GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Normen und Standards für die Mikrosystemtechnik

Bedarf, Strategien, Maßnahmen

Herausgegeben von
IVAM Research

IVAM Research
Emil-Figge-Straße 76
44227 Dortmund
Deutschland

Tel.: +49 (0) 231 9742 149
Fax: +49 (0) 231 9742 150
E-Mail: info@ivam-research.de
Internet: www.ivam-research.de

Impressum

Normen und Standards für die Mikrosystemtechnik
Bedarf, Strategien, Maßnahmen

Herausgeber:

IVAM Research
ein Geschäftsbereich der IVAM GmbH
Emil-Figge-Straße 76
44227 Dortmund
Deutschland

Tel.: +49 (0) 231 9742 149
Fax: +49 (0) 231 9742 150
E-Mail: info@ivam-research.de
Internet: www.ivam-research.de

Redaktion:

Iris Lehmann, Dr. Uwe Kleinkes

mit Unterstützung von:
Dr. Frank Bartels, Dr. Norbert Fabricius, Dr. Thomas Fries, Dr. Ulrich Gengenbach, Johannes Herrnsdorf, Dr. Volker Klocke, Dr. Jürgen Koglin, Dr. Reiner Wechsung

Layout und Produktion:

Visuell Marketing GmbH
Blankensteiner Straße 244b
44797 Bochum
Deutschland
E-Mail: info@visuell-marketing.com
Internet: www.visuell-marketing.com

Titelbild**:** Siliziumwafer mit vakuumgekapselten Mikrospiegel-Scannern.
Quelle: Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnik.
Erschienen im Selbstverlag, Dortmund, Januar 2010
Auflage: 1.000 Exemplare

Das dieser Veröffentlichung zugrunde liegende Verbundprojekt „NOSTA: Normen und Standards für die Mikrosystemtechnik“ wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 16SV3876 gefördert.

Inhalt

1. Vorwort
Dr. Uwe Kleinkes, Geschäftsführer IVAM Fachverband für Mikrotechnik S. 6

2. Einleitung
Wie steht es um die Normung und Standardisierung der Mikrosystemtechnik in Deutschland? S. 7

3. BMBF-Projekt NOSTA
Welche Normen und Standards brauchen wir in der Mikrosystemtechnik? S. 8

4. Begriffe
Norm, Spezifikation, Standard S. 9

5. Normungsarbeit

5.1 Wie funktioniert Normung in Deutschland? S. 10
5.2 Wie funktioniert Normung auf internationaler Ebene? S. 11
5.3 Normungseinrichtungen, Gremien und Arbeitsgruppen S. 12

6. Nutzen, Chancen, Risiken, Barrieren

6.1 Nutzen der Normung und Standardisierung S. 16
6.2 Chancen der Normung und Standardisierung S. 16
6.3 Risiken der Normung und Standardisierung S. 16
6.4 Barrieren für die Normung und Standardisierung S. 17

7. Erfahrungen

7.1 Normung von Fertigungsmitteln für Mikrosysteme im DIN
Ulrich Gengenbach, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH;
Gabriele Tröscher, Elisabeth Leitner, DIN Außenstelle Pforzheim;
Andreas Hoch, SCHUNK Spann- & Greiftechnik GmbH & Co. KG S. 18

7.2 Standardisierung in der Reinraumtechnik
im Gegensatz zu branchenspezifischen Anforderungen
Joachim Ludwig, Colandis GmbH S. 23

8. Meinungen
„Differenziertes Handeln nötig“
Meinungen zur MST-Normung aus Industrie und Forschung S. 26

8.1 Brauchen wir Normen und Standards für die Mikrosystemtechnik? S. 27
8.2 Normung und Standardisierung in welchen Bereichen? S. 28
8.3 Normung zu welchem Zeitpunkt? S. 30
8.4 Normung national oder international? S. 32
8.5 Welchen Nutzen bringt die Normung? S. 32
8.6 Erhöhen Normen und Standards die Marktchancen? S. 34
8.7 Welche Gefahren birgt die Normung? S. 34
8.8 Was macht die Normung so schwierig? S. 36
8.9 Was motiviert dazu oder hindert daran, an der Normung teilzunehmen? S. 38
8.10 Wer soll aktiv werden? S. 40

