

Richtiger Umgang mit Dip-Slides

Wachstumsverlaufskontrolle von Mikroorganismen in wassergemischten KSS

Ausgabe 09/2014

FB HM-056

Diese DGUV-Information dient als Handlungshilfe für Kühlschmierstoff (KSS)-Anwender und -Hersteller. Sie gibt Empfehlungen zum richtigen Umgang mit Dip-Slides zur Wachstumsverlaufskontrolle von Mikroorganismen in wassergemischten KSS. Aufgezeigt werden die Möglichkeiten und Grenzen des Verfahrens.



Bild 1: Dip-Slides (rechts vor dem Einsatz unbewachsen, links nach dem Einsatz mit Kolonien bewachsen)

1 Allgemeine Informationen zu Dip-Slides

Der Begriff „Dip-Slide“ setzt sich aus den Worten „eintauchen“ (engl. dip) und „Trägerplatte“ (engl. slide) zusammen. Es handelt sich also übersetzt um einen „Eintauchprobenträger“.

Dip-Slides wurden ursprünglich für die medizinische Diagnostik entwickelt zum Nachweis von Harnwegsinfektionen, d. h. dem Nachweis von Bakterien im Urin. Mittlerweile finden sie eine breite Anwendung in technischen Bereichen und der Industrie, so z. B. auch zur Bestimmung der Gesamtkoloniezahl (GKZ) von Mikroorganismen im Befeuchterwasser von raumluftechnischen Anlagen oder in anderen kreislaufgeführten wässrigen Systemen.

In der Regel sind Dip-Slides mit zwei verschiedenen Nährböden ausgestattet. Auf einer Seite der Trägerplatte befindet sich meist ein Nährboden für Bakterien, auf der anderen Seite ein Nährboden für Schimmelpilze und Hefen (bei Hefen handelt es sich ebenfalls um Pilze). Die beiden Nährmedien sind meist auch farblich zu unterscheiden. Die Trägerplatte mit den Nährböden befindet sich zum Schutz und zur Aufbewahrung in einem durchsichtigen Kunststoffbehälter (s. Bild 1).

Dip-Slides können ergänzend zur technischen Kontrolle als Hilfsmittel für die Verlaufskontrolle eines mikrobiellen Wachstums eingesetzt werden. Eine Verpflichtung zur Überprüfung der Gesamtkoloniezahl in wassergemischten KSS besteht jedoch nicht.

Inhaltsverzeichnis

- 1 Allgemeine Informationen zu Dip-Slides
- 2 Produktauswahl
- 3 Durchführung der Beprobung und Kultivierung
- 4 Auswertung
- 5 Bewertung der Ergebnisse
- 6 Entsorgung
- 7 Gefährdungsbeurteilung nach Biostoffverordnung
- 8 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

2 Produktauswahl

Werden Dip-Slides im Betrieb eingesetzt, ist es wichtig darauf zu achten, dass nur solche zur Bestimmung der GKZ verwendet werden. Der Einsatz von Dip-Slides mit Nährmedien zur Bestimmung der GKZ ist nicht auf die Anzucht bestimmter Mikroorganismen ausgerichtet sondern dient ausschließlich der mikrobiologischen Wachstumsverlaufskontrolle in wassergemischten KSS.

In diesem Sinne geeignete Nährmedien sind z. B.:

- CASO-Agar
- TSA-Agar
- Plate-Count-Agar
- Nähragar
- Total Bacterial Count Agar

Die Hersteller von Dip-Slides verwenden produktspezifisch verschiedene Nährböden zur Bestimmung der GKZ. Aus diesem Grund können auch die jeweils ermittelten GKZen auf Dip-Slides unterschiedlicher Hersteller mehr oder minder stark voneinander abweichen. Daher ist es wichtig bei dem einmal gewählten Dip-Slide-Fabrikat zu bleiben und nicht zwischen verschiedenen Produkten zu wechseln.

Ebenso ist auf den Auswertebereich des Dip-Slide zu achten: Die Herstellerangaben zum unteren Auswertebereich der GKZ liegen je nach Produkt im Bereich von 10^2 bis 10^3 KBE/ml, die zum oberen bei 10^6 bis 10^7 KBE/ml.

