

Atomarium ... ein eindrückliches Hilfsmittel zur Visualisierung im naturwissenschaftlichen Unterricht

Das Atomarium ist ein Computerprogramm, das chemische und physikalische Phänomene auf atomarer Ebene simuliert und eindrücklich visualisiert. Es ist für den Einsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht entwickelt worden.

Mit Hilfe des Atomariums lassen sich Phänomene wie

- Unterschiede in den Eigenschaften der Aggregatzustände
- Diffusion und Osmose
- Abhängigkeit des Drucks eines Gases von Temperatur und Teilchenzahl
- Phasenumwandlungsvorgänge
- Dampfdruck
- Kristallwachstum
- Energieumformung (kinetische Energie <---> potenzielle Energie)
- Stabilität von Gittertypen
- und vieles mehr

in ästhetisch eindrücklicher Art erklären. Da es ein Simulationsprogramm ist, kann zu jeder Zeit über die Teilchenzahl, Temperatur und Raumgrösse Einfluss auf den Verlauf genommen werden. Interessante Grössen wie Geschwindigkeitsverteilung, Temperatur, Druck, kinetische und potenzielle Energie können in Diagrammen einfach verfolgt werden.

Einige Ausschnitte aus den vorbereiteten Experimenten

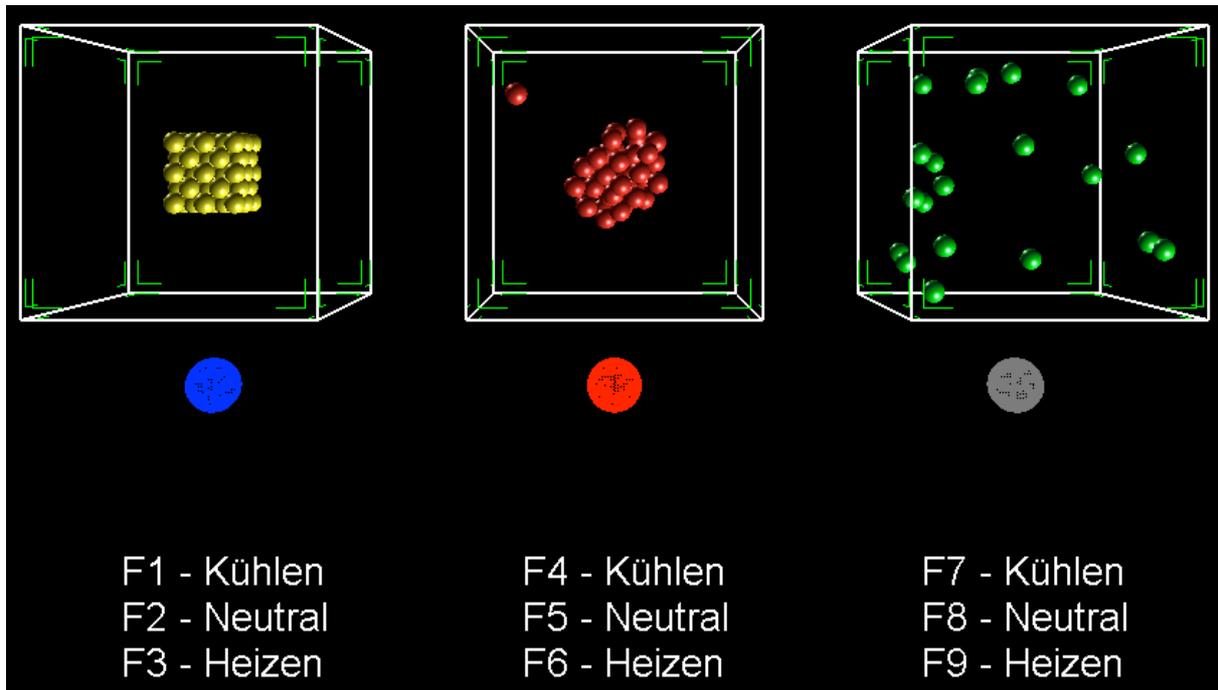


Abb. 1 Ausschnitt aus dem Experiment „Teilchenbewegung in den Aggregatzuständen“
Diese Darstellung erlaubt den direkten Vergleich der drei Aggregatzustände. Unterschiede und Gemeinsamkeiten (alle Teilchen, auch in einem Kristall, sind immer in Bewegung bei $T > 0K$) sind augenfällig und im 3-D-Modus zusätzlich auch eindrücklich erlebbar.

