



Revolutionärer Ansatz in der **Mikromontage**

Autor:

M.Sc. Fabian Rundel

Head of Microhandling

Greifen mit einem radikal neuen Prinzip: Die Gecomer® Technologie von INNOCISE ist die Nachahmung eines Phänomens aus der Natur. Nach Jahrmillionen Evolutionsarbeit hat die Natur die Haftfähigkeit des Geckofußes bis zur Perfektion optimiert. INNOCISE übernimmt von hier an die Übertragung dieses Naturphänomens auf die Technik und strebt eine flächendeckende, industrieübergreifende Implementierung an. Vor allem in der photonischen Industrie spielt die Gecomer® Technologie ihre Stärken aus. Sie erlaubt die sensible und präzise Handhabung miniaturisierter Bauteile, lässt empfindliche Oberflächen intakt und ist gegenüber herkömmlichen Lösungen ressourcenschonend und ohne Größeneinschränkung einsetzbar.

Der Miniaturisierung Freiraum schaffen

Die Industriegesellschaft folgt seit Jahren dem Trend der Miniaturisierung. Immer mehr funktionaler Inhalt soll auf so wenig Fläche wie möglich untergebracht werden. Dies stellt nicht nur die Chip- und die Elektronikindustrie vor Herausforderungen, sondern auch die Photonik. Während Mainboards von Smartphones mit immer mehr und immer kleineren Transistoren oder Kondensatoren bestückt werden müssen, stehen auch Hersteller von Mikrolinsen vor der Herausforderung, immer kleinere und komplexere Linsen fertigen zu müssen. Beide Industrien haben gemein, dass die Entwicklung dieser miniaturisierten Komponenten bereits weit fortgeschritten oder schon abgeschlossen ist, ihre Anwendung aufgrund fehlender Handhabungstechnologien allerdings ausgebremst wird.

Die Gecomer® Technologie von INNOCISE bietet genau hier ihren Mehrwert. Als Spin-Off des INM-Leibniz-Institut für Neue Materialien, einer international führenden Forschungseinrichtung auf dem Gebiet der Materialforschung, entwickelt das Deep-Tech Start-Up INNOCISE neuartige Handhabungssysteme für industrielle Pick-and-Place-Prozesse. Die Technologie

basiert auf bio-inspirierten Mikrostrukturen, die über zwischenmolekulare Kräfte, auch bekannt als van-der-Waals-Wechselwirkungen, reversibel auf verschiedensten Oberflächen und Materialien haften. Da die Greiflösung auf keine externe Energieversorgung angewiesen ist, erlaubt sie eine energie- und ressourceneffiziente Handhabung und ist somit der Schlüssel für nachhaltige Produktionsstraßen der Zukunft.

Vorteile der Gecomer® Technologie gegenüber ihrer Konkurrenz

Um Bauteile egal welcher Größe handhaben zu können, braucht man eine Haltekraft, welche die Gravitationskraft des Bauteils überwindet. Um eine Kraft zu erzeugen und wirken zu lassen, braucht es immer Energie. Diese Energie kann auf verschiedenste Weise bereitgestellt werden. Mittels elektrischen Stroms, um die Greifarme mechanischer Parallelgreifer anzutreiben, mittels Druckluft, um Vakuum nach dem Venturi-Prinzip zu erzeugen, oder durch Anlegen eines externen magnetischen Feldes, um Bauteile schweben zu lassen.

Alle Arten haben aber eines gemein: Sie sind auf externe Energie angewiesen. Diese ist

