

Nachhaltiges Wachstum

Polyurethan (PUR): Effizienzsteigerungen im Ressourcenverbrauch und in der Produktion

Zentrales Thema in allen Polyurethan-Anwendungen ist die Umstellung der bisherigen Linearökonomie auf eine Kreislaufwirtschaft und der Einsatz von nachhaltigen Rohstoffen für die Herstellung dieses Kunststoffs. Dafür setzen die Hersteller unter anderem auf biobasierte Rohstoffe, chemisches Recycling und verwenden CO₂ als Synthesebaustein. Digitalisierung, Elektromobilität, autonomes Fahren und die Baubranche treiben außerdem die PUR-Entwicklung voran.



Dämmplatten und Metall-Verbundelemente sind die Haupteinsatzgebiete von PUR in der Baubranche. Da Gebäude für 40 % des weltweiten Energieverbrauchs verantwortlich sind, können durch effizientere Materialien große Einsparungen erzielt werden, etwa durch verbesserte Dämmstoffe

© Covestro

Die weltweite Nachfrage nach Polyurethan (PUR) erlebte 2019 einen kräftigen Schub, der über dem langfristigen mittleren Wachstum von ca. 5 % pro Jahr lag. Die Folge war ein Absatzrekord in Höhe von ca. 22 Mio. t. Besonders stark war das Wachstum in China, aber auch in den restlichen asiatisch-pazifischen Ländern und der Region EMEA (Europa, Naher Osten, Afrika) legte der Absatz kräftig zu. Dagegen kühlte sich das Wachstum in Nord- und Lateinamerika merklich ab. Die über Jahre hinweg sehr hohen Absatzsteigerungen in den asiatisch-pazifischen Ländern haben dazu geführt, dass die Region APAC (engl. Asia Pacific) 2019 mit rund 11 Mio. t erstmals für etwas mehr als die

Hälfte des globalen PUR-Verbrauchs verantwortlich war. Auf den Plätzen zwei und drei folgten EMEA mit knapp 30 % sowie Nord- und Lateinamerika mit fast 20 %.

Ein Grund für die gute Entwicklung des PUR-Markts war, dass der schwächelnde Automobilabsatz PUR weniger stark traf als andere Kunststoffe. Mit dem PUR-Markt ist dabei die Mengensumme aus allen Isocyanaten und Polyolen gemeint, die in der PUR-Herstellung eingesetzt wurden. Wermutstropfen des guten Wachstums ist der bereits 2018 einsetzende Preisverfall, der sich 2019 fortsetzte und durch die Coronakrise in diesem Jahr noch einmal verstärkt wird. Das schmälert die Margen der PUR-Rohstoffanbieter sehr stark. Die

Covid-19-Pandemie ließ die PUR-Nachfrage in den ersten Monaten 2020 zuerst in China, dann in Europa und den USA einbrechen. Doch bereits im Mai nahm die Wirtschaft in China und damit die Auslastung der dortigen PUR-Rohstoffanbieter wieder an Fahrt auf. Zu erwarten ist, dass diese Erholung zeitlich versetzt auch in Europa und den USA einsetzen wird. Die Hoffnungen ruhen vor allem auf der Baubranche: PUR-Wärmedämmwendungen könnten die deutlichen Nachfragerückgänge z.B. in der Automobil- und Möbelindustrie abmildern. Mittelfristig geht die Covestro AG, Leverkusen, von einem robusten Wachstum des PUR-Weltmarkts in Höhe von etwa 4 % pro Jahr aus.



Bild 1. Durch die Eröffnung der neuen MDI-Anlage zählt der Standort Brunsbüttel zu den drei europaweit größten Produktionsstandorten für dieses PUR-Vorprodukt © Covestro

