

Labuda/Schöttle Rotations-Wischsimulator Mark II

Win Labuda, Volker Hagen

Clear & Clean
Prüf- und Forschungslabor

Das Instrumentarium

Stand 06.2025

Messen als Grundlage von Erkenntnis

von Win Labuda

Messen, Vergleichen und Dokumentieren sind die prinzipiellen Funktionen der Aneignung wissenschaftlicher Erkenntnis. Messen bedeutet vergleichen eines Messwerts mit einer amtlich registrierten Einheit (Kilogramm, Meter etc.) oder vertraglich vereinbarten Bezugsgröße. Wir von Clear & Clean sind stolz darauf, dass die 84 existierenden Klone des Ur-Kilogramms bei der PTB-Physikalisch Technische Bundesanstalt auf einem Clear & Clean-HiTech-Tuch als Unterlage aufbewahrt werden. Die Physiker der PTB Braunschweig haben ein Clear & Clean-Tuch als das bisher Reinste erhältliche textile Gebilde erkannt.

Wir alle profitieren von dem Internationalen Einheiten-System SI mit den 7 Basis-Messgrößen (Länge, Masse, Zeit, Stromstärke, Temperatur, Stoffmenge, Lichtstärke). Wird aus einer Auswahl von Reinigungstüchern zum Beispiel dasjenige mit der größten Flüssigkeits-Aufnahme gesucht, so erhalten wir umgehend ein eindeutiges Ergebnis in der Messgröße kg oder cm³, das von allen Nationen verstanden und akzeptiert wird. Das war nicht immer so. Historisch gesehen sind Metrologie - die Wissenschaft vom Messen - und Standardisierung - die Kunst des Vereinheitlichens bedeutende kulturhistorische Leistungen. Im alten und mittleren ägyptischen Reich entsprach beispielsweise das ägyptische Cubit (ägypt. Meh) der Ellenlänge des jeweiligen Königs bis es um 3000 v. Chr. vermutlich von Pharao Menes auf 52,4 cm standardisiert wurde. Möglicherweise wurde erst durch diesen historischen Standardisierungsakt der Bau der Pyramiden möglich. In Deutschland wurde 1917 das DIN - Deutsches Institut für Normung gegründet. Im Jahr 2001 existierten bereits 34.500 DIN-Normen; ein Zuwachs von 8 Normen pro Woche.

Aber was, wenn nicht so etwas Banales wie die Flüssigkeitsaufnahme von HiTech-Tüchern sondern die Behaglichkeit von Reinraum-Overalls bestimmt werden soll? Behaglichkeit ist multifaktoriell konstituiert und daher kann es nicht eine einzige international akzeptierte Messgröße dafür geben. Es bleibt also lediglich eine ausreichende Anzahl Overalls von ausgewählten Fertigungs-Mitarbeitern tragen und nach Ablauf der Testperiode benoten zu lassen.

Es existieren auch nicht nahezu für alle technischen Produkte DIN bzw. ISO-Prüfmethoden. So ließe sich beispielsweise die Handhabungs-induzierte mittlere Partikelfreisetzung aus textilen Werkstoffen lediglich mit Hilfe vieler Einzelversuche oder aber eines Simulators bestimmen. Simulation bedeutet in unserem Kontext: Nachbildung spezifischer Realität zum Zweck einer Materialprüfung. Nur im Idealfall erreicht der Modellentwickler bei seinen Simulatoren höchste Identität zwischen realen und simulierten Wirkkräften.

Messen bedeutet Ist-Zustände erkennen. Wie genau eine Messung einen Ist-Zustand abbildet, spielt eine große Rolle für die Messökonomie. Probennahmen und Aufbereitung genauer Messdaten können mit hohem Aufwand und Zeitbedarf verbunden sein, obwohl in vielen Fällen lediglich das Informations-Angebot einer Zweistufen-Ampel ausreichend wäre, um auf bestimmte Zustände angemessen schnell und wirkungsvoll zu reagieren. Wir von Clear & Clean kommen dem Vereinfachungs-Bedarf dadurch entgegen, dass wir "LoTech"-Prüfgeräte wie die CC-Microlite-Leuchte fertigen, die auf der Basis sinnvoll genutzter Naturphänomene dem Anwender einen Praxis-orientierten Erkenntniswert bieten.

In dieser Broschüre wird das Clean & Clean-Prüf- und Forschungslabor anhand des abgebildeten Instrumentariums beschrieben. Es ist unser Ehrgeiz, das bestausgerüstete Labor zu unterhalten, das sich auf dem Gebiet Verbrauchsmaterial der Reintechnik finden lässt. Dafür haben wir seit 1986 unser Herzblut und einen nicht geringen Teil unserer Einkünfte gegeben. Ein Testlabor unterscheidet sich von einem Forschungslabor dadurch, dass im Ersteren vornehmlich Untersuchungen durchgeführt werden, die der Sicherstellung von Produkt-Qualität bzw. Arbeitssicherheit dienen. In einem Forschungslabor ist das Instrumentarium hingegen von dem Erfordernis bestimmt, zum Zeitpunkt einer der inventorischen Phantasie erwachsenen Messaufgabe auch bei komplizierten Fragestellungen ohne große Verzögerung aussagefähig zu sein. Wir wollen Beides sein und arbeiten hart daran, dass wir an jedem Tag in beiden Disziplinen ein wenig besser werden.

Literatur: B. Brinkmann "Internationales Wörterbuch der Metrologie" 4. Aufl. 2012, Beuth-Verlag.

