

**Wesling Obernkirchener Sandstein
GmbH & Co. KG
Hannoversche Straße 23**

31547 Rehburg-Loccum

Unser Zeichen
le

Datum
08.06.2016

Befund-Nr.: 3962 / 1 / 16

Auftraggeber: Wesling Obernkirchener Sandstein GmbH & Co. KG
Hannoversche Straße 23
31547 Rehburg-Loccum

Inhalt des Auftrages: Prüfung von Natursteinen

Gesteinsart: Sandstein

Bezeichnung: Obernkirchener Sandstein

Herkunft / Ort der Gewinnung: Deutschland (Niedersachsen), Obernkirchener Sandsteinbrüche

Probenahme am: Das Probenmaterial wurde der Dr. Moll GmbH & Co.
KG am 04.04.2016 übergeben

Verteiler: 1 x Fa. (Orig., PDF)

Der Bericht umfasst 21 Seiten, einschl. 2 Anlagen (6 Seiten)



1 Vorgang

Am 04.04.2016 wurden der Dr. Moll GmbH & Co. KG durch die Wesling Obernkirchner Sandstein GmbH & Co. KG in Obernkirchen Probekörper aus Obernkirchner Sandstein übergeben.

Das Gestein sollte hinsichtlich der Anwendungsbereiche DIN EN 1341, Platten aus Naturstein für Außenbereiche, DIN EN 1342, Pflaster aus Naturstein für Außenbereiche und DIN EN 1343, Bordsteine aus Naturstein für Außenbereiche, untersucht werden (jeweils Ausgabe 2013-03 einschließlich Änderungen A20 vom Juli 2014). Das Probenmaterial war bereits in Probekörper mit den erforderlichen Maßen für die durchzuführenden Prüfungen geschnitten.

2 Untersuchungsergebnisse

Die bisher vorliegenden Untersuchungsergebnisse werden im Folgenden dargestellt. Dabei wurden Ergebnisse der Bestimmung der Rohdichte, Wasseraufnahme und offenen Porosität aus Prüfberichten der MPA BAU Hannover (Prüfbericht Nr. 153342 und 153343) vom 06.07.2015 übernommen.

2.1 Rohdichte nach DIN EN 1936: 2007-02

Die Rohdichte wurde nach DIN EN 1936 bestimmt. Die Maße der Probekörper betrugen 50 x 50 x 50 mm. Das Verhältnis zwischen Oberfläche und Volumen der Probekörper beträgt 0,12 mm⁻¹ (Soll: 0,08 mm⁻¹ – 0,20 mm⁻¹). Das Rohvolumen der Probekörper beträgt 125 ml. Folgende Rohdichten wurden ermittelt:

Probe:	1	2	3	4	5	Mittelwert
kg/m ³	2200	2200	2200	2190	2190	2200
offene Porosität %	16,7	16,8	16,7	17,0	16,0	16,6

Die Rohdichte, bestimmt nach DIN EN 1936, beträgt **2200 kg/m³**.

Die offene Porosität, bestimmt nach DIN EN 1936, beträgt **16,6 %**

2.2 Wasseraufnahme nach DIN EN 13755: 2008-08

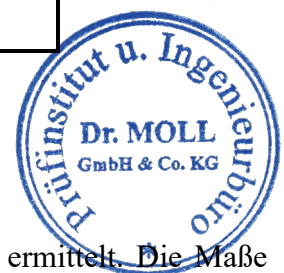
Die Wasseraufnahme wurde an den Probekörpern nach DIN EN 13755 ermittelt. Die Maße der Probekörper betrugen 50 x 50 x 50 mm. Das Verhältnis zwischen Oberfläche und Volumen der Probekörper beträgt 0,12 mm⁻¹ (Soll: 0,08 mm⁻¹ – 0,20 mm⁻¹). Folgende Wasseraufnahme wurde festgestellt:

Probe:	1	2	3	4	5	6	Mittelwert
%	4,7	4,7	4,7	4,6	4,7	4,7	4,7

Die Wasseraufnahme des untersuchten Materials beträgt **4,7 %**.

Oberer Erwartungswert (E_H): **4,8 %**

In der TL Pflaster-StB 06/15 wird für die Wasseraufnahme von (sonstigen) Sandsteinen ein Orientierungswert zwischen 0,4 % und 4,0 % angegeben.



2.3 Druckfestigkeit nach DIN EN 1926: 2007-03

Die Druckfestigkeit wurde an 10 Prüfkörpern mit einer Kantenlänge von ca. 50 x 50 x 50 mm ermittelt. Die Prüfung erfolgte nach entsprechender Vorbehandlung, d.h. nach Trocknung zur Massekonstanz und Abkühlung auf Raumtemperatur. An den Probekörpern wurden schwache Anisotropien in Form von Schichtung festgestellt. Es wurden folgende Druckfestigkeiten ermittelt ($1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$):

Proben Nr.	Höhe (mm)	Tiefe (mm)	Breite (mm)	Bruchlast (kN)	Druckfestigkeit (MPa)		ln
1	50,1	50,5	50,1	274,1	108,34		4,69
2	50,1	50,6	50,1	298,3	117,67		4,77
3	50,1	50,0	50,6	286,5	113,24		4,73
4	50,1	50,1	50,5	289,7	114,50		4,74
5	50,1	50,6	50,0	302,7	119,64		4,78
6	50,3	50,1	50,2	271,0	107,75		4,68
7	50,6	50,3	50,3	260,9	103,12		4,64
8	50,3	50,3	50,3	275,0	108,69		4,69
9	50,5	50,1	50,2	277,0	110,14		4,70
10	50,1	50,2	50,4	266,9	105,49		4,66
Mittelwert:					111		4,71
Standardabweichung:					5,30		0,05
Variationskoeffizient [%]:					4,78		1,01
Unterer Erwartungswert (EL):					100		
*)Quantilenfaktor:					2,10		

*) bei 10 Messwerten in Übereinstimmung mit dem 5%-Quantil, Vertrauensbereich 75%

Anmerkung: Probe 1-5: Prüfung gegen die Anisotropieebene

Probe 6 – 10: Prüfung senkrecht zur Anisotropie

Die ermittelten Druckfestigkeiten variieren zwischen 103,12 MPa und 114,50 MPa. Der Mittelwert beträgt 111 MPa.

Gemäß TL Pflaster-StB 06/15 muss (sonstiger) Sandstein hinsichtlich der Druckfestigkeit einen unteren Erwartungswert von mindestens 80 MPa aufweisen. Diese Anforderung hält das untersuchte Material ein.



2.4 Biegefestigkeit nach DIN EN 12372: 2007-02

Die Biegefestigkeit wurde an zehn 180 mm langen Probekörpern ermittelt. Die Rechtwinkeligkeit der Probekörper war gegeben.

