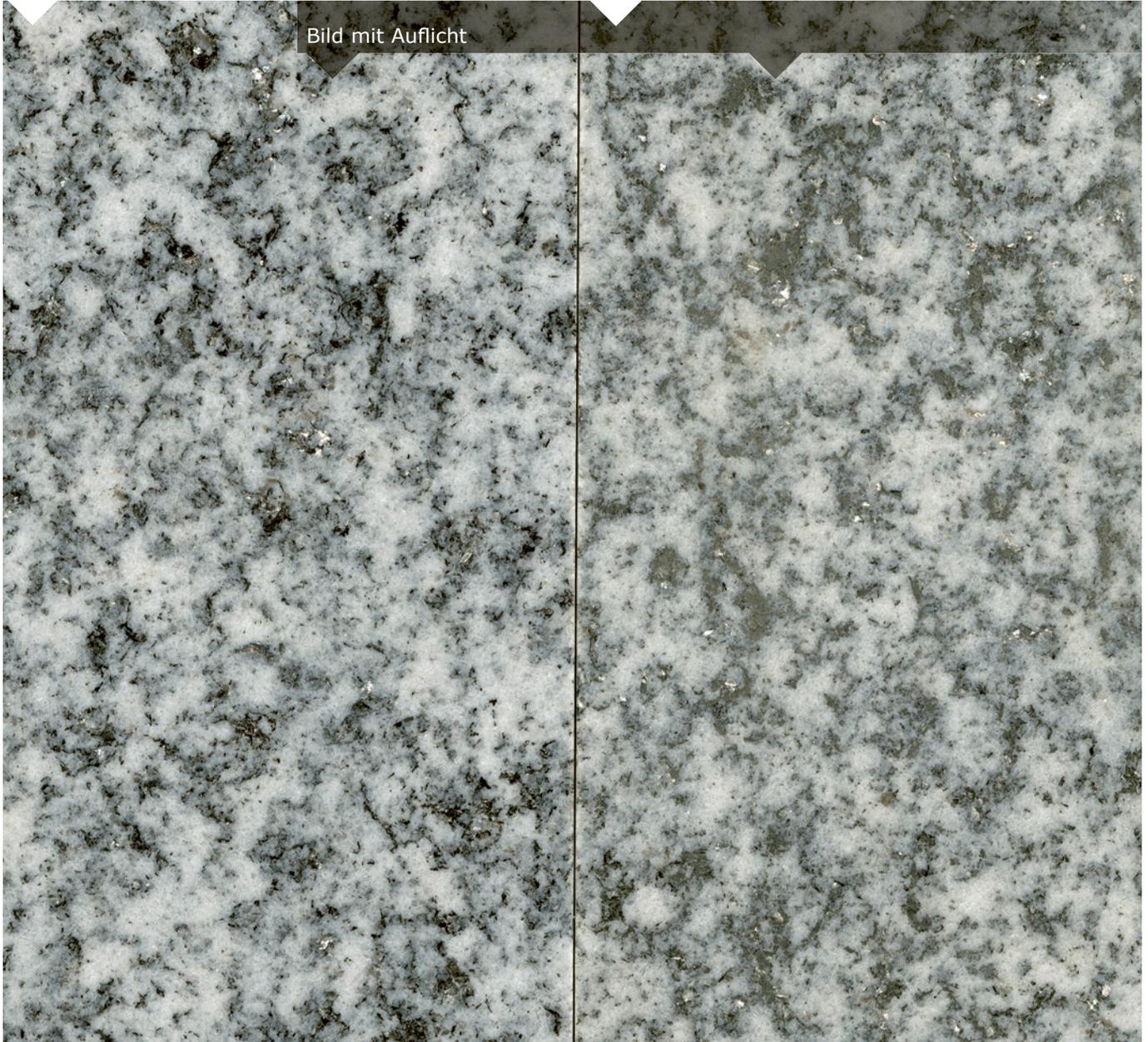


Bild mit Auflicht



Bild mit Streiflicht

KIESELKALK BLAUSEE

Probe Nr.4

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

Bild mit Auflicht

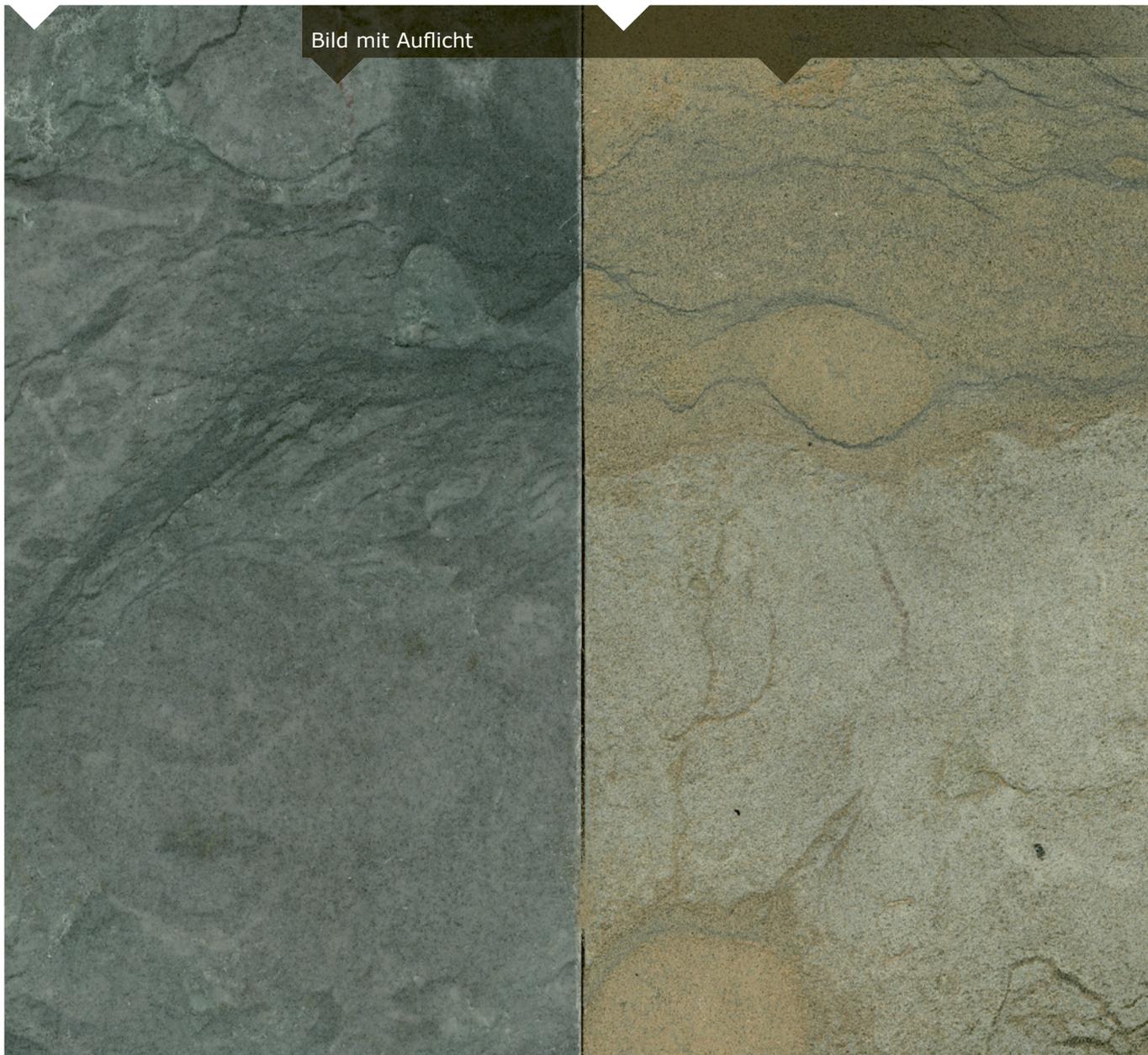


Bild mit Streiflicht





ONSERNONE, IM LAGER

Probe Nr.5

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

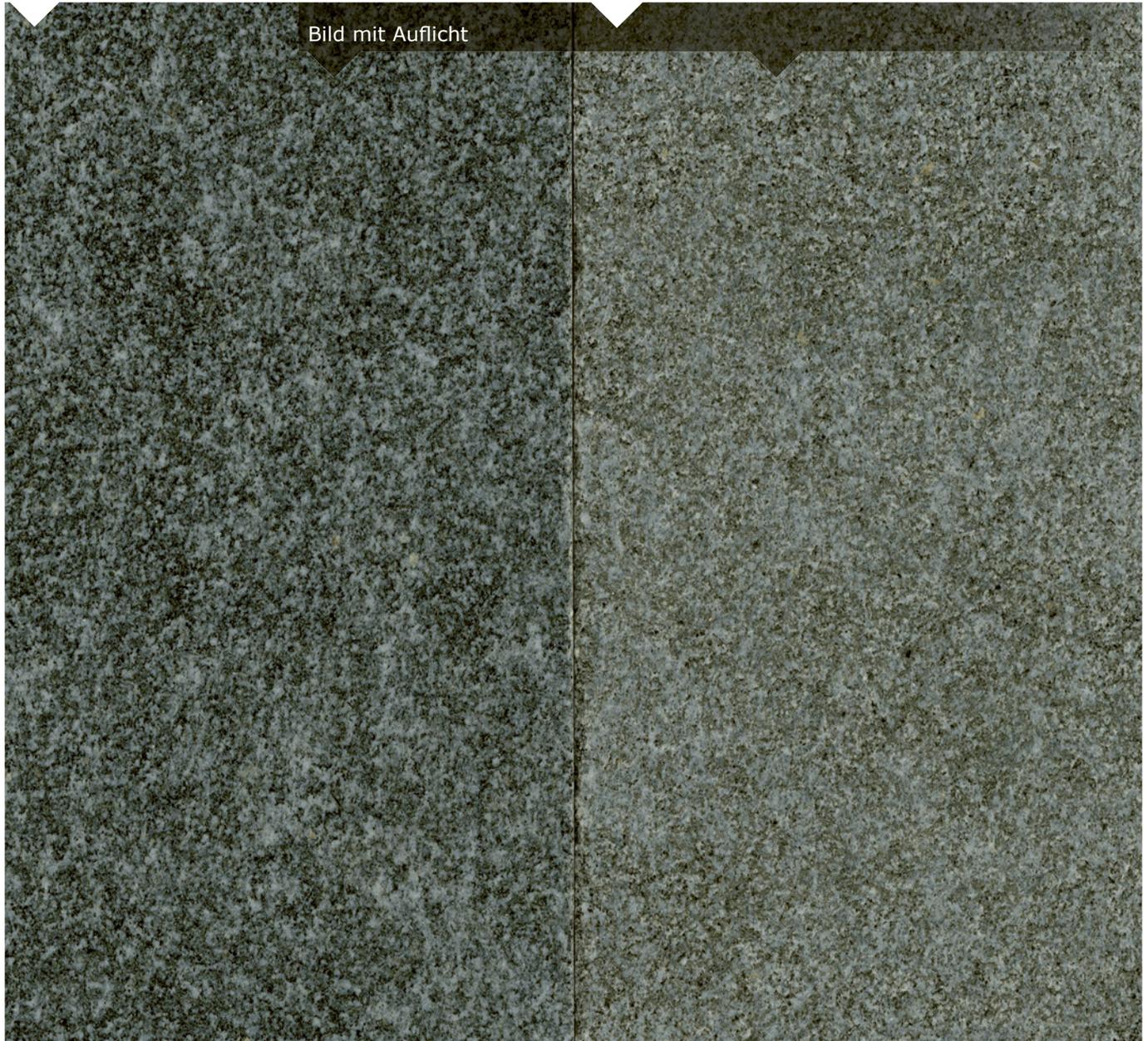


Bild mit Streiflicht



BOLLINGER SANDSTEIN

Probe Nr. 6

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

Bild mit Auflicht



Bild mit Streiflicht





SAN BERNARDINO, GNEIS

Probe Nr.7

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung



Bild mit Auflicht



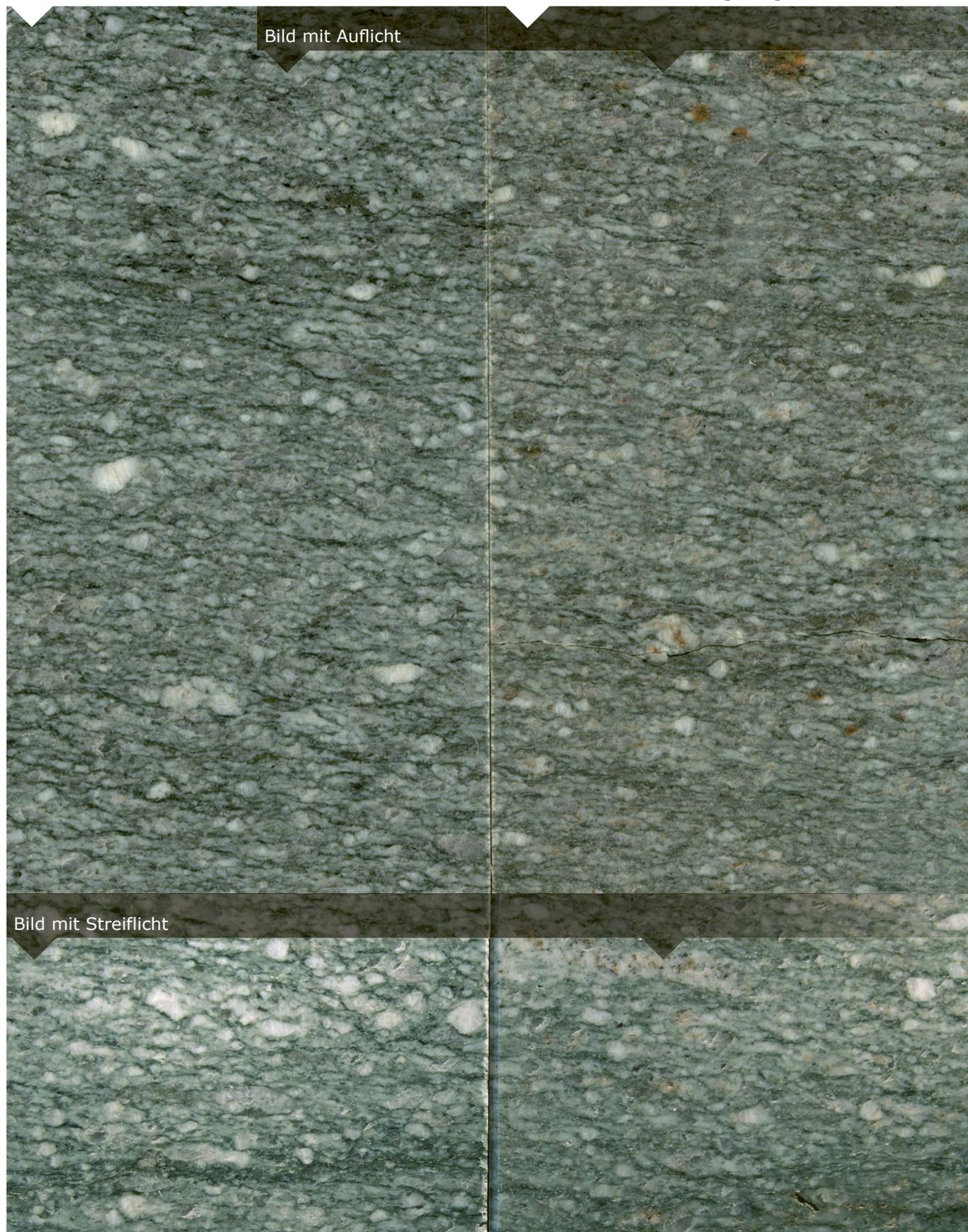
Bild mit Streiflicht

ANDEER, GEGEN LAGER

Probe Nr.8

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung





ANDEER, IM LAGER

Probe Nr.9

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

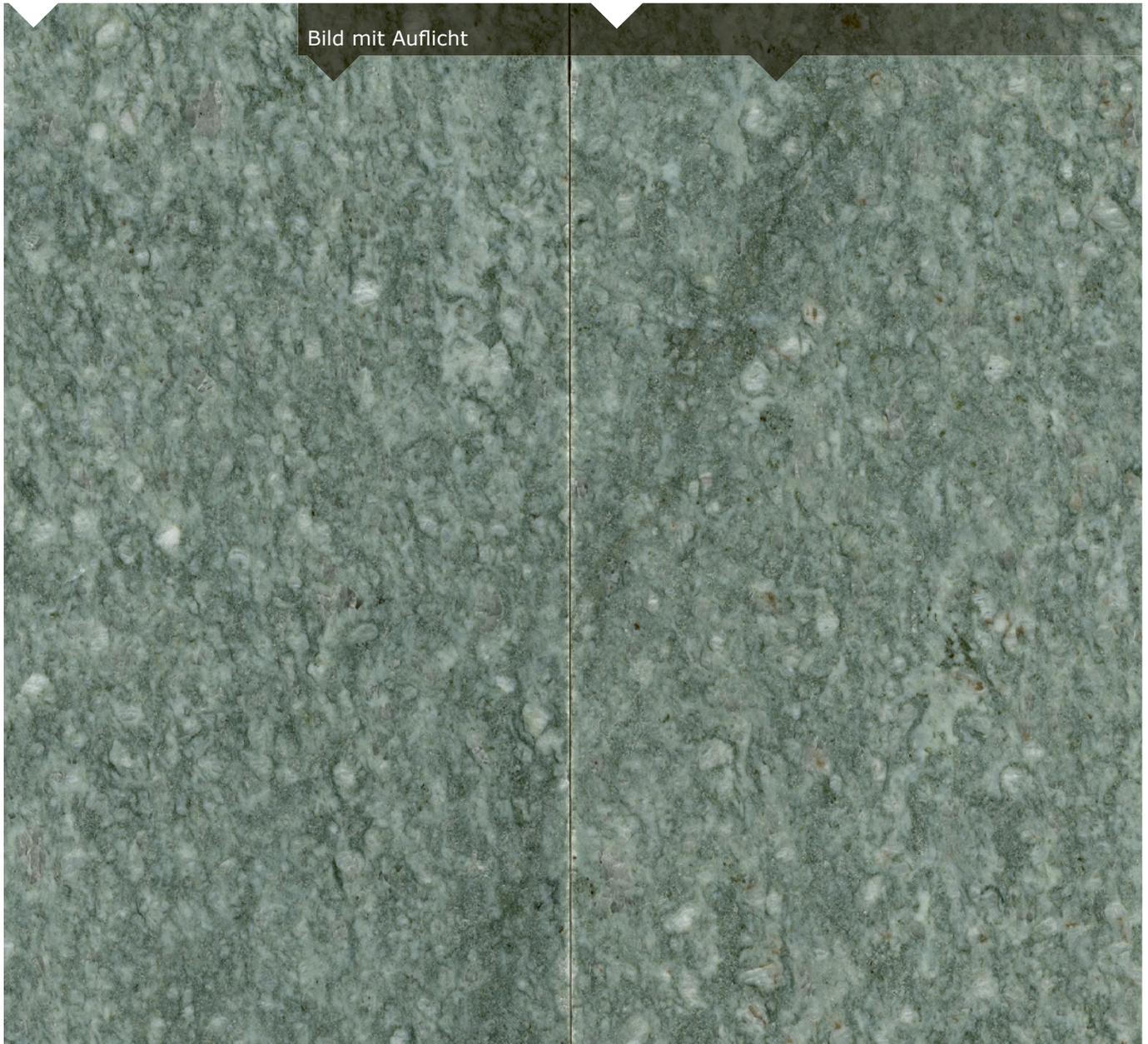


Bild mit Auflicht



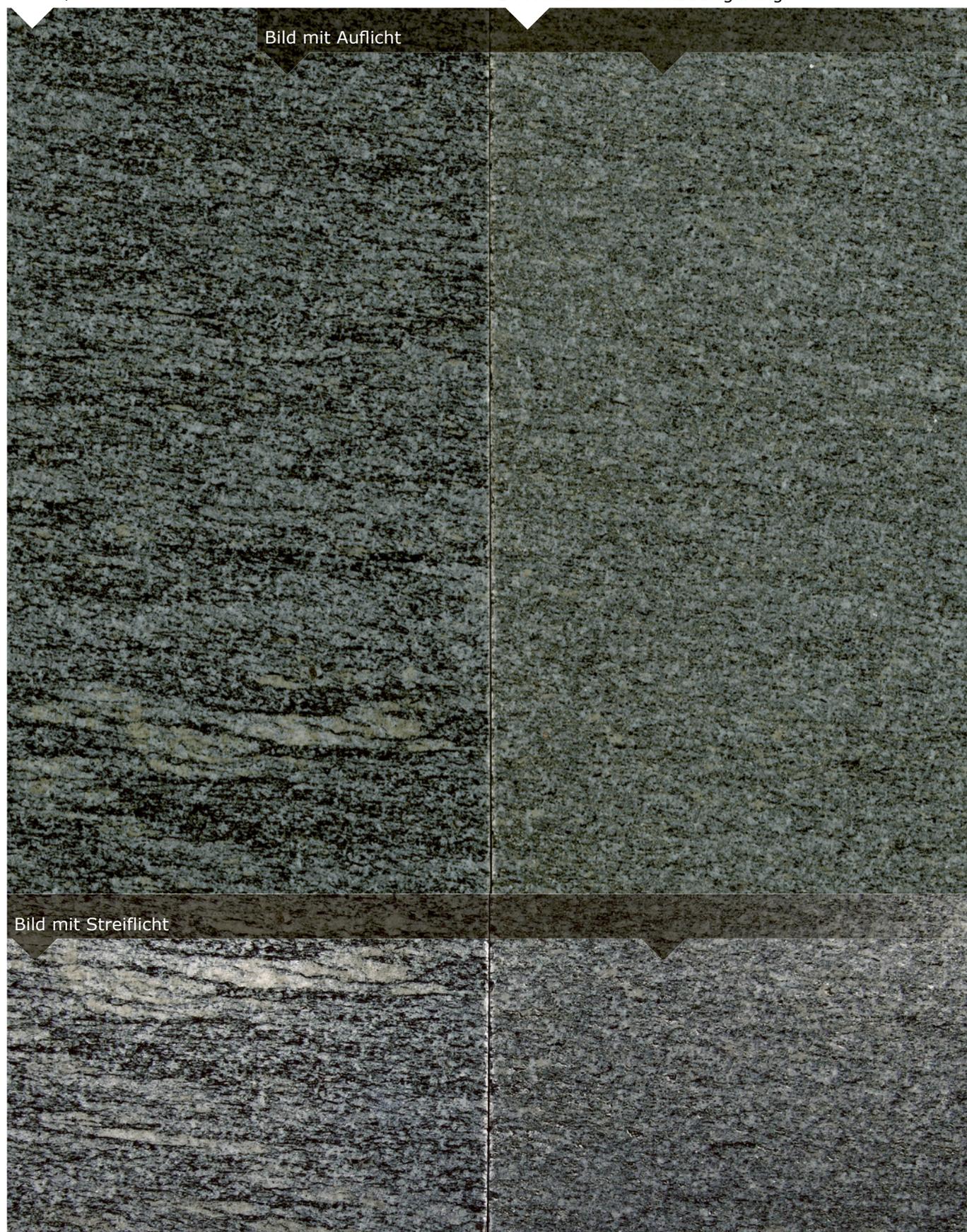
Bild mit Streiflicht

ONSERNONE, GEGEN LAGER

Probe Nr.10

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung





IRAGNA, GEGEN LAGER

Probe Nr.11

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung



Bild mit Auflicht

Bild mit Streiflicht

ZODIAQ, SNOW WHITE

Probe Nr.20

Muster, neu

14 Monate Schwimmbadlagerung

Bild mit Auflicht

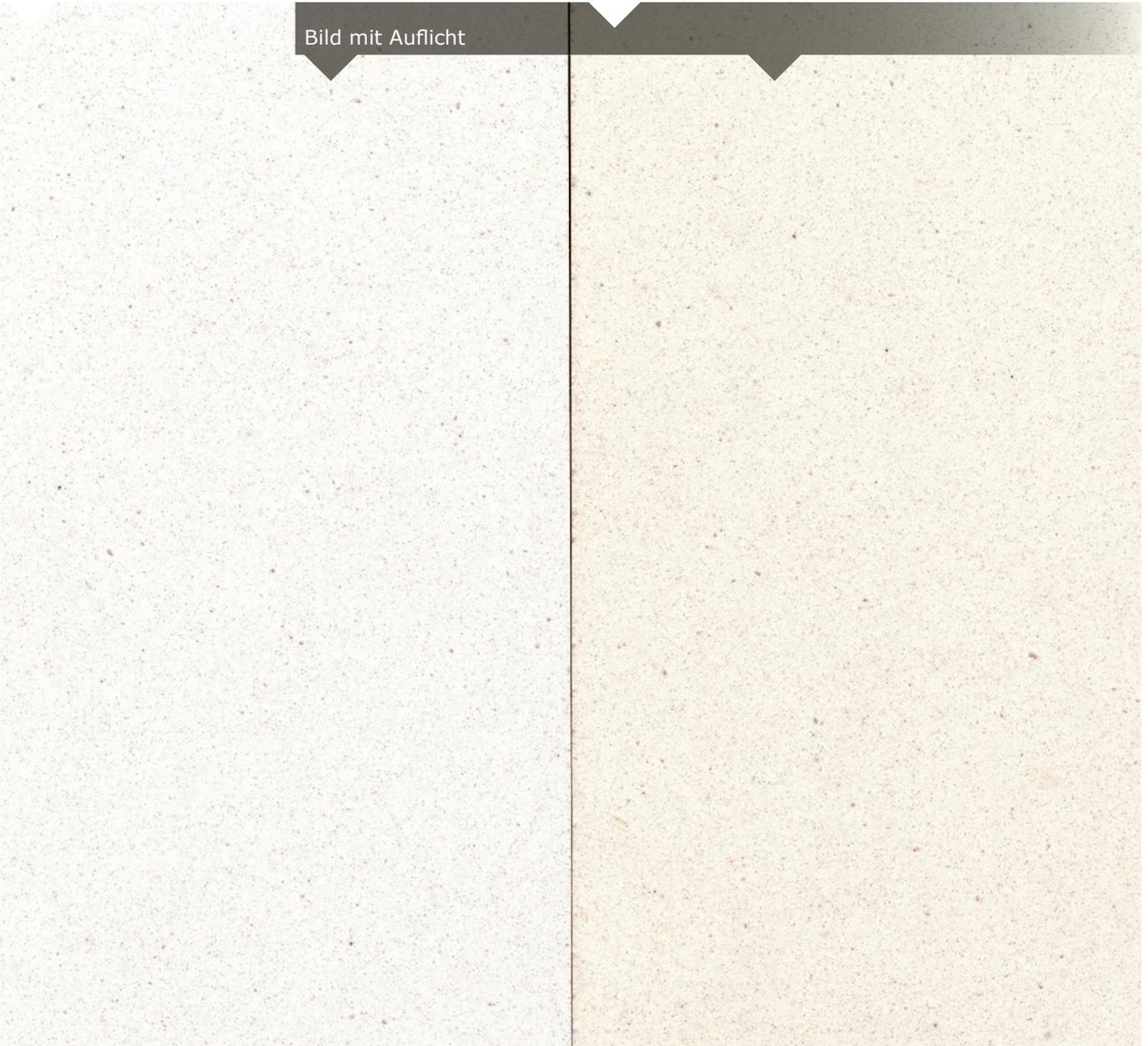
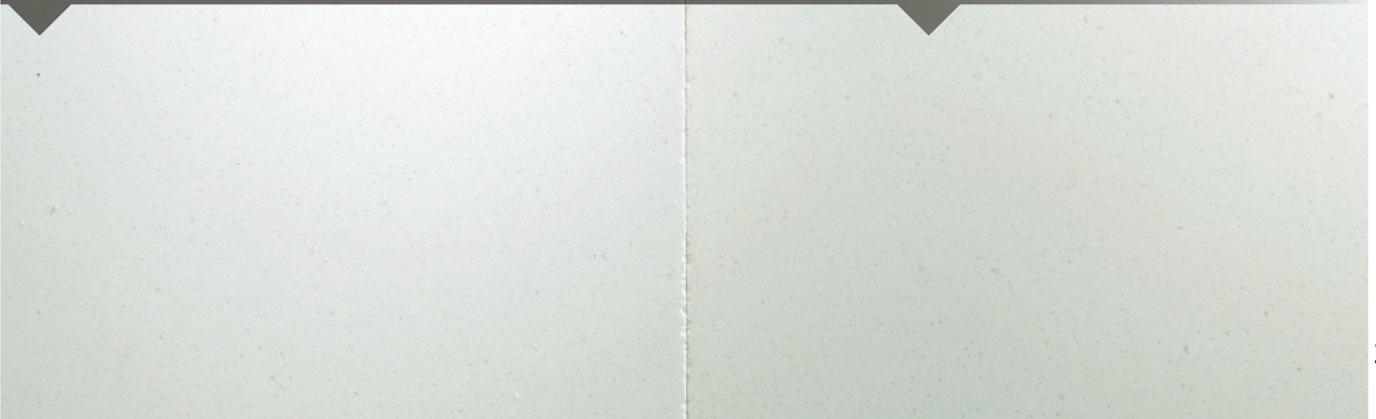


