

Vergleich der Eigenschaften von fluoreszierenden, wasserabwaschbaren, Eindringmitteln auf Wasserbasis (ARDROX 972X Serie) mit traditionellen, fluoreszierenden, wasserabwaschbaren Eindringmitteln (Referenzprodukte nach EN ISO 3452 Teil 2) auf Petroleumbasis

Thomas WILLEMS, Christoph KRINGE, Chemetall, Frankfurt

Kurzfassung. Hauptsächlich ökonomische, umwelttechnische und anwendungstechnische Anforderungen führten zu der Entwicklung von fluoreszierenden Eindringmitteln auf Wasserbasis.

Die Kosten für wasserbasierende Eindringmittel sind signifikant niedriger als für Systeme auf Petroleumbasis.

Des Weiteren bietet die neue Generation wasserbasierender Eindringmittel umwelttechnische Vorteile wie z.B. einen niedrigen VOC-Gehalt und vollständig biologisch abbaubare Tenside.

Sämtliche Verdünnungen des Eindringmittels (Spülwasser) erfüllen die Anforderungen der Abwasserbeseitigungssatzung.

Teil 1 des Vortrags beschreibt die Entwicklung der Produkte. Insbesondere die hohen Anforderungen hinsichtlich Umweltschutz, Arbeitssicherheit, Korrosionsschutz und Empfindlichkeit (Empfindlichkeit in Anlehnung an die AMS 2644, DIN EN ISO 3452 Teil2) mussten berücksichtigt werden.

Teil 2 vergleicht beide Systeme auf genormten Kontrollkörpern und Werkstücken aus der Industrie. Testparameter waren z.B. Benetzung, Abwaschbarkeit und die Empfindlichkeit auf verschiedenen Substraten und Oberflächen. Die neuen wasserbasierenden Eindringmittel sind besonders geeignet für Guss- und Schmiedeteile aus Aluminium, anderen Leichtmetallen und Keramik.

Inhaltsverzeichnis:

1. F&E
 - 1.1 Einführung
 - 1.2 Technische Herausforderungen bei der Entwicklung von Eindringmitteln auf Wasserbasis
 - 1.3 Vorteile der Eindringmittel auf Wasserbasis
 - 1.4 Nachteile der Eindringmittel auf Wasserbasis
 - 1.5 Besondere Umweltschutzanforderungen
2. Vergleiche
 - Empfindlichkeit
 - Benetzungseigenschaften
 - Abwaschbarkeit und Hintergrundfluoreszenz
 - Vergleich auf Fertigungsteilen
3. Zusammenfassung

1.1 Einführung

Die drei neuen fluoreszierenden Eindringmittel auf Wasserbasis entsprechen den Empfindlichkeitsklassen 0,5 bzw. 1 und 2 und können bei Anwendungen außerhalb der Luft- und Raumfahrt anstelle traditioneller, wasserabwaschbarer, fluoreszierender Eindringmittel eingesetzt werden.

Diese Produkte wurden auf Wasserbasis entwickelt, d.h. sie bestehen zu ca. 50 % aus Wasser. Die Eindringmittel enthalten keine Petroleumdestillate.

1.2 Technische Herausforderungen bei der Entwicklung von Eindringmitteln auf Wasserbasis

Petroleumdestillate haben sehr gute Eigenschaften für die Verwendung in fluoreszierenden Eindringmitteln. Ihre geringe Oberflächenspannung bei unterschiedlichen Temperaturen verbessert die Eindringfähigkeit, und sie können fluoreszierende Farbstoffe leicht lösen.

Im Vergleich zu Petroleumdestillaten hat Wasser eine sehr hohe Oberflächenspannung, was die Benetzungseigenschaften verschlechtert, und außerdem schlechtere Eindringfähigkeiten insbesondere auf polierten Oberflächen. Aufgrund seiner chemischen Eigenschaften ist Wasser korrosiver als Petroleumdestillate. Außerdem sind die bei Eindringprüfungen eingesetzten fluoreszierenden Farbstoffe nicht wasserlöslich.

