

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der Vorversuche zur Ermittlung der geeigneten Verfahren zur Oberflächenkeimzahlbestimmung

4.1.1 Wiederfindungsraten und Eigenschaften der verschiedenen Methoden

4.1.1.1 Wiederfindungsraten

Mit jedem Verfahren konnten Bakterien von der Bodenfliese aufgenommen und kultiviert werden. In Tabelle 1 sind die Wiederfindungsraten von *Escherichia coli* ATCC 25922 der verschiedenen Methoden der Oberflächenkeimzahlbestimmung und der verschiedenen Verdünnungsstufen aufgelistet.

Die größte Wiederfindungsrate in allen Verdünnungsstufen hatte das DSAP-Verfahren. Das Trockentupfverfahren hatte in allen Verdünnungsstufen niedrige Wiederfindungsraten.

Tabelle 1 Vergleich der Wiederfindungsraten der verschiedenen Verfahren

| Verfahren | 10 ² | | 10 ³ | | 10 ⁴ | | 10 ⁵ | |
|-----------------------------|-----------------|----|-----------------|-----|-----------------|------|-----------------|------|
| | A | B | A | B | A | B | A | B |
| Dip-Slide | 8 | 9 | 46 | 49 | 375 | 400 | n.z. | n.z. |
| Agarwurstmethode | 11 | 19 | 116 | 117 | 964 | 1472 | n.z. | n.z. |
| Direct Surface Agar Plating | 42 | 29 | 166 | 255 | 2400 | n.z. | n.z. | n.z. |
| Trockentupfverfahren | 5 | 6 | 32 | 69 | 304 | 207 | n.z. | n.z. |
| Nasstupfverfahren | 5 | 4 | 70 | 78 | 2640 | 1815 | n.z. | n.z. |
| Abklatschverfahren | 19 | 17 | 89 | 54 | 360 | 420 | n.z. | n.z. |

n.z.= nicht auszählbar

Die Methoden zur Oberflächenkeimzahlbestimmung wurden mit *E.coli* in den dezimalen Verdünnungsstufen 1×10^2 KE/ml bis 1×10^5 KE/ml getestet. Aus den Werten der Doppelbestimmung eines jeden Verfahrens wurde von den Wiederfindungsraten das arithmetische Mittel bestimmt. Zwischen den Verdünnungsstufen wurde, vom arithmetischen Mittel ausgehend, der Faktor bestimmt. Die Faktoren variierten zwischen 3,9 und 30 (siehe Tabelle 2)

Tabelle 2 Vergleich der arithmetischen Mittel der Wiederfindungsraten der Verfahren und Bestimmung der Faktoren zwischen den Verdünnungsstufen

| Verfahren | arithmetische Mittel A+B/2 10 ² | Faktor *) | arithmetische Mittel A+B/2 10 ³ | Faktor *) | arithmetische Mittel A+B/2 10 ⁴ |
|------------------------|--|-----------|--|-----------|--|
| Dip-Slide | 8,5 | 5 | 47,5 | 8 | 388 |
| Agarwurstmethode | 15 | 7,7 | 116,5 | 10,45 | 1218 |
| DSAP-Verfahren | 35,5 | 5,9 | 210,5 | 11,4 | 2400 |
| Trockentupferverfahren | 5,5 | 10 | 50,5 | 5 | 255,5 |
| Nasstupferverfahren | 4,5 | 16 | 75 | 30 | 2227 |
| Abklatschverfahren | 18 | 3,9 | 71,5 | 5,9 | 390 |

*) theoretisch liegt zwischen den Dezimalstufen der Faktor 10

4.1.1.2 Überlegungen zur Einsatzfähigkeit der verschiedenen Methoden der Oberflächenkeimzahlbestimmung für den Hauptversuch

Die Abklatschverfahren Dip-Slides, RODAC-Abklatschplatte und die Agarwurstmethode hatten den Vorteil des geringen Material- und Zeitaufwandes. Mit diesen Verfahren war eine direkte Keimübertragung von der zu untersuchenden Oberfläche auf die Agarplatte möglich. Da die Agarwurst nur den Kunstdarm als Rahmen hatte, war das sterile Arbeiten problematisch. Dazu kam der große Arbeitsaufwand im Vorfeld zur Herstellung derselben.

Bei den Verfahren DSAP-Verfahren, dem Nasstupferverfahren und den Trockentupferverfahren kamen für die Keimzahlbestimmung weitere Arbeitsschritte hinzu.

Während beim Trockentupferverfahren lediglich der Tupfer auf einer Agarplatte ausgestrichen wurde, musste beim Nasstupferverfahren der Tupfer vor der Probenentnahme mit einer definierten Menge PBS-Lösung angefeuchtet und nach der Probenentnahme in steriler PBS-Lösung ausgeschüttelt werden.

Für das DSAP-Verfahren mussten im Vorfeld die Rahmen und der LB-Agar hergestellt werden. Nach dem Aufgießen des flüssigen Agars wurde etwa fünf Minuten gewartet, bis der Agar erstarrt war. Anschließend musste mit einer sterilen Eppendorf-Einmalpipette der Agar vom

Rahmen gelöst werden und mit einer sterilen Öse auf eine sterile Petrischale, mit der beprobten Fläche nach oben, überführt werden.

Bei der Einteilung der Verfahren nach der Einsatzfähigkeit auf verschiedenen Oberflächen, konnte die RODAC-Abklatschplatte, die Agarwurstmethode und der Dip-Slide nur auf glatten Oberflächen eingesetzt werden. Auf zerklüfteten Oberflächen, wie zum Beispiel beim Kunstfelsen, fehlte diesen Verfahren der flächige Kontakt des Agars zur Oberfläche.

Die Tupfverfahren waren auf allen Oberflächen einsetzbar.

Das DSAP-Verfahren konnte auf Grund des Rahmens auch auf allen Oberflächen eingesetzt werden. Selbst auf Kunstfelsen konnte sich der LB-Agar dem Oberflächenrelief anpassen und der Rahmen verhinderte das unkontrollierte Auslaufen des Agars.

Die Keimzahlbestimmung erfolgte bei allen Verfahren durch das Zählen der Kolonien, die auf dem Agar über Nacht gewachsen waren.

Beim Trockentupfverfahren wuchsen die Kolonien nur auf dem Impfstrich. Einzelne Kolonien waren in den 1×10^3 und 1×10^4 KE/ml Suspension nur schwer zu identifizieren.

Bei dem RODAC-Verfahren, den Dip-Slides, dem Agarwurstverfahren und dem DSAP-Verfahren wuchsen die Kolonien auf der vorher festgelegten Fläche von 16 cm². So wie sich die Keime auf den Materialoberflächen verteilten, waren sie auch hinterher auf dem Agar zu finden.

Beim Nasstupfverfahren hatten die Keime die Möglichkeit, durch das Ausschütteln in PBS-Lösung, sich auf der gesamten CLED-Agarfläche zu verteilen.