Bild mit Streiflicht





CARRARA BIANCO

Probe Nr.21

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

Bild mit Auflicht

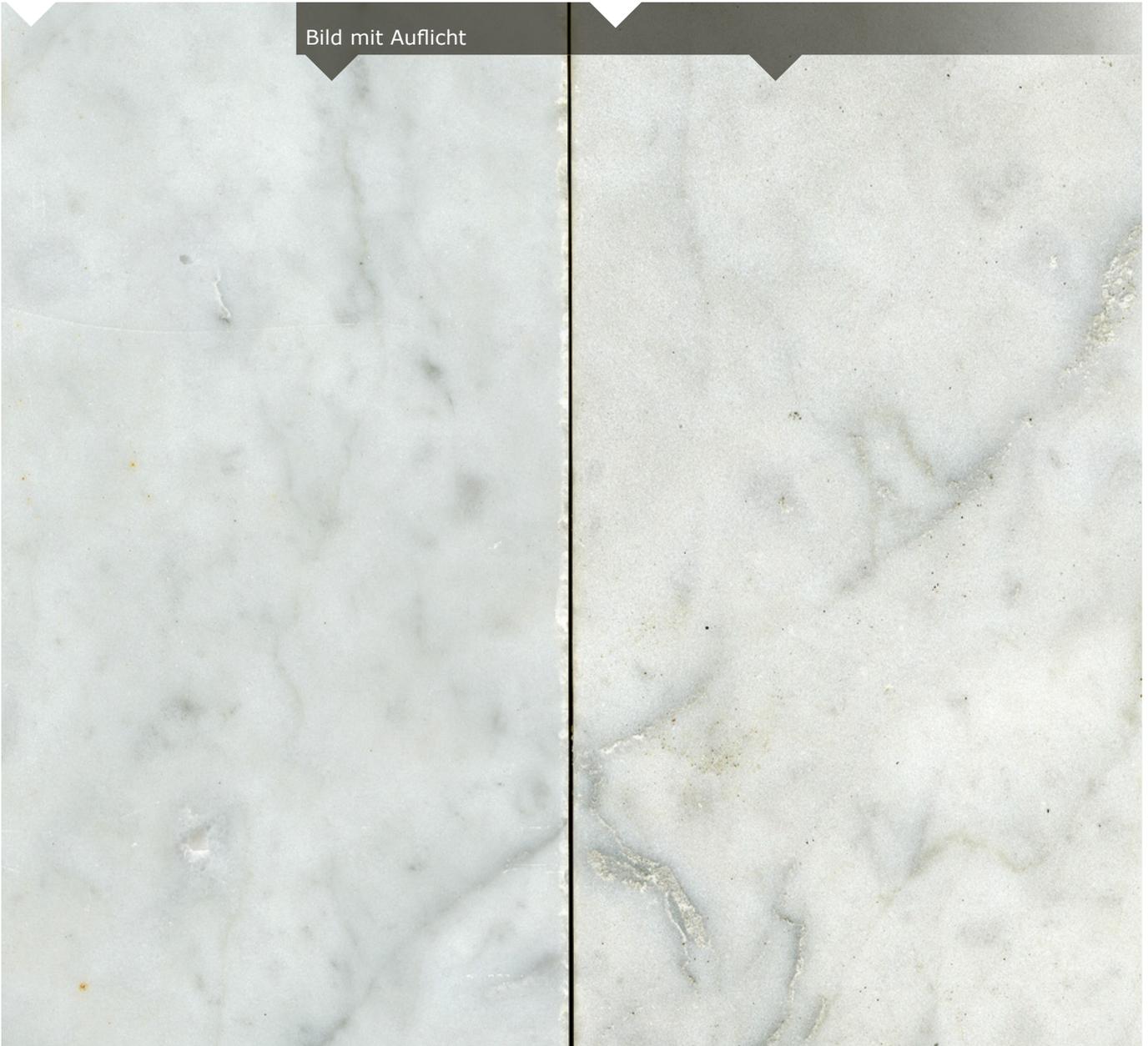


Bild mit Streiflicht



JURA GRAU

Probe Nr. 22

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung



Bild mit Auflicht

Bild mit Streiflicht



ROSA PORTOGALLO

Probe Nr.23

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

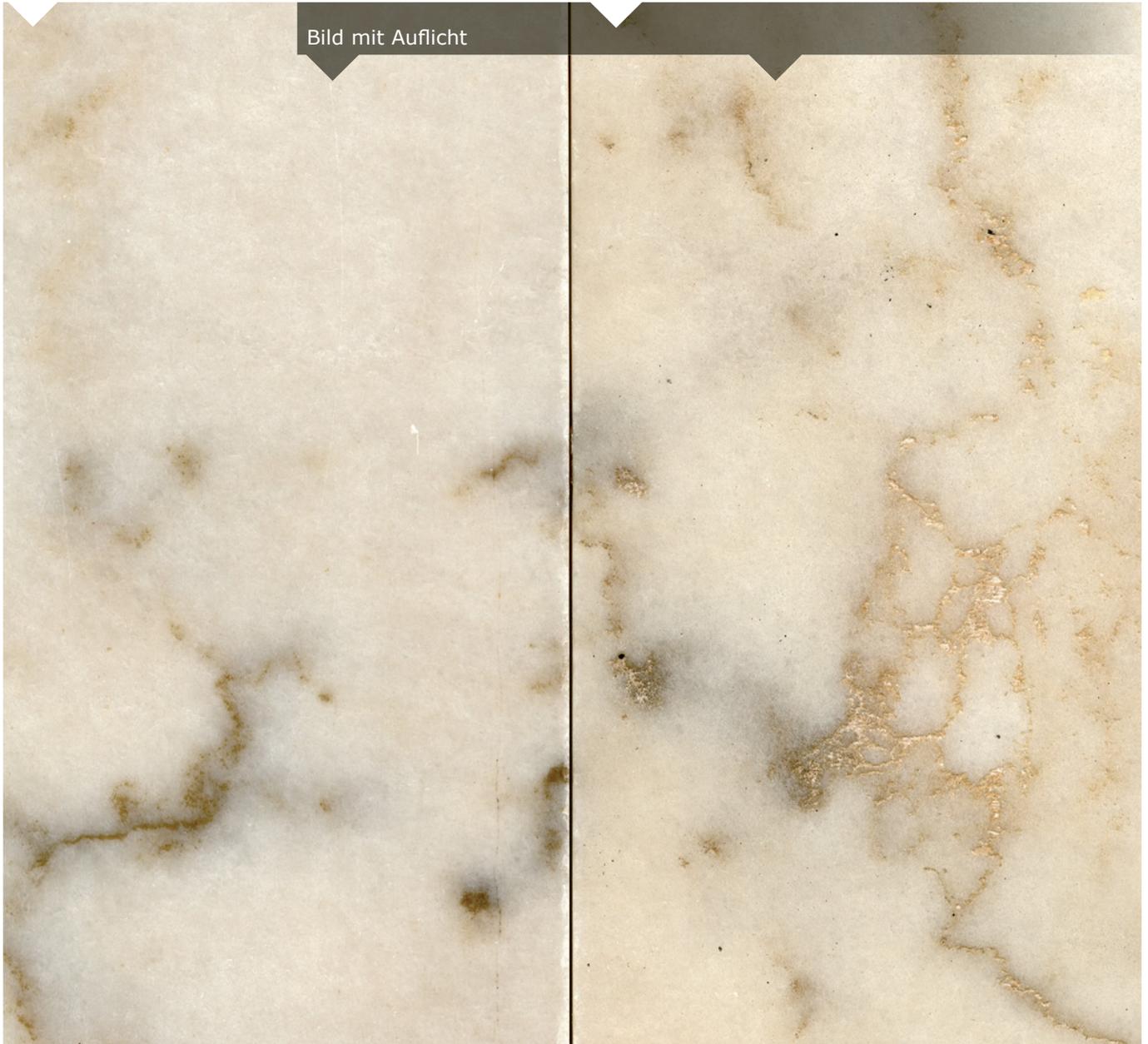


Bild mit Auflicht



Bild mit Streiflicht

THASSOS
Probe Nr.24

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

Bild mit Auflicht

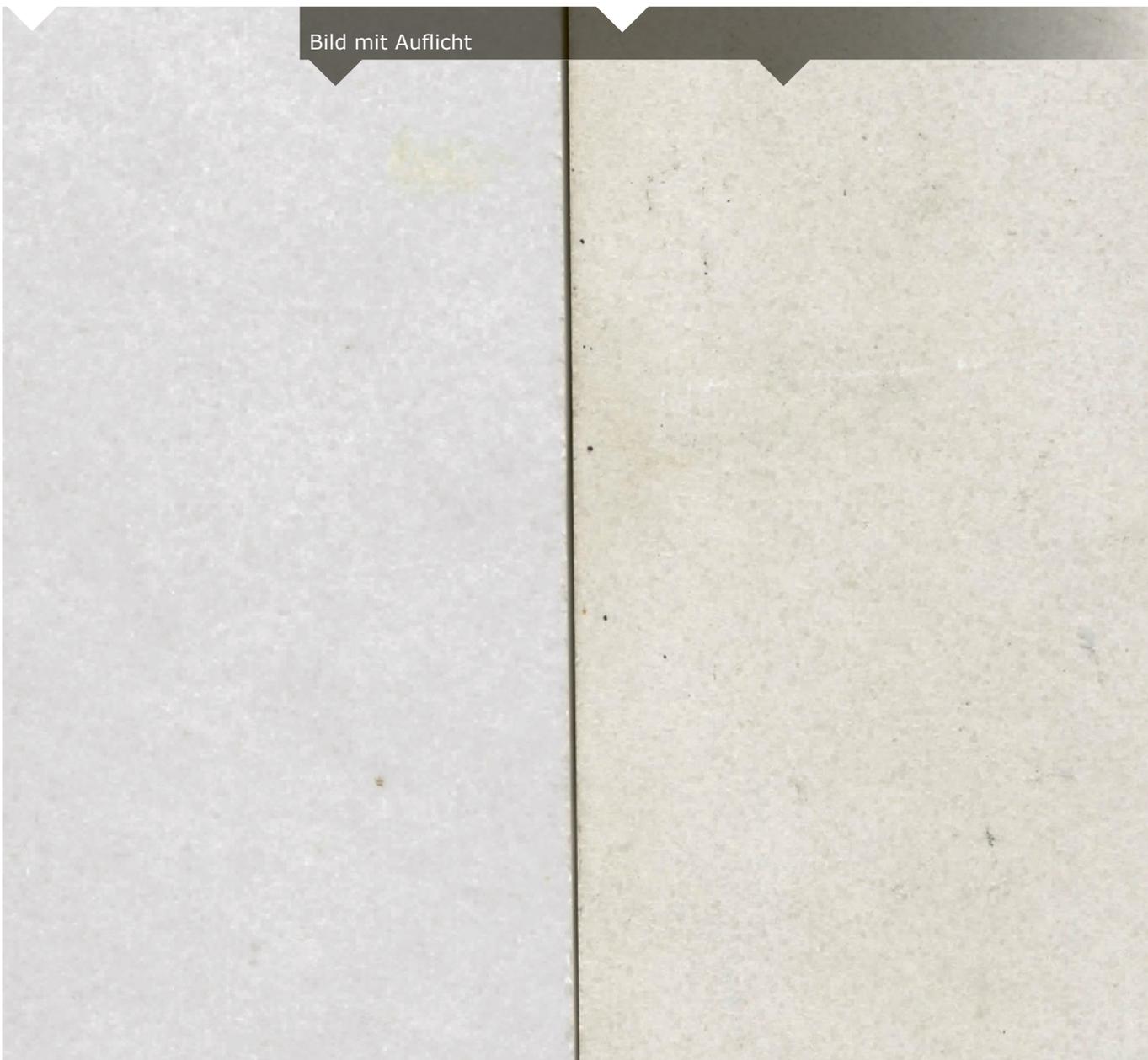
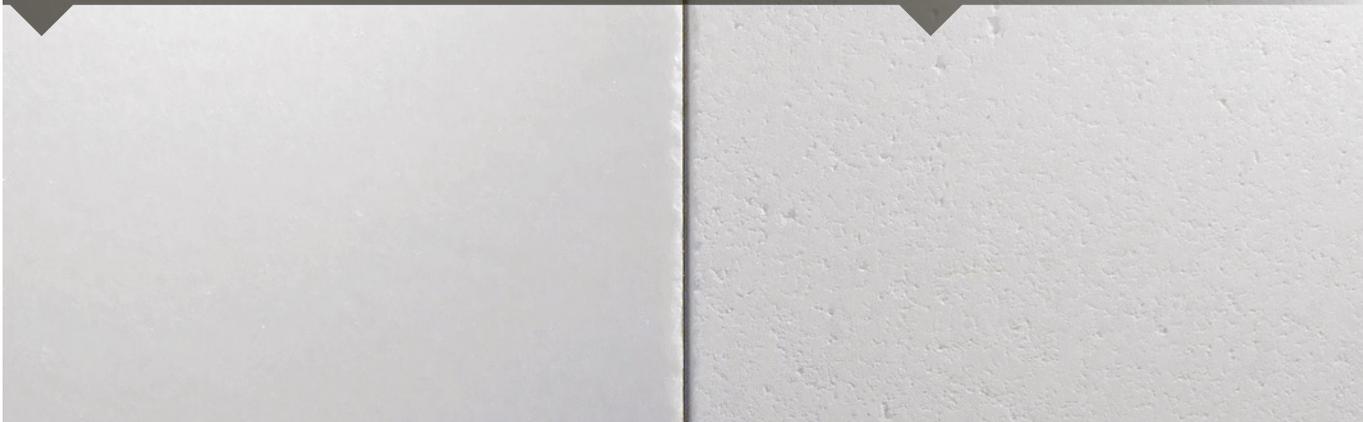