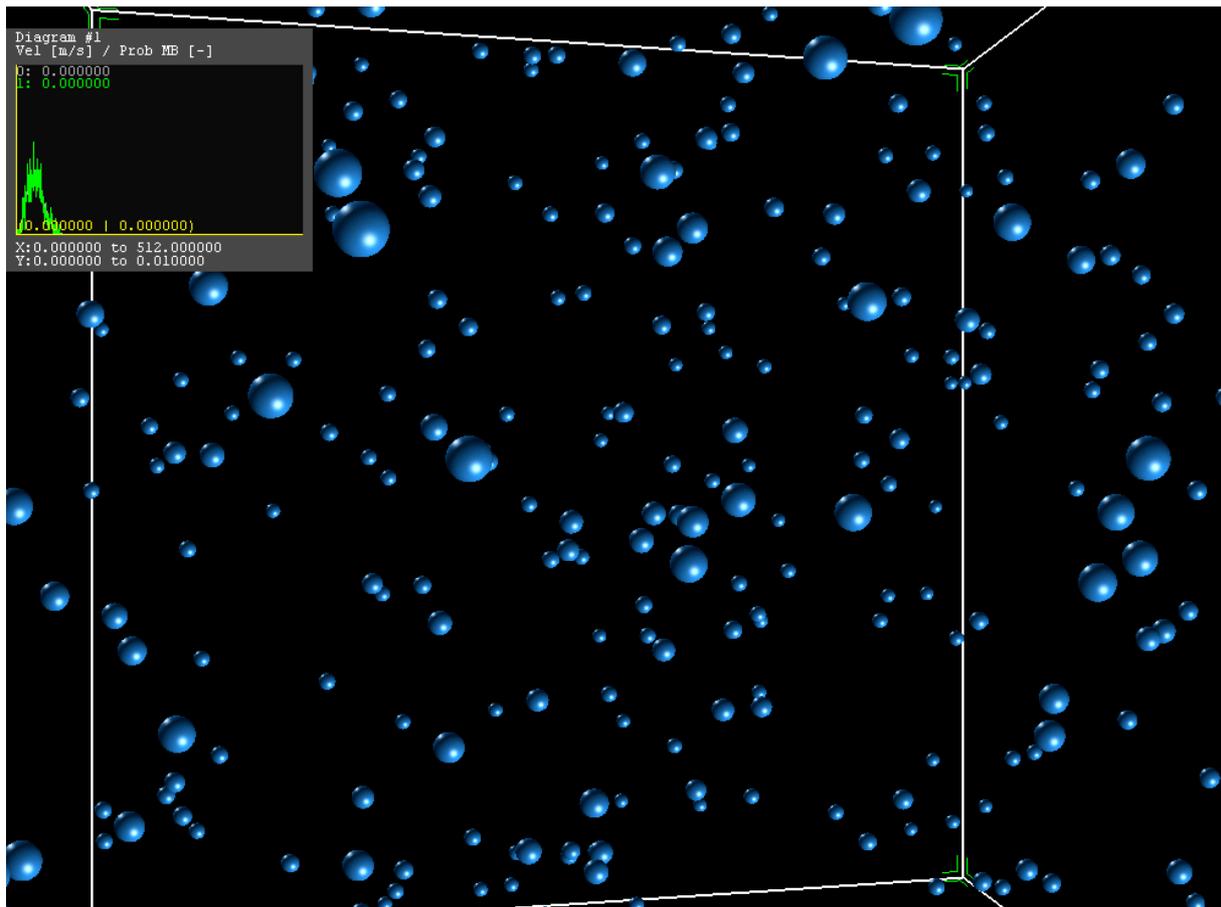


Abb. 2 Ausschnitt aus dem Experiment „Boltzmannverteilung“

Das Experiment startet mit 400 Atomen in der Gasphase mit exakt gleicher Geschwindigkeit. In kurzer Zeit erreicht das System eine Geschwindigkeitsverteilung, die mit der Boltzmannverteilung recht gut übereinstimmt. Die Veränderung der Verteilung bei höherer bzw. tieferer Temperatur ist eindrücklich.