 1- MIKROSKOPIE 1.1 Raster-Elektronenmikroskop (mit EDX) 1.2 Optisches Mikroskop 1.3 DIC-Mikroskop 1.4 Raster-Kraft-Mikroskop (AFM) 1.5 Auto-Sputter-Coater 	5 5 5 6 6
2- CHEMISCHE ANALYTIK 2.1 Gaschromatograph mit Massenspektrometer 2.2 Festphasen-Mikroextraktions-Sonde (SPME) 2.3 TOC-Analysator - organischer Gesamtkohlenstoff 2.4 FTIR Spektrometer 2.5 Kapillar-Elektrophorese-Messplatz 2.6 Laser-Fluoreszenz-Messgerät 2.7 Leitfähigkeits-Messgerät 2.8 Mikrowellen-Extraktionssystem 2.9 Reinstwasser-Generator 2.10 Flüssigkeit-Tensiometer 2.11 Präzisions- und Analysenwaagen 2.12 Soxhlet-Extraktions-Apparat 2.13 UV/VIS-Spektrometer	6 7 7 7 8 8 8 9 9 9 10 10
3- PARTIKEL-ANALYTIK 3.1 Zähler für luftgetragene Partikel 3.2 Tragbarer Oberflächen-Partikelzähler nach Klumpp 3.3 Flüssigkeits-Partikelzähler 3.4 Zähler für luftgetragene Nanopartikel 3.5 Nanopartikel im flüssigen Medium	11 11 11 12 12
4- OBERFLÄCHEN-ANALYTIK 4.1 Ellipsometer 4.2 Plasma-Reinigungsanlage 4.3 Zentrifugale Adhäsions-Analyse 4.4 Quarzkristall-Mikrowaage 4.5 Tropfeneinsinkzeit-Messgerät 4.6 Oberflächen-Rauheits-Messgerät	12 13 13 13 14 14
5- MECHANISCHE UND ELEKTRISCHE TEXTIL-PRÜ 5.1 Höchstzugkraft- / Dehnungs-Messgerät 5.2 Mechanisches Dicken-Messgerät 5.3 Elektrischer Oberflächen-Widerstand 5.4 Elektrostatische Reinheitsmessung nach Labuda 5.5 Rotations-Voltmeter (Feldmühle) 5.6 Klimakammer	
6- REINHEITS-PRÜFSYSTEME 6.1 Linear-Wischsimulator Mark I 6.2 Linear-Wischsimulator Mark II-A 6.3 Rotations-Wischsimulator Mark II nach Labuda 6.4 Rotations-Wischsimulator Mark III nach Labuda 6.5 Walk-Simulator Mark I nach Schöttle und Labuda 6.6 Streulicht Partikel-Visualisierung *NEU* 6.7 Kollektor-Platte CC 900 6.8 Partikel-Freisetzungs-Simulator	16 17 17 17 18 18 18
	1.1 Raster-Elektronenmikroskop (mit EDX) 1.2 Optisches Mikroskop 1.3 DIC-Mikroskop 1.4 Raster-Kraft-Mikroskop (AFM) 1.5 Auto-Sputter-Coater 2 - CHEMISCHE ANALYTIK 2.1 Gaschromatograph mit Massenspektrometer 2.2 Festphasen-Mikroextraktions-Sonde (SPME) 2.3 TOC-Analysator - organischer Gesamtkohlenstoff 2.4 FTIR Spektrometer 2.5 Kapillar-Elektrophorese-Messplatz 2.6 Laser-Fluoreszenz-Messgerät 2.7 Leitfähigkeits-Messgerät 2.8 Mikrowellen-Extraktionssystem 2.9 Reinstwasser-Generator 2.10 Flüssigkeit-Tensiometer 2.11 Präzisions- und Analysenwaagen 2.12 Soxhlet-Extraktions-Apparat 2.13 UV/VIS-Spektrometer 3 - PARTIKEL-ANALYTIK 3.1 Zähler für luftgetragene Partikel 3.2 Tragbarer Oberflächen-Partikelzähler 3.4 Zähler für luftgetragene Nanopartikel 3.5 Nanopartikel im flüssigen Medium 4 - OBERFLÄCHEN-ANALYTIK 4.1 Ellipsometer 4.2 Plasma-Reinigungsanlage 4.3 Zentrifugale Adhäsions-Analyse 4.4 Quarzkristall-Mikrowaage 4.5 Tropfeneinsinkzeit-Messgerät 4.6 Oberflächen-Rauheits-Messgerät 5. MECHANISCHE UND ELEKTRISCHE TEXTIL-PRÜ 5.1 Höchstzugkraft- / Dehnungs-Messgerät 5.2 Mechanisches Dicken-Messgerät 5.3 Elektrischer Oberflächen-Widerstand 5.4 Elektrostatische Reinheitsmessung nach Labuda 5.5 Rotations-Voltmeter (Feldmühle) 5.6 Klimakammer 6 - REINHEITS-PRÜFSYSTEME 6.1 Linear-Wischsimulator Mark II 6.2 Linear-Wischsimulator Mark II nach Labuda 6.4 Rotations-Wischsimulator Mark III nach Labuda 6.5 Walk-Simulator Mark III nach Labuda 6.6 Streulicht Partikel-Visualisierung *NEU* 6.7 Kollektor-Platte CC 900

1.1 Raster-Elektronenmikroskop (mit EDX)

Elektronen-Mikroskop im PC-Format für Aufnahmen mit real bis zu 20.000-facher Vergrößerung. Mit diesem Gerät können die sehr feinen Garn- und Filament-Strukturen von HiTech-Wischmitteln und anderen Verbrauchsmaterialien der Reintechnik im Mikrometer-Maßstab visualisiert werden. Außerdem lassen sich Kontaminations-Spuren darstellen und deren Element-Struktur mittels Energie-dispersiver Röntgen-Analyse (EDX) bestimmen. Anhand der Partikel-Morphologie und Elemente-Kombination kann oftmals auch deren Ursprung im Sinne einer Produktionsfehler-Analyse ermittelt werden. Zuletzt wurde damit bei uns der biologische Abbau von HiTech-Reinigungsvliesstoffen im Erdreich (natürliche Kompostierung) über die Dauer von mehreren Wochen dokumentiert und visualisiert.



1.2 Optisches Mikroskop

Die Lichtmikroskopie ist bei vielen Visualisierungs-Aufgaben in Technik und Wissenschaft die Methode der Wahl zur Lösung von Fragestellungen der Reintechnik. Die Mikro-Strukturen von HiTech-Reinigungstüchern lassen sich durch verschiedene Methoden sehr gut darstellen. Dazu gehören beispielsweise optische Partikelanalysen auf Oberflächen mit Hellfeld-, Dunkelfeld-, Fluoreszenz- und Interferenz-Kontrast. Zudem lassen sich mittels automatisch aneinander gereihter (gestitchter) Aufnahmen auch größere Oberflächen sehr scharf darstellen und Video-Aufnahmen von zeitlichen Abfolgen machen. Die Focus-Stacking-Technik erlaubt es uns, die Tiefenschärfe-Beschränkungen der optischen Mikroskopie zu umgehen und farbechte Visualisierungen mit der von elektronen-mikroskopischen Bildern gewohnten Schärfe zu realisieren.



1.3 DIC-Mikroskop

Das Differential-Interferenz-Kontrast-Mikroskop leistet uns insbesondere dort gute Dienste, wo kontrastarme, schichtförmige Oberflächen-Kontaminanten wie Öl-, Fett- und TDH (time-dependent-haze) kontrastreich abgebildet werden sollen. Gleichzeitig lassen sich mittels DIC einzelne, in den Oberflächenfilm eingebundene Partikel selektieren, zählen und betrachten.

Bei der Methode werden optische Weglängen-Differenzen im Betrachtungs-Objekt in bildimmanente Helligkeits-Unterschiede gewandelt. Dies führt zu einer eindrucksvollen, quasi-plastischen Bildgebung. Durch entsprechende Filter-Kombinationen lassen sich Kontrast und Farbgebung der Bilder genau bestimmen.



1- MIKROSKOPIE



1.4 Raster-Kraft-Mikroskop (AFM)

Das Rasterkraft-Mikroskop setzen wir ein, um die Morphologien und Eigenschaften technischer Oberflächen wie von Wafern, Glas, Polymer-Garnen, Filamente von ultrareinen Tüchern im Nanometer-Bereich zu erforschen, nachdem wir sie im ${\rm CO_2}$ -Plasma gereinigt haben. Mit dieser Methode wird u. a. die Reinigungs-Effektivität von HiTech-Reinigungstüchern für Nano-Schichten bestimmt. Ein wichtiges Gebiet ist auch die Darstellung der Riefenbildung durch wischende Reinigungs-Prozeduren beim Reinigen empfindlicher Oberflächen (siehe PUB-Nr. 33: *Minderung der Oberflächen-Qualität durch wischendes Reinigen – Riefen und Kratzerbildung auf funktionalen Oberflächen*, Lounges 2015, Stuttgart 20. Mai 2015).



