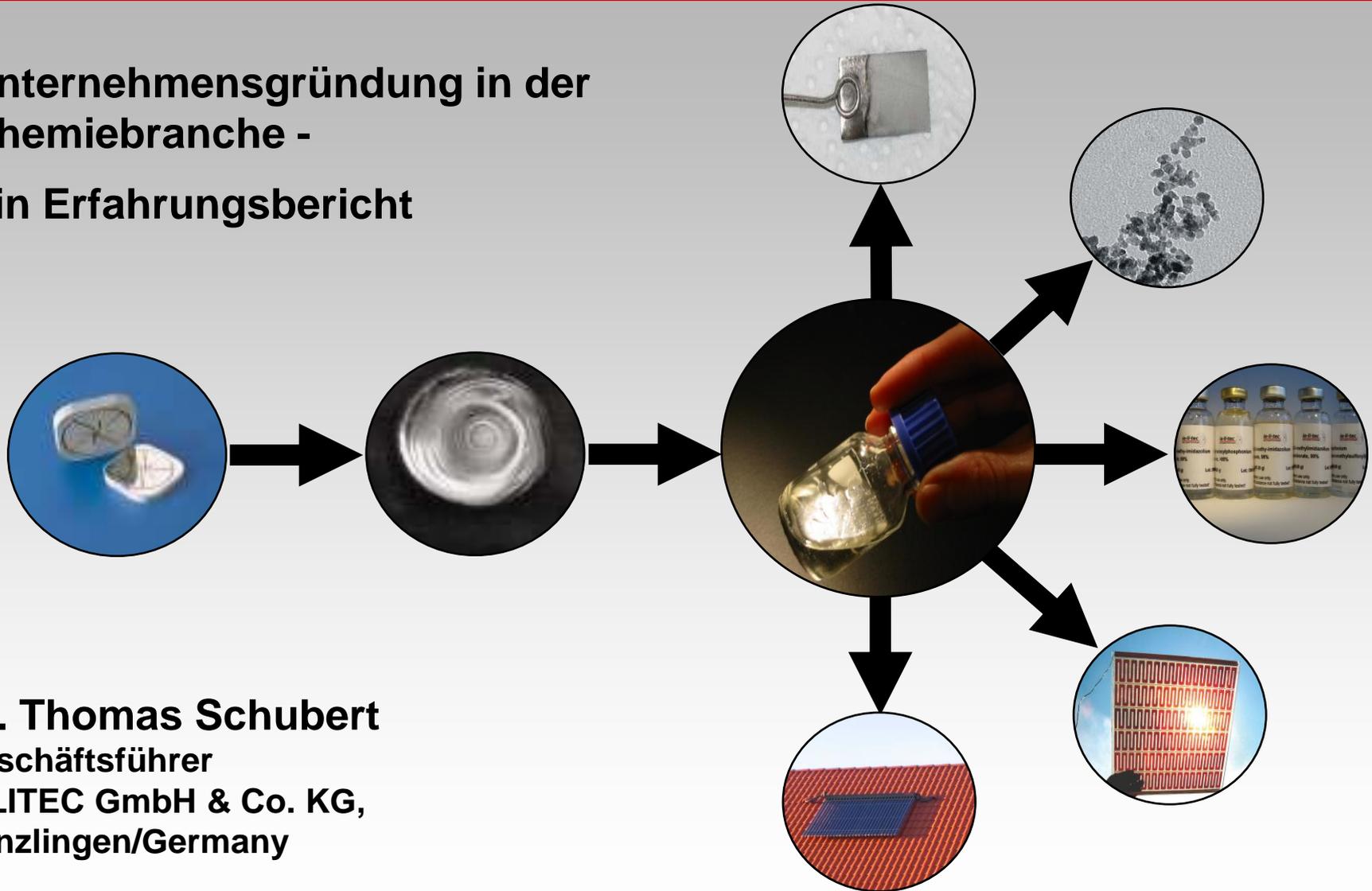


Unternehmensgründung in der Chemiebranche - Ein Erfahrungsbericht



Dr. Thomas Schubert
Geschäftsführer
IOLITEC GmbH & Co. KG,
Denzlingen/Germany

1. Begriffsdefinitionen

2. Finanzierung

3. Das Gründerteam

Über IOLITEC

Was sind ionische Flüssigkeiten?

Finanzierung des Unternehmens

Positionierung im Markt und im wirtschaftlichen Umfeld

1. Begriffsdefinitionen

- **Eigenkapital:**
Kapital, das von den **Gesellschaftern** **Unternehmern** **eingebracht** wird
- **Fremdkapital:**
Kapital, das nicht von den **Gesellschaftern** zur **Verfügung** **gestellt** wird
(z.B. über **Bankdarlehen**)
- **Mezzanines Kapital:**
Mischform von **Eigen-** und **Fremdkapital** (z.B. **Genussrechte**, **stille**
Beteiligungen, **Wandelanleihen**, **partiarisches Darlehen**)
- **Investitionen:**
im **engeren betriebswirtschaftlichen Sinne** wird **Begriff** nur für **langfristige**
Sachanlagen verwendet

- **Cash-Flow:**
Jahresüberschuss plus Abschreibungen (teilweise plus Rückstellungen);
gibt Aussage über die so genannte **Innenfinanzierungskraft**
- **EBIT:**
Gewinn vor Zinsen und Steuern (engl.: „Earnings before interest and taxes“)
- **Business-Plan:**
Geschäftsplan (auch Budget), der über eine Planungsperiode (meist 3-5 Jahre) die Unternehmensziele inhaltlich und betriebswirtschaftlich beschreibt
- **Pre money / post money:**
Begriffe im Zuge der Finanzierungstätigkeit von VC-Gesellschaften, die den Unternehmenswert vor bzw. nach der Finanzierungstätigkeit beschreiben

2. Finanzierung

- **VC (engl. Venture Capital):**
Fonds, die Risiko- oder Wagniskapital im Rahmen von Eigenkapital zur Verfügung stellen

- **Business Angels:**
Wohlhabende Unternehmer oder leitende Angestellte/Manager, die Startkapital und Know-How mit einbringen können

- **Darlehen:**
Finanzierung durch Bankkredit

- **Förderprogramme:**
 - a) zur Unternehmensfinanzierung
 - b) zur Förderung von Forschungsvorhaben

- Venture Capital Fonds investieren i.d.R. über einen **Zeitraum** von **3-7 Jahren**
- mit Beginn der Investitionstätigkeit arbeitet der Fond an seinem **Exit**
- **Investments** werden oft **in Tranchen** getätigt, die an das Erreichen von **Meilensteinen** geknüpft werden
- VC-Fonds stellen **Eigenkapital** zur Verfügung, d.h. sie werden **Gesellschafter**
- VC-Fonds stellen üblicherweise dem geschäftsführenden **Gründer** einen **kaufmännischen Geschäftsführer (CFO)** zur Seite
- **Finanzierungstätigkeit 0.5 – 5 Mio. €** (Deutschland)

- **Corporate Venture:**
 - VC-Gesellschaften von Konzernen
 - investieren in für den Konzern strategisch interessante Firmen
 - Vorteil: kennen die Branche

- **Unternehmensbewertung:**
 - da ein VC-Fonds Anteile erwirbt, sind diese für den Kauf zu bewerten
 - der Unternehmenswert ist i.d.R. schwer zu ermitteln, da man sich auf zukünftige Umsätze und Erträge bezieht
 - der Fond wird anstreben, mindestens einen Anteil von >25% zu erwerben („Sperrminorität“)

- **Exit des VC-Fonds:**
 - a) Verkauf an ein anderes Unternehmen oder einen anderen Fond (Trade Sale)
 - b) Rückkauf der Anteile durch die Gründer
 - c) Börsengang (IPO)

➤ **Tipps:**

- 1. Unternehmen angemessen bewerten, um Verhandlungsspielraum zu haben**
- 2. Unternehmen nicht zu hoch bewerten**
- 3. Meilensteine vermeiden oder klar definieren**
- 4. VC-Fonds versuchen unabhängig von den Gründern zu werden**
- 5. In der ersten Finanzierungsrunde nicht die Mehrheit abgeben**
- 6. Mitspracherechte definieren und klar Regeln**
- 7. Vertrag juristisch von einem Fachanwalt prüfen lassen**

- **stellen Eigen-, Fremd- oder mezzanines Kapital zur Verfügung**
- **Business Angels sollten die Kompetenzen des Teams ergänzen, z.B. durch**
 - **betriebswirtschaftliche Kenntnisse**
 - **Erfahrung im Vertrieb**
 - **Kontakte zu Schlüsselpersonen**
- **Finanzierungstätigkeit beträgt in der Regel 50-250 T€**
- **Exit hängt von der Unternehmensentwicklung ab**
- **Kontakt:**

Business Angels Netzwerk Deutschland e.V. (BAND)
Semperstraße 51, 45138 Essen Gabriele Wittenfeld, Projektmanagerin
Telefon: 0201/8 94 15-60, Telefax: 0201/8 94 15-10
E-Mail: wittenfeld@business-angels.de