Die Prüfung erfolgte nach entsprechender Vorbehandlung der Körper, d.h. nach Trocknung zur Massekonstanz und Abkühlung auf Raumtemperatur. Im Gestein wurden schwache Anisotropien in Form von Schichtflächen festgestellt. Folgende Biegefestigkeiten wurden ermittelt:

Proben-Nr.:	Belastungs-zunahme (MPa/s)	Auflagen-weite (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)	Bruchlast (N)	Biegefestigkeit	
						(MPa)	ln
1	0,25	150	90,2	30,8	3.160	8,3	2,12
2	0,25	150	90,3	30,6	3.230	8,6	2,15
3	0,25	150	90,6	30,5	3.990	10,7	2,37
4	0,25	150	90,2	30,3	2.970	8,1	2,09
5	0,25	150	90,3	30,4	3.760	10,1	2,31
6	0,25	150	90,1	28,8	2.960	8,9	2,19
7	0,25	150	90,3	29,8	3.050	8,6	2,15
8	0,25	150	90,2	31,2	3.950	10,1	2,31
9	0,25	150	90,3	29,7	2.390	6,8	1,92
10	0,25	150	90,3	30,1	3.890	10,7	2,37
Mittelwert:						9,1	2,2
Standardabweichung:						1,29	0,14
Variationskoeffizient [%]:						14,15	6,56
Unterer Erwartungswert (E _L):						6,7	
*)Quantilenfaktor:						2,10	

*) bei 10 Messwerten in Übereinstimmung mit dem 5%-Quantil, Vertrauensbereich 75%

Anmerkung: Die Prüfungen erfolgten senkrecht zur Anisotropie

Die ermittelten Biegefestigkeiten variieren zwischen 6,8 MPa und 10,7 MPa. Der Mittelwert beträgt 9,1 MPa.

Nach TL Pflaster-StB 06/15 muss (sonstiger) Sandstein hinsichtlich der Biegefestigkeit einen unteren Erwartungswert von mindestens 5 MPa aufweisen. Diese Anforderung hält das untersuchte Material ein.



3.5 Bestimmung des Widerstandes gegen Frost-Tau-Wechsel nach DIN EN 12371: 2010-07

Für die Bestimmung des Widerstandes gegen Frost-Tauwechsel wurden je zehn Würfel der Kantenlänge 50 x 50 x 50 mm sowie Prismen der Maße 180 x 50 x 30 mm 56 Frost-Tau-Zyklen unterworfen (DIN EN 1341, DIN EN 1342, DIN EN 1343: 2013-03). An keinem der Probekörper wurden nach Abschluss der Prüfung Schäden irgendwelcher Art festgestellt.

3.6 Bestimmung des Widerstandes gegen Frost-Tau-Wechsel mit Tausalz nach DIN EN 1367-6: 2008-12

Der Frost-Tausalz-Versuch wurde an zehn Würfeln der Maße ca. 50 x 50 x 50 mm für die nachfolgende Prüfung auf Druckfestigkeit nach Frost-Tausalz- Wechsel durchgeführt. Es wurden 25 Frost-Tauwechsel durchgeführt.

Nach Abschluss der 25 Zyklen wurde an den Würfeln im Mittel ein Masseverlust von 0,01 M.-% festgestellt. Kein Probekörper wie einen Masseverlust > 2,0 M.-% auf. Weitere Veränderungen waren an den Probekörpern nicht zu bemerken. Gemäß TL Pflaster-StB 06/15 sind Absplitterungen bis zur Höhe von 2,0 M.-% zulässig. Das Material hält diese Anforderung ein.



3.7 Druckfestigkeit nach DIN EN 1926: 2007-03 nach der Frost-Tau-Wechsel-Prüfung mit Tausalz (DIN EN 1367-6: 2008-12) (2012)

Die Druckfestigkeit wurde an 10 Prüfkörpern, die die Frost-Tauwechsel-Prüfung durchlaufen hatten (s.o.) mit einer Kantenlänge von ca. 50 x 50 x 50 mm ermittelt. Die Prüfung erfolgte nach entsprechender Vorbehandlung, d.h. nach Trocknung zur Massekonstanz und Abkühlung auf Raumtemperatur.

An den Probekörpern wurden schwache Anisotropien in Form von Schichtung festgestellt. Es wurden folgende Druckfestigkeiten ermittelt ($1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$):

Proben - Nr.	Höhe (mm)	Tiefe (mm)	Breite (mm)	Bruchlast (kN)	Druckfestigkeit (MPa)
1	50,0	50,9	50,1	294,5	115,49
2	50,0	50,0	50,5	247,0	97,82
3	50,3	50,2	50,0	266,1	106,02
4	50,2	50,0	50,4	238,9	94,80
5	50,2	50,2	50,6	306,4	120,62
6	50,7	50,3	50,2	258,8	102,49
7	50,6	50,2	50,1	269,0	106,96
8	50,1	50,3	50,2	244,4	96,79
9	50,4	50,2	50,3	263,5	104,35
10	50,1	50,2	50,3	252,9	100,16
Mittelwert:					105
Standardabweichung:					8,23
Variationskoeffizient:					7,87

Anmerkung: Probe 1-5: Prüfung gegen die Anisotropieebene

Probe 6 – 10: Prüfung senkrecht zur Anisotropie

Die ermittelten Druckfestigkeiten nach Frostbeanspruchung mit Tausalz variieren zwischen 94,80 MPa und 120,62 MPa. Der Mittelwert beträgt 105 MPa.

Gemäß TL Pflaster-StB 06/15 darf die Abnahme der mittleren Druckfestigkeit nach dem Frostversuch gegenüber der mittleren Druckfestigkeit vor dem Frostversuch max. 20 % betragen. Die Druckfestigkeit nach dem Frostversuch hat sich gegenüber der Druckfestigkeit vor dem Frostversuch um 6 MPa (5,4 %) vermindert. Die Anforderung der TL Pflaster-StB 06/15 wird erfüllt.



3.8 Druckfestigkeit nach DIN EN 1926: 2007-03 nach der Frost-Tau-Wechsel-Prüfung (DIN EN 12371: 2010-07)

Die Druckfestigkeit wurde an 10 Prüfkörpern, die die Frost-Tauwechsel-Prüfung durchlaufen hatten (s.o.) mit einer Kantenlänge von ca. 50 x 50 x 50 mm ermittelt. Die Prüfung erfolgte nach entsprechender Vorbehandlung, d.h. nach Trocknung zur Massekonstanz und Abkühlung auf Raumtemperatur.

An den Probekörpern wurden schwache Anisotropien in Form von Schichtung festgestellt. Es wurden folgende Druckfestigkeiten ermittelt ($1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$):

Proben - Nr.	Höhe (mm)	Tiefe (mm)	Breite (mm)	Bruchlast (kN)	Druckfestigkeit (MPa)
1	50,1	50,0	51,1	241,0	94,32
2	50,6	50,5	50,1	294,6	116,44
3	50,2	50,9	50,5	289,4	112,59
4	50,1	50,5	50,5	286,8	112,46
5	50,6	50,5	50,0	261,8	103,68
6	50,5	50,5	50,8	246,7	96,16
7	50,5	50,3	50,2	257,3	101,90
8	50,1	50,2	50,3	258,2	102,25
9	50,3	50,3	50,3	259,2	102,45
10	50,9	50,3	50,1	231,2	91,74
Mittelwert:					103
Standardabweichung:					8,24
Variationskoeffizient:					7,97

Anmerkung: Probe 1-5: Prüfung gegen die Anisotropieebene

Probe 6 – 10: Prüfung senkrecht zur Anisotropie

Die ermittelten Druckfestigkeiten nach Frostbeanspruchung variieren zwischen 94,32 MPa und 116,44 MPa. Der Mittelwert beträgt 103 MPa.

Gemäß TL Pflaster-StB 06/15 darf die Abnahme der mittleren Druckfestigkeit nach dem Frostversuch gegenüber der mittleren Druckfestigkeit vor dem Frostversuch max. 20 % betragen. Die Druckfestigkeit nach dem Frostversuch hat sich gegenüber der Druckfestigkeit vor dem Frostversuch um 8 MPa (7,2 %) vermindert. Die Anforderung der TL Pflaster-StB 06/15 wird erfüllt.



