

Aluchrom Oberflächentechnik GmbH
Plattenstraße 7
D - 09429 Hilmersdorf
Herr Werner

Chemnitz, 19.08.2021
ml

Prüfbericht

Prüfbericht Nr. 21201923-003

Prüfgegenstand Bauteile Türgriff und Prüfplatten
Bemusterung der antimikrobiellen Beschichtung
Zusammenfassung der Ergebnisse

Ihr Prüfauftrag B21-0113, vom 18.05.2021
schriftlich, Fr. von Ryssel

Bearbeiter Matthias Lemke, Anne-Marie Wild, Nicole Trommer

Probeneingang 25.05.2021	Prüfbeginn 25.05.2021	Prüfende 19.08.2021
-----------------------------	--------------------------	------------------------



Dipl.-Ing. (FH) Matthias Lemke
Bereichsleiter
Werkstoffprüfung Chemie und Kunststoffe,
Sauberkeitsanalyse



Dipl. Chem. Katharina Sesser
stellv. Bereichsleiterin
Werkstoffprüfung Chemie und Kunststoffe,
Sauberkeitsanalyse

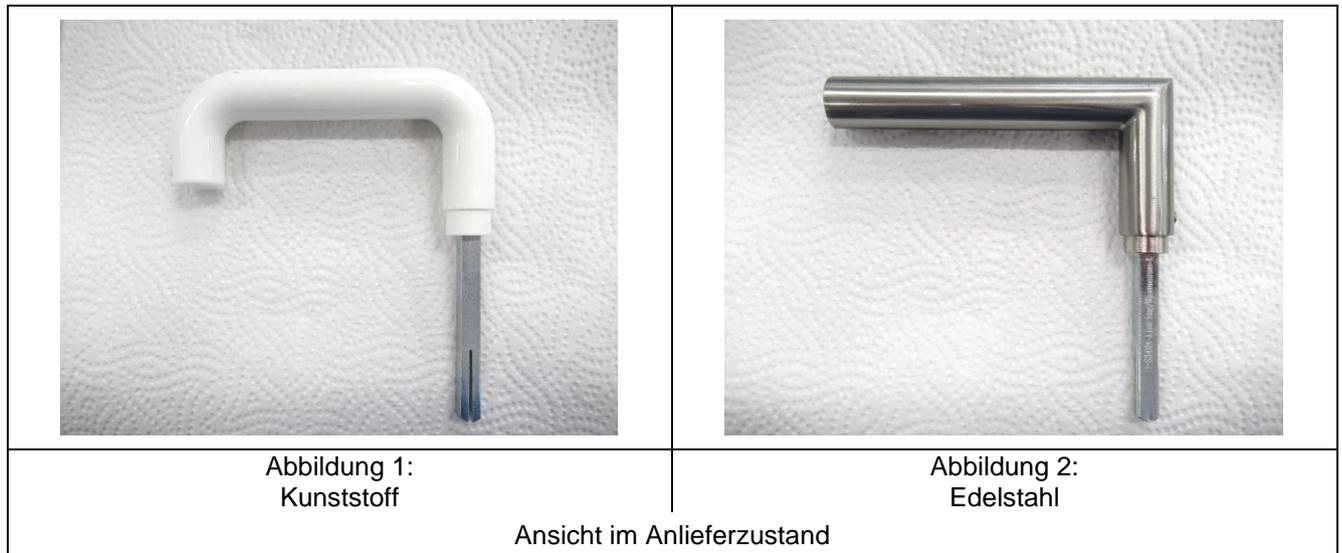
Anlagen

14 Seiten Protokoll

Die Prüfleistungen beziehen sich ausschließlich auf den o. g. Prüfauftrag und auf die damit übergebenen Prüfstücke. Die auszugsweise Veröffentlichung des Prüfberichtes ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Proben halten wir mindestens 3 Monate zu Ihrer Verfügung. Alle akkreditierten Prüfverfahren sind mit ** gekennzeichnet. Sollten Teilergebnisse dieser Verfahren nicht den Anforderungen der Akkreditierung genügen, so sind diese mit °° gekennzeichnet.

