

5.4 Mikroskopische Untersuchung der gesinterten Keramikproben

Die mikroskopischen Aufnahmen zeigen die zentralen Regionen der Proben, welche mittig auf den Brennunterlagen gesintert wurden. Die in diesem Kapitel gezeigten Bilder sind eine charakteristische Auswahl der 3240 Aufnahmen. (alle Aufnahmen befinden sich im Anhang (CD 2)). Sie zeigen die Ergebnisse, hinsichtlich des Einflusses der Brenngutträger auf die Oberfläche der Proben. Die Steigerung der Sintertemperatur in 20,0 K Schritten führte zu einer generalisierten Veränderung der Oberflächen. Die Unterschiede zwischen den Proben der einzelnen Brenngutträger blieben jedoch erhalten.

5.4.1 Mikroskopische Aufnahmen der hochbrennenden Keramik A

Hellfeldaufnahmen

Bei der Betrachtung der Hellfeldaufnahmen der Abbildung 38 erkennen wir deutliche Unterschiede hinsichtlich der Porositäten und der Oberflächenbeschaffenheit der Proben der verschiedenen Träger. Die Proben der Brennronde und dem Honeycomb-Thermo-Tray weisen hier die glättesten Oberflächen und die geringsten Porositäten auf. Die Proben des Wattebrenngutträgers zeigen bei aspektiver Betrachtung eine gröbere Oberfläche. Die am stärksten ausgeprägten Reliefs zeigen sich beim Brennuntersatz Wabe und beim Siliziumnitrid – Brenngutträger.

Dunkelfeldaufnahmen

Die Dunkelfeldaufnahmen geben einen Eindruck von der inneren Struktur der Proben (Abb. 38). Bei den Proben der Brennronde und des Honeycomb-Thermo-Trays erkennen wir die wenigsten Gaseinschlüsse. Rein aspektiv betrachtet weisen die Proben vom Wattedrenngutträger eine etwas höher Dichte an Gaseinschlüssen auf. Bei den mit dem Brennuntersatz Wabe und dem Siliziumnitrid-Brenngutträger gebrannten Proben werden Gaseinschlüsse sichtbar, deren Anzahl und Größe weit über denen der anderen Proben liegt.

Nomarski – Aufnahmen

Die Interferenz – Aufnahmen der Abbildung 38 zeigen deutlich, dass die Proben der Brennronde und des Honeycomb-Thermo-Trays die homogensten Oberflächen aufweisen. Ein leicht gröberes Relief ist bei den Proben des Wattedrenngutträgers zu beobachten. Die am stärksten strukturierten Oberflächen weisen die Proben des Brennuntersatzes Wabe und des Siliziumnitrid-Brenngutträger auf.

5.4.2 Mikroskopische Aufnahmen der mittelbrennenden Keramik B

Hellfeldaufnahmen

Die Hellfeld – Aufnahmen zeigen deutlich, dass die Proben der Brennronde und des Honeycomb-Thermo-Trays die homogensten Oberflächen aufweisen (Abb. 39). Gefolgt wurden diese von den Oberflächen der Proben des Wattedrenngutträgers. Die gröbsten

Oberflächen sind bei den Proben des Brennuntersatzes Wabe und des Siliziumnitrid–Brenngutträgers festzustellen.

Dunkelfeldaufnahmen

Die Dunkelfeldaufnahmen zeigen, dass die Proben der Brennronde, des Wattedrenngutträgers und des Honeycomb–Thermo–Trays die geringsten Einschlüsse haben (Abb. 39). Im Vergleich dazu, treten bei den Proben des Brennuntersatzes Wabe und des Siliziumnitrid–Brenngutträgers große und zahlreiche Gaseinschlüssen auf.

Nomarski – Aufnahmen

Die Aufnahmen der Abbildung 39 ließen erkennen, dass die Proben der Brennronde und des Honeycomb–Thermo–Trays bei jeder Sintertemperatur die homogensten Oberflächen haben. Die Oberfläche der Proben vom Wattedrenngutträger zeigt eine leicht gröbere Strukturierung. Bei denen mit dem Brennuntersatz Wabe und dem Siliziumnitrid – Brenngutträger gebrannte Proben ist die gröbste Oberflächen festzustellen.