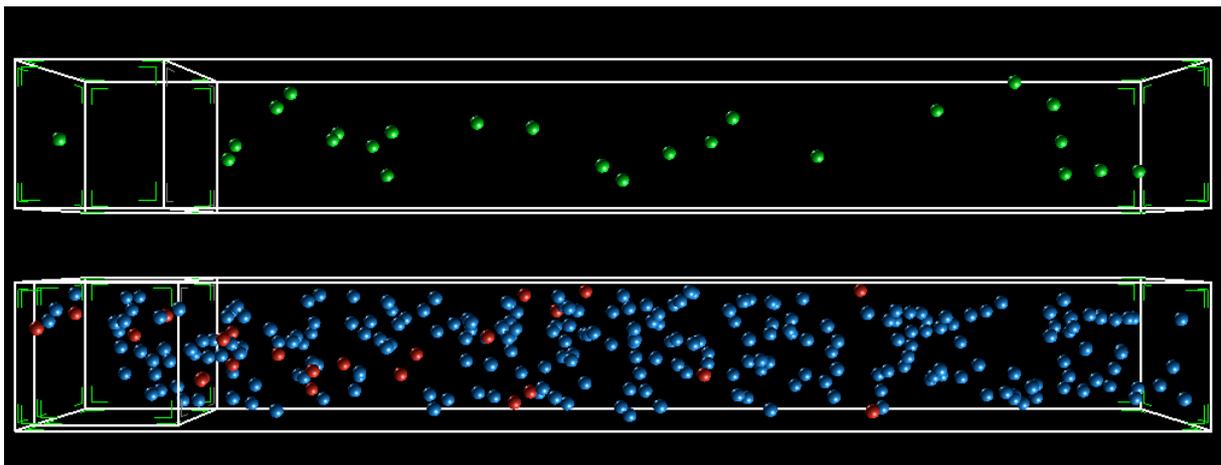


Abb. 3 Ausschnitt aus dem Experiment „Diffusion in Luft“

Die rot- und die grügefärbten Atome sind beim Start im Kasten links gefangen. Nach Öffnen der Klappe diffundieren die Teilchen im Vakuum wesentlich rascher als die Teilchen in der Luft. (vgl. „Streit“ zwischen Boltzmann und Mach)