4.2 Ergebnisse der Vorversuche zur Ermittlung des geeigneten Testkeimes

4.2.1 Vergleich der Stämme

In einem ersten Vorversuch wurden die Keime *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27835 und *Escherichia coli* ATCC 25922 auf Bodenfliese und Kunstfelsen bezüglich ihrer Eignung als Testkeim für den Hauptversuch getestet. Da sich *Escherichia coli* fast gar nicht von den Oberflächen wiedergewinnen ließ, wurden anschließend Versuche durchgeführt, die den Einfluss der Trocknungszeit auf die Wiedergewinnungsrate der Keime ermitteln sollte. Für den Hauptversuch wurde ein Keim gebraucht, der eine Eintrocknungszeit von dreißig Minuten möglichst unbeeinflusst übersteht. Zu diesem Zweck wurde die Auswirkung der Trocknungszeiten von fünf und dreißig Minuten überprüft. Bei allen getesteten Keimen konnte ein negativer Einfluss auf die Wiederfindungsrate durch die Eintrocknung festgestellt werden. Die verschiedenen Keime wurden zum Teil mehrmals auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknung getestet. Von *E. coli* ATCC 25922 konnten nach dreißig Minuten Eintrocknung keine Keime mehr wiedergewonnen werden. Fast ebenso empfindlich reagierten *E. coli* Wildstamm 1 und *E. coli* Wildstamm 2. Von *E. coli* Wildstamm 3 konnten nach dreißig Minuten noch 150 Kolonien wiedergewonnen werden. *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 hatte

nach dreißig Minuten Eintrocknung eine maximale Wiederfindungsrate von 26,8%. Die Tabelle 5 zeigt, dass die Ergebnisse der Wiederfindungsrate von *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 zwischen den verschiedenen Versuchsdurchläufen erheblich schwanken.

Serratia marcescens (Ringversuch) hatte nach dreißig Minuten eine maximale Wiederfindungsrate von 28,5%.

Staphylococcus aureus ATCC 25913 hatte nach dreißig Minuten eine maximale Wiederfindungsrate von 9,5%.

Von den Keime *Staphylococcus aureus* Wildstamm, *Candida albicans* ATCC 90028, *Streptococcus agalactiae* Wildstamm und *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 wuchsen bereits im Direktausstrich nur einzelne Kolonien.

Tabelle 3 Die maximalen Wiederfindungsraten der verschiedenen Keime in den Verdünnungsstufen 1×10^3 KE/ml und 1×10^4 KE/ml

| Keime | Direktausstrich 1×10^3 KE/ml | max. WFR nach 30 min. bei 1×10^3 KE/ml | Direktausstrich 1×10^4 KE/ml | max. WFR nach 30 min. bei 1×10^4 KE/ml |
|---|--|--|--|--|
| <i>E.coli</i> ATCC 25922 | 146 | 0 | n.z. | 0 |
| <i>E.coli</i> Wildstamm 1 | 47 | 0 | n.z. | 7 |
| <i>E.coli</i> Wildstamm 2 | 66 | 1 | n.z. | 2 |
| <i>E.coli</i> Wildstamm 3 | 66 | 6 | n.z. | 150 |
| <i>Pseudomonas</i> <i>aeruginosa</i> ATCC 27853 | 200 | 9 | 1000 | 268 |
| <i>Staph. aureus</i> ATCC 25913 | 36 | 4 | 19 | 200 |
| <i>Staph. aureus</i> Wildstamm | 7 | 5 | 62 | 32 |
| <i>Serratia</i> <i>marcescens</i> Ringversuch | 100 | 55 | 700 | 200 |
| <i>Candida albicans</i> ATCC 90028 | 7 | 5 | 69 | 24 |
| <i>Strep. agalactiae</i> Wildstamm | 3 | 2 | 31 | 6 |
| <i>Enterococcus</i> <i>faecalis</i> ATCC 29212 | 13 | 2 | 55 | 4 |

n.z.= nicht auszählbar

Tabelle 4 Vergleich der Wiederfindungsraten verschiedener *E.coli* Spezies nach fünf und nach dreißig Minuten

| <i>E.coli</i> Spezies | Direktausstrich | WFR nach 5 Minuten | WFR nach 30 Minuten |
|------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|
| <i>E.coli</i> ATCC 25922 | n.z | n.z | 0 |
| <i>E.coli</i> Wildstamm 1 | n.z | n.z | 7 |
| <i>E.coli</i> Wildstamm 2 | n.z | 125 | 2 |
| <i>E.coli</i> Wildstamm 3 | n.z | 150 | 150 |

n.z.= nicht auszählbar

Tabelle 5 Vergleich verschiedener Versuchsdurchläufe von *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 zur Festlegung der Wiederfindungsraten nach fünf und nach dreißig Minuten

| Versuchsdurchläufe | Direktausstrich | WFR nach 5 Minuten | WFR nach 30 Minuten |
|---------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1 | 1000 | 285 | 268 |
| 2 | 500 | 200 | 0 |
| 3 | n.z | n.z | 0 |

n.z.= nicht auszählbar

Tabelle 6 Vergleich des Direktausstriches mit den Wiederfindungsraten von verschiedenen Keimen nach Eintrocknung in der 1×10^4 KE/ml Suspension

| Keime | Direkt | 5 Minuten | 30 Minuten |
|--|--------|-----------|------------|
| <i>E.coli</i> ATCC 25922 | n.z. | n.z. | 0 |
| <i>E.coli</i> Wildstamm 1 | n.z. | n.z. | 7 |
| <i>E.coli</i> Wildstamm 2 | n.z. | 125 | 2 |
| <i>E.coli</i> Wildstamm 3 | n.z. | 255 | 150 |
| <i>E.coli</i> Wildstamm 3 in Glucose-Bouillon | n.z. | 250 | 182 |
| <i>E.coli</i> Wildstamm 3 in Glucose-Bouillon | n.z. | 400 | 300 |
| <i>Ps. aeruginosa</i> ATCC 27853 | 1000 | 285 | 268 |
| <i>Ps. aeruginosa</i> ATCC 27853 | 493 | 194 | 0 |
| <i>Ps. aeruginosa</i> ATCC 27853 in Glucose-Bouillon | 511 | 307 | 298 |
| <i>Staph. aureus</i> ATCC 25913 | 200 | 29 | 19 |
| <i>Staph. aureus</i> ATCC 25913 | 200 | 39 | 8 |
| <i>Staph. aureus</i> Wildstamm | 13 | 12 | 7 |
| <i>Staph. aureus</i> Wildstamm | 62 | 35 | 32 |
| <i>Staph. aureus</i> Wildstamm in Glucose- Bouillon | 15 | 10 | 6 |
| <i>Staph. aureus</i> Wildstamm in Glucose- Bouillon | 72 | 55 | 41 |
| <i>Serratia marcescens</i> Ringversuch | 700 | 200 | 200 |
| <i>Serratia marcescens</i> Ringversuch in Glucose-Bouillon | 400 | 250 | 100 |
| <i>Serratia marcescens</i> Ringversuch in Glucose-Bouillon | 947 | 300 | 300 |
| <i>Candida albicans</i> ATCC 90028 | 6 | 6 | 3 |
| <i>Candida albicans</i> ATCC 90028 | 69 | 37 | 24 |
| <i>Candida albicans</i> ATCC 90028 in Glucose-Bouillon | 8 | 14 | 3 |
| <i>Strep. agalactiae</i> Wildstamm in Glucose-Bouillon | 31 | 1 | 6 |
| <i>Strep. agalactiae</i> Wildstamm in Glucose-Bouillon | 0 | 0 | 0 |
| <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 | 55 | 14 | 4 |