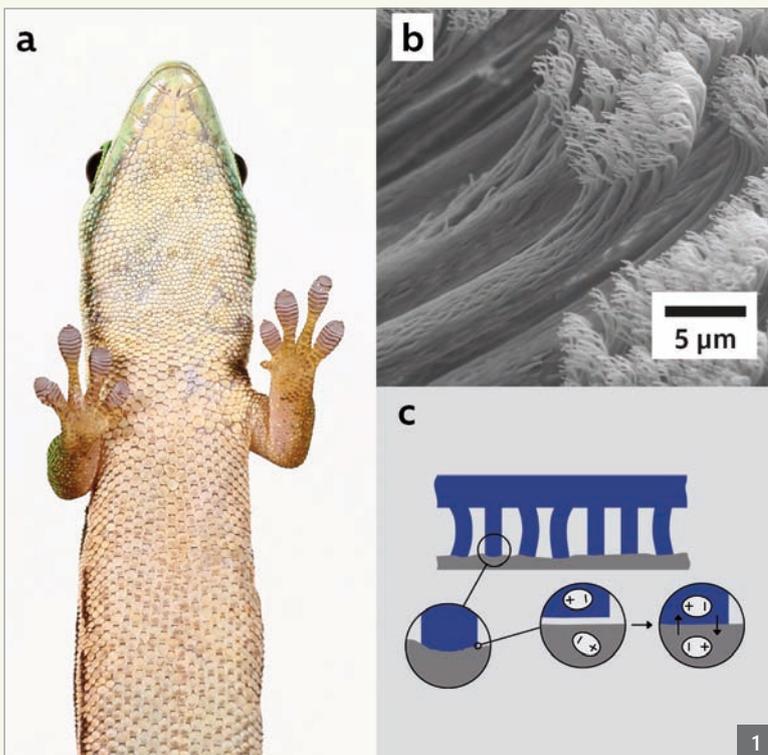
allerdings teuer und deren Erzeugung belastet zugleich die Umwelt. Die Lösung ist einfach und spannend zugleich: Der komplette Verzicht auf externe Energiequellen und die Nutzung eines internen Energiepotenzials, das ohne Aktivierung, zeitlich unbegrenzt abgerufen werden kann: Oberflächeneffekte aufgrund von Mikrostrukturierung.

Übertragung des Gecko-Effektes auf die Technik

Aber wie kann eine Haltekraft ohne externe Mechanismen wie elektrischen oder magnetischen Feldern, Unterdruck oder rückstandsbehafteten Adhäsiven erzeugt werden? Hier bedient sich INNOCISE einem Effekt aus der Natur. Die Technologie von INNOCISE beruht auf dem sogenannten Gecko-Effekt: die anpassungsfähigen, mikroskopischen („fibrillären“) Haftorgane des Geckofußes sorgen für eine temporäre, reversible Haftung auf verschiedensten Oberflächen (Bild 1). Nach diesem Vorbild aus

der Natur wurde ein künstliches, reversibles Haftsystem entwickelt, das durch die trockene, rückstandsfreie und rein physikalisch wirkende Haftung für branchenübergreifende Anwendungen interessant ist.

Das Grundprinzip von mikroskopischen Trockenhaftsystemen beruht auf der Beobachtung, dass mikrostrukturierte Oberflächen typischerweise eine höhere Haftung aufweisen als unstrukturierte, flache Klebstoffe. Dies wird als Prinzip der Kontaktaufspaltung bezeichnet. Bei einer gegebenen Fläche wird die Haftwirkung umso größer, in je mehrere, kleinere Punktflächen diese Gesamtfläche aufgeteilt wird. Auf dieser Mikro- und Nanoskala dominieren Oberflächeneffekte, die sogenannten van-der-Waals-Wechselwirkungen. Diese schwachen, zwischenmolekularen Wechselwirkungen entstehen temporär auf atomarer Skala zwischen zwei polarisierbaren Molekülen, ohne die Materialeigenschaften der jeweiligen Partner zu verändern. Die Gesamthaftwirkung kann durch Vervielfältigung der Punktflächen stufenlos und nahezu grenzenlos hochskaliert werden.



Von Makro bis Mikro

Über genau diese Expertise verfügt INNOCISE: Maßschneidern der Mikrostrukturierung auf das zu handhabende Bauteil, sowie planares Aufbringen dieser Mikrostruktur auf verschiedenste Substrate.

Mikrostrukturierte Haftsysteme in der Natur und ihre Übertragung auf synthetische Handhabungslösungen:

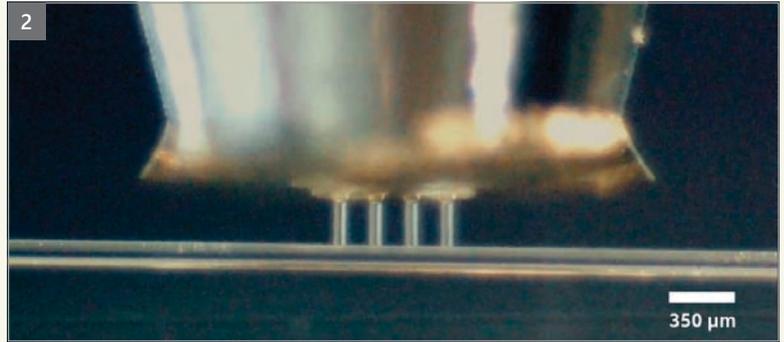
- a) lamellenartige makroskopische Strukturierung eines Geckofußes;
- b) Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme der fein verzweigten, fibrillären Haftorgane am Geckofuß;
- c) schematische Darstellung einer anpassungsfähigen, synthetischen Haftstruktur und deren Haftprinzip basierend auf van-der-Waals-Wechselwirkungen

