

OLEODYNAMIK

Konsortialführer

Institut für Textil- und Verfahrenstechnik (ITV) Denkendorf
 der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung
 Ansprechpartner: Dr. Thomas Stegmaier
 Email: Thomas.Stegmaier@itv-denkendorf.de
 Körschtalstr. 26, 73770 Denkendorf
 Fon: 0711 / 9340 - 219, fax: 0711 / 9340 – 297
 Projektbearbeitung: Dip. –Ing. Cigdem Kaya
 Email: Cigdem.Kaya@itv-denkendorf.de

Projektpartner

Henkel AG & Co. KgaA, Düsseldorf
 Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn:
 • Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz (INRES)
 • Institut für Numerische Simulation (INS)

Das Projekt

In der Natur ist die Fähigkeit zum Umgang mit Ölen bei einigen Bienenarten in einer ganz besonderen Art und Weise ausgeprägt. Sie sammeln Öle aus Blüten und transportieren sie tropffrei in spezialisierten Strukturen zu ihren Nestern. Im Nest wird das Öl nahezu rückstandslos ausgekämmt. Bei technischen Oberflächen sind bisher keine Strukturen bekannt, die aufgenommenes Öl derart tropffrei halten und wieder vollständig abgeben können. Weitere biologische Vorbilder sind Wüstenflughühner, die allerdings kein Öl aber große Mengen Wasser in ihrem Brustgefieder tragen.

Ziel des Projekts ist es, von diesen biologischen Vorbildern ausgehend, neue faserbasierte Filtersysteme zu entwickeln. Diese neuen Methoden und Materialien sollen eine hinreichende Trennung von Öl aus Reinigungsbädern bzw. aus wässrigen Medien gewährleisten, bei gleichzeitiger Umweltschonung durch eine effektive Abwasseraufbereitung.

Das INRES der Universität Bonn hat sich zum Ziel gesetzt, die Transportstrukturen bei verschiedenen Arten von ölsammelnden Bienen und Flughühnern auf ihre geometrischen, physikalischen und chemischen Parameter aufzuklären und so die Basis zur technischen Übertragung zu legen.

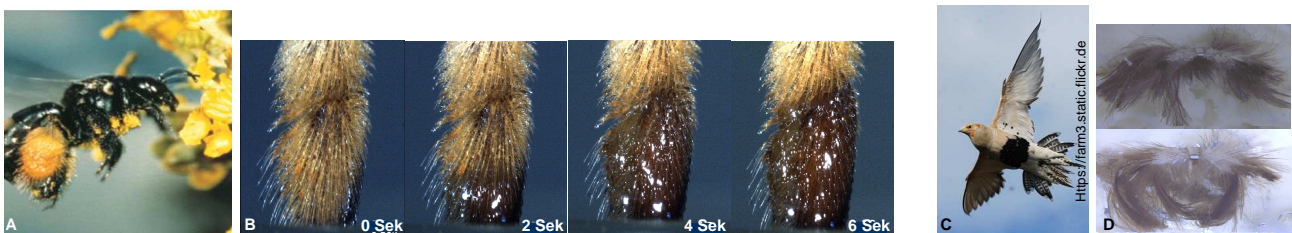


Bild 1: Ölbienne (*Epicharis sp.*) im Anflug auf eine Blüte mit Öldrüsen; in der Transportstruktur auf dem Hinterbein, *Scopa*, transportiert sie Öl (A), Einzelbilder der Ölaufnahme in die *Scopa* von *Epicharis sp.* (B), Flughuhn im Anflug (C), Querschnitt eines Flughuhnfederhaars, im trockenen (oben) und nassen Zustand (unten), in dem die Federhaare quellen (D) (Quelle: INRES).