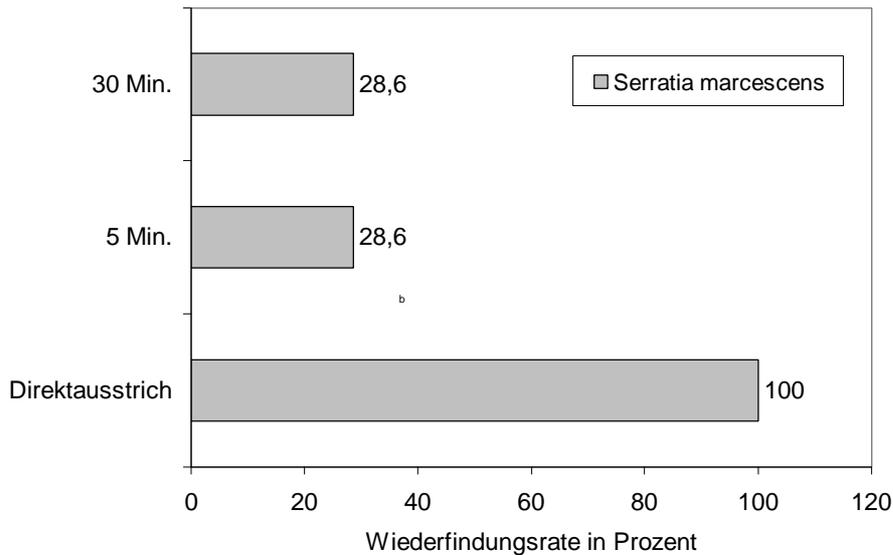


Abbildung 2 Wiederfindungsrate von *Serratia marcescens* nach fünf und nach dreißig Minuten

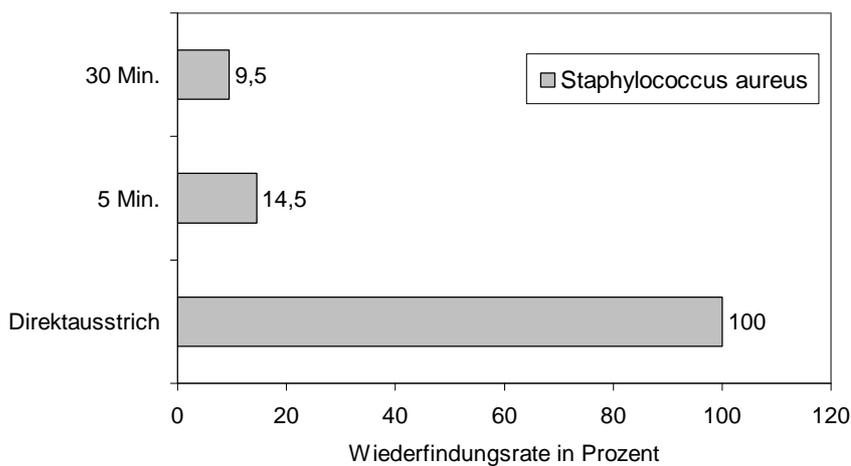


Abbildung 3 Wiederfindungsrate von *Staphylococcus aureus* nach fünf und nach dreißig Minuten

4.2.2 Einfluss des Lösungsmediums auf die Wiederfindungsraten

Der Vergleich der Wiederfindungsraten der Keime im Lösungsmedium PBS mit Glucosebouillon zeigt, dass sowohl *Serratia marcescens* als auch *Escherichia coli* und *Pseudomonas aeruginosa* in Glucose-Bouillon höhere Wiederfindungsraten erzielten (siehe Abbildung 4, 5 und 7). Dagegen waren die Wiederfindungsraten von *Staphylococcus aureus* nach einer Eintrocknungszeit von fünf und dreißig Minuten bei den in PBS gelösten Keime geringfügig höher (siehe Abbildung 6).

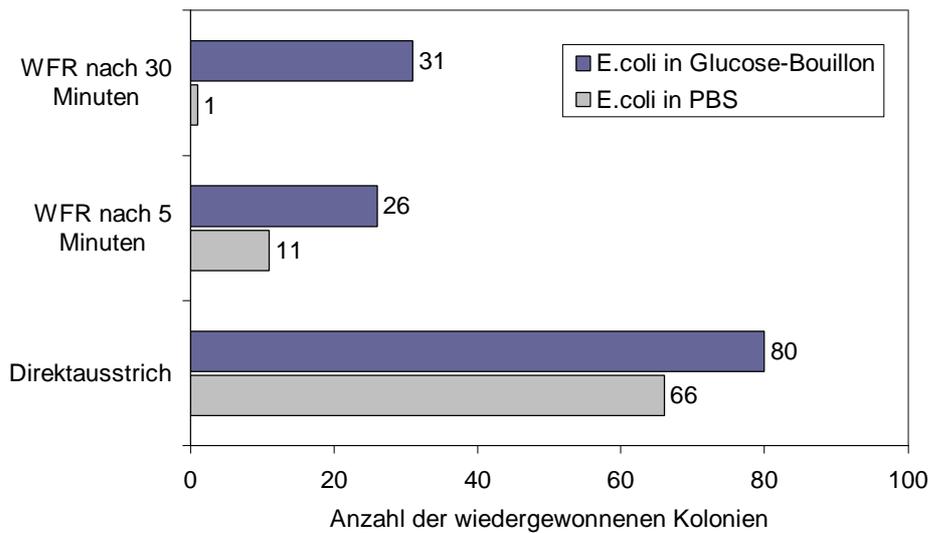


Abbildung 4 Einfluss des Lösungsmediums auf die Wiederfindungsrate von *E.coli*

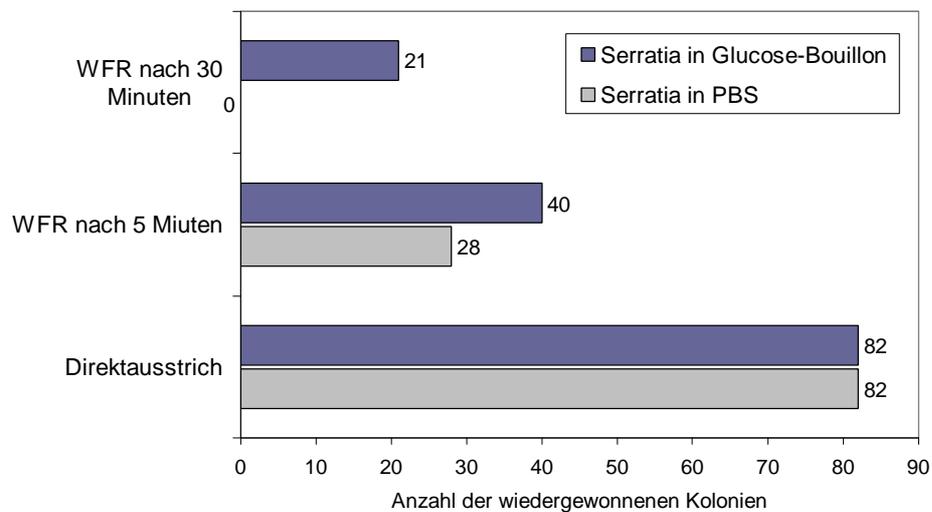


Abbildung 5 Einfluss des Lösungsmediums auf die Wiederfindungsrate von *Serratia marcescens*