3.9 Biegefestigkeit nach DIN EN 12372: 2007-02 nach der Frost-Tau-Wechsel-Prüfung (DIN EN 12371: 2010-07)

Die Biegefestigkeit wurde an 10 Prüfkörpern ermittelt, die die o.g. Frostprüfung durchlaufen haben. Die Rechtwinkeligkeit der Probekörper war gegeben.

Die Prüfung erfolgte nach entsprechender Vorbehandlung der Körper, d.h. nach Trocknung zur Massenkonstanz und Abkühlung auf Raumtemperatur. Im Gestein wurden schwache Anisotropien in Form von Schichtflächen festgestellt. Folgende Biegefestigkeiten wurden ermittelt:

Proben-Nr.:	Belastungszunahme (MPa/s)	Auflagenweite (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)	Zugfestigkeit (N)	Biegefestigkeit (MPa)
1	0,25	150	90,5	30,4	3,710	10,0
2	0,25	150	90,4	30,4	3,590	9,7
3	0,25	150	90,3	30,3	3,780	10,3
4	0,25	150	90,2	30,4	3,720	10,0
5	0,25	150	90,2	30,5	3,340	9,0
6	0,25	150	90,0	30,4	3,820	10,3
7	0,25	150	90,2	30,9	3,060	8,0
8	0,25	150	90,4	30,2	3,550	9,7
9	0,25	150	90,6	29,9	2,560	7,1
10	0,25	150	90,2	30,2	3,760	10,3
Mittelwert:						9,4
Standardabweichung:						1,09
Variationskoeffizient [%]:						11,56

Anmerkung: Die Prüfungen erfolgten senkrecht zur Anisotropie

Die ermittelten Biegefestigkeiten variieren zwischen 7,1 MPa und 10,3 MPa. Der Mittelwert beträgt 9,4 MPa.

Gemäß TL Pflaster-StB 06/15 darf die Abnahme der mittleren Biegefestigkeit nach dem Frostversuch gegenüber der mittleren Biegefestigkeit vor dem Frostversuch max. 20 % betragen. Die Biegefestigkeit nach dem Frostversuch hat sich gegenüber der Biegefestigkeit vor dem Frostversuch um 0,3 MPa (3,3 %) erhöht. Die Anforderung der TL Pflaster-StB 06/15 wird erfüllt.



3.10 Widerstand gegen Verschleiß nach DIN EN 14157: 2005-01, Verfahren B

Die Prüfung wurde nach dem Verfahren B – Böhme-Abriebprüfung - der o.g. Norm durchgeführt. Dabei handelt es sich um ein Alternativverfahren zur Abriebprüfung mit der breiten Schleifscheibe (Verfahren A), die das Referenzverfahren darstellt. Nach DIN EN 14157, Anhang A, ist eine Korrelation beider Verfahren möglich.

Die Verschleißprüfung gemäß dem Verfahren B wurde an Probekörpern mit einer quadratischen Prüffläche von 71 mm ($\pm 1,5$ mm) Kantenlänge ermittelt. Es wurden sechs Prüfkörper untersucht. Die Ermittlung des Schleifverschleißes erfolgte über die Bestimmung des Volumenverlustes (ΔV). Die Probekörper wurden vor der Versuchsdurchführung 24 Stunden bei 70 °C getrocknet, über vier Prüfperioden (je 22 Umdrehungen) vorgeschliffen sowie vermessen und gewogen. Die ermittelten Werte (nach 16 Prüfperioden) werden in der folgenden Tabelle aufgelistet. Die Rohdichten der jeweiligen Prüfkörper wurden aus den Abmessungen bestimmt.

Probe (Nr.)	Gewicht vor Versuch (g)	Länge (mm)	Breite (mm)	Dicke (mm)	Gewicht nach Versuch (g)	Rohdichte (kg/m ³)	Abriebverschleiß Volumenverlust ($\Delta V = \text{mm}^3$)
1	522,4	70,0	70,2	49,01	479,7	2170	19.686
2	532,3	70,2	70,2	49,69	493,4	2170	17.896
3	516,6	70,2	70,1	48,81	474,8	2150	19.443
4	531,1	70,5	70,1	49,39	492,9	2180	17.557
5	532,1	70,2	70,1	49,43	493,9	2190	17.462
6	481,7	70,1	70,1	46,05	438,4	2130	20.340
Mittelwert:						2170	18.731
Oberer Erwartungswert (E_H):							21.041
*)Quantilenfaktor:						2,34	

*) bei 6 Messwerten in Übereinstimmung mit dem 5%-Quantil, Vertrauensbereich 75%

Die Prüfung wurde mit Edelkorund F150 durchgeführt.

3.11 Prüfung auf Rostgefährdung nach DIN 52 008: 2006-03

Zur Prüfung auf Rostgefährdung wurden gemäß DIN 52008 für 28 Tage fünf Handstücke in offenen Gefäßen bis zu ihrer halben Höhe in Wasser bei hoher Luftfeuchte (Feuchtraum) sowie fünf Vergleichsproben trocken im Exsikkator gelagert.

Nach 28 Tagen wurden keine rötlichen oder rostroten Verfärbungen festgestellt. Das Material wies ein unverändertes Aussehen auf. Somit ist der Sandstein als „nicht rostgefährdet“ zu bezeichnen.



3.12 Gleitwiderstand nach DIN EN 14231: 2003-07

An Probekörpern der Maße 200 x 150 x 30 mm mit gesägter Oberfläche wurde der Gleitwiderstand **unter feuchten Bedingungen** bestimmt (SRV „wet“).

Die Messungen mit dem Pendelgerät wurden jeweils in zwei Richtungen mit dem 76 mm breiten Gleitkörper durchgeführt (Drehung der Probekörper um 180°, Pendelprüfwert 2). Prüfdatum ist der 18.05.2016.

In der folgenden Tabelle sind die Untersuchungsergebnisse dargestellt.

Stein-Nr.	Pendelprüfwert 1 SRV „wet“					i. M. SRV „wet“	Pendelprüfwert 2 SRV „wet“					i. M. SRV „wet“
A	82	82	82	82	82	82	85	86	85	86	85	85
B	84	84	85	84	84	84	85	86	86	84	85	85
C	83	84	83	84	83	83	83	84	85	84	85	84
D	85	84	83	83	82	83	86	85	84	85	84	85
E	82	83	83	82	82	82	83	83	82	82	82	82
F	83	84	84	83	84	84	84	83	83	83	83	83
Gleitwiderstand SRV „wet“:							84					

Pendelprüfwert 2: Nach Drehung um 180°

Gemäß TL Pflaster-StB 06/15 ist ein für fein bearbeitete Pflastersteine (Oberflächenrauigkeit < 1,0 mm) ein SRV-Wert von mindestens 55 zu erreichen. Diese Anforderung wird durch den Obernkirchener Sandstein eingehalten.

3.13 Petrographische Beschreibung

Die petrographische Beschreibung erfolgte in Anlehnung an DIN EN 12407: 2007-06 und DIN EN 12670: 2002-03. Die Dünnschlifferstellung und Beschreibung wurde von der Universität Halle durchgeführt.

Makroskopische Beschreibung

Das Handstück der Probe Obernkirchener Sandstein besitzt eine Größendimension von ca. 5 x 5 x 5 cm und hat die Form eines Würfels mit gebrochenen Kanten. Alle Flächen sind gesägt. Das Handstück gibt einen guten Einblick in alle drei Dimensionen und lässt die Eigenschaften der einzelnen Komponenten gut erkennen (s. Abb. 1).