Die Kapazitäten der PUR-Vorprodukte Diphenylmethan-Diisocyanat (MDI) und Toluol-Diisocyanat (TDI) werden weltweit ausgebaut. Covestro hat z. B. Anfang 2020 seine MDI-Kapazitäten in Brunsbüttel auf 400 000 t/a verdoppelt (**Bild 1**). Die für 2023 vorgesehene Erweiterung der MDI-Produktion des Unternehmens in Taragona, Spanien, um 50 000 auf 220 000 t/a, läuft ebenfalls nach Plan. Zwar hat Covestro den Bau einer neuen World-Scale-MDI-Anlage im texanischen Baytown mit einer Kapazität von 500 000 t/a verschoben, plant aber weiterhin den Ausbau der MDI-Kapazitäten in den USA. Die BASF SE, Ludwigshafen, hat in Geismar, Louisiana/USA, planmäßig die zweite Phase des schrittweisen Ausbaus der MDI-Produktion von 300 000 auf 600 000 t/a begonnen. Dagegen hat Wanhua, Yantai/China, ein geplantes Investment in eine MDI-Anlage mit 400 000 t Jahreskapazität in Convent im US-Bundesstaat Louisiana zurückgezogen und zur Begründung stark gestiegene Kosten angeführt. In China verfolgt Wanhua allerdings unverändert ambitionierte Ausbaupläne. Die MDI-Kapazitäten in Yantai und Ningbo sollen z. B. um insgesamt 800 000 t/a erweitert werden. Darüber hinaus übernimmt Wanhua im Rah-

men eines im März 2020 gegründeten Joint-Ventures mit dem lokalen Partner Fujian Petrochemical, Quanzhou, ein in Fuzhou geplantes Projekt einer neuen MDI-Anlage mit 400 000 t/a Kapazität. Die Kooperation sieht außerdem die Übernahme einer TDI-Anlage, inklusive der geplanten Kapazitätserweiterung von 100 000 auf 250 000 t/a, von Fujian Southeast Electrochemical in Fuzhou vor. Diese Akquisition könnte der Beginn einer Konsolidierung unter den TDI-Anbietern in China sein.

Digitale Geschäftsmodelle

In der Herstellung und Verarbeitung von PUR-Rohstoffen und -Systemen, in der Kundenkommunikation, aber auch im Vertrieb schreitet die Digitalisierung schnell voran. Covestro kooperiert dazu z. B. mit Hochschulen und anderen Unternehmen. Kürzlich wurde dazu etwa gemeinsam mit der Bayer AG, Leverkusen, und der Evonik AG, Essen, die „Chemalytix“ genannte Konferenz für Datenwissenschaft in der Chemie ins Leben gerufen. Diskutiert wurde auf dieser u. a., wie sich die Digitalisierung über die gesamte chemische Wertschöpfungskette nutzen lässt, um die Forschung, Produktion und »



Bild 2. Matratzen sind für eine große Menge des Weichschaum-Abfalls verantwortlich. Viele PUR-Hersteller arbeiten deshalb an Möglichkeiten, sie chemisch zu recyceln und erneut für die Herstellung von PUR zu verwenden

© Covestro

Die Autoren

Reinhard Albers ist Head of Application Development Rigid Foam for Cooling Devices EMEA bei Covestro.

Dr. Lutz Brassat ist Head of Application Development Flexible Foam and Raw Materials EMEA bei Covestro.

Dr. Andreas Chrisochou betreut die Marktforschung für Polyurethane bei Covestro.

Klaus Franken ist Head of Processing Development und Project Lead for the EMEA Wind Blade Infusion System bei Covestro.

Persefoni Hilken arbeitet als Venture Managerin für cardyon bei Covestro.

Dr. Florian Hupka ist Head of Rigid Foam for Metal Sandwich Panels and Insulation Boards bei Covestro.

Bert Kleczewski arbeitet als Development Chemist Automotive Systems and Composites bei Covestro;
bert.kleczewski@covestro.com

Dr. Catherine Lövenich ist Senior Project Manager Chemolysis bei Covestro.

Datenbasis und Quellen

Alle Marktangaben basieren auf Erhebungen und Einschätzungen von Covestro. Die darüber hinausgehenden Informationen zu Investitionen und technischen Entwicklungen stammen aus dem eigenen Haus bzw. beruhen auf Presse-Informationen der genannten Unternehmen.

Service

Digitalversion

- » Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/2020-10

English Version

- » Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com



Bild 3. Covestro hat mit Industriepartnern eine Material- und Fertigungslösung für die effiziente Produktion von Rotorblättern für Windkraftanlagen entwickelt. Dadurch sind längere und leichtere Rotorblätter möglich. Sie werden bereits kommerziell in China gefertigt © Covestro



Bild 4. Beim PrivacyDome, einer herausfahrbaren Kuppel, sorgt das PUR-System Baynat von Covestro für eine wirkungsvolle Schalldämpfung. Bei Elektrofahrzeugen und autonom fahrenden Automobilen spielt die Geräuschminderung eine sehr wichtige Rolle © Covestro

den Kundenkontakt zu verbessern und zu nachhaltigeren Produkten zu kommen.

