

Die NanoTecCenter Weiz Forschungsgesellschaft mbH –

Nanotechnologie, gedruckte Elektronik, Rapid Prototyping, Smart System Integration und Sensorik

The NanoTecCenter Weiz Forschungsgesellschaft mbH –

Nanotechnology, Printed Electronics, Rapid Prototyping, Smart System Integration and Sensor Technology

Emil J. W. List-Kratochvil, Andreas Klug

Die NanoTecCenter Weiz (NTCW) Forschungsgesellschaft mbH wurde 2006 als Tochter der TU Graz sowie der JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH gegründet und ist mittlerweile als erfolgreiche gemeinnützige außeruniversitäre Forschungseinrichtung für Nanotechnologie, gedruckte Elektronik, Rapid Prototyping, Smart System Integration und Sensorik weit über die Grenzen des Landes hinaus bekannt. Erfolgsfaktor ist neben dem hochmotivierten Team eine auf dem neuesten Stand der Technik befindliche F&E-Infrastruktur.

Nachhaltige Schlüsseltechnologien

Neue energiesparende, effiziente und kostengünstige Verarbeitungstechnologien wie z. B. Tintenstrahldruck, 3-D-Druck und andere Mikro- und Nanostrukturierungsmethoden zur Herstellung und intelligenten Integration von Bauelementen werden in naher Zukunft sehr interessante Möglichkeiten für industrielle Anwendungen molekularer Materialien eröffnen. Durch die Zuhilfenahme dieser neuen Technologien gelingt es, die Gesamtprozesskosten bei der Herstellung von elektronischen Applikationen zu senken, weil Produktionsschritte wie das Bestücken und Einlöten von Bauelementen entfallen, da die Bauelemente direkt durch Drucken oder Stempeln aufgebracht werden. Weiters kommt es zu einer drastischen Reduktion der benötigten Material-Ressourcen im Sinne des Nachhaltigkeitskonzepts, eines der Zukunftskonzepte neben der Anwendung zahlreicher Schlüsseltechnologien, denen sich die NTCW Forschungsgesellschaft mbH verschrieben hat. Das primäre Ziel der Forschungseinrichtung ist es, durch die Entwicklung und die Kombination von elektroaktiven Materialien mit geeigneten Strukturierungs- und Prozessierungsmethoden Anwendungen im Bereich der Sensorik, Photo-

The NanoTecCenter Weiz (NTCW) Forschungsgesellschaft mbH was founded in 2006, as a subsidiary of Graz University of Technology and JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH, and is nowadays known as a successful non-profit research center for nanotechnology, printed electronics, rapid prototyping, smart system integration and sensors, far beyond the borders of the country. Success factors are, amongst others, the highly motivated team and the state-of-the-art R&D infrastructure.

Sustainable key enabling technologies

New, energy-saving, efficient and cost-effective processing technologies such as inkjet printing, 3D- printing and other micro- and nano-structuring methods for the production and integration of intelligent components will be opening very interesting possibilities for industrial applications of molecular materials in the near future. The use of these novel technologies will reduce overall costs in the production of electronic applications because production steps, such as assembling and soldering of components, are not necessary since the components are directly applied by printing or stamping. In addition, this leads to a drastic reduction of the required material resources in accordance with the “sustainability concept”, one of the future concepts the NTCW has committed itself to, aside from the application of several “key enabling technologies”. The primary goal of the research center is to develop scientific, technological and industrial applications in the fields of sensor technology, photovoltaics and optoelectronics through the development and combination of electroactive materials using appropriate structuring and processing methods.



Emil J. W. List-Kratochvil ist außerordentlicher Universitätsprofessor am Institut für Festkörperphysik an der TU Graz und Scientific Managing Director an der NTCW Forschungsgesellschaft mbH. Seine Forschungsschwerpunkte umfassen Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von organischen Halbleitern, Bauelement-Herstellung und -Charakterisierung sowie Advanced Manufacturing Technologies, insbesondere Tintenstrahldruck.

Emil J. W. List-Kratochvil is associate professor at the Institute of Solid State Physics, Graz University of Technology and scientific managing director at NTCW. His research interests include structure-property relationships of organic semiconductors, device fabrication and characterization, and advanced manufacturing technologies, particularly ink-jet printing.

Abb. 1: Modulare Pilot- und Demonstrationsanlage mit Glove-Box-Cluster für Dünnschicht im ISO-zertifizierten Reinraum der NTCW sowie industrielle 2-D- und 3-D-Inkjet-Druck-Systeme.



Abb. 1/ Fig. 1

Fig. 1: Modular pilot and demonstration plant with glove box cluster for thin film coating in ISO certified cleanroom of NTCW and industrial 2D and 3D inkjet printing systems.

voltaik und Optoelektronik wissenschaftlich, technologisch und wirtschaftlich zu erschließen.