Der farbliche Gesamteindruck der Gesteinsprobe ist hellgrau bis leicht gelblich-beige (s. Abb. 1). Das Gestein besitzt ein dichtes, extrem feinkörniges und gleichkörniges Gefüge. Einzelne Komponenten sind in dem Handstück nur schwer zu erkennen. Vereinzelt sind orange-farbene bis bräunlich-gelbe Bereiche im Gestein erkennbar. Mit der Lupe betrachtet können bis zu zwei verschiedene Komponenten im Handstück unterschieden werden.



Dabei bildet die Hauptkomponente ein dichtes Gefüge aus meist xenomorph ausgebildeten, hellgrauen bis leicht weißlichen Komponenten. Diese lassen vereinzelt einen muscheligen Bruch erkennen. Sie ritzen das Taschenmesser, d.h. sie besitzen eine Härte von mindestens 7. Daher werden diese Komponenten als Quarz angesprochen.

Weiterhin finden sich sehr kleine ($< 0,5$ mm), stark reflektierende Komponenten. Sie zeigen eine längliche Ausbildung und besitzen eine silbrig-graue Farbe. Aufgrund der sehr geringen Korngröße können weitere Eigenschaften makroskopisch nicht erkannt werden. Diese Minerale werden als Glimmer (Hellglimmer, Muskovit) interpretiert.

Als einzige Hinweise auf Verwitterung bzw. Alteration können die Eisen(hydr)oxide angesprochen werden, die vereinzelt zu orange-farbigen bis bräunlich-gelben Verfärbungen im Gestein führen. Sonst sind makroskopisch keine Verwitterungsspuren zu sehen. Es sind weiterhin keine offenen Hohlräume (Drusen) oder Risse am Handstück feststellbar.

Im vorliegenden Maßstab ist das Gestein kompakt.



Abb. 1: Makroskopische Ansicht der Probe 7997. Das Handstück zeigt eine hellgraue Gesamtgesteinsfarbe. Das Gestein besitzt ein gleich- und sehr feinkörniges Gefüge. Einzelne Komponenten können makroskopisch nur schwer identifiziert werden. (Durchmesser Münze = 2,1 cm)

Mikroskopische Beschreibung

Der Dünnschliff der Probe wurde mit dem Universalpolarisationsmikroskop AxioPlan der Firma Carl Zeiss Jena im Durchlicht untersucht (s. Abb. 2). Die Aufnahmen der Dünnschliff-fotos erfolgten mit Hilfe einer Nikon DS-5M-U1 (s. Anlage 2, Abb. 3 bis 7).

Zur Bestimmung des Mineralbestandes im Dünnschliff erfolgte eine Auszählung durch einen Point Counter. Akzessorische Anteile wurden geschätzt.





Abb. 2: Dünnschliff der zu untersuchenden Gesteinsprobe. (Magnetstift = 12,5 cm)

Der Anteil des Gesteins an Hauptbestandteilen (> 5 Vol.-%) an Nebengemengteilen (1 bis 5 Vol.-%) und an Akzessorien (< 1 Vol.-%) sowie deren chemische Zusammensetzung sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tab. 1: Auflistung der im Dünnschliff nachgewiesenen Bestandteile, ihrer Volumengehalte und ihrer chemischen Zusammensetzung

Bestandteile	Vol.-%	Chemische Zusammensetzung
Quarz	80,0	SiO ₂
Plagioklas	10,0	Mischungsreihe von Na- und Ca-Feldspäten, Endglieder Albit = Na[AlSi ₃ O ₈] und Anorthit = CaAl ₂ Si ₂ O ₇
Muskowit (detritisch)	5,0	Serizit = KAl ₂ [(OH,F) ₂](AlSi ₃ O ₁₀), Kalzit = CaCO ₃
Muskowit (saussuritisch)	>> 1,0	
Hornblende	>> 1,0	(Ca _{0.6} Na _{0.3} K _{0.1}) _{2.5} (Mg _{0.6} Fe _{0.3} Al _{0.1}) ₅ [(((OH) _{0.75} F _{0.25}) ₂ /(Si _{0.75} Al _{0.25}) ₂)Si ₆ O ₂₂
Hohlräume (Poren)	5	verfüllt mit Kleber

Saussurit ist ein Alterationsprodukt von Ca-reichen Plagioklasen, der aus der in Tabelle 1 genannten Mineralphase Muskowit besteht. Auf Grund der geringen Korngröße ist eine Volumenangabe nicht möglich.

Das makroskopisch beschriebene regellose, feinkörnige Gefüge mit feinkörnigen Mineralkörnern konnte unter dem Mikroskop bestätigt werden (s. Abb. 3).

Die Übersichtsaufnahme zeigt deutlich ein regellooses, sedimentäres Gefüge. Dabei lassen sich überwiegend gerundete Minerale erkennen.

Zu den im Dünnschliff der Probe nachgewiesenen Minerale lässt sich Folgendes feststellen:

Eine Übersicht über das Vorkommen, den Alterationszustand, die Verteilung und die Orientierung der im Dünnschliff des Obernkirchener Sandsteins nachgewiesenen Minerale sowie über ihre Korngrößen liefern die Tabellen 2, 3 und 4.

Die Alterationsprodukte der Saussuritisierung wurden in den Tabellen nur soweit berücksichtigt, wie sie unter dem Mikroskop deutlich erkennbar waren.



Tab. 2 Erscheinungsbild der im Dünnschliff nachgewiesenen Minerale

Mineral	Kornausbildung	Kornform	Korngrenzen	Farbe
Quarz	xenomorph	sedimentär gerundet	gezahnt	// weiß + IF 1. Ord.
Plagioklas	xenomorph	sedimentär gerundet	rundlich	// weiß + IF 1. Ord.
Muskowit	gerundet	sedimentär gerundet	rundlich	// weiß + IF 2. und 3. Ord.
Muskowit Saussuritisierung	mikroskopisch nicht messbar	blättrig	z. T. gerade	// weiß + IF 2. und 3. Ord.
Hornblende	hypidiomorph	sedimentär leicht gerundet	rundlich bis z. T. gerade	// weiß + IF 2. und 3. Ord.

Was das Erscheinungsbild der in der Tabelle 2 beschriebenen Minerale angeht, so werden xenomorphe, sedimentär gerundete Minerale beschrieben. // steht für Hellfeld, parallel ausgerichtete Polarisatoren, + steht für Dunkelfeld, gekreuzt ausgerichtete Polarisatoren.

In der Probe kommen bei den Mineralkörnern des Quarzes und des Feldspates nur gerundete Kristalle vor, was belegt, dass es sich um sedimentär abgelagertes Material handelt.

Die Muskowite der Saussuritisierung sind eine sekundär ausgebildete, hypidiomorphe Mineralphase. Die isoliert vorkommenden Muskowite werden als detritisch, sedimentär als Schwebfracht eingetragen, interpretiert.

Die Übersichtsaufnahme des Dünnschliffes zeigt ein sedimentäres Gefüge. Dabei lassen sich überwiegend bis zu 0,1 mm große Mineralkörner erkennen. So wird deutlich, dass bei einer 2,5-fachen Vergrößerung nur Quarz und leicht saussuritisierte Plagioklase zu sehen sind. So sind in erster Linie die Quarzkörner verzahnt und zeigen durch eine Rekristallisation sog. suturierte Ränder.