Die Gecomer® Technologie von INNOCISE wird bereits in vielfältigen Bereichen wie der Pharmabranche, der Batterie- und Brennstoffzellenfertigung oder auch der Optik- und Verpackungsindustrie eingesetzt und arbeitet zuverlässig bis weit über eine Million Pick-and-Place-Zyklen.

Nach dem erfolgreichen Markteintritt im Bereich makroskopischer Greifsysteme hat INNOCISE seine Greiflösung zur Handhabung von Bauteilgrößen weniger Mikrometer weiterentwickelt. Mit diesem sogenannten „Microhandling“ werden vollständig neue Märkte und Kunden adressiert. Die Mikrohandhabungstechnologie von INNOCISE schließt eine wichtige Lücke in bestehenden Handhabungsaufgaben für miniaturisierte Objekte. Anwendungsbeispiele reichen vom Greifen und kraftlosen Ablegen von Glasfasern über die sensible, rückstandsfreie Handhabung beschichteter Mikrolinsen bis hin zur Herstellung modernster LED-Displays.

Kraftloses Ablegen polarisationserhaltender Glasfasern

Sei es in der Datenfernübertragung, der Beleuchtungstechnik, in der Medizin- oder Messtechnik – Glasfasern sind das Übertragungsmedium der heutigen Zeit. Speziell in der Interferometrie und der Sensorik kommen polarisationserhaltende Lichtwellenleiter, die viele unterschiedliche Signale gleichzeitig durch eine einzige Faser übermitteln können, zum Einsatz. Besonders herausfordernd ist in diesem Zusammenhang die Ankopplung einer solchen Faser. Die Faser muss nicht nur axial in Faserachsrichtung, sondern auch hinsichtlich ihrer Rotation um die Faserachse justiert und gefügt werden, ohne dabei ihre optischen Eigenschaften zu ändern. INNOCISE bietet hier speziell auf diese Anwendung maßgeschneiderte Handhabungslösungen an (Bild 2). Diese zeichnen sich einerseits durch

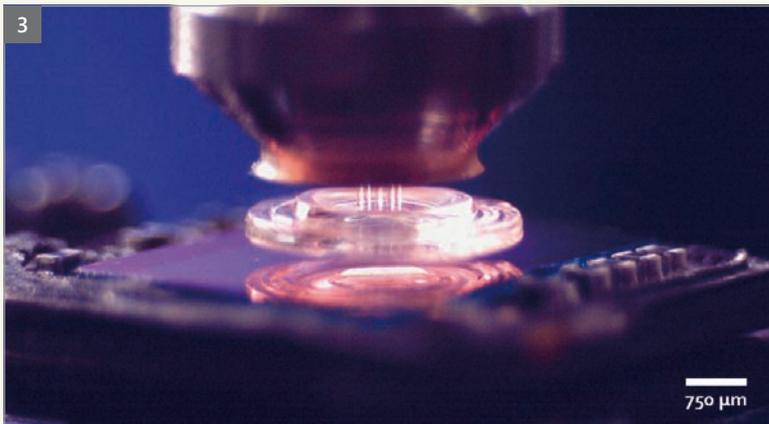


Greifen einer 200 µm dicken und 2 cm langen Glasfaser mithilfe eines maßgeschneiderten bioinspirierten Greifers von INNOCISE

ihre hohe Flexibilität, andererseits aber vor allem durch ihre Sensitivität aus: Dadurch haften sie reversibel und sanft, aber gleichzeitig sicher an der Faseroberfläche, ohne dabei mechanische Spannungen zu verursachen, welche das polarisationserhaltende Vermögen der Faser ändern würden.