Um die Anforderungen der relevanten Spezifikationen zu erfüllen, enthalten die Eindringmittel auf Wasserbasis daher spezielle Tenside, Korrosionsschutzmittel und Additive.

Außerdem muss die Rezeptur eines Eindringmittels auf Wasserbasis einen Widerspruch in sich überwinden: da es mindestens 50 % Wasser enthält, ist ein Eindringmittel auf Wasserbasis hydrophil und leicht wasserlöslich. Um jedoch die Anforderungen der Spezifikationen zu erfüllen, muss das Eindringmittel *in den Rissen* die Zwischenreinigung überstehen, während das überschüssige Eindringmittel *auf der Oberfläche* leicht zu entfernen sein muss. Daher müssen spezielle Tenside eingesetzt werden, um eine perfekte hydrophile/lipophile Balance (HLB) zu erlangen, die jeweilige Empfindlichkeitsklasse zu erreichen und die Forderung nach geringer Hintergrundfluoreszenz zu erfüllen.

1.3 Vorteile der Eindringmittel auf Wasserbasis

Aus Gründen des Umweltschutzes musste in den letzten Jahren die chemische Industrie die flüchtigen organischen Lösemittel durch Wasser ersetzen (insbesondere bei Farben), und die Endverbraucher müssen statt Lösemittelreinigern und Dampfentfettern wässrige Reiniger einsetzen. Wie bei allen Chemikalien sind die Vorteile von Wasser als Basis von fluoreszierenden Eindringmitteln offensichtlich:

- sie sind leicht biologisch abbaubar und besser für die Wasseraufbereitung
- niedrigere Kosten für die Wasseraufbereitung
- niedrigere Kosten für Versand und Lagerung
- kein Brandrisiko (Wasser hat keinen Flammpunkt)
- gesundes Umfeld für Anwender (geruchsarm, nicht schädlich...)

Außerdem können diese neuen Produkte – je nach Anforderung – auch ohne Entwickler eingesetzt werden.

Weiterhin verursacht eine Verunreinigung durch Wasser bei einem Eindringmittel auf Wasserbasis nicht automatisch Korrosionsprobleme auf Leichtmetall, wie im Falle von Eindringmitteln auf Lösemittelbasis.

1.4 Nachteile der Eindringmittel auf Wasserbasis

Wenn Eindringmittel auf Wasserbasis im Tauchverfahren eingesetzt werden, stellt der Verdunstungsverlust ein Problem dar, denn Wasser verdunstet, während die in konventionellen Eindringmitteln verwendeten Petroleumdestillate relativ nicht-flüchtig sind. Folglich muss die Konzentration des Eindringmittels regelmäßig überprüft und ggfs. Wasser hinzugefügt werden, um den Verlust auszugleichen.

Diese Analyse kann mit einem Refraktometer durchgeführt werden, wie bereits üblich für hydrophile Emulgatoren, die in einer Konzentration von 10 – 20 % in Wasser eingesetzt werden. Nach der Analyse muss ggfs. Wasser zum Bad hinzugefügt werden, um die nominelle Konzentration des Eindringmittels zu erlangen. **In der Praxis reichen Verbrauch und Austrag des Eindringmittels üblicherweise aus, um diesen Effekt zu kompensieren; und Wasser braucht nicht nachgefüllt zu werden.**

Im Gegensatz zum Einsatz von hydrophilen Emulgatoren ist das technische Risiko (verminderte Leistungsfähigkeit) gering, denn der Wasserverlust führt zu einer höheren Konzentration an Eindringmittel und somit zu einer höheren Empfindlichkeit.

1.5 Besondere Umweltschutzanforderungen

Produkte dürfen nur Tenside enthalten, die leicht biologisch abbaubar sind. Dadurch wird sichergestellt, dass das Abwasser keine negativen Auswirkungen auf die Mikroorganismen in den Abwasseraufbereitungsanlagen hat.

