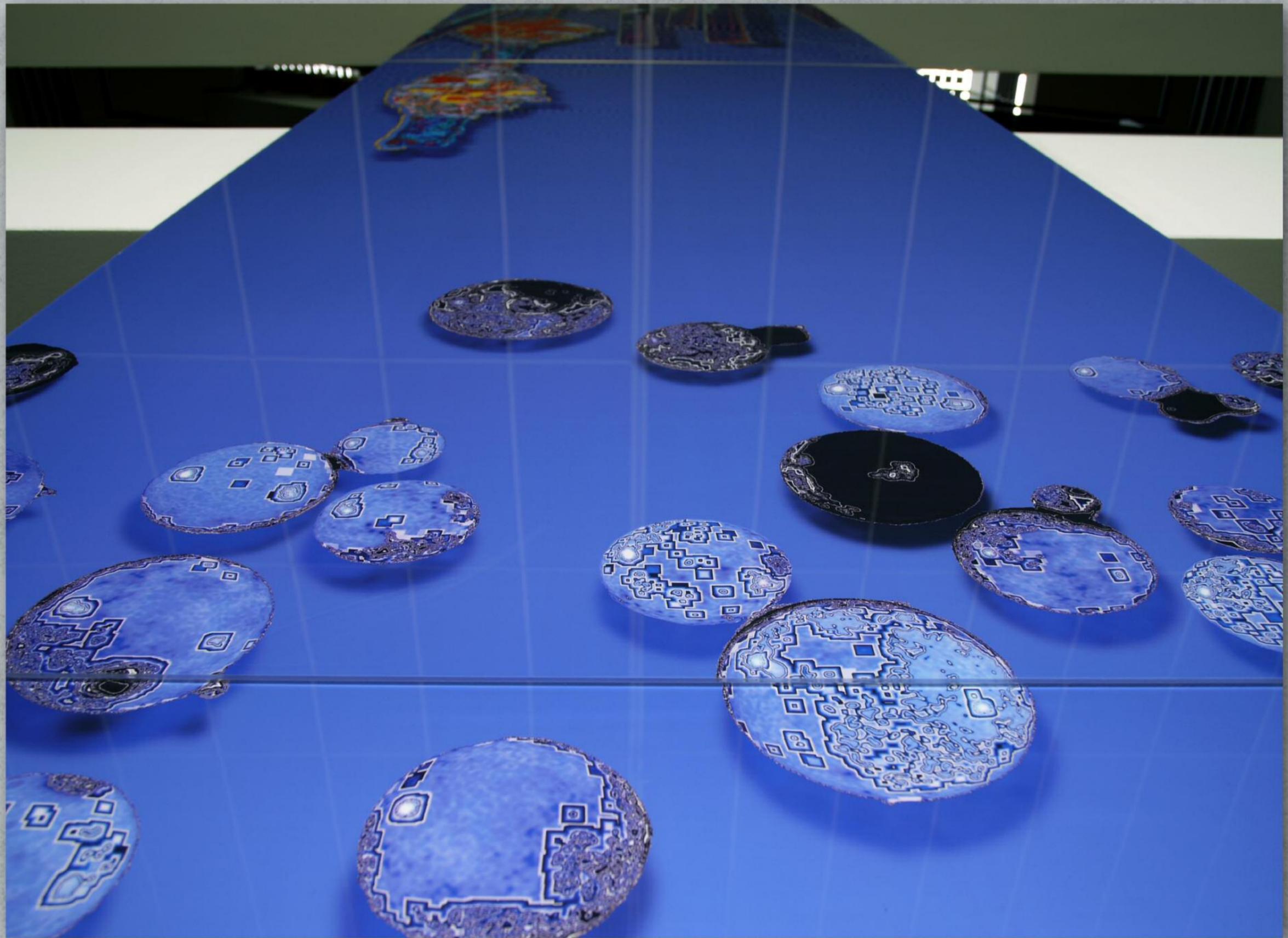


G E O R G M Ü H L E C K

*"POLYMAT" + "ENEMAT"*







## "POLYMAT"

**Fraunhofer Institute for Chemical Technology (ICT)  
Pfinztal-Berghausen (Karlsruhe), Germany  
Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT)  
Pfinztal-Berghausen (b. Karlsruhe)**