Sensitives Greifen von Mikrolinsen

Nicht nur die Handhabung von Glasfasern, sondern auch das Greifen und der Einbau von Mikrolinsen erfordert eine sensitive Greiftechnologie. Egal ob aus Kunststoff oder Glas, spritzgussgefertigt oder gepresst, beschichtet oder unbeschichtet: Im Bereich der Optik gelten höchste Anforderungen in Sachen Reinheit, Rückstandsfreiheit und Kratzfreiheit. Jeder Fremdkörper entlang des optischen Pfades kann mit dem hindurchtretenden Licht interagieren und die optische Performance der Linse beeinflussen. Herkömmliche Handhabungstechnologien stoßen hier an ihre Grenzen. Vakuumgreifer können Rückstände auf den optischen Oberflächen hinterlassen, mechanische Parallelgreifer können die Oberflächenbeschichtungen verkratzen. Mit der Gecomer® Technologie kann hingegen intuitiv und direkt auf der optischen Fläche gegriffen werden, ohne Rückstände oder Kratzer zu hinterlassen. Zudem macht die

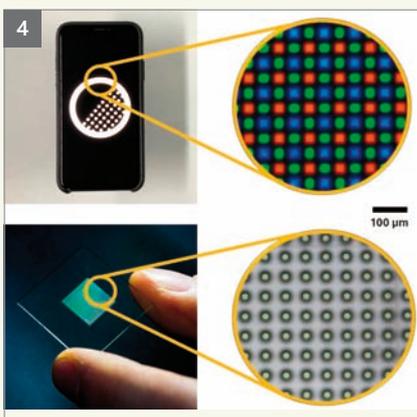


Handhabung von Mikrolinsen mithilfe der Gecomer® Technologie: Ablegen einer Mikrolinse aus der Frontkamera des iPhone SE Gen6 auf einen optischen Sensor mithilfe eines INNOCISE-Standardgreifers

Gecomer® Technologie durch ihre Anpassungsfähigkeit auch vor asphärischen Linsen keinen Halt (Bild 3).

Massentransfer von MicroLEDs

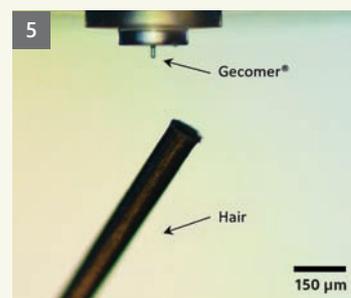
Bleibt man im Feld schwer zu handhabender Bauteile, so zeigt sich im Hinblick auf die Reduzierung des Kosten- und Materialeinsatzes eine weitere Einsatzmöglichkeit: MicroLEDs. Ihre Handhabung limitiert derzeit noch den großflächigen Einsatz der MicroLED-Display-Technologie. Sie gilt als Nachfolgetechnologie der LCD- und OLED-Displays und wird seit Beginn der 2010er-Jahre verstärkt entwickelt.



oben: rote, grüne und blaue 20 µm LEDs eines Smartphone-Displays; unten: maßgefertigter Greifer von INNOCISE für den simultanen Massentransfer mehrerer tausender LEDs

Bei Größen unter 10 µm pro Leuchtelement kommen jedoch nur noch disruptive Handling-technologien in Frage. Betrachtet man zudem die enorme Menge an zu transferierenden Elementen – über 100 Mio. für ein 8K-Bildschirm – so wird klar, dass ein einzelner Greifer dieser Sisyphus-Aufgabe nicht gewachsen ist. Die Lösung ist hier ein Greifsystem, das viele tausend Leuchtelemente mit höchster Ausbeute und in einem einzigen Zyklus rückstandsfrei und präzise transferieren kann (Bild 4). Jeder Defekt würde zu einem toten Pixel führen, der nicht ersetzt werden kann, und somit den ganzen Bereich unbrauchbar macht. Es ist daher ein nahezu fehlerfreier Prozess notwendig, der Defekte so weit minimiert, dass eine Ausbeute erzielt wird, die bei > 99,999 % liegend eine wirtschaftlich sinnvolle Produktion von Micro LED zulässt.

Hier spielt die Technologie ihre Anpassungsfähigkeit aus und fängt durch die Verwendung elastischer Materialien leichte Schiefstellungen (Misalignment) des Greifers auf. Diese Fügsamkeit in vertikaler Richtung ermöglicht ein schnelleres Alignment und verkürzt Zykluszeiten signifikant. INNOCISE entwickelt diese Greif- und Transfersysteme genau nach Kundenwünschen und spezifischen Erfordernissen in der Produktion. Bei Objektgrößen von einem Bruchteil eines menschlichen Haares (Bild 5) benötigt man hochauflösende Kamerasysteme zur Lokalisierung. Ein großer Vorteil der Greifsysteme von INNOCISE: Durch ihre Transparenz können Kamerasysteme direkt im Werkzeug integriert werden und damit die Ausrichtung von Greifer- zu Objektmatrix stark vereinfachen.