Weiterhin muss das Eindringmittel auf Wasserbasis selbst einen niedrigen CSB (chemischen Sauerstoffbedarf) haben. Für die metallverarbeitende Industrie gibt es Mindestanforderungen, die sich je nach Region/Land unterscheiden und auch strenger sein können. In der Abwasserbeseitigungssatzung, Anhang 40, werden die Anforderungen an Abwasser beschrieben. In dem nachfolgend beschriebenen Fall handelt es sich um das Spülwasser einer ZfP-Anlage, in der z.B. ein Klasse-1/2-Produkt (ARDROX 9720) eingesetzt wird:

Üblicherweise hat das Spülwasser eine Konzentration von 0,1 % (V/V) –

Nr.	Parameter	Wert	Einheit	Grenzwert	Norm
1.	Allgemeine Anforderungen				
1.1	Temperatur	--			
1.2	pH-Wert	ca. 9		6,5-10	
1.3	abgelagerte Materialien	--			
1.4	filtrierbare Materialien	--			
2.	organische Bestandteile				
2.1	niedrig-flüchtige lipophile Bestandteile	159	mg/L	250	DIN EN ISO 9377-1
2.2	Kohlenwasserstoffe auf Mineralölbasis	0,53	mg/L	20	DIN EN ISO 9377-2
2.3	adsorbierbare organische Halogene (AOX)	< 0,03	mg/L	1	DIN 38409-22
2.4	hoch-flüchtige Kohlenwasserstoffe	n. B.			
2.5	Phenol, komplett ??	n. B.			
3.	anorganische Bestandteile				
3.1 bis					
3.22		n.B.			
4.	spontane Sauerstoffzehrung	< 1	mg/L	100	DIN V 38408-24
5.	Farbe				
6.	Gase				

n.B. = in der Rezeptur nicht enthalten

Das Spülwasser des Klasse-1/2-Produkts ARDROX 9720 erfüllt die allgemeinen Anforderungen (1.), die Anforderungen bezüglich organischer und anorganischer Bestandteile (2. und 3.) sowie der spontanen Sauerstoffzehrung (4.).

Bei Einsatz dieses Produkts ist das Spülwasser nur leicht gefärbt, daher entspricht es auch Punkt 5. Punkt 6. (Gase) ist hier nicht relevant.

Zusammenfassend können wir sagen, dass z.B. bei Einsatz des Klasse-1/2-Produkts das Spülwasser alle Anforderungen der Abwasserbeseitigungssatzung erfüllt.

2. Vergleiche

Teil 2 vergleicht beide Systeme auf genormten Kontrollkörpern und Werkstücken aus der Industrie. Testparameter waren z.B. Benetzung, Abwaschbarkeit und die Empfindlichkeit auf verschiedenen Substraten und Oberflächen. Die neuen wasserbasierenden Eindringmittel sind besonders geeignet für Guss- und Schmiedeteile aus Aluminium, anderen Leichtmetallen und Keramik.

2.1 Vergleich der Empfindlichkeit

Alle Versuche zur Empfindlichkeit wurden entsprechend den Vorschriften der EN ISO 3452 Teil 2 (11/2006), Tabelle 7, durchgeführt:

- Tauchen in Eindringmittel und 5 min Eindringzeit bei einem Winkel von 5 ° - 10 °
- Spülen mit einem Wasserdruck von 1,2 bar bei 22 °C unter UV-Licht
- Trockenzeit von 5 min in einem Ofen mit einer Temperatur von 50 °C
- Tauchen in Trockenentwickler für 5 s mit anschließender, 5-minütiger Entwicklungszeit