"Polymat" concept 2005, realization 2006  
Ilfochrome/Plexiglass mural 120 x 667 cm

The word "Polymat" is a fusion of Polymer and (Cellular) Automata. Microscopic images (REM) of Polymers from the Institute have been used as basic material for the creation of this work of art. Cell formations were generated on the basis of mathematical rules (algorithms). In the process of creation, cellular, artificially produced elements go through hundreds or thousands of generations before they freeze into a large artificial micro still.

"Polymat" ist eine Wortschöpfung aus Polymer und (Zellularer) Automat. Als Ausgangsmaterial für diese Arbeit dienten mikrosko-



pische Aufnahmen (REM) des Fraunhofer Instituts ICT. Darauf wurden Zellformationen auf der Basis von Algorithmen generiert. Im Laufe der Entstehung gehen diese künstlichen Elemente durch hunderte oder Tausende von Generationen bevor sie zu einem großen, künstlichen Mikro-Stilleben erstarren.

## "ENEMAT"

**Fraunhofer Institute for Chemical Technology (ICT) Pfinztal-Berghausen (Karlsruhe), Germany**

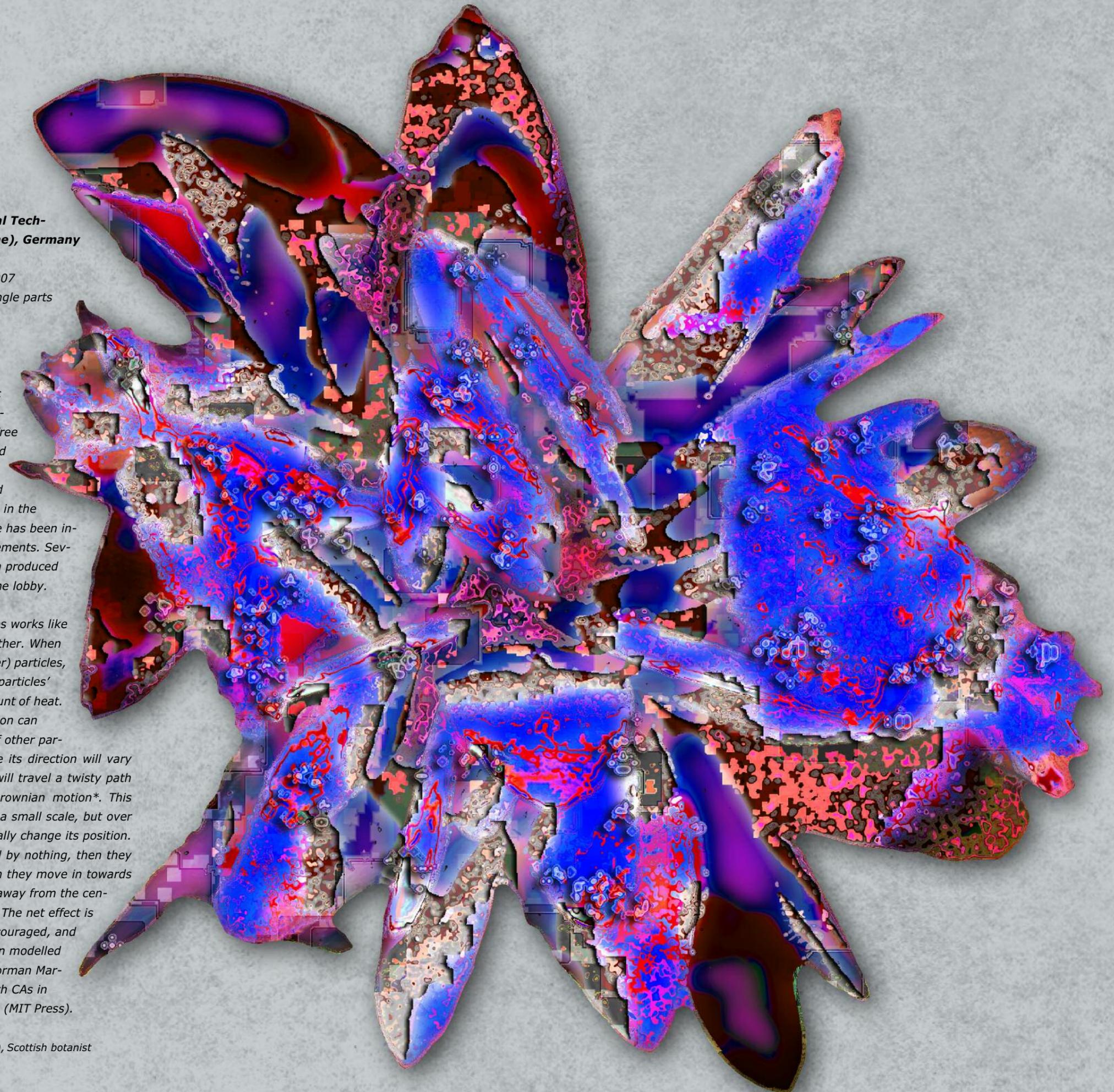
"Enemat" concept and realization 2007

Ilfochrome/Plexiglass mural relief made of 15 single parts  
approx. 390 x 640 cm

The concept for "Enemat" (Energetic Automata) contains energetic rules, physical properties and a control of the elements involved. Free shaped elements form a mural of 15 parts. Based on electron-microscopic images of Polymers, Cellular Automata Simulations have been applied to generate cell formations highlighting research in the field of "Energetic materials". An algorithmic rule has been involved to generate the positions of the single elements. Several hundred automated compositions have been produced to select the most dynamic one for this wall in the lobby.