9. Maßnahmen
Handlungsbedarf und Handlungsempfehlungen S. 42

9.1 Wie kommen wir trotz Technologievielfalt zu einer sinnvollen Normungsstrategie? S. 42
9.2 Wie können wir die „interessierten Kreise“ für die Normung gewinnen? S. 43
9.3 Wie können wir den Normungsprozesses effektiver und attraktiver gestalten? S. 45
9.4 Wie können wir die Beteiligten besser informieren? S. 46

10. MST-Normen
Veröffentlichte Normen und Richtlinien, Bezugsquellen und laufende Projekte S. 48

Vorwort

Dr. Uwe Kleinkes
Geschäftsführer IVAM Fachverband für Mikrotechnik

Der Siegeszug des elektrischen Stroms und der damit verbundene Aufstieg von Firmen wie AEG, Siemens, Bosch oder Philips, die von der kompletten Küche bis zur Bohrmaschine – um die Küchengeräte zu verankern – alles verkaufen, begann mit einem eigentlich sehr langweiligen Detail: der Normung der Steckdose und des „Schuko-Steckers." Der am wenigsten aufregende Teil an einem modernen Handy ist das Ladegerät. Die Tatsache, dass es bald für alle Hersteller genormte Ladegeräte gibt, ist dennoch ein großer Fortschritt für die Nutzer.

Mikrosystemtechnik bietet aufregende und tolle Produkte und Anwendungen. Das BMBF unterstützt seit Jahren eine industrielle Nutzung der Mikrosystemtechnik. Bisher gab es zwar immer wieder den Wunsch, aber noch keine breit Angelegten Aktivitäten, um Standards und Normen in die Mikrosystemtechnik einzuführen. Das vorliegende Kompendium zeigt anhand einer Erhebung unter Mikrotechnik-Unternehmen, welche Barrieren es für Standards und Normen gibt, aber auch welche Chancen sie bieten.

Die Mikrosystemtechnik wurde von Boucher-Lensch als „exotischer Cousin" der Halbleiterindustrie bezeichnet. Sie ist immer sehr speziell. Es gilt der Satz „one product, one process, one package". Die MST ist gleichzeitig Spielwiese für Forscher, aber auch knallharter Markt, zum Beispiel im Automotive-Bereich.

Aufgrund der extrem großen Vielfalt ist die Mikrosystemtechnik für eine Standardisierung ein absolut undankbarer Kandidat. Eine der größten Hürden beim Thema „Ambient Assisted Living" ist der Wildwuchs bei Bussystemen und Schnittstellen zur Mikrosensorik. Vor uns liegt die große Chance, einer alternden Gesellschaft die notwendigen Assistenzsysteme zu geben. Allein, es fehlt die Möglichkeit, die Mikrosysteme per plug-and-play einzusetzen.

Mit Standards und Normen wird nicht nur zum Nutzen der Verbraucher gearbeitet, sondern es werden auch Claims zum eigenen, wirtschaftlichen Vorteil abgesteckt. Das findet natürlich zunehmend international statt, und große Industrienationen wie die USA versuchen gerade, in Schwellenländern ihre Standards und Normen zu verbreiten. Das vorliegende Kompendium gibt die Einstellung insbesondere mittelständischer Unternehmen aus dem Bereich zum Thema Standards und Normen wieder und zeigt speziell für diese Zielgruppe Handlungsempfehlungen auf.

Einleitung

Wie steht es um die Normung und Standardisierung der Mikrosystemtechnik in Deutschland?