5.4.3 Mikroskopische Aufnahmen der mittelbrennenden Keramik C

Hellfeldaufnahmen

Beispielhaft ist in Abbildung 40 dargestellt, dass die Proben der Brennronde, des Wattedrenngutträgers und des Honeycomb–Thermo–Trays das niedrigste Oberflächenrelief und wenigsten Porositäten aufzeigten. Im Gegensatz dazu stehen die rauhen und stark porösen

Proben des Brennuntersatzes Wabe und des Siliziumnitrid-Brenngutträgers.

Dunkelfeldaufnahmen

Die Proben vom Brennuntersatz Wabe und des Siliziumnitrid-Brenngutträgers haben die in Anzahl und Format größten Porositäten (Abb. 40). Eine deutlich geringe Belastung mit Porositäten zeigen die Proben vom Wattebrenngutträger. Die Proben der Brennronde und des Honeycomb-Thermo-Trays weisen kaum Porositäten auf.

Nomarski - Aufnahmen

Die Proben der Brennronde und des Honeycomb-Thermo-Trays zeigen die am ehesten homogene Oberflächen (Abb. 40). Die Oberflächen der Proben vom Wattebrenngutträger zeigen leicht gröbere Strukturen. Wie zu erkennen, bilden sich bei den Sinterungen der Proben vom Brennuntersatz Wabe und vom Siliziumnitrid-Brenngutträger die größten Oberflächendefekte aus.

5.4.4 Mikroskopische Aufnahmen der mittelbrennenden Keramik D

Hellfeldaufnahmen

Die in der Abbildung 41 dargestellten Hellfeldaufnahmen zeigen, dass die Proben der Brennronde und des Honeycomb-Thermo-Trays über die plansten Oberflächenreliefe verfügen. Die Proben des Wattebrenngutträgers weisen dahingegen eine leicht gröbere Oberflächenstruktur auf. Bei denen mit dem Brennuntersatz Wabe

und dem Siliziumnitrid-Brenngutträger gebrannten Proben sind die am stärksten strukturierten Oberflächen zu beobachten.

Dunkelfeldaufnahmen

Anhand der Bilder der Abbildung 41 ist zu erkennen, dass die Proben der Brennrunde die wenigsten Porositäten aufwiesen. Bei den Proben des Honeycomb-Thermo-Trays ist eine gesteigerte Anzahl an kleinen Gaseinschlüssen zu beobachten. Bei den Proben des Wattedrenngutträgers ist das Aufkommen von Porositäten im qualitativen Vergleich noch etwas höher. Die höchste Anzahl und Größe an Einschlüssen liegen in der Übersicht bei den Proben des Brennuntersatzes Wabe und des Siliziumnitrid – Brenngutträgers vor.

Nomarski - Aufnahmen

Die plansten Oberflächen sind bei allen auf der Brennrunde und dem Honeycomb-Thermo-Tray gebrannten Proben festzustellen (Abb. 41). Ihnen folgen die Proben vom Wattedrenngutträger, welche eine leichte Vergröberung der Oberflächen aufweisen. Die am stärksten ausgeprägten Oberflächenreliefs sind bei den Proben des Brennuntersatzes Wabe und des Siliziumnitrid-Brenngutträgers festzustellen.

5.4.5 Mikroskopische Aufnahmen der niedrigbrennenden Keramik E

Hellfeldaufnahmen

Die in Abbildung 42 dargestellten Aufnahmen zeigen die homogensten und glättesten Oberflächen bei den Proben der Brennronde und des Honeycomb–Thermo–Trays. Die Proben des Wattedrenngutträgers erlangen bei den Sintertemperaturen jeweils Oberflächen, die optisch gröber wirken. Zu den stärksten Oberflächenstrukturierungen kommt es bei den Proben, welche auf dem Brennuntersatz Wabe und dem Siliziumnitrid–Brenngutträger gebrannt wurden.

