

Distinguished Lectures at HZB

# **Prof. Dr. Metin Tolan**

Fakultät Physik & DELTA, Technische Universität  
Dortmund, Germany

**Synchrotron radiation studies of gas  
hydrates under extreme conditions**

**03.11.2015**

Lecture Hall Wilhelm-Conrad-Röntgen-  
Campus

**14:00 o'clock**

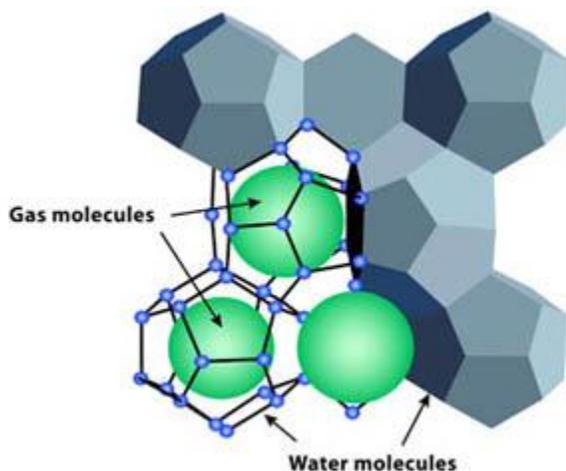
# Synchrotron radiation studies of gas hydrates under extreme conditions

Metin Tolan

Fakultät Physik & DELTA, Technische Universität Dortmund, Germany  
*metin.tolan@tu-dortmund.de*

## ABSTRACT

The water-gas interface is one of the most important boundaries in nature. It is shown in this talk that structure formation at this interface can be monitored by high-energy x-ray scattering. Hydrate formation, i.e. the formation of water cages with trapped guest molecules (see left figure below), is expected under certain conditions of temperature and pressure. Hydrates are important materials since most of the carbon on earth is stored as methane-hydrate in deep sea areas (so-called "burning ice", see right figure below). It is shown by x-ray reflectivity and scattering measurements that CO<sub>2</sub>-hydrate formation can only be observed at the liquid-liquid interface. For the first time, the microscopic nucleation process of such materials was directly observed. The measurements were performed at the ESRF in Grenoble and at the synchrotron radiation source DELTA on the campus of the Technische Universität Dortmund. At liquid-gas interfaces a condensation of liquid layers without any indications for hydrate pre-structures is measured. For other gases such as propane or xenon a completely different behaviour was found. Different microscopic nucleation models for hydrates will be discussed and computer simulations are compared with the data.



## Lebenslauf: Prof. Dr. Metin Tolan

### Persönliche Daten

Name	Dr. Metin Tolan	
Beruf	Professor für Experimentelle Physik	
Adresse	TU Dortmund Fakultät Physik & DELTA Experimentelle Physik I Otto-Hahn-Straße 4 D-44221 Dortmund	
Kontakt	Tel.: +49-(0)231-755-3505/3506 Mobil: +49-(0)175-2998402 Fax : +49-(0)231-755-3657 metin.tolan@tu-dortmund.de <a href="http://www.e1.physik.tu-dortmund.de">http://www.e1.physik.tu-dortmund.de</a>	
Geburtsdatum	27.03.1965	
Geburtsort	Oldenburg (Holstein)	

### Wissenschaftlicher Werdegang

Studium	<b>1984 – 1989:</b> Studium der Physik mit Nebenfach Mathematik an der <i>Christian-Albrechts-Universität</i> zu Kiel; Diplom in Mathematischer Physik; Diplomarbeit mit dem Titel: „ <i>Kritische Frequenz/Plasmagrenze</i> “ bei Prof. Dr. Klaus O. Thielheim
Promotion	<b>1990 – 1993:</b> Wissenschaftlicher Angestellter am Institut für Experimentalphysik der CAU Kiel; Dissertation mit dem Titel: „ <i>Röntgenstreuung an lateral strukturierten Oberflächen - Experiment und Theorie</i> “ in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. W. Press
Postdoc	<b>1993 – 1998:</b> Hochschulassistent an der CAU Kiel; Forschungsaufenthalte (insgesamt 2 Jahre) in den USA am <i>Brookhaven National Laboratory</i> (1994), den <i>Exxon Research Laboratories</i> (1994), der <i>State University of New York at Stony Brook</i> (1995 und 1998) und am <i>Argonne National Laboratory</i> (1996 und 1997).
Habilitation	<b>1998 – 2001:</b> Habilitation im Fach Experimentelle Physik und Privatdozent an der CAU Kiel; Forschungsaufenthalt an der <i>Advanced Photon Source</i> in Argonne, Chicago (1999).
Rufe	<b>1999:</b> Ruf auf eine <i>Full Professorship for Materials Science</i> an der State University of New York at Stony Brook, abgelehnt

