

IRA Institut. Sandäckerstraße 22 . 72070 Tübingen

Intuition GmbH
Herrn Hubert Maria DIETRICH
Jahnstraße 4

80469 München

Benno Burghardt
Sandäckerstraße 22
D-72070 Tübingen

Telefon: (07073) 300 4270
Telefax: (07073) 300 4271

Internet: [Hhttp://www.ira-institut.de/](http://www.ira-institut.de/)
E-Mail: Hinfo@ira-institut.de

Freitag, 8. August 2008

Testat BUTZWASSER

vorläufiges Ergebnis

Sehr geehrter Herr Dietrich,
die uns im April 2008 zur Verfügungen gestellten 2 Produktproben zu je 125ml wurden verschiedenen Vergleichstests unterzogen. Ziel dieser Vergleichstests war, zu ermitteln das Wirkungsspektrum des Butzwassers. Dazu wurden, in der Gebäudereinigung übliche Reinigungsmittel und ergänzend Reinwasser und entmineralisiertes Wasser verwandt. Nachfolgend einige Grundgedanken zu Reinigungsverfahren, Schmutzanhaftung (Adhäsion) und abschließend unsere vorläufigen Ergebnisse. Abschließen werden dieses Projekt im Herbst 2008 und können ihnen dann umfangreiche und validierte Ergebnisse liefern.

SCHMUTZADHÄSION

Die den verschiedenen Versuchen zugrunde liegende Modellvorstellung geht davon aus, dass ein auf dem Bodenbelagsmaterial vorhandenes Partikel (Schmutzpartikel) durch eine Adhäsionskraft auf der Oberfläche gehalten wird. Die Adhäsion lässt sich theoretisch berechnen, wenn die freien Oberflächenenergien der Schmutzpartikel und der Belagsoberfläche bekannt sind. Solche theoretischen Betrachtungen sind z.B. durch STRÖM und WU gemacht worden. In Messungen an realen Systemen konnte teilweise der Einfluss anderer Effekte auf die Schmutzadhäsion nachgewiesen werden. Die Adhäsion der Schmutzpartikel ist temperaturabhängig.

Je höher die freie Oberflächenenergie eines Substrats (hier der Bodenbelagsoberfläche) ist, desto besser haften andere Materialien darauf; also auch Schmutz. Da zwei verschiedene Oberflächen in dem Prozess einbezogen sind, muss deren Einfluss getrennt betrachtet werden.

Die Benetzungsfähigkeit des Schmutzes wird als konstant angesehen, da sich die chemische Zusammensetzung kaum ändert. Die die Adhäsion bestimmende Größe ist somit die Oberflächenenergie der verbleibenden Oberfläche, des Bodenbelags.

GRUNDLAGEN DER REINIGUNG

Als Reinigungsfähigkeit des Bodenbelages wird das Verhältnis aus entfernten zu der aufgebracht bzw. aufliegenden Schmutzmenge bezeichnet.

Nach der Modellvorstellung findet eine Benetzung durch das Reinigungsmittel sowohl an dem Schmutzpartikel, als auch an der Bodenbelagsoberfläche statt. So kann sich ein Flüssigkeitsfilm zwischen dem Schmutzpartikel und der Oberfläche bilden.

Die Möglichkeit, die Adhäsion aufzuheben, ist bestimmt durch die Benetzungseigenschaften der Reinigungsflotte. Ferner bestimmt die Höhe der bei der Adhäsion wirkenden makromolekularen Kräfte, wie leicht sich ein Partikel abtrennt.

Notwendige Bedingung für die Benetzung einer Oberfläche ist es, dass das verwendete Benetzungsmittel die gleiche oder eine niedrigere Oberflächenenergie besitzt, als der Festkörper.

Die durch die Einwirkung mechanischer Kräfte abgelösten Schmutzpartikel werden in der Reinigungsflotte dispergiert. Die Modellvorstellung beschränkt sich dabei nach nur auf partikelförmigen Schmutz. Dies entspricht bis auf wenige Ausnahmen dem im Objekt zu beseitigenden Schmutz. Dabei sind sowohl feste als auch flüssige und pastöse Partikel eingeschlossen, die nach der Partikelablösung in der Reinigungsflotte emulgiert werden.

Bei der Reinigung handelt es sich somit um ein rein physikalisches Verfahren. Darüber hinausgehende chemische Reaktionen treten im Allgemeinen nicht auf.

Es kann also geschlossen werden, dass neben den Benetzungseigenschaften nur die Änderung der Temperatur, bei der die Reinigung stattfindet und die Art und Menge der Kräfte, die zur Ablösung der Partikel führen, einen Einfluss auf die Reinigungsleistung haben.