Somit besitzen die einzelnen Körner einen äußerst schlechten Rundungsgrad, der bei der Lithifizierung und der damit einhergehenden Suturierung der Mineralkörner verloren ging.

Da die Mineralkörner nahezu einheitlich groß sind, handelt es sich um ein „reifes“ Sediment. Das Material ist schlecht bis gar nicht sortiert und eine Lagigkeit wird weder im Hellfeld noch im Dunkelfeld sichtbar (s. Abb. 3).

Mit einem Anteil von 80 Vol.-% besteht das Material aus knapp 0,05 mm großen Quarzindividuen, die randlich stark suturierte Begrenzungen zeigen. Ebenso sind winzige, für Quarz typische Flüssigkeitseinschlüsse sowohl im Hell- als auch im Dunkelfeld in der Abb. 4 zu sehen.

Bei allen Plagioklasen sind angedeutete polysynthetische Zwillingslamellen zu erkennen. Besonders unter einfach polarisiertem Licht ist eine Saussuritisierung sichtbar, die parallel der Lamellen angeordnet ist. Die klein ausgebildete, bei der Saussuritisierung entstandene Mineralphase, besteht aus Muskowit, die unter gekreuzt polarisiertem Licht z. T. bunte Interferenzfarben zeigt (s. Abb. 5).

Mit einem Anteil von 5 Vol.-% sind detritisch eingeschwemmte Muskowite zu beobachten, die eine Größe von 0,15 mm haben können und in Ihnen für sie typischen Interferenzfarben der 2. und 3. Ordnung auftreten. Die kurzen Enden der Minerale sind durch den Transport deutlich „abgestoßen“ oder auch „ausgefranst“ (s. weiße Pfeile in der Abb. 6).

Im ganzen Dünnschliff waren lediglich nur zwei, ca. 0,15 mm Hornblende-Individuen zu beobachten. Sie zeigen randlich ihren 124° weiten Spaltwinkel. Im Dunkelfeld sind die bunten Interferenzfarben der 2. und 3. Ordnung gut zu sehen (s. Abb. 7).

Die Minerale zeigen für den im Dünnschliff repräsentierten Bereich keine Einregelung, was für undeformierte Materialien typisch ist.

Die einzelnen Körner besitzen einen äußerst schlechten Rundungsgrad, der bei der Lithifizierung und der damit einhergehenden Suturen der Mineralkörner verloren ging.

Da die Mineralkörner nahezu einheitlich groß sind, handelt es sich um ein „reifes“ Sediment.

Mikrorisse waren in der zur Verfügung stehenden Probe nicht erkennbar.

Tab. 3 Alteration, Verteilung und Orientierung der im Dünnschliff der Probe beschriebenen Minerale

Mineral	Alteration	Verteilung	Orientierung
Quarz	keine	homogen	richtungslos
Plagioklas	Umwandlung, leichte Saussuritisierung	homogen	richtungslos
Muskowit	keine	Regellos detritisch	richtungslos
Muskowit Saussuritisierung	keine	homogen in den Plagioklasen	richtungslos
Hornblende	keine	>> akzessorisch	richtungslos

In Tabelle 4 wird deutlich, dass Quarz, Plagioklas und Muskowit bei weitem die größten Mineralphasen darstellen (bis zu 0,2 mm). Die aus der Saussuritisierung hervorgehenden Muskowite hingegen sind wesentlich kleiner (0,01 mm) und ab der mittleren Korngröße mikroskopisch gar nicht mehr messbar. Hornblenden waren nur zwei Individuen im Dünnschliff erkennbar.

Tab. 4 Korngrößenspektrum der im Dünnschliff beschriebenen Minerale.

Mineral	Maximale Korngröße (in mm)	Mittlere Korngröße (in mm)	Minimale Korngröße (in mm)
Quarz	0,2 mm	0,1 mm	0,1 mm
Plagioklas	0,1 mm	0,05 mm	0,05 mm
Muskowit	0,15 mm	0,15	0,05 mm
Muskowit Saussuritisierung	>>0,01 mm	nicht messbar	nicht messbar
Hornblende	0,15 mm	0,1 mm	0,1 mm



Petrographische Interpretation

Das Gestein besitzt ein regelloses, sedimentäres Gefüge und zeichnet sich durch feinkörnige Kristalle aus. Es besteht überwiegend aus Quarz, Feldspäten (Plagioklas), etwas Muskowit und akzessorisch auftretenden Hornblenden. Eine Vorzugsorientierung der Minerale konnte weder makroskopisch noch mikroskopisch festgestellt werden. Die Minerale im Gestein sind deutlich regellos angeordnet.

Nach der Klassifikation für Sedimente nach Pettijohn et al. 1987 kann das untersuchte Gesteins als **Sandstein (Subarkose)** bezeichnet werden.

Die Dünnschliffdokumentation (Fotos) ist als Anlage 2 beigelegt.

Dr. Moll GmbH & Co. KG
Stellv. Prüfstellenleiter
[Signature]
Dipl.-Geol. R. Lenhard

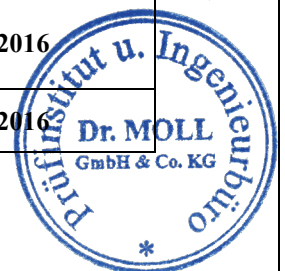
Dr. Moll GmbH & Co. KG
Geschäftsführer
[Signature]
Dr. M. Schmid



Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse

In der folgenden Tabelle werden die oben dargestellten Untersuchungsergebnisse zusammengefasst.

Gesteinsart:	Sandstein		
Handelsname:	Obernkirchener Sandstein		
		Ist:	Prüfdatum (Jahr)
Rohdichte: (DIN EN 1936: 2007-02)	kg/m³	2200	2015
Offene Porosität (DIN EN 1936: 2007-02)	%	16,6	2015
Wasseraufnahme: (DIN EN 13755: 2008-08)	M.-%	4,7	2015
Oberer Erwartungswert (E_H):		4,8	2015
Druckfestigkeit: (DIN EN 1926: 2007-03)	MPa	111	2016
Unterer Erwartungswert (E_L):		100	2016
Biegefestigkeit: (DIN EN 12372: 2007-02)	MPa	9,1	2016
Unterer Erwartungswert (E_L):		6,7	2016
Widerstand gegen Frost-Tau-Wechsel mit Tausalz: (DIN EN 1367-6: 2008-12, 25 Zyklen)	M.-%	0,01	2016
Widerstand gegen Frost-Tau-Wechsel: (DIN EN 12371: 2010-07, 56 Zyklen)	Würfel	Keine Schäden	2016
	Prismen		2016
Druckfestigkeit n. FTW mit Tausalz: (DIN EN 1926: 2007-03)	MPa	105	2016
Druckfestigkeit n. FTW: (DIN EN 1926: 2007-03)	MPa	103	2016
Biegefestigkeit nach FTW: (DIN EN 12372: 2007-02)	MPa	9,4	2016
Rostgefährdung (DIN 52008: 2006-03)		nicht rost-gefährdet	2016
Widerstand gegen Verschleiß (DIN EN 14157: 2005-01, Verfahren B)	ΔV = mm³	18.731	2016
Oberer Erwartungswert (E_H):		21.041	
Gleitwiderstand (SRV) (DIN EN 14231: 2003-07)	gesägt	84	2016



