

4. Mechatronik Tag

Messung von Kraft und Bewegung - Mikro-Mechatronik im industriellen Einsatz



Fraunhofer Technologie-
Entwicklungsgruppe

Dr. Günter Hörcher

Göppingen, 2. Juni 2005

Messung von Kraft und Bewegung – Mikro-Mechatronik im industriellen Einsatz

Innovation durch Kooperation – das Konzept der Fraunhofer TEG

- benötigte Technologien finden, einbinden und in verkaufsfähige Produkte umsetzen
- methodisch gestützte Technologie-Anwendungsentwicklung reduziert das Risiko

Beispiel 1:

Messung der Vorspannkraft von Schrauben beim Montageprozess

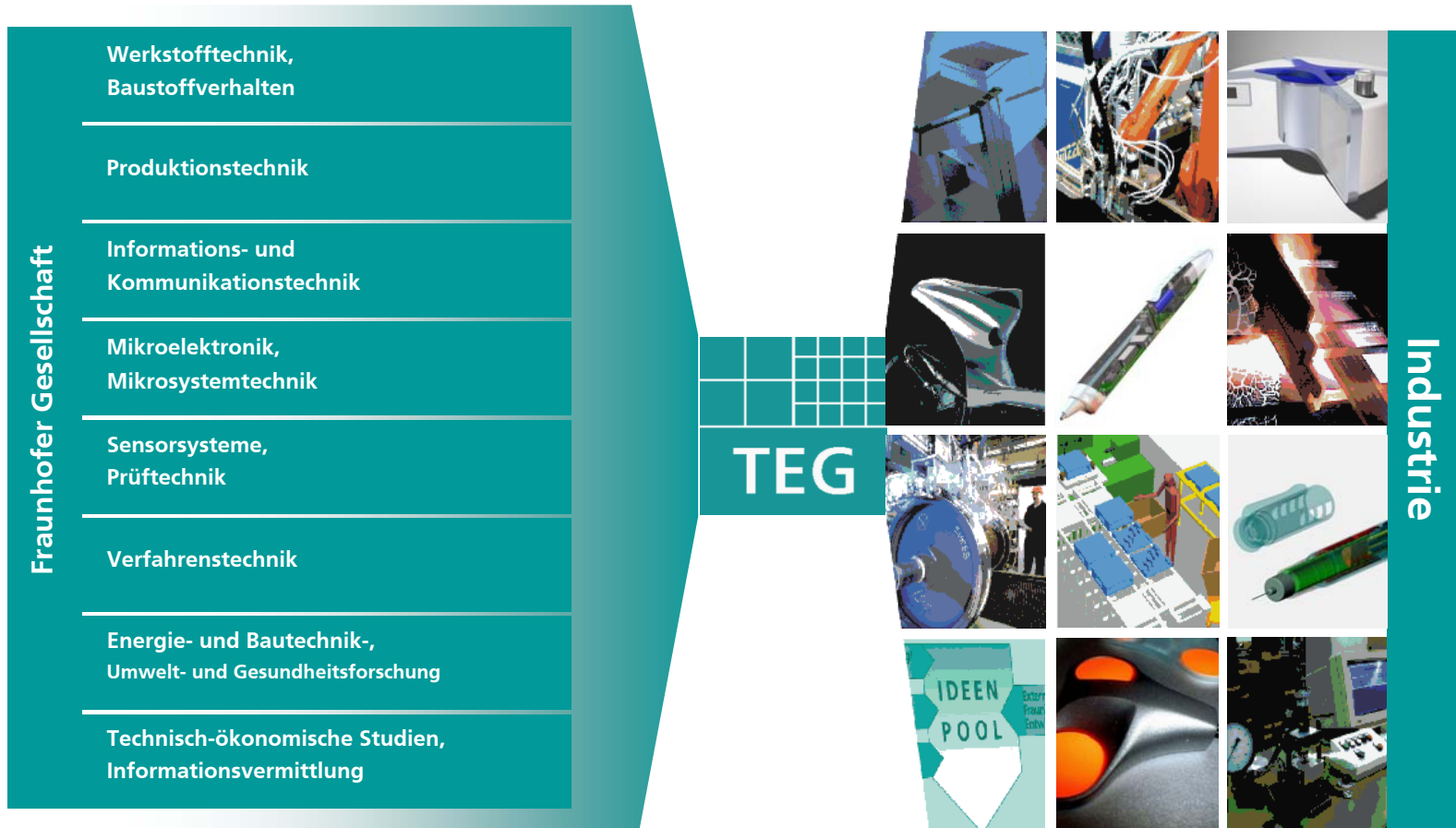
- Qualitätssicherung im Schraubprozess
- Online-Messung der Vorspannkraft mit Ultraschall