Bemühungen, die Mikrosystemtechnik (MST) zu standardisieren, gibt es seit Beginn der Neunzigerjahre. Mittlerweile befassen sich Arbeitsgruppen nationaler und internationaler Normungsorganisationen in Ausschüssen und Arbeitsgruppen, zum Teil in enger Zusammenarbeit, mit Aspekten der Mikrosystemtechnik. Gremien des Deutschen Instituts für Normung (DIN), der International Electrotechnical Commission (IEC) und der International Organization for Standardization (ISO) haben etwa seit dem Jahr 2000 Normen für die Mikrosystemtechnik erarbeitet und veröffentlicht, deren Anzahl jedoch überschaubar geblieben ist.

Die Normung bereitet den Transfer von Innovationen in internationale Märkte vor. Eine Industrie, die international erfolgreich sein will, sollte deshalb den Normungsprozess mitgestalten, um ihre Interessen durchzusetzen. An der Normungsarbeit in den internationalen Ausschüssen wie dem technischen Komitee „Semiconductor devices" der IEC nehmen derzeit aber hauptsächlich Experten aus Fernost und den USA teil.

Es bleibt ein Problem, die Unternehmen in Deutschland für das Thema zu interessieren und für die Mitarbeit in den Gremien zu mobilisieren. Die Technologienormung hat in Deutschland – zumindest bei den Entwicklern innovativer Hochtechnologien – ein negatives Image. Die Ausrichtung an Normen und Standards wird häufig als lästige Auflage seitens des Kunden verstanden, seltener als Verkaufsvorteil, der Technologien und deren Anwendungen breitere Märkte erschließt. Da die angewandte Mikrosystemtechnik in Deutschland sehr stark von der mittelständischen Wirtschaft getragen wird, ist es notwendig, diese Unternehmer stärker als bisher in den Normungs- und Standardisierungsprozess einzubinden.

Dort, wo es gelingt, die Akteure an einen Tisch zu bringen, erschwert die Komplexität und Vielfalt der Technologie die Verständigung. Zu unterschiedlich ist oft die Herangehensweise verschiedener Ingenieure und Entwickler an dasselbe technische Problem. Zusätzlich gebremst wird die Normung der Mikrosystemtechnik durch die teilweise untransparente Organisation der Ausschüsse und langwierige Verfahren, die den Beteiligten viel Zeit und Einsatz abverlangen und sehr langsam zu einer erfolgreich verabschiedeten Norm führen.

Um die Technologienormung im Bereich der Mikrosystemtechnik stärker als bisher voranzubringen, müssen wir bei den Beteiligten ein Bewusstsein für Nutzen und Chancen der Normung schaffen. Gleichzeitig müssen Hürden im Normungsprozess abgebaut werden. Dieser Leitfaden bietet eine Einführung in das Thema und Handlungsempfehlungen für diejenigen, die die Normung heute schon mitgestalten oder in Zukunft mitgestalten sollten.