	<p><b>2000:</b> Ruf auf eine C3-Professur für Experimentelle Physik an die Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, abgelehnt</p> <p><b>2000:</b> Listenerster für einen Lehrstuhl (C4) für Experimentelle Physik an der Freien Universität Berlin in Verbindung mit einer Abteilungsleitung am Hahn-Meitner-Institut in Berlin; abgelehnt weil, parallel den Ruf aus Dortmund angenommen.</p>
Berufung	<p><b>seit 1.3.2001:</b> Professor (C4) für Experimentelle Physik an der TU Dortmund; Inhaber des Lehrstuhls <i>Experimentelle Physik I</i> (Nachfolge Prof. Dr. Dr. h.c. Ulrich Bonse).</p>
Arbeitsgebiete	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erforschung des Grenzflächenverhaltens so genannter „weicher Materie“ (Polymere, Flüssigkeiten, Biomaterialien) mit Röntgenstrahlung</li> <li>• Nutzung von Synchrotronstrahlung zur Materialforschung allgemein*</li> </ul>
Publikationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 180 referierte Publikationen in Fachzeitschriften**</li> <li>• Fachbuch <i>X-ray Scattering from Soft-Matter Thin Films - Materials Science &amp; Basic Research</i> Vol. 148 in der Serie <i>Springer Tracts in Modern Physics</i></li> <li>• Herausgeber von drei Konferenzbänden</li> <li>• Sachbücher <i>Geschüttelt nicht gerührt – James Bond und die Physik, So werden Wir Weltmeister! Die Physik des Fußballspiels</i> und <i>Titanic – Mit Physik in den Untergang</i></li> </ul>
Preise und Auszeichnungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>1993:</b> Erhalt des Universitätspreises der <i>Christian-Albrechts-Universität</i> zu Kiel für die beste Dissertation.</li> <li>• <b>seit 1.4.2003:</b> Ordentliches Mitglied der <i>Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften</i> (Klasse Naturwissenschaften und Medizin).</li> <li>• <b>2008:</b> Auszeichnung mit dem Lehrpreis der TU Dortmund.</li> <li>• <b>2010:</b> Wahl zum <i>Professor des Jahres</i> von der Zeitschrift <i>UNICUM Beruf</i> im Bereich <i>Naturwissenschaften und Medizin</i> (ausgewählt aus 600 Vorschlägen für 4 Gebiete)</li> <li>• <b>2010:</b> Verleihung der <i>Silbernen Ehrennadel</i> für besondere Verdienste um das Forschungszentrum DESY</li> <li>• <b>2013:</b> <i>Communicator-Preis</i> der DFG und des Stifterverbandes der Deutschen Wissenschaft dotiert mit 50000 Euro.</li> </ul>

\*Synchrotronstrahlung wird durch die Beschleunigung von Elektronen erzeugt und ist sehr viel intensiver (brillanter) als herkömmlich erzeugte Röntgenstrahlung.

\*\* Davon 13 PRL, 4 JACS, 2 Angew. Chem. Int. Ed., 1 PNAS (Zeitschriften mit Impact Factor >7)

**seit 1999:** Mitglied diverser Beamline Review Panels bei DESY in Hamburg, bei BESSY in Berlin und an der ESRF in Grenoble.

**2001 – 2012:** Leiter des *Zentrums für Synchrotronstrahlung (ZfSy)*, welches die *Dortmunder Elektronenspeicherring-Anlage DELTA* betreibt.

**2001 – 2010 & seit 2013:** Mitglied des *Komitees Forschung mit Synchrotronstrahlung*.

**Mai 2003:** Mitglied des Review Panels für die Synchrotronstrahlungsquelle DORIS III bei DESY.

**Juni 2004:** Mitglied der WGL-Gutachterkommission für die *Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung (BESSY)*.

**1.1.2004 – 31.12.2010:** Mitglied des Wissenschaftlichen Rates des *Deutschen Elektronen-Synchrotrons (DESY)*.

**1.1.2005 – 31.12.2007:** stellvertretender Vorsitzender

**1.1.2008 – 31.12.2010:** Vorsitzender des Wissenschaftlichen Rates und Gast des Verwaltungsrates von DESY.

**2004 – 2008:** Dekan der Fakultät Physik an der TU Dortmund.

**1.10.2005 – 31.12.2008:** Mitglied des Wissenschaftlichen Beirates der *Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung (BESSY)*

**1.4.2007 – 31.12.2008:** stellvertretender Vorsitzender des Gremiums.

**2006 – 2009:** Mitglied des dreiköpfigen Vorstandes des *Leibniz Instituts für analytische Wissenschaften – ISAS e.V.* in Dortmund.