Bild mit Streiflicht





BOTTICINO

Probe Nr.25

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

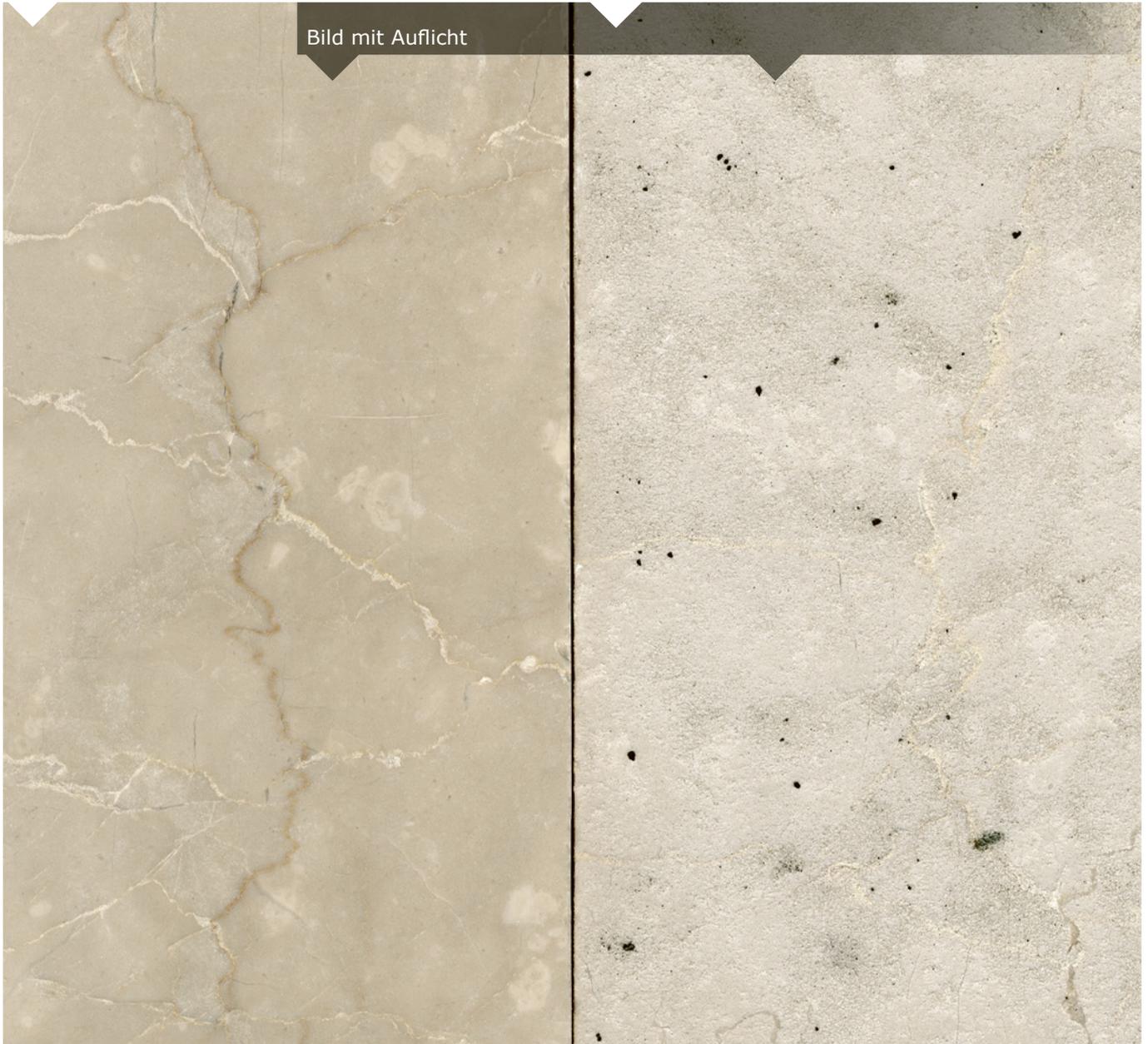


Bild mit Auflicht

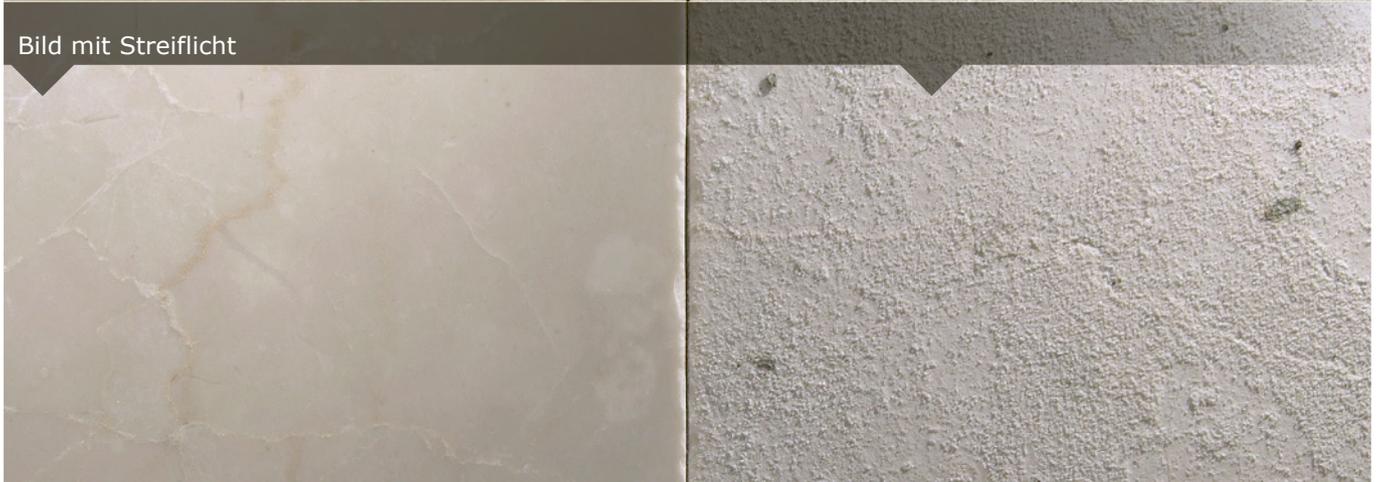


Bild mit Streiflicht

JADDISH, SCHIEFER

Probe Nr.26

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

Bild mit Auflicht

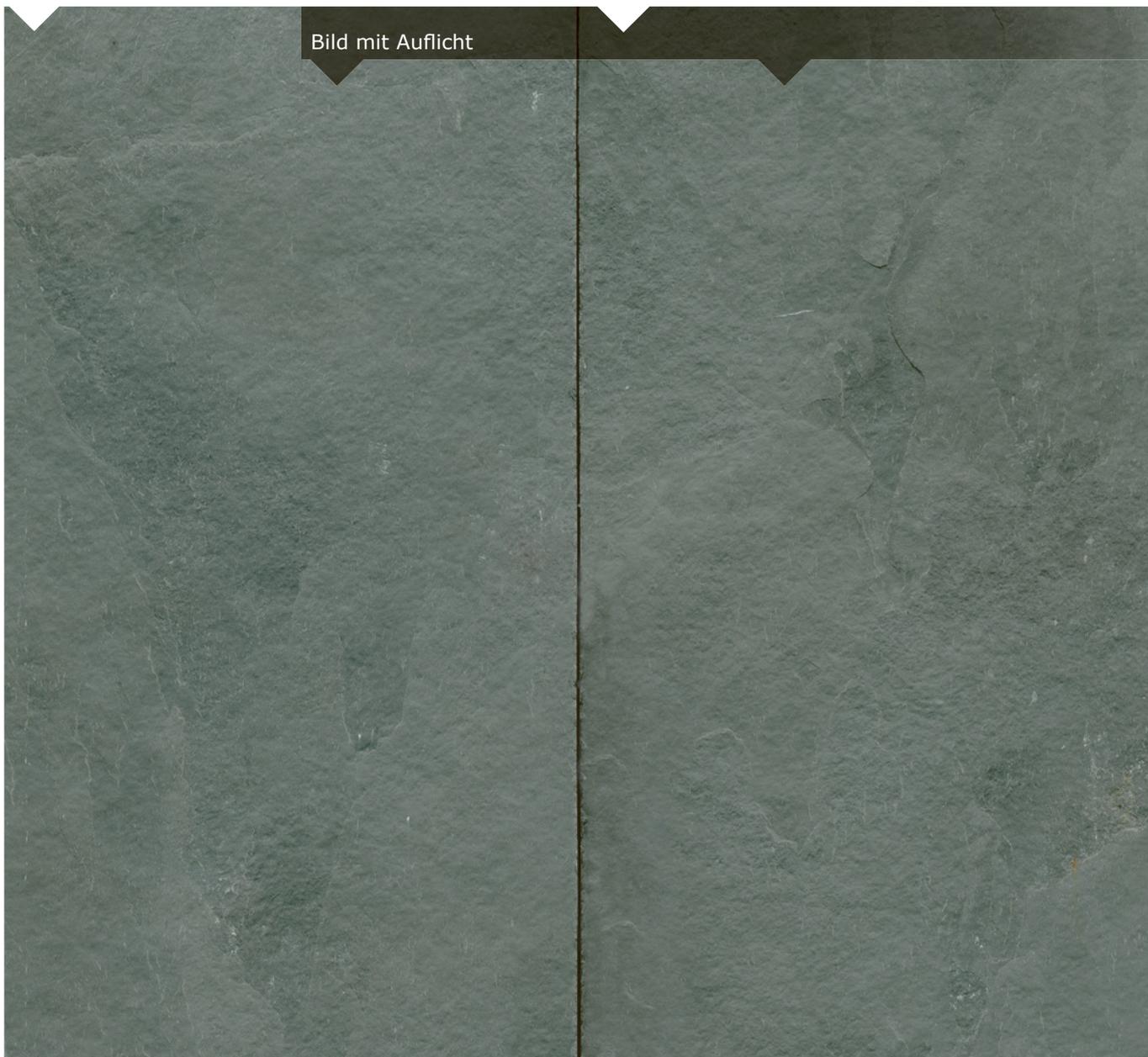


Bild mit Streiflicht





PALISSANDRO HELL

Probe Nr.27

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

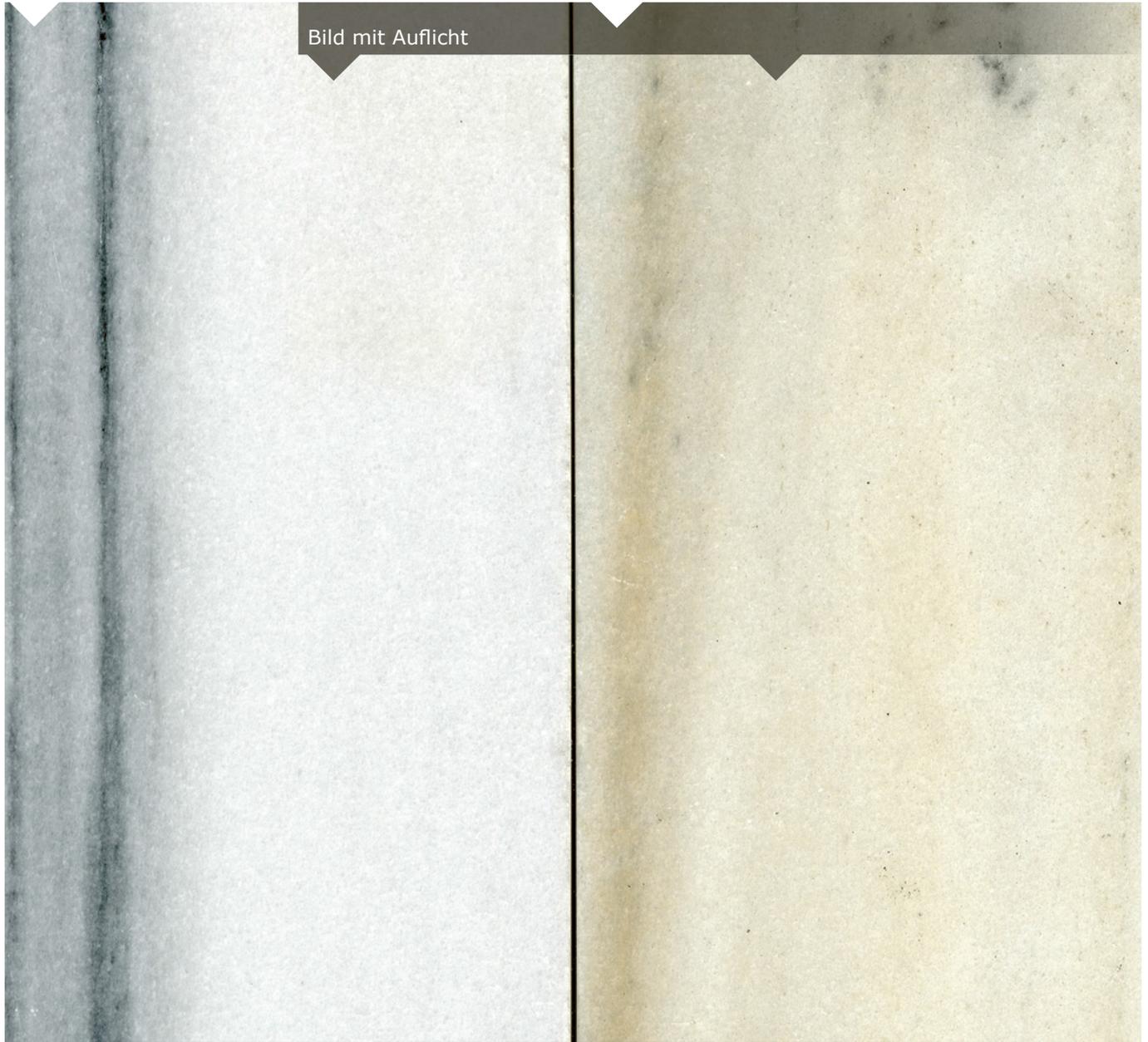


Bild mit Auflicht

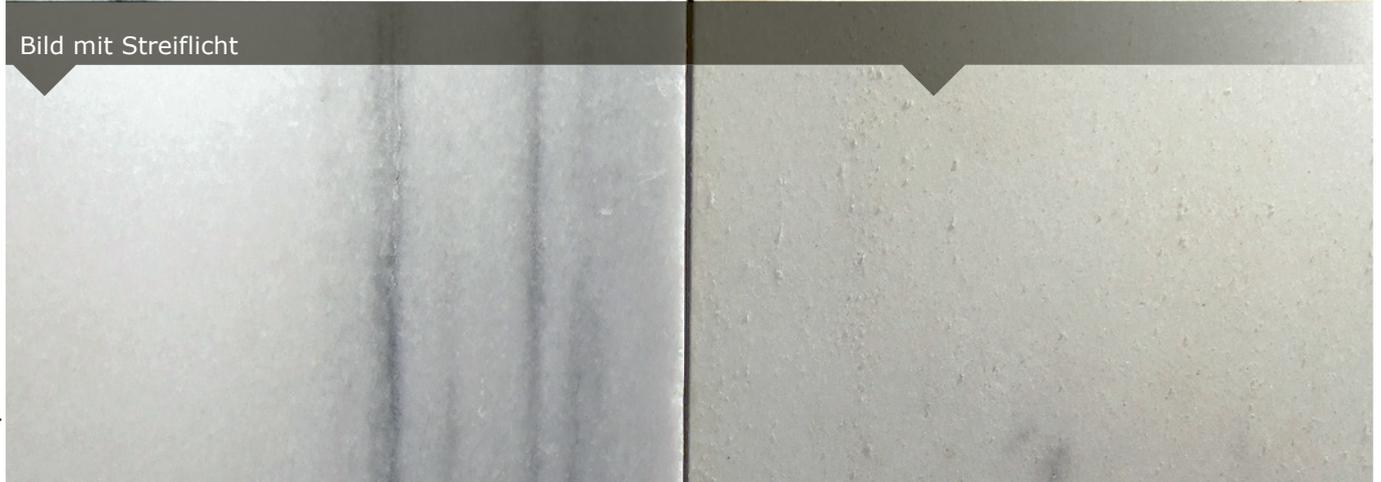


Bild mit Streiflicht

PILLARGURI, SCHIEFER

Probe Nr.28

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

Bild mit Auflicht

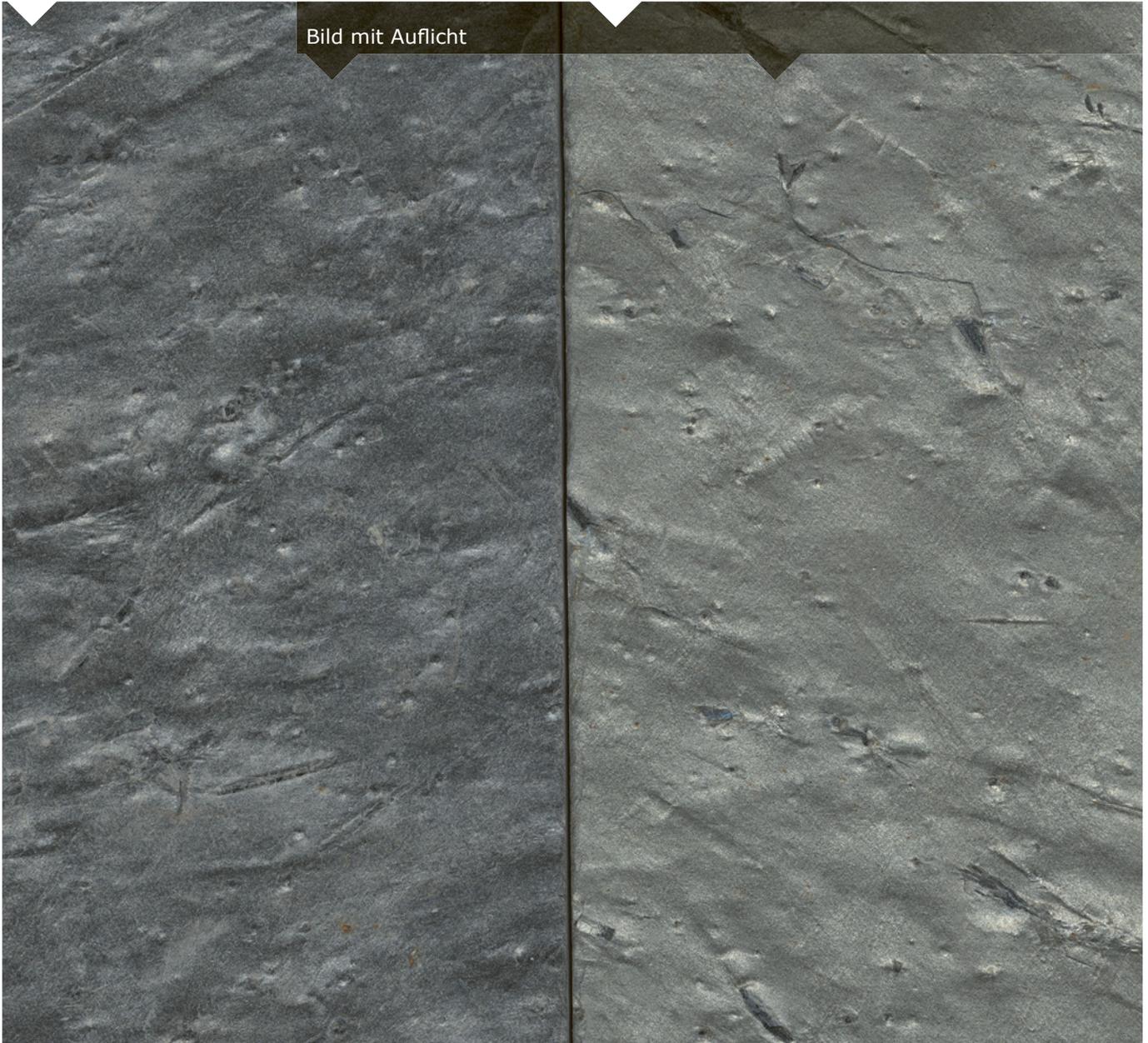