Sachverhalt

Vom Auftraggeber erhielten wir 2 Satz Türgriffe zur Bemusterung der antibakteriellen Beschichtung gemäß Abstimmung. Dabei sollten die Haftfestigkeit und die antimikrobielle Wirkung der Beschichtung getestet werden. Die Probenahme und Probenbenennung erfolgten durch den Auftraggeber. Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Prüfungen zusammengefasst.



Durchführung

Antibakterielle Wirksamkeit

Die Prüfung wurde im Unterauftrag an 1 Satz lackierten Prüfplatten aus Polycarbonat mit Haftvermittler durchgeführt. Als Referenz wurden unbeschichtete Platten beige stellt. Es wurde in Anlehnung an die DIN EN ISO 22196 (Stand 2007) unter simuliertem Tageslicht getestet.

Kreuzschnitt

Verfahren	Kreuzschnitt in Anlehnung an DIN EN ISO 16276-2 (Stand 08-2007)
Gerät	Cuttermesser, Laborgeräte
Aufbringung	manuell
Auswertung	visuell, nach Klebeband-Abriß

Schichtdickenmessung am Querschliff

Verfahren	Schichtdickenmessung am Querschliff nach DIN EN ISO 1463 (Stand 08/2004) **
Gerät	Kameramikroskop Leica DMI 5000, Bilddatenbank IMS
Verfahren Herstellung Probekörper	randscharf eingebettet, geschliffen und poliert bis 1 µm

Abriebbeständigkeit

Verfahren	Crockmeter Test in Anlehnung an DIN EN 13523-11:2019-12
Gerät	Ritzhärteprüfgerät LINEARTESTER 249 Erichsen
Reibkörper	16 mm Stempel (Fläche 200 mm ²)
Reibmedium	trocken und VE-Wasser
Prüfkraft	10 N
Prüfweg	95 mm
Konditionierung	48 h bei Normalklima
Prüfgeschwindigkeit	1 Doppelhub pro Sekunde
Anzahl Hübe	100

Kratzbeständigkeit

Verfahren	Kratzfestigkeit in Anlehnung an DIN EN ISO 1518
Gerät	Erichsen- Härteprüfstab Typ 318
Aufbringung	manuell
Belastung	10 N
Auswertung	visuell

Wärmelagerung

Verfahren	Wärmelagerung nach DIN 53497 (Stand 04-2017), Verfahren B
Gerät	Umluftwärmeschrank UFB 400 Fa. Memmert
Dauer	48 h
Auswertung	visuell, Kreuzschnitt

Untersuchungsergebnisse

Antibakterielle Wirksamkeit

Probe	Prüfung	Richtwert antibakterielle Aktivität	IST-Wert
PC lackiert mit Haftvermittler	Analyse der antibakteriellen Wirksamkeit gegen E. coli-Bakterien unter Tageslichtbestrahlung (Flächenstrahler 6000K, 18W)	$R \geq 3$	Keimreduktion E.coli = 89,6% R= 0,98 Richtwert unterschritten

Mechanisch-tribologische Prüfungen

Position	Prüfung	SOLL-Wert	IST-Wert	
			Kunststoff	Edelstahl
1	Kreuzschnitt mit Klebebandabriss	kein Ablösen der Beschichtung	kein Ablösen erfüllt	kein Ablösen erfüllt
2	Schichtdicke	keine Vorgabe	gesamt: 21 µm	gesamt: 30 µm
3	Abriebbeständigkeit Crockmeter 100 Hübe trocken	kein Aufreißen der Beschichtung keine visuellen Veränderungen	visuell unverändert erfüllt	visuell unverändert erfüllt
4	Abriebbeständigkeit Crockmeter 100 Hübe feucht	kein Aufreißen der Beschichtung keine visuellen Veränderungen	visuell unverändert erfüllt	visuell unverändert erfüllt
5	Kratzbeständigkeit nach Erichsen Prüflast 10N	kein Aufreißen der Beschichtung	kein Aufreißen der Beschichtung	kein Aufreißen der Beschichtung
6	Haftfestigkeit nach Wärmealterung +80 °C / 48 h	keine visuellen Veränderungen Kreuzschnitt kein Ablösen der Beschichtung	visuell unverändert Kreuzschnitt i.O. erfüllt	visuell unverändert Kreuzschnitt i.O. erfüllt