Dunkelfeldaufnahmen

In den Aufnahmen der Abbildung 42 wird erkennbar, dass in Abhängigkeit vom verwendeten Träger und eingestellter Sintertemperatur die Proben unterschiedlich von Porositäten durchsetzt sind. Für alle Sintertemperaturen ist bei den Proben der Brennronde und des Honeycomb–Thermo–Trays die niedrigste Durchsetzung mit Lufteinschlüssen. Bei Temperaturanhebung sind bei diesen Proben kaum Veränderungen hinsichtlich der Lufteinschlüsse zu erkennen. Die mit dem Wattedrenngutträger gesinterten Proben haben eine etwas höhere Zahl von Porositäten, die bei höheren Sintertemperaturen in Größe und Anzahl reduziert auftreten. Die höchste Durchsetzung mit Porositäten zeigen bei allen Sintertemperaturen die Proben des Brennuntersatzes Wabe und des Siliziumnitrid–Brenngutträgers. Wie beim Wattedrenngutträger kann

hier ebenfalls mit steigender Sintertemperatur eine deutliche Verringerung der Belastung mit Lufteinschlüssen festgestellt werden.

Nomarski - Aufnahmen

Die Interferenzaufnahmen zeigen, dass die auf der Brennrunde und dem Honeycomb-Thermo-Tray gebrannten Proben, für jede Sintertemperatur die ebensten Oberflächenstrukturen aufweisen (Abb. 42). Eine leichte Vergröberung der Oberfläche ist bei den Proben vom Wattedrenngutträger zu erkennen. Während der Sinterung der Proben auf dem Brennuntersatz Wabe und dem Siliziumnitrid-Brenngutträger entstehen bei jeder angewandten Sintertemperatur die am stärksten strukturierten Oberflächen.

5.4.6 Mikroskopische Aufnahmen der niedrigbrennenden Keramik F

Hellfeldaufnahmen

Die Hellfeldaufnahmen der Abbildung 43 zeigen gesinterte Proben der einzelnen Träger. Wir erkennen, dass bei Erhöhung der Sintertemperatur zu einer Abnahme der allgemeinen starken Porosität führte und damit zu einer homogeneren Oberfläche. Die stärkste Abnahme der Porositäten ist bei den Proben der Brennrunde, des Wattedrenngutträgers und des Honeycomb-Thermo-Trays zu verzeichnen. Bei den Proben des Brennuntersatzes Wabe und des Siliziumnitrid-Brenngutträgers werden kaum Veränderungen hinsichtlich der Oberflächenstruktur sichtbar.

Dunkelfeldaufnahmen

Die Dunkelfeldaufnahmen zeigen, dass alle Proben von Luftporen durchzogen sind. Die Proben des Honeycomb-Thermo-Trays weisen bei jeder Temperatur die geringste Belastung mit Einschlüssen auf. Ihm folgen die Proben der Brennronde und des Wattedrenngutträgers. Bei diesen Trägern fällt auf, dass eine Steigerung der Sintertemperatur eine deutliche Absenkung der sichtbaren Luftporen zur Folge hat. Dem gegenüber stehen die Proben des Brennuntersatzes Wabe und des Siliziumnitrid-Brenngutträgers. Bei diesen ist immer die größte Durchsetzung mit Luftporen zu sehen.

Nomarski - Aufnahmen

Die Interferenzaufnahmen der Abbildung 43 zeigen, wie die Anhebung der Sintertemperatur bei allen Proben zu einer Einebnung der Oberflächenreliefs führt. Bei den Proben der Brennronde und des Honeycomb-Thermo-Trays beobachten wir bei jeder Sintertemperatur die glätteten Oberflächen. Hier führen die Temperaturerhöhungen zu den stärksten Abflachungen der Oberflächenreliefs. Leicht gröbere Reliefs zeigen sich bei den Proben vom Wattedrenngutträger. Bei diesen folgt der Anhebung der Sintertemperatur ebenfalls eine starke Abflachung der Oberflächenstrukturen. Die am stärksten strukturierten Oberflächen weisen die Proben vom Brennuntersatz Wabe und vom Siliziumnitrid-Brenngutträger auf. Die Steigerung der Sintertemperatur verursacht bei diesen Proben keine Einebnung der Oberfläche.