Bild mit Streiflicht





PORPHYR TRENTO

Probe Nr.30

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

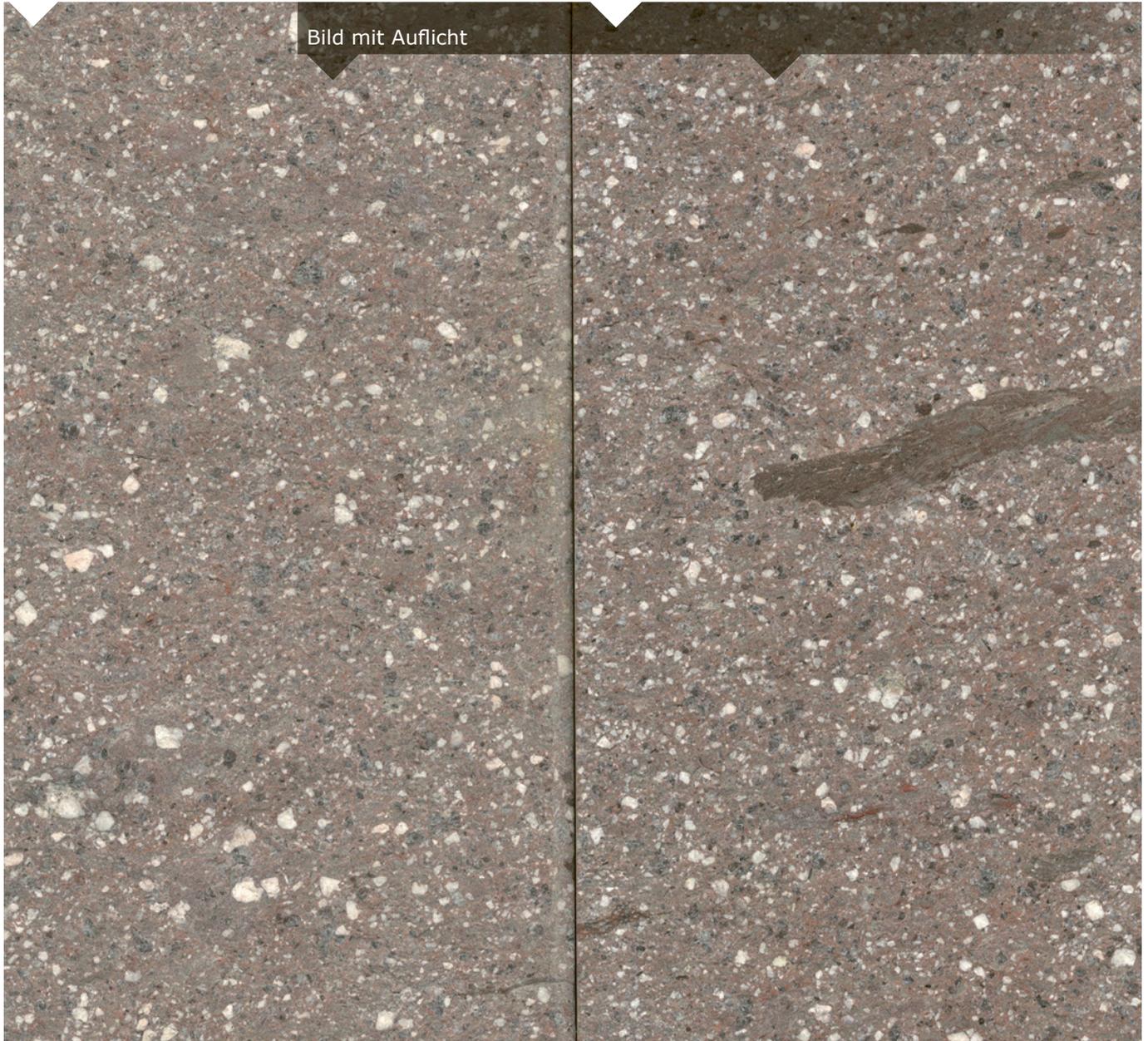


Bild mit Auflicht

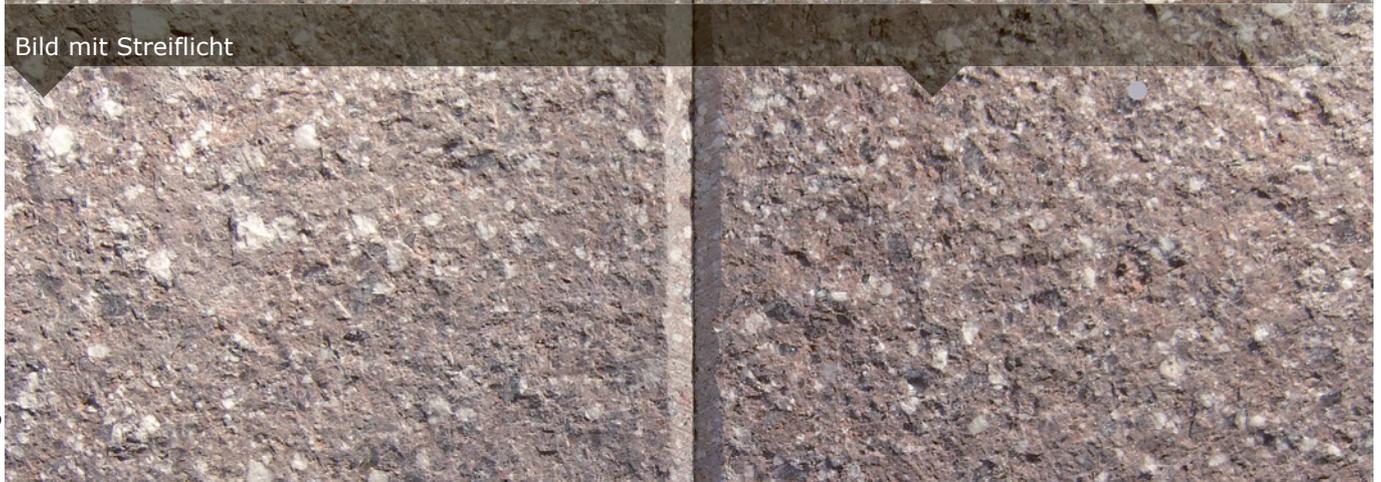


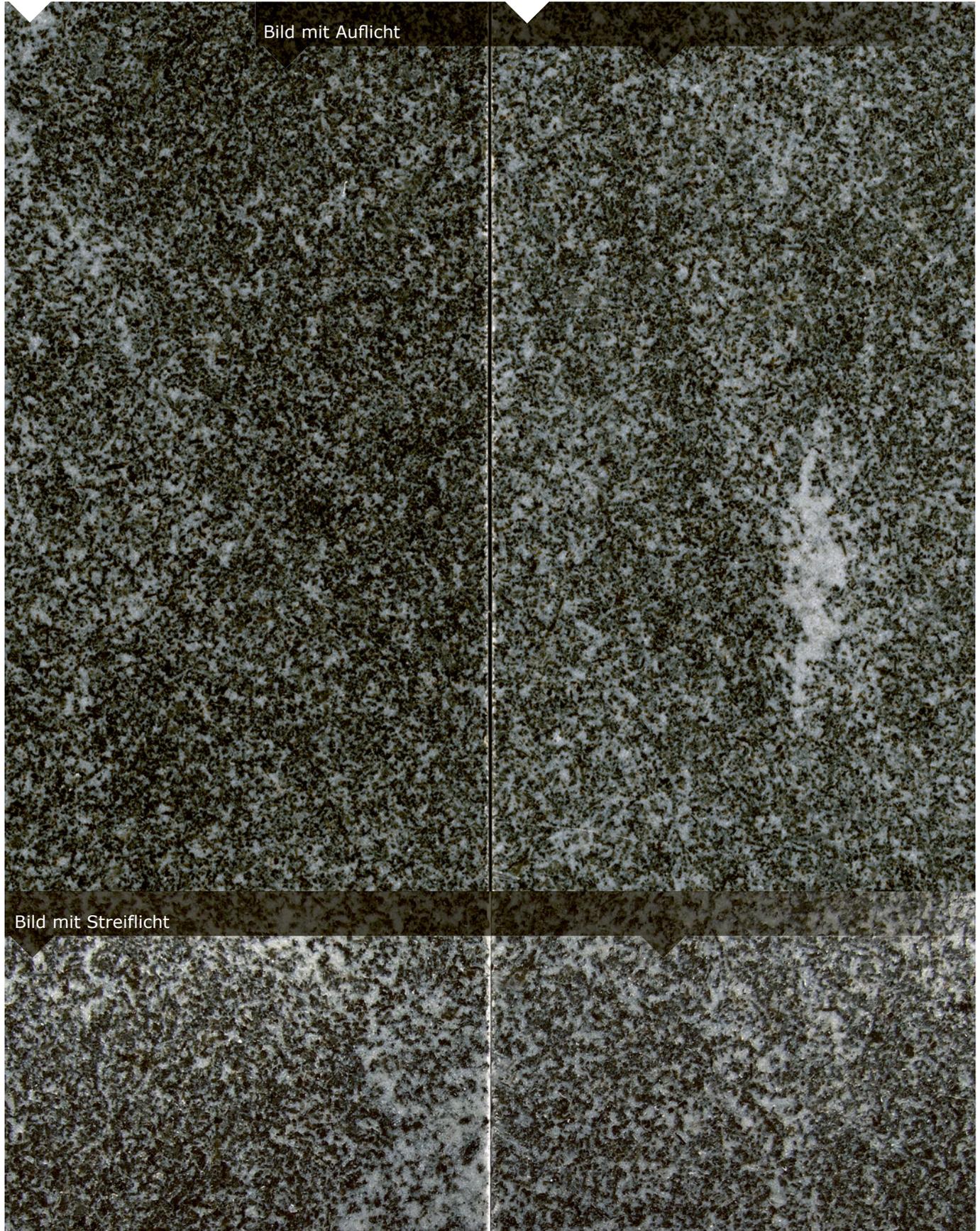
Bild mit Streiflicht

VIRGINIA MIST

Probe Nr.31

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung





NERO GRAPESA, GRANIT

Probe Nr.32

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung



NERO SAN MARCO, NORIT

Probe Nr.33

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

Bild mit Auflicht

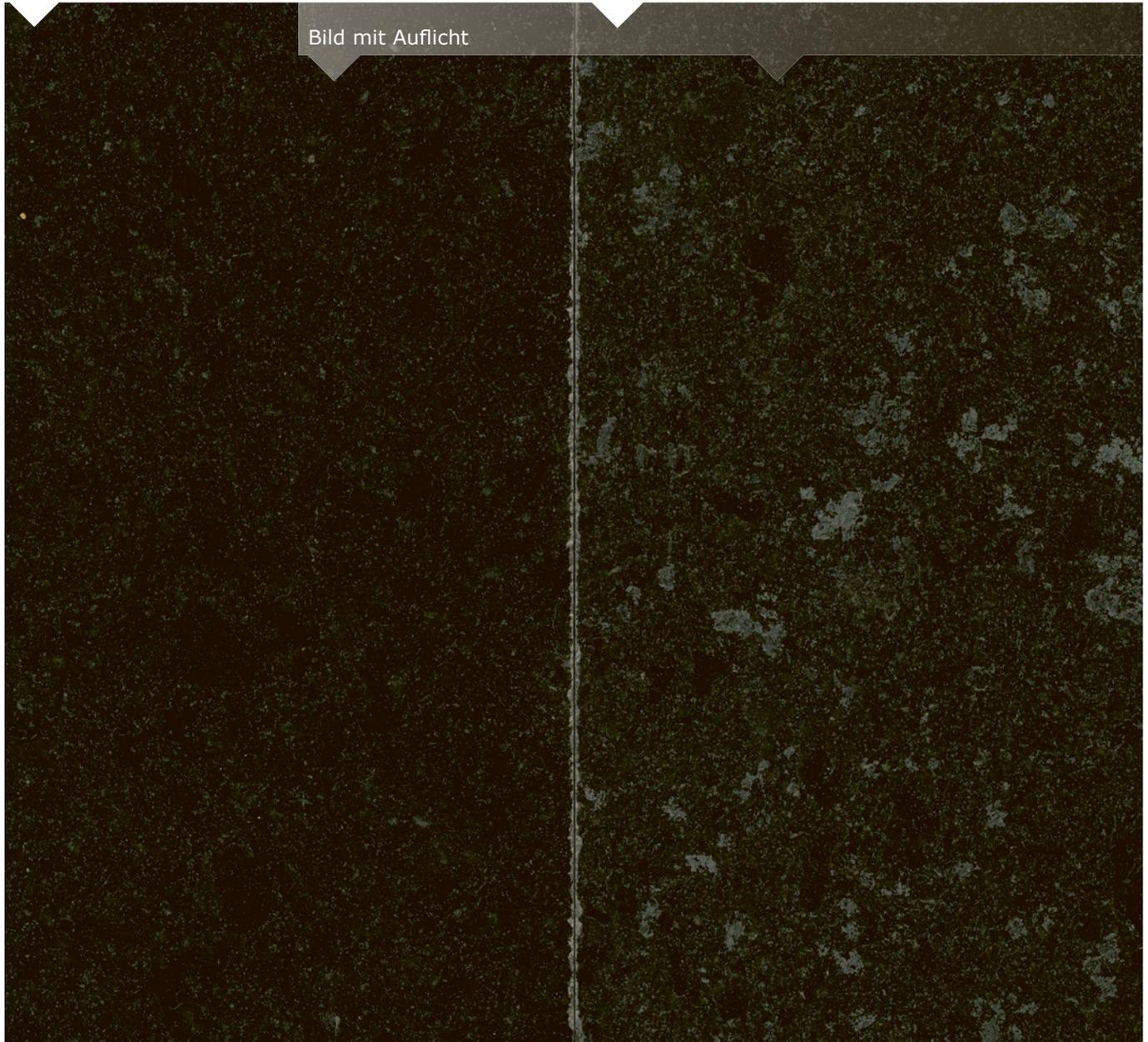
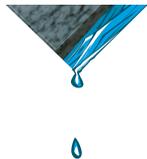


Bild mit Streiflicht



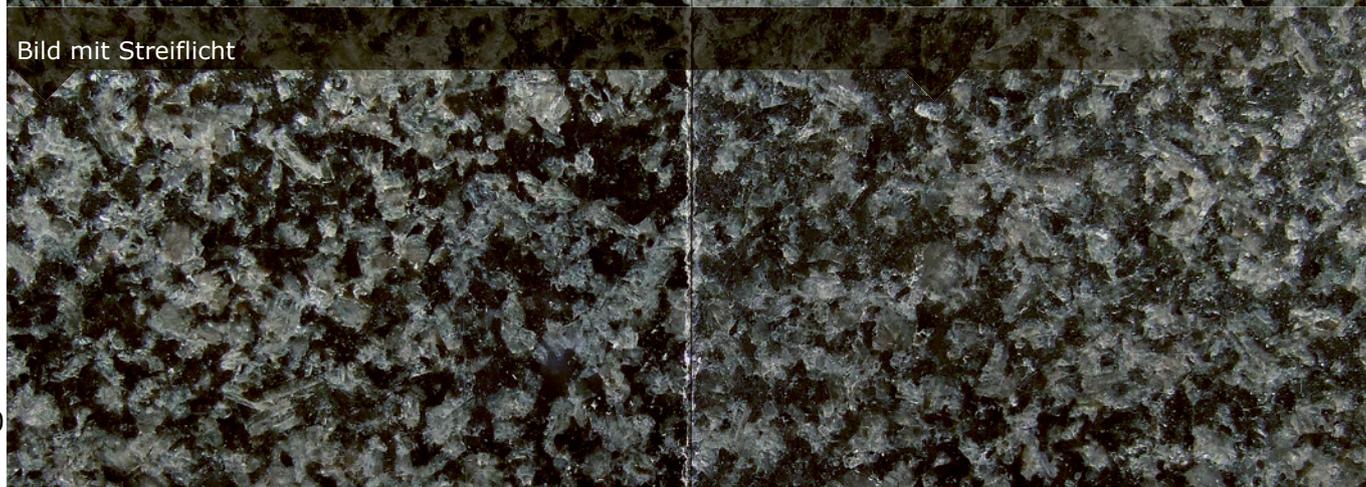
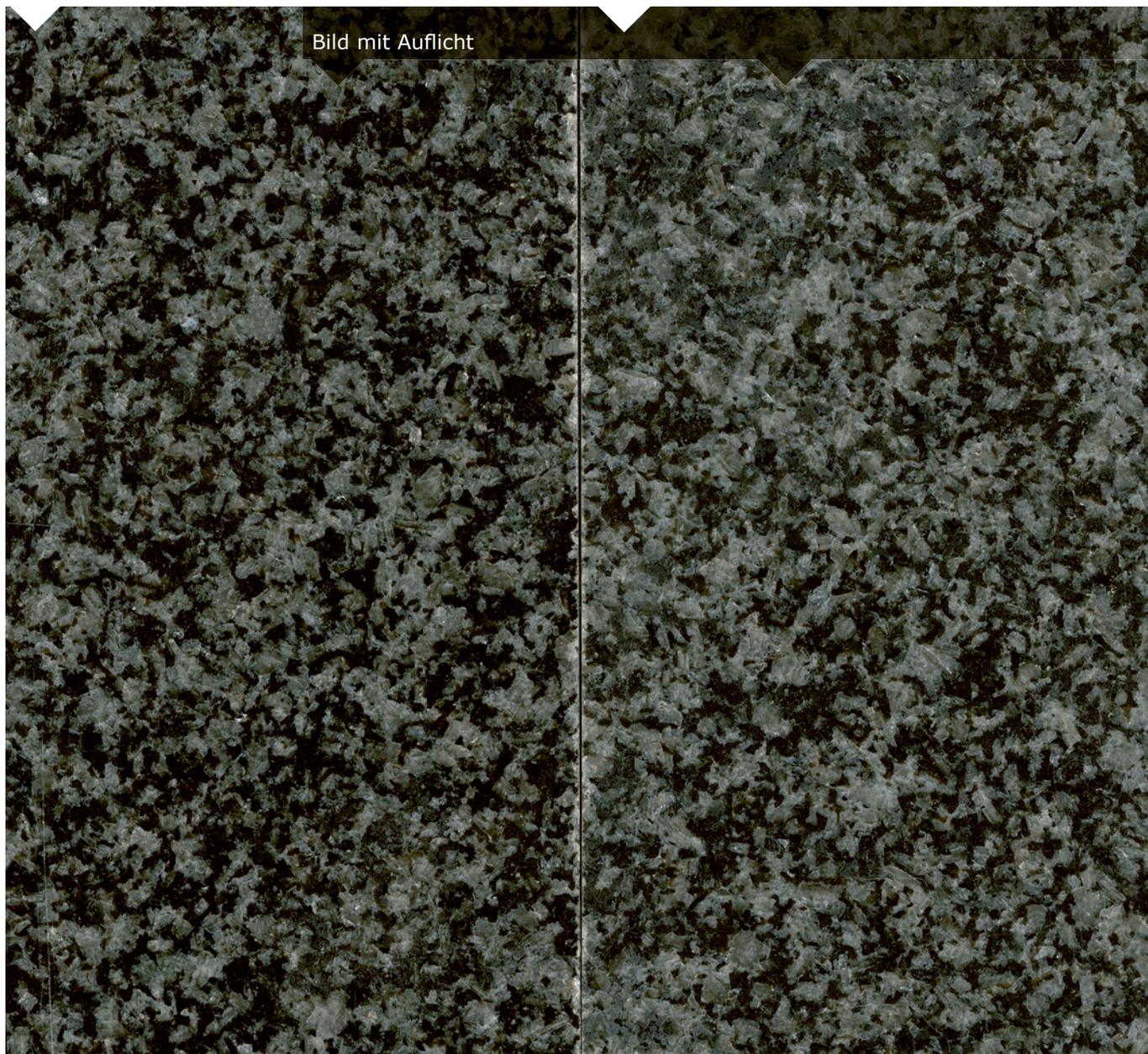