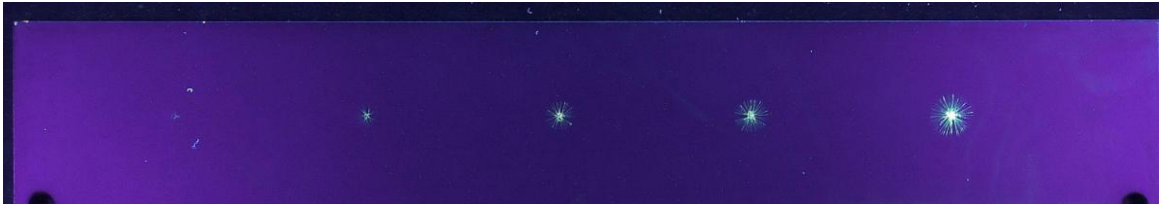
2.1.1 Vergleich auf Kontrollkörper 2

Auf den folgenden Abbildungen ist zu sehen, dass die Empfindlichkeit der fluoreszierenden Eindringmittel auf Wasserbasis auf dem Kontrollkörper 2 etwas besser ist als bei den Eindringmitteln auf Petroleumbasis.

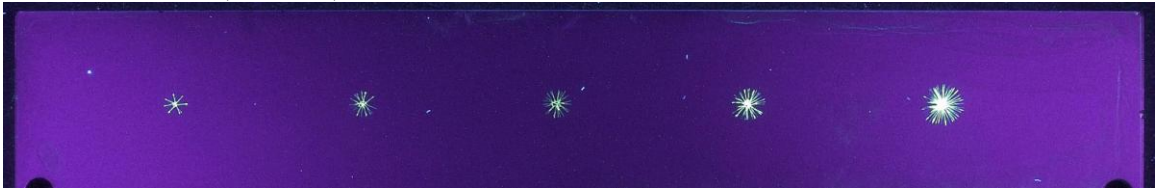
ARDROX 9720 (Klasse 0,5) auf Wasserbasis



Klasse 0,5 auf Petroleumbasis



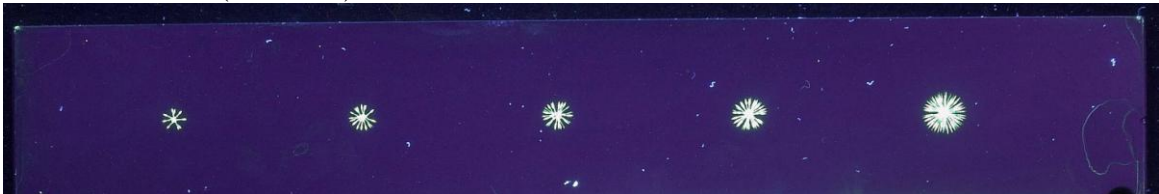
ARDROX 9721 (Klasse I) auf Wasserbasis



Klasse I auf Petroleumbasis



ARDROX 9722 (Klasse II) auf Wasserbasis



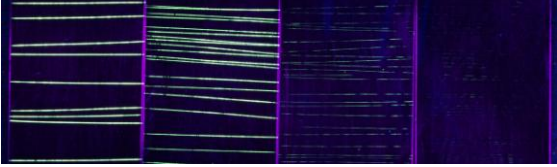
Klasse II auf Petroleumbasis



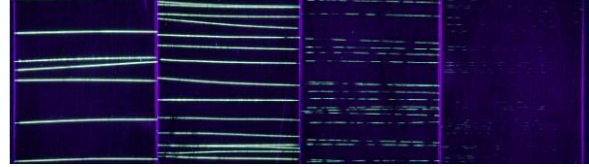
2.1.2 Vergleich auf Kontrollkörper 1 (50µm, 30µm, 20µm und 10µm)

Die Empfindlichkeit der fluoreszierenden Eindringmittel auf Wasserbasis ähnelt der der Versionen auf Petroleumbasis.