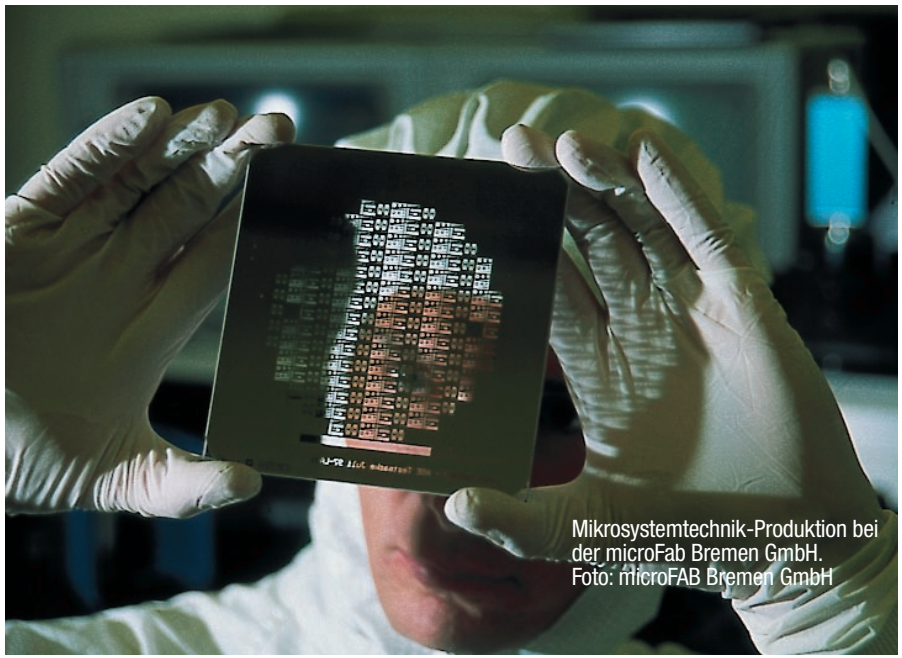
3. BMBF-Projekt NOSTA

Welche Normen und Standards brauchen wir in der Mikrosystemtechnik?

Voraussetzung für den Markterfolg oder Innovationsbremse? – Das Für und Wider der Normung und Standardisierung der Mikrosystemtechnik wird seit Jahren kontrovers diskutiert. Die Vielfalt der Meinungen und die Komplexität der Technologien machen es den Beteiligten schwer, Standardisierungs-Strategien zu entwickeln und zu verfolgen, von der die Mikrosystemtechnik-Industrie in Deutschland ebenso wie die individuellen Unternehmen profitieren.

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projektes „NOSTA: Normen und Standards für die Mikrosystemtechnik“ hat IVAM die Erfahrungen und Probleme der Akteure in Deutschland im Umgang mit Normen und Standards ausgelotet. Ziel des Projektes war es, eine Lagebeschreibung zu erstellen und Maßnahmen zu empfehlen, die den Bedürfnissen von Industrie und Forschung gerecht werden.

In einem ersten Schritt wurden Experten aus ausgewählten Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu ihren Erfahrungen mit der und ihren Meinungen über die Normung und Standardisierung der Mikrosystemtechnik befragt. Aus den Angaben der Experten wurde ein Fragenkatalog für eine bundesweite Unternehmensbefragung entwickelt. Diese Befragung wurde im Juli 2009 an 900 Unternehmen und Forschungseinrichtungen der Mikrosystemtechnik in Deutschland versandt. Die Ergebnisse der Interviews und der Befragung wurden anschließend in einer Expertenrunde reflektiert und diskutiert. Die Befragungsergebnisse, die Expertenmeinungen, daraus abgeleitete Handlungsempfehlungen und einige Praxisbeispiele sind in diesem Leitfaden zusammengefasst.



Mikrosystemtechnik-Produktion bei der microFab Bremen GmbH.
Foto: microFAB Bremen GmbH

4. Begriffe

Norm, Spezifikation, Standard

Die Verwendung des Begriffs „standard“ in der englischen Sprache sowohl für die deutsche „Norm“ als auch für den deutschen „Standard“ führt gelegentlich zu Begriffsverwirrungen. Normen und Standards unterscheiden sich durch den Prozess der Konsensfindung, durch ihre Veröffentlichung und Verbreitung sowie häufig durch den Zeitpunkt innerhalb der Produktentwicklung, zu dem sie festgelegt wurden.

Eine **Norm** ist eine in einem Ausschuss erarbeitete Regel, die veröffentlicht und somit allen Interessierten zur Verfügung gestellt wird. Vor dem Beschluss durchläuft die Norm alle Instanzen eines Normungsverfahrens, das heißt, dem Beschluss und der Veröffentlichung geht ein langer Prozess der Konsensfindung voraus. Dieser Prozess nimmt bei deutschen Normen zwei bis drei Jahre in Anspruch. Produkte oder Anwendungen, die genormt werden, haben in der Regel bereits eine gewisse Marktreife erlangt.