NERO IMPALA, NORIT

Probe Nr.34

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung



AZUL NOCHE

Probe Nr.35

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

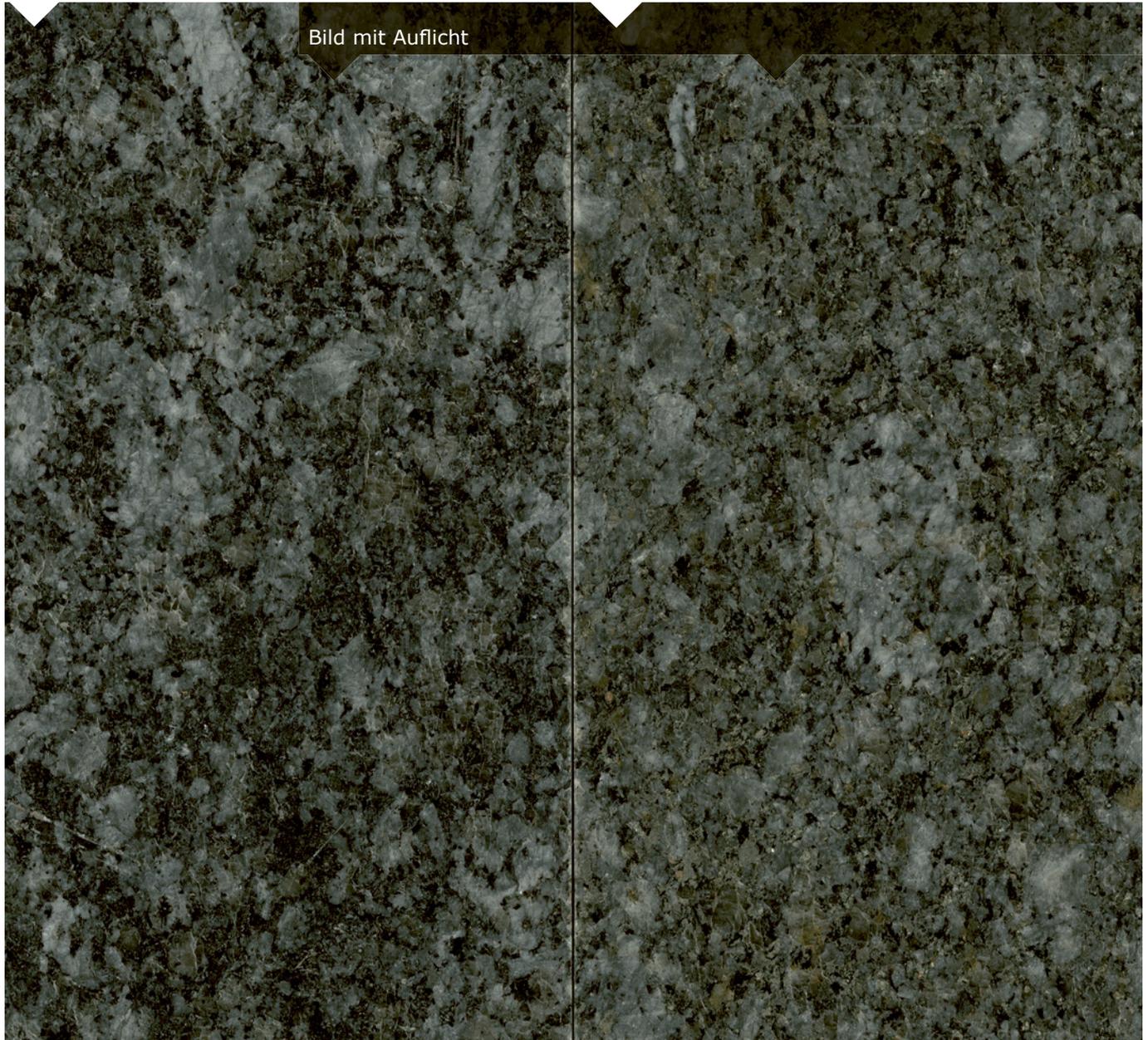
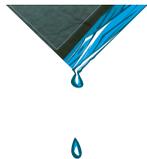