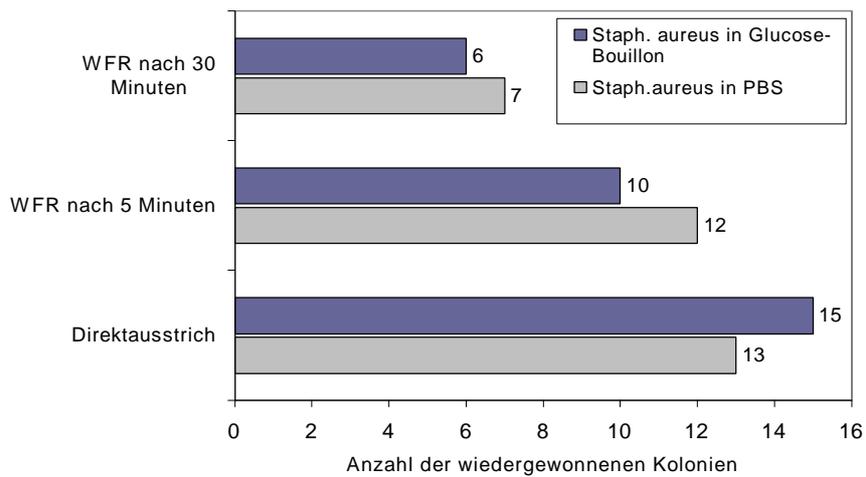


Abbildung 6 Einfluss des Lösungsmediums auf die Wiederfindungsrate von *Staphylococcus aureus*

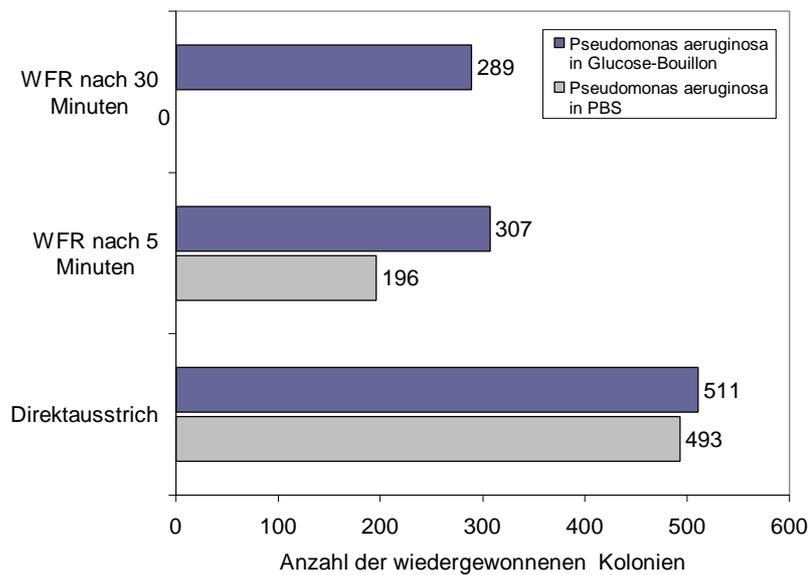


Abbildung 7 Einfluss des Lösungsmediums auf die Wiederfindungsrate von *Pseudomonas aeruginosa*

4.3 Vergleich der Verdünnungsstufen

In dem Vorversuch zur Ermittlung der geeigneten Verfahren zur Oberflächenkeimzahlbestimmung wurde *Escherichia coli* in den Verdünnungsstufen 1×10^2 bis 1×10^5 KE/ml eingesetzt.

Für den Hauptversuch sollte die Verdünnungsstufe bestimmt werden, bei der die meisten Keime als Einzelkolonien wachsen.

Da bei dem Vorversuch zur Verfahrensermittlung *E.coli* in der 1×10^5 KE/ml Verdünnung bei allen Verfahren als Rasen wuchs, wurden in anschließenden Versuchen nur die Wiederfindungsraten in den Verdünnungsstufen 1×10^3 und 1×10^4 KE/ml Verdünnungen getestet.

In der Tabelle 3 sind die Wiederfindungsraten der einzelnen Keime in der 1×10^3 KE/ml und 1×10^4 KE/ml Suspension zusammengestellt. Die verschiedenen *E. coli* Wildstämme und *E.coli* ATCC 25922 wuchsen in der 1×10^4 KE/ml-Verdünnung als Rasen. Ansonsten konnten die einzelnen Kolonien der Keime in der 1×10^4 KE/ml-Verdünnung noch bestimmt werden.

Tabelle 7 Die maximalen Wiederfindungsraten der einzelnen Keime in der 1×10^4 KE/ml-Verdünnung

| Keime | Direktausstrich 1×10^4 KE/ml | max. WFR nach 5 min. bei 1×10^4 KE/ml | max. WFR nach 30 min. bei 1×10^4 KE/ml |
|--|--|---|--|
| <i>E.coli</i> ATCC 25922 | n.z. | n.z. | 0 |
| <i>E.coli</i> Wildstamm 1 | n.z. | n.z. | 7 |
| <i>E.coli</i> Wildstamm 2 | n.z. | 125 | 2 |
| <i>E.coli</i> Wildstamm 3 | n.z. | 255 | 150 |
| <i>Ps.aeruginosa</i> ATCC 27853 | 1000 | 285 | 268 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25913 | 19 | 29 | 200 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> Wildstamm | 62 | 35 | 32 |
| <i>Serratia marcescens</i> Wildstamm | 700 | 200 | 200 |
| <i>Candida albicans</i> ATCC 90028 | 69 | 37 | 24 |
| <i>Strep.agalactiae</i> Wildstamm | 31 | 1 | 6 |
| <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 | 55 | 14 | 4 |

n.z.= nicht auszählbar

4.4 Ergebnisse der Überprüfung von Baumaterialien auf ihre Reinigungs- und Desinfektionsfähigkeit

4.4.1 Wiederfindungsraten von *Serratia marcescens* des Nasstupfverfahrens und des DSAP-Verfahrens auf den verschiedenen Baumaterialoberflächen