Covestro nutzt außerdem bereits ein integriertes Datenmanagement, um Prozesse etwa in der Herstellung von Weichschaumrohstoffen effizienter zu gestalten und die Anlagenauslastung durch mobile Wartung zu steigern. Für viskoelastische PUR-Schäume wurde kürzlich ein digitaler Rezepturfinder eingerichtet, mit dem Hersteller geeignete Rohstoff-Formulierungen für avisierte physikalische Schaumeigenschaften berechnen können. Mit diesem lassen sich aber auch für vorgegebene Rezepturen die Schaumeigenschaften ermitteln. Das Tool hilft, Zeit, Material und Kosten in der Entwicklung zu sparen.

Immer wichtiger werden außerdem digitale Geschäftsmodelle. Ab sofort können Kunden von Covestro über den Covestro Direct Store auf einer neuen Web-Plattform (covestro.asellion.com) rund um die Uhr und mit nur wenigen Klicks Geschäfte abschließen. Der Vertriebskanal läuft auf der Plattform Asellion, die auch für weitere Webshops ausgelegt ist. Außerdem vermarktet Covestro inzwischen u.a. PUR-Rohstoffe und -Systeme für Schäume über eigene Webshops auf an-

deren B2B-Vertriebsplattformen von Drittanbietern wie „1688.com“ von Alibaba.

Projekte zum chemischen Recycling

Die Kreislaufwirtschaft entwickelt sich weltweit zu einem industriellen Leitprinzip. Auch die Hersteller von PUR-Produkten und -Rohstoffen haben Technologien und Verfahren entwickelt, die einen umweltfreundlicheren Umgang mit dem Material ermöglichen. Covestro arbeitet etwa intensiv daran, nachhaltigere Rohstoffe wie Altprodukte, Abfälle, Biomasse und CO₂ einzusetzen, sich auf langlebige und recycelbare Produkte zu fokussieren und vor allem chemische Recycling-Verfahren zu nutzen, die eine Wiederverwertung von Kunststoffen besonders aus Post-Consumer-Abfällen (PCR) ermöglichen.

Ein Beispiel für letzteres ist das europaweite Projekt PUREsmart, in dem sich neun Unternehmen und akademische Einrichtungen engagieren. Ziel des Vorhabens ist es, u.a. PUR-Weichschaumabfälle, die in großen Mengen etwa in Form von Matratzen (**Bild 2**) und Polstern anfallen, chemisch in hochwertige Rohstoffe zurückzuverwandeln, die anschließend erneut in PUR-

Systemen genutzt werden können. Neben spektroskopisch basierten Technologien zur effizienten Sortierung der verschiedenen PUR-Schaumarten werden neue Monomere für PUR-Systeme entwickelt, die thermisch reversible chemische Bindungen eingehen und daher ähnlich wie Thermoplaste rein thermisch wiederaufbereitet werden können (CAPU, Covalent Adaptable Polyurethanes). Außerdem arbeiten die Teilnehmer an Chemolyseverfahren, mit denen sich aus Schäumen massenbilanziert reine PUR-Rohstoffe zurückgewinnen lassen. Aufgabe von Covestro in dem Projekt ist es u.a., für dieses chemische Recycling einen effizienten industriellen Prozess zu entwickeln.

CO₂ als Rohstoff nutzen

Andere Hersteller arbeiten ebenfalls an der Chemolyse von Weichschaum. Dow, Midland/USA, hat z.B. im Juni diesen Jahres in eine entsprechende Produktionsanlage im Rahmen des „Renova Mattress Recycling Programms“ investiert.

CO₂ ist ein gutes Beispiel für einen alternativen, nachhaltigeren Rohstoff, der die Abhängigkeit von fossilen Ressourcen im Sinne der Kreislaufwirtschaft verringert. Gemeinsam mit der RWTH Aachen hat Covestro eine Technologie entwickelt, die das an sich reaktionsträge Gas zum Aufbau von Kunststoffen nutzt (siehe **Kunststoffe** 1/20, S. 68 – 71). Covestro produziert damit bereits in seinem Werk in Dormagen im industriellen Maßstab die Polyole cardyon. Sie enthalten bis zu 20 % chemisch gebundenes CO₂ und



www.elkom.de

Heizplatten - Kühlplatten
Heiztische - Kühlische - Vakuum

Tel.: +49 5731 - 77820
Fax: +49 5731 - 778212
Mail: elkom@elkom.de

kommen inzwischen in der kommerziellen Herstellung u.a. von Weichschäumen für Matratzen zum Einsatz. Mit der CO₂-Technologie haben es Covestro und die RWTH Aachen kürzlich unter die drei Finalisten des renommierten Deutschen Zukunftspreises 2019 geschafft.