Beispiel 2:

Trägheits-Navigation mit preiswerten mikrotechnischen Sensoren

- Inertiale (referenzlose) Navigation als Komplement zur Referenz-Navigation
- Mikrosysteme – seit vielen Jahren die Technologie der Zukunft
- Nicht das maximal Erreichbare ist das Optimum sondern das Bestangepasste

Fraunhofer-Technologie-Entwicklungsgruppe TEG



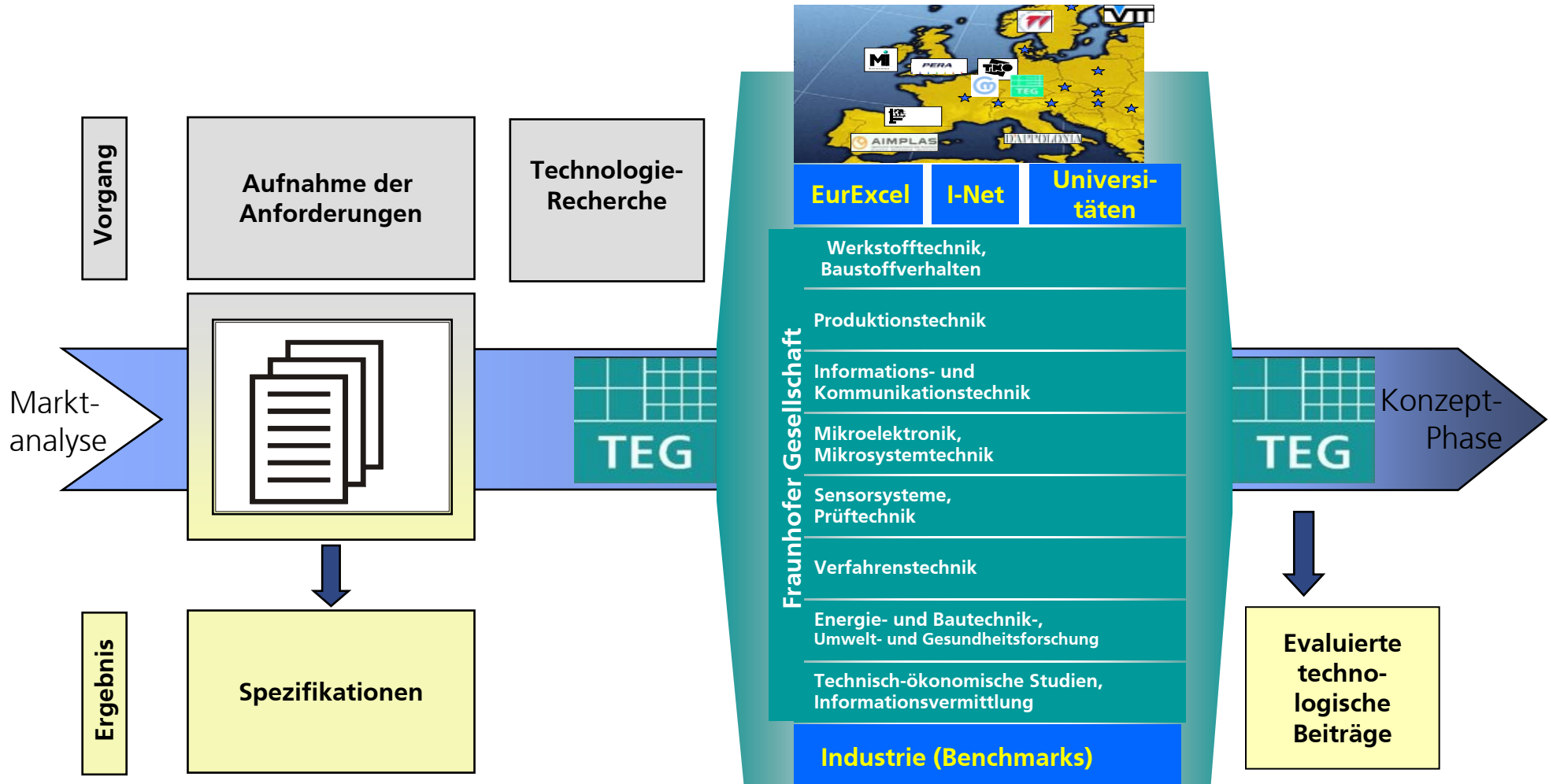
2. Juni 2005

Seite 3

4. Mechatronik Tag

Dr. Günter Hörcher

Fraunhofer TEG: "Innovation durch Kooperation"



2. Juni 2005

Seite 4

4. Mechatronik Tag

Dr. Günter Hörcher

Messung von Kraft und Bewegung – Mikro-Mechatronik im industriellen Einsatz

Innovation durch Kooperation – das Konzept der Fraunhofer TEG

- benötigte Technologien finden, einbinden und in verkaufsfähige Produkte umsetzen
- methodisch gestützte Technologie-Anwendungsentwicklung reduziert das Risiko

Beispiel 1:

Messung der Vorspannkraft von Schrauben beim Montageprozess

- Qualitätssicherung im Schraubprozess
- Online-Messung der Vorspannkraft mit Ultraschall

Beispiel 2:

Trägheits-Navigation mit preiswerten mikrotechnischen Sensoren

- Inertiale (referenzlose) Navigation als Komplement zur Referenz-Navigation
- Mikrosysteme – seit vielen Jahren die Technologie der Zukunft