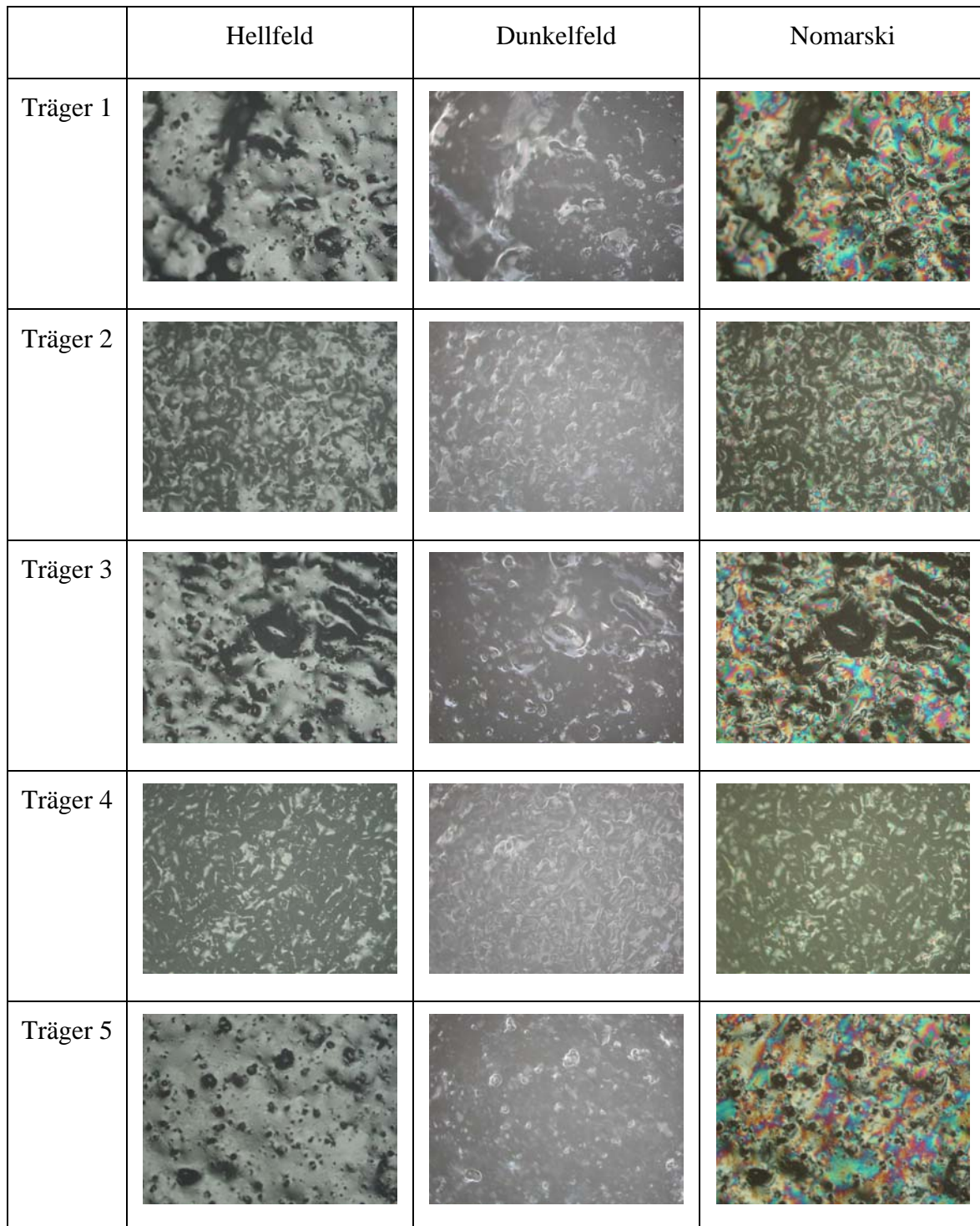


Abb. 38: Keramik A bei 950,6 °C

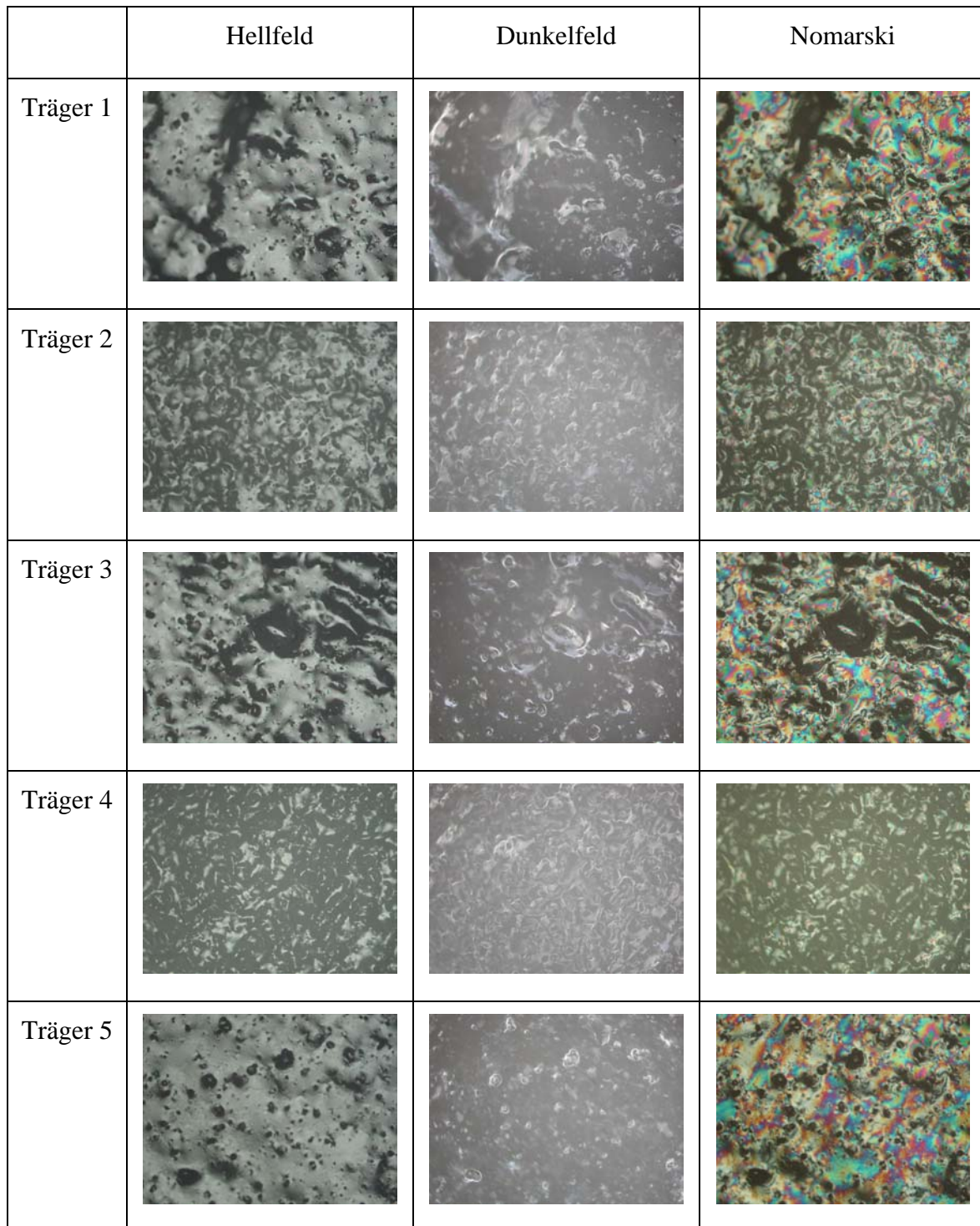