PUR als Laminatmatrix für Rotorblätter von Windkraftanlagen ist schon länger Gegenstand intensiver Entwicklungsarbeit. Anstoß dafür waren vor allem der Trend zu längeren, leichteren und damit leistungsfähigeren Rotorblättern und das Bestreben, die Windenergie durch geringere Herstellungskosten der Windkraftanlagen noch wettbewerbsfähiger zu machen. Inzwischen schreitet die Kommerzialisierung von PUR für Rotorblätter besonders in China voran (Bild 3). Zum Einsatz kommt dabei z.B. ein PUR-Harzesystem auf Basis der Isocyanat-Komponenten Baydur 78BD085 und Desmodur 44CP20 von Covestro, das u.a. über eine DNV-GL-Zertifizierung (Det Norske Veritas – Germanischer Lloyd) verfügt. Dieser In-

dustriestandard für die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit von Windenergieanlagen ist weltweit ein wichtiges Kriterium für die Verwendung derartiger Harze in Rotorblättern.

Epoxidharz in der Windkraft ersetzen

Die PUR-Harze werden im Vakuuminfusionsverfahren verarbeitet und verkürzen wegen ihrer niedrigeren Anfangsviskosität im Vergleich zu herkömmlichen Epoxidharzen deutlich die Infusion. Hinzu kommt, dass PUR-Harz schneller vor- und aushärtet. Beides führt zu einer effizienteren Produktion. Welche Vorteile PUR bei den Eigenschaften der Rotorblätter bietet, haben Covestro und Windnovation, Berlin, in einer Studie an der Rotorblattbauform SR552-2 evaluiert. Schon ein reiner 1:1-Austausch von Epoxid- gegen ein PUR-Harz ergibt eine leichte Gewichtsersparnis gepaart mit einer geringeren Durchbiegung des Rotorblatts bzw. einer höheren Stabilität und einer geringeren

Wahrscheinlichkeit eines Zwischenfaserbruchs (Interfibre Failure, IFF). Wird das Rotorblatt zusätzlich strukturell mithilfe der mechanischen Vorteile von PUR verbessert, beträgt die Gewichtsersparnis 5 %. Die Folge sind geringere Ermüdungslasten, weshalb nicht nur das Rotorblatt, sondern auch andere Anlagenteile wie die Nabe leichter ausgelegt und die Rotorblattlänge erhöht werden kann.

Die Entwicklung von PUR-Systemen für Automobile steht ganz im Zeichen der Trends Elektromobilität, autonomes Fahren und nachhaltige Materialien. Das Interieur des Fahrzeugs der Zukunft verwandelt sich in einen mobilen Lebens- und Arbeitsraum, in dem die Passagiere nicht durch Lärm wie Abroll-, Wind- und Antriebsgeräusche gestört werden sollen. Die Schallisolierung wird daher künftig noch wichtiger, etwa im Bereich der Stirnwand, des Laderaums und der Türen. Halbhartes, in ihrer akustischen Dämpfung optimierte PUR-Schaumstoffe stellen dafür eine gewichtsoptimierte Lösung dar. Fast alle »

The advertisement features a central globe with a blue overlay containing a yellow and white icon of a piston and a blue box with the text "63 kN – 1250 kN" and "Schließkraft". Surrounding the globe are various BOY spritzgiessautomaten models, each labeled with its name:

- BOY 25 E HV
- BOY XS V
- BOY 2C XS - L
- BOY XXS
- BOY XS
- BOY 25 E VV
- BOY 25 E VH
- BOY 25 E
- BOY 35 E
- BOY 35 E VV
- BOY 35 E HV
- BOY 35 E VH
- BOY 50 E - BOY 60 E
- BOY 60 E VV
- BOY 80 E - BOY 100 E
- BOY 125 E

A yellow "NEU" (New) badge is placed next to the BOY 60 E VV model.