- Nicht das maximal Erreichbare ist das Optimum sondern das Bestangepasste

Messung der Vorspannkraft von Schrauben beim Montageprozess

Aufgabenstellung

- Die Festigkeit einer Schraubverbindung wird durch die Vorspannkraft bestimmt
- Die Messung des Drehmomentes enthält zusätzlich die Reibungskräfte von
 - Schraubenkopf auf Auflagefläche
 - Schraubengewindeflanken
- Diese Reibungskräfte können stark variieren und damit die Messung verfälschen

Lösung

- Für den Kernkraftwerksbau wurde eine Technologie entwickelt, die über Ultraschall-Echolot die relative Längenänderung der Schraube misst und damit über den Elastizitätsmodul eine sehr direkte Vorspannkraftmessung ermöglicht
- Diese Technik wurde miniaturisiert und in eine Schraubennuss integriert
- Damit ist eine Online-Vorspannungsmessung direkt beim Anziehen möglich

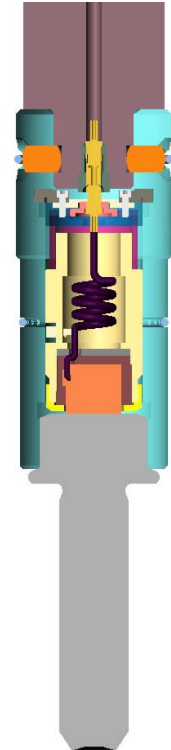
Messung der Vorspannkraft von Schrauben beim Montageprozess

Umsetzung

- Miniaturisierter Ultraschall-Transponders in der Schraubennuss
- Abriebfeste Spezialfolie zur Ein- und Auskopplung des Ultraschalls auf dem (flachen) Schraubenkopf
- Entwicklung eines auch unter rauen Bedingungen zuverlässigen Drehübertragers mit Bandbreite im GHz-Bereich
- Längenmessung 200 mal pro Sekunde

