

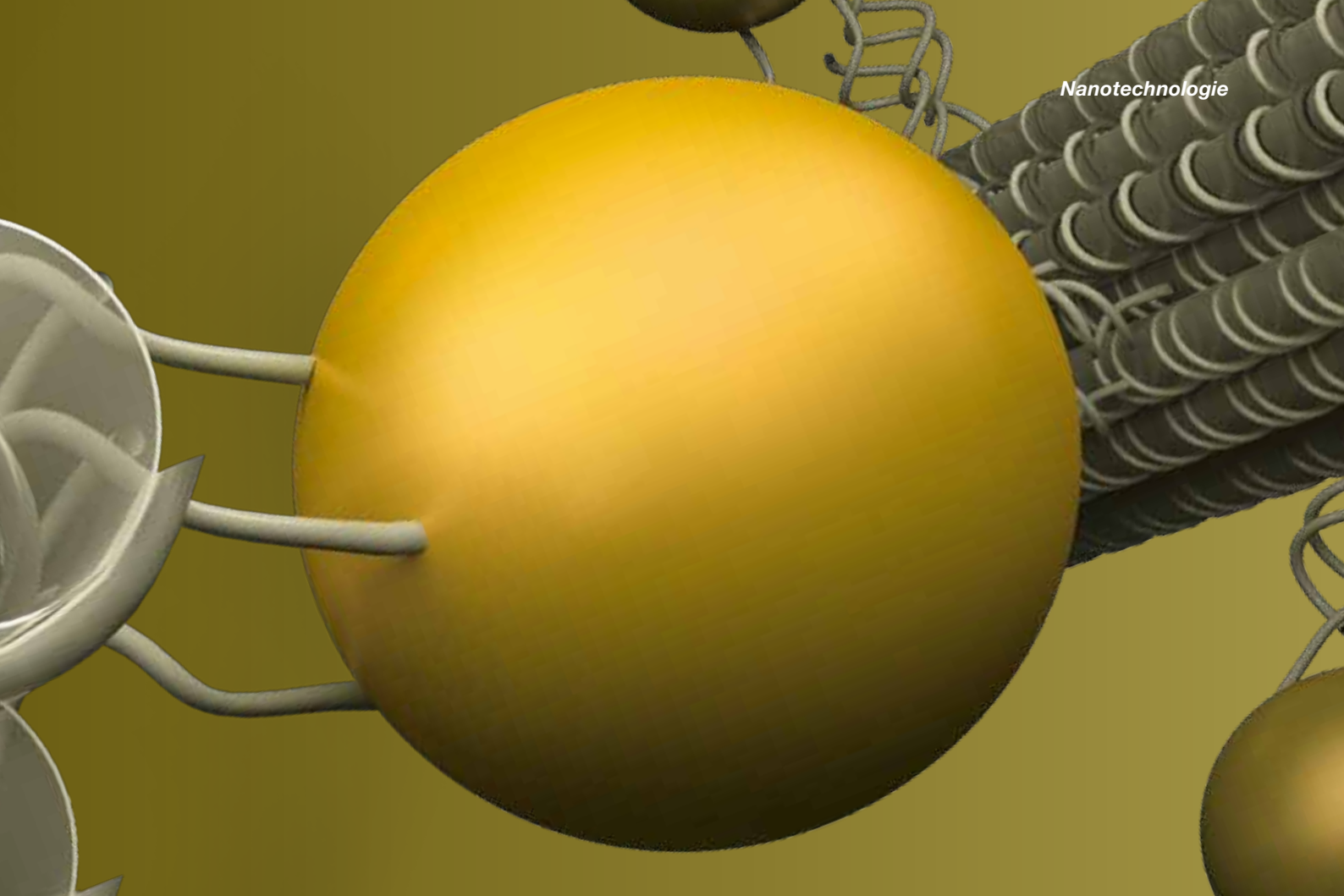


Nanoteilchen als optische Werkzeuge

Im menschlichen Körper trägt ein Doppelstrang aus Desoxyribonukleinsäure-Bausteinen, die sogenannte DNA, die Erbinformation. Aus künstlichen DNA-Molekülen hat nun ein von Wissenschaftlern des Exzellenzclusters Nanosystems Initiative Munich geleitetes internationales Team nanostrukturierte Materialien hergestellt, mit denen die Forscher maßgeschneidert sichtbares Licht modifizieren können