Abb. 39: Keramik B bei 923,0 °C

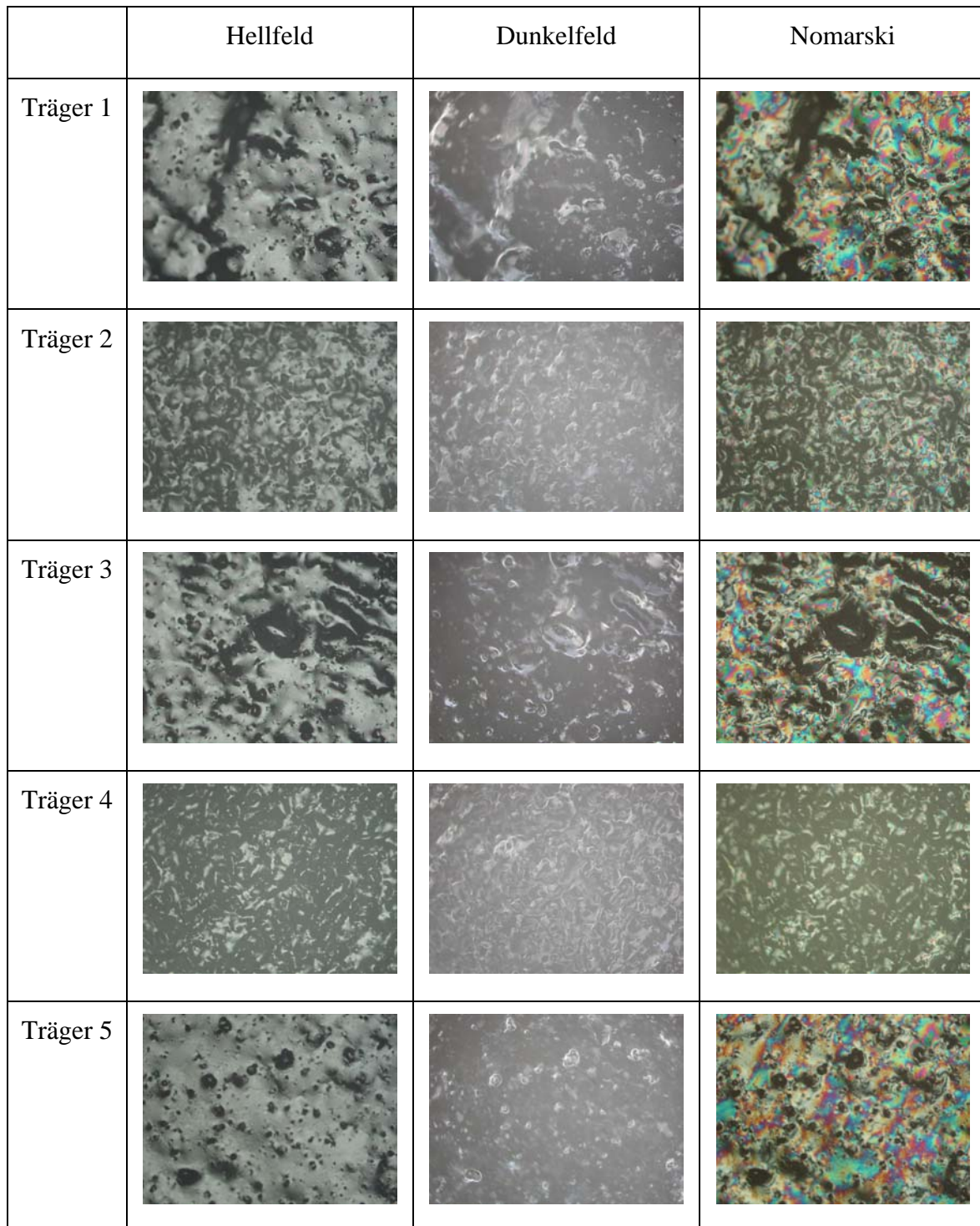


Abb. 40: Keramik C bei 888,2 °C

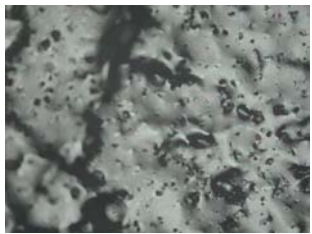

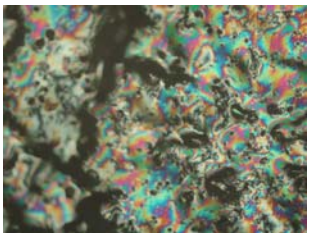
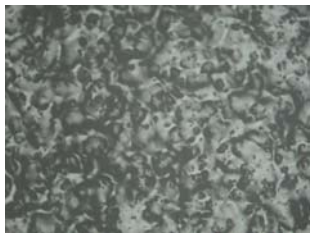