Anwendung

- Stationärschrauber M22 seit Oktober 2002 im industriellen Einsatz
- Pneumatik-Schlagschrauber M12 erfolgreich getestet
- Für kleinere Nenngrößen sind kleinere US-Transponder notwendig



Messung von Kraft und Bewegung – Mikro-Mechatronik im industriellen Einsatz

Innovation durch Kooperation – das Konzept der Fraunhofer TEG

- benötigte Technologien finden, einbinden und in verkaufsfähige Produkte umsetzen
- methodisch gestützte Technologie-Anwendungsentwicklung reduziert das Risiko

Beispiel 1:

Messung der Vorspannkraft von Schrauben beim Montageprozess

- Qualitätssicherung im Schraubprozess
- Online-Messung der Vorspannkraft mit Ultraschall

Beispiel 2:

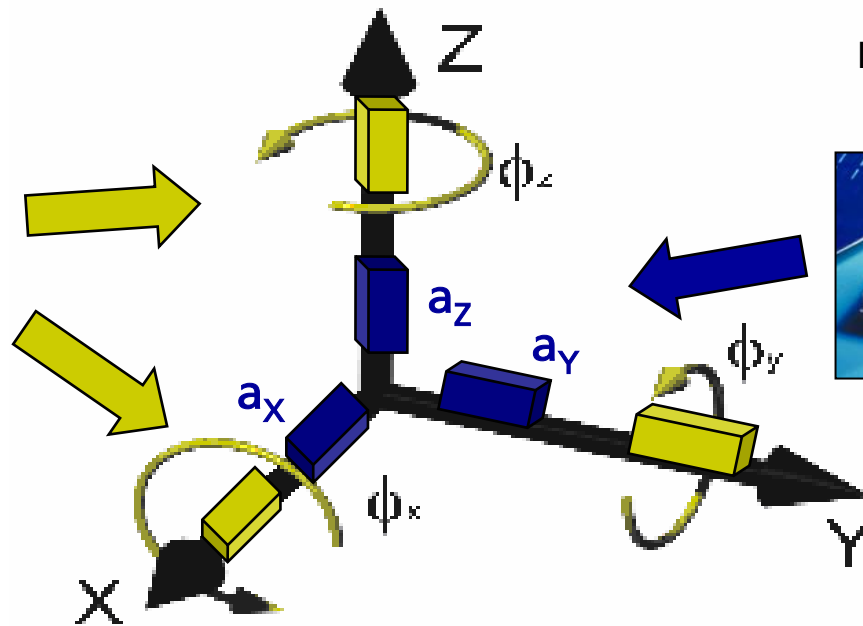
Trägheits-Navigation mit preiswerten mikrotechnischen Sensoren

- Inertiale (referenzlose) Navigation als Komplement zur Referenz-Navigation
- Mikrosysteme – seit vielen Jahren die Technologie der Zukunft
- Nicht das maximal Erreichbare ist das Optimum sondern das Bestangepasste

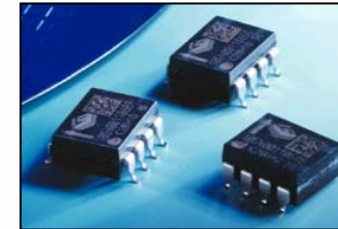
Inertiale oder Trägheits-Navigation

beruht auf einer Bewegungsmessung in bis zu 6 Freiheitsgraden:

Drehratensensoren
Gyroskope



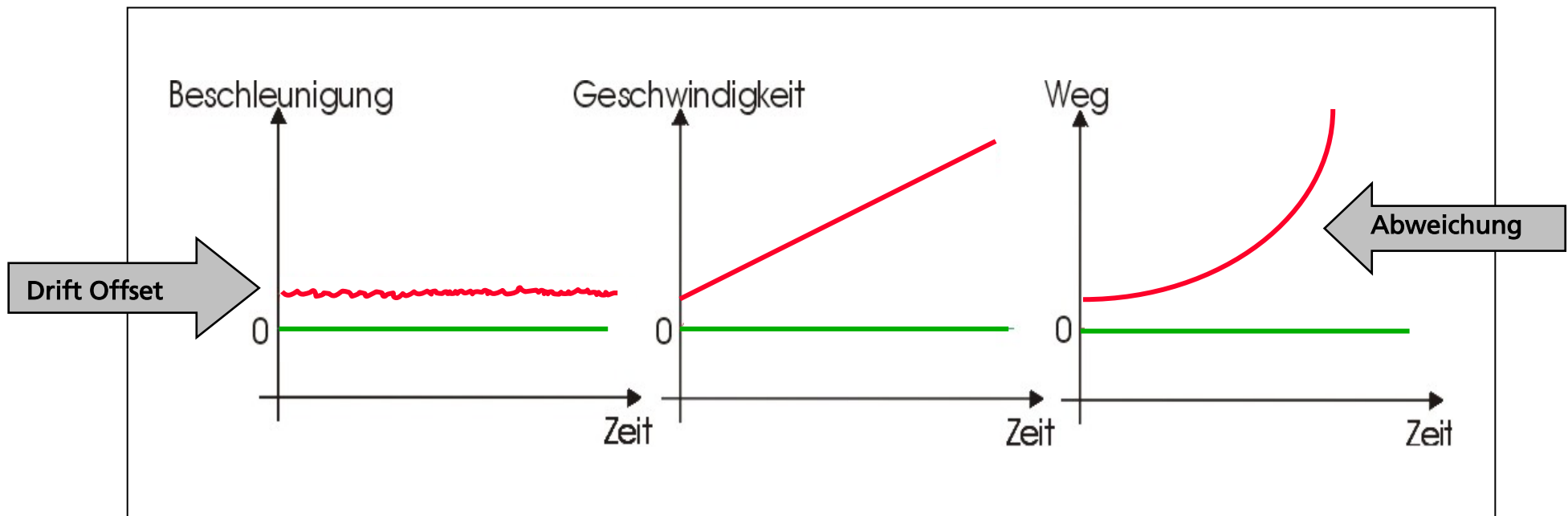
Beschleunigungs-
sensoren



Inertiale (referenzlose) Navigation als Komplement zur Referenz-Navigation

Die Problematik der Inertialnavigation ist die notwendige Integration, um aus der Bewegung Position und Orientierung zu berechnen

- Messfehler und Störsignale werden aufaddiert und senken über die Messzeit die Genauigkeit



Inertiale (referenzlose) Navigation als Komplement zur Referenz-Navigation

Trotz dieser Problematik ist die Referenzlosigkeit ein wichtiger Grund für den Einsatz eines inertialen Navigationssystems (INS), auch ergänzend zu RNS

Referenz-Navigation

Bestimmung der Position und Orientierung relativ zu mindestens drei Referenzpositionen im Raum

- Referenzen notwendig
- Genauigkeit hoch
- Langzeitstabil

Inertial-Navigation

Messung der eigenen Bewegung und damit der Positions- und Orientierungsänderung im Raum

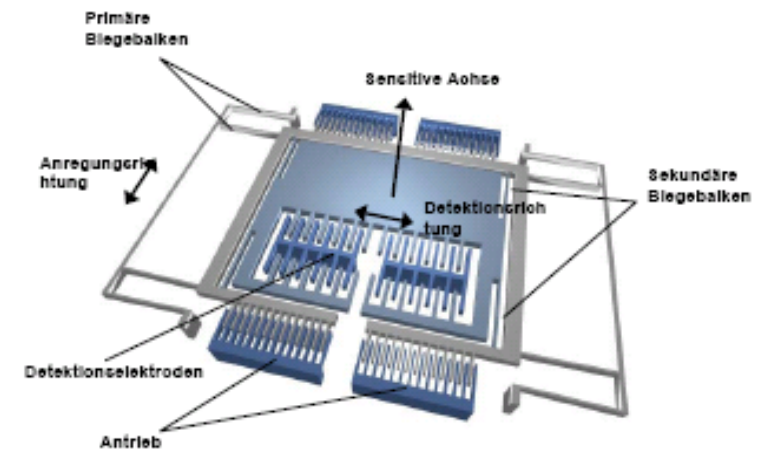
- Referenzlos
- Genauigkeit abnehmend
- Kurzzeitstabil