BOY®

Spritzgiessautomaten

**Die
Welt der
Spritzgieß-
technik
bis
1.250 kN**

Dr. Boy GmbH & Co. KG
Tel.: +49(0)2683 307-0
info@dr-boy.de
www.dr-boy.de

Bild 5. Bei der Türverkleidung des Konzeptfahrzeugs „LQ“ wurde ein PUR von Covestro mit Kenaf-Fasern verstärkt. Sie ist deshalb um 30 % leichter als bisherige Modelle © Toyota



PUR-Anbieter haben entsprechende Materialien im Sortiment (**Bild 4**). Angeboten werden z.B. selbsttragende PUR-Schäume, die sich in der Formgebung exakt an komplexe Einbausituationen anpassen lassen. Sie sind phenolfrei, emissions- und geruchsarm und wirtschaftlich in kurzen Zykluszeiten verarbeitbar. Sie erfüllen den Brandtest UL94 des US-Prüfinstituts Un-

derwriters Laboratories, Northbrook/Illinois, mit der besten Klassifizierung V-0. Außerdem wirken sie nicht nur akustisch, sondern auch thermisch dämmend.

Autonome Fahrzeuge werden auch die Ansprüche an Oberflächen im Fahrzeuginterieur erhöhen. Davon sind klassische Anwendungen von PUR wie Dachhimmel, Türverkleidungen und Bereiche

des Cockpits wie Instrumententafelträger und Mittelkonsolen unmittelbar betroffen. Die PUR-Hersteller arbeiten in Zusammenarbeit mit OEM und Zulieferern an Lösungen, die etwa die fugenlose Integration von Displays, Schaltern und Ambientlicht in Dachhimmel und Türverkleidungen ermöglichen und hohe Ansprüche an Komfort und Design in Kombination mit einem hohen Grad an Funktionsintegration erfüllen. Gleichzeitig müssen die Oberflächen eine sehr gute Berühr- und Druckhaptik besitzen. Das gelingt z.B. mit hinterschäumbaren PUR-Sprühhäuten.

Biobasiert mit gleichen Eigenschaften

Mehr Nachhaltigkeit ist im Automobilbau u. a. mit teilweise biobasierten PUR-Werkstoffen erreichbar. Ihr Einsatz schont Ressourcen. Eine große Herausforderung ist dabei, dass diese Materialien in ihren Eigenschaften möglichst mit konventionellen Werkstoffen vergleichbar, wenn nicht sogar besser sein müssen. Außerdem müssen sie in bestehenden Prozessen wirtschaftlich verarbeitbar sein. Fast alle großen PUR-Anbieter haben mittlerweile entsprechende PUR-Systeme im Sortiment. Oft ist dabei die Polyol-Komponente teilweise biobasiert. Angeboten werden z.B. hochelastische und halbhart Schäume für schalldämmende Anwendungen wie Teppich-Inlays, Radkasten- und Mittelunnelverkleidungen, semiflexible Schäume für Kopfstützen, Armlehnen und Mittelkonsolen sowie halbhart Füllschäume für den Softtouch etwa von Instrumententafeln und Türverkleidungen.

Auch der Einsatz teilweise biobasierter Verstärkungsfasern hat sich im Automobilbau etabliert. In der Türverkleidung des Elektrokonzeptfahrzeugs „LQ“ von Toyota Motor, Toyota/Japan, kommt z.B. ein PUR-Schaumverbund auf Basis von Covestros Baypreg-F-NF-Technologie zum Einsatz, der mit Fasern aus dem Hibiskus-Gewächs Kenaf verstärkt ist (**Bild 5**). Der Verbundwerkstoff wurde in Zusammenarbeit mit dem Automobilkomponentenhersteller Toyota Boshoku Corporation, Kariya/Japan, entwickelt, der über umfangreiche Erfahrungen in der Verwendung von Kenaf-Fasern verfügt. Das Bauteil ist rund 30 % leichter als bei der Herstellung aus herkömmlichen Werkstoffen.

Die beiden Hauptsegmente im PUR-Bausektor bilden Dämmplatte und Metallverbundelemente (**Titelbild**). Durch sei-

www.hpminerals.com

EINZIGARTIG.

Sich verändernden Herausforderungen zu stellen, ist nur eine unserer Stärken.

Wir verwenden natürliche und synthetische Minerale für perfekte Ergebnisse in polymeren Anwendungen.