Im vorhergehenden Kapitel konnte aufgezeigt werden, dass die Anschmutzungsneigung des Bodenbelages abnimmt, wenn dessen freie Oberflächenenergie abnimmt. Fällt diese unter den Wert der Oberflächenspannung des verwendeten Reinigungsmittels, so kann die Reinigungsflotte nur noch das Schmutzpartikel vollständig benetzen, jedoch nicht mehr den Bodenbelag.

Die Aufhebung der Adhäsion zwischen Schmutzpartikel und Bodenbelag wird schlechter. Die Reinigungsfähigkeit solcher Belagsmaterialien sinkt.

Ist die freie Oberflächenenergie deutlich größer, als die Oberflächenspannung des Reinigungsmittels, so sind in gleichem Maße die Adhäsionskräfte größer. Daher sind auch solche Bodenbeläge schlechter zu reinigen.

Sowohl die Anschmutzungsneigung als auch die Reinigungsfähigkeit sind für den Gebäudereiniger jedoch nur von nachgeordneter Bedeutung. Für den Unternehmer ist es wichtig, mit einem minimalen Aufwand ein möglichst optimales Reinigungsergebnis zu erzielen. Das Reinigungsergebnis ist eine Kombination aus Anschmutzungsneigung und Reinigungsfähigkeit. Dieses wird im Folgenden als Restverschmutzung bezeichnet.

Nachdem der qualitative Verlauf von Anschmutzungsempfindlichkeit und Reinigungsfähigkeit theoretisch vorhergesagt werden konnte, ergibt sich dennoch keine Möglichkeit, den Verlauf des Resultates, der Restverschmutzung, vorherzusagen, da der quantitative Einfluss der Anschmutzungsneigung und der Reinigungsfähigkeit unbekannt ist.

TEMPERATUR UND KRAFT ALS EINFLUßGRÖßE

Die Temperatur wird bestimmt durch die Temperatur des Bodenbelages und die Temperatur der Reinigungsflotte bei der Reinigung. Das Material und die Oberflächeneigenschaften des Bodenbelages beeinflussen die Temperatur nicht. Diese wird nur vom Reinigungsverfahren bestimmt.

Die Temperatur wurde daher in den durchgeführten Versuchen konstant gehalten.

Die Ablösung der benetzten Schmutzpartikel wird gefördert durch die Einwirkung von Kräften. Auch dieser Parameter wird nur durch das Reinigungsverfahren, und nicht durch das Bodenbelagsmaterial bestimmt. Die bei der Reinigung wirkenden Kräfte wurden daher nicht variiert.

MESSUNG DER OBERFLÄCHENEIGENSCHAFTEN

In den vorangegangenen Kapiteln sind die Begriffe Benetzung, freie Oberflächenenergie und Oberflächenspannung noch nicht näher erläutert worden.

Die Benetzbarkeit fester Körper durch Flüssigkeiten wird durch die Grenzflächenspannungen der beteiligten Komponenten gegeneinander bedingt.

Der sich ausbildende Randwinkel ist also ein Maß für die Benetzbarkeit.

Vom thermodynamischen Standpunkt aus ist die Oberflächenenergie gleich der reversiblen Arbeit, die notwendig ist, um die Oberfläche einer von ihrem Dampf umgebenen kondensierten Phase um die Flächeneinheit 1 cm^2 zu vergrößern.

Diese reversible Arbeit ist bei konstantem Volumen und konstanter Temperatur gleich dem Oberflächenkoeffizienten der freien Energie bzw. bei konstantem Druck und konstanter Temperatur gleich dem Oberflächenkoeffizienten der freien Enthalpie: Allgemein wird damit die freie Oberflächenenergie bezeichnet.

Da für das vorgestellte Problem die Aussage über die Benetzungsfähigkeit der Bodenbelagsoberfläche vollkommen ausreicht, werden die Messungen der Benetzbarkeit auf die weniger aufwendigen Bestimmungen des Randwinkels beschränkt, anstatt die mit mehreren Flüssigkeiten durchzuführenden Bestimmungen der freien Oberflächenenergie.

Grundsätzlich lässt sich die freie Oberflächenenergie bei Kenntnis der genauen chemischen Zusammensetzung der Oberfläche berechnen.

Die Kenntnis dieser Oberflächenzusammensetzung kann nur mit Hilfe entsprechender Messtechnik bestimmt werden, mit der auch Änderungen nach der Produktion der Beläge mit erfasst werden können.