Tabelle 8 Rückgewinnungsrate von *Serratia marcescens* Keimen mit dem Nasstupfverfahren und dem DSAP-Verfahren auf den verschiedenen Baumaterialien

| | Relatex | Bodenfliese | Wandfliese | Spanplatte | Trespa | Betonplan | Alublech | Kunststoffplatte | Plexiglas | Kunstfelsen | Glas | Kantenstein mit Prolapit | Kantenstein ohne Prolapit |
|-----------------------------|---------|-------------|------------|------------|---------|-----------|----------|------------------|-----------|-------------|------|--------------------------|---------------------------|
| Nasstupfverfahren | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Wert | 2668 | 1752 | 2000 | 304 | 1760 | 2032 | 1456 | 1776 | 1128 | 688 | 448 | 1600 | 100 |
| 2. Wert | 1836 | 1720 | 2056 | 672 | 1600 | 2160 | 1520 | 1200 | 576 | 480 | 2000 | 1760 | 102 |
| 3. Wert | 1680 | 1144 | 1440 | 51 | 1600 | 1848 | 1440 | 896 | 808 | 464 | 1320 | 1488 | 8 |
| Arithmetisches Mittel | 2061,33 | 1538,67 | 1832 | 342,33 | 1653,33 | 2013,33 | 1472 | 1290,67 | 837,33 | 544 | 1256 | 1616 | 70 |
| Nullkontrolle | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Direct Surface Agar Plating | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Wert | 1840 | 1600 | 2000 | 536 | 2000 | 1200 | 1280 | 2000 | 480 | 1536 | 1600 | 1000 | 107 |
| 2. Wert | 1600 | 1800 | 2000 | 560 | 1760 | 1200 | 720 | 896 | 1040 | 1600 | 1600 | 2000 | 134 |
| 3. Wert | 1600 | 2000 | 1528 | n.z. | 1800 | 1600 | 1200 | 2000 | 960 | 960 | 1000 | 2000 | 800 |
| Arithmetisches Mittel | 1680 | 1800 | 1842,67 | 548 | 1853,33 | 1333,33 | 1066,67 | 1632 | 826,67 | 1365,33 | 1400 | 1666,67 | 347 |
| Nullkontrolle | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Positivkontrolle | 2157 *) | | | | | | | | | | | | |

*) von einer 10^4 KE/ml wurden nur 200 µl auf die Materialien gegeben, daher sind 2000 Kolonien gleich 100 %

4.4.1.1 Vergleich der Verfahren

Das DSAP-Verfahren und das Nasstupfverfahren erzielten bei dem jeweiligen Baumaterial ähnliche Wiederfindungsraten. Wie in der Tabelle 8 ersichtlich, konnte das Nasstupfverfahren auf Relatex mit durchschnittlich 2061 Kolonien die meisten Keime wiederfinden.

Bei neun Baumaterialien lag das arithmetische Mittel der drei Wiederfindungsraten des DSAP-Verfahrens höher als bei dem Nasstupfverfahren. Das Nasstupfverfahren erzielte

auf vier Baumaterialien (Relatex, Betoplan, Aluminiumblech und Plexiglas) ein höheres arithmetisches Mittel als das DSAP-Verfahren.

Im Vergleich der maximalen Wiederfindungsrate, in Tabelle 9 zusammengefasst, erzielte das Nasstupferverfahren bei 7 Baumaterialien die höchste Wiederfindungsrate. Das DSAP-Verfahren erzielte bei 6 Baumaterialien die höchste Wiederfindungsrate.

Das Nasstupferverfahren erzielte auf 7 Baumaterialoberflächen die niedrigste Wiederfindungsrate, das DSAP-Verfahren erzielte bei 5 Materialien die niedrigste Rate. Bei der Kunststoffplatte war der kleinste Wert der Dreifachbestimmung bei beiden Verfahren mit 41,54 % gleich.

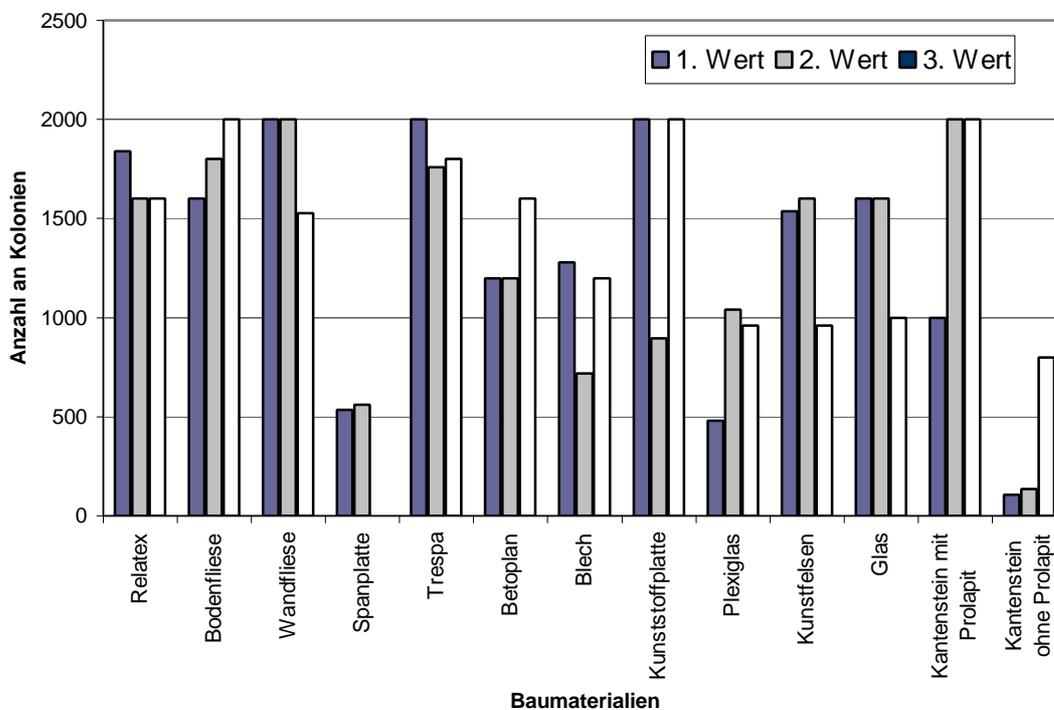


Abbildung 8 Rückgewinnungsraten von *Serratia marcescens* Keimen in den drei Bestimmungen des DSAP-Verfahrens