The motion of a collection of particles works like this: Heat causes particles to collide with each other. When hotter (faster) particles collide with cooler (slower) particles, the slower particles pick up a little of the hotter particles' heat, and the hotter particles lose this same amount of heat. With each collision, a particle's speed and direction can change. If a particle is surrounded by a bunch of other particles just like it, then over a long enough time its direction will vary among all possible directions, and the particle will travel a twisty path that doesn't take it very far. This is called Brownian motion\*. This Brownian motion looks like random jumbling at a small scale, but over a long enough time it causes a particle to gradually change its position. If there is a small group of particles surrounded by nothing, then they will collide and have their direction change when they move in towards the center of the group. However, if they move away from the center of the group, they will not collide very often. The net effect is that movement away from the center will be encouraged, and the particles will spread apart. Diffusion has been modelled for some time with CAs. Tommaso Toffoli and Norman Margolus devote a chapter to modelling diffusion with CAs in their landmark book *Cellular Automata Machines* (MIT Press).

\*named after Robert Brown (1773–1858), Scottish botanist





## "ENEMAT"

**Fraunhofer Institut für Chemische Technologie  
(ICT) Pfinztal-Berghausen (b. Karlsruhe)**

"Enemat"-Konzept und Realisierung 2007  
Ilfochrome/Plexiglas-Wandreif aus 15 Einzelteilen ca. 390 x 640cm