Und: Wir entwickeln für Sie innovative und maßgeschneiderte Lösungen!

Hidden inside – Performance outside!



The Mineral Engineers

A DIVISION OF QUARZWERKE GROUP

ne sehr guten Wärmedämmeigenschaften hat sich PUR-Hartschaum im Baugewerbe fest etabliert. Neben der einfachen Handhabung und den guten mechanischen Eigenschaften ist die mit solchen Schäumen erreichbare Energieeffizienz einer der Gründe für die verstärkte Nachfrage nach PUR im Baubereich. Daher wird in den nächsten Jahren mit einem überproportional großen Marktwachstum von 4–5 % gerechnet.

Der neue Fahrplan der EU-Kommission für eine nachhaltige Wirtschaft in der EU – der sogenannte europäische „Green Deal“ – sieht bis 2050 u. a. vor, dass keine Netto-Treibhausgasemissionen mehr freigesetzt werden. Die EU will bis 2050 klimaneutral werden. Der Baubranche kommt dabei eine wichtige Rolle zu, da 40 % des weltweiten Energieverbrauchs und ein Drittel der Treibhausgasemissionen auf Gebäude zurückzuführen sind.

Das zweite große Einsatzsegment von PUR-Hartschaum ist die Wärmedämmung von Kühlgeräten wie Kühlschränken und -theben. Die Entwicklungsarbeit

konzentriert sich darauf, die Produktionseffizienz der Geräte zu verbessern, die Dämmleistung der Schäume bei immer geringeren Wanddicken zu erhöhen und sowohl bei den eingesetzten PUR-Rohstoffen und -Reaktionssystemen als auch bei der Gerätefertigung energieeffizienter und nachhaltiger zu werden. Eine höhere Produktivität ermöglichen z. B. die sogenannten Fast-Demould-Systeme von Covestro. Mit ihnen können die PUR-Schäume bei gängigen Wanddicken um bis zu 20 % schneller entformt werden.

Schäume 20 % schneller entformen

Zu der ständigen Herausforderung, die Dämmsysteme für die Wärme- und Kälte-dämmung noch effizienter und langlebiger zu machen, kommt der aktuelle Fokus auf Kreislaufwirtschaft, Nachhaltigkeit und End-of-Life-Lösungen hinzu. Deshalb arbeiten viele Hersteller intensiv an der Wiederverwertung von eigenen Produkten oder dem Einsatz von rezyklierbaren Materialien. Ein Beispiel dafür ist das

ChemCycling-Projekt von BASF. Dieses soll aus Kunststoff-Abfällen wie Verpackungen oder Kühlschränke-Hartschaum, aber auch aus Dämmplatten, Pyrolyseöle erzeugen, um danach in Steamcrackern daraus Rohstoffen wie Ethylen und Propylen zu gewinnen. Andere Firmen investieren in die Herstellung von Polyester-Polyolen aus Polyethylenterephthalat-Abfällen (PET) für die PUR-Dämmstoffindustrie, wie z. B. die Soprema GmbH, Mannheim, mit dem Produkt Sopraloop. Aber auch der Einsatz von teilweise biobasierten Rohstoffen – Covestro entwickelte z. B. gemeinsam mit Partnern ein Verfahren zur Herstellung von Bioanilin – oder die Rückführung von industriellen Abgasen in den Stoffkreislauf werden in Angriff genommen. Ein Beispiel für Letzteres ist das europäische Carbon4PUR-Projekt. CO₂ und Kohlenmonoxid (CO), die in der Stahlproduktion als Abfall anfallen, sollen in Polyole u. a. für Hartschaum konvertiert werden. Alle diese Projekte zielen darauf ab, energieeffiziente Technologien mit einer günstigen CO₂-Bilanz zu entwickeln. ■

Sie finden sie. Alle. Mit OCS.







Für 100 % ige Reinheit.

OCS setzt sich voll und ganz für die 100% ige Reinheit Ihrer Produkte ein.

Egal, ob Sie **Rohmaterial kontrollieren, Oberflächen überprüfen** oder **schlüssselfertige Labore einrichten** wollen: OCS entwickelt, baut und unterstützt Sie bei dem, was Sie wirklich brauchen.

OCS
Optical Control Systems GmbH
Witten, Germany
www.ocsgmbh.com



**BESUCHEN
SIE UNSERE
NEUE WEBSITE:**
www.ocsgmbh.com