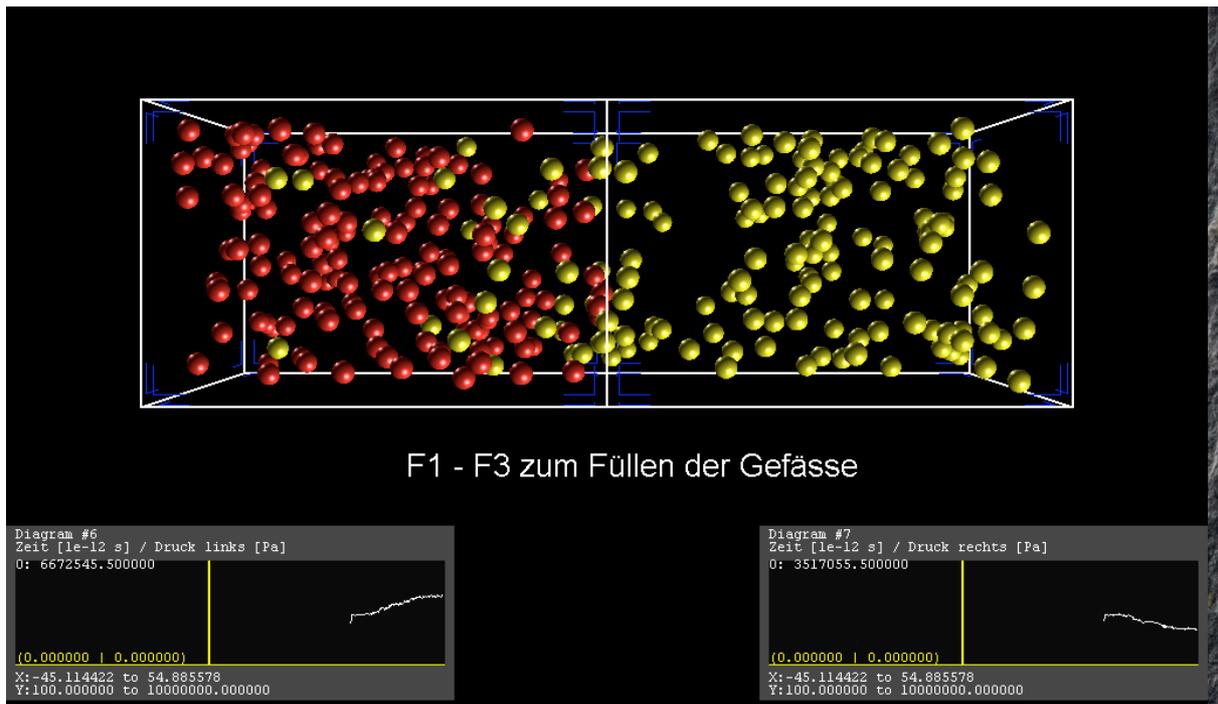


Abb. 4 Ausschnitt aus dem Experiment „Osmose“, kurz nach dem Start
Die semipermeable Zwischenwand ist nur durchlässig für die gelbgefärbten Atome. Der Druckanstieg links bzw. der Druckabfall rechts können verfolgt werden.

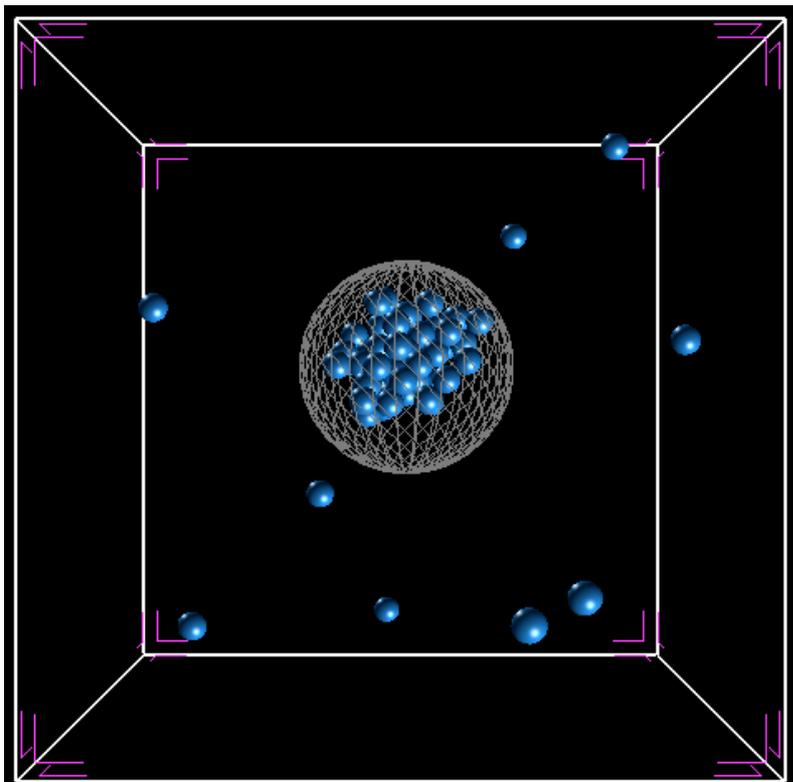


Abb. 5 Ausschnitt aus dem Experiment „Dampfdruck 3-D“
Einzelne Atome verlassen den Flüssigkeitstropfen und werden wieder eingefangen. Mit Hilfe der Temperatur kann die Zahl der Atome pro Zeiteinheit, die den Übertritt in die Gasphase schaffen, reguliert werden.