Bewertung

Antibakterielle Wirksamkeit

Bei der genannten Vorgabe R für die antibakterielle Aktivität handelt es sich – wie beschrieben – um einen Richtwert, der von verschiedenen Faktoren abhängig ist. So sind bspw. die verwendeten E. coli-Kulturen etwas widerstandsfähiger als die vom Hersteller eingesetzten Staphylokokken (beigestellter Bericht Fa. QL BT GmbH, Nr. 3609 Rev. 2, vom 30.04.2020). Die gewählten Testbedingungen haben ebenfalls einen großen Einfluss auf das Resultat. Im Test des Herstellers wurden bspw. die Proben nicht abgedeckt, so dass ein verstärkender Effekt infolge von strahlungsbedingter Eintrocknung des Biomaterials zu erwarten ist.

Die vorliegenden Ergebnisse mit Bestrahlung der lackierten Proben zeigen eine desinfizierende Wirksamkeit der Beschichtung.

So konnte eine Reduktion von 89,6% der E.coli-Bakterien auf den lackierten Platten festgestellt werden (vgl. Tabelle 2 des angehängten Berichtes).

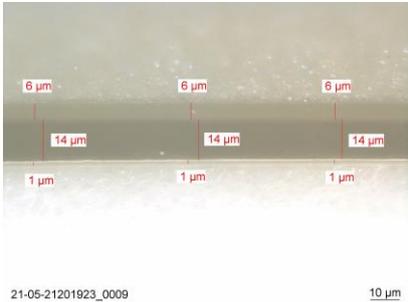
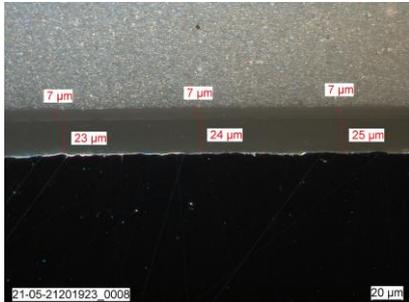
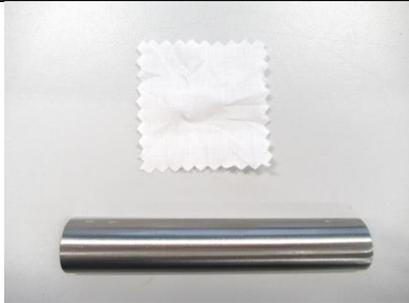
Unter Berücksichtigung der genannten Sachverhalte erfüllt dieses Ergebnis somit die Vorgaben aus labortechnischer Sicht.

Mechanisch-/tribologische Prüfungen

Die geprüften Bauteile erfüllen die Vorgaben in den geprüften Parametern.

Die Resultate sowie der Bericht des Partnerlabors sind im Anhang dokumentiert.

Anhang – fototechnische Dokumentation

Position	Prüfung	Kunststoff	Edelstahl
1	Kreuzschnitt mit Klebebandabriss		
2	Schichtdicke	 <p>21-05-21201923_0009 10 µm</p>	 <p>21-05-21201923_0008 20 µm</p>
3	Abriebbeständigkeit Crockmeter 100 Hübe trocken		
4	Abriebbeständigkeit Crockmeter 100 Hübe feucht		
5	Kratzbeständigkeit nach Erichsen Prüflast 10N		

Position	Prüfung	Kunststoff	Edelstahl
6	Haftfestigkeit nach Wärmealterung +80 °C / 48 h		

Anhang - Bericht des Partnerlabors zur mikrobiellen Analyse

INNOVENT

Technologieentwicklung Jena
Oberflächen, Werkstoffe und Systeme



Prüfbericht zur antibakteriellen Aktivität von Kunststoff- und anderen
porenfreien Oberflächen nach ISO 22196

