

gefragten Werkstoffe Aluminium und Glas.

Die drei Einzelprojekte des Projektbereichs B »Modelle« entwickeln Planungsinstrumente, die eine Nachhaltigkeitsanalyse verschiedener Planungsvarianten erlauben: Simulation des Ressourcenbedarfs von Bauwerken, Lebenszyklus-orientierte Statik und Entwicklung eines Sanierungsmodells für Altbauten auf Basis eines Laser-gestützten Aufmaßes. Die Ergebnisse des letztgenannten Vorhabens fließen auch in die Projekte des Projektbereichs C »Sanierung/Modernisierung« ein. Auf Basis thermographisch erhobener Befunde werden Sanierungskonzepte für bestehende Bauwerke als Grundlage einer Sanierungsplanung erarbeitet sowie der Ressourcenverbrauch im Rahmen von Instandsetzungs- und Sanierungsmaßnahmen untersucht.

Im Projektbereich D »Bewertungskonzepte« sollen übergreifende Bewertungskonzepte und -methoden entstehen, die die Roh- und Baustoffströme in Bayern einbeziehen. Im Maschinenwesen erprobte Bewertungskonzepte und Lösungsansätze werden bezüglich ihrer Anwendbarkeit im Bauwesen analysiert und problemgerecht modifiziert. Ein übergreifendes, zentrales Leitprojekt koordiniert das Gesamtvorhaben und fokussiert es dahingehend, dass die Ergebnisse sich einerseits in Demonstrationsbauvorhaben unmittelbar umsetzen und andererseits in einem Leitfaden zum nachhaltigen Planen, Konstruieren und Bauen zusammenfassend darstellen lassen.

*Thorsten Stengel,  
Peter Schießl*

Münchener Business Plan Wettbewerb 2003

## nextnano<sup>3</sup> - Software für neuartige Nano Devices

**Bei der Endrunde des diesjährigen Münchener Business Plan Wettbewerbs wurde die Idee »nextnano<sup>3</sup>« nominiert, nachdem sie in den ersten beiden Runden bereits Preise im Wert von 1 250 und 250 Euro gewonnen hatte. Damit gehört die Software des nextnano<sup>3</sup>-Teams zu den innovativsten Geschäftsideen Bayerns.**

Hinter dem Team nextnano<sup>3</sup> verbergen sich Physiker des Walter Schottky Instituts der TUM in Garching: Prof. Peter Vogl, Ordinarius für Theoretische Halbleiterphysik, und seine Mitarbeiter Stefan Birner, Matthias Sabathil, Dr. Jacek Majewski, Dr. Stefan Hackenbuchner, Michael Bayer, Philip Weidmann und Dr. Alex Trellakis. Dr. Bernward Jopen, Geschäftsführer der UnternehmerTUM GmbH, ist beratender Begleiter. Die Physiker untersuchen, wie sich die Gesetze der Quantenphysik in neuartigen Halbleiterbauelementen im Nanotechnologiebereich (1-100 Nanometer, nm) auswirken.

Geschäftsidee von nextnano<sup>3</sup> ist, Software im Bereich der Nanotechnologie zu entwickeln. Die soll es der Halbleiterindustrie und -forschung ermöglichen, elektronische und optische Bauelemente zu simulieren. Durch die zunehmende Miniaturisierung der Halbleiterelektronik werden quantenphysikalische Effekte immer wichtiger und stellen die Industrie hinsichtlich Simulation und Design vor fundamentale Herausforderungen. Sobald Transistoren kleiner werden als 100 nm, treten neue physikalische Phänomene auf, die neuartige Simulationstools erfordern. Bestehende Simulationsprogramme werden diesen Anforderungen nicht gerecht, und Alternativen sind momentan nicht in Sicht. Diese Lücke wollen die TUM-Physiker schließen. Ihre Software ist die einzige, die eine bessere physikalische Methode zur Berechnung der quantenmechanischen Eigenschaften einer beliebigen Kombination von Geometrien und Materialien bietet. Das bedeutet: nextnano<sup>3</sup> ist nicht auf bestimmte Typen von Bauelementen beschränkt und daher sowohl für bereits am Markt existierende - etwa Transistoren -

nextnano<sup>3</sup>  
next generation 3D nanodevice simulator

als auch für zukünftige und neuartige Bauelemente wie auf quantenmechanischen Effekten beruhende Quantenpunkte bestens geeignet. Weltweit setzen schon mehr als 100 Universitäten, Forschungsinstitute und Firmen wie Infineon oder Lucent Technologies (Bell Labs) die Software zu Testzwecken ein.