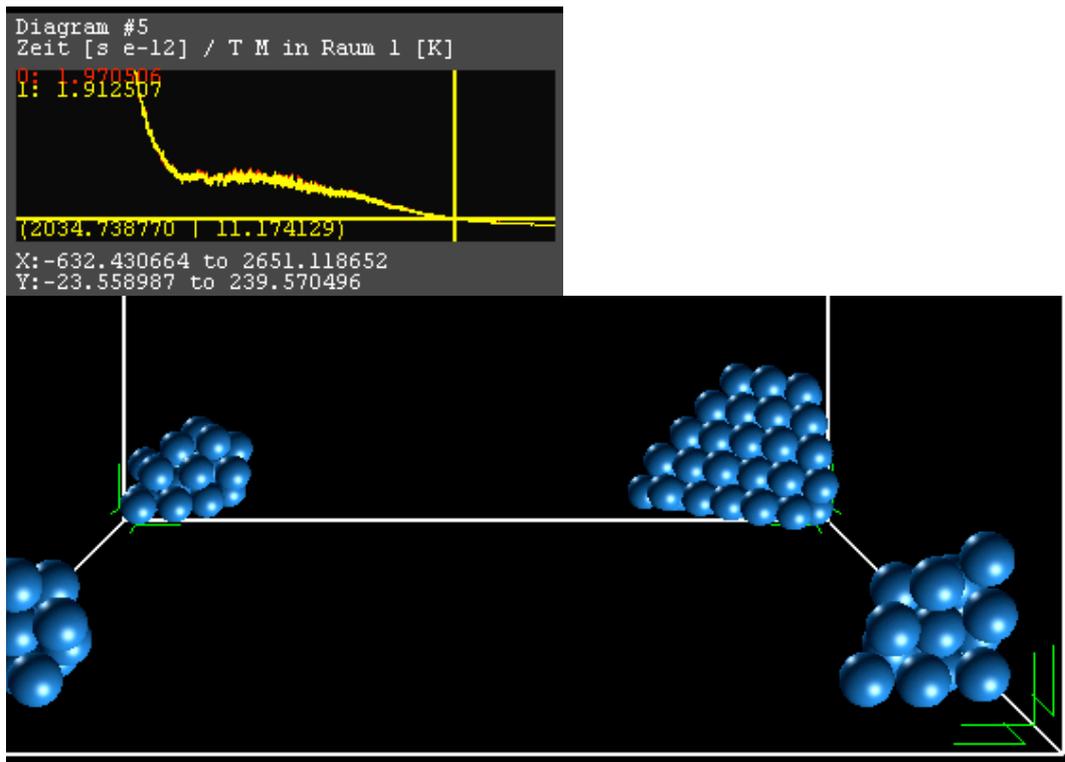


Abb. 6 Ausschnitt aus dem Experiment „Kristallisation ohne Keim“
Ein Gas wird kontinuierlich gekühlt. Der Übergang von gasförmig zu flüssig und am Schluss zu fest kann gleichzeitig in der Simulation und im Abkühlendiagramm verfolgt werden.