EINFLUSS DER GRÖÖE DER OBERFLÄCHE

Der absolute Wert der Größe der Substratoberfläche muss für die Reinigungseigenschaften ebenfalls von Bedeutung sein. Bei gegebener freier Oberflächenenergie des Bodenbelages wird sich eine gewisse Menge Schmutz pro Oberflächeneinheit anlagern können.

Daher muss es einen Zusammenhang zwischen der Größe der Oberfläche, die für den Schmutz zugänglich ist, und der Anschmutzungsneigung geben.

VORBELASTETE BELAGSOBERFLÄCHE RAUHIGKEIT

Die Vergrößerung der Rauigkeit durch die Begehung führt zu erschwerterem Bewegen der Reinigungstextilien (z.B. Wischbezug). Damit geht nicht notwendigerweise eine Verschlechterung des Reinigungsergebnisses (der Restverschmutzung) einher, der erhöhte Kraftaufwand vermindert allerdings die Leistungsfähigkeit der Arbeitskraft pro Stunde, da früher Ermüdungserscheinungen auftreten.

ABRASION

Die Belastung durch Begehung führt weiterhin zu einer Abrasion der Nutzflächenspannungen der beteiligten Komponenten gegeneinander bedingt.

Der sich ausbildende Randwinkel ist also ein Maß für die Benetzbarkeit.

Vom thermodynamischen Standpunkt aus ist die Oberflächenenergie gleich der reversiblen Arbeit, die notwendig ist, um die Oberfläche einer von ihrem Dampf umgebenen kondensierten Phase um die Flächeneinheit 1 cm^2 zu vergrößern. Diese reversible Arbeit ist bei konstantem Volumen und konstanter Temperatur gleich dem Oberflächenkoeffizienten der freien Energie F bzw. bei konstantem Druck und konstanter Temperatur gleich dem Oberflächenkoeffizienten der freien Enthalpie G :

Da für das vorgestellte Problem die Aussage über die Benetzungsfähigkeit der Bodenbelagsoberfläche vollkommen ausreicht, werden die Messungen der Benetzbarkeit auf die weniger aufwendigen Bestimmungen des Randwinkels beschränkt, anstatt die mit mehreren Flüssigkeiten durchzuführenden Bestimmungen der freien Oberflächenenergie.

Grundsätzlich lässt sich die freie Oberflächenenergie bei Kenntnis der genauen chemischen Zusammensetzung der Oberfläche berechnen.

Die Kenntnis dieser Oberflächenzusammensetzung kann nur mit Hilfe entsprechender Messtechnik bestimmt werden, mit der auch Änderungen nach der Produktion der Beläge mit erfasst werden können.

KLIMAEINFLÜSSE

Durch die Umwelt können eine Reihe von Veränderungen im Bodenbelag festgestellt werden. Durch Auftreffendes UV-Licht werden einige chemische Verbindungen verändert. Die Menge der Weichmacher wird mit der Nutzungszeit geringer. Wenn die Luftfeuchtigkeit mehr als 55% beträgt, ist davon auszugehen dass die Benetzungseigenschaften sich verbessern. Thermische Einflussfaktoren können durch stark mechanische Einwirkung, auch von Mikrofaserbezügen und schnell drehenden Reinigungsmaschinen, auch beeinflussen den Wirkungsgrad der Reinigungsflotte.

PRÜFMETHODEN FÜR EIGENSCHAFTEN VON BODENBELÄGEN

Um die chemische Zusammensetzung der Oberfläche zu charakterisieren eignet sich die ATR-IR-Spektroskopie. Diese Methode erfasst nur die Zusammensetzung der obersten Oberfläche des verwendeten Prüfmaterials. Es werden nur IR-aktive Substanzen erfasst. Diese Methode eignet sich besonders, um über die chemische Oberflächenzusammensetzung die Oberflächeneigenschaften berechnen zu können. Dabei ist es jedoch notwendig, alle Bestandteile eindeutig identifizieren und quantifizieren zu können.

Die Benetzungseigenschaften können mit Hilfe der Auswertung der Randwinkel bestimmt werden. Dafür wird mit Hilfe einer Kamera ein Bild eines Tropfens auf dem Bodenbelag in einem Computer ausgewertet. Dieser übernimmt die Berechnung der Randwinkel aus dem Schattenbild und der Tropfenform.

PRÜFVERFAHREN FÜR DIE REINIGUNGSFÄHIGKEIT

Im Folgenden werden derzeit angewandte Verfahren vorgestellt. Alle Verfahren dienen auch zur Beurteilung von Reinigungsmitteln, die auf elastischen Bodenbelägen eingesetzt werden können.