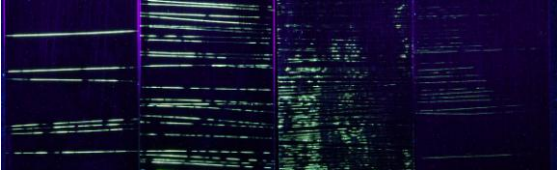
ARDROX 9720 (Klasse 0,5) auf Wasserbasis



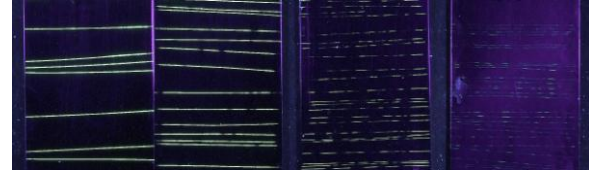
Klasse 0,5 auf Petroleumbasis



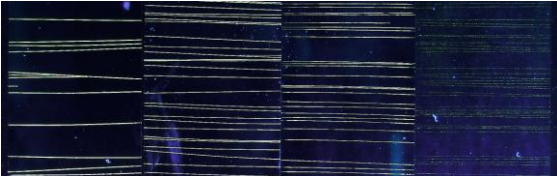
ARDROX 9721 (Klasse I) auf Wasserbasis



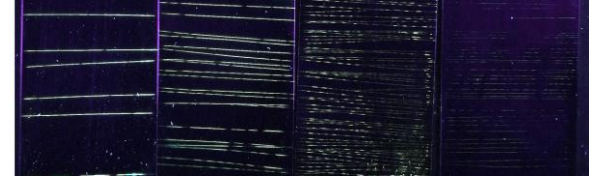
Klasse I auf Petroleumbasis



ARDROX 9722 (Klasse II) auf Wasserbasis



Klasse II auf Petroleumbasis



2.2 Benetzungseigenschaften

Die Benetzungseigenschaften der fluoreszierenden Eindringmittel auf Wasserbasis auf der polierten Oberfläche von Kontrollkörper 1 sind ebenso gut wie diejenigen der fluoreszierenden Eindringmittel auf Petroleumbasis. Alle Bilder wurden nach 20 Minuten aufgenommen.

ARDROX 9720 (Klasse 0,5) auf Wasserbasis



Klasse 0,5 auf Petroleumbasis



ARDROX 9721 (Klasse I) auf Wasserbasis



Klasse I auf Petroleumbasis



ARDROX 9722 (Klasse II) auf Wasserbasis



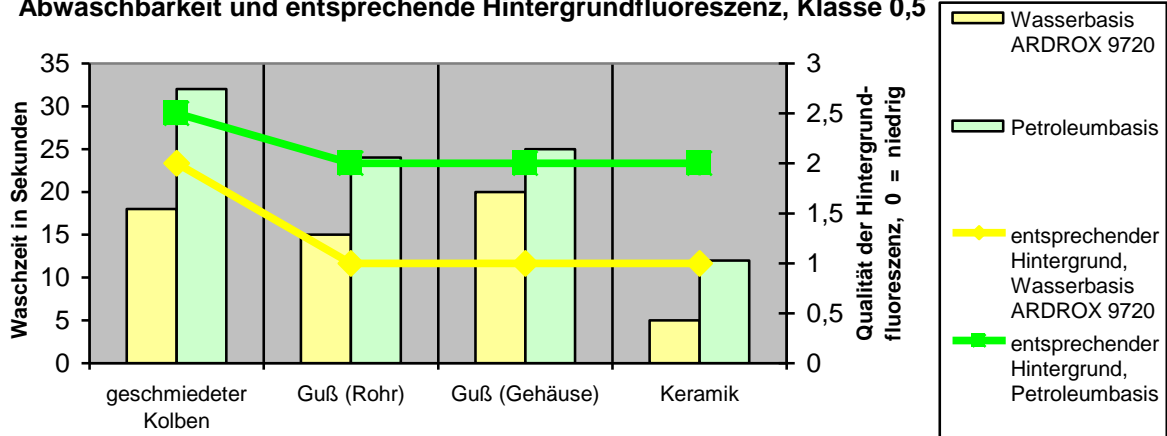
Klasse II auf Petroleumbasis



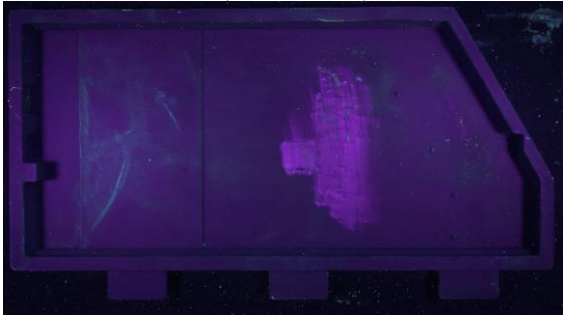
2.3 Abwaschbarkeit und Hintergrundfluoreszenz