Beispiel:

Aufgrund innerbetrieblicher Festlegungen soll eine Zentralanlage auf eine GKZ von max. 10^3 KBE/ml Bakterien eingestellt werden. Hier können folglich nur Dip-Slides eingesetzt werden mit einem unteren Auswertebereich ab 10^2 KBE/ml.

Einige Produkte werden mit einem Zusatzstoff angeboten, der die Wirkung von eingesetzten Konservierungsmitteln / Bioziden abpuffern soll, einem sogenannten Enthemer. Damit soll erreicht werden, dass Mikroorganismen, deren Wachstum durch den Einsatz von Konservierungsmitteln / Bioziden im KSS unterdrückt ist, die ansonsten aber noch lebensfähig sind, zum Wachstum gebracht werden. Somit kann die GKZ bei Produkten mit Enthemmern höher ausfallen als bei Produkten ohne solche Zusatzstoffe.

Soll vorrangig der Erfolg einer eingeleiteten Konservierungsmaßnahme überprüft werden, ist der Einsatz eines Produktes mit Enthemer nicht zweckmäßig, da die Wirksamkeit der Konservierung überprüft werden soll.

Weiterhin ist darauf zu achten, dass Dip-Slides aufgrund des Nährmediums nur begrenzt haltbar sind, in der Regel ca. sechs Monate (Haltbarkeitsdatum s. Aufdruck Schraubdeckel), und kühl gelagert werden müssen, aber niemals eingefroren werden dürfen (Herstellerhinweise beachten).

Nach Ablauf des Verfalldatums dürfen Dip-Slides nicht mehr eingesetzt werden, da die Ergebnisse nicht mehr zuverlässig sind. Ebenso sollte keine Verwendung mehr erfolgen, wenn ein Dip-Slide schon einmal geöffnet wurde bzw. nicht mehr fest verschlossen ist oder der Nährboden ausgetrocknet zu sein scheint.

3 Durchführung der Beprobung und Kultivierung

Die Beprobungen sollten immer von der(n) gleichen Person(en) durchgeführt werden, um die Wiederholbarkeit sicher zu stellen. Hierfür geeignet ist z. B. der **KSS-Fachkundige**, der in die korrekte Handhabung der Dip-Slides entsprechend dieser Handlungshilfe eingewiesen wurde.

Solange der Dip-Slide fest verschlossen ist, ist die Keimfreiheit (Sterilität) des Nährbodens gewährleistet. Nach Öffnen des Dip-Slide muss die Beprobung deshalb so schnell wie möglich erfolgen und die Trägerplatte unverzüglich wieder in den Kunststoffbehälter eingesetzt und dieser verschlossen werden. Je länger der Nährboden der Umgebung offen ausgesetzt ist, desto größer ist die Gefahr, dass es zu Verunreinigungen, z. B. durch Mikroorganismen aus der Luft, kommt.

Der Dip-Slide wird für einige Sekunden in den KSS eingetaucht; überschüssige Flüssigkeit anschließend kurz ablaufen lassen. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass der Nährboden unter keinen Umständen berührt oder in sonstiger Weise verunreinigt wird. Ebenso ist eine direkte Probenahme aus dem Bearbeitungsstrahl zu vermeiden, da hierdurch der Nährboden beschädigt werden kann. Bevorzugt sollte eine Beprobung direkt in der Maschine/ Anlage erfolgen. Eventuell aufschwimmendes Fremdöl darf nicht auf den Dip-Slide gelangen. Der beaufschlagte Dip-Slide wird anschließend wieder in dem dazugehörigen Kunststoffbehälter verschlossen.

Wenn aufgrund betrieblicher Erfahrungen eine Koloniezahl größer 10^6 KBE/ml zu erwarten ist, ist es möglich durch eine Verdünnung (1:10, 1:100) der KSS-Probe in den ablesbaren Auswertebereich zu kommen.

Die Bebrütung sollte umgehend nach der Beprobung erfolgen. Ist dies einmal nicht möglich, müssen die beaufschlagten Dip-Slides kühl aufbewahrt werden (max. 24 Stunden z. B. im Kühlschrank oder einer Kühltasche mit Kühlakkus). Die Kultivierung kann extern in einem beauftragten Labor durchgeführt werden oder mittels eigens für diesen Zweck konzipierter kleiner **Brutschränke** (Mini-Inkubatoren); diese bieten Platz für 10 -12 Dip-Slides.