Der Projektpartner INS der Universität Bonn unterstützt das Verbundvorhaben mit der dreidimensionalen numerischen Simulation. Hierbei werden kapillare Strömungsvorgänge in der Mikrostruktur der *Scopa* untersucht und beschrieben. Die Simulation der Haare bzw. Fasern auf der Mikroebene ermöglicht es den Einfluss der geometrischen und physikalischen Parameter auf die Haltekraft der Öltröpfchen in den Strukturen zu untersuchen.

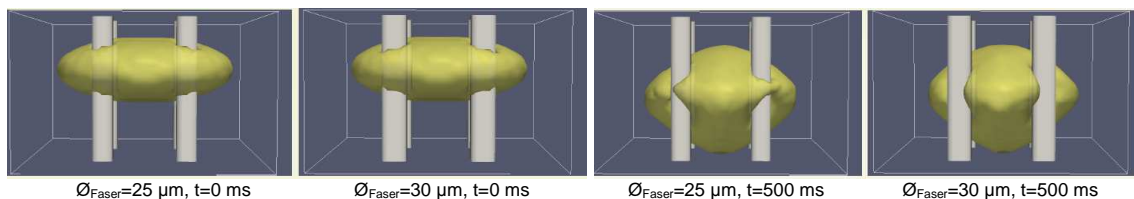


Bild 2: Simulation der Abhängigkeit des Ölhaltevermögens vom Faserdurchmesser, bei einem konstanten Faserabstand von 80 µm (Quelle:INS).

Als Industriepartner definiert die Henkel AG & Co. KGaA die wichtigen Emulsions- bzw. Reinigersysteme sowie die erforderlichen Trenn- und Aufbereitungsprozesse. Die Arbeit der Institute wird ferner unterstützt durch die Analytik zu Ölen, Emulgatoren und den weiteren Additiven in Reinigungsbädern.

Aufbauend auf den Erkenntnissen über die Ölbienen und Flughühnern und basierend auf den durch die Simulation generierten Strukturvorschlägen werden am ITV Denkendorf innovative technische Filtermaterialien und Filtersysteme entwickelt.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Bionischer Ansatz

Der bionische Ansatz des Projektes basiert in erster Linie auf solitär lebende Ölbienen, die darauf spezialisiert sind, fette Öle aus Blüten zu sammeln und in ihre Nester einzutragen, die sie im Boden anlegen. Die Öle werden mit speziellen Borsten und Kämmen an den Vorderbeinen (bei einigen Arten auch an den Mittelbeinen) aus floralen Drüsen geschabt. Zum Transport wird das Öl von den Vorderbeinen über das Mittelbeinpaar in dichte Haarpolster auf den Hinterbeinen überführt. Diese sogenannte Scopa besteht aus gefiederten und ungefederten Haaren zwischen denen das Öl gehalten wird. Im Nest wird das Öl aus der Scopa vollständig entladen, zur Imprägnierung der Brutzellen verstrichen oder mit Pollen vermischt an die Larven verfüttert. Diese Sammel- und Transportstrukturen werden also wiederholt mit Öl aufgeladen und wieder entladen ohne dabei zu verkleben. Der Umgang mit Ölen ist bei verschiedenen Bienen-Taxa auf verschiedenen Kontinenten konvergent entstanden. Daher sind unterschiedliche Lösungsmodalitäten zu erwarten.

Eine weitere Gruppe der Bienen, die ebenfalls Öle sammeln, sind die südamerikanischen Prachtbienen. Sie nehmen mit Haarpolstern an ihren Vorderbeinen duftende Öle aus Drüsen von Orchideenblüten auf und speichern sie, im Unterschied zu den Ölbienen, in Taschen in ihren Hinterbeinen. Hier sind die Sammelhaare der Vorderbeine interessant.

Als weiteres natürliches Vorbild wird das Wüstenflughuhn untersucht. Dieser Vogel trägt zwar kein Öl aber große Mengen Wasser in seinem Brustgefieder über lange Strecken zum Brutplatz in der Wüste. Auch hier interessieren die geometrischen Strukturparameter des Gefieders.