1.5 Auto-Sputter-Coater

Ein Gerät zur automatischen Beschichtung nichtleitender Proben der Elektronen-Mikroskopie mit Gold, Gold/Palladium, Silber u. a. Metallen. Insbesondere Goldbeschichtungen ergeben elektrisch sehr gut leitende Oberflächen, wodurch scharfe REM Abbildungen bei hohen Vergrößerungs-Maßstäben möglich werden. Die gewünschte Beschichtungsdicke ist am Gerät im Bereich von 1 - 50 nm einstellbar. Die Beschichtungs-Progression wird in einem Display angezeigt. Das Gerät ist durch den unten angeordneten Magnetron-Kopf auch für "kalte" Proben-Beschichtungen geeignet. Es muss bei allen ggf. der Beschichtung folgenden EDX-Analysen beachtet werden, dass eine auf die Probe aufgebrachte Goldschicht evtl. vorhandene eigene Goldanteile der Probe verfälschen kann. In der Nähe der Goldlinie (M) liegen außerdem Schwefel (K), Molybdän (L) und Niob (L), welche die Goldlinie überlagern können.

2- CHEMISCHE ANALYTIK



2.1 Gaschromatograph mit Massenspektrometer

Mit dem Gas-Chromatographen und einem Dampfraum-Probengeber (Headspace) zur Ausgasungs-Analyse können Verbrauchsmaterialien der Reintechnik – zum Beispiel ultrareine Wischmittel, Handschuhe, Overalls und Papier – auf Ausgasungen untersucht und deren Inhaltsstoffe im Spurenbereich chemisch analysiert werden. Selbst geringste Ausgasungs-Spuren im ppb-Bereich sind mit diesen Geräten messbar und lassen sich anhand Ihrer Massenspektren chemisch identifizieren. Auf diese Weise lassen sich auch unerwünschte Verunreiniger wie mineralische Spinnöle, Gleitmittel, Tenside, Silikonöle und Weichmacher in textilen Materialien einwandfrei identifizieren und nach einzelnen Spezies gewichten.

2.2 Festphasen-Mikroextraktions-Sonde (SPME)

Die Festphasen-Mikroextraktion nach Pawliszyn (Solid-Phase Micro Extraction SPME) ist eine Detektions-Methode zur Bestimmung der Anreicherung chemischer Substanzen im Ultra-Spuren-Bereich. Durch die Absorption von Spezies auf einem Speicher-Faden kann die Nachweisgrenze einer GCMS-Analyse um den Faktor 25 verringert werden.

Konkret wird bei uns mittels SPME-GC/MS die Gesamt-Ausgasung von HiTech-Reinigungstüchern, Overalls, Mopps und Atemmasken bei Prüftemperaturen von 25 °C, alternativ 90 °C in Summe bestimmt. Der Vorteil der SPME-Technik ist der Gewinn an Messzeit der mit dieser Technologie automatisch verbunden ist.



2.3 TOC-Analysator - organischer Gesamtkohlenstoff

Wir teilen die industrielle Reinheits-Validierung in eine Wirkstoff-spezifische und eine Wirkstoff-unspezifische Art. (Wirkstoff-unspezifisch bedeutet, dass die einzelnen Wirkstoffe nicht separat ausgewiesen, sondern lediglich als Summenparameter verfügbar sind). In der Wirkstoff-unspezifischen Reinheits-Validierung hat sich zur Analyse von Verunreinigungen in Wässern wie Laborwässern vor Allem die TOC-Analytik durchgesetzt. Sie ist sowohl für die Reinheits-Prüfung von hochreinem Wasser als auch für die Reinigungs-Validierung von Anlagen und Fertig-Produkten die Methode der Wahl. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Gesamt-Verunreinigung als Summenparameter bei einer Nachweisgrenze von 2 ppb für das gestellte Prüfziel ausreichend ist.



2.4 FTIR Spektrometer

FTIR Spektrometer sind Geräte zur Analyse organischer Substanzen. Sie ermöglichen die sekundenschnelle chemische Analyse von Extrakten aus HiTech-Reinigungstüchern, Handschuhen, Overalls, beschichteten Papieren oder anderen Verbrauchsmaterialien der Reintechnik. Zudem wurde in unserem Labor eine Prüfmethode entwickelt, welche die Identifizierung von Wischmittel-Rückständen auf Oberflächen nach wischenden Reinigungs-Prozeduren ermöglicht. Während die Transmissions-FTIR-Technik auf der Durchstrahlung eines Mediums in speziellen Presslingen basiert, ist es mit Hilfe der sog. ATR-Technik (Attenuated Total Reflectance) möglich, nicht transparente Stoffe wie Öl- und Polymerschichten, Farbaufträge, aber auch Flüssigkeits-Schichten, Kondensate und TDH (time dependent haze) zu analysieren.



2- CHEMISCHE ANALYTIK



2.5 Kapillar-Elektrophorese-Messplatz

Gerät zur Bestimmung des Ionen-Gehalts poröser Werkstoffe wie Reinigungstücher bis hinein in den ppm-Bereich. Ein möglichst geringer An- und Kationen-Gehalt des Reintechnik-Verbrauchsmaterials ist besonders für die Halbleiter-Fertigung und die Raumfahrt-Industrie von Bedeutung. Daher dekontaminieren wir unsere HiTech-Reinigungstücher mittels speziell aufbereitem, Ionen-armen Wasser der Qualität von 18,2 MOhm. Das Reintechnik-Verbrauchsmaterial wird zur Bestimmung von Ionen-Inhalten zunächst in DI-Wasser extrahiert und das Eluat wird Kapillar-Elektrophoretisch oder Ionen-chromatographisch nach den vorhandenen Ionen hin analysiert. Die Kapillar-Elektrophorese ist eine analytische Trennmethode im flüssigen Medium zur Ermittlung geladener Teilchen.



2.6 Laser-Fluoreszenz-Messgerät

Gerät zur Messung der Fluoreszenz organischer Schichten auf Oberflächen (Verunreinigung), die bei der Beleuchtung mit Kontaminationen oder spezieller Prüf-Flüssigkeiten mit UV-Licht der Wellenlängen ab 266 oder 355 nm hervorgerufen wird und bei 405 nm fluoresziert. Dieses Instrument wird für die Oberflächen-Analyse und zur Bestimmung der *Reinigungs-Effektivität nach Labuda* eingesetzt, bei der der automatische Abtrag einer fluoreszierenden Ölschicht durch HiTech-Reinigungstücher von einer rotierenden Prüfoberfläche in Abhängigkeit von der Zeit gemessen wird. Das Laser-Fluoreszenz-Messgerät funktioniert im Zusammenhang mit dem auf Seite 18 beschriebenen Rotations-Wischsimulator Mark III.