Eine Art Vorstufe zur Norm stellt die **Spezifikation** („Publicly Available Specification“) dar. Technische Spezifikationen werden von einem Normenausschuss oder in unabhängigen Arbeitsgruppen erarbeitet und veröffentlicht. Sie durchlaufen nicht das gesamte Normungsverfahren, haben daher eine kürzere Entwicklungsdauer – etwa drei bis zwölf Monate –, erreichen aber durch den Verzicht auf Prüfungs- und Einigungsprozesse einen geringeren Konsensgrad.

Ebenfalls von Normenausschüssen erarbeitet wird ein **technischer Bericht** („Technical Report“). Dies ist ein Dokument, das Erläuterungen und Empfehlungen von Experten zu einer bestimmten technischen Fragestellung enthält, dem aber kein Prozess der Konsensfindung zugrunde liegt.

An der Entwicklung von technischen **Standards** ist in der Regel ein kleinerer Kreis von Unternehmen beteiligt als am Beschluss von Normen. Standards entstehen meist in einem früheren Stadium der Produktentwicklung, haben kein Normungsverfahren durchlaufen und stehen der allgemeinen Öffentlichkeit nicht zur Verfügung.

Industriestandards (auch Verbund- oder Konsortialstandards genannt) entstehen durch Vereinbarungen innerhalb eines geschlossenen Kreises von Unternehmen – wenn sich zum Beispiel verschiedene Hersteller auf eine einheitliche Praxis einigen, die sich im Laufe der Jahre als nützlich erwiesen hat.

Herstellerspezifische Standards entwickeln sich, wenn die Spezifikationen eines bestimmten Herstellers von einer Vielzahl von Anwendern anerkannt und befolgt werden. Ein Beispiel aus der Mikrosystemtechnik ist der Bosch-Prozess.

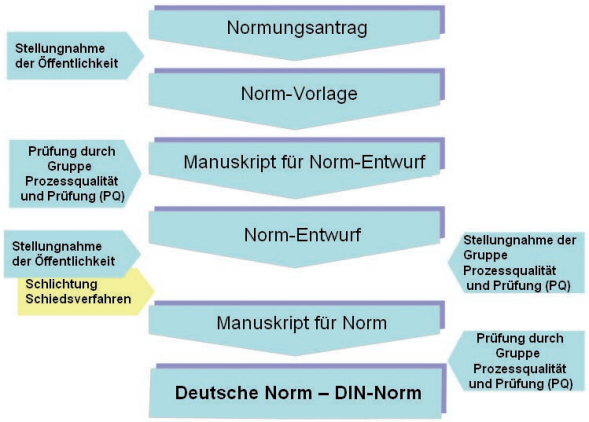
Daneben gibt es **innerbetriebliche Standards**, auch Werknormen genannt, die nur für ein einzelnes Unternehmen gültig sind und die Kompatibilität und gleich bleibende Qualität von Produkten und Prozessen sicherstellen sollen.

Weder Normen noch Standards sind verbindlich. Normen sind Empfehlungen, es besteht also keine Verpflichtung, beschlossene und veröffentlichte Normen anzuwenden. Eine rechtliche Verbindlichkeit entsteht nur dann, wenn zum Beispiel in Verträgen festgelegt wird, dass Leistungen entsprechend einer bestimmten Norm zu erbringen sind.

5. Normungsarbeit

5.1 Wie funktioniert Normung in Deutschland?

In Deutschland wird die technische Normung durch den gemeinnützigen Verein „Deutsches Institut für Normung e.V.“ (DIN) durchgeführt. Auf den Gebieten Elektrotechnik und Telekommunikation wird die Arbeit des DIN von der „