Umweltentlastender Effekt und Nachhaltigkeit

Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit in der Reinigung von Industriegütern sind die Technologien zur Verlängerung der Badstandzeit und Vereinfachung der Badpflege (z.B. in Reinigungsanlagen in vielen Industriezweigen vor dem Lackieren und Emaillieren aber auch in Autowaschanlagen). Bei den Membranverfahren ist beispielsweise, neben dem hohen Energieaufwand, aufgrund der nicht zu vermeidenden Mitabtrennung des Reinigers aus dem Bad eine aufwändigere Badanalytik und Nachdosierung von Nachschärfeadditiven nötig. Eine weitere Methode, die heute ebenfalls oft eingesetzt wird, ist die chemische Spaltung, welche den stetigen Verbrauch von weiteren Wertstoffen erfordert.

Für nachhaltige Lösungen um das Öl aus Reinigungsbädern bzw. aus wässrigen Medien zurückzugewinnen, ist die Entwicklung neuer Verfahren bzw. Materialien erforderlich, die in diesem Verbundvorhaben mit Hilfe bionischer Methoden entwickelt werden sollen. Das neu zu entwickelnde Badreinigungsverfahren mit faserbasierten Filtermaterialien soll sich gegenüber den Membranverfahren und Zentrifugalkraftabscheidern in einer höheren Robustheit der Anlage und in einer einfacheren und zuverlässigeren Verfahrenstechnik auszeichnen. Es wird eine spezifische Abtrennung des Öles ohne Reiniger angestrebt, was zu einem geringeren Bedarf an Analytik und Additiven führt. Somit kann das aufbereitete Prozesswasser wiederum in den Kreislauf der Reinigungssysteme zugeführt werden.

Da die zu entwickelnden textilen Werkstoffe zur Ölaufnahme, zum Öltransport und zur Speicherung wieder verwendbar sein sollen, fallen keine Einwegprodukte an, die kosten- und energieaufwändig sind und zudem umweltbelastend entsorgt werden müssen. Ein Recycling des aufgenommenen Öls und seine Weiterverarbeitung zu anderen Produkten sind möglich, was bei Verknappung der Ressourcen von Vorteil ist. Ausstattungen von Waschanlagen mit derartigen Öltrennverfahren reduzieren die Belastung von Grundwasser und Oberflächengewässern.

Einen weiteren großen Vorteil aus ökologischer Betrachtung bieten diese Textilseparatoren in deren Herstellungsphase, dank der geringeren Rohstoff- und Energieverbräuche gegenüber den Referenzmaterialien wie beispielsweise Stahllamellenpakete.

Anwendungspotenzial und Wirtschaftlichkeit

Das angestrebte Produkt soll die bereits bestehenden Produkte substituieren. Anwendungspotential befindet sich im wesentlichen bei den Teilereinigungsanlagen auf wässriger Basis, welche einen Marktanteil von ca. 65% aller Reinigungsverfahren abdecken, die bei der Metallbearbeitung aller Industriezweige verwendet werden.

Die Anwendung der Ergebnisse wird voraussichtlich im industriellen und beruflichen Bereich liegen. Der Markt für wässrige industrielle Reinigungsmittel umfasst in Europa etwa 100.000 t/Jahr, das sind entsprechend etwa 50.000.000 m³ Waschflotte, die behandelt werden müssen. Ein weiteres mögliches Feld ist auch die Abtrennung von unerwünschtem Fremdöl aus Kühlschmierstoff-Emulsionen und -Lösungen. In der Metallbearbeitungsindustrie werden europaweit etwa 120-140.000 t/Jahr wassermischbare und etwa 180.000 t/Jahr nicht wassermischbare Öle verarbeitet, die abgereinigt werden müssen. Bei den neu zu entwickelnden Filtermaterialien und Badreinigungsverfahren sollen die wesentlich niedrigeren Investitions- und Betriebskosten der neuen Technologie zu einer besseren Wirtschaftlichkeit als bei den kostenintensiven Membran- und Zentrifugalabscheideverfahren führen.