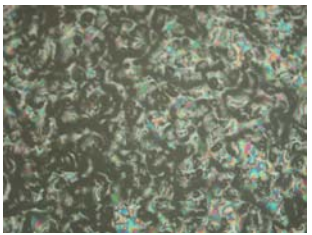


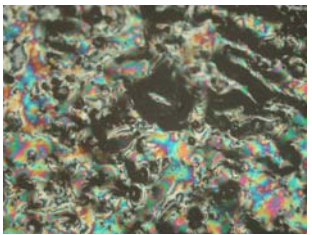
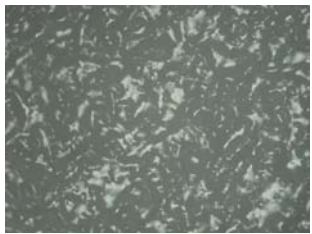
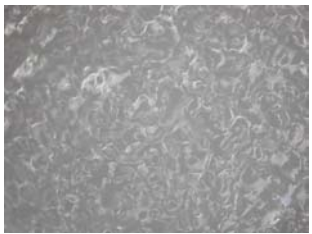
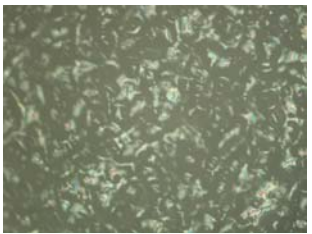
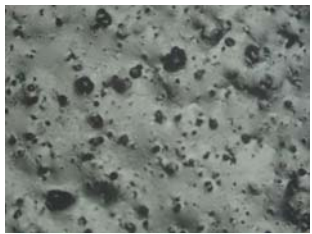
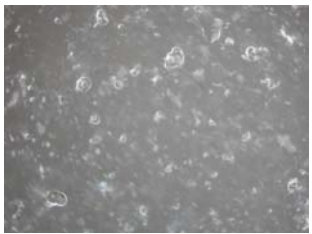
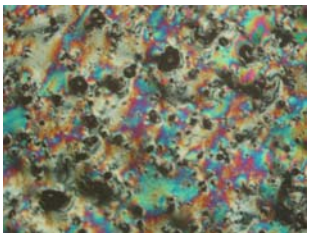
	Hellfeld	Dunkelfeld	Nomarski
Träger 1			
Träger 2			
Träger 3			
Träger 4			
Träger 5			

Abb. 41: Keramik D bei 850,1 °C

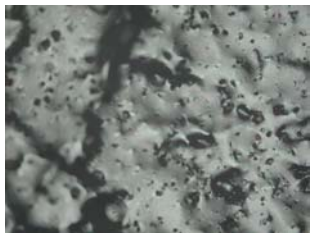

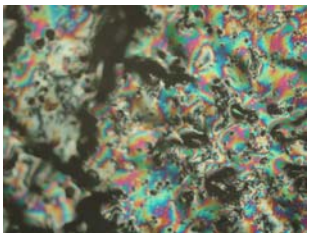
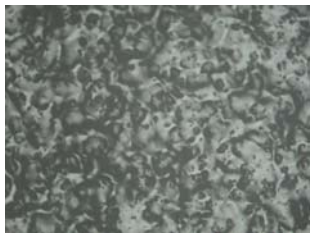

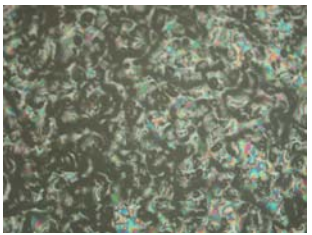


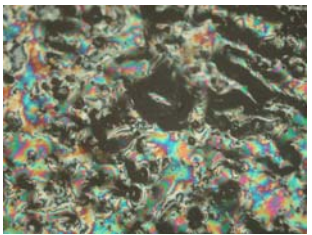
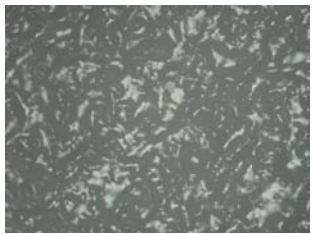
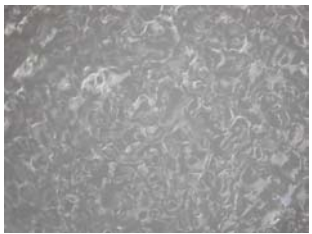
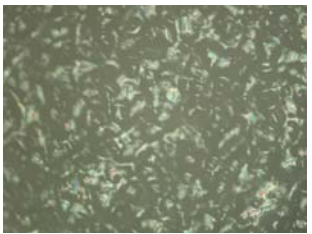
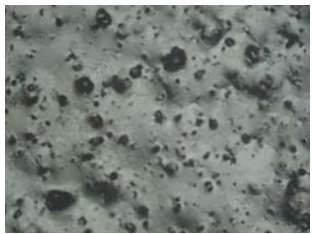
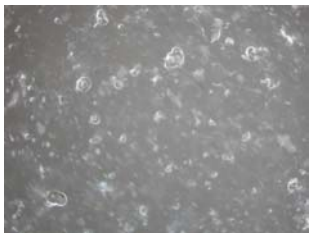
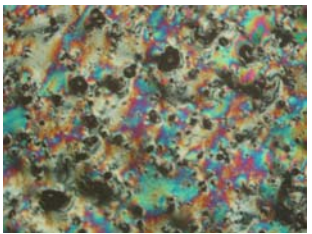
	Hellfeld	Dunkelfeld	Nomarski
Träger 1			
Träger 2			
Träger 3			
Träger 4			
Träger 5			