Testziel

Auswirkung einer Belichtung auf die antibakteriellen Eigenschaften
eines beschichteten (lackierten) Polycarbonats (PC) im Vergleich zu
unbehandelten PC-Proben als Referenzprobekörper unter
Verwendung des Testkeims *E. coli*

INNOVENT e.V.
Verein zur Förderung von Innovationen
durch Forschung, Entwicklung und
Technologietransfer e.V.
Vorstand:
Dr. Bernd Grünler und Dr. Arnd Schimanski
Amtsgericht Jena VR 230470

Bankverbindung:
Commerzbank AG
Konto 0342 658 000
BLZ 820 800 00
BIC DRES DE 33 330 3030 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
IBAN DE28 8208 0000 0342 6580 00
Steuer-Nr. 162/142/02 542

Sparkasse Jena
Konto 2011
BLZ 830 530 30
BIC HELA DE 33 330 3030 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
IBAN DE73 8305 3030 0000 0020 11
UST-IdNr. DE 161181730

INNOVENT

Technologieentwicklung Jena
Oberflächen, Werkstoffe und Systeme



Auftraggeber: HQM Induserv GmbH
Adresse: Johann Esche Straße 1
09120 Chemnitz

Angebotsnummer: 07-142/21
Probenlieferung: 29.07.2021

Testanforderung: Testung der antibakteriellen Aktivität von Produktoberflächen nach
ISO 22196 (2007)
Antibacterial products – Test for antibacterial activity and efficacy

Testadaption: 5 ml 0.9% NaCl als Spülflüssigkeit
Tageslichtbestrahlung (6000 K)
Messung Temperatur
Messung Lichtintensität

Teststamm: Gram-negatives Bakterium: *E. coli* DSM 1607

Datum der Testdurchführung: 10.08.2021-13.08.2021

Leiterin des Testlabors: Dr. Svea Sachse
Technische Assistenz: Monika Döpel

Seitenanzahl des Berichts: 11

Institut/ Testlabor: INNOVENT e.V.
Prüssingstraße 27 B
07745 Jena

INNOVENT

Technologieentwicklung Jena
Oberflächen, Werkstoffe und Systeme



- Probekörper:
- unbehandeltes Polycarbonat (6 Stück):
 - i. Größe 7,0 x 7,0 cm
 - ii. Dicke 1 mm
 - iii. im Weiteren als „Ref“ bezeichnet
 - behandeltes Polycarbonat (3 Stück):
 - i. Größe 7,0 x 7,0 cm
 - ii. Dicke 1 mm
 - iii. im Weiteren als „T-Lack“ bezeichnet

INNOVENT

Technologieentwicklung Jena
Oberflächen, Werkstoffe und Systeme



Probenvorbereitung

Die Folienschnitte und die Probekörper wurden mit in 70%igem Ethanol (v/v) getränkter steriler Watte gereinigt und mit sterilem Reinstwasser sorgfältig abgespült. Die Trocknung der Folienschnitte und Probekörper erfolgte unter der Sterilbank.

Methode

Der Test wird nach der ISO 22196 durchgeführt. Je 400 µl des *E. coli*-Inokulums mit einer Keimdichte von ca. $0,5 \times 10^5$ KBE/ml werden auf die beschichtete Seite der Probekörper pipettiert, und mit einer sterilen Folie (4 x 4 cm) bedeckt. Die Folie verhindert die Verdunstung des Inokulumvolumens, was Einfluss auf die Keimzahl nehmen könnte. Der Test wird durch das Entfernen der Folie und ausgiebiges Spülen der Probekörperfläche sowie der Folie mit 5 ml 0,9 % NaCl abgestoppt. Für drei Replikate der Referenz-Probekörper erfolgt der Stopp unmittelbar nach Inkubationsbeginn zum Zeitpunkt t_0 . Alle anderen zu testenden Probekörper werden für 24 h bei 35 °C in einer feuchten Kammer bebrütet und am Folgetag wie oben beschrieben abgestoppt (t_{24} h). Die Kolonie bildenden Einheiten (KBE) jedes Spülvolumens/pro Probekörper werden durch das Auftragen von Aliquots einer seriellen Verdünnungsreihe in Doppelbestimmung auf CASO-Agarplatten ermittelt. Die Anzahl lebensfähiger Bakterien wird durch das Auszählen der vorhandenen Kolonien auf den Agarplatten nach Inkubation von 18 h bei 35 °C erhalten.