2.7 Leitfähigkeits-Messgerät

Die Leitfähigkeit und der pH-Wert sind wichtige Basis-Parameter bei der Untersuchung von Wasserproben. Wir analysieren damit die Wasch-Flotten während der aquatischen Dekontamination unserer HiTech-Reinigungs-Tücher. Der pH-Wert ist ein Maß dafür wie sauer oder alkalisch eine Lösung ist. Während der Wert pH 7 bedeutet, dass die Lösung chemisch neutral ist, bedeuten Werte von 7 - 14 pH ein alkalisches (basisches) Milieu und Werte von 0 - 7 pH ein saures. Zum Erhalt eines zufriedenstellenden Chemikalien-Auswaschgrads ist eine hochalkalische Wasch-Flotte wünschenswert. Für hochreine HiTech-Tücher ist jedoch oft eine möglichst pH-neutrale Beschaffenheit gewünscht.

2- CHEMISCHE ANALYTIK

2.8 Mikrowellen-Extraktionssystem

System zur Mikrowellen-gestützten Extraktion chemischer Bestandteile aus Wischmitteln, Overalls, Atemmasken und anderen Verbrauchsmaterialien der Reintechnik. Die chemischen Rückstände in Reinigungs-Tüchern und anderen porösen Produkten sind dort häufig nur in einer sehr geringen Konzentration darin enthalten. Ein Mikrowellen-Extraktionssystem wird benutzt, um eine hohe Anreicherung der gesuchten Spezies im Eluat zu erreichen. Dieses kann dann z. B. mittels der FTIR-Spektroskopie, TOC - Total Organic Carbon Analyse, mittels GCMS oder Kapillar-Elektrophorese untersucht werden. Ein bedeutender Vorteil dieser Extraktions-Methode ist die deutliche Zeit-Ersparnis im Vergleich zur klassischen Soxhlet-Extraktion.



2.9 Reinstwasser-Generator

Reinstwasser ist für die Analytik von Verunreinigungen das im Labor meist gebrauchte, unverzichtbare Medium. Für die Prüfung der Partikel-Abgabe von HiTech-Reinigungsmitteln in der täglichen Qualitäts-Kontrolle ist Prüf-Wasser von höchster Qualität (18,2 M-Ohm) erforderlich. Wir nutzen daher eine Reinstwasser-Anlage, die sowohl Partikel- als auch Ionen-freies Laborwasser erzeugt. DI-Wasser dieser Qualität kann als Extraktions-Medium zur Messung von Basis-Werten zur Spuren-Analytik im ppb-Bereich genutzt werden. Die Technologie der Wasseraufbereitung umfasst:

TOC-Gehalt < 50 ppb Mikroorganismen < 1 KBE/l Partikel weniger als 1 Partikel/ml

Produktion: 2,0 l/min



2.10 Flüssigkeit-Tensiometer

Mit diesem Gerät kann die Oberflächenspannung von Flüssigkeiten gemessen werden. Dazu wird die Kraft bestimmt die nötig ist um einen feinen Platindraht aus der Flüssigkeit herauszuheben. Da die Oberflächenspannung von DI-Wasser erheblich durch Tenside und Detergenzien herabgesetzt werden kann, können mittels dieser Methode Wischmittel durch Immersion auf solche Rückstände hin untersucht werden. Dies ist eine zeitsparende und sehr zuverlässige Prüfmethode, da der Platindraht durch Ausglühen über einer Gasflamme immer wieder in einen Reinstzustand versetzt werden kann. Die Messzeit beträgt weniger als 1 min.



2- CHEMISCHE ANALYTIK



2.11 Präzisions- und Analysenwaagen

Fein- und Mikro-Waagen für die Bestimmung von Stoffinhalten und Ablagerungen auf Oberflächen gehören in einem Chemie- und Werkstofflabor zum unverzichtbaren Instrumentarium. Im Prinzip gibt es zwei unterschiedliche Arten der Masse-Bestimmung im µg-Bereich: Solche mit einer mechanischen Präzisions- Messzelle, und andere mit einer piezo-elektrischen Kristallplatte. Erstere funktionieren auch noch im unteren µg-Bereich. Gerade bei der gravimetrischen Bestimmung von Filtraten- und Rückständen nach wischenden Reinigungs-Vorgängen sind solche Instrumente unverzichtbar. Wegen der erforderlichen Wiege- und Wiederholgenauigkeit sind sie mit einer Temperatur-Regelung ausgerüstet. Damit lassen sich sowohl Fingerabdrücke als auch Abriebspuren und Materialabdrücke von Reinigungstüchern, Nitril-Handschuhen, auf unterschiedlich rauen Oberflächen gravimetrisch bestimmen.



2.12 Soxhlet-Extraktions-Apparat

Ein klassisches Glas-Instrument zur chemischen Extraktion textiler und anderer poröser Werkstoffe. Die Extraktions-Leistung dieses bekannten Verfahrens ist bis heute nahezu unerreicht. Es ist allerdings zeitaufwändig. Daher werden diese Extraktionsgeräte zunehmend durch Geräte der Mikrowellen-Extraktions-Technik abgelöst, durch die ähnliche Extraktions-Ergebnisse in einem Bruchteil der Zeit erreicht werden können. Der Vorteil eines Soxhlet-Apparats ist, dass man die Extraktion über Nacht automatisch ablaufen lassen kann.



2.13 UV/VIS-Spektrometer

Spektrometer zur Analyse sichtbaren und ultravioletten Lichts. Viele organische Moleküle weisen besonders bei ultravioletten Wellenlängen Absorptions-Banden auf, die für eine direkte Quantifizierung von Verbindungen in einer Lösung genutzt werden können. Mittels dieser Methode kann z. B. die Konzentration von Polyester-Oligomeren in einem Tuch-Extrakt präzise bestimmt werden. Zudem wurde für viele Analyten eine Farbreaktion entwickelt, so dass diese nach der Zugabe der Farbreagenz indirekt bestimmt werden können. So lässt sich beispielsweise die Konzentration von Tensiden in Wasser oder in Extrakten indirekt messen.

3.1 Zähler für luftgetragene Partikel

In unserem Labor gibt es diverse Laser-Partikelzähler zur Messung der luftgetragenen Partikelanzahl und Größe. Die Partikelzähler können mit anderen Prüfmitteln (z. B. mit dem Labuda-Walk-Simulator) kombiniert werden, um die Freisetzung von Partikeln in Anwendungs-Szenarien zu untersuchen. Die Partikel-Zähl-Techniken wurden in den vergangenen 20 Jahren erheblich verbessert. Zunächst einmal beginnt der Zähl-Bereich bei vielen Zählern heute mit 300 Nanometern - und zwar auch schon bei portablen Zählgeräten. Auch konnte der Durchfluss/Zeiteinheit von max 28,3 l/min auf max 50 l/min gesteigert werden. Für die Zählung kleinster Partikel im Bereich von 10 nm haben sich die Kondensations-Partikelzähler durchgesetzt.