Organische Halbleiter, gedruckte Elektronik und Sensorik

Für industrielle Applikationen bieten insbesondere organische Halbleiter aufgrund ihrer Eigenschaften und der Verfügbarkeit von kostengünstigen Verarbeitungstechniken interessante Möglichkeiten. Durch das chemische Anfügen von Seitenketten können konjugierte Moleküle löslich gemacht und so aus Lösungen verarbeitet werden. Dies führte vollständig oder zumindest teilweise mittels Tintenstrahldruck zu einer realisierten Herstellung vieler, in der Elektronik gebräuchlicher (opto-)elektronischer Bauelemente, wie z. B. organischer Feldeffekt-Transistoren (OFET), Leuchtdioden (OLED) oder Solarzellen (OPV). Darüber hinaus können mit diesen Halbleitern beinahe alle Typen von Sensoren (z. B. für Gase, Ionen, biologische Substanzen) realisiert werden. Im Vergleich zu ihren anorganischen Pendanten besitzen sie den Vorteil, dass ihre elektrischen und optischen Eigenschaften weitgehend durch die Struktur der Moleküle bestimmt sind. Durch den gezielten Einbau entsprechender funktioneller Gruppen können damit die chemischen und physikalischen Materialeigenschaften maßgeschneidert und so an die verschiedenen Sensoranforderungen (z. B. Sensitivität, Selektivität) angepasst werden. Dies ermöglicht in Kombination mit der einfachen Prozessierbarkeit die kostengünstige Herstellung moderner, intelligenter, flexibler Sensoren etwa für Gesundheitsdiagnostik, Raumklima- und Arbeitsplatzüberwachung oder Sicherheit. In diesem Zusammenhang ist es kürzlich im Rahmen des Projekts BioOFET 2 gelungen, mit einem neuartigen OFET-basierenden Ionensensor sehr kleine Konzentrationen von biomedizinisch relevanten Natrium-Ionen in wässrigen Medien

Organic semiconductors, printed electronics and sensor technology

For industrial applications, in particular organic semiconductors provide interesting possibilities due to their characteristics and the availability of low-cost processing techniques. By the chemical attachment of side chains, conjugated molecules can be solubilized and thus processed from solution. This has resulted in the completely or at least partly ink-jet printed fabrication of many (opto-)electronic components commonly used in electronics, such as organic field-effect transistors (OFETs), light emitting diodes (OLEDs) and solar cells (OPV). In addition, almost all types of sensors (e.g. for gases, ions, and biological substances) can be realized with these semiconductors. Compared to their inorganic counterparts, they have the advantage that their electrical and optical properties are largely determined by the structure of the molecules. Consequently, by the selective incorporation of appropriate functional groups, the chemical and physical material properties can be tailored and thus adapted to the various sensor needs (e.g. sensitivity, selectivity). This allows, in combination with the ease of processability, the cost-effective production of advanced, intelligent, flexible sensors e.g. for health diagnostics, climate and workplace monitoring or security. In this context, in the BioOFET 2 project, we have recently succeeded in detecting selectively very small concentrations of biomedically important sodium ions in aqueous media using a novel OFET-based ion sensor. The work was published in the renowned journal "Advanced Materials".¹

Smart system integration and cooperation

Such sensors also provide ideal conditions for their integration with already existing, silicon chip-based RFID technology for wireless trans-



Andreas Klug ist stellvertretender F&E-Leiter an der NTCW Forschungsgesellschaft mbH. Er promovierte am Institut für Festkörperphysik der TU Graz zum Thema „Organische Feldeffekt-Transistoren – Prozessentwicklung, Stabilitätsaspekte und Sensoranwendungen“. Seine Forschungsinteressen liegen im Bereich der Gas- und Biosensorik sowie in der Smart System Integration. Außerdem macht er derzeit eine „Executive MBA“-Ausbildung in Wien und Minneapolis, USA.

Andreas Klug is deputy director of R&D at NTCW. He earned his doctorate at the Institute of Solid State Physics, Graz University of Technology on "Organic Field-Effect Transistors - Process Development, Stability Issues and Sensor Applications". His research interests are in the field of gas and biosensors as well as in Smart System Integration. In addition, he is currently doing an executive MBA education in Vienna and Minneapolis, USA.

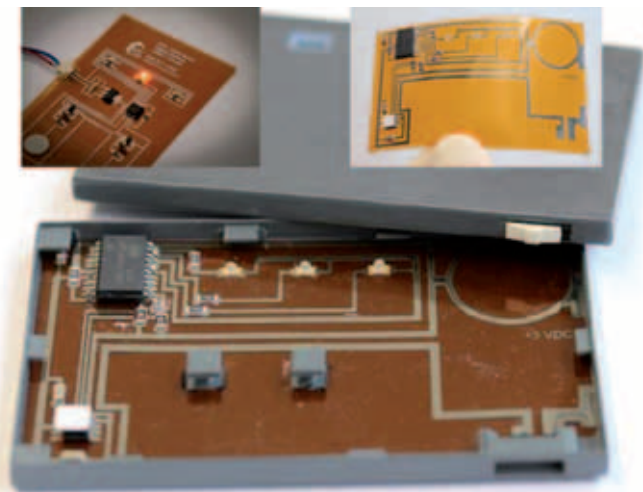


Abb. 2/Fig. 2

© NTCW

selektiv zu detektieren. Die Arbeit wurde im renommierten Fachjournal „Advanced Materials“ veröffentlicht.¹