Link

www.e14.ph.tum.de



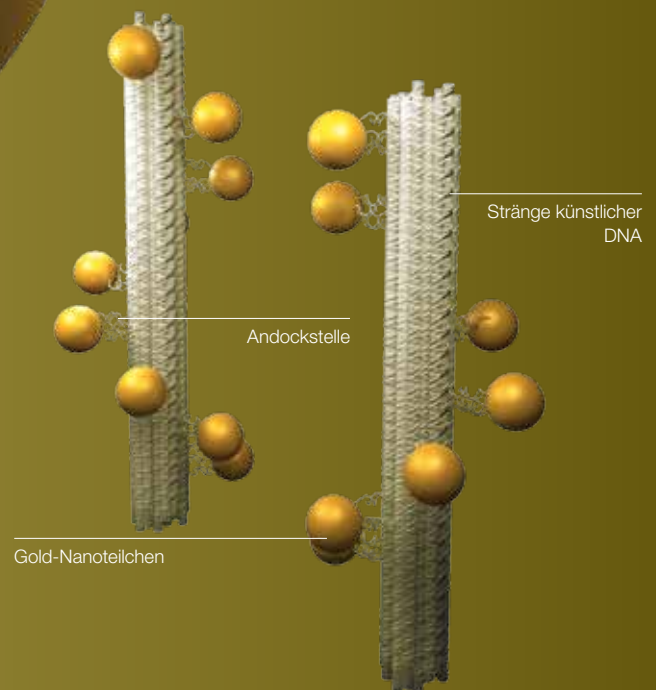
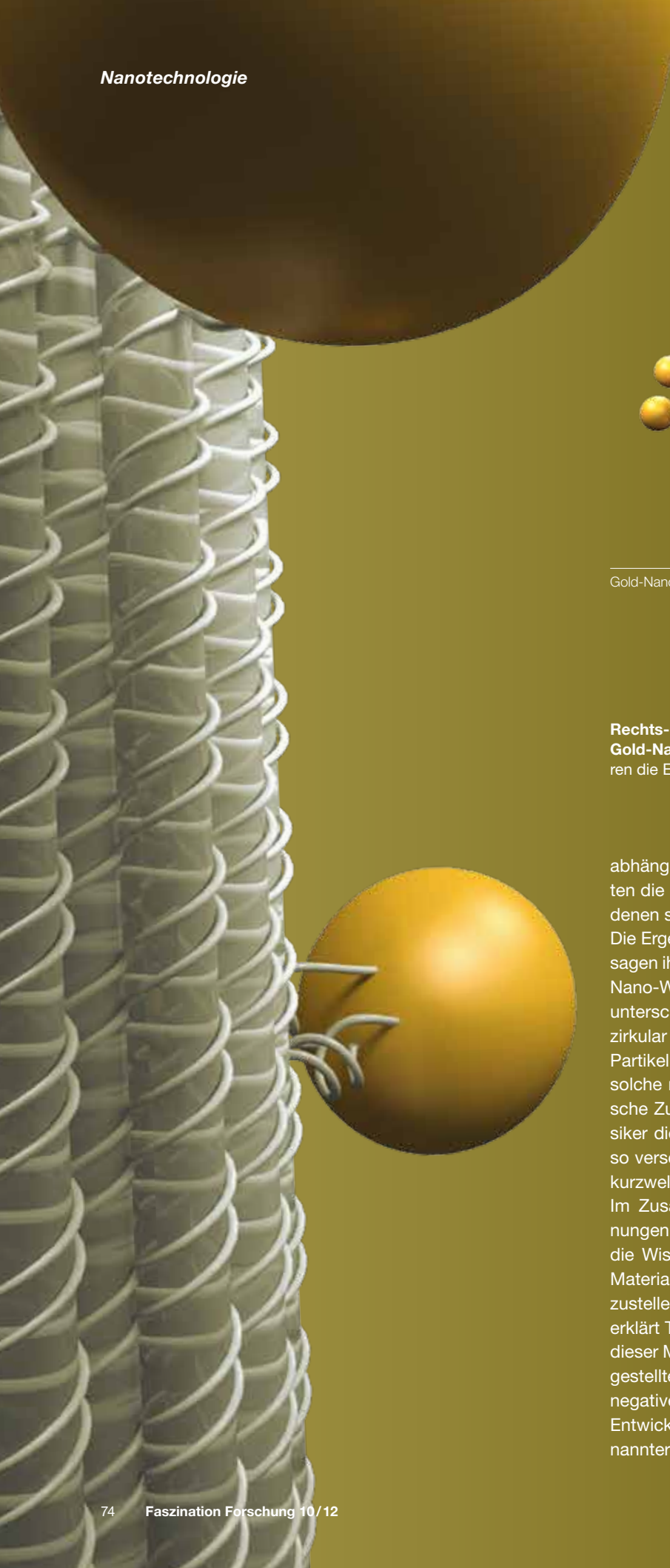
Als vor einigen Jahren die Technik des DNA-Origami erfunden wurde, war die Begeisterung groß. Die Wissenschaftler konnten einzelne Stränge künstlicher DNA kontrolliert falten und so gezielt Nanoteilchen mit definierter Form und Größe bauen. Es entstanden verschiedenste millionstel Millimeter kleine Formen – Boxen, Landkarten oder auch Smileys. In Zukunft soll die Technik den Bau winzigster Werkzeuge und miniaturisierter Maschinen ermöglichen. Bisher jedoch schienen echte Anwendungsmöglichkeiten, wie etwa Nanopinzetten, in weiter Ferne zu liegen. Einem internationalen Team unter der Führung von Prof. Tim Liedl, Ludwig-Maximilians-Universität München, und Prof. Friedrich Simmel, Technische Universität München, gelang es nun, aus DNA-Bausteinen optisch aktive Nanoteilchen zu schaffen, die für die gezielte Veränderung von Licht genutzt werden könnten.