Bild mit Auflicht



Bild mit Streiflicht

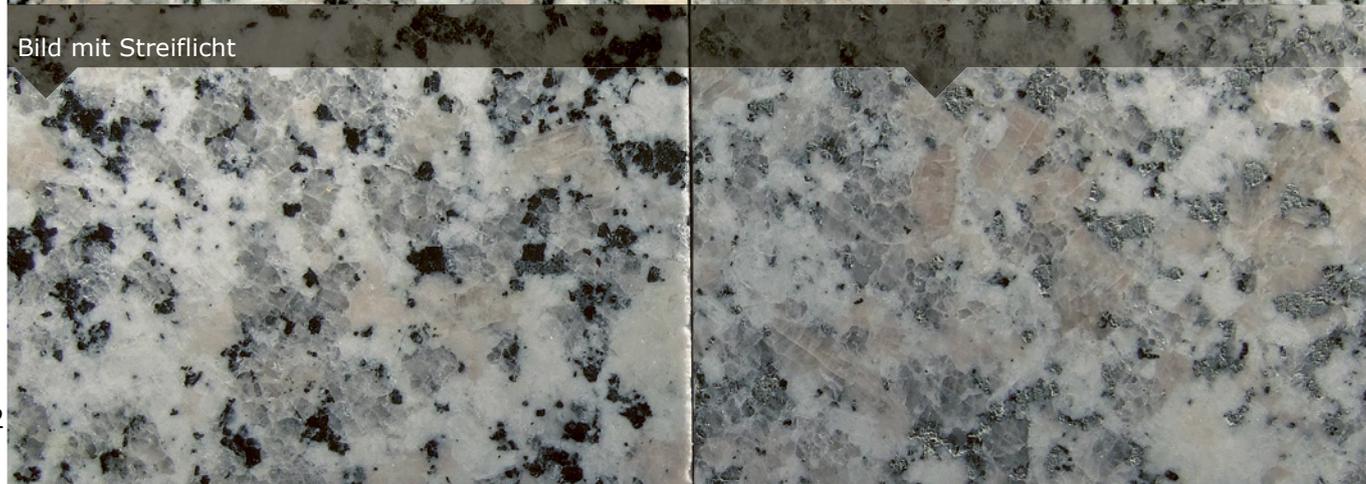


ROSA SARDO, GRANIT

Probe Nr.36

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

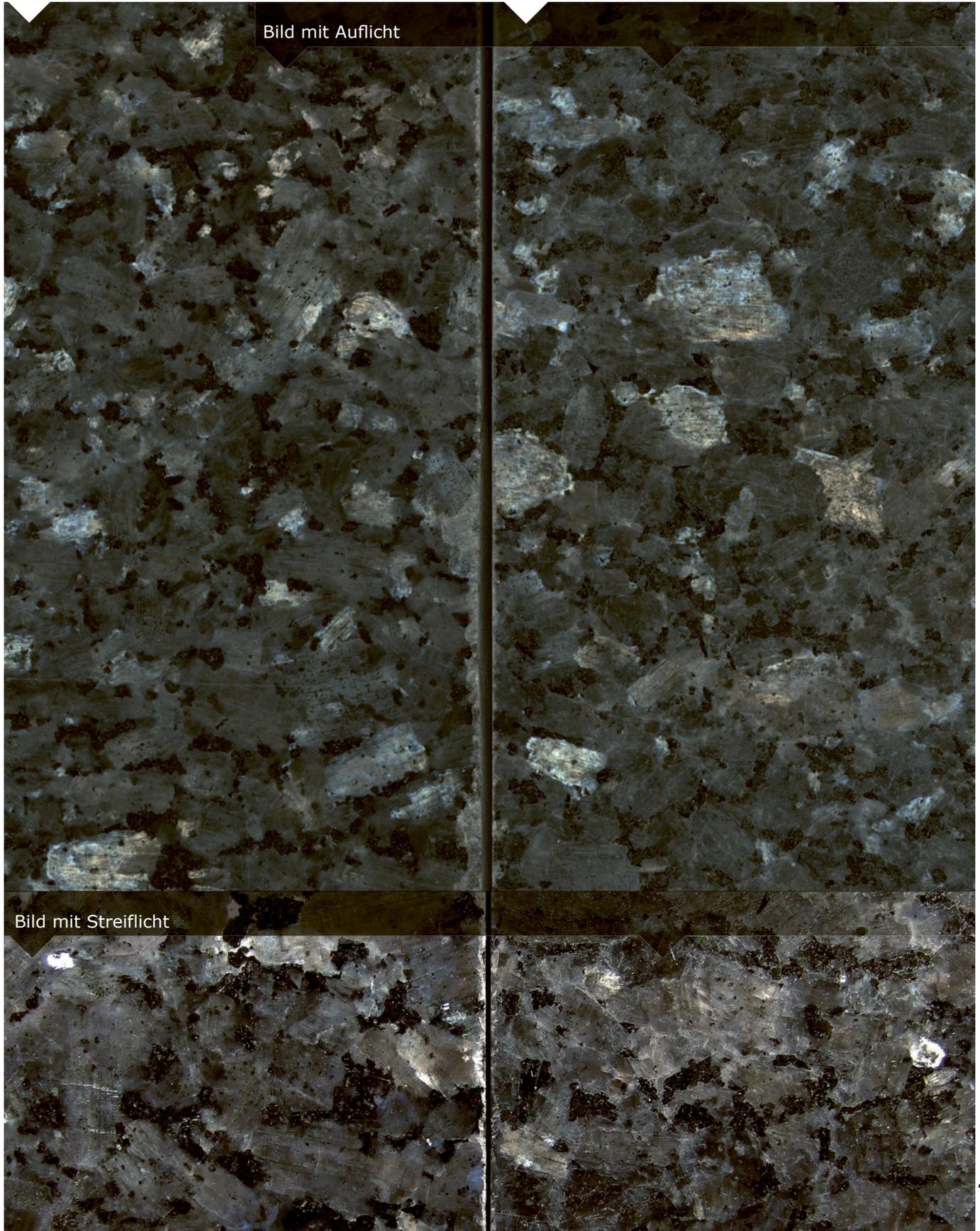


LABRADOR HELL

Probe Nr.37

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung





ROYAL PINK, GRANIT

Probe Nr.38

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

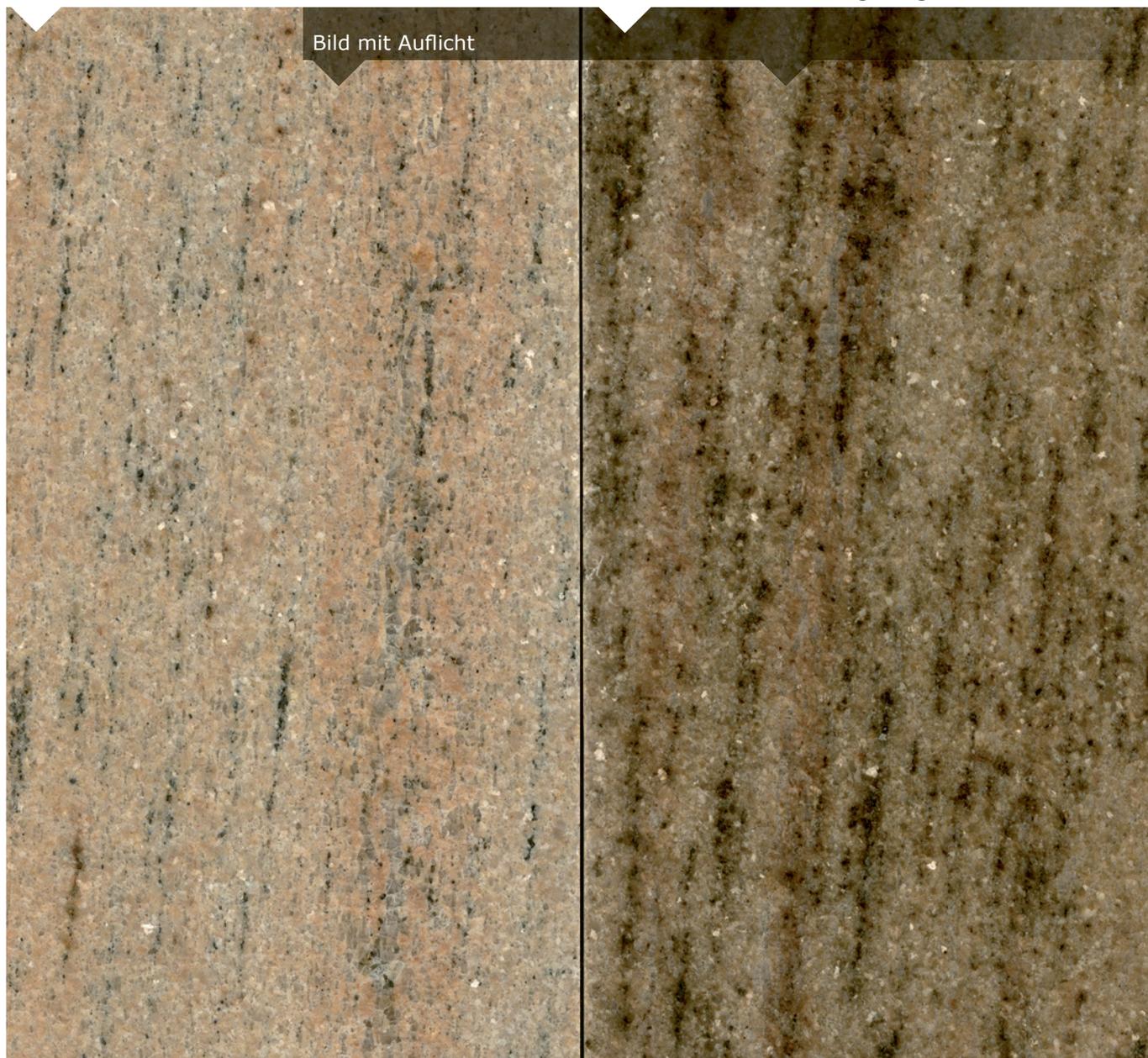


Bild mit Auflicht



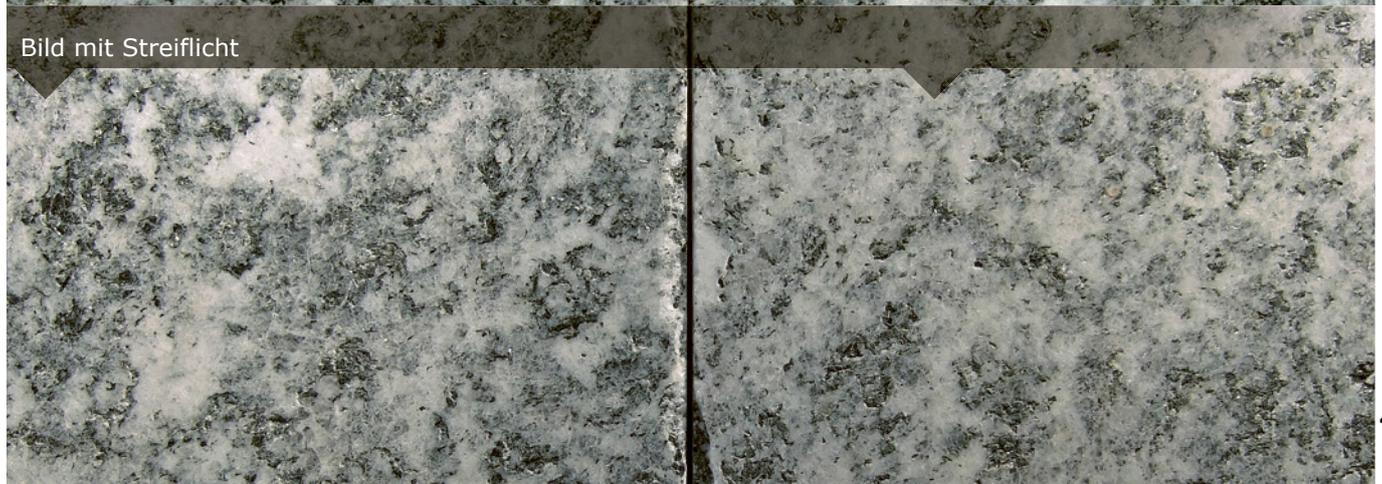
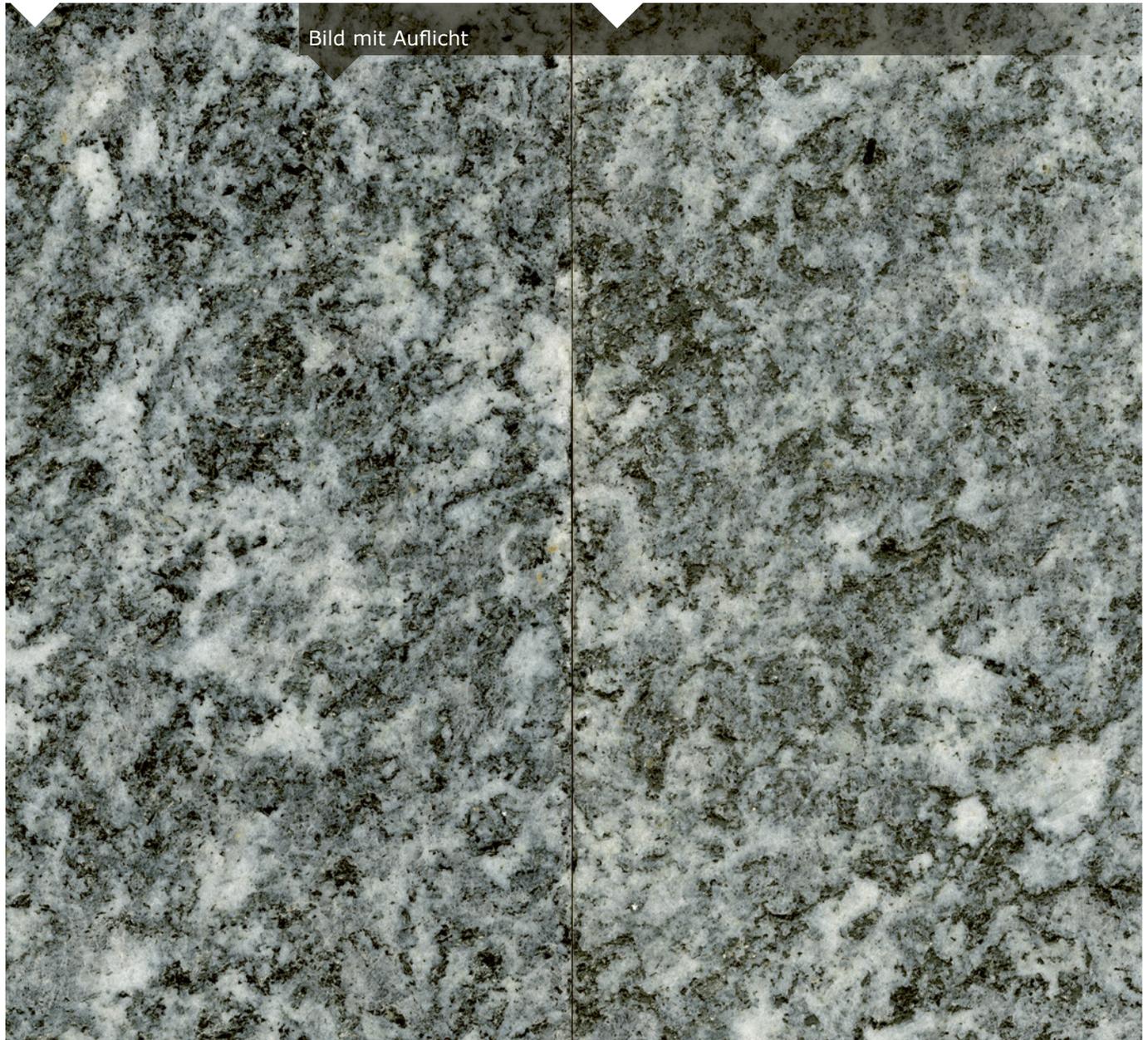
Bild mit Streiflicht

SERIZZO, IM LAGER

Probe Nr.39

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung



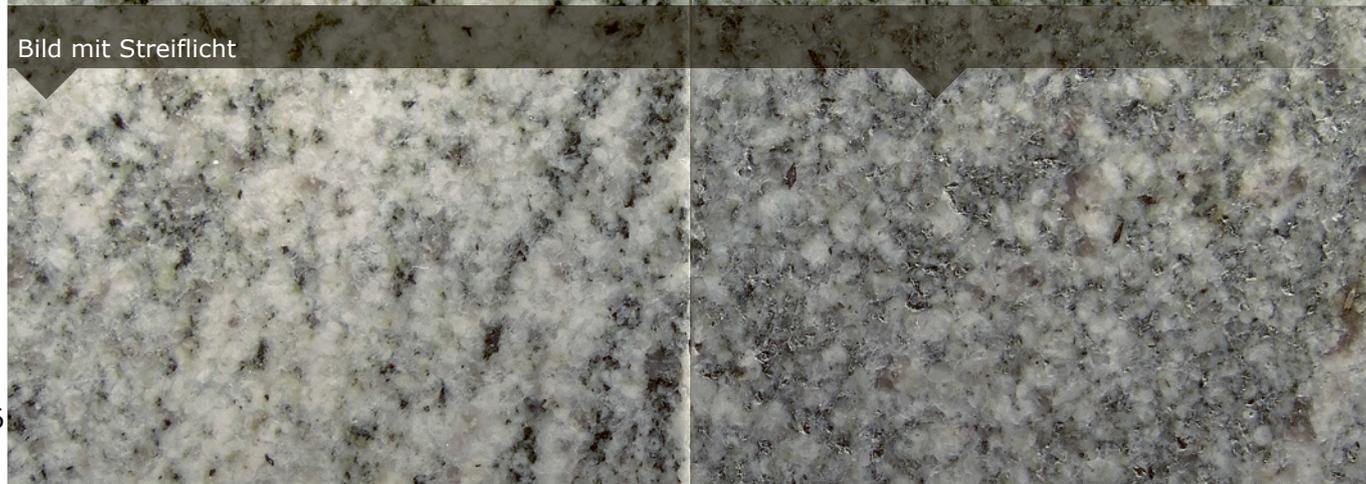
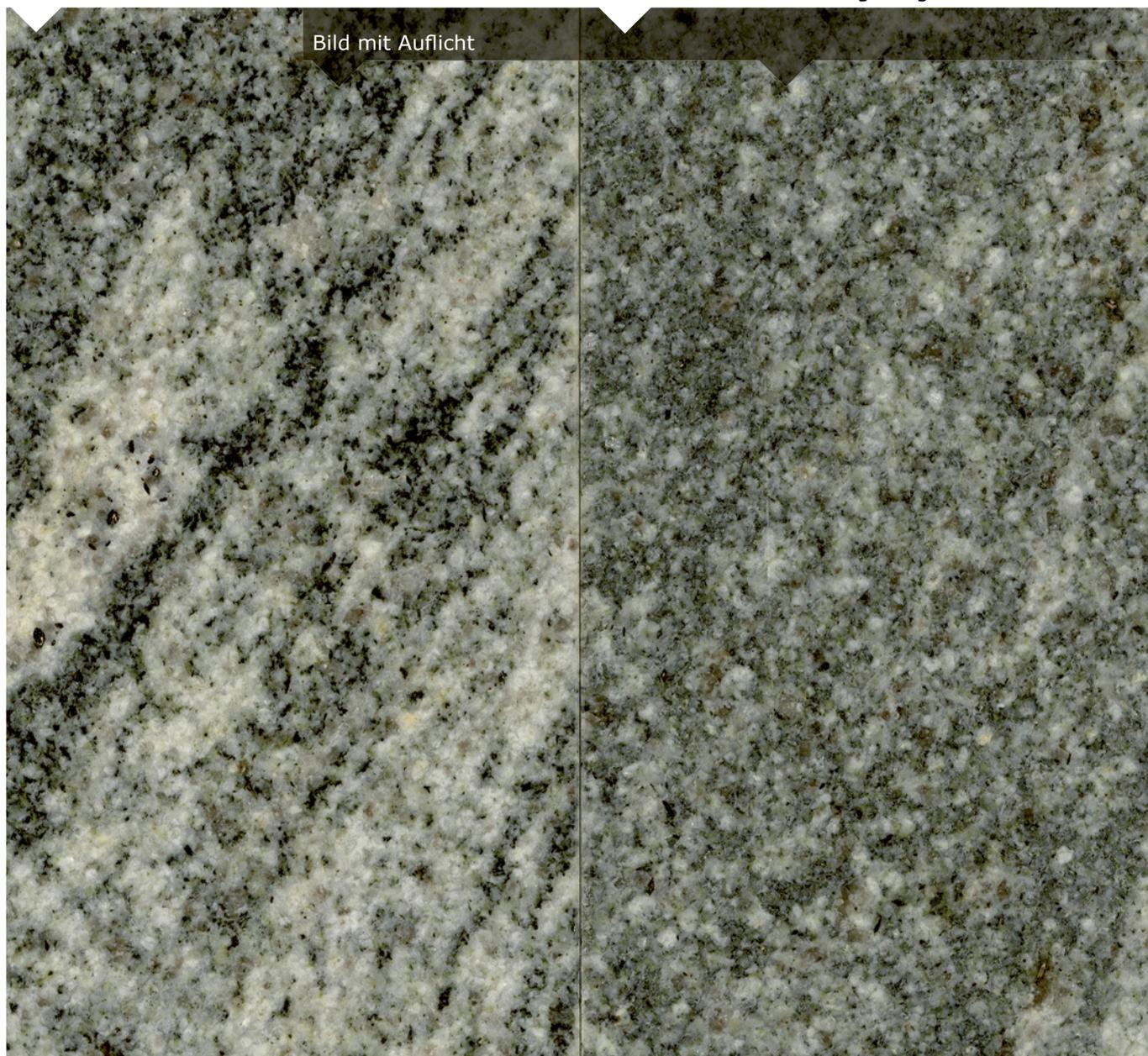


VERDE MARINA, GRANIT

Probe Nr.40

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

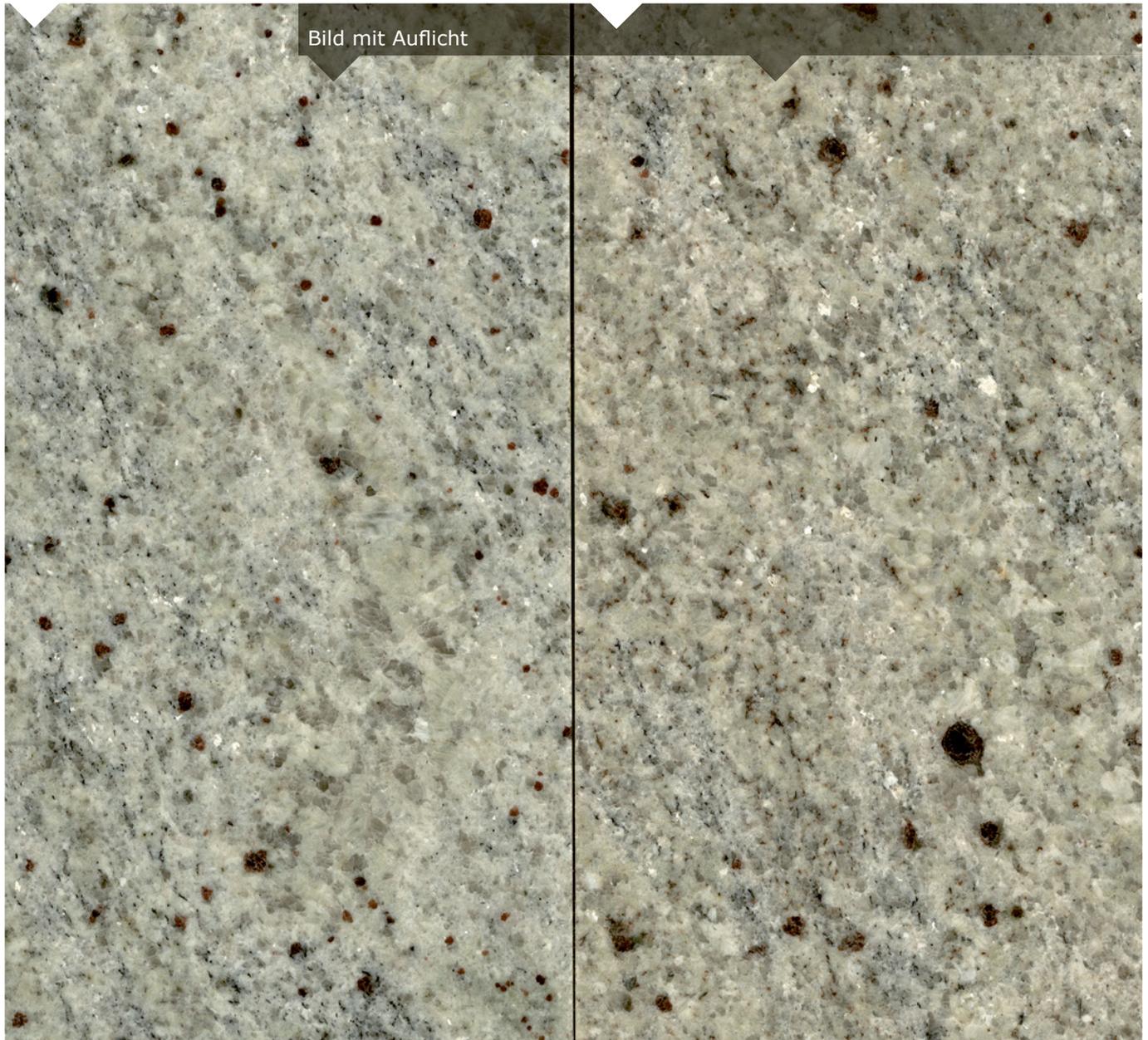


CASHMERE WHITE, GRANIT

Probe Nr.41

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung





OPPDAL, QUARZIT

Probe Nr.42

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

Bild mit Auflicht



Bild mit Streiflicht



NERO ASSOLUTO, NORIT

Probe Nr.43

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

Bild mit Auflicht

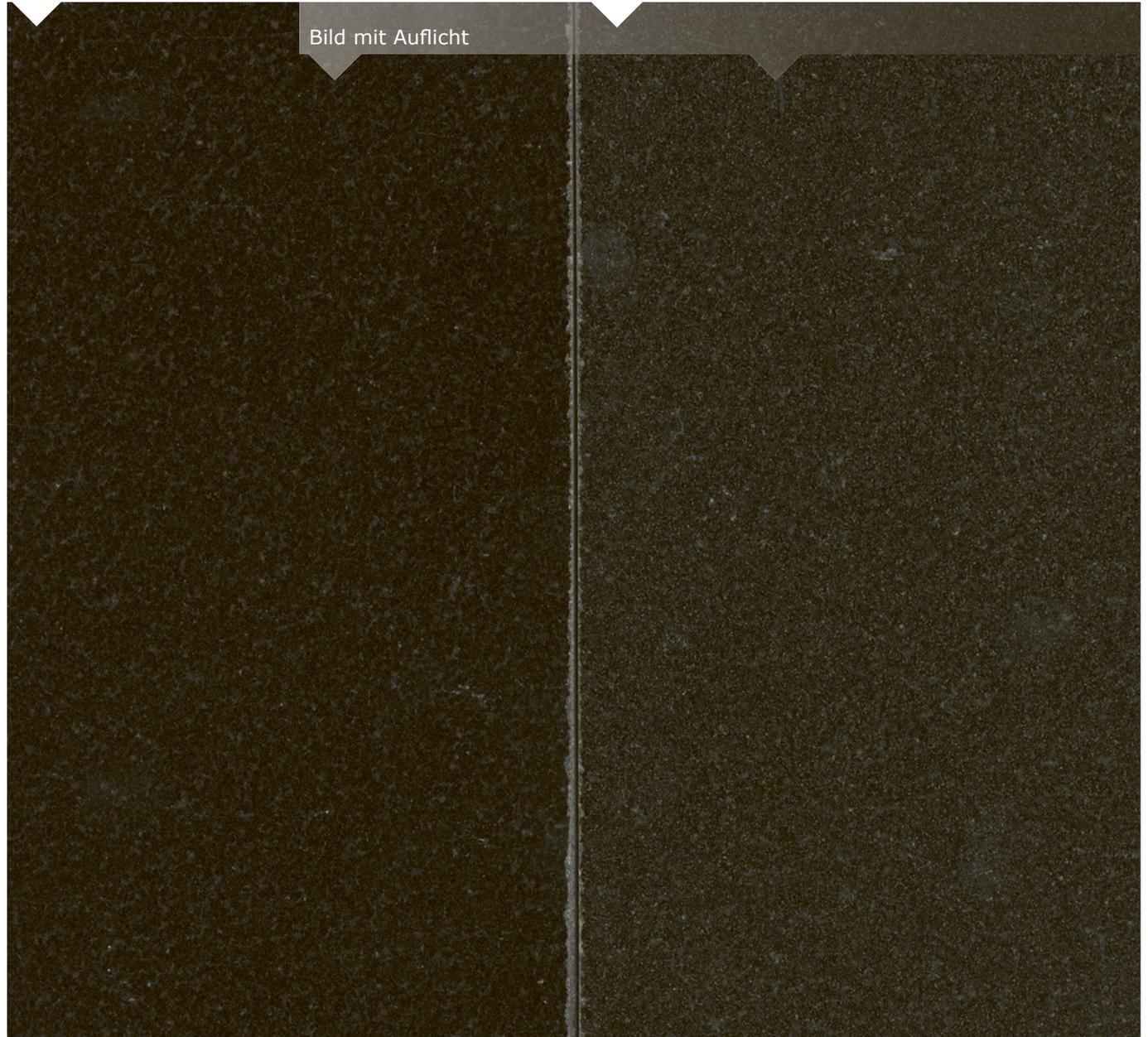
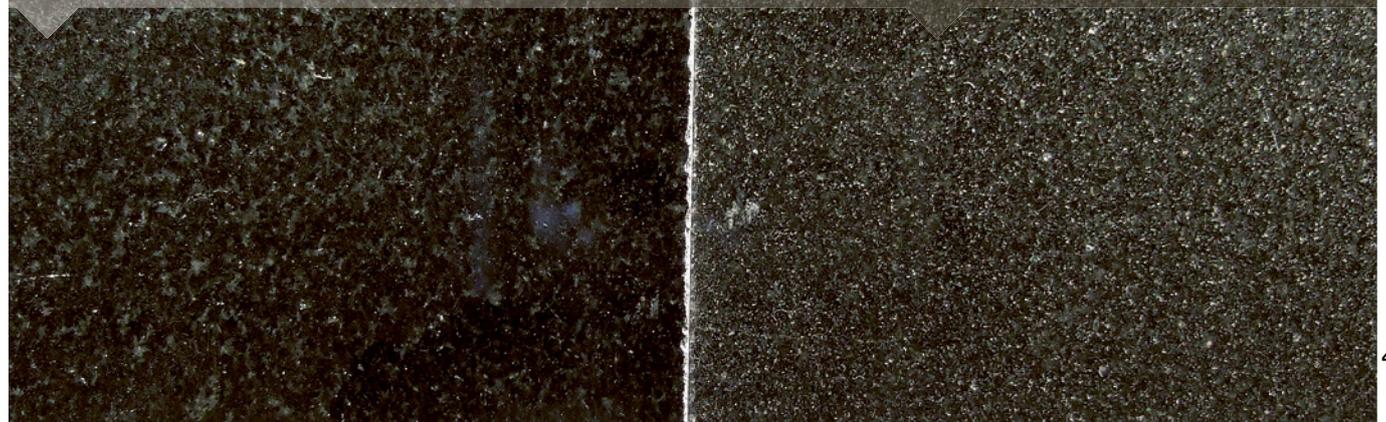