Eine 10µm-Gecomer®-Haftstruktur im Größenvergleich mit einem menschlichen Haar (80 µm)

Anpassungsfähigkeit durch flexibles Design

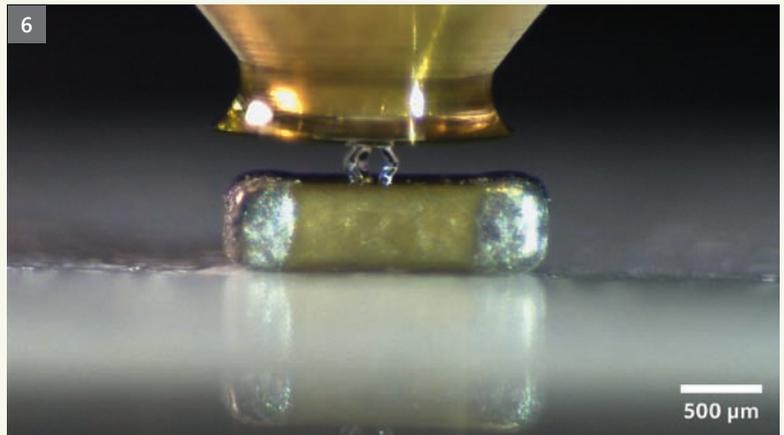
Die Nutzung hochauflösender Laserlithographie zur Strukturherstellung ermöglicht es INNOCISE Greiflösungen für diese große Objektvielfalt anbieten zu können. Durch das flexible Design gepaart mit der Expertise, diese Haftstrukturen zielgenau auf verschiedenste Halter zu applizieren, schafft INNOCISE neue Möglichkeiten des Zusammenbaus.

Ähnlich zu den mikroskopischen Haftorganen des Geckos, sind auch die Greifer von INNOCISE aus säulenartigen Mikrostrukturen aufgebaut. Diese Säulen können in Größe, Anzahl und Anordnung modifiziert und somit passgenau auf ein zu handhabendes Objekt angepasst werden. Trotz des miniaturisierten Designs können normierte Haftkräfte von über 2 kg/cm^2 realisiert und somit eine zuverlässige Handhabung gewährleistet werden. Der patentierte Ablösemechanismus erlaubt es, zwischen einem stark adhäsiven und einem schwachadhäsiven Zustand rein mechanisch zu schalten und damit Objekte nach dem Transferzyklus wieder positionsgenau abzulegen (Bild 6).

Integrierbar in verschiedenste Anlagen

Sehr häufig wird aber ein Umstieg auf eine andere Handhabungstechnologie trotz technologischer Vorteile nicht vollzogen. Grund hierfür sind die sehr hohen Kosten für die Planung und Neuanschaffung von Produktionsanlagen. Zur Sicherung der Investitionen können die Haftsysteme von INNOCISE deshalb nicht nur auf das zu greifende Objekt, sondern auch auf bestehende Produktionsanlagen maßgeschneidert werden.

Hier profitieren Anlagenhersteller und -betreiber gleichermaßen von einem schlanken



Patentierter Ablösemechanismus zum definierten Ablegen mikroskopisch kleiner Bauteile durch Knicken der Säulenstruktur

Greiferportfolio, welches einen großen Objektgrößenbereich abdecken kann.

INNOCISE versteht sich als Technologieführer im Bereich adhäsiver Greifsysteme und steht hier für eine kontinuierliche Weiterentwicklung ein. Zusammen mit Partnerunternehmen arbeitet INNOCISE fortlaufend an neuen Innovationen, um die Technologie stetig zu verbessern und weitere Anwendungsfelder erschließen zu können. Eine innovative Greiftechnologie benötigt immer auch innovative Anlagenhersteller. Um für die grüne Produktion von Morgen innovative und intelligente Greifsysteme bereitstellen zu können, setzt INNOCISE auf intensive Kooperationen mit Unternehmen verschiedenster Bereiche.

Kontakt:

INNOCISE GmbH
 Ursulinenstraße 35
 66111 Saarbrücken
 Telefon +49 681 965923 17
 E-Mail: f.rundel@innocise.com
 www.innocise.com