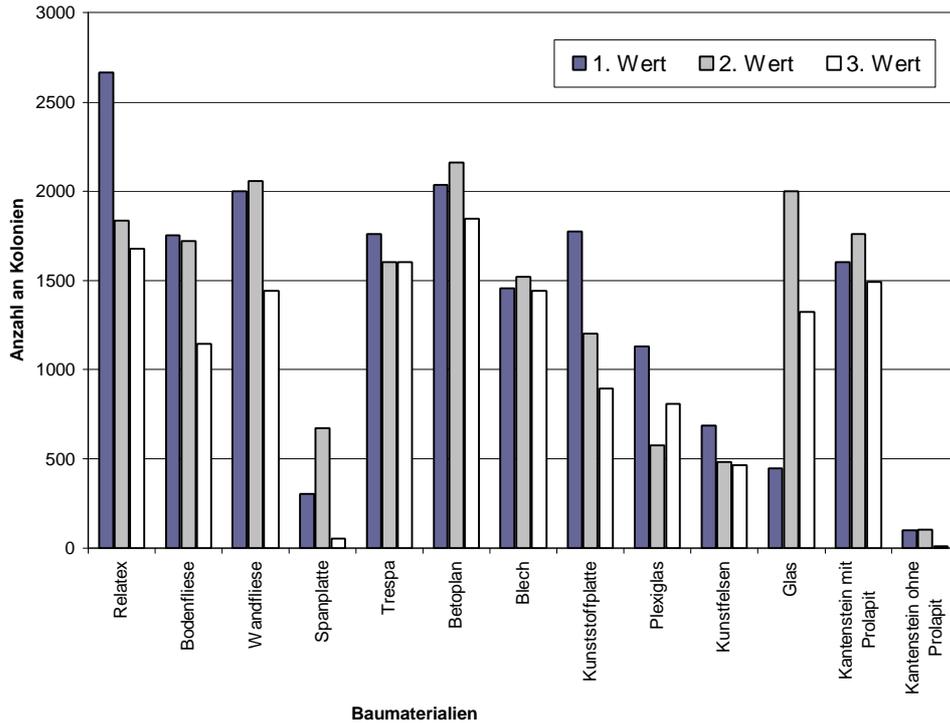


Abbildung 9 Rückgewinnungsraten von *Serratia marcescens* Keimen in den drei Bestimmungen des Nasstupfverfahrens

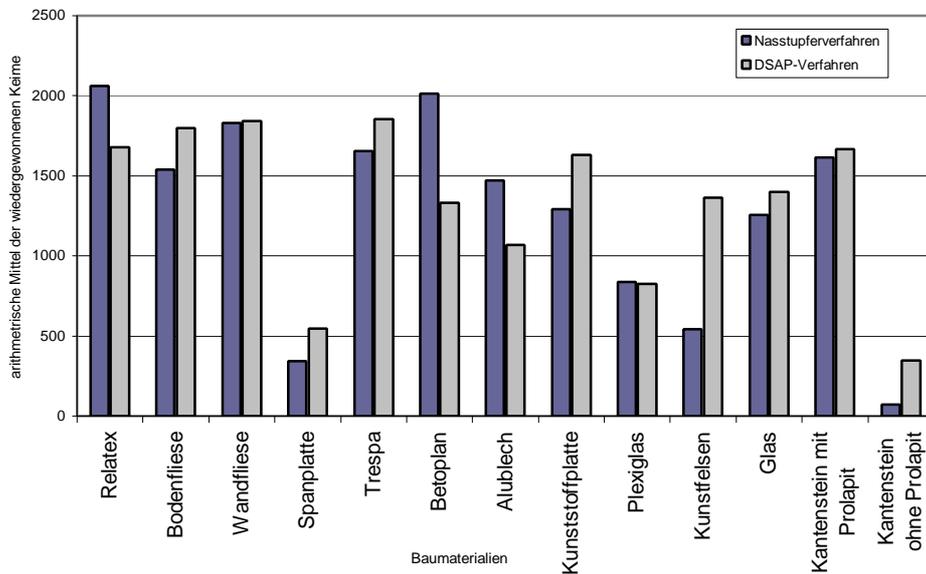


Abbildung 10 Vergleich der arithmetischen Mittel der Wiederfindungsraten des Nasstupfverfahrens und des DSAP-Verfahrens auf den verschiedenen Baumaterialien

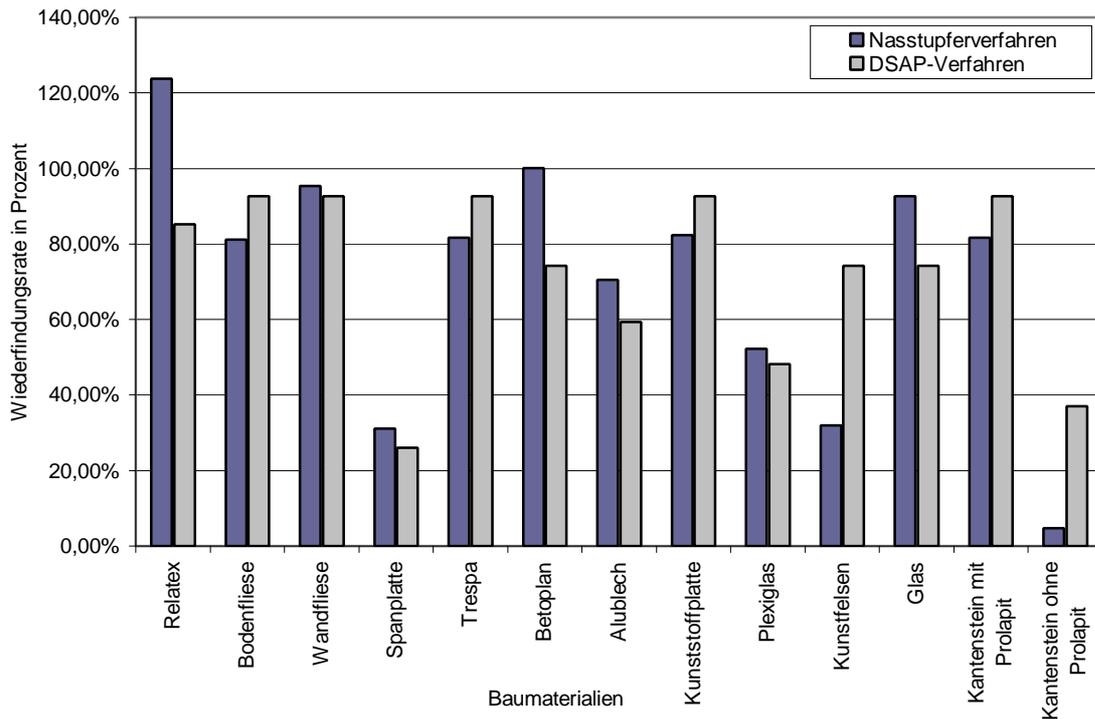


Abbildung 11 Vergleich der maximalen Wiederfindungsraten des Nasstupfverfahrens und des DSAP-Verfahrens