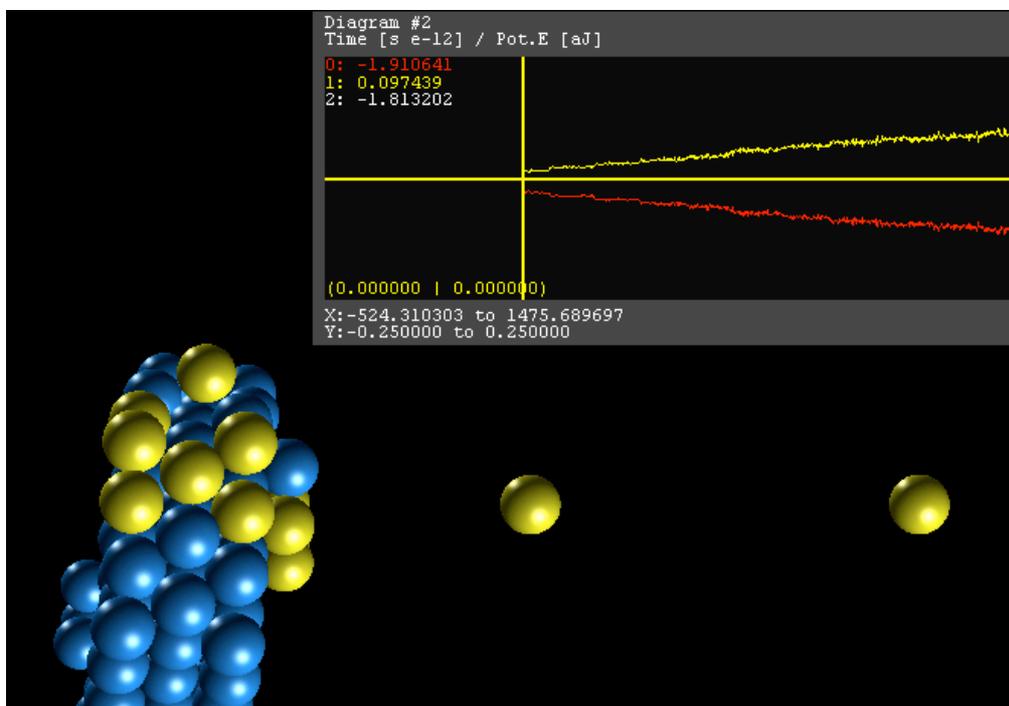


Abb. 7 Ausschnitt aus dem Experiment „Adhäsion I“
Einzelne Atome bewegen sich von rechts mit sehr kleiner kinetischer Energie auf den Kristall zu. Die Umwandlung von potenzieller in kinetische Energie in der Nähe des Kristalls ist augenfällig. Im Diagramm: rote Kurve: rel. potenzielle Energie des Gesamtsystems, gelbe Kurve: kinetische Energie des Kristalls.

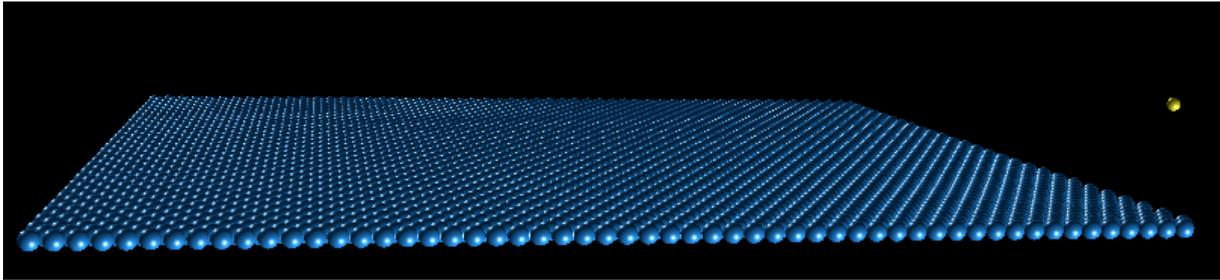


Abb. 8 a-d Ausschnitt aus der Animation „Platten-Kollaps“
 Die Atome sind in einer 2-dimensionalen Platte dicht gepackt angeordnet. Von rechts nähert sich ein Atom, das knapp über die Platte fliegt, ohne diese direkt zu „berühren“.

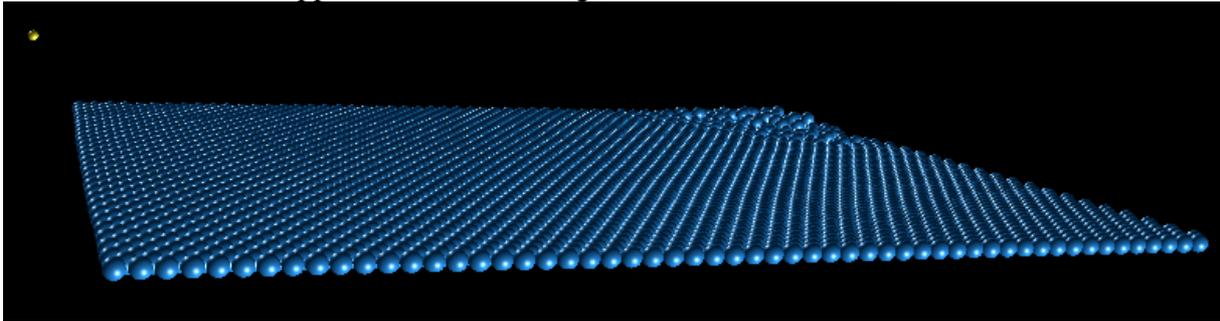


Abb. 8 b
 Das gelbgefärbte Teilchen hat der Platte mit seinen Wechselwirkungen quasi gezeigt, dass auch noch eine dritte Dimension existiert.