Mit dem Simulationsprogramm nextnano<sup>3</sup> lassen sich die elektronische Struktur, die optischen Eigenschaften und der elektrische Strom in Nano-Halbleiterbauelemen-



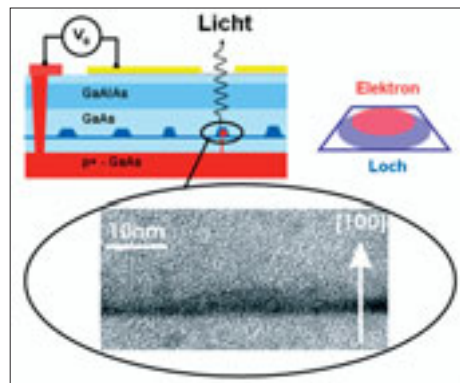
Erfolgreiche Gründer (v.l.): Stefan Birner, Dr. Stefan Hackenbuchner, Dr. Jacek Majewski, Philip Weidmann und Michael Bayer vom Walter Schottky Institut.

*Foto: Münchener Business Plan Wettbewerb GmbH*

ten (Nano Devices) unter Berücksichtigung der Gesetze der Quantenmechanik berechnen. Somit sind neben den klassischen Bauelementen wie Feldeffekt-Transistoren auch neuartige quantenmechanische Bauelemente wie Resonanz-Tunnelndioden, Laserstrukturen oder Quanten-

interferenztransistoren simulierbar. Schon heute enthält jedes Handy solche Bauelemente; im High Electron Mobility Transistor (HEMT) beispielsweise haben die Elektronen eine erhöhte Beweglichkeit, weil sie sich in zweidimensionalen »Elektronengasen« befinden.

Stand der Technik ist das Wachsen von Heterostrukturen, die routinemäßig am Walter Schottky Institut (WSI) hergestellt werden. Diese aufeinander folgenden Schichten können nur wenige Atomlagen dick sein und schränken die



Legt man an die »pyramidenförmigen« Quantenpunkte eine Spannung  $V_G$  an, so wird bei der Rekombination von Elektron und Loch Licht ausgesendet.

Beweglichkeit der Ladungsträger - Elektronen und Löcher - von zunächst drei auf zwei Raumrichtungen ein und führen zu »Quantentöpfen«, in denen die Elektronen und Löcher »quantisierte« Zustände, also nur bestimmte »erlaubte« Energien, einnehmen und diskrete Energien (Licht) aufnehmen bzw. abgeben können. Ist die Be-

wegung der Ladungsträger durch eine zweidimensionale Schichtabfolge eingeschränkt, spricht man von »Quantendrähten«, die den Strom nur noch in einer Richtung leiten können. »Quantenpunkte« sind selbst organisierte Strukturen, in denen die Beweglichkeit der Ladungsträger in allen

drei Raumrichtungen eingeschränkt ist. Man spricht auch von »künstlichen Atomen«, da die Quantenpunkte sich bei der Absorption und Emission von Licht ähnlich verhalten wie Atome. Je nach Form und Material der Quantenpunkte entstehen unterschiedliche elektronische und optische Eigenschaften, die sich mit nextnano<sup>3</sup> berechnen lassen und zur Interpretation von Experimenten dienen. So berechnet das Wissenschaftlerteam etwa die elektronischen Eigenschaften von geladenen Elektron-Loch-Paaren in Indium-Galliumarsenid-Quantenpunkten, die Prof. Jonathan Finley, Ordinarius für Optische Spektroskopie am WSI, herstellt. So sollen gekoppelte Quantenpunkte untersucht werden, bei denen die quantenmechanischen Wellenfunktionen der Elektronen und Löcher zu Interferenzeffekten führen. Mögliche Anwendungen bieten sich in Quantencomputern.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat das Projekt im Rahmen des Sonderforschungsbereichs »Nanometer-Halbleiterbauelemente« in den letzten sechs Jahren gefördert. Sowohl das WSI als auch der neu an der TUM angelegte Sonderforschungsbereich »Festkörperbasierte Quanteninformationsverarbeitung« erhoffen von nextnano<sup>3</sup> wichtige Impulse bei der Planung und Interpretation ihrer Experimente.

Stefan Birner

Prof. Peter Vogl  
 Lehrstuhl für Theoretische Halbleiterphysik  
 Tel.: 089/289-12750  
 vogl@wsi.tum.de  
[www.wsi.tum.de/nextnano<sup>3</sup>](http://www.wsi.tum.de/nextnano3)



### Fußballturnier 2003 der Fakultät für Maschinenwesen

Im Juni 2003 fand unter Schirmherrschaft des Dekans, Prof. Hartmut Hoffmann, zum sechsten Mal das Fußballturnier der Fakultät für Maschinenwesen der TUM statt. 17 Mannschaften - 16 Lehrstühle und die Fachschaft Maschinenbau - kämpften auf dem Sportplatz Dietersheim um den Wanderpokal der Fakultät. Das Publikum bekam faire, aber ambitionierte Spiele mit spannenden Partien zu sehen - unverkennbar hat die alljährliche Wiederholung des Turniers das fußballerische Niveau der wissenschaftlichen Kicker verbessert. Den ersten Platz errang - bereits zum dritten Mal in Folge - der Lehrstuhl für Maschinenelemente, die Lehrstühle für Feingerätebau und für Umformtechnik landeten auf Platz zwei und drei.

Foto: FZG