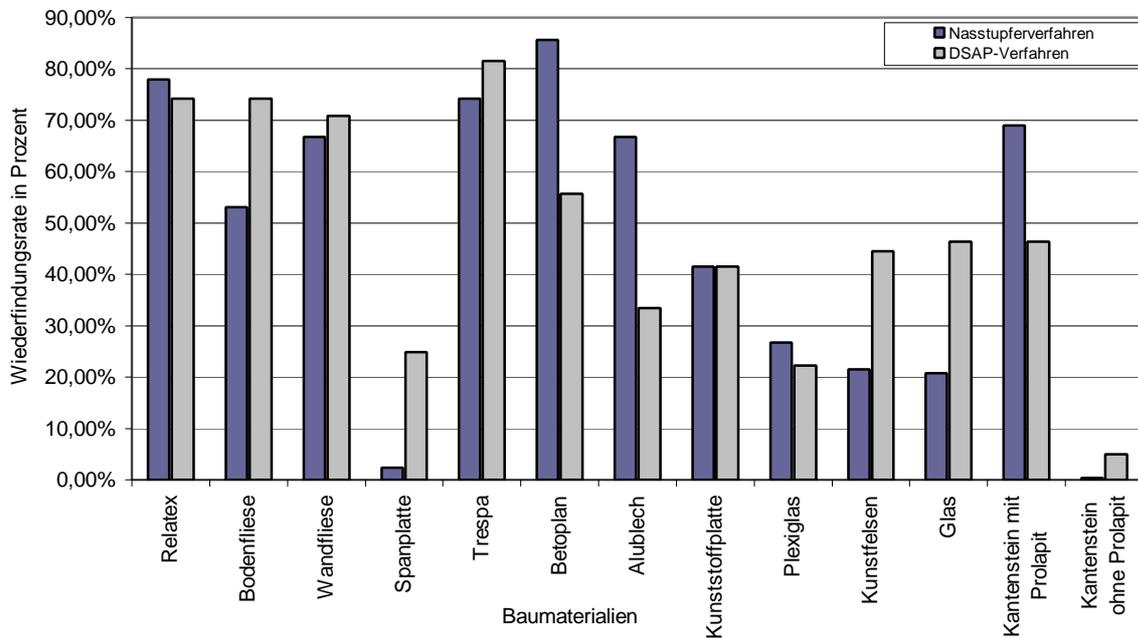


Abbildung 12 Vergleich der minimalen Wiederfindungsrate des Nasstupfverfahrens und des DSAP-Verfahrens

4.4.1.2 Vergleich der Baumaterialien

Im Vergleich der Wiederfindungsraten der Verfahren auf den verschiedenen Baumaterialien konnte festgestellt werden, dass diese erheblich variieren. Materialien mit glatten versiegelten Oberflächen, wie Wandfliese, Trespa[®], Betoplan[®], Aluminiumblech, Kunststoffplatte, Plexiglas und Glas, hatten durchschnittlich hohe Wiederfindungsraten. Von diesen Materialien erzielte Plexiglas das schlechteste Ergebnis. Die maximale Wiederfindungsrate betrug hier 52,29% von der Positivkontrolle und wurde vom Nasstupferverfahren erzielt. Ansonsten lagen die Wiederfindungsraten bei diesen Baumaterialien zwischen 100% und 59% der Positivkontrolle (siehe Tabelle 9).

Spanplatte und Betonkantenstein ohne Prolapit[®] haben eine poröse Oberflächen. Die Bakteriensuspension konnte nach dem Auftragen in das Material einziehen. Die Wiederfindungsraten beider Verfahren waren auf diesen Oberflächen niedrig. Auf der Spanplattenoberfläche konnten Wiederfindungsraten zwischen 31,15% und 2,36% erzielt werden. Bei dem Betonkantenstein ohne Prolapit[®] lagen die Wiederfindungsraten zwischen 37,09% und 0,37%. Dagegen erzielten die Verfahren auf Betonkantenstein mit Prolapit[®] Wiederfindungsraten zwischen 92,72% und 46,36%.

Bodenfliese, Relatex[®] und Kunstfelsen haben unebene und versiegelte Oberflächen.

Auf Relatex[®] konnten die Verfahren hohe Wiederfindungsraten erzielen. Sie lagen zwischen 123,69% und 74,18%.

Auf der Bodenfliesenoberfläche hatten die Verfahren Wiederfindungsraten zwischen 92,72% und 53,04%.

Beim Kunstfelsen variieren die Wiederfindungsraten zwischen den Verfahren.

Das DSAP-Verfahren erzielte relativ hohe Raten von 74,18% als größten Wert der Bestimmung und 44,51% als kleinsten Wert der Bestimmung.

Dagegen hatte das Nasstupferverfahren einen X_{\max} -Wert von 31,9% und einen X_{\min} -Wert von 21,51 (siehe Tabelle 9)

Tabelle 9 Maximale und minimale Wiederfindungsraten von *Serratia marcescens* des Nasstupfverfahrens und des DSAP-Verfahrens auf den verschiedenen Baumaterialien

| | Relatex | Bodenfliese | Wandfliese | Spanplatte | Trespa Athlon | Betoplan | Alublech | Kunststoffplatte | Plexiglas | Kunstfelsen | Glas | Kantenstein mit Prolapit | Kantenstein ohne Prolapit |
|-------------------|----------|-------------|------------|------------|---------------|----------|----------|------------------|-----------|-------------|---------|--------------------------|---------------------------|
| Nasstupfverfahren | | | | | | | | | | | | | |
| X _{max} | 123,69 % | 81,22 % | 95,32 % | 31,15 % | 81,59 % | 100,14 % | 70,47 % | 82,34 % | 52,29 % | 31,9 % | 92,72 % | 81,59 % | 4,73 % |
| X _{min} | 77,89 % | 53,04 % | 66,76 % | 2,36 % | 74,18 % | 85,67 % | 66,76 % | 41,54 % | 26,7 % | 21,51 % | 20,77 % | 68,98 % | 0,37 % |
| Nullkontrolle | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DSAP-Verfahren | | | | | | | | | | | | | |
| X _{max} | 85,3 % | 92,72 % | 92,72 % | 25,96 % | 92,72 % | 74,18 % | 59,34 % | 92,72 % | 48,22 % | 74,18 % | 74,18 % | 92,72 % | 37,09 % |
| X _{min} | 74,18 % | 74,18 % | 70,84 % | 24,85 % | 81,59 % | 55,63 % | 33,38 % | 41,54 % | 22,25 % | 44,51 % | 46,36 % | 46,36 % | 4,96 % |
| Nullkontrolle | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Positivkontrolle | 2157 *) | | | | | | | | | | | | |

*) von einer 10⁸ KE/ml wurden nur 200 µl auf die Materialien gegeben, daher sind 2000 Kolonien gleich 100 %

Tabelle 10 Einteilung der Baumaterialien in Gruppen nach Anzahl der wiedergewonnenen Keime

| Gruppen | Baumaterialien |
|--------------------|---|
| über 1500 Kolonien | Relatex [®] , Bodenfliese, Wandfliese, Betoplan [®] , Trespa Athlon [®] , Betonkantenstein mit Prolapit [®] |
| 500-1500 Kolonien | Aluminiumblech, Kunststoffplatte, Plexiglas, Glas, Kunstfelsen |
| 0-500 Kolonien | Spanplatte, Betonkantenstein ohne Prolapit [®] |

4.4.2 Ergebnisse der Reinigung mit Wasser ohne Reinigungsmittel

Durch die einfache Wasserreinigung konnte die Keimzahl erheblich dezimiert werden (siehe Tabelle 8). Die meisten Kolonien wurden vom Kunstfelsen kultiviert und mit dem DSAP-Verfahren abgenommen. Nach der Reinigung konnten zwischen 0 und 51 Kolonien auf den Agarplatten angezüchtet werden (siehe Tabelle 11).