Alle Versuche zur Abwaschbarkeit und Hintergrundfluoreszenz wurden mit einem Wasserdruck von 1,2 bar bei einer Temperatur von 23 °C durchgeführt.

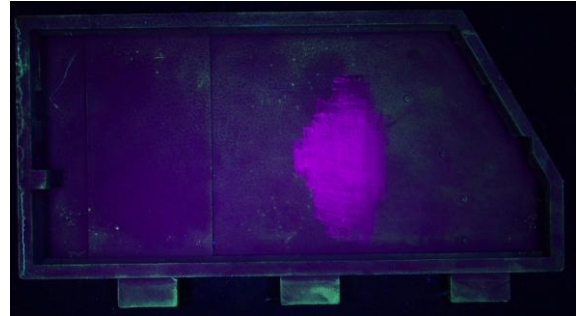
Abwaschbarkeit und entsprechende Hintergrundfluoreszenz, Klasse 0,5



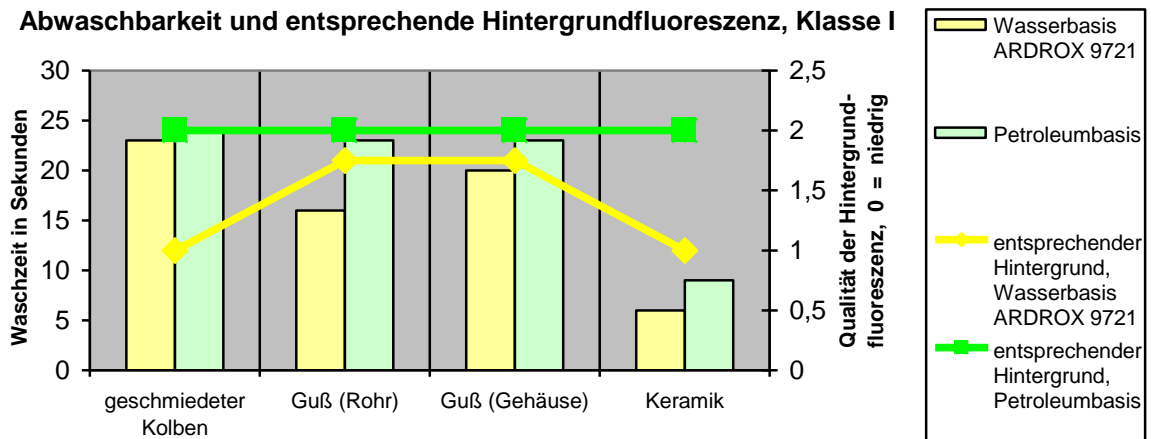
ARDROX 9720 (Klasse 0,5) auf Wasserbasis



Klasse 0,5 auf Petroleumbasis



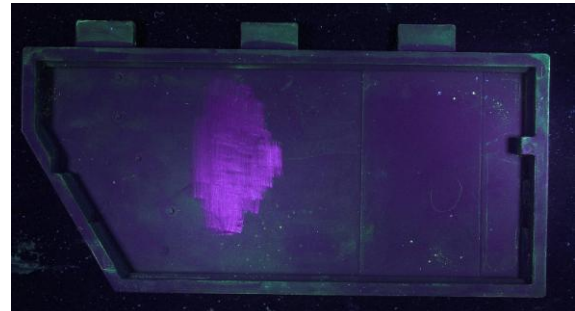
Abwaschbarkeit und entsprechende Hintergrundfluoreszenz, Klasse I