- **Darlehen ist reines Fremdkapital**
- **Darlehen durch die Hausbank wird i.d.R. durch Bürgschaften der Gründer abgesichert**
- **Sicherheiten der Gründer sind meist limitiert**
- **Einbindung der Bürgschaftsbank, die Risiko behaftete Kredite absichert**
- **für Gründungen im High-Tech-Bereich existieren eine Vielzahl von Förderprogrammen**
- **wesentlicher Vorteil: Gründer behalten vollständige Kontrolle**
- **Nachteil: persönliches Risiko ist höher**

Tipp:

1. wenn möglich, Gründung durch möglichst viel Eigenkapital ausstatten, da Unternehmen dann kreditwürdiger
2. Förderprogramme identifizieren
3. Gespräch mit der IHK vereinbaren
4. als Hausbanken kommen insbesondere Sparkassen und Volksbanken in Frage

- **Business Angel können durch Einbringen von Eigenkapital und Bürgschaften auch größere Darlehen ermöglichen**
- **Kapitalbedarf unabhängig von der Art der Finanzierung so genau wie möglich**
- **in die Finanzplanung „best-case“-Szenarien auch „worst-case“-Szenarien gegenüberstellen**
- **Gedanken über persönliches Exit machen:**
 - **Will ich/das Team die Firma nach der Aufbauphase verlassen?**
 - **Will ich/das Team ein mittelständisch geprägtes Unternehmen aufbauen?**
- **Gedanken über eigene Risikobereitschaft machen:**
 - **Bin ich bereit, selbst Geld einzubringen und/oder zu bürgen?**
- **durch VC wird man teilweise fremdbestimmt**

3. Das Gründungsteam

- **Universitäts-Spin-Offs sind typischerweise Teams von Hochschulabsolventen und Wissenschaftlern**

- **Defizite bestehen in den folgenden Bereichen:**
 - **betriebswirtschaftliche Kenntnisse (selten im Gründerteam vorhanden)**
 - **Führungswissen (Know How kann aufgebaut werden)**
 - **Steuern (als Dienstleistung, Steuerberater)**
 - **Recht (als Dienstleistung, Rechtsanwälte)**
 - **Vertrieb (Know How kann aufgebaut werden)**
 - **Finanzierung (Hilfestellung von Universitäten)**

- **Rollenverteilung innerhalb des Teams sollte klar strukturiert werden**

Konzern

wenig Freiräume

starre Forschungspläne

lange Entscheidungswege

gute Ausstattung von F&E

früher: langfristige Perspektive
heute: oft Shareholder-Value geprägte
Perspektive

gute Bezahlung

Start-Up

Freiräume durch Geld begrenzt

flexible Forschungspläne

kurze Entscheidungswege

Ausstattung abhängig von der
Finanzierung

langfristige Perspektive, sofern sich
Unternehmen positiv entwickelt

zu Beginn: geringe Basisbezahlung
Unternehmer: Wertsteigerung der
Unternehmensanteile
Arbeitnehmer: Basis-Bezahlung plus
erfolgsabhängige Vergütung

4. IOLITEC

- Gründungsphase**
- Finanzierung**
- Team**
- Produkte**
- der erste Kunde**
- Wie kommt man an Kunden?**

- **IOLITEC wurde 2003 in einem schwierigem Gesamtwirtschaftlichen Umfeld gegründet:**
 - Zusammenbruch der „New Economy“ 2001
 - Rezession („Die besten Unternehmen werden in der Rezession gegründet“)
- **die Rahmenbedingungen hatten u.a. auch Auswirkungen auf die Finanzierungstätigkeit von VC-Gesellschaften**
- **IOLITEC wurde 2003 zunächst als Personengesellschaft (G.b.R.) universitätsnah gegründet**
- **Die Standortsuche erfolgte deutschlandweit (z.B. Aachen, Ruhrgebiet, Nürnberg und Freiburg)**

- **Gründe, warum IOLITEC eine Finanzierung erhalten hat:**
 - 1) IOLITEC hatte beim deutschlandweit höchstdotierten Businessplan-Wettbewerb den 4. Platz belegt
 - 2) IOLITEC hatte einen Kunden mit einem Auftrag in Höhe von 180.000 €
 - 3) der Businessplan wurde in einer einwandfreien Form vorgelegt
 - 4) positives Bankgutachten
 - 5) Gründungsteam im persönlichen Gespräch als gut befunden

- **Finanzierung erfolgte über einen klassischen Bankkredit mit zwei Bausteinen:**
 - 1) 120.000 € Förderkredit zu verbilligten Konditionen mit Bürgschaft der KfW
 - 2) 50.000 € Bankkredit zu normalen Konditionen

- **2005 und 2006 wurden jeweils weitere Kredite zur Finanzierung von Investitionen bewilligt**

- **das Gründungsteam bestand aus drei Chemikern unterschiedlicher Fachbereiche:**
 - 1) **physikalische Chemie (38 Jahre, mit Berufserfahrung F&E, brachte Kunden und 1. Auftrag mit)**
 - 2) **technischer Chemie (34 Jahre, Absolvent)**
 - 3) **organische Chemie (33 Jahre, 2 Jahre Berufserfahrung Produktion und Vertrieb)**

- **alle drei hatten Erfahrungen im Bereich ionische Flüssigkeiten:**
 - 1) + 3): **durch berufliche Tätigkeiten, 2) durch Promotion bei Peter Wasserscheid, damals RWTH Aachen**

- **1) hörte bereits nach drei Monaten auf**

- **2) hörte Anfang 2006 auf**

- **2004 wurde das Team aus 2) und 3) durch einen Business Angel ergänzt, der die Bereiche Steuer, Finanzen und Recht betreut**

- **IOLITEC startete mit einem Großauftrag in Höhe von 180.000 € eines mittelständischen Sensor-Hersteller aus der Schweiz**
- **Kunde wurde von Gründer 1) mitgebracht**
- **der erste Auftrag beeinflusste die Finanzierung über einen Bankkredit in Höhe von 200.000 €**

- in der Startphase hat IOLITEC seine Dienstleistungen zunächst ausschließlich über das Internet angeboten
- viele Firmen haben in der Folge den direkten Kontakt zu IOLITEC aufgenommen (per e-Mail, Telefon)
- IOLITEC profitierte von der allgemeinen Beachtung, die das Thema Ionic Liquids zunehmend fand
- ab 2005 wurden mit dem erwirtschafteten Geld auch Tagungen besucht
- 2008 wird IOLITEC auch zum ersten Mal auf der Messe Chemspec zugegen sein
- IOLITEC besitzt heute über 400 Kunden weltweit

- IOLITEC ist unabhängig, 100% in Privatbesitz
- IOLITEC arbeitet seit Gründung mit Gewinn
- IOLITEC ist offen für jede Art von Kooperation auf den Gebieten
 - Ionische Flüssigkeiten
 - Nano-Technologie
 - Energie/Cleantech-Anwendungen

Kontakt:

IOLITEC GmbH & Co. KG

Ferdinand-Porsche-Str. 5/1

D-79211 Denzlingen/Germany

info@iolitec.de



Gründung: Mai 2003

Branche: Chemie/Materialwissenschaften
Cleantech

Räumlichkeiten: 400 m²

Produktionskapazität: ca. > 5-10 Tonnen pro Jahr
schnelle Skalierung möglich

Mitarbeiter 2007: 10 (5 Diplom-Chemiker)

Produkte: ~ 200 ionische Flüssigkeiten
davon 20 im Bulk-Maßstab
~ 80 Nano-Materialien
Materialien für Cleantech-
Anwendungen

www.iolitec.com



Geschäftsleitung
Verwaltung
interne F&E
Marketing

Dr. Thomas Schubert
(Geschäftsführer)
Peter Unkelbach
Diplom-Volkswirt, Stb. & WP
(Berater Steuern, Finanzen, Recht)

Partner
(Institute)

FhG ISE
Cleantech
Freiburg
FhG ICT
Elektrochemie, Sensoren
Pfinztal
FhG IFAM
Mikroverfahrenstechnik
Bremen
FEM
Nano-Coatings
Schwäbisch-Gmünd

Wissenschaftliche
Berater
(Universitäten)

Prof. Dr. Frank Endres
Elektrochemie
TU Clausthal
Prof. Dr. Ingo Krossing
Ionic Liquids
Universität Freiburg
Prof. Dr. Christoph Janiak
Universität Freiburg
Nano-Technologie
Prof. Dr. Rolf Hempelmann
Nanotechnologie
Universität des Saarlandes
Prof. Dr.-Ing. Schaber
Energie/Cleantech
Universität Karlsruhe
Prof. Dr.-Ing. Thöming
Mikroverfahrenstechnik
Universität Bremen

Dr. Thomas Schubert
Diplom-Chemiker
Bioorganische Chem.

Business
Development

Dr. Andreas Reisinger
Diplom-Chemiker
Anorganische Chemie

Auftragsforschung
Projektmanagement

Dr. Tom Beyersdorff
Diplom-Chemiker
Organische Chemie

Vertrieb
Ionic Liquids

Dr. Marco Klingele
Master Sci., Chem.
Organische Chemie

Produktions-
leitung

	Auftrags-F&E	Ionic Liquids	Nano-Produkte	Energie/Cleantech	Sensoren
Produkte	<ul style="list-style-type: none"> ➤ F&E-Projekte ➤ Joint-Development ➤ Consulting ➤ interne F&E ➤ staatlich geförderte Projekte 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Schmiermittel ➤ Lösungsmittel ➤ Prozess-chemikalien ➤ Functional Fluids ➤ Spezialreagenzien ➤ Tenside 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ultrakleine Nanopartikel ➤ Nano-Coatings ➤ Dispersionen von Nanopartikeln 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Materialien für Wärme-transport- und speicherung ➤ Elektrolyte für Batterien u. & Supercaps ➤ Materialien für Farbstoff-solarzellen 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sprengstoff-sensoren ➤ Gefahrstoff-sensoren
Markt-potenzial 2012	<p>> 100 Mio. € weltweite F&E-Ausgaben (Unternehmen, Universitäten und Institute)</p>	<p>100 Mio. € (ohne Cleantech Anwendungen)</p>	<p>850 Mio. € (Schätzung des Gesamtmarktes 2006 für alle Arten von Nanomaterialien)</p>	<p>Wärmespeicherung 150-250 Mio. Elektrolyte 5-10 Mio. DSC-Elektrolyte 13-26 Mio. €/Chem.</p>	<p>80-100 Mio. €</p>
Marktanteile IOLITEC 2012	<p>2012: 2-5%</p>	<p>2012: 5-27%</p>	<p>2012: ca. 0.5%</p>	<p>Wärmespeicherung 2012: 3.8-6.3% Energiespeicherung 2012: 25-35% DSC-Elektrolyte 2012: > 25%</p>	<p>2012: 2-2.5%</p>

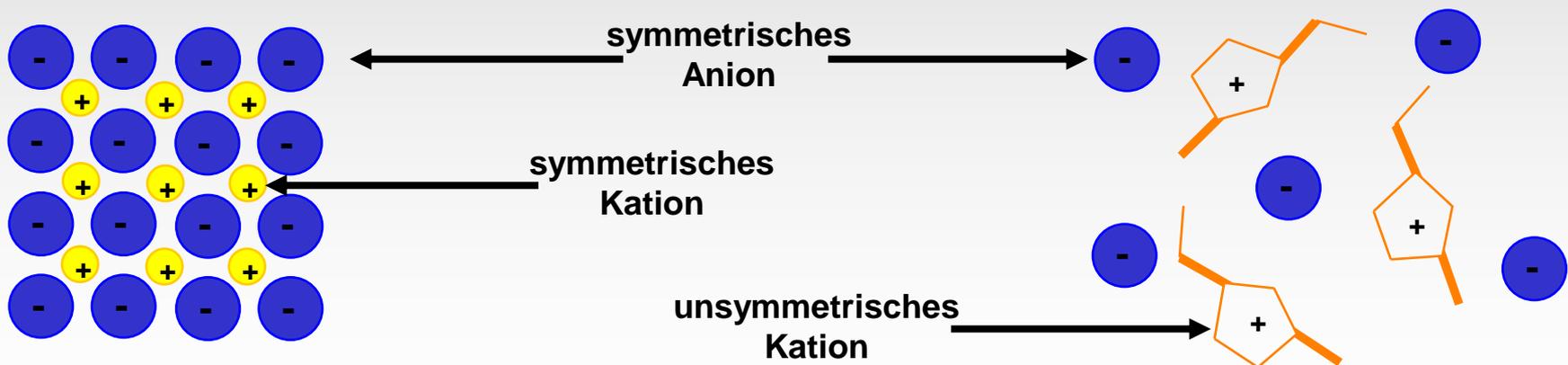
Was sind ionische Flüssigkeiten?



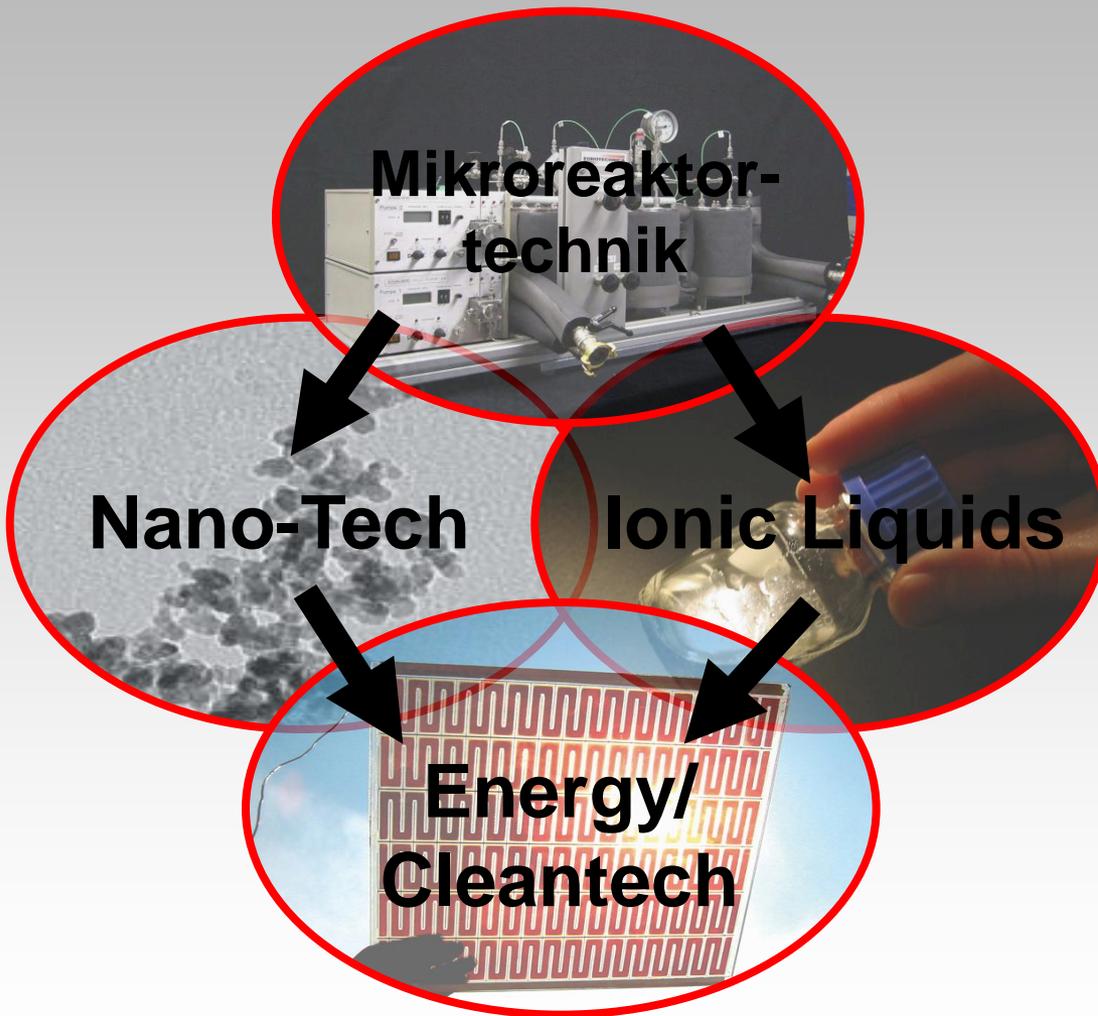
Ionische Flüssigkeit

- niedrige Symmetrie der Kationen und/oder Anionen führt zu ungewöhnlich niedrigen Schmelzpunkten
- Am häufigsten verwendete Definition:

„Als Ionische Flüssigkeiten bezeichnet man eine Klasse von Materialien, die vollständig aus Ionen besteht und unterhalb von 100°C im flüssigen Aggregatzustand vorliegt. Wenn diese Materialien flüssig bei Raumtemperatur sind, dann nennen wir diese room temperature ionic liquids (RTILs).“



Anzahl theoretisch möglicher Verbindungen:	10¹⁸
Anzahl der für im F&E-Bereich angebotenen IL 2008:	~ 500
Anzahl der für im F&E-Bereich hergestellten IL 2010:	1500 (?)
Anzahl Materialien in industrieller Produktion 2008:	5-10 (?)
Anzahl Materialien in industrieller Produktion 2010:	25 (?)
Anzahl Literatur bekannter Materialien 2008:	> 2000
Anzahl Materialien hergestellt in unseren Laboratorien:	> 500
Anzahl Materialien angeboten in unserem Katalog 2008:	> 200
Anzahl der hinreichend charakterisierten Materialien:	~ 10



**State-of-the-Art
Produktions-
technologie und
Qualitätssicherung**

**High-Chem-Produkte
mit großem
Synergiepotenzial
IL/Nano-Tech**

**Innovative
Materialien für
Cleantech-
Anwendungen**

VERFAHRENSTECHNIK

- Tiefenentschwefelung
- Gastrennung
- Extraktiv Destillation
- Flüssig-Flüssig-Extraktion

FUNCTIONAL FLUIDS

- Speichermedien f. Gase
- Lubricants
- Surfactants
- Hydraulik

SYNTHESE & KATALYSE

- enzymatische Reaktionen
- Immobilisierung von Katalysatoren
- Nanopartikel-Synthese
- Lösungsmittel organische Synthese

STATUS:

- F&E
- Pilot
- Kommerziell

IONIC LIQUIDS

- thermische Stabilität
- elektrochemische Stabilität
- niedriger Dampfdruck
- Unbrennbarkeit
- elektrische Leitfähigkeit
- einstellbare Mischbarkeit
- flüssig über weiten Temperaturbereich

THERMODYNAMISCHE ANWENDUNGEN

- Wärmeträgermedien
- Phasenwechselmedien
- Sorptionskältemedien

ANALYTIK

- Elektrophorese
- Lösungsmittel für GC-Head-Space
- Matrixmaterialien für MALDI-TOF-MS
- Lösungsmittel für Karl-Fischer-Titration
- Lösungsmittel für Proteinkristallisation

ELEKTROCHEMISCHE ANWENDUNGEN

- Brennstoffzellen
- Li-Ionen-Batterien
- Metallabscheidung & Elektropolieren
- Farbstoffsolarzellen
- Sensoren
- Superkondensatoren

1. Ionic Liquids

a) Auftragsforschung – und Entwicklung

- Portfolio
- Methodik
- Eigenschaften
- Anwendungen

b) Herstellung und Vertrieb von Ionic Liquids

- Portfolio und Märkte
- Scale-Up
- Qualitätssicherung

- **>30 Kunden weltweit, aktiv seit Mai 2003**
- **experimentelle Machbarkeitsstudien und Markteinschätzungen**
- **Joint-developments mit Kunden und Instituten**
- **spezielle Messungen über Partnerinstitute**
- **>500 ionic liquids „from the shelf“**
- **umfassende Datenbank mit Literaturdaten und Daten aus eigener F&E**
- **>2.500 ausgewertete und kategorisierte Publikationen**
- **Vorhersage von Substanzeigenschaften anhand von Computermodellen (COSMO RS)**



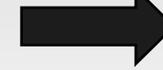
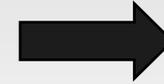
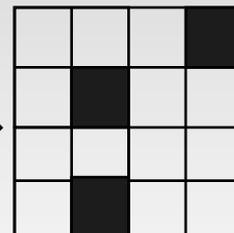
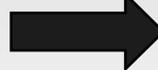
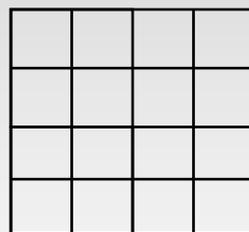
Vorauswahl
der IL durch
Evaluierung
von & Know-How

Identifizierung
von Leitstrukturen
anhand geeigneter
Screening-Verfahren

Untersuchung
von Leitstrukturen
spezielleren
Tests und Methoden

Modifizierung
der Strukturen
durch rationales
Design

Datenbank
bekannter
Materialien aus
Literatur (>1500)
und eigener
F&E (>500)



IL-pool

IL-Matrix

- **thermische Stabilität:**

1-Butyl-3-methyl-imidazolium triflat

250°C

- **elektrochemische Stabilität:**

N-Butyl-*N*-methyl-pyrrolidinium
bis(trifluoromethylsulfonyl)imid

ECW 5.5 V

- **elektrische Leitfähigkeit:**

1-Ethyl-3-methyl-imidazolium
dicyanamid

25.3 mS/cm bei 21°C

- **Viskosität:**

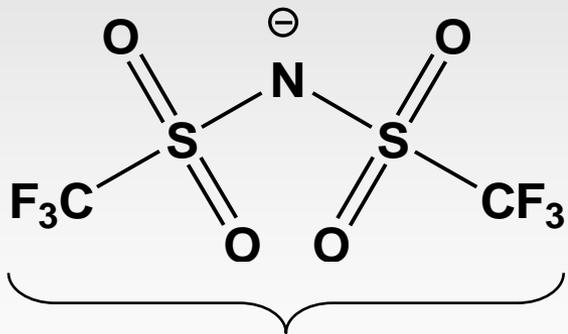
1-Ethyl-3-methyl-imidazolium
dicyanamid

16.8 cP bei 21°C

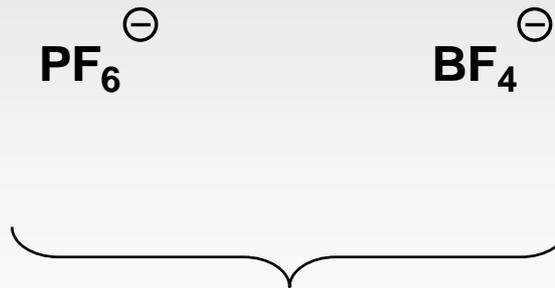
Hydrophobe ionische Flüssigkeiten sind nach dem jetzigen Kenntnisstand ohne den Einsatz von fluorierten Gruppen nicht zugänglich.

Nachteil von fluorierten IL:

- a) Preis
- b) Abbaubarkeit
- c) teilweise Bildung von HF möglich



hydrolyseunempfindlich



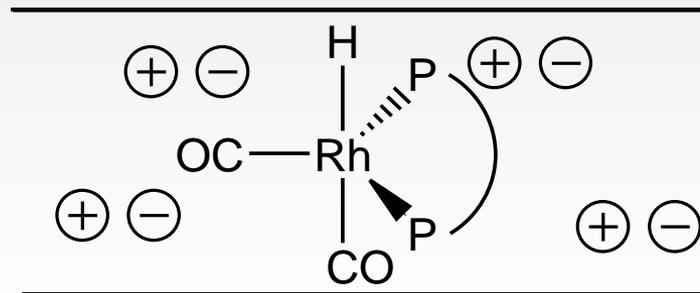
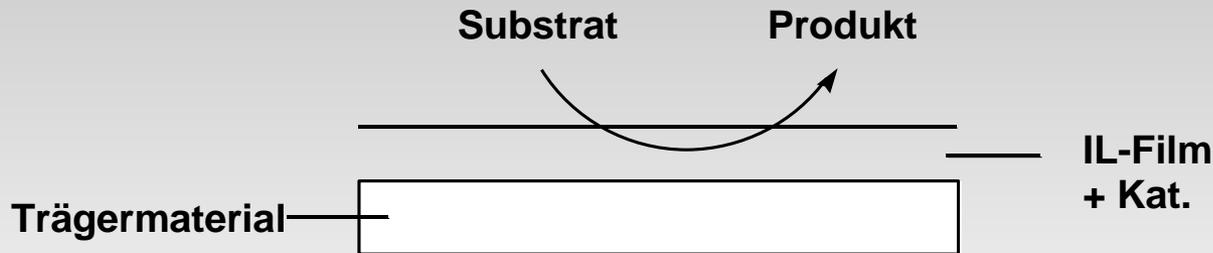
hydrolyseempfindlich

- **thermische und (elektro-)chemische Stabilität meist gekoppelt**
- **elektrochemische Stabilität erreichbar durch Einbau fluorierter Gruppen erzielt**
- **thermisch stabil u.a. auch unfluorierte Tosylate und Methansulfonate**
- **Thermostabilitäten von 480°C (OMIM BF₄) in früheren Publikationen konnten nicht bestätigt werden**
- **die besten Verbindungen erreichen rund 250°C Langzeitstabilität**
- **Dampfdruck bis zur Zersetzung gering**
- **IL können so designed werden, dass sie als „energetische Materialien eingestuft werden können**

Es sind nicht einzelne Eigenschaften der jeweiligen IL, die deren Alleinstellungsmerkmale als Materialien markieren, sondern vielmehr einzigartige, charakteristische Eigenschaftsprofile.

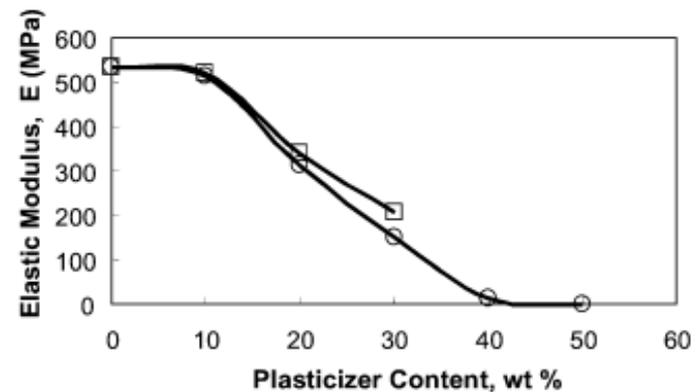
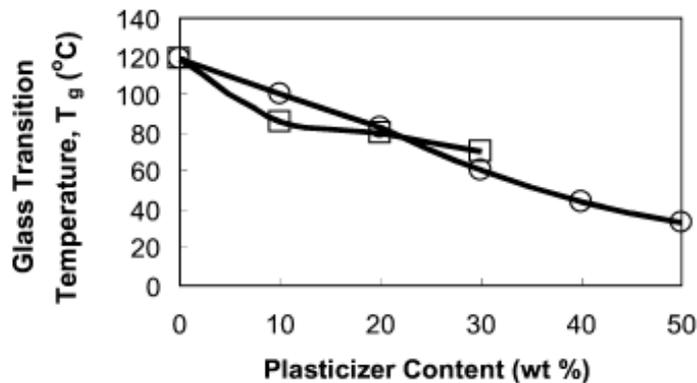
Ausgewählte Anwendungsbeispiele

- **SILP-Technologie: Immobilisierung von Katalysatoren** [Wasserscheid et al.]
 - SILP: Supported Ionic Liquids Phase
 - Anwendbarkeit in vielen Beispielen bereits gezeigt
 - IL kombinieren gute Lösungsmitelegenschaften (schwache Koordination, Mischbarkeit/Unmischbarkeit) mit äußerst geringem Dampfdruck



➤ **IL als Weichmacher:** [Rogers et. al, *Chem. Comm.* **2002**, 1370.]

- 1-Butyl-3-methyl-imidazolium hexafluorophosphat wurde bei der radikalischen Polymerisation von Methylmetaacrylat erfolgreich als Reaktionsmedium eingesetzt
- die Polymereigenschaften waren vergleichbar mit denen, die mit herkömmlichen Weichmachern additiviert wurden und zeigten z.T. größere thermische Stabilität



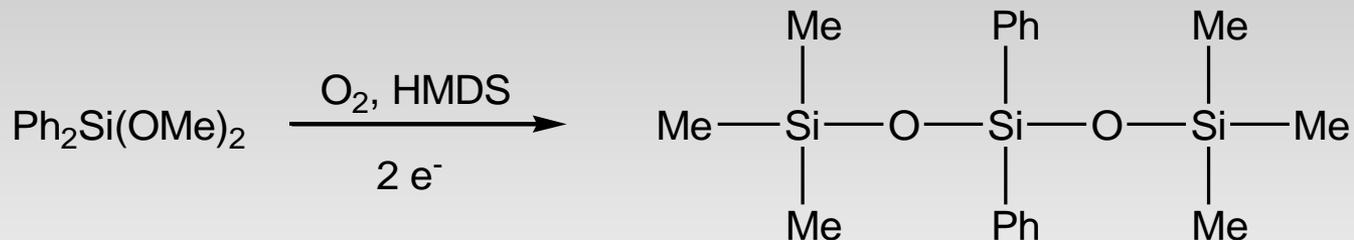
- **hohe Polarität kombiniert mit geringer Grenzflächenspannungen:**
(z.B. 1-Butyl-3-methyl-imidazolium tetrafluoroborat 38 mN m^{-1})
 - schnelle Bildung von Kristalliten
 - sehr kleine, im Wachstum gehemmte Kristallite
 - Polarität der IL ermöglicht Einsatz von sehr polaren Edukten

- **hohe thermische Stabilität und geringer Dampfdruck:**
 - Möglichkeit zur Reaktionsführung oberhalb von 100°C
 - Möglichkeit des Energieeintrags durch Mikrowellen

- **Hydrophobizität:**
 - Möglichkeit zur Synthese unter wasserarmen Bedingungen
(z.B. Unterdrückung der Hydroxidbildung)

- **Ausbildung molekularer und supramolekularer Strukturen:**
 - Struktur der IL beeinflusst Struktur der Nanopartikel
 - Synthese in quasi „reinem Liganden“
 - bei längeren Kettenlängen der IL Ausbildung von supramolekularen Strukturen
(Möglichkeit zur Nanostrukturierung)

- **Elektrosynthese funktionalisierter Siloxane:** [Joikov et. al, *Chem. Comm.* 2004, 674.]
- verschiedene IL wurden erfolgreich bei der elektrochemischen Synthese von Diorganylsilanonen aus bifunktionalen Vorstufen hergestellt:



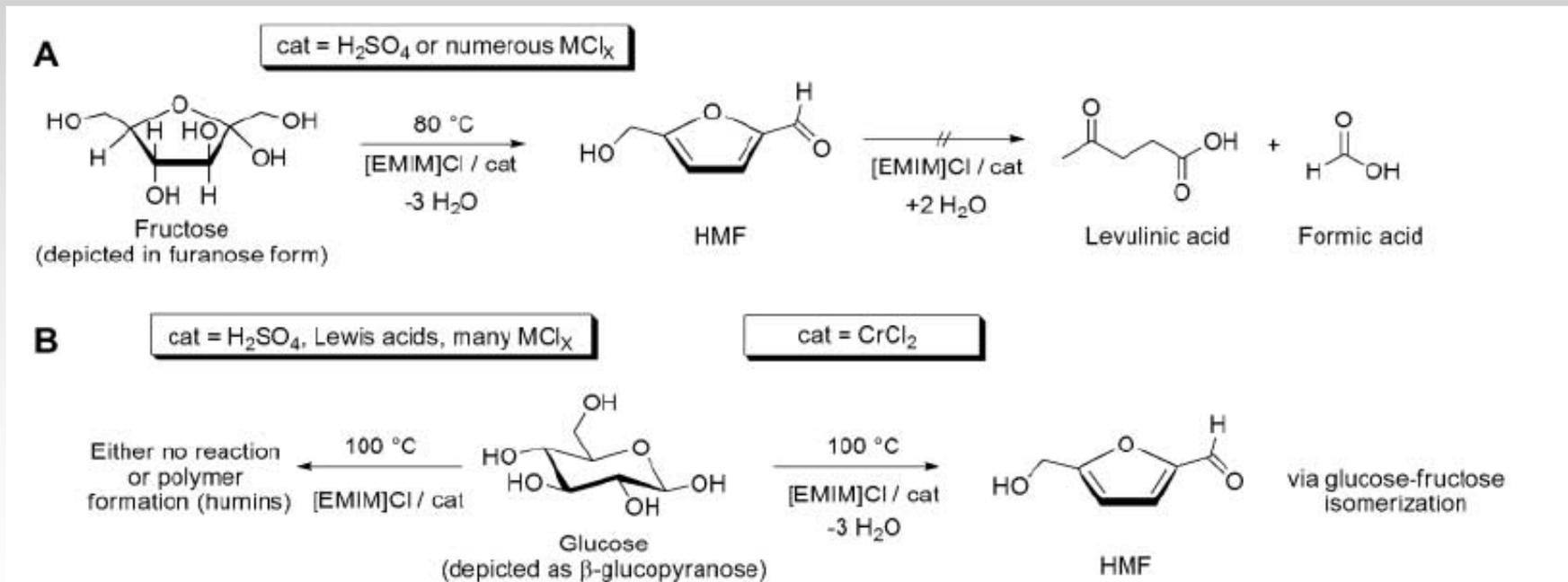
HMDS: Hexamethyldisiloxan

- **Vorteile:**
- hohe Löslichkeit von Sauerstoff in eingesetzter IL
 - eingesetzte IL inert gegenüber Superoxid-Anion
 - gute Ausbeuten und hohe Selektivität

➤ Umwandlung von Zuckern in 5-Hydroxymethylfurfural (HMF)

[Zhang et. al, Science **2007**, 316, 1597.]

- EMIM Cl / Metallchloride wurden erfolgreich bei der Umwandlung von Zuckern in HMF eingesetzt
- Ausbeute bei 70%, kaum Nebenprodukte



- >400 Kunden weltweit, 180 neue Kunden in 2007
- Alleinstellungsmerkmale durch innovative Produktionsmethoden und Qualitätsmanagement
- Newsletter „Ionic Liquids Today“ mit mehr als 3.500 Abonnenten
- Produktion und Vertrieb von 200 Ionic Liquids der Marken IOLILyt[®], IOLITherm[®] und IOLITive[®]
- Auftragssynthesen
- Produktionskapazität:
Batch: **20-50 kg pro Woche**
Mikroreaktor: **50-100 kg pro Woche**
- 6 Patente eingereicht
- 1 Lizenz Hydroquebec („Imidazolium-BTA“),
2-4 weitere Lizenzen geplant



RSC Publishing

Publishing

Chemical Technology

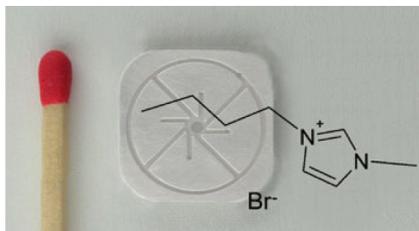
A magazine highlighting the latest applications and technological aspects of research across the chemical sciences.



Ionic liquids on tap

05 July 2007

Researchers in Germany have developed an intensive process for preparing ionic liquids using a continuously operating micro-reactor system. Previously their manufacture on a large scale has been limited by the use of batch procedures.



Daniel Waterkamp and colleagues at the Centre for Environmental Research and Technology UFT, University of Bremen prepared 1-butyl-3-methylimidazolium bromide that was more than 99% pure at a rate of nine kilograms per day. They achieved a space-time yield 24 times that achieved using a conventional batch reactor.

"In the field of ionic liquid production ineffective procedures still dominate. Many researchers, including members of our working group, have already demonstrated the advantages of unit operations at the micro scale," said Waterkamp.

"The next logical step was to combine our experience in chemistry and engineering and prove the applicability of micro reaction technology for ionic liquid synthesis at the production scale," he said.

"They achieved a yield 24 times that using a conventional batch reactor."

Another advantage of the process is that the addition of solvent to control the reaction is unnecessary, as the high specific surface area of the reaction system carries away any heat generated during the process.

A theoretical model of the reaction showed that further optimisation of the process could potentially lead to space-time yields a hundred times those of a batch reactor.

Joanna Stevens

[Link to journal article](#)

Synthesis of ionic liquids in micro-reactors—a process intensification study

Daniel A. Waterkamp, Michael Heiland, Michael Schlüter, Janelle C. Sauvageau, Tom Beyersdorff and Jorg Thöming, *Green Chem.*, 2007

DOI: 10.1039/b616882e

"They achieved a yield 24 times that using a conventional batch reactor."

15-25 kg/Tag pro Linie



NEMESIS wird gefördert vom BMBF (16SV1964).

- **IOLITEC beabsichtigt, sich als unabhängiger Anbieter eines breiten Portfolios von IL weiter zu etablieren**
 - IOLITEC bietet schon heute das breiteste Portfolio von IL an (z.B. Produkte von Cytec)

- **Erhöhung der Verfügbarkeit und Senkung der Preise**
 - ausgewählte Produkte sollen im Bereich 10-50 Tonnen pro Jahr verfügbar werden
 - Registrierungsverfahren von 3-5 Produkten bis 2010
 - Senkung der Preise auf ein industriekompatibles Niveau

- **2008/2009 Umzug auf einen integrierten Industriestandort**
 - Erhöhung der Produktionskapazität gemäß Nachfrage auf bis zu 100 Jahrestonnen bis 2010

- **Ende 2008: Gründung einer Niederlassung/Produktionsstätte in den USA**
 - USA nach Europa derzeit wichtigster Markt
 - kein IL-Start-Up

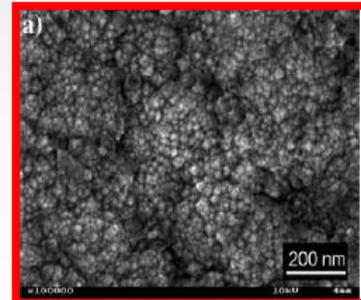
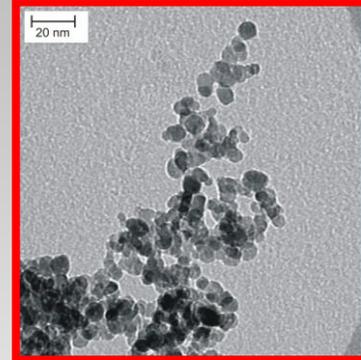
2. Nano-Technologie

a) Nano-Partikel

b) Metallbeschichtung/Galvanik

- **Herstellung und Vertrieb von Nano-Partikeln aus IL**
Über 80 Produkte:
 - Metalle (eigene Produktion)
 - Metalloxide (eigene Produktion)
 - Carbide & Nitride (Handel)
 - Fullerene und Nanotubes (Handel)

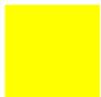
- **Alleinstellungsmerkmale:**
 - ultrakleine & monodisperse Nanopartikel
 - Produktgruppe „Metalle“: neue Produktionsmethoden (2 Patente eingereicht)
 - Nanopartikel Dispersionen: IL als Dispergiermittel für Nano-Partikel
 - Custom Manufacturing von Dispersionen nanoskaliger Materialien, z.B. Carbide und Nitride



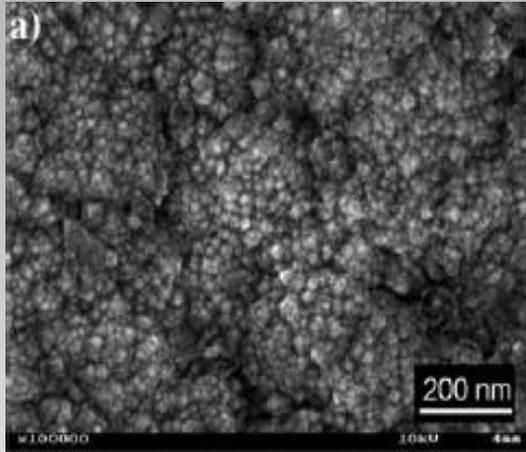
1 H																				2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne			
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar			
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr			
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe			
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn			
87 Fr	88 Ra	89 Ce																		



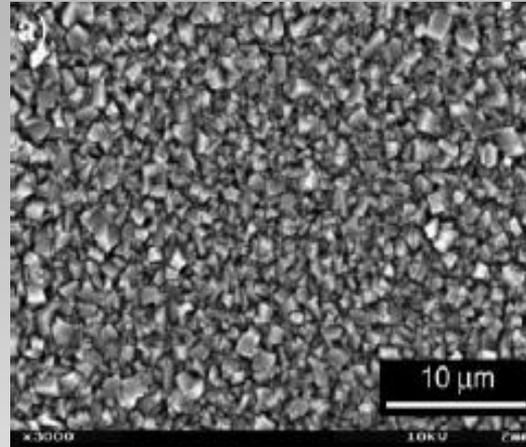
Abscheidung der reinen Metalle aus IL



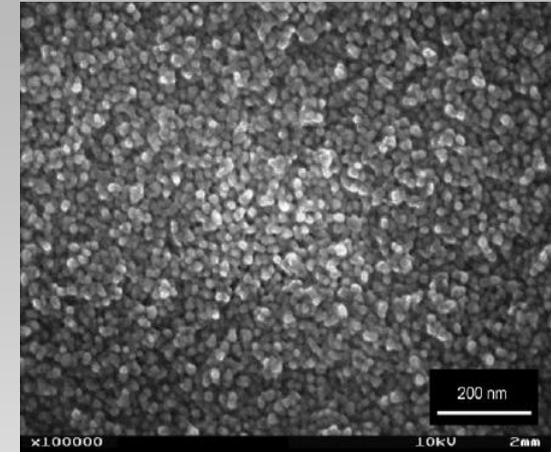
Abscheidung von Legierungen dieses Metalles aus IL



BMPyrr NTf₂, 25°C



EMIM NTf₂, 25°C



P₆₆₆₍₁₄₎ NTf₂, 25°C

➤ jeweils 1 h Abscheidung auf Au-Substrat

Beeinflussung der Morphologie durch den Einsatz verschiedener IL

- Einsatz IL-basierter Prozesse in der Produktion von Massenteilen wie z.B. Schrauben unwahrscheinlich
- IL-basierte Prozesse können kommerzialisiert werden, wenn...
 - a) sie eine neue Anwendung ermöglichen
 - b) das Werkstück vergleichsweise werthaltig ist



IOLITEC hat einen Prozess (inklusive integrierter Regeneration) für die Abscheidung von Al & Fe auf komplexen Substraten entwickelt

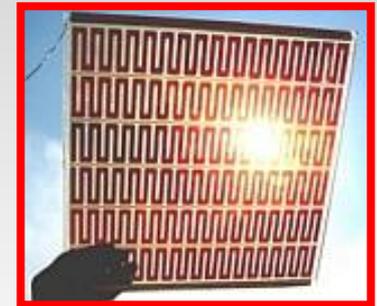
3. Energie/Cleantech

a) Thermodynamische Anwendungen

b) Elektrochemische Anwendungen

a) Thermodynamische Anwendungen

- Sorptionskältemedien:
DBU*-projekt „Ionic Liquids als neue Medien für Sorptionskältemaschinen“
Status: **Positiver Pilot-Test**
geplanter Markteintritt: **2009**
- Phasenwechselmedien:
BMW-Projekt „Ionische Flüssigkeiten als neuartige Phasenwechselmedien“
Status: **Proof of Concept**
geplanter Markteintritt: **2010**
- Wärmeträgermedien:
Status: **Marktreife**



* DBU: Deutsche Bundesstiftung Umwelt e.V.

Was sind Sorptionskältemaschinen?

- Sorptionskältetechnik ist interessante Alternative zur Kompressionskältetechnik
- das Prinzip der Sorptionskälte ist älter als das der Kompressionskälte
- Kompressionskältesysteme verbrauchen elektrische Energie
- Sorptionskältemaschinen benötigen Wärme, die z.B.
 - als Abwärme bei industriellen Prozessen zur Verfügung steht
 - die solarthermisch erzeugt werden kann
 - die dezentral auch durch Verbrennung von Erdgas erzeugt werden kann

die Kombination der Sorptionskälte mit solarthermischen Systemen führt direkt zum Konzept der „solaren Kühlung“

Sorptionskälte besitzt ein riesiges Marktpotenzial:

➤ USA:

- 80% der öffentlichen und >65% der privaten Haushalte sind klimatisiert
- 57% sind zentrale, 23% Raumklimaanlagen
- öffentliche Gebäude verbrauchen 35% der gesamten elektrischen Energie
- der Anteil für die Kühlung beträgt ungefähr die Hälfte (48%)

➤ Japan:

- nahezu 100% der öffentlichen Gebäude sind klimatisiert
- 85% der privaten Haushalte besitzen Klimaanlage
- 24% der elektrischen Energie der Haushalte wird von Klimaanlage verbraucht

➤ Europa:

- 27% der öffentlichen Gebäude sind klimatisiert
- nur 5% der privaten Haushalte

Lithium Bromid

- **ist ein Feststoff**
- besitzt keinen signifikanten Dampfdruck
- ist hygroskopisch, aber weniger als IL
- **ist korrosiv**
- ist vergleichsweise teuer
- **ist industriell verfügbar**

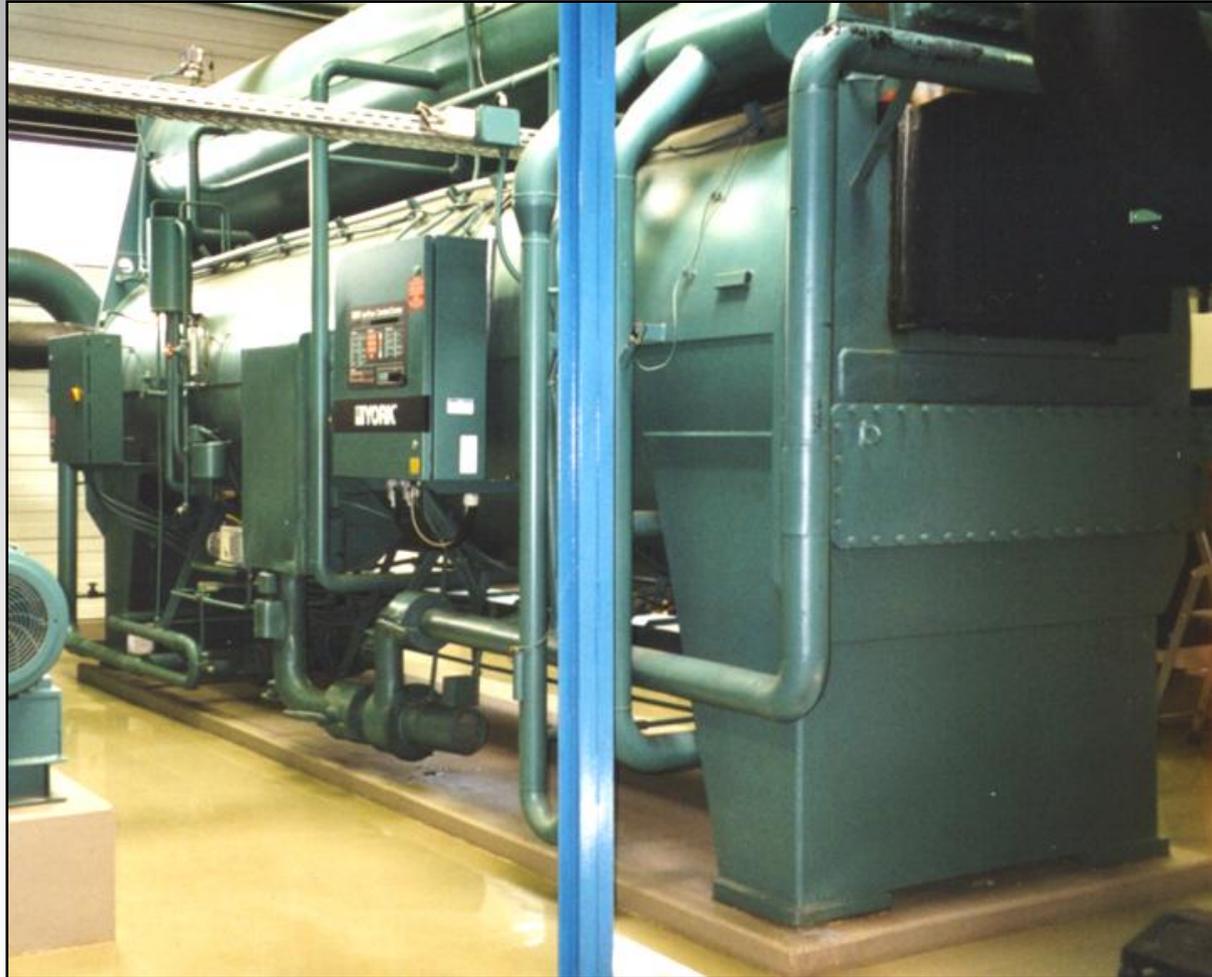
Ionic liquids

- **sind Flüssigkeiten**
- besitzen keinen signifikanten Dampfdruck
- **können stark hygroskopisch eingestellt werden**
- **können als Korrosionsinhibitoren eingestellt werden**
- sind derzeit noch teuer
- **werden derzeit im Pilot-Maßstab hergestellt**

- in der Kooperation mit dem Institut für technische Thermodynamik der Universität Karlsruhe (Professor Schaber) wurde ein 7 kW-Demonstrator erfolgreich mit einer IL betrieben, und zeigte eine bessere Performance als LiBr
- in einer Kooperation mit der IPF Berndt KG (Reilingen) wird 2008 ein 1.5 MW-system in Magdeburg befüllt
- es bestehen zwei weitere Kooperationen mit größeren Industriepartnern



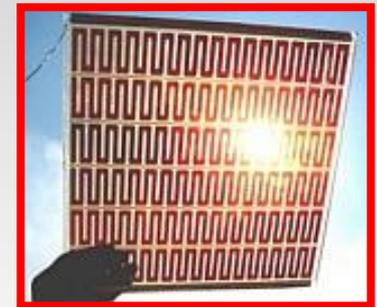
Sorptionskälte: 1.2 MW Absorptionskältmaschine



b) Elektrochemische Anwendungen

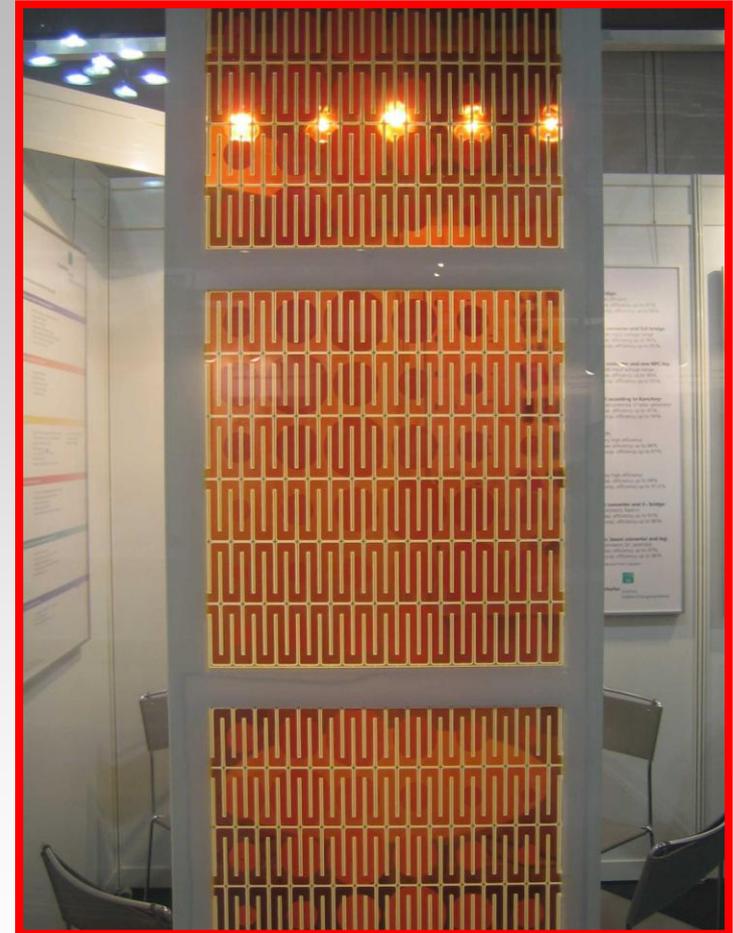
- **Materialien für Farbstoffsolarzellen:**
 - IOLITEC ist Partner im **COLORSOL®**-Projekt, das die Entwicklung marktreifer Farbstoffsolarzellen zum Ziel hat
 - IOLITEC bietet High-Performance-Elektrolyte an
 - 2008 Teilnahme an weiterem Projekt im Rahmen der Ausschreibung des BMBFs „Organische PV“

- **Elektrolyte für Batterien, Supercaps & PEM FCs**
 - IOLITEC kooperiert auf dem Gebiet Li-Ionen-Batterien mit dem Forschungszentrum Karlsruhe

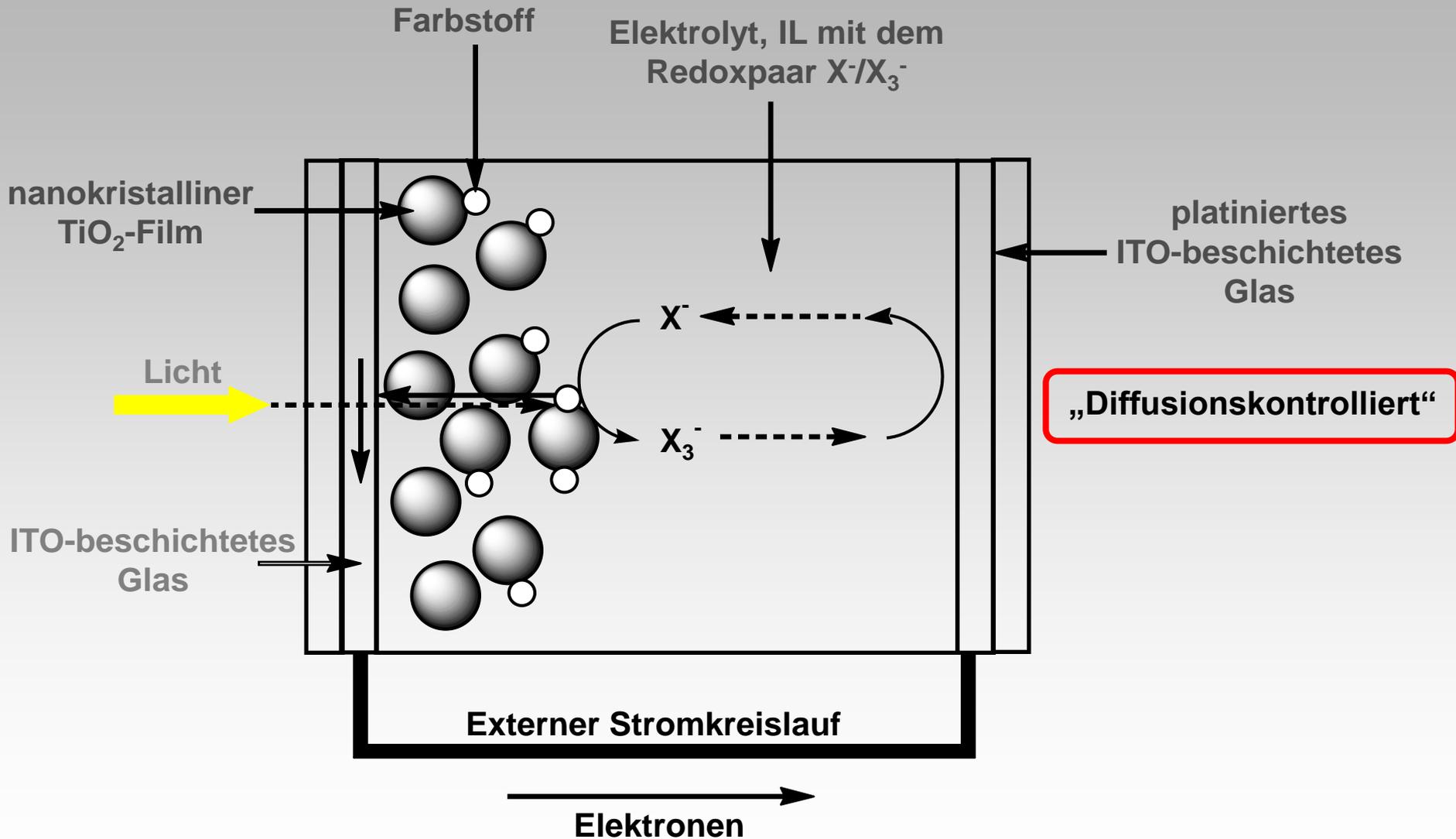


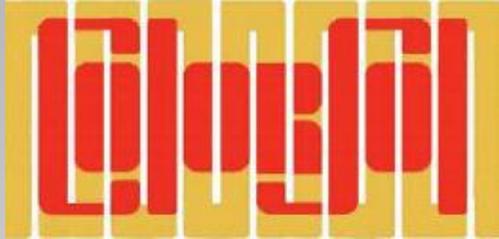
Was sind Farbstoffsolarzellen?

- Farbstoffsolarzellen sind eine **interessante Alternative** zu Halbleiter-basierten Solarzellen
- Vorteil ist deren **Transparenz**, wodurch **Integration in Gebäude** ermöglicht wird
- DSCs besitzen **bessere Wirkungsgrade bei diffusem Licht**
- Technik kann sowohl bei **Glas-basierten Solarmodulen** als auch auf günstige **flexible Solarzellen** eingesetzt werden
- **Produktionskosten pro Watt ($\text{€}/W_p$)** niedriger als bei Halbleiter-basierten **Dünnschicht-Solarzellen**



DSC: Funktionsprinzip





DSC COLORSOL

amorphous Si Schott Solar ASI THRU

Effizienz der Module*

5.0%

3.7%

Preis (Module)**

200 €/m²

200 €/m²

Price (+ inkl. Installation)**

260 €/m²

260 €/m²

Preis pro Watt**

5.2 €/W_p

7.0 €/W_p

Notwendige Fläche pro kW**

20.0 m²/kW_p

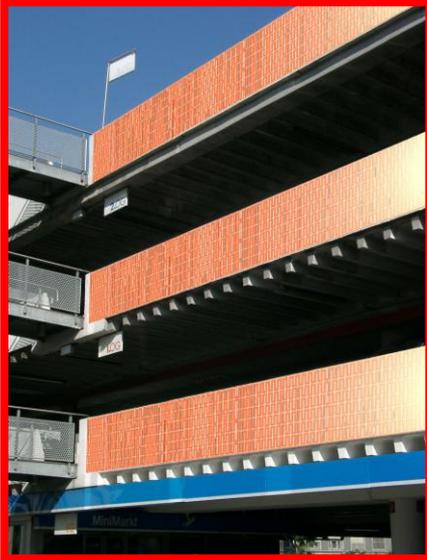
27.0 m²/kW_p

* FhG Institut für Solare Energiesysteme.

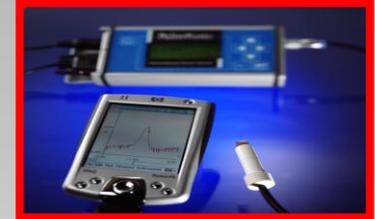
** Borderstep Institut.



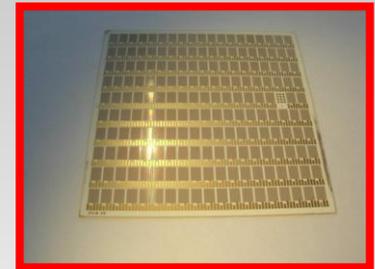
&



- IOLITEC ist Pionier auf dem Gebiet der IL-basierten Sensor-Detektions-Systeme
- IOLITEC hat eine Sensor-Plattform entwickelt, die nano-skalige Komponenten mit ionischen Flüssigkeiten vereinigt (IOLISens[®]-Technologie)
- auf dem Gebiet Gefahrstoffsensoren arbeitet IOLITEC mit dem Fraunhofer Institut für chemische Technologie (FhG ICT), Pfinztal, Germany, zusammen
- in einer gemeinsamen Entwicklung wurde ein Sensor entwickelt, der Gefahrstoffe (z.B TNT) noch in einer Konzentration von 1 ppt (= 1 part per Trillion) nachweisen kann



© FhG ICT.

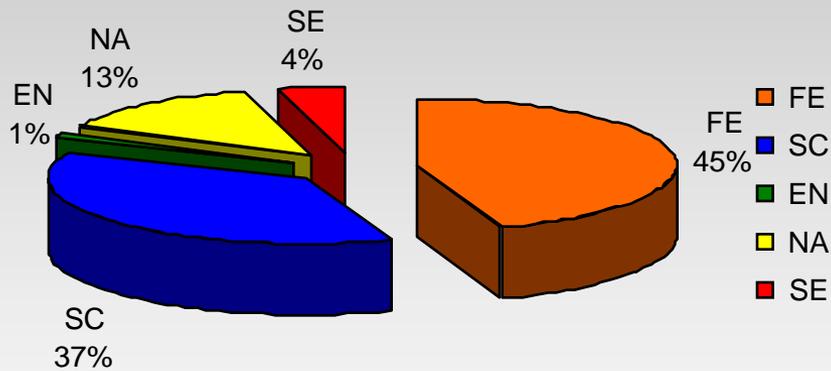


© IOLITEC.

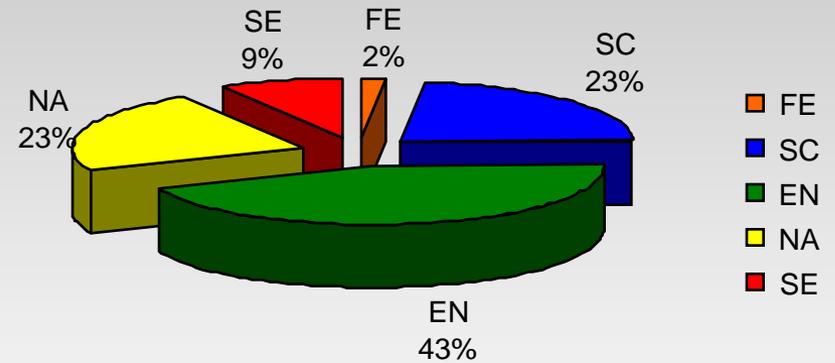


IOLITEC spezialisiert sich auf Cleantech-Anwendungen:

Umsatz nach Branchen 2007



Umsatz nach Branchen 2011





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.iolitec.de