Eine faszinierende Technologie

- Mit Strukturierungsverfahren aus der Halbleitertechnologie werden mikromechanische Funktionselemente kombiniert mit elektronischen Messverfahren
- So können sehr komplexe Baugruppen auf kleinstem Raum erzeugt werden
- Beispiel: BMBF-gefördertes Projekt "MANGHO" des HSG IMIT und Partnern, Entwicklung anwendungsspezifischer Gyroskope mit hoher Nullpunktstabilität

Eine beängstigende Investitionsschwelle

- Wie bei der Mikroelektronik ist wirtschaftliche Produktion nur bei sehr hohen Stückzahlen möglich
- Bisher gibt es nur wenige Anwendungen, die vom Beginn an so hohe Stückzahlen erwarten lassen und damit die Investitionen rechtfertigen



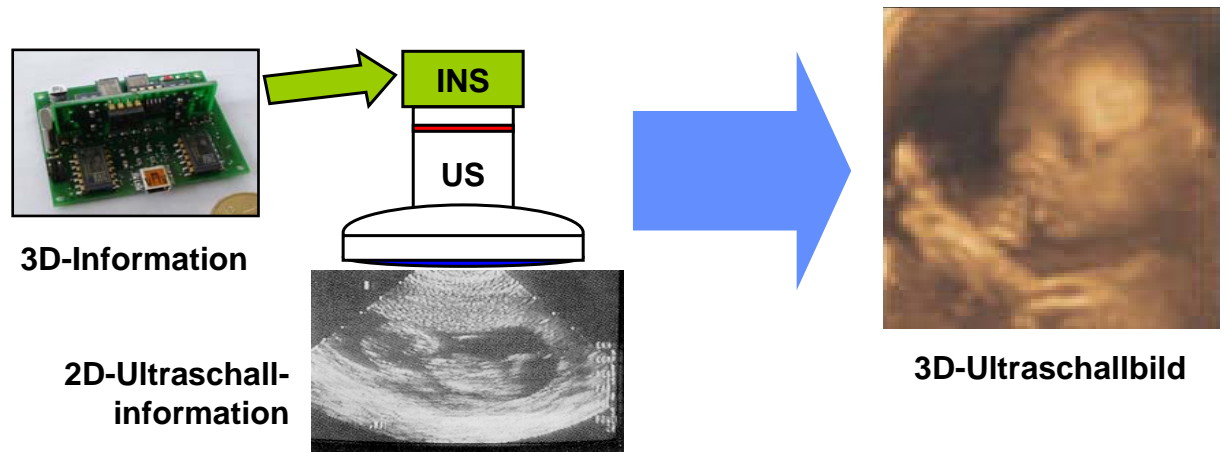
Nicht das maximal Erreichbare ist das Optimum sondern das Bestangepasste

Preiswerte, kleine Inertialnavigationssysteme für unterschiedlichste Anwendungen

- Verwendung von in großer Stückzahl preiswert verfügbaren Sensoren
- Optimierung des Gesamtsystems durch massiven Software-Einsatz: Digitalfilter, Plausibilitätskontrolle, Estimationsfilter, Autokalibration, ...
- Optimierter Aufbau für die jeweilige Anwendung:
Nur so genau wie notwendig, immer so preiswert wie möglich
- Zusammenarbeit mit Sensorherstellern ermöglicht weitere Verbesserungen

Beispiel: Medizinischer
3D-Ultraschallscanner

- Kombination der 2D-Ultraschallsignale mit 3D-Orientierungs-information des Scannerkopfes



Fazit

Auch für mittlere Stückzahlen ist eine Mikro-Mechatronik-Entwicklung oft rentabel

***Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit***

Fraunhofer Technologie-Entwicklungsgruppe
Dr. Günter Hörcher
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
0711 / 970 – 3700
Guenter.Hoercher@TEG.Fraunhofer.de
<http://www.TEG.Fraunhofer.de>

2. Juni 2005

4. Mechatronik Tag

Dr. Günter Hörcher