Dünnschliffbilder

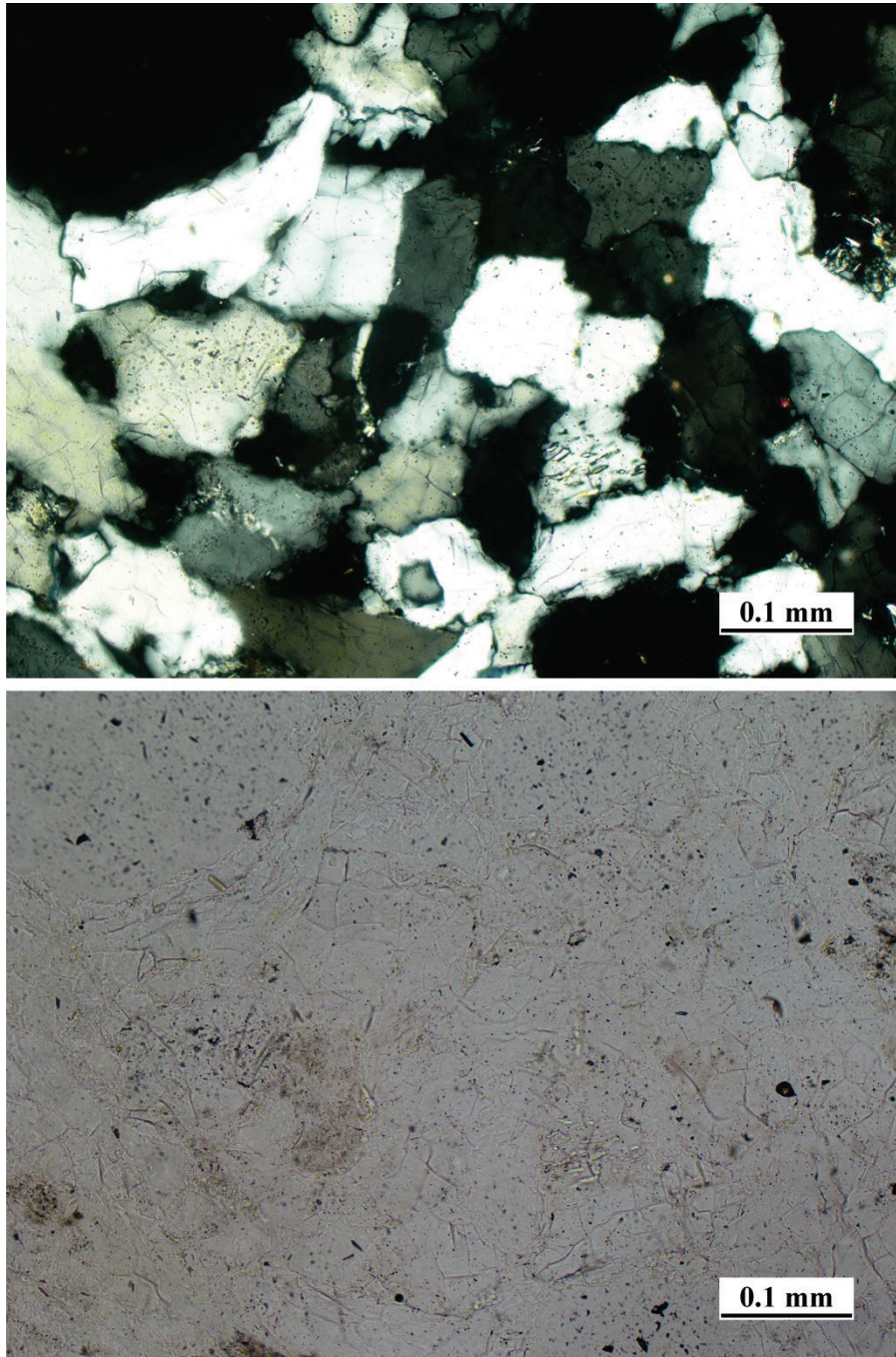


Abb. 3: Die Übersichtsaufnahme zeigt ein sedimentäres Gefüge. Dabei lassen sich überwiegend bis zu 0,1 mm große Mineralkörner erkennen. So wird deutlich, dass bei einer 2,5-fachen Vergrößerung nur Quarz und leicht saussuritisierte Plagioklase zu sehen sind. So sind in erster Linie die Quarzkörner verzahnt und sie zeigen durch eine Rekristallisation sog. suturierte Ränder.

Somit besitzen die einzelnen Körner einen äußerst schlechten Rundungsgrad, der bei der Lithifizierung und der damit einhergehenden Suturierung der Mineralkörner verloren ging.

Da die Mineralkörner nahezu einheitlich groß sind, handelt es sich um ein „reifes“ Sediment.

Das Material ist schlecht bis gar nicht sortiert und eine Lagigkeit wird weder im Hellfeld noch im Dunkelfeld sichtbar.