Eine logarithmische Keimabnahme von mehr als 3 log-Stufen der beschichteten bzw. behandelten Probekörper im Vergleich zu den unbeschichteten bzw. unbehandelten Referenz-Probekörpern weist eine antimikrobielle Aktivität hinsichtlich Sterilität auf. Sie wird durch Abzug der logarithmischen KBE der beschichteten bzw. behandelten Probekörper (At) von den logarithmischen KBE der Referenz (Ut) als antibakterielle Aktivität R erhalten.

Bemerkungen zur Methode

Um den photokatalytischen Effekt des Lacks auf dem Polycarbonat zu untersuchen, wurde im Brutschrank eine flächige LED-Leuchte (6000 K, 18W) installiert. Eine 9-Punkt-Messung der Lichtintensitäten mittels UV-VIS-Meter (UV-Meter Basic von Dr. Hoenle AG, Gräfelting, Deutschland) im Inkubator sicherte die gleiche Bestrahlungsintensität für alle zu untersuchenden Probekörper, die einen Wert von ca. 25 mW/cm² (abzüglich des Verlusts an Lichtintensität durch Folie und Feuchte Kammer) einnahm.

Die von dem LED-Flächenelement abgegebene Wärme wurde nach außen abgeführt, mittels Temperatur-Datenlogger wurde eine stabile Temperatur während der Exposition von 32°C ermittelt.

INNOVENT

Technologieentwicklung Jena
Oberflächen, Werkstoffe und Systeme



Ergebnisdokumentation

E. coli DSM 1607 initiale Bakteriensuspension: $4,67 \times 10^5$ KBE/ml

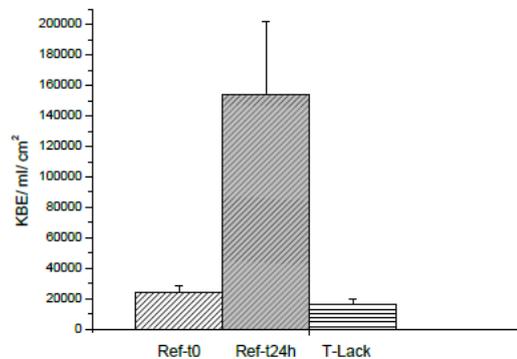


Abbildung 1: KBE/ml/cm² der unbehandelten Polycarbonate als Referenz (Ref) zum Zeitpunkt t0 und t24h im Vergleich zu den behandelten Probekörpern lackiert mit HG (T-Lack) zum Zeitpunkt t24h.

Tabelle 1: Anzahl lebensfähiger *E. coli* nach Inkubation der Referenzprobekörper und der behandelten Probekörper zum Zeitpunkt t0 bzw. t24h. Die Angaben der KBE/ml beziehen sich gemäß der ISO 22196 auf die cm² der bedeckten Testfläche, welche pro Probekörper inokuliert wird. Zur Verrechnung der Mittelwerte von KBE/ml/cm² werden 6 Werte pro Replikat eines Probekörpers einbezogen.

CV Variationskoeffizient; ist ein Streuungsmaß. Je kleiner die Streuung, umso kleiner der Wert des Variationskoeffizienten.

Probekörper	Proben-ID	Zeit	Mittelwert KBE/ml/cm ²	SD	CV [%]
unbehandeltes Polycarbonat	Ref	t0	2,42E+04	3,89E+03	16,08
unbehandeltes Polycarbonat	Ref	t24h	1,54E+05	4,84E+04	31,51
Polycarbonat lackiert	T-Lack	t24h	1,60E+04	4,00E+03	25,04

INNOVENT

Technologieentwicklung Jena
Oberflächen, Werkstoffe und Systeme



Berechnung zur antibakteriellen Aktivität R

Tabelle 2: KBE/ml/cm², KBE-Reduktion (%) und Validität des Tests.