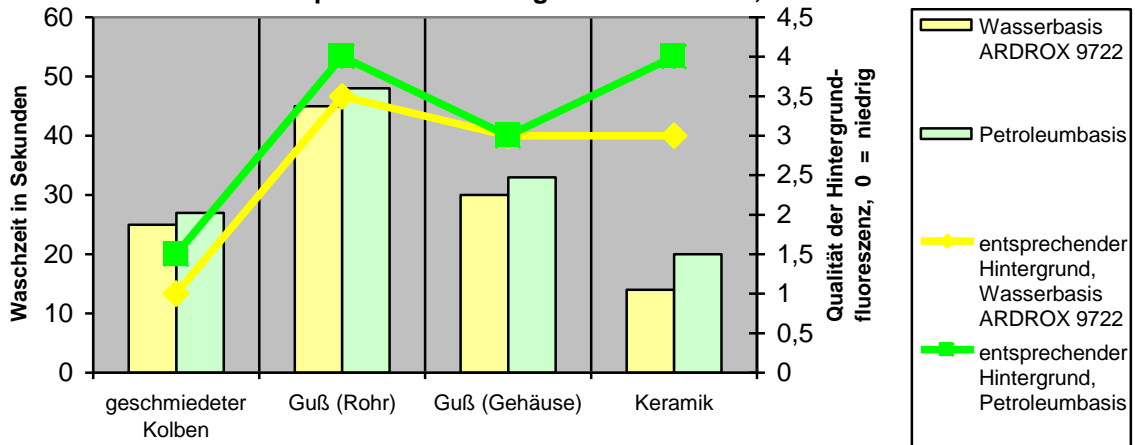
ARDROX 9721 (Klasse I) auf Wasserbasis



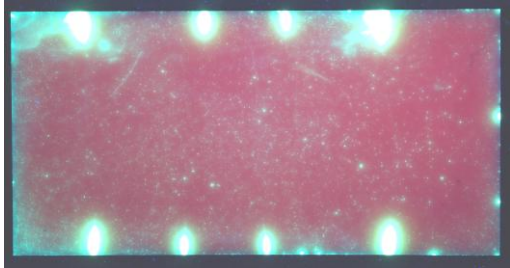
Klasse I auf Petroleumbasis



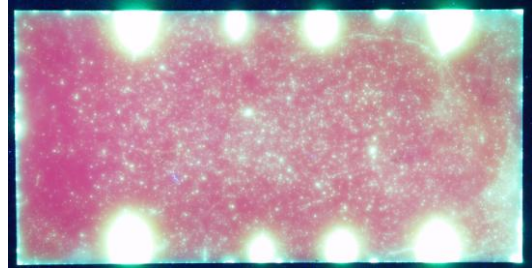
Abwaschbarkeit und entsprechende Hintergrundfluoreszenz, Klasse II



ARDROX 9722 (Klasse II) auf Wasserbasis



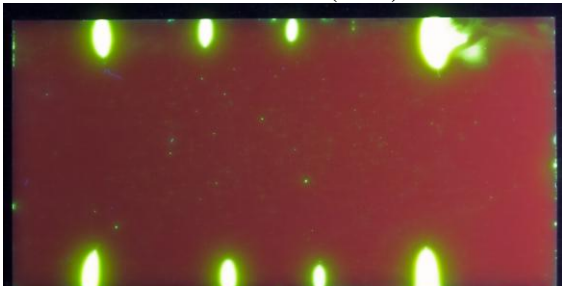
Klasse II auf Petroleumbasis



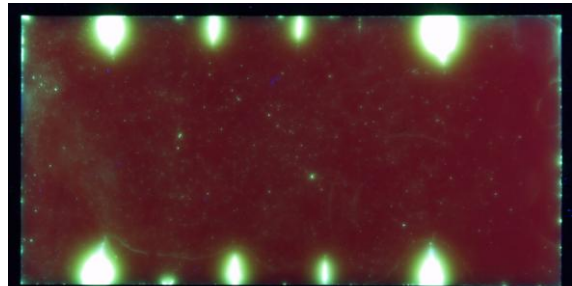
2.4 Vergleich auf Fertigungsteilen

In den folgenden Bildern sind Vergleiche bei Anwendung auf Fertigungsteilen dargestellt.