Die Kultivierung (Bebrütung) der Dip-Slides bei konstanten Temperaturen in einem Brutschrank ist grundlegende Voraussetzung um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten. Die Bebrütungstemperatur sollte für KSS-Proben **30°C** (regelmäßig überprüfen) betragen, da es sich primär um einen Nachweis von Umweltkeimen handelt und nicht um medizinisch relevante Organismen die i. d. R. höhere Kultivierungstemperaturen (z.B. 37° C) benötigen. Es muss in jedem Fall auch sichergestellt sein, dass die Temperatur des Brutschranks nicht durch den Standort (z. B. Sonneneinstrahlung, Heizung) beeinflusst wird.

Werden diese Vorgaben nicht eingehalten, sind die Ergebnisse nicht verwertbar und können zu Fehlinterpretationen im Hinblick auf nachfolgende Konservierungsmaßnahmen führen.

Es ist ratsam die Dip-Slides während der Bebrütungszeit täglich zu kontrollieren, da teilweise bereits schon nach 24 Stunden erste Kolonien auf den Nährböden sichtbar werden und andererseits Bakterienkolonien durch schnellwachsende Schimmelpilze überwuchert werden können.

4 Auswertung

Bei der Auswertung handelt es sich um eine Abschätzung der Koloniezahl durch visuelle Prüfung des Nährbodens. Sie erfolgt bei allen Dip-Slide Produkten anhand eines beigefügten bebilderten Auswerteschemas unterschiedlich stark besiedelter Nährböden. Hierbei handelt es sich oftmals um vereinfachte und idealisierte Darstellungen, die häufig von den Befunden in der Realität abweichen. Daher bedarf es auch einiger Erfahrung um die bewachsenen Nährböden der Dip-Slides richtig interpretieren zu können.

Abweichungen können entstehen durch:

- Ablesekontrolle durch wechselndes Personal (unterschiedliche Bewertung der Ergebnisse)
- Dip-Slides mit unterschiedlichen Nährböden (verschiedene Hersteller)
- Einflüsse beim Transport der Proben
- Abweichungen von der angegebenen erforderlichen Bebrütungstemperatur und/oder -zeit (z. B. Kultivierung auf der Fensterbank oder Heizung)
- Verunreinigung der Dip-Slides (des Nährbodens), z.B. durch Hautkontakt bei der Probenahme
- abgelaufenes Verfalldatum der Dip-Slides, u.a.

Vergleichende Untersuchungen mit klassischen Laborverfahren zeigen insbesondere bei hohen (über 10^5 KBE/ml) bzw. niedrigen (unter 10^3 KBE/ml) Gesamtkoloniezahlen durchaus Schwankungsbreiten in den Ergebnissen von bis zu zwei Zehnerpotenzen; d. h. ein Schätzwert mittels Dip-Slides Beprobung von 10^5 KBE/ml kann im Laborverfahren auch ein Ergebnis von 10^3 bzw. 10^7 KBE/ml bedeuten. Daher kommt der betriebsinternen Bewertung der Ergebnisse im Rahmen des KSS-Prüfplans eine große Bedeutung zu (s. Kap. 5).

Dip-Slides dürfen zur Auswertung nicht aufgeschraubt werden, um die Freisetzung von Mikroorganismen zu vermeiden.

4.1 Auswertung Bakterien

Bakterien sind Einzeller und vermehren sich durch fortgesetzte Zellteilung. Auf einem festen Nährmedium (Nährboden) werden die Zellen ab einer entsprechenden Anzahl als sogenannte **Kolonien** sichtbar. Diese Bakterienkolonien können auf farblosen Nährböden farbig erscheinen (z. B. rot) oder umgekehrt, sie wachsen hell auf bereits farbigen Nährböden zum besseren Erkennen.