Probekörper	Proben-ID	Mittelwert KBE/ml/cm ²	KBE-Reduktion [%]	Validität
unbehandeltes Polycarbonat	Ref	1,54E+05	-	ja
Polycarbonat, lackiert	T-Lack	1,60E+04	89,60	

Tabelle 3: Antibakterielle Aktivität R als Differenz des Logarithmus der KBE/ml/cm² der Referenz-Probekörper zum Zeitpunkt t24h (Ut) und der behandelten Probekörper zum Zeitpunkt t24h (At).

Probekörper	Proben-ID	U0	Ut	At	Antibakterielle Aktivität R
unbehandeltes Polycarbonat	Ref	4,38	5,19	-	-
Polycarbonat, lackiert	T-Lack	-	-	4,20	0,98

Eine ausreichende antibakterielle Aktivität R geht mit einer log-Stufenreduktion von ≥ 3 einher. Für die behandelten Polycarbonat-Probekörper lackiert konnte während der Tageslichtbestrahlung ein R-Wert von 0,98 ermittelt werden.

Gegenüber der im Dunkeln exponierten Polycarbonate wird eine Zunahme der antibakteriellen Aktivität R gegenüber dem Teststamm *E. coli* DSM 1607 deutlich (siehe Report 14.06.2021).

INNOVENT

Technologieentwicklung Jena
Oberflächen, Werkstoffe und Systeme

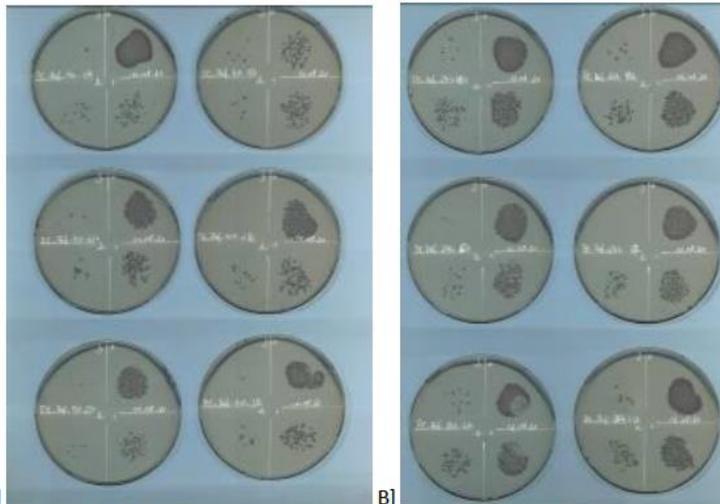


Abbildung 2: Dokumentation der *E. coli* KBE auf CASO-Agarplatten von den Referenz-Probekörpern zum Zeitpunkt t0 und t24h. Nach dem Abspülen des bakteriellen Inokulums von der Testfläche wird von jedem Replikat eine serielle Verdünnungsreihe durchgeführt. 30 µl jeder Verdünnungsstufe werden auf eine CASO-Agarplatte in Doppelbestimmung aufgetragen. 0 - unverdünnt; 1 – Verdünnungsstufe 10^{-1} ; 2 - Verdünnungsstufe 10^{-2} ; 3 - Verdünnungsstufe 10^{-3} . A) Ref-t0. B) Ref-t24h. (PC=Polycarbonat)

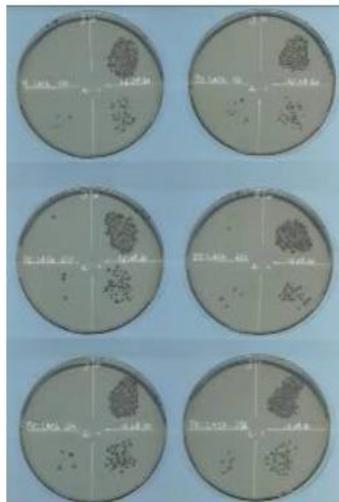


Abbildung 3: Dokumentation der *E. coli* KBE auf CASO-Agarplatten von den behandelten Probekörpern zum Zeitpunkt t24h. Nach dem Abspülen des bakteriellen Inokulums von der Testfläche wird von jedem Replikat eine serielle Verdünnungsreihe durchgeführt. 30 µl jeder Verdünnungsstufe werden auf eine CASO-Agarplatte in Doppelbestimmung aufgetragen. 0 - unverdünnt; 1 – Verdünnungsstufe 10^{-1} ; 2 - Verdünnungsstufe 10^{-2} ; 3 - Verdünnungsstufe 10^{-3} . (PC = Polycarbonat)