Abb. 42: Keramik E bei 813,4 °C

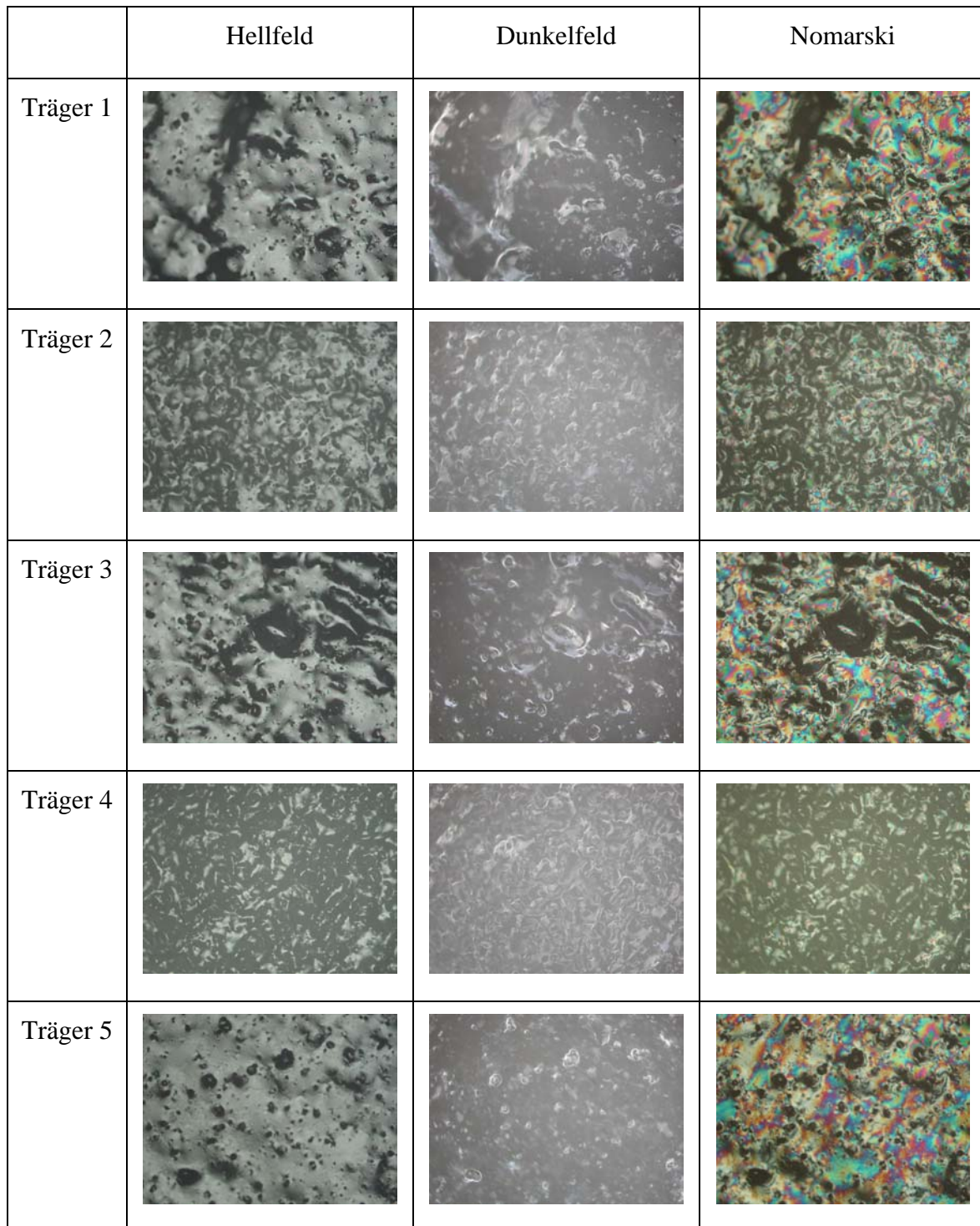


Abb. 43: Keramik F bei 778,2 °C