Durchlicht; oben: + Nicols; unten // Nicols

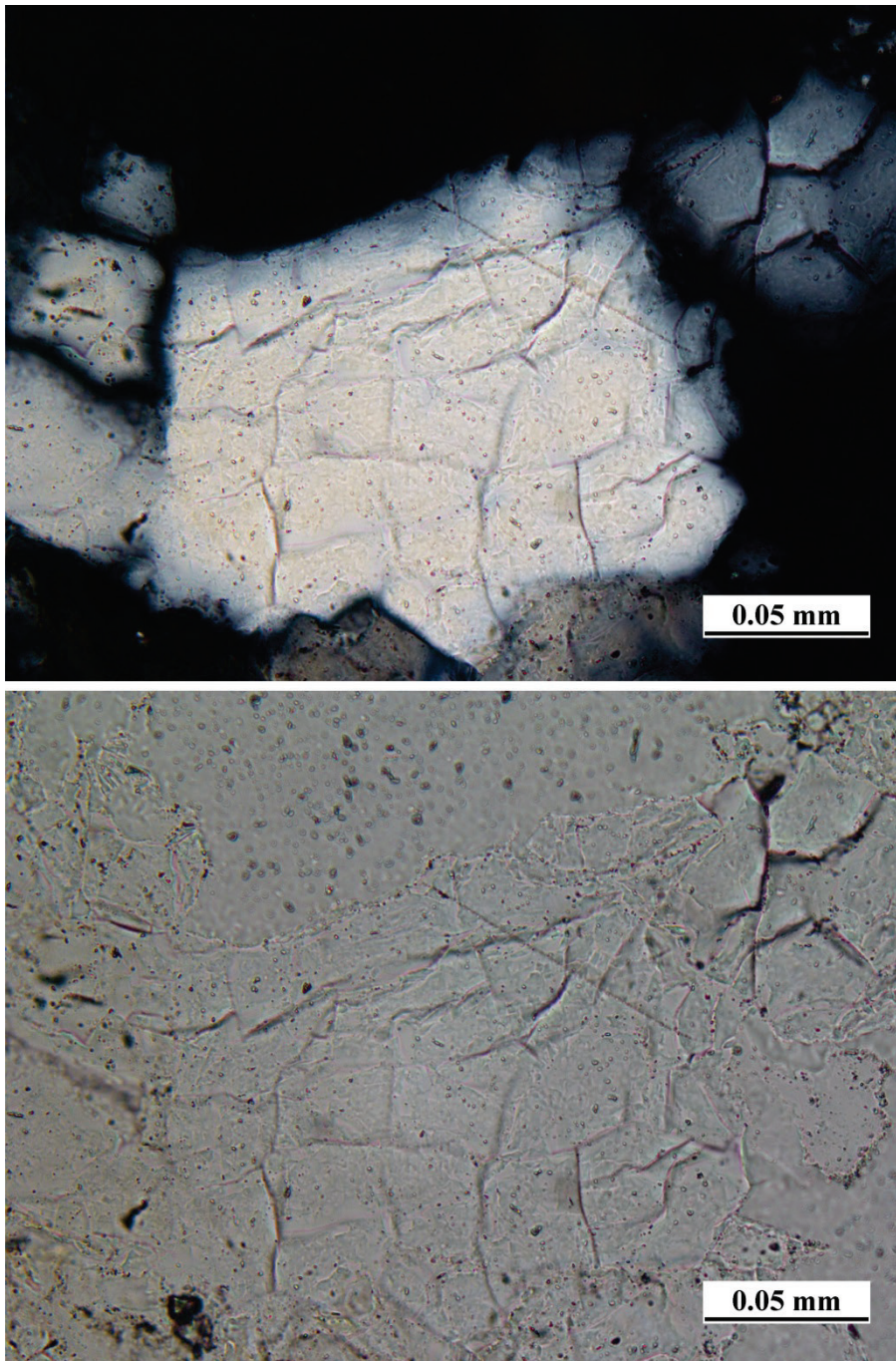


Abb. 4: Eine Detailaufnahme zeigt ein knapp 0,05 mm großes Quarzindividuum, das randlich stark suturierte Begrenzungen zeigt. Ebenso sind winzige, für Quarz typische Flüssigkeitseinschlüsse sowohl im Hell- als auch im Dunkelfeld zu sehen.

Durchlicht; oben: + Nicols; unten // Nicols



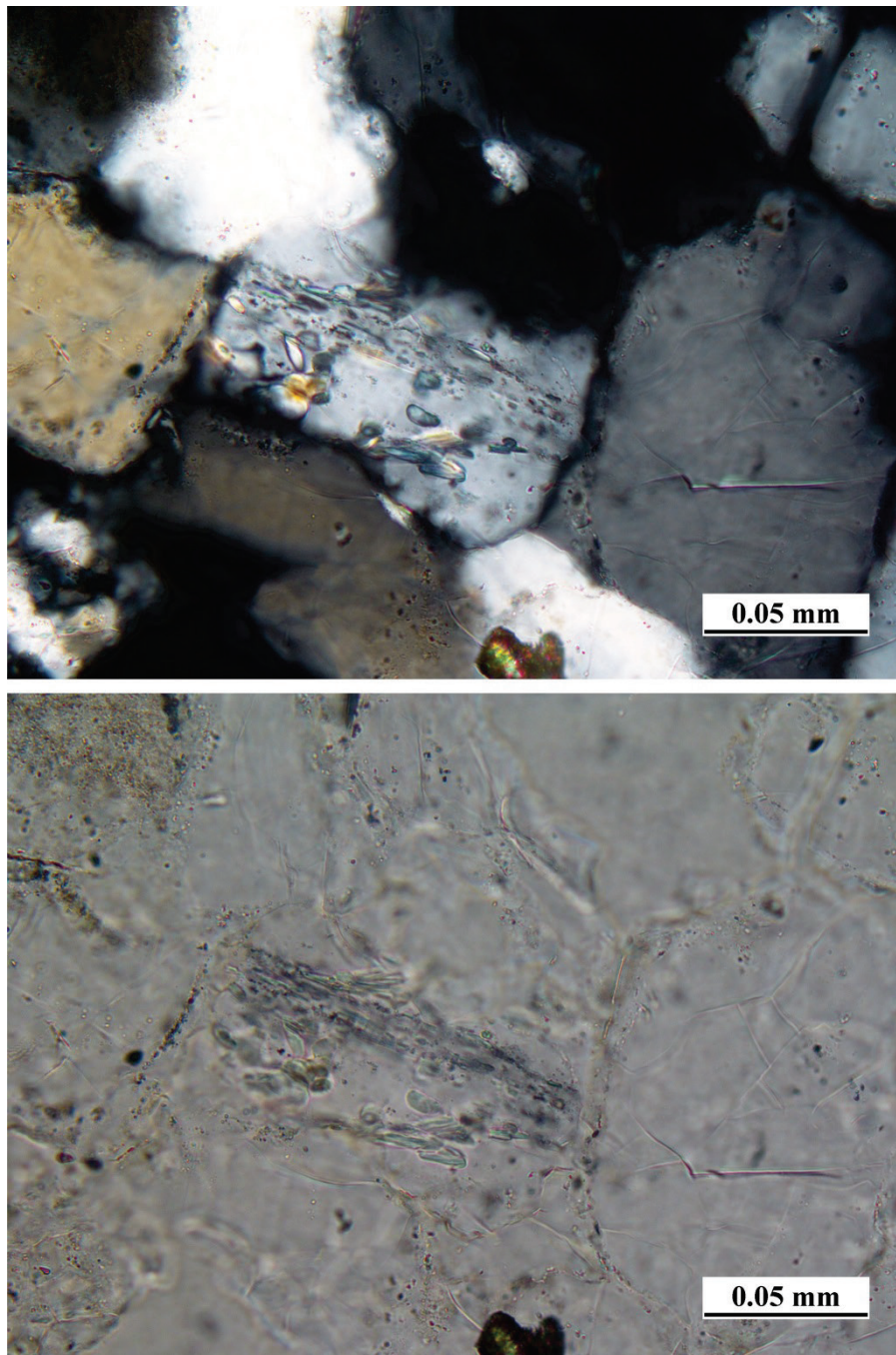


Abb. 5: Eine Detailaufnahme zeigt die noch angedeuteten polysynthetischen Zwillingslamellen eines bis zu 0,05 mm großen Plagioklases. Besonders unter einfach polarisiertem Licht ist eine Saussuritisierung erkennbar, die parallel der Lamellen angeordnet ist. Die klein ausgebildete, bei der Saussuritisierung entstandene Mineralphase, besteht aus Muskowit, die unter gekreuzt polarisiertem Licht z. T. bunte Interferenzfarben zeigt.