Die GKZ von Bakterien kann in der Regel bereits nach 1 - 2 Tagen (24 - 48 Stunden) abgelesen werden, vorausgesetzt die vom Hersteller angegebenen Bebrütungstemperaturen sind eingehalten worden (Herstellerhinweise beachten!). Liegen im Umgang mit Dip-Slides noch wenige Erfahrungen vor oder handelt es sich um ein neues Produkt, sollte nicht nur eine tägliche Ablesekontrolle erfolgen, sondern die Bebrütungsdauer ggfs. auch 1 - 2 Tage verlängert werden um sicher zu gehen, dass alle Kolonien erfasst worden sind. Es muss auch damit gerechnet werden, dass Kolonien auftreten, die sich weder durch Größe oder Farbe deutlich vom Nährboden abheben und nur schwer zu erkennen sind, z. B. nur durch Betrachten des Dip-Slide im Gegenlicht.

Da Bakterien sich in der Regel als rundliche Kolonien gut auf dem Nährboden abgrenzen, ist eine visuelle Abschätzung der Koloniezahl im Allgemeinen gut möglich. **Die Ergebnisangabe für die GKZ von Bakterien erfolgt in KBE/ml.**

4.2 Auswertung Schimmelpilze / Hefen

Schimmelpilze sind mehrzellige Organismen mit einem „fadenförmigen“ Wachstum. Im Unterschied zu Bakterien vermehren sie sich nicht durch einfache Zweiteilung, sondern bilden durch fortgesetzte Zellteilung einen flächigen Zellkörper aus. Oftmals erscheinen die Kolonien aufgeraut oder wattebuschartig. Durch fortlaufende Verzweigungen kommt es zur Ausbildung eines Geflechts, d. h. aus einer Zelle kann ein einziger großer Schimmelpilzkörper (Myzel) entstehen.

Wenn gleich es sich bei **Hefen** ebenfalls um Pilze handelt, sind Hefekolonien für den Laien von Bakterienkolonien meist nicht unterscheidbar. Als Orientierung kann man davon ausgehen, dass es sich bei „bakterienartigen“ abgegrenzten Kolonien auf dem Nährboden für Schimmelpilze wahrscheinlich um Hefen handelt.

Die nachfolgende **Bestimmung der GKZ von Schimmelpilzen** erfolgt nicht wie bei der Auswertung der Bakterien durch Abschätzen der Koloniezahl, sondern nur anhand der Einschätzung, ob **kein**, ein **schwaches, mäßiges** oder **starkes Wachstum** vorliegt.

Darüber hinaus kann es auch zu einem unerwünschten Wachstum von Schimmelpilzen auf dem Nährboden für Bakterien kommen. Die Pilzgeflechte können dann den ganzen Probenträger überwachsen und die Bakterien verdecken. In diesen Fällen ist die Beprobung nicht mehr auswertbar.

5 Bewertung der Ergebnisse

Es gibt bislang keinen arbeitsmedizinisch-hygienisch oder technisch begründeten Kontrollwert für die mikrobiologische Besiedlung von KSS. Eine Interpretation von Untersuchungsergebnissen kann somit nur vergleichend zu den Angaben der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des KSS im Wartungsplan erfolgen. Dabei sind vor allem Veränderungen in der GKZ zu berücksichtigen.

Beispiel (1):

Wird mittels Dip-Slide-Auswertung ein Anstieg der GKZ festgestellt bei gleichzeitigem Absinken des pH-Wertes, Veränderung der Konzentration, vermehrter Schaumbildung, Farb-/ Geruchs- oder anderen Veränderungen des KSS, liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine über das normale/übliche Maß hinausgehende mikrobiologische Besiedlung vor.

Beispiel (2):

Die Effektivität einer eingeleiteten Konservierungsmaßnahme lässt sich anhand des Einsatzes von Dip-Slides durch das Absinken der GKZ gut überprüfen.

Während Bakterien und Hefen im KSS, d. h. in der „fließenden Welle“ zu finden sind, wachsen Schimmelpilze aufgrund ihrer fadenartigen Struktur fest an Oberflächen innerhalb von KSS-führenden Anlagen. Da bei einer Beprobung mit Dip-Slides jedoch nur Mikroorganismen in der fließenden Welle erfasst werden, ist das Dip-Slide Verfahren zum Nachweis von Schimmelpilzen wenig geeignet. Hinzu kommt, dass Schimmelpilze und Hefen in der Regel niedrigere Bebrütungstemperaturen (meist 20° -25° C) benötigen und auch langsamer wachsen; Ergebnisse sind erst nach mehreren Tagen (durchschnittlich 3 - 7 Tage) sichtbar. Dies würde streng genommen eine separate Beprobung bzw. die Kultivierung in einem zweiten Brutschrank erforderlich machen.