IPP-Verfahren

Das Verfahren wurde in den siebziger Jahren vom Industrieverband Putz- und Pflegemittel e.V. Frankfurt/M. entwickelt und gehört zu den Qualitätsnormen für Fußbodenpflege- und Reinigungsmittel. Ziel des Verfahrens ist es, Reinigungsmittel auf ihre Reinigungswirkung auf harten und elastischen Oberflächen zu testen.

Zu diesem Zweck wird ein mit fett- und pigmenthaltigem Testschmutz behandelter weißer Schmutzträger (weiße PVC-Folie) unter definierten Bedingungen mit einem Schwamm und dem Prüfgut in Anwendungskonzentration gewischt. Zum Wischen wird ein Waschbarkeits- und Scheuerprüfgerät der Firma Gardner benutzt.

Die Reinigungswirkung wird photoelektrisch ermittelt, indem die unbehandelte weiße Folie einem Farbmessgerät als "Weißnormal" dient [13].

Verfahren der Stiftung Warentest

Die Stiftung Warentest bedient sich des oben genannten IPP-Verfahrens und verwendet zusätzlich zum Beispiel für Allzweckreiniger praxisnahe Anschmutzungen, die auf verschiedene Oberflächen aufgebracht werden.

PRÜFUNGSORTE UND BELAGSARTEN

Die Benetzungseigenschaften wurden mit Hilfe der Auswertung der Randwinkel bestimmt werden. Dafür wurde mit Hilfe einer Kamera ein Bild eines Tropfens auf dem Bodenbelag in einem Computer ausgewertet.

Das „Butzwasser“ wurde an verschiedenen Bodenbelagsarten mit unterschiedlichen Verschmutzungsarten geprüft mit speziellen Einwegtüchern aus 100% Zellulose und Mikrofaserbezügen und –tüchern unterschiedlicher Hersteller. Es wurden Reinigungsflotten in den zur Verfügung gestellten Sprühflaschen angesetzt (7 Tropfen pro Liter Anwendungskonzentration).

Die Prüfungen wurden überwiegend durchgeführt im Rahmen von Qualitätsprüfungen (DIN EN 13 549) bei Geldinstituten und kommunalen Einrichtungen. Ergänzend wurden Prüfungen in den Institutsräumen durchgeführt.

Folgende Belagsarten wurden geprüft: Terrakotta, Feinsteinzeugfliesen, geölter Holzboden, PolyVinylChlorid-Belag, diverse Teppichbodenarten.

Die Verschmutzungsarten waren Haftschmutze aus unterschiedlichen Quellen: Straßenverkehr, Schuhabsatzverstrichungen, fest getretene Ruß- und Fettschmutze u.ä.

Zeitraum des Prüfverfahrens: April bis Juli 2008

PRÜFVERFAHREN:

Die Reinigungsflotte wurde in vorgeschriebener Anwendungskonzentration mit entmineralisiertem Wasser und Reinwasser hergestellt. Die definierte Einwirkzeit von 30 Sekunden bis 1 Minute wurde beachtet. Die Benetzungseigenschaften wurden verglichen mit anderen handelsüblichen Reinigungsprodukten (Alkoholreiniger, Wischpfegemittel und hochnetzender Feinsteinzeugreiniger).

BEWERTUNG:

Unser Institut für Reinigungsanalytik erstellte anhand von 15 Prüfungen diese vorläufige, statistisch nicht gesicherte und noch nicht validierte Bewertung:

Bei der Beseitigung normaler Verschmutzungen In Räumen mit täglichem Publikumsverkehr zeigte die BUTZWASSER Reinigungsflotte gut bis sehr gute Reinigungsleistung.

Es entfernte die Verschmutzungen gründlich, etwas langsamer (Einwirkzeit) und arbeitete in keinem Fall schlechter als die eingesetzten Vergleichsprodukte.

Bei der Beseitigung von Fettverschmutzungen und diversen Flecken an textilen Oberflächen zeigte die BUTZWASSER-Reinigungsflotte in 5 von 15 Vergleichen ein besseres Ergebnis.

Die Auswertung der Ergebnisse und Beobachtungen bezüglich der Reinigungsleistung im Rahmen des Flottentests ergab eine vergleichbare bis leicht bessere Reinigungsleistung der BUTZWASSER Reinigungsflotte gegenüber allen Vergleichsmustern.

Freundliche Grüße aus Tübingen nach München



Benno Burghardt
Systemanalytiker Gebäudeunterhalt

Anlage(n): keine