Tabelle 11 Anzahl der Kolonien, die nach einer Wasserreinigung von den Oberflächen der Baumaterialien mit dem DSAP-Verfahren und dem Nasstupfverfahren wiedergewonnen wurden

| | Relatex | Boden- fliese | Wand- fliese | Span- platte | Trespa | Beto- plan | Alu- blech | Kunst- stoff- platte | Plexi- -glas | Kunst- felsen | Glas | Kanten- stein mit Prolapit | Kanten- stein ohne Prolapit |
|--------------------------|---------|------------------|-----------------|-----------------|--------|---------------|---------------|----------------------------|-----------------|------------------|------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Nasstupfer- verfahren | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Wert | 11 | 14 | 1 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 1 | 7 | 0 |
| 2. Wert | 4 | 2 | 23 | 0 | 5 | 1 | 2 | 1 | 7 | 0 | 0 | 9 | 2 |
| 3. Wert | 3 | 5 | 2 | 1 | 4 | 2 | 0 | 5 | 8 | 2 | 0 | 6 | 2 |
| Arithmetisches Mittel | 6 | 7 | 8,67 | 1,33 | 3,67 | 1 | 0,67 | 2 | 7,66 | 0,67 | 0,33 | 7,33 | 1,33 |
| Nullkontrolle | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DSAP- Verfahren | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Wert | 10 | 36 | 0 | 7 | 0 | 6 | 0 | 5 | 7 | 51 | 8 | 17 | 14 |
| 2. Wert | 8 | 6 | 5 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 11 | 0 | 10 | 2 |
| 3. Wert | 7 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 18 | 10 | 2 | 3 | 0 |
| Arithmetisches Mittel | 8,33 | 14,33 | 1,67 | 4,33 | 0 | 2,3 | 0 | 2,33 | 9 | 24 | 3,33 | 10 | 5,33 |
| Nullkontrolle | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Positivkontrolle | 2072 *) | | | | | | | | | | | | |

*) von einer 10^4 KE/ml wurden nur 200 µl auf die Materialien gegeben, daher sind 2000 Kolonien gleich 100 %

4.4.3 Ergebnisse der Wasserreinigung mit Reinigungsmittel

Durch die mechanische Reinigung mit einem Schwamm und mit Reinigungsmittel konnten die *Serratia marcescens* Bakterien fast vollständig entfernt werden (Ergebnisse sind in der Tabelle 12 zusammengefasst). Von den Oberflächen der Materialien Plexiglas, Kunststoffplatte, Betoplan®, Trespa Athlon® und Bodenfliese konnten keine Bakterien mehr kultiviert werden. Von den Oberflächen von Glas, Blech, Wandfliese, Relatex® und Kantenstein mit Prolapit® konnten vereinzelt 1-4 Kolonien kultiviert werden. Von den Oberflächen der Span-

platte, dem Kunstfelsen und dem Kantenstein ohne Prolapit® konnten verhältnismäßig viele Bakterien mit dem DSAP-Verfahren abgenommen werden. Mit dem Nasstupferverfahren wurden nur einzelne Kolonien wiedergefunden (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12 Anzahl der Kolonien, die nach einer Reinigung mit Ideal®-Reiniger von den Oberflächen der Baumaterialien mit dem Nasstupferverfahren und dem DSAP-Verfahren wiedergewonnen wurden

| | Relatex | Boden- fliese | Wand- fliese | Span- platte | Trespa | Beto- plan | Alu- blech | Kunst- stoff- platte | Plexi- glas | Kunst- felsen | Glas | Kanten- stein mit Prolapit | Kanten- stein ohne Prolapit |
|--------------------------|---------|------------------|-----------------|-----------------|--------|---------------|---------------|----------------------------|----------------|------------------|------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Nasstupfer- verfahren | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Wert | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 2. Wert | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3. Wert | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Arithmetisches Mittel | 1,33 | 0 | 0 | 0,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,33 | 0,67 |
| Nullkontrolle | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DSAP- Verfahren | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Wert | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 18 |
| 2. Wert | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 9 |
| 3. Wert | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 60 | 0 | 4 | 13 |
| Arithmetisches Mittel | 0 | 0 | 0,33 | 15,67 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 20,67 | 0 | 2,33 | 13 |
| Nullkontrolle | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Positivkontrolle | 1760 *) | | | | | | | | | | | | |

*) von einer 10⁴ KE/ml wurden nur 200 µl auf die Materialien gegeben, daher sind 2000 Kolonien gleich 100 %

4.4.4 Ergebnisse der Desinfektion

Nach der Desinfektion mit 2%iger Lysovet®-Lösung wurden die *Serratia marcescens* Bakterien fast vollständig abgetötet. Von den Oberflächen der Materialien: Bodenfliese, Spanplatte, Betoplan®, Aluminiumblech, Kunststoffplatte, Plexiglas, Kunstfelsen, Glas, Betonkantenstein mit Prolapit® und Betonkantenstein ohne Prolapit® konnten keine Bakterien kultiviert werden. Eine Einzelbestimmung des Nasstupferverfahrens auf Relatex wies drei Kolonien nach.

Von der Wandfliese konnte in einer Einzelbestimmung eine Kolonie mit dem DSAP-Verfahren wiedergewonnen werden und auf der Trespa Athlon®-Oberfläche wurde in einer Einzelbestimmung eine Kolonie mit dem Nasstupferverfahren nachgewiesen.

Tabelle 13 Anzahl der Kolonien, die nach einer Desinfektion mit Lysovet® von den Oberflächen der Baumaterialien mit dem Nasstupferverfahren und dem DSAP-Verfahren wiedergewonnen wurden

| | Relatex | Boden- fliese | Wand- fliese | Span- platte | Trespa | Beto- plan | Alu- bleich | Kunst- stoff- platte | Plexi- glas | Kunst- felsen | Glas | Kanten- stein mit Prolapit | Kanten- stein ohne Prolapit |
|--------------------------|---------|------------------|-----------------|-----------------|--------|---------------|----------------|----------------------------|----------------|------------------|------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Nasstupfer- verfahren | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Wert | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2. Wert | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3. Wert | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Arithmetisches Mittel | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nullkontrolle | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DSAP- Verfahren | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Wert | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2. Wert | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3. Wert | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Arithmetisches Mittel | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nullkontrolle | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Positivkontroll e | 2120 *) | | | | | | | | | | | | |

*) von einer 10^4 KE/ml wurden nur 200 µl auf die Materialien gegeben, daher sind 2000 Kolonien gleich 100 %