Aus diesen Gründen empfiehlt die Berufsgenossenschaft **Dip-Slides nur zur Bestimmung von Bakterien einzusetzen bzw. nur den Nährboden für Bakterien auszuwerten**. Treten in diesem Zusammenhang wiederholt Befunde auf, die auf eine Besiedlung mit Schimmelpilzen / Hefen schließen lassen, ist in jedem Fall ein Fachmann zu Rate zu ziehen.

Die Ergebnisse werden im **KSS-Prüfplan** (BGR/GUV-R 143 Anhang 4 [1]) dokumentiert. Hierzu sind auch die genauen Probenahmestellen innerhalb einer Maschine / Anlage und das Datum der Probenahme schriftlich festzulegen. Darüber hinaus kann auch das Führen eines zusätzlichen Protokollheftes mit weiteren Angaben zur mikrobiologischen Probenahme sinnvoll sein.

Hinweis: Viele KSS-Hersteller bieten als Serviceleistung mikrobiologische Untersuchungen sowohl mit Dip-Slides als auch mit klassischen Kultivierungsmethoden an. Methode und Untersuchungsergebnisse sollten zum Zwecke der Gefährdungsbeurteilung im Betrieb immer protokolliert werden.

6 Entsorgung

Die Entsorgung von Dip-Slides, die zur Koloniezahlüberprüfung von wassergemischtem KSS eingesetzt wurden, erfolgt als betrieblicher Restmüll. Voraussetzung ist, dass es sich um Dip-Slides mit Standardnährmedien zur GKZ-Bestimmung handelt (s. Punkt 2), die Dip-Slides verschlossen sind und der Restmüll einer Hausmüllverbrennungsanlage (HMV) zugeführt wird.

Entgegen den meisten Hinweisen in den Beipackzetteln, entspricht das Einlegen von bebrüteten Dip-Slides in Desinfektionsmitteln nicht dem Stand der Technik. Dies liegt darin begründet, dass hierzu die Dip-Slides geöffnet werden müssen und ein Freiwerden von Mikroorganismen in die Luft am Arbeitsplatz und damit eine mögliche Gesundheitsgefährdung nicht vermieden werden kann.

Fallen regelmäßig größere Mengen von gebrauchten Dip-Slides in einem Betrieb an, die eine separate Sammlung

sinnvoll machen, ist darauf zu achten, dass der Sammelbehälter dem Inhalt gemäß gekennzeichnet (z. B. „Gebrauchte Dip-Slides“), fest verschließbar (z. B. Spannring-, Schraubdeckelfass) und für Dritte nicht zugänglich ist. Zur regelmäßigen Entsorgung bieten sich reißfeste Folienbeutel zur Bestückung der Sammelbehälter an. Bei Einhaltung der genannten Voraussetzungen handelt es sich um Abfälle, an deren Sammlung und Entsorgung aus infektionspräventiver Sicht keine besonderen Anforderungen gestellt werden. Dip-Slides können auch direkt über eine im Betrieb vorhandene Verbrennungsanlage entsorgt oder verbrennbaren Müllfraktionen (z. B. ölhaltige Abfälle) in geschlossenen Systemen (z. B. Folienbeuteln) zur thermischen Entsorgung mitgegeben werden.

7 Gefährdungsbeurteilung nach Biostoffverordnung

Beim Umgang mit Dip-Slides die zur mikrobiologischen Wachstumsverlaufskontrolle in wassergemischten KSS eingesetzt werden, handelt es sich nach Biostoffverordnung [2] um eine nicht gezielte Tätigkeit die keiner Schutzstufe zugeordnet werden muss. Die Forderungen der TRBA 500 „Grundlegende Maßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen“ [3] sind einzuhalten.