3.2 Tragbarer Oberflächen-Partikelzähler nach Klumpp

Das Messgerät eignet sich gut für die Bestimmung von Partikelanzahl und Größe auf Oberflächen geringer Rauheit. Das Messergebnis wird auf einem Live-Monitor visualisiert und numerisch angezeigt. Gleichzeitig erfolgt ein Ausdruck oder eine Datenspeicherung auf einem USB-Stick. Das Messprinzip entspricht ISO 14644-9. Die messbare Partikel-Größe ist im unteren Bereich auf einen Feret-Durchmesser von 2 μ m begrenzt und endet im oberen Bereich bei 2000 μ m. Die aktive Messfläche beträgt 5 x 7 mm bei einer Messzeit von < 5 Sekunden. Wegen der Messbereichs-Begrenzung auf 2 μ m ist der Zähler für die Beurteilung der Gebrauchs-bedingten *Partikelfreisetzung* vom Verbrauchsmaterial der Reintechnik nur bedingt geeignet. Hingegen eignet er sich gut zur Beurteilung der Freisetzung von Faserfragmenten aus textilen Werkstoffen.



3.3 Flüssigkeits-Partikelzähler

Laser-Flüssigkeits-Partikelzähler zur Prüfung der Partikelfreisetzung von Wischmitteln und anderen Verbrauchsmaterialien der Reintechnik wie Handschuhen, Mopps und Papier nach Flüssigkeits-Immersion. Mit dieser Technik können Anzahl und Größenverteilung von Partikeln in Test-Flüssigkeiten wie DI-Wasser oder DI-Wasser-Alkohol-Gemischen schnell und problemlos analysiert werden. Flüssigkeits-Partikelzähler gehören in der Reintechnik zu den wichtigsten Geräten der Qualitäts-Sicherung. Der Zähler in unserem Labor funktioniert im Partikel-Größenbereich von 0,5-350 µm Feret-Durchmesser. Das Prüfvolumen ist mit 1-10 ml großzügig bemessen. Der Konzentrations-Bereich des Zählers beträgt 0-9.000 Part/ml. Die Flüssigkeitsentnahme beginnt automatisch nach Absenken einer Saugkanüle in das Proben-Gefäß hinein.



3- PARTIKEL-ANALYTIK



3.4 Zähler für luftgetragene Nanopartikel

Durch dieses Instrument wird der Bereich unserer Bestimmungs-Möglichkeiten für luftgetragene Partikel nach unten hin bis zu ca. 5 nm hin erweitert. Es ist uns daher nun möglich, Nanopartikel-Freisetzung auch von HiTech-Reinigungstüchern, -Handschuhen und -Papieren zu messen. Partikel in dieser Größenordnung sind Lungen-gängig. Daher ist es sinnvoll die Lungen-wirksame Oberfläche (LDSA - Lung-Deposited Surface Area) der freigesetzten Nano-Partikel direkt zu bestimmen. Gerade vor dem Hintergrund der intensiven Forschungs-Aktivitäten die überall stattfanden, um den Gefährdungsgrad durch Nanopartikel-Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz zu bewerten ist dieses Gerät von besonderer Bedeutung.



3.5 Nanopartikel im flüssigen Medium

Die Verteilung und Größenbestimmung von Nanopartikeln in flüssigen Medien ist eine Herausforderung für die moderne Messtechnik. Unser Ziel ist die Erfassung der nanometrischen Partikelinhalte in den dreidimensionalen Strukturen textiler und anderer poröser Reinigungs-Produkte. Das DLS - dynamische Licht-Streuungs-Messprinzip unseres Analysators basiert auf der Braunschen Bewegung. Aus der Fluktuation der Streulicht-Intensität kann die Teilchen-Beweglichkeit und mittels der Stokes-Einstein-Formel die Teilchengröße errechnet werden. Das Gerät erlaubt es Partikel-Größen-Bestimmungen vom unteren Nanometerbereich bis hin zu hydrodynamischen Durchmessern von wenigen Mikrometern durchzuführen. Die Probe wird als Flüssigkeitsschicht definierter Dicke direkt auf eine Glasoberfläche aufgebracht.

4- OBERFLÄCHEN-ANALYTIK



4.1 Ellipsometer

Das Instrument ermöglicht Schichtdicken-Bestimmungen auf Prüfoberflächen bis in den Sub-Monolagen-Bereich (0,5 bis 10 Nanometer) hinein. Nur so lassen sich die Effekte einer wischenden Präzisions-Reinigung mit unseren effektivsten Reinigungs-Tüchern (Microweb UDG, Sonit MDH) im Nanometer-Bereich messen. Zum Beispiel lassen sich bis zu 0,5 nm dünne filmische Verunreinigungen auf Wafer-Oberflächen bestimmen. Das Gerät ist für sog. Mapping-Scans geeignet. Im Bereich von 50 x 50 mm können auf diese Weise aufschlussreiche, nanometrische Topographien graphisch dargestellt und die Wirkungsweise wischender Reinigungs-Vorgänge im Ultraspuren-Bereich veranschaulicht werden.

4- OBERFLÄCHEN-ANALYTIK

4.2 Plasma-Reinigungsanlage

Durch kontinuierliche Energiezufuhr zu einer festen Materie erhöht sich deren Temperatur. Sie verflüssigt sich zunächst bevor sie in den gasförmigen Zustand übergeht. Bei fortgesetzter Energiezufuhr werden die Atomhüllen aufgebrochen und es entsteht ein Teilchengemisch aus negativen Elektronen und positiv geladenen Ionen - *Plasma* genannt. Auf Oberflächen befinden sich stets Verunreiniger-Schichten molekularer Größenordnung wie etwa TDH. Das Plasma bewirkt deren Auflösung. Bei der Reinheitsforschung besteht nicht selten die Notwendigkeit Beschichtungs-Experimente oder Prozeduren des wischenden Reinigens mit "absolut reinen" Oberflächen zu beginnen. Für solche Experimente sind Plasma-Generatoren und Kammern bestens geeignet. In unserem Labor können wir die Wirkung der Plasma-Reinigung mittels Laserfluoreszenz-Analyse kontrollieren.



4.3 Zentrifugale Adhäsions-Analyse

Es gibt eine im besonderen Sinne praxisnahe Prüfmethode für die Verunreinigung von Material-Oberflächen durch den Gebrauch der Systeme des wischenden Reinigens, (Reinigungstuch, Lösungsmittel, Handhabungs-Erfahrung). Dies ist die zentrifugale Adhäsions-Analyse: Ein Reinigungs-Tuch wird wischend über eine Plasma-gereinigte Prüfkörper-A-Oberfläche geführt. Dabei kommt es ggf. zur Übertragung von Textilchemie-Spuren. Nachdem diese mittels ausgewähltem Klebstoff auf ihrem Adhäsionspartner - einer Prüfkörper-B-Oberfläche - befestigt wurde, entwickelt sich ein Molekulargefüge zwischen den beteiligten Oberflächen dessen Festigkeit durch die Absprengkraft beim Zentrifugiervorgang determiniert ist, welche indirekt als Reinheitsmaß fungiert.