Durchlicht; oben: + Nicols; unten // Nicols



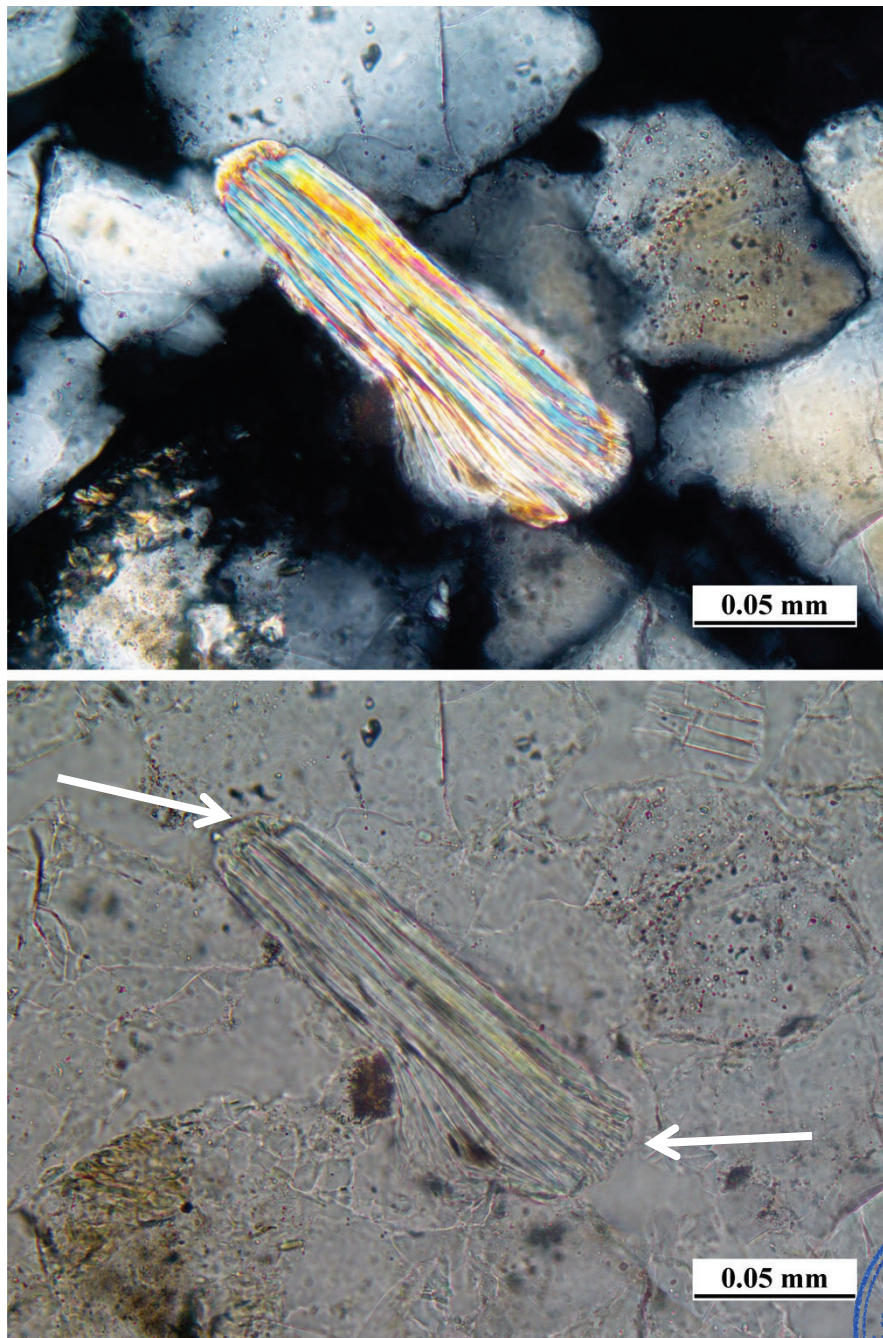


Abb. 6: In der Abbildung sind detritisch eingeschwemmte Muskowite zu beobachten, die eine Größe von 0,15 mm haben können und in Ihnen für sie typischen Interferenzfarben der 2. und 3. Ordnung auftreten. Die kurzen Enden der Minerale sind durch den sedimentären Transport deutlich „abgestoßen“ oder auch „ausgefranst“ (s. weiße Pfeile).

Durchlicht; oben: + Nicols; unten // Nicols

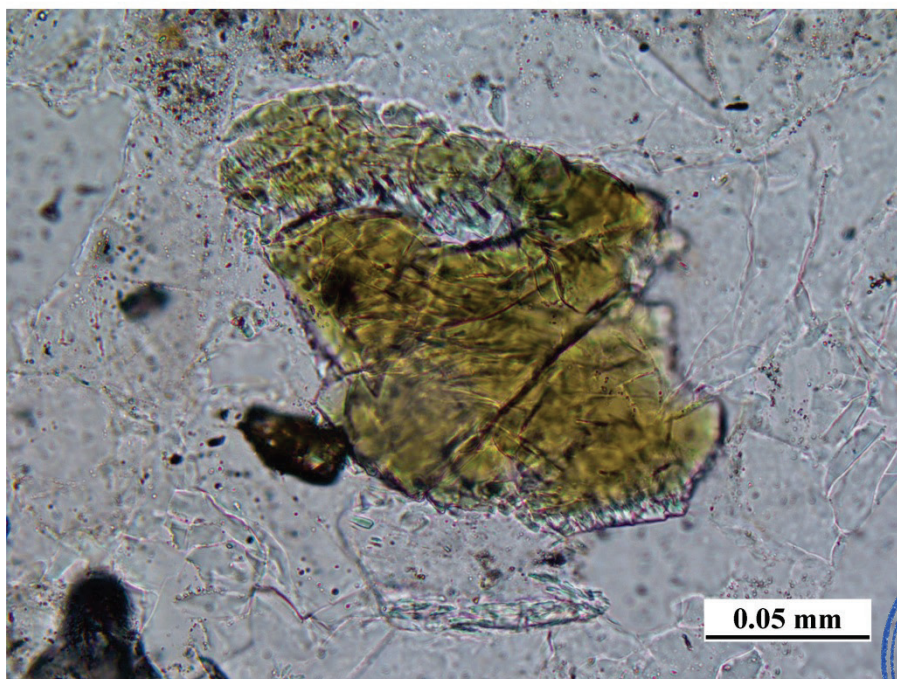
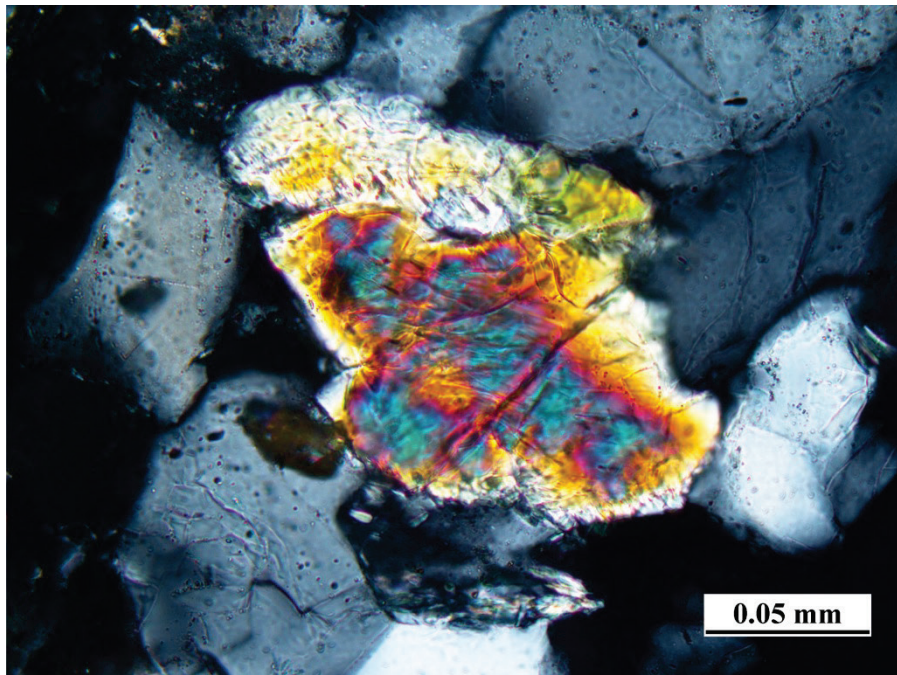


Abb. 7: Im ganzen Dünnschliff waren lediglich nur zwei, ca. 0,15 mm Hornblende-Individuen zu beobachten. Sie zeigen randlich ihren 124° weiten Spaltwinkel. Im Dunkelfeld sind die bunten Interferenzfarben der 2. und 3. Ordnung gut zu sehen.
Durchlicht; oben: + Nicols; unten // Nicols