

## MEMS

[T151; Mikrosystemtechnik & Enabler-Technologien]



Bildquelle: © Bosch

### Kurzbeschreibung

MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) kombinieren mikromechanische und elektrische (sowie optische) Strukturen in Systemen im Bereich von wenigen  $\mu\text{m}$ . Sie werden in der Regel in CMOS-Fabriken (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) auf Silizium hergestellt. Die Kombination der integrierten Schaltung und der MEMS kann als hybride Struktur (MEMS und CMOS auf verschiedenen Substraten) oder monolithisch (auf dem gleichen Substrat, System-on-a-Chip) gestaltet werden. Der hybride Ansatz bietet mehr Flexibilität und ist weniger komplex, während die monolithische Lösung eine dichtere Verpackung aufweist und kleiner ist.

### Vorteile und Ziele der Technologie

Die Technologie ist bereits sehr ausgereift und aufgrund der guten Serienfertigung sehr kosteneffizient. Zudem bieten MEMS sehr gute mechanische und thermische Eigenschaften, die Möglichkeit zu „energy harvesting“ sowie eine nahezu unbegrenzte Lebensdauer. Durch die Kompatibilität mit anderen Halbleitertechnologien (IC, PIC) wird die Technologie weiter vorangetrieben. Auf Basis der MEMS Technologie kann eine große Anzahl verschiedener Sensoren, Schalter und Aktuatoren entwickelt werden (Diversität).

### Hemmnisse der Einführung

Die aktuelle Forschung verfolgt eine höhere Integration von CMOS und MEMS als hochgradig 3D-integrierte SOCs (System-on-a-Chip). Das Packaging wird in Zukunft durch die Vielfalt der verschiedenen Schnittstellen zu einer Herausforderung. Je kleiner die Systeme werden, desto problematischer wird das Signal-Rausch-Verhältnis.

### Zeitliche Entwicklung

TRL1	TRL2-4	TRL5-8	MRL8	MRL9	MRL10
					<2023

### Konkurrierende Technologien

NEMS (T152); „Herkömmliche“ Technologien auf Makroebene

### Einsatzbereich

MEMS werden bereits in vielen Anwendungen in verschiedenen Branchen (einschließlich der Automobilindustrie) eingesetzt: Inertialsensoren, optische Aktuatoren, Temperatursensoren, Drucksensoren, Aktuatoren für die Kraftstoffeinspritzung usw. V. a. durch den langjährigen Einsatz der Technologie im Automobil- und Smartphone-Bereich in hohen Stückzahlen, wurde bis heute eine hohe Reife erreicht.

### Leistungsparameter

Je nach Einsatzzweck des MEMS-Sensors oder –Aktuators gelten andere Indikatoren. Generell ist ein geringes Signal-Rausch-Verhältnis für Sensoren wichtig und bei Aktuatoren ist oft die Frequenz ein bedeutender Parameter.

### Weiterführende Informationen

Die zeitliche Einschätzung der Entwicklung einer Querschnitts-Enabler-Technologie ist mit besonderer Unsicherheit behaftet und kann je nach konkretem Einsatzzweck variieren.

### Zuordnung zu Kompetenzen

Mikrosystemtechnik; Halbleitertechnik; Fabless- und Foundry-basierte Systeme machen MEMS auch für kleinere Unternehmen zugänglich (v. a. für sehr spezifische dafür hochqualitative MEMS). MEMS werden aber v. a. von großen OEMs und Tier-1 Unternehmen produziert, da die Produktionsanlagen hohe Investitionen bedürfen.

### Schlagworte

CMOS; Chipdesign