4.4 Quarzkristall-Mikrowaage

Eine Piezo-Elektrische Ultrafein-Waage zur Messung sehr kleiner Massen wie beispielsweise Feuchtigkeits-Filme und Wisch-Rückstände im Nanogramm-Bereich. Bereits Schichten mit wenigen Nanometern Dicke sind damit gravimetrisch bestimmbar. Durch das Aufbringen einer Masse auf ein Schwing-Quarz-Plättchen ändert sich dessen Resonanzfrequenz, die präzise mit der Masse korreliert. Wischende Reinigungs-Vorgänge hinterlassen oft nur Spuren der Verunreinigung auf den gereinigten Oberflächen. Für deren messtechnische Erfassung eignen sich Piezo-elektrische Waagen gut. Dies gilt auch für analytische Probenahmen von Material-Spuren mittels Läppchen-Abtrags und anschließender Masse-Bestimmung im ng-Bereich. Dazu sind ultrareine Textilabschnitte nötig, die frei sind von jeglichen von ihren Fasern bzw. Filamenten ablösbaren Fremd-Stoffen.



4- OBERFLÄCHEN-ANALYTIK



4.5 Tropfeneinsinkzeit-Messgerät

Die Gruppe der Polymere: Polyester, Polyamid und Polypropylen hat von Natur aus Wasser-abweisende Oberflächen. HiTech-Reinigungstücher daraus müssen daher vor Gebrauch wasseraufnahme-fähig gemacht (hydrophiliert) werden. Nur dann lassen sie sich mit wässrigen Lösungsmitteln tränken. Die Hydrophilierung geschieht durch den Eintrag nicht-ionischer Tenside in den textilen Werkstoff. So wird das Tuch zwar Wasseraufnahme-fähig aber gleichzeitig chemisch unreiner. Daher ist es geboten, für den Tensideintrag genau das rechte Maß zu bestimmen. Die *Tropfeneinsinkzeit* ist der Schlüsselparameter zur Bestimmung einer anwendungsgerechten Tensidmasse. Das Gerät eignet sich außerdem zur Bestimmung der chemischen Oberflächen-Reinheit.



4.6 Oberflächen-Rauheits-Messgerät

Rauheit ist eine Oberflächen-Gestalt-Abweichung, die in DIN 4760 gegliedert spezifiziert ist. Sie ist wichtiges Merkmal, wenn die Rauheit einer Materialoberfläche durch Reibung an einer anderen mehr oder weniger Material-Abrieb erzeugt. Topographien werden bei uns durch Diamantnadel-Abtastung aber z. B. in Forschungsinstituten auch berührungslos mittels Weißlicht-Interferometrie und Laser-Profilometrie gemessen. Die Reinigungs-Effektivität von Reinigungstüchern, Vliesstoffen und Schaumstoffen ist in hohem Maße bestimmt von der Rauheit der zu reinigenden Oberfläche. Die ISO 1302 ist in Deutschland die gültige Norm zur Angabe der Beschaffenheit von Werkstück-Oberflächen. Prüfungen des Wischmittel-Abriebs erfolgen in unserem Labor auf Oberflächen deren Topographie nach den oben angeführten Normen spezifiziert sind.

5- MECHANISCHE UND ELEKTRISCHE TEXTIL-PRÜFUNG



5.1 Höchstzugkraft- / Dehnungs-Messgerät

Die Reiß-Kraft und -Dehnung von Textilien und Papieren lassen sich mit diesem Gerät gemäß Zugversuch nach DIN EN ISO 13934-1 und 2 problemlos durchführen. Dazu wird der Prüfling zunehmend belastet und gleichzeitig die Dehnung gemessen. Die Prüfung endet, wenn der Prüfling reißt. Diese Prüfung ist eigentlich für Gewebe gedacht. Vliesstoffe sollten nach DIN EN ISO 9073-18:2008-08 Textilien-Prüfverfahren für Vliesstoffe Teil 18: Bestimmung der Höchstzugkraft und Höchstzugkraftdehnung von Vliesstoffen mit dem Grab-Zugversuch durchgeführt werden.

5- MECHANISCHE UND ELEKTRISCHE TEXTIL-PRÜFUNG

5.2 Mechanisches Dicken-Messgerät

Ein Gerät zur Bestimmung der Dicke von textilen Werkstoffen, Schaumstoffen und Papieren. Der Prüfling wird dazu während der Abstand-Messung kurzzeitig mit einem Prüf-Gewicht von definierter Auflagefläche beaufschlagt, um eine hohe Reproduzierbarkeit der Messung zu gewährleisten und sicherzustellen, dass der Faserflor auf der Oberfläche textiler Werkstoffe die Messung nicht in unzulässiger Weise verfälscht. Die Papierdicke hingegen wird nach DIN EN ISO 534 bestimmt. Dabei wird aus 20 Einzelwerten ein Mittelwert gebildet. Das Gerät eignet sich auch für Dicken-Messungen nach ASTM. Das Gerät kann mittels einer Präzisions-Fühlerlehre mit 20 Blatt kalibriert werden.



5.3 Elektrischer Oberflächen-Widerstand

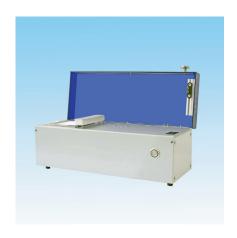
Der elektrischen Oberflächen-Widerstand textiler Flächengebilde und von Papier kann ein Maß für deren elektrostatische Ableit-Fähigkeit bzw. Aufladbarkeit sein. Da die Grundmaterialien von HiTech-Reinigungstüchern und Reinraum-Papieren elektrische Nichtleiter sind, handelt es sich um sehr hohe Widerstände bis zu 10¹⁵ Ohm. Beispielsweise nimmt dieser Widerstand durch erhöhte Umgebungs-Feuchte jedoch rapide ab. Die abgebildete Widerstands-Meßbrücke wird auch zu Dielektrikums-Versuchen im Zusammenhang mit der Aufladbarkeit poröser Werkstoffe, insbesondere Papier und Vliesstoffe eingesetzt.



5.4 Elektrostatische Reinheitsmessung nach Labuda

Der elektrische Entladungsquotient nach definierter elektrostatischer Aufladung korreliert bei elektrisch aufladbaren textilen Werkstoffen mit deren chemischer Materialreinheit bzw. deren Auswaschzustand. Voraussetzungen der Messung sind konstante Material- und Umgebungsfeuchte-Werte. Das bedeutet: Flächengebilde verlieren innerhalb von einer definierten Messzeit je weniger an elektrischer Ladung desto reiner sie sind.

Unser Prüflabor hat auf der Grundlage dieser Erkenntnis ein Prüfverfahren für die chemische Materialreinheit unserer Tücher erarbeitet. Die Methode wurde in unserem Labor zwei Jahre lang auch auf der Grundlage gezielt verunreinigter Prüflinge geprüft und für ausreichend genau befunden.



5- MECHANISCHE UND ELEKTRISCHE TEXTIL-PRÜFUNG



5.5 Rotations-Voltmeter (Feldmühle)

Beschrieben wird ein Gerät zur Messung elektrostatischer Felder. Es funktioniert auf Basis der Feldstärke und der durch Influenz hervorgerufenen Flächenladungsdichte. An der Vorderseite der Feldmühle befindet sich ein rotierendes Flügelrad, welches Fensteröffnungen periodisch freigibt und wieder verschließt. Auf diese Weise kann sich die Sensorelektrode hinter dem Flügelrad durch Influenz des externen elektrischen Feldes abwechselnd auf und entladen. Das Messprinzip ermöglicht es, den elektrostatischen Feldern keine Energie zu entnehmen, so dass bei der Messung kein Strom fließt. Es wird die elektrische Feldstärke in Volt pro Meter gemessen. Die Feldmühle wird zur Messung in der Nähe befindlicher Oberflächenladungen eingesetzt, die es normalerweise zu vermeiden gilt. So beispielsweise beim Auspacken elektrischer Schaltkreise aus ihrer Verpackung, die erfahrungsgemäß schon durch geringe elektrische Entladungen Schaden nehmen können.