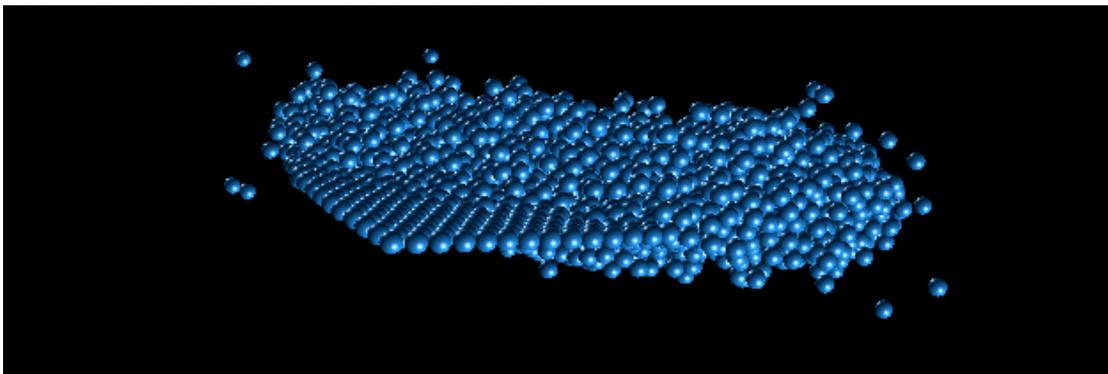


Abb. 8 c
 Die Ausbildung von Kräften auch in der dritten Dimension wandelt so viel potenzielle in kinetische Energie um, dass die Platte kollabiert.

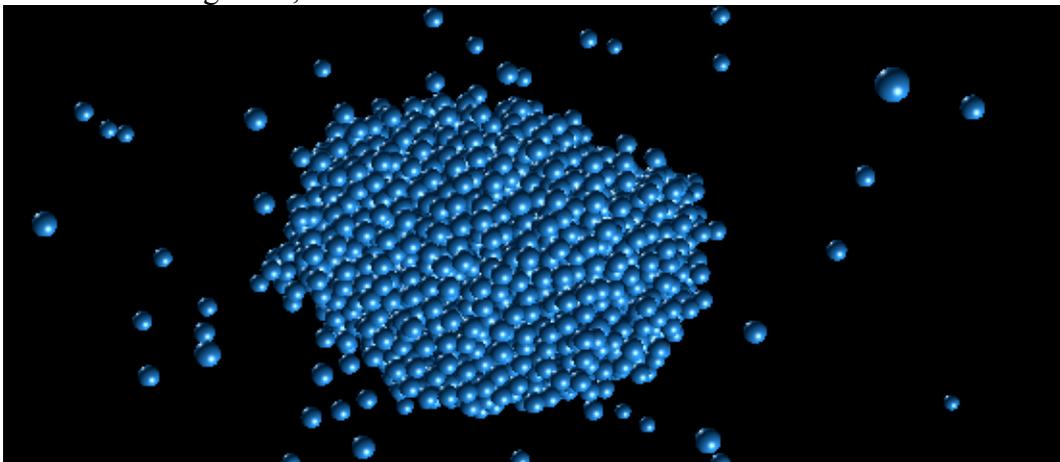


Abb. 8 d
 Aus dem streng geordneten zweidimensionalen metastabilen System ist ein dreidimensionales Gebilde mit viel kleinerer potenzieller Energie geworden.

Das Programm „Atomarium 1.08“ **läuft leider erst auf dem PC (Betriebssystem „Windows“)** oder auf einem Mac (OSX) mit emulierter Umgebung (**Parallels**).

Das Programm wird im Moment in folgenden Versionen angeboten:

Schulversion enthält:

- CD-ROM mit der Software und vorbereiteten Experimenten
- Lizenzen für alle Fachschaften (Chemie, Physik, Bio) einer Schule
- Stabiler Kunststoffkoffer mit Schülersatz (25) 3-D-Brillen, ausführlichem Handbuch, Tutorial, Kurzreferenz, Katalog.
- **Einführungskurs** für interessierte Lehrkräfte an der Schule (nur Schweiz und nahes Ausland)

Budget-Version enthält:

- CD-ROM mit der Software und vorbereiteten Experimenten
- **nur Einzellizenz für einen Benutzer** privat und im Unterricht
- Dokumentation (Handbuch usw.) im PDF-Format (nur digital, nicht gedruckt)

Preise

Schulversion: Fr. 400.- zuzüglich Porto und Verpackung

Budgetversion Fr. 50.- zuzüglich Porto und Verpackung

Kontakt

Hans Ueli Ehrensperger
Am Stadtbach 7
CH-8500 Frauenfeld
Tel. 052 720 38 39
E-Mail: h.ehrensperger@bluemail.ch