Die Kopplung von Licht und Nanostrukturen könnte helfen, optische Sensoren für Medizin und Umwelttechnik um ein Vielfaches kleiner und empfindlicher zu machen. Im Vergleich zu den nur wenige Nanometer großen Nanostrukturen ist eine Lichtwelle mit ihrer Wellenlänge zwischen 400 und 800 Nanometern jedoch geradezu riesig. Wirken kleinste Strukturen aber in einer ganz bestimmten Art und Weise zusammen, können theoretisch auch so kleine Objekte sehr gut mit Licht in Wechselwirkung treten. Mit her-

kömmlichen Methoden war es aber bisher nicht möglich, solche dreidimensionalen Strukturen mit Nanometer-Präzision in genügender Menge und Reinheit herzustellen.

„Mit dem DNA-Origami haben wir nun eine Methode gefunden, die alle diese Anforderungen erfüllt. Sie erlaubt es uns, die dreidimensionale Form des entstehenden Objekts auf den Nanometer genau vorherzubestimmen“, sagt Friedrich Simmel, Inhaber des Lehrstuhls für Biomolekulare Systeme und Bionanotechnologie an der TUM. „Nur programmiert durch die Abfolge der Grundbausteine, falten sich die winzigen NanoBausteine von allein zu den gewünschten Strukturen.“

Dem Team um Friedrich Simmel gelang es, Nano-Wendeltreppen mit einer Stockwerkshöhe von 57 Nanometern und einem Durchmesser von 34 Nanometern herzustellen. Daran sind in regelmäßigen Abständen Goldpartikel mit einem Durchmesser von zehn Nanometern angehängt. An der Oberfläche der Goldpartikel reagieren die Elektronen mit dem elektromagnetischen Feld des Lichts. Der geringe Abstand der Partikel sorgt dabei dafür, dass die Goldpartikel eines DNA-Strangs zusammenwirken und die Wechselwirkungen um ein Vielfaches verstärken. Prof. Alexander O. Govorov, theoretischer Physiker an der Ohio University in Athens, USA, hatte vorausgesagt, dass der Effekt von Abstand, Größe und Beschaffenheit der Metallpartikel >



Grafik: edlundsepp nach TUM

Rechts- und linksgewundene Nano-Wendeltreppe mit je neun Gold-Nanopartikeln. An der Oberfläche der Goldpartikel reagieren die Elektronen mit dem elektromagnetischen Feld des Lichts

abhängen sollte. Mithilfe der DNA-Origami-Methode bauten die Münchener Physiker daher Nanostrukturen auf, bei denen sie diese Parameter variierten.

Die Ergebnisse dieser Experimente bestätigten die Voraussagen ihrer Kollegen voll und ganz: Wässrige Lösungen von Nano-Wendeltreppen mit Rechts- und mit Linksgewinde unterscheiden sich sichtbar in ihrer Wechselwirkung mit zirkular polarisiertem Licht. Wendeltreppen mit größeren Partikeln zeigen eine deutlich stärkere optische Antwort als solche mit kleineren. Großen Einfluss hat auch die chemische Zusammensetzung der Partikel: Überzogen die Physiker die Goldpartikel mit einer zusätzlichen Silberschicht, so verschob sich die optische Resonanz vom roten in den kurzwelligeren blauen Bereich.

Im Zusammenspiel zwischen den theoretischen Berechnungen und den Möglichkeiten des DNA-Origami sind die Wissenschaftler nunmehr in der Lage, nano-optische Materialien mit genau spezifizierbaren Eigenschaften herzustellen. Wohin ihre Forschung in Zukunft führen könnte, erklärt Tim Liedl: „Wir werden jetzt untersuchen, ob wir mit dieser Methode auch den Brechungsindex der von uns hergestellten Materialien beeinflussen können. Materialien mit negativem Brechungsindex könnten zum Beispiel für die Entwicklung neuartiger optischer Linsensysteme, sogenannter Superlinsen, genutzt werden.“ □