5.6 Klimakammer

Eine Klimakammer ist ein hermetisch abgeschlossener Raum, in dem über einen längeren Zeitraum hinweg vorbestimmte Klimata (Temperatur und Feuchte) aufrechterhalten werden unter deren Einfluss eine technische Prüfung durchgeführt wird. Es ist so, dass bei vielen technischen Prüfungen das Klima unter welchem sie stattfinden von großer Bedeutung für die Genauigkeit des Prüfergebnisses ist. So verändern textile Werkstoffe und Papier beispielsweise ihre technischen Daten - insbesondere ihren elektrischen Oberflächen-Widerstand - sehr stark in Abhängigkeit vom Umgebungsklima. Wir testen daher unsere textilen Produkte normalerweise bei Normklima nach DIN EN ISO 139 bei 20 +/- 2 °C und 65 % +/- 4 % relativer Feuchte. Bevor technische Produkte vollends akklimatisiert sind, müssen Sie sich je nach Art bis zu 24 Stunden in dem Prüfklima befunden haben.

6- REINHEITS-PRÜFSYSTEME



6.1 Linear-Wischsimulator Mark I

Simulator zur Durchführung reproduzierbarer Wischvorgänge zur wissenschaftlichen Untersuchung des Masse-Abtrags gezielt verunreinigter Oberflächen. Dazu gehören Glas-, Metall- und Kunststoff-Platten als auch unterschiedliches Verunreiniger-Material. Beispielsweise kann der Abtrag von partikulären und filmischen Verunreinigungen sowie deren Rück-Übertragung auf Objekt-Oberflächen im Rahmen wischender Reinigungsprozeduren untersucht werden. Auch die Einflüsse der Wisch-Geschwindigkeit und des Vertikaldrucks auf die Reinigungs-Effektivität von HiTech-Reinigungs-Tüchern lassen sich so sehr gut untersuchen.

6- REINHEITS-PRÜFSYSTEME

6.2 Linear-Wischsimulator Mark II-A

Der Linear-Wischsimulator Typ MarkII-A mit einer Gleitplatte aus Glas kann wahlweise mit einer metallischen Gleitplatte versehen werden (Typ MarkII-B). In derselben befindet sich eine Ausnehmung für die passgerechte Aufnahme hochgradig reiner oder gezielt verunreinigter Schwingquarz-Plättchen. Das Plättchen ist auf die Quarzwaage Typ QCM-200 (siehe Seite 14) abgestimmt. Die gezielte Verunreinigung der metallischen Gleitplatte oder aber der Oberfläche des Quarz-Plättchens ist gefolgt von einer wischenden Reinigungs-Prozedur mittels HiTech-Reinigungstüchern unterschiedlicher Beschaffenheit. Eine Besonderheit dieses Systems ist es, dass unterhalb einer transparenten Prüf-Oberfläche eine Hochgeschwindigkeits-Kamera mit der Bewegung des Prüflings synchronisiert werden kann.



6.3 Rotations-Wischsimulator Mark II nach Labuda

Der Simulator wurde von Labuda und Schöttle mit dem Ziel entwickelt, den Partikel- und Faserabrieb von Wischmitteln und Schaumstoffen bei wischenden Reinigungsvorgängen über Oberflächen erhöhter Rauheit und speziellen Topographien zu bestimmen. Das Prinzip funktioniert mit vier Schalen aus V4A Stahl, deren Boden jeweils eine höhere Rauigkeit-Stufe aufweist. Darin bewegt sich der mit einer Tuchprobe bespannte Rotor, welcher unter definiertem Druck steht. Nach einer vorbestimmten Anzahl von Rotationen wird die Schale mit den darin enthaltenen abgeriebenen Teilchen aus dem Simulator entfernt und mit partikelfreiem DE Wasser aufgefüllt. Das DE Wasser wird entweder mikroskopisch oder mithilfe eines Flüssigkeits-Partikelzählers auf die Anzahl und Verteilung von Partikeln hin untersucht.



6.4 Rotations-Wischsimulator Mark III nach Labuda

Labuda und Schöttle haben im Jahre 2007 den Rotations-Wischsimulator Mark III vorgestellt, mit dem die Messung der Reinigungs-Effektivität von unterschiedlichen HiTech-Reinigungs-Tüchern nun für niederviskose Verunreinigungen (Mineralöl) möglich ist. Eine rotierende Walze aus VA-Stahl und von definierter Oberflächen-Rauigkeit wird durch Auftrag eines dünnen Ölfilms gezielt verunreinigt. Der Abtrag des Ölfilms durch ein an die rotierende Walze angepresstes Reinigungstuch (Prüfling) wird kontinuierlich mittels Laser-Fluoreszenz-Messung gemessen. Mit der gleichen Apparatur ist es außerdem möglich, die Reinigungs-Effektivität von HiTech-Reinigungstüchern pro Zeiteinheit zu bestimmen. So können erstmalig Leistungsparameter für Reinigungs-Tücher definiert werden. Dadurch lassen sich HiTech-Reinigungstüchern klassifizieren.



6- REINHEITS-PRÜFSYSTEME



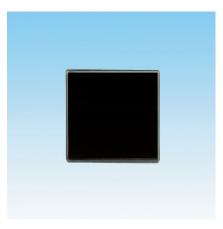
6.5 Walk-Simulator Mark I nach Schöttle und Labuda

Labuda und Schöttle entwickelten in den vergangenen 30 Jahren verschiedene Simulatoren zur Bestimmung der Handhabungs-induzierten Partikelfreisetzung von Reintechnik-Verbrauchsmaterial. Der Fokus bei der Entwicklung lag auf der realitätsnahen und reproduzierbaren Simulation verschiedener Handhabungs-Schritte von HiTech-Reinigungstüchern und -Papier. Anhand der Ergebnisse kann bei Reinigungs-Anwendungen wie beispielsweise bei Wischvorgängen über Kanten und topographisch spezielle Oberflächen das passende HiTech-Reinigungstuch ausgewählt werden. So ermöglicht die Prüfung mit dem Walk-Simulator Mark I Reinigungs-Tücher mit unbefestigten Kanten zu testen bei denen die Freisetzung großer Partikel und Faserfragmente einen größeren Anteil an der Gesamt-Partikelfreisetzung hat.