Smarte System-Integration und Kooperation

Derartige Sensoren bieten außerdem ideale Voraussetzungen zur Integration mit bereits bestehender, auf Silizium-Chip basierender RFID-Technologie zur drahtlosen Übermittlung bzw. Aufzeichnung von Messdaten in Sensor-Labels bzw. RF-Sensor Tags. Nicht zuletzt deshalb stellt auch der Druck von nanopartikulären Silber-, Kupfer- und Silizium-Tintensystemen ein wesentliches und hochaktuelles Forschungsgebiet an der NTCW Forschungsgesellschaft mbH dar. Neben der (3-D-)Integration von gedruckten Bauelementen und ICs in smarte Systeme werden dabei auch grundlegende Materialeigenschaften untersucht, mit besonderem Fokus auf Struktur-Eigenschafts-Beziehungen, Degradationsprozessen und Zuverlässigkeit.

Das Unternehmen pflegt seit seinem Bestehen zahlreiche Kooperationen mit nationalen und internationalen Partnerinnen und Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft, insbesondere mit den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftern der Gesellschafter TU Graz und JOANNEUM RESEARCH. Nicht nur in nationalen Förderprojekten, auch in EU-Projekten des 7. Rahmenprogramms (z. B. HYMEC, PLASMAS, COLAE) tritt die NTCW Forschungsgesellschaft mbH als technische Koordinatorin und Partnerin auf. ■

Literatur/References:

¹ Kerstin Schmoltner, Johannes Kofler, Andreas Klug, Emil J. W. List-Kratochvil: Electrolyte-Gated Organic Field-Effect Transistor for Selective Reversible Ion Detection, *Advanced Materials* 2013, DOI: 10.1002/adma.201303281.

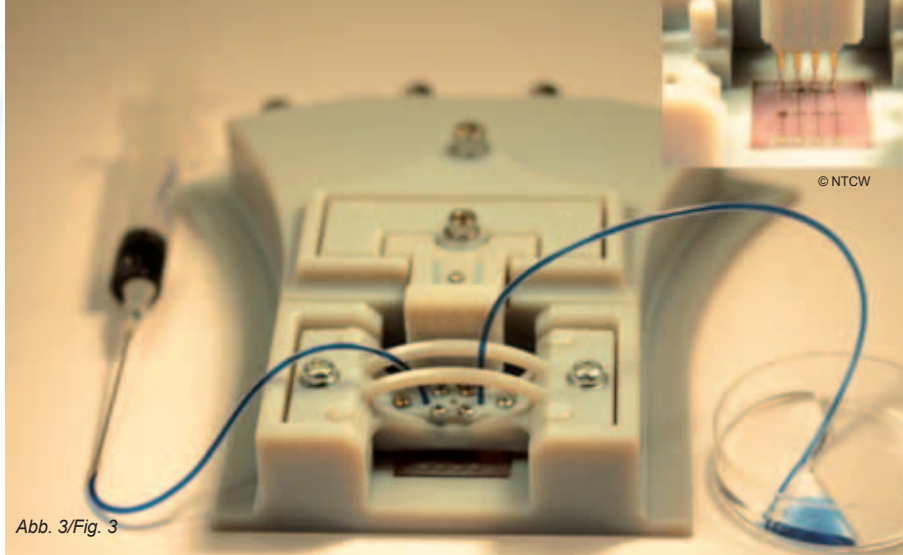


Abb. 3/Fig. 3

© NTCW

mission and recording of measurement data in sensor labels or RF sensor tags. This is one of the main reasons why printing nanoparticulate silver, copper and silicon ink systems is an essential and cutting-edge field of research at NTCW. Apart from the (3D-)integration of printed components and ICs for smart systems, fundamental material properties are also examined, with special focus on structure-property relationships, device degradation and reliability. Since it was founded the company has maintained numerous collaborations with national and international partners from science and industry, especially with scientists of the shareholders Graz University of Technology and JOANNEUM RESEARCH. NTCW has assumed the role of technical coordinator and partner not only in national research projects, but also in EU projects of the 7th Framework Programme (e.g. HYMEC, PLASMAS, COLAE). ■

Abb. 2: Sensor-Label-Demonstratoren mit inkjet-gedruckten Leiterbahnen auf flexiblen Substraten und 3-D-gedrucktem Gehäuse.

Fig. 2: Sensor-label demonstrators with inkjet-printed conductors on flexible substrates and 3D-printed housing.

Abb. 3: 3-D-gedruckte Probenkammer für Ionensensor, basierend auf einem organischen Feldeffekt-Transistor.

Fig. 3: 3D-printed characterization chamber for ion sensor based on an organic field-effect transistor.

Kontakt/Contact: NanoTecCenter Weiz
Forschungsgesellschaft mbH
Franz-Pichler-Straße 32, A-8160 Weiz
Tel./Phone: +43 316 876 8003
Fax: +43 316 876 8040
E-Mail: ntcw@ntc-weiz.at
Web: www.ntc-weiz.at