Das Konzept des Wandreliefs "Enemat" beinhaltet energetische Gesetze, physikalische Eigenschaften und Kontrolle der involvierten Elemente. Frei gesetzte Elemente formen ein Wandrelief aus 15 Einzelteilen. Basierend auf mikroskopischen Aufnahmen (REM) von Polymeren wurden Simulationen von Zellularen Automaten angewandt, um Zellformationen zu generieren, die die Forschung im Bereich "Energetische Materialien" unterstreichen. Ein algorithmisches Gesetz wurde benutzt, um die Positionen der einzelnen Elemente zu bestimmen. Mehrere hundert automatische Kompositionen wurden erzeugt, um die dynamischste für diese Wand im Eingangsbereich zu bestimmen. Eine Ansammlung von Partikeln (=Teilchen) wird wie folgt in Bewegung gebracht: Hitze bewirkt eine Kollision der Teilchen. Wenn heißere (schnellere) Teilchen mit kälteren (langsameren) zusammenstoßen, übernehmen die langsameren ein wenig Hitze von den schnelleren, und die heißeren Partikel verlieren in gleichem Umfang Hitze. Mit jeder Kollision kann sich Geschwindigkeit und Richtung eines Teilchens ändern. Wenn ein Teilchen von einer Gruppe gleicher Teilchen umgeben ist, dann wird sich nach geraumer Zeit seine Richtung unter allen möglichen Richtungen ändern, und die Teilchen werden einen verdrehten Weg nehmen, der sie nicht weit bringt. Dies nennt man Brown'sche Bewegung (benannt nach dem schottischen Botaniker Robert Brown, 1773-1858). Diese Brown'sche Bewegung sieht zunächst wie ein willkürlicher Wirrwarr aus, jedoch ändert sich nach geraumer Zeit langsam die Position des Teilchens. Wenn eine kleine Gruppe von Teilchen von nichts umgeben ist, dann werden sie zusammenstoßen und ihre Richtung wird sich ändern wenn sie sich ins Zentrum der Gruppe bewegen. Wenn sie sich jedoch vom Zentrum der Gruppe entfernen, werden sie nicht oft zusammenstoßen. Im Endeffekt wird die Bewegung weg vom Zentrum angeregt, und die Teilchen werden auseinanderdriften. Ausbreitung wird seit geraumer Zeit mit Zellularen Automaten modelliert. Tommaso Toffoli und Norman Margolus widmen ein Kapitel dem Modellieren von Ausbreitung mit Zellularen Automaten in ihrem Buch Cellular Automata Machines (MIT Press).

Georg Mühleck, Toronto 2007



ICT building 90; architects: AWS Karl Lehmann, Martin Schneider; ArchitektenWerkgemeinschaft weinbrenner. single. arabzadeh  
Foto: Gerd Jütten / LOOK!MediaProjekt

*The scientists of the Fraunhofer Institute ICT carry out research and development work within the key competences areas energetic materials, energetic systems, applied electrochemistry, environmental engineering and polymer engineering. The Fraunhofer-Gesellschaft carries out internationally networked applied research which is both of direct use to industry and of benefit to society. The Fraunhofer Institute for Chemical Technology (ICT) is one of the 56 institutes that currently make up the Fraunhofer-Gesellschaft. Beside contract research for industry, the Fraunhofer ICT also works together with commercial companies on research projects co-financed by the German government or the European Union.*

Die Wissenschaftler des Fraunhofer Instituts ICT forschen und entwickeln in den Kernkompetenzen Energetische Materialien, Energetische Systeme, Angewandte Elektrochemie, Umwelt Engineering und Polymer Engineering. Die Fraunhofer-Gesellschaft fördert und betreibt international vernetzt anwendungsorientierte Forschung zum unmittelbaren Nutzen für die Wirtschaft und zum Vorteil für die Gesellschaft. Das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT ist eines von derzeit 56 Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft. Neben der Vertragsforschung für die Industrie arbeitet das Fraunhofer ICT auch gemeinsam mit Unternehmen der Wirtschaft an Forschungsaufgaben, die durch Bund und Länder sowie durch die Europäische Union co-finanziert werden.



Fotos: Martin Nied

POLYMAT + ENEMAT © 2006/2007 Georg Mühleck  
Art concept for the Fraunhofer Institut ICT, Pfinztal, Germany  
Künstlerisches Konzept für das Fraunhofer Institut ICT, Pfinztal

Architekten des ICT-Gebäudes 90: AWS Karl Lehmann, Martin Schneider;  
ArchitektenWerkgemeinschaft weinbrenner. single. arabzadeh  
Architekten des ICT-Gebäudes 80: Udo Krebs, Martin Kaffenberger;  
Staatliches Hochbauamt Baden-Baden, Außenstelle Karlsruhe  
Befestigungs-System/Montage "Polymat": Zeeb Innenausbau, Stuttgart  
Befestigungs-System/Montage "Enemat": Kenngott Metallgestaltung, Heilbronn  
DATA VILLAGE ART Toronto + Stuttgart. Fotos: Georg Mühleck  
georg@muhleck.info • georg@mybrain.s.bawue.de