6.6 Streulicht Partikel-Visualisierung *NEU*

Duale Schräglicht-Lampe zur Visualisierung von Partikeln, Faserfragmenten und Material-Abdrücken auf Kollektor-Platten (1) und beliebigen glatten Oberflächen (2). Mit dieser Lampe kann auf einfache und schnelle Weise die Partikel-Abgabe von verschiedenen HiTech-Tüchern untersucht werden. Ggf. kann auch der Verdampfungs-Rückstand von Lösungsmitteln sichtbar gemacht werden. Das Gerät wird idealerweise mit der CC-Kollektorplatte CC 900 kombiniert. Das Gerät lässt sich zudem auf der Bühne eines Mikroskops platzieren, so dass die auf der Kollektor-Platte befindlichen Teilchen, Spuren etc. betrachtet und fotografisch registriert oder auch automatisch gezählt werden können.



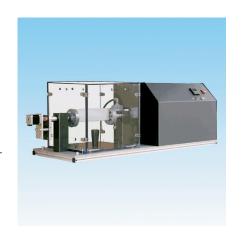
6.7 Kollektor-Platte CC 900

Vielseitig einsetzbare Kollektor-Glas-Platte mit schwarzem Hintergrund zur Visualisierung von Sedimentations- und Abdruck-Partikeln, filmischen Kontaminationen, Material-Abdrücken, Trocknungs-Rückständen und TDH. Die Visualisierung kann z. B. mit dem Lichtmikroskop bei Dunkelfeld-, Fluoreszenz- oder im DIC-Kontrast erfolgen. Labuda et al. haben für die CC-Kollektorplatte eine Prüfmethode beschrieben, mit der u. a. die textile Reinheit von HiTech-Reinigungstüchern im Anlieferungs-Zustand beurteilt werden kann. Die Kollektor-Platte kann auch gezielt verunreinigt werden, etwa mit einem dünnen Öl- oder Fettfilm und nach einem wischenden Reinigungsvorgang kann die Reinigungs-Effektivität des entsprechenden Wischmittels analysiert werden.

6- REINHEITS-PRÜFSYSTEME

6.8 Partikel-Freisetzungs-Simulator

Simulation der Partikel-Freisetzung von porösen Werkstoffen wie Reinigungs-Tüchern durch Kleinwinkel-Agitation. Messkammer zur Simulation der Partikel-Freisetzung von HiTech-Reinigungstüchern und anderen Reinheits-basierten textilen Flächengebilden unter verschiedenen mechanischen Stress-Bedingungen. Durch die Kleinwinkel-Agitation des Prüflings um +/- 30 Grad bei abgestuften Oszillations-Geschwindigkeiten können Rückschlüsse auf die Gebrauchs-Partikel-Freisetzung gezogen werden. Die Partikelzahl-Bestimmung erfolgt mittels unterschiedlicher Luftpartikel-Zähler bis in den nm-Bereich hinein.



6.9 Ultraschallreinigungs-Prüfmaschine

Eine mögliche Dekontaminationsart von Polyester-Gestrick zum Zweck der Herstellung reiner Hi-Tech-Tücher ist die Ultraschallreinigung anstelle rotativer Trommel-Wasch- und Trocknungsverfahren. Ein amerikanisches Unternehmen berichtet, man fertige dort HiTech-Reinigungstücher aus Polyester-Gestrick weitgehend automatisch. Ein europäisches Patent (EP2739777A1 - Anmelder Illinois Tool Works) ist bis zum 30.7.2032 in Kraft. Wir haben unsere Ultraschall-Prüfmaschine bauen lassen um generell Einsicht in Ultraschall-gestützte Dekontaminations-Prozesse zu gewinnen. Nachdem wir bereits 2002 eine automatische Bahnwasch- und Trocknungsanlage in Betrieb genommen hatten, konnten wir damals mehr Nach- als Vorteile im Vergleich mit der Trommelreinigung feststellen und demontierten die Anlage wieder. Das Gleiche sehen wir bei uns bisher noch für die automatische Ultraschall-Reinigung.



NACHWORT

Wir werden von unseren Kunden immer wieder gefragt wozu wir eigentlich ein solch umfangreich ausgestattetes Labor brauchen. Die Gründe dafür sind vielfältig, stehen jedoch zumeist im Zusammenhang mit der Erstellung physikalischer und chemischer Daten betreffend unsere eigenen Produkte. Und ein wenig spielt da wohl auch die angeborene Analytik-Freude des Firmen-Gründers und einiger seiner Mitarbeiter mit.

Haupt-Einsatzgebiet ist die Qualitäts-Kontrolle der von uns gefertigten Produkte. Die Qualitäts-Regelkarte für unser Fein-Reinigungstuch Sonit® MDM haben wir beispielsweise vor einigen Monaten für jedermann sichtbar ins Internet gestellt (www.cleanboss.de Qualität).

Seit Neuestem geben wir auch jungen Wissenschaftlern der TH Lübeck und anderer Hochschulen die Möglichkeit in unseren Labors ihre Bachelor- oder Master-Arbeit zu schreiben und dabei unser Instrumentarium zu nutzen. Im Rahmen einer Video-Konferenz hat dort gerade unsere Studien-Absolventin Lea E. ihre mündliche Prüfung abgelegt und ihr Bachelor-Examen mit der Note 1,2 bestanden.

Ein wesentliches Argument für die Unterhaltung eines solchen Labors ist auch, dass wir mit unseren HiTech-Reinigungs-Tüchern vor allem Anwender beliefern, denen Textil-Technologien fremd sind. Daher besitzen sie in der Regel auch keine Prüftechnik dafür, keine ausgebildeten Textilprüfer und kein geeignetes analytisches Instrumentarium. Immer wieder einmal haben Anwender von Reinraumtechnik-Verbrauchsmaterial zwar auch Probleme mit dem Einsatz von textilem Verbrauchsma-

terial (HiTech-Tücher, Bekleidung, Atemmasken). Aber derartige Probleme treten selten auf, so dass es sich für die Anwender kaum lohnen würde dafür spezielle Prüfgeräte anzuschaffen und Prüfpersonal auszubilden. Dann stehen wir von Clear & Clean den Anwendern zur Seite.

Gegebenenfalls besuchen wir sie vor Ort und können zumeist aufgrund unserer 40 Jahre währenden Erfahrung sehr schnell weiterhelfen. Wir müssen uns nicht erst einarbeiten - bei uns sind die Geräte, die Messmethoden und die Prüferfahrung schon vorhanden. Das bezieht sich auch und insbesondere auf eine ganze Reihe bei uns entwickelter Prüf-Simulatoren.

Nicht zuletzt möchten wir auch testen was unsere Mitbewerber entwickeln und unserem Markt zu bieten haben. Ihre Produkte sind zumeist Ostasien-Importe. Deren Qualität muss nicht immer schlecht sein, unterliegt aber in vielen Fällen keiner fortlaufenden Qualitätskontrolle mit Offenlegung der Qualitätsdaten. Aus diesen Gründen beginnen jetzt einige deutsche Ostasien-Importeure mit dem Aufbau kleiner Testlabors in ihren Büros und stellen dann ein "Certificate of Compliance" aus.

Schließlich ist es unsere Produkt-Entwicklung, die heute öfter als zuvor im Rahmen der HighEnd-Technologien tätig wird und daher mit den Herausforderungen der Ultraspuren-Analytik nun auch für extra-terrestrische Anwendungen konfrontiert ist. Es gibt also ständig Arbeit für unser Forschungs- und Prüflabor.