INNOVENT e.V.
Verein zur Förderung von Innovationen
durch Forschung, Entwicklung und
Technologietransfer e.V.
Vorstand:
Dr. Bernd Grünler und Dr. Arnd Schimanski
Amtsgericht Jena VR 230470

Bankverbindung:
Commerzbank AG
Konto 0342 658 000
BLZ 820 800 00
BIC DRES DE FF 827
IBAN DE28 8208 0000 0342 6580 00
Steuer-Nr. 162/142/02 542

Sparkasse Jena
Konto 2011
BLZ 830 530 30
BIC HELA DE F1 JEN
IBAN DE73 8305 3030 0000 0020 11
USt-IdNr. DE 161181730

INNOVENT

Technologieentwicklung Jena
Oberflächen, Werkstoffe und Systeme



Anhang

Tabelle 4: KBE pro Replikate der Referenz-Probekörper zum Zeitpunkt t0 und t24h (Ref-t0; Ref-t24h) sowie der beschichteten bzw. behandelten Probekörper zum Zeitpunkt t24h, nachgewiesen auf den CASO-Agarplatten. Die Berechnung der KBE/ml schließt die Initialverdünnung, die Verdünnung durch Zugabe des Spülvolumens, den Faktor der seriellen Verdünnungsstufen als auch den Verdünnungsfaktor durch Auftragung von 30 µl Suspensionsvolumen auf die CASO-Agarplatten ein. KBE/ml/cm² wird durch Bezug zur Testfläche erhalten. Die grau unterlegten Daten wurden zur Verrechnung verwendet.

Proben-ID	Technische Replikate	10 E3	10 E2	10 E1	10 E0	KBE/ml	KBE/ml/cm ²	Mittelwert KBE/ml/cm ²
initiale Suspension	-	14	≥ 100	≥ 100	≥ 100	4,67E+05	-	-
Ref-t0-1	1	1	16	61	≥ 100	2,75E+05	1,72E+04	2,42E+04
	2	6	6	91	≥ 100	4,10E+05	2,56E+04	
Ref-t0-2	1	2	10	96	≥ 100	4,32E+05	2,70E+04	
	2	0	10	100	≥ 100	4,50E+05	2,81E+04	
Ref-t0-3	1	2	5	85	≥ 100	3,83E+05	2,39E+04	
	2	1	6	83	≥ 100	3,74E+05	2,33E+04	
Ref-t24h-1	1	9	71	≥ 100	≥ 100	3,20E+06	2,00E+05	1,54E+05
	2	7	62	≥ 100	≥ 100	2,79E+06	1,74E+05	
Ref-t24h-2	1	6	27	≥ 100	≥ 100	1,22E+06	7,59E+04	
	2	1	46	≥ 100	≥ 100	2,07E+06	1,29E+05	
Ref-t24h-3	1	9	72	≥ 100	≥ 100	3,24E+06	2,03E+05	
	2	7	50	≥ 100	≥ 100	2,25E+06	1,41E+05	
T-Lack-1	1	0	4	49	≥ 100	2,21E+05	1,38E+04	1,60E+04
	2	0	6	45	≥ 100	2,03E+05	1,27E+04	
T-Lack-2	1	1	3	59	≥ 100	2,66E+05	1,66E+04	
	2	1	5	41	≥ 100	1,85E+05	1,15E+04	
T-Lack-3	1	0	5	73	≥ 100	3,29E+05	2,05E+04	
	2	0	10	74	≥ 100	3,33E+05	2,08E+04	