Bild mit Streiflicht





ALTA, QUARZIT

Probe Nr.44

Muster, bruchfrisch

14 Monate Schwimmbadlagerung

Bild mit Aufsicht



Bild mit Seitenlicht



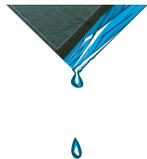
Tabelle 3: Ergebnisse der Untersuchungen nach Gesteinsgruppen

Nr.	Gesteinsbezeichnung, Schnitttrichtung und Oberflächenbearbeitung	Mineralbestand	Gewichts- verlust (M %)	Beschreibung der Art der Oberflächenschäden, Materialverluste	Verfärbungen, Rost
GRANITE					
40	Granit Verde Marina (Gneis) poliert	Feldspat, Quarz, Biotit	0.019	Glimmerzerfall (Biotit), Aussanden des Glimmers bis 0.5 mm tief, total ca. 1 % der Oberfläche, Biotite zu 90 % "erodiert" (Biotit im Durchlicht grün-bräunlich)	wird etwas blasser, kein Rost
41	Granit Cashmere White (Granulit) poliert	Feldspat, Quarz, Granat	0.000	keine makroskopisch wahrnehmbaren Schäden, mikroskopisch feststellbare sekundäre Porenbildung durch Auslösen von Nebengemengeteilen (wenig Glimmer) in sehr geringer Menge (makroskopisch irrelevant)	keine Verfärbung
38	Granit Royal Pink poliert	rosa Feldspat, Quarz, kein Glimmer, Gefüge unfrisch, relativ viel Opake (z.T. sehr fein)	0.000	keine	starke Rostbildung, ausgehend von div. opaken, eisenhaltigen Mineralien (Pyrit, Hämatit etc.), die opaken Mineralien erscheinen im Mikrogefüge angegriffen
35	Azul noche, Granit poliert	Feldspat, Quarz, Biotit, wenig Muskovit und Chlorit	0.018	Glimmerzerfall (Biotit), Aussanden des Glimmers bis 0.2 mm tief, total ca. 3 % der Oberfläche, Biotite nur zu 10 % "erodiert", zu 50 % leicht gequollen und schuppig (Biotit im Durchlicht satt braun)	feine wolkige Rostflecken Ausrostungen an Glimmer gekoppelt!
36	Rosa Sardo, Granit poliert	2 Feldspatsorten, Quarz, Biotit	0.057	Glimmerzerfall (Biotit) Aussanden des Glimmers bis 0.2 mm tief, total ca. 3 % der Oberfläche, Biotite nur zu 10 % "erodiert", zu 50 % leicht gequollen und schuppig (Biotit im Durchlicht grün-braun)	keine, kein Rost
32	Granit Nero Grapesa poliert	Feldspat, Quarz, Biotit	0.977	Glimmerzerfall (Biotit), Aussanden des Glimmers bis 1 mm tief, total ca. 10 % der Oberfläche, Biotite nur zu 70 % "erodiert", zu 10 % leicht gequollen und schuppig (Biotit im Durchlicht satt braun, minimales Mitausbrechen von Feldspat und Quarz wegen hohem Glimmeranteil)	Ausrostungen von Pyrit und Glimmer ausgehend, wobei Pyrit mit Glimmer eng verwachsen und Glimmer fast schwarz
8	Andeer, gegen Lager poliert	Feldspat, Quarz, Serizit (Phengit), Chlorit	0.000	kleine Rostflecken mit Auslösungen gekoppelt (Calcit ca. 0.5 mm tief ausgelöst) -> rel. tiefe Poren	vereinzelt kleine Rostflecken, Ausrostungen von Pyrit ausgehend, Pyrit gekoppelt an Calcit
9	Andeer, im Lager poliert	Feldspat, Quarz, Serizit (Phengit), Chlorit	0.000	kleine Rostflecken mit Auslösungen gekoppelt (Calcit), eher weniger tiefe Poren und auch weniger zahlreich als im Gegenlager	vereinzelt kleine Rostflecken, Ausrostungen von Pyrit ausgehend, Pyrit gekoppelt an Calcit



Nr.	Gesteinsbezeichnung, Schnitttrichtung und Oberflächenbearbeitung	Mineralbestand	Gewichtsverlust (M %)	Beschreibung der Art der Oberflächenschäden, Materialverluste	Verfärbungen, Rost
GNEISE					
5	Onsernone, im Lager poliert	Feldspat, Quarz, viel Biotit, Pyroxen, Pyrit	0.594	Glimmerzerfall und Ausbrechen von Quarz und Feldspatkorn zusammen mit dem Glimmer, Glimmeranteil ca. 20 % - wegen Planarstruktur ca. 50 % der Oberfläche, davon aussandend 100 %, Grad der Aussandung ca. 50 % (Biotit im Durchlicht grün-braun)	keine, kein Rost
10	Onsernone, gegen Lager poliert	Feldspat, Quarz, viel Biotit, Pyroxen, Pyrit	0.178	Glimmerzerfall, sehr wenig Ausbrechen von Quarz und Feldspatkorn zusammen mit dem Glimmer, Glimmeranteil ca. 20 %, davon aussandend 20 %, Grad der Aussandung ca. 20 % (Biotit im Durchlicht grün-braun), es entstehen scharf abgegrenzte kleine Poren	keine, kein Rost
39	Gneiss Serizzo, im Lager poliert	Feldspat, Quarz, Biotit, Pyrit	0.185	Glimmerzerfall und beschränktes Ausbrechen von Quarz und Feldspatkorn zusammen mit dem Glimmer (sehr schön zu sehen Quellen des Glimmers und Anheben der umgebenden Qz. und Flsp.-Körner), Glimmeranteil ca. 15 % - wegen Planarstruktur ca. 30 % der Oberfläche, davon aussandend 100 %, Grad der Aussandung ca. 30 % (Biotit im Durchlicht dunkelbraun, kaum grünlich)	wird etwas heller, kein Rost
2	Cresciano, gegen Lager poliert	Feldspat, Quarz, Biotit, Muskovit	0.000	Glimmerzerfall, sehr wenig Ausbrechen von Quarz und Feldspatkorn zusammen mit dem Glimmer, Glimmeranteil ca. 20 %, davon aussandend 20 %, Grad der Aussandung ca. 20 % (Biotit im Durchlicht grün-braun)	keine, kein Rost
3	Cresciano, im Lager poliert	Feldspat, Quarz, Biotit, Muskovit	0.000	wie Serizzo, etwas weniger sandend, da Glimmeranteil etwas geringer	Politur abgestumpft, kein Rost
11	Iragna, gegen Lager poliert	Feldspat, Quarz, Biotit, Calcit, Muskovit (Serizit)	0.000	im Prinzip wie Cresciano, aber deutlich besser, Abtrag vernachlässigbar, Anteil angegriffener Biotit liegt bei nur ca. 10 % (der Biotit erscheint sehr frisch)	keine, kein Rost
7	San Bernardino Quarzit (Gneis) poliert	Feldspat, Quarz, Muskovit, Biotit, Granat	0.393	Glimmerzerfall wie Onsernone (es geht viel Qz. und Flsp. mit), Absanden des Glimmers geht vom Biotit aus (ca. 30 % Biotit und 70 % Muskovit), nimmt aber im Lager den Muskovit mit. Gegen das Lager sandet fast nur der Biotit aus; d.h. Gestein im Gegenlager wahrscheinlich besser	leicht bräunliche Verfärbung, Ausrostungen aus Feldspatäugen, wahrscheinlich Pyrit

Nr.	Gesteinsbezeichnung, Schnittrichtung und Oberflächenbearbeitung	Mineralbestand	Gewichts- verlust (M %)	Beschreibung der Art der Oberflächenschäden, Materialverluste	Verfärbungen, Rost
NORITE UND LABRADORITE					
43	Norit Nero Assoluto poliert	Feldspat (Plagioklas), Pyroxen, Biotit sehr fein, Chlorit, viel Opake	0.000	kleinste Ausbrüche, mineralselektiv (mikroskopisch: Biotit zusammen mit Opaken)	minimaler Politurverlust, irrelevant, kein Rost
33	Norit Nero S. Marco poliert	Feldspat (Plagioklas), viel Biotit, Hornblende und Pyroxen	0.000	Glimmerzerfall (Biotit), Aufquellen, aber kaum Aussanden des Glimmers (Biotit), total ca. 3 % der Oberfläche, Biotite zu 50 % angegriffen (gequollen), restliche 50 % intakt!, Biotit im Durchlicht braun	Politur zeigt stumpfe Flecken (matte Biotite), kein Rost
34	Norit Nero Impala poliert	Feldspat (Plagioklas), Pyroxen und Hornblende, wenig Quarz	0.000	leichter Angriff auf die dunklen Mineralanteile (wird ganz leicht matt), steintechnisch nicht relevant	Politur wird im Streiflicht ganz leicht reduziert, kein Rost
37	Labrador hell poliert	Feldspat (Plagioklas), Pyroxen und Hornblende, wenig Biotit (satt braun) um Erzkörner	0.000	ganz wenig Ausblättern des Biotits	keine, kein Rost
31	Virginia Mist poliert	Feldspat (Plagioklas), Pyroxen (Hypersthen), wenig Erzkörner	0.000	keine	keine, kein Rost
PORPHYR					
30	Porphyrt Trento geflammt	Quarz, Feldspat: Kalifeldspat: Sanidin, Plagioklas, sehr wenig Biotit+Pyroxen und wenig glasige Grundmasse	0.000	keine wesentlichen, der wenige Biotit sandet aus	keine, kein Rost
KALKSTEINE					
4	Kieselkalk Blausee poliert	Kalk, feiner detritischer Quarz, amorphes SiO ₂ , Ton	1.880	leichtes Aussanden von detritischem Quarz, wenn Kalkbindung gelöst, in stark kieseligen Zonen bleibt das Gestein intakt, in kalkigen Zonen flächiger Abtrag durch Lösung, dazwischen Übergänge	massive Verfärbung zu braun, allg. deutliches Rosten
22	Jura Grau Feinschliff	(Biomikrit/Biosparit) Kalk, biogene Kalkfrag- mente, Ton, Eisenoxyde	4.214	Oberfläche wird matt und rau, Oberfläche wird ca. 0.25 mm abgetragen, z.T. selektiv (biog. Fragm. stehen vor)	hellte etwas auf wenn trocken, kein Rost
25	Botticino poliert	Kalk und wenig Dolomit	2.539	Oberfläche wird matt und rau (rau wegen Dolomitkristallen, welche vorstehen), Oberfläche wird ca. 0.15 mm abgetragen, z.T. selektiv	hellte etwas auf wenn trocken, kein Rost



Nr.	Gesteinsbezeichnung, Schnittrichtung und Oberflächenbearbeitung	Mineralbestand	Gewichtsverlust (M %)	Beschreibung der Art der Oberflächenschäden, Materialverluste	Verfärbungen, Rost
SANDSTEINE					
6	Bollinger Sandstein, Schmerikon geschliffen	Feldspat, Quarz, wenig Kalkkorn als lithisches Fragment, Kalkzement	0.053	selektive Auslösung des Kalkanteils, ohne wesentliche Folge für das Gestein	leichte Braunverfärbung wie nat. Patina, allg. leichtes Rosten
1	Guber Hartsandstein, (Grauwacke), geschliffen/poliert	Kalkkomponenten, Kalkmatrix, Quarz, Feldspat und weitere, silikatische Fragmente	0.914	Abwittern der kalkhaltigen Teile, Kalkadern flächig (0.3 mm), sonst punktuell einzelne Kalkkörner, im feinkörnigen Bereich wird die Kalkmatrix vollständig ausgelöst bis auf Tiefe wie bei Adern, es entsteht eine sehr poröse Oberflächenzone	Verfärbung von dunkelgrau zu braun, allg. deutliches Rosten
MARMORE					
21	Carrara Bianco poliert	Calcit, sehr wenig Pyrit	2.615	Abtrag durch Lösung, recht gleichmässig, bleibt relativ glatt, Politur geht verloren, Oberfläche wurde ca. 0.25 mm abgetragen	hellt etwas auf wenn trocken, kein Rost
23	Rosa Portogallo poliert	Calcit	1.904	Abtrag durch Lösung, recht gleichmässig, bleibt relativ glatt, Politur geht verloren, Oberfläche wurde ca. 0.25 mm abgetragen, entlang feinen Adern steht etwas Dolomit vor	hellt etwas auf wenn trocken, kein Rost
24	Thassos poliert	Dolomit	0.399	Politur geht verloren, Oberfläche wurde minim abgetragen, nur entlang Korngrenzen	wird stumpf, kein Rost
27	Palissandro hell poliert	Calcit	1.615	Politur geht verloren, Oberfläche wurde ca. 0.25 mm abgetragen	wird stumpf und leicht gelblich, ganz leichter Rost
SCHIEFER					
26	Schiefer Jaddish gespalten	kalkfreier Tonschiefer	0.833	keine	leicht bräunliche Verfärbung
28	Schiefer Pillarguri gespalten	Quarz, viel Biotit, Muskovit/Serizit, Aktinolit, Epidot, Chlorit, Granat	0.641	vom Biotit ausgehendes Aufschuppen, blättert im Lager auf und Kanten werden rund	wird heller und etwas bräunlich
QUARZITE					
44	Alta Quarzit gespalten	Quarz + Feldspat (>80%), Muskovit, Serizit, Chlorit	0.000	keine	keine, kein Rost
42	Oppdal Quarzit gespalten	Quarz (>60%), Muskovit, Calcit, Feldspat, Hornblende und Granat	0.000	keine	keine, kein Rost
AGGLOMARMOR					
20	Zodiaq, Snow White poliert	Quarz, Kunstharz	0.000	keine	minimale Verfärbung (ganz leicht vergilbt)

Naturstein-Verband Schweiz NVS
Seilerstrasse 22 Postfach 3001 Bern
Tel. 031 310 20 10 Fax 031 310 20 35
info@nvs.ch www.nvs.ch



Impressum

Herausgeber: Naturstein-Verband Schweiz, Bern

Expertenbüro und Labor: Materialtechnik am Bau AG, Schinznach-Dorf

Druck: Länggass Druck AG Bern, Bern

Grafik: Peter Marthaler, Bern

Bern, im Januar 2020 (3. überarbeitete Auflage)