8 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

- Nur Standardnährmedien zur mikrobiologischen Wachstumsverlaufskontrolle verwenden!
- Beim bewährten Probenträger bleiben, nicht ständig wechseln, da die Ergebnisse möglicherweise nicht vergleichbar sind!
- Haltbarkeit beachten, kühle Aufbewahrung!
- Empfohlen werden zwei oder mehr Parallelproben pro Probenahmeort!
- Nährboden niemals berühren!
- Kultivierung nur im Brutschrank (Bakterien bei 30° C)!
- Ggfs. gekühlter Transport, gekühlte Aufbewahrung nach Probenahme bis max. 24 Stunden!
- Tägliche Ablesekontrolle der Proben während der Bebrütungszeit!
- Sachgerechte Entsorgung!
- Interpretation der Ergebnisse nur im Zusammenhang mit betrieblichen Referenzwerten (z. B. aus dem KSS-Wartungsplan) möglich!
- Es besteht keine Verpflichtung die Gesamtkoloniezahl in wassergemischten KSS zu bestimmen.

Fazit:

Dip-Slides eignen sich zur mikrobiologischen Verlaufskontrolle eines wassergemischten KSS. Werden Dip-Slides jedoch nur sporadisch eingesetzt, z. B. bei plötzlich auftretenden Problemen, lassen sich aus den einzelnen Schätzwerten ohne weitere Kontrollparameter keine Rückschlüsse ziehen. **Nur bei regelmäßigem Einsatz von Dip-Slides im Rahmen des KSS-Wartungsplans können Veränderungen langfristig beobachtet und auch bewertet werden.**

Die vorliegende DGUV-Information wurde vom Expertenkreis der Unfallversicherungsträger im Themenfeld Biologische Arbeitsstoffe in der Holz- und Metallbranche der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung - DGUV unter Ein-

beziehung von deren Institut für Arbeitsschutz - IFA erarbeitet. Sie soll insbesondere dabei helfen, die Anforderungen der Biostoffverordnung umzusetzen

Der Fachbereich Holz und Metall setzt sich u. a. zusammen aus Vertretern der Unfallversicherungsträger, staatlichen Stellen, Sozialpartnern, Herstellern und Betreibern.

Diese DGUV-Information ersetzt die gleichnamige Fassung, herausgegeben als Entwurf 05/2014. Weitere DGUV-Informationen bzw. Informationsblätter vom Fachbereich Holz und Metall stehen im Internet zum Download bereit [4].

Zu den Zielen der DGUV-Information siehe DGUV-Information FB HM-001 „Ziele der DGUV-Information herausgegeben vom Fachbereich Holz und Metall“.

Literatur:

- [1] DGUV Regel 109-003 (bisher: BGR/GUV-R 143) „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“, Stand: Mai 2009, aktualisierte Fassung März 2011
- [2] Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung- BioStoffV) vom 15. Juli 2013 (BGBl. I S. 2514).
- [3] TRBA 500 „Grundlegende Maßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen“ Ausgabe April 2012
- [4] Internet: www.dguv.de/fb-holzundmetall Publikationen oder www.bghm.de Webcode: <626>

Glossar:

Agar:	Grundbestandteil jedes Nährbodens zur Anzucht von Mikroorganismen
GKZ	Gesamtkoloniezahl
Inkubationstemperatur	Bebrütungstemperatur
Inkubieren	Bebrüten, Anzüchten von Mikroorganismen in einem Brutschrank (Wärmeschrank)
KBE	(Koloniebildende Einheit). Anzahl der Kolonien auf einem Nährboden (z. B. 100 KBE/ml)
Kolonie	mit bloßem Auge sichtbare, umgrenzte Ansammlung von Mikroorganismen auf einem Nährboden
Kultivieren	Anzüchten von Mikroorganismen; Mikroorganismen zum Wachstum bringen durch Schaffung geeigneter Bedingungen
Myzel	Gesamtheit der fadenförmigen Zellen (Hyphen) eines Schimmelpilzes
Nährboden	Bezeichnung für feste Nährmedien zur Anzucht von Mikroorganismen

Zahlendarstellung:

$10^1 = 10$	$10^4 = 10.000$	$10^6 = 1.000.000$
$10^2 = 100$	$10^5 = 100.000$	$10^7 = 10.000.000$
$10^3 = 1.000$		

Bildnachweis:

Die in dieser DGUV-Information des FB HM gezeigten Bilder wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Bild 1: Institut für Arbeitsschutz (IFA)
der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV
53754 Sankt Augustin

Herausgeber:

Fachbereich Holz und Metall der DGUV
Sachgebiet Einwirkungen und Medien
c/o Berufsgenossenschaft Holz und Metall
Postfach 37 80
55027 Mainz