**Juni 2007:** Berufung als stellvertretender Vorsitzender in den BMBF-Gutachterausschuss *Verbundforschung an Großgeräten*  
**seit 2010:** Vorsitzender des Gremiums

**September 2007 & April 2013:** Leitung der Helmholtz-Zwischenbegutachtung des Bereiches PNI am *Helmholtz-Zentrum Geestacht (HZG)*.

**1.4.2008 – 31.10.2012:** Mitglied des Vorstandes der *Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG)* mit dem Zuständigkeitsbereich *Öffentlichkeitsarbeit*.

**2008 – 2012:** Mitglied im Lenkungsausschuss und verantwortlicher Herausgeber für das vom BMBF geförderte Internetportal *Welt der Physik* ([www.weltderphysik.de](http://www.weltderphysik.de)).

**seit 2008:** Leitung des BMBF-Strategieausschusses *Forschung mit Photonen*

**2008 – 2013:** Sprecher des NRW-Graduiertenkollegs *Forschung mit Synchrotronstrahlung in den Nano- und Biowissenschaften*.

**1.9.2008 – 31.3.2011:** Prorektor für Forschung an der TU Dortmund.  
**seit 1.4.2011:** Prorektor für Lehre an der TU Dortmund.

**2009 – 2010:** Mitglied im Kuratorium des *Max-Planck-Instituts für Molekulare Physiologie*, Dortmund.

**2009 – 2010:** Mitglied des deutsch-russischen BMBF-Steering Committees für die Zusammenarbeit an Großgeräten

**seit 1.4.2010:** Mitglied und stellv. Vorsitzender des Kuratoriums des *Leibniz Instituts für analytische Wissenschaften – ISAS e.V.* in Dortmund.

**seit 1.1.2010:** Mitglied des Aufsichtsrates der *INVITE GmbH* (Leverkusen) ([www.invite-research.com](http://www.invite-research.com)), einer außeruniversitären Forschungseinrichtung im Bereich der neuen Produktionstechnologien

**seit 1.7.2011:** Mitglied des Science Advisory Boards der Neutronenquelle *Heinz Maier-Leibnitz* (FRM II) in München

**seit 1.4.2012:** gewähltes Mitglied des DFG-Fachkollegiums 307 *Kondensierte Materie*

**seit 1.4.2013:** Mitglied des neu gegründeten Wissenschaftlichen Beirates des *Forschungszentrums Jülich*

**seit 1.4.2013:** Mitglied des Wissenschaftlichen Beirates der *Heraeus-Stiftung*

**seit 10.3.2014:** Mitglied des Hochschulrates der *Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*

## Tätigkeiten im Bereich Öffentlichkeitsarbeit und öffentliche Darstellung von Physik

### Vorträge

**seit 1999:** An verschiedenen Stellen tätig in Bereich öffentlicher Vorträge zur Popularisierung der Physik; regelmäßige Vorträge in Schulen zunächst im Raum Kiel, **seit 2001** in Dortmund.  
**seit 2003:** Organisator und Moderator der Physik-am-Samstag-Reihe an der TU Dortmund (mit Prof. Bayer): „*Samstags: Zwischen Brötchen und Borussia – Moderne Physik für Alle*“; ca. 300-700 Teilnehmer pro Veranstaltung.  
**seit 2003:** Insgesamt etwa 575 Vorträge, 140 Radio- und 50 Fernsehbeiträge zu den Themen „Physik & Star Trek“ (zwei unterschiedliche Vorträge), „Physik bei James Bond“ (drei verschiedene Vorträge), „Physik bei Dick und Doof“, „Die Physik des Fußballspiels“ (drei unterschiedliche Vorträge) und „Titanic“.

### Schule

**September 2006:** Eine Woche Physikunterricht am *Mallinckrodt-Gymnasium* in Dortmund in den Jahrgangsstufen 6 bis 12.  
**Januar 2008 – Juli 2010:** Einmal pro Monat Physikunterricht an der *Gertrud-Bäumer-Realschule* in Dortmund (90% der Kinder dieser Schule stammen aus Elternhäusern mit Zuwanderungsgeschichte).  
**seit September 2011:** Mitglied des Beirats „Übergang Schule-Hochschule“ der Stadt Dortmund.