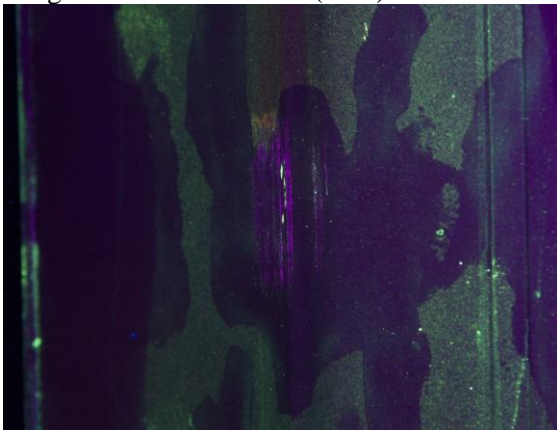
Keramik - ARDROX 9721 (Kl. I) auf Wasserbasis



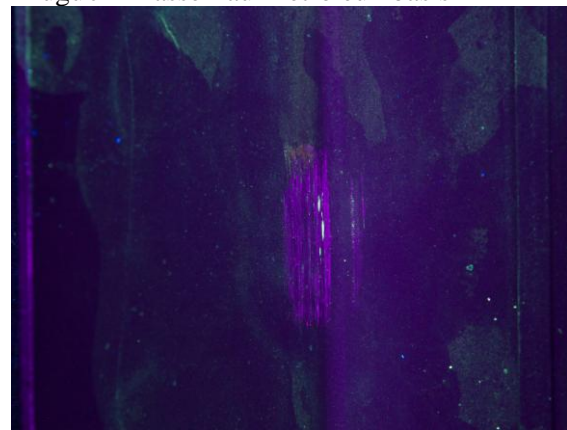
Keramik - Klasse I auf Petroleumbasis



Aluguß - ARDROX 9721 (Kl. I) auf Wasserbasis



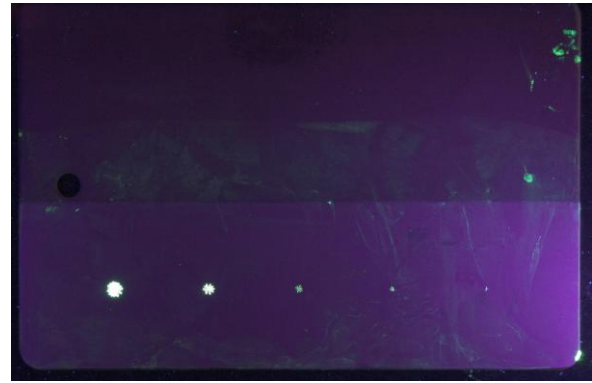
Aluguß - Klasse I auf Petroleumbasis



TAM Prüfblech – ARDROX 9722 (Kl. II) auf Wasserbasis



TAM Prüfblech – Klasse II auf Petroleumbasis



Zusammenfassung.

Eindringmittel auf Wasserbasis haben u.a. die folgenden technischen Eigenschaften:

- hervorragende Wasserabwaschbarkeit
- geringe Hintergrundfluoreszenz
- hohe Empfindlichkeit

Sie sind besonders geeignet für gegossene und geschmiedete Bauteile aus Aluminium bzw. anderen Leichtmetallen und für Keramik.

Die neuen Produkte sind mindestens so gut wie die Eindringmittel auf Petroleumbasis und bieten die folgenden Vorteile für Umwelt- und Gesundheitsschutz:

- leicht biologisch abbaubar und besser für die Wasseraufbereitung
- geringere Kosten für Abwasseraufbereitung
- keine Brandgefahr (Wasser hat keinen Flammpunkt)
- gesundes Umfeld für Anwender (geruchsarm, nicht schädlich...)