Wolfgang Schäfer aus Kiel sandte der Redaktion einen Artikel aus der Fachzeitschrift KFT Nr. 23/2001 zu: Nicht zu fassen, aber wahr ! Red: ScanText ist unten etwas schief, aber das soll ja angeblich modern sein !

**KFT**
Expertenmeinung *)

# Zentimetermotor statt Batterien

*Der Verbrennungsmotor soll als Mikromechanik-Bauteil der nächsten Chip-Generation ordentlich Power verpassen. Prof. Dr. Albert Pisano, University of California, stellt seine Entwicklung vor.*

Hightech-Systeme benötigen Energiequellen, die leistungsfähig und resistent gegen Störungen sind. Grundsatzüberlegungen zeigen, dass die kleinste effektive Kraftquelle nicht heute übliche Batterien und auch nicht deren Weiterentwicklungen sind, sondern Verbrennungsmotoren. Diese erreichen eine Energiedichte, die 50 Mal höher ist als die einer Primärbatterie. Dieser simplen Erkenntnis liegt das Wissen um den hohen Energieinhalt von Kohlenwasserstoff als Brennstoff zu Grunde. Wir, das Forscher-Team an der University of California in Berkeley, sehen das als Motivation für eine bahnbrechende Entwicklung: den Zentimetermotor.

Mikromechanische Systeme können der Elektronik von morgen zu einer neuen Qualität verhelfen. Mechanische Systeme lassen neue energetische Größenordnungen zu und unterliegen nicht direkt den Einflüssen der elektromagnetischen Empfindlichkeit.

Das interessanteste Projekt dürfte jener Minimotor sein, der nicht größer ist als vier übereinander gestapelte Pennies. Ein erster Prototyp arbeitet auf der Basis des Wankelprinzips. Es ist also ein Kreiskolbenmotor, der leise und rund läuft. Thermodynamisch folgt dieser Motor – der im Durchmesser nicht mehr als einen Zentimeter misst und deshalb Zentimetermotor genannt wird – dem Viertakt-Prinzip.

Das erste Versuchsmuster aus Sonderstählen hat bereits seine Feuertaufe bestanden und leistet gegenwärtig vier Watt. Dazu läuft der Motor mit immerhin 10 000 Touren. Die Energie reicht aus, um einen Fahrradscheinwerfer anzutreiben. Das ist viel mehr, als man für Handys, Web-Table oder autarke Baugruppen im Auto benötigt. Derzeit laufen Optimierungsarbeiten, die dazu beitragen, dem Zentimetermotor sogar 30 Watt abzuluchsen.

Keine leichte Aufgabe, denn Feinschliff bedeutet, mechanische Toleranzen in bisher unbekannte Regionen hochzuschrauben. Doch dazu kommen uns die Kenntnisse aus der Mikroelektronik zugute. Die Oberflächenbearbeitung findet in einer Genauigkeit von einem 25 tausendstel Millimeter statt. Der Zentimetermotor besteht aus sieben Hauptteilen und hat einen Hubraum von nicht mehr als 77,5 mm³. Neben Butan wird derzeit mit Wasserstoff für den Antrieb experimentiert. Durch Wiedergewinnung der Auspuffwärme und gezielte Vorwärmung partieller Bereiche lässt sich ein „beinahe-adiabatisches", also ein fast völlig wärmeisoliertes System schaffen.

In einem nächsten Stadium planen wir, den optimierten Motor weiter zu verkleinern. Das gesteckte Ziel klingt vielleicht ein wenig unwirklich, aber es ist realistisch: Wir streben einen Verbrennungsmotor in Stecknadelkopfgröße an.

Das geht natürlich nicht mit konventioneller Mechanik. Doch das ist auch nicht nötig, denn uns stehen die Erfahrungen der Chip-Herstellung zur Verfügung: Wir setzen auf Silizium-Technologie. Durch chemisches Ätzen und Laserbohren lässt sich ein Mikromotor realisieren. Heute gelingt es bereits, in Großserien Feder-/Dämpfersysteme für Drehraten- und Beschleunigungssensoren aus Silizium zu fertigen.

Die Anforderungen an einen Verbrennungsmotor sind natürlich viel höher, denn hier müssen auch große Drücke und enorme Temperaturdifferenzen beherrscht werden.

Für die Oberflächengestaltung wollen Werkstofftechniker Kristalle mit vorgegebenen Reibwerten und speziellen Eigenschaften züchten.

Fazit: ohne Mikroelektronik keine Mikromechanik und ohne Mikromechanik kein rascher Qualitätssprung in der Mikroelektronik. □

*) Auf dieser Seite kommen Spitzentechniker, Designer und Wissenschaftler zu Wort. Die hier vertretenen Ansichten stellen nicht in jedem Fall die Meinung der Redaktion dar.

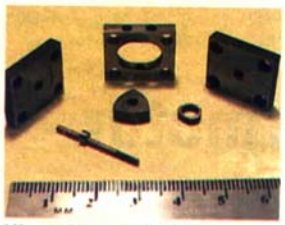
**Prof. Dr. Albert P. Pisano**

- Geb. 1954.
- 1981: Doktortitel an der Columbia Univ./Berkeley.
- FANUC-Lehrstuhl für mechanische Systeme an der University of California/Berkeley.
- 2001: Einberufung in die National Academy of Engineering in Anerkennung seiner Forschungen mit mikroelektromechanischen Systemen (MEMS).
- Prof. Pisano hält acht Patente und hat bis dato 95 Fachartikel veröffentlicht.

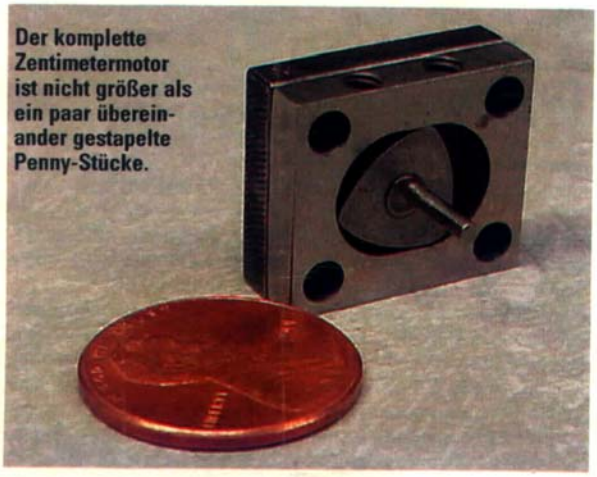
**Technik in Zahlen**

**Zentimeter-Motor**

| | |
|---|---|
| Abmessungen | 19 x 17 x 11 mm |
| Hubraum | 77,5 mm³ |
| Leistung | 4 kW bei 10000/min |
| Rotordurchmesser | 50,5 mm |
| Rotorbreite | 3,63 mm |
| Max. Drehzahl | 30000/min |
| Gewicht | 22,1 g |
| Verbrauch | 11,4 g/h |
| Verdichtung | 13 |



**Uhrmacherarbeit: Die Hauptteile des Mini-Wankels sind auf 25 tausendstel Millimeter genau gefertigt.**



**Der komplette Zentimetermotor ist nicht größer als ein paar übereinander gestapelte Penny-Stücke.**