## Medien

**November 2007 – Juni 2009:** Schreiben eines wissenschaftlichen Fußballs-Blogs bei [www.derwesten.de](http://www.derwesten.de) (WAZ-Gruppe) und [www.wissenslogs.de](http://www.wissenslogs.de) (Spektrum der Wissenschaft).

**März 2008:** Drehen einer sechsteiligen Serie zum Thema „Physik und Fußball“ für das Schweizer Fernsehen SF1 (Sendung „Einstein“).

**Oktober 2008 – Mai 2009:** Alle zwei Wochen Auftritte in der WDR-Nachmittagssendung „Daheim & Unterwegs“ in der Rubrik „Gut zu wissen“; Erläuterung physikalischer Sachverhalte in *James Bond-Filmen* für ein breites Publikum.

**Mai 2008 – Dezember 2012:** 7 Auftritte bei der WDR- und SWR-Wissenschaftssendung „Planet Wissen“ (jeweils 60 min)

**Juni 2010:** Regelmäßige Beiträge in der WDR2 Sendung „Radio Quarks“ zur Physik des Fußballspiels

**September 2013:** Vierteilige Wissenschaftsserie zur Alltagsphysik beim SAT1 Wissenschaftsmagazin „Planetopia“

## Bücher

**September 2008:** Erscheinen des Sachbuches „*Geschüttelt, nicht gerührt – James Bond und die Physik*“ im Piper-Verlag (gemeinsam mit Prof. Stolze). Inzwischen in der 5. Auflage und 4. Taschenbuchauflage. Wahl unter die fünf besten Sachbücher 2009 in Österreich. 4 Wochen in der Top50 Spiegel-Bestsellerliste Sachbuch (bisher 45000 verkaufte Exemplare)

**März 2010:** Erscheinen des Sachbuches „*So werden wir Weltmeister – Die Physik des Fußballspiels*“ im Piper-Verlag. Wahl von der Deutschen Akademie für Fußballkultur unter die 10 besten (aus 400) Fußballbücher des Jahres 2010. 7 Wochen in der Top50 Spiegel-Bestsellerliste Sachbuch (bisher 22000 verkaufte Exemplare)

**November 2011:** Erscheinen des Sachbuches „*Die Titanic -Mit Physik in den Untergang*“ im Piper-Verlag (bisher 8000 verkaufte Exemplare)

## Fünf ausgewählte Publikationen:

[1] J. Möller, S. Grobelny, J. Schulze, S. Bieder, A. Steffen, M. Erkkamp, M. Paulus, **M. Tolan**, R. Winter; *Reentrant liquid-liquid phase separation in protein solutions at elevated hydrostatic pressures*, Physical Review Letters 2014 / **112** 028101

[2] Ch.J. Sahle, C. Sternemann, C. Schmidt, S. Lehtola, S. Jahn, L. Simonelli, S. Huotari, M. Hakala, T. Pylkkänen, A. Nyrow, K. Mende, **M. Tolan**, K. Hämäläinen, M. Wilke; *Microscopic structure of water at elevated pressures and temperatures*, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 2013 / **110** 6301

[3] M.A. Schroer, J. Markgraf, D.C.F. Wieland, Ch.J. Sahle, J. Möller, M. Paulus, **M. Tolan**, R. Winter; *Nonlinear pressure dependence of the interaction potential of dense protein solutions*, Physical Review Letters 2011 / **106** 178102

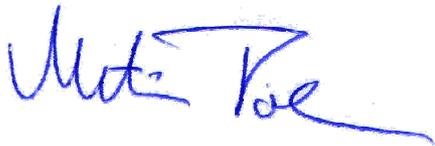
[4] M.A. Schroer, Y. Zhai, D.C.F. Wieland, C.J. Sahle, J. Nase, M. Paulus, **M. Tolan**, R. Winter; *Exploring the piezophilic behavior of natural cosolvent mixtures*, *Angewandte Chemie International Edition* 2011 / **50** 11413

[5] H. Conrad, F. Lehmkuhler, C. Sternemann, A. Sakko, D. Paschek, L. Simonelli, S. Huotari, O. Feroughi, **M. Tolan**, K. Hämäläinen; *Tetrahydrofuran clathrate hydrate formation*, *Physical Review Letters* 2009 / **103** 218301

Die vollständige Publikationsliste befindet sich hier:

[http://www.e1.physik.tu-dortmund.de/cms/de/AG\\_Tolan/publikationen/index.html](http://www.e1.physik.tu-dortmund.de/cms/de/AG_Tolan/publikationen/index.html)

Dortmund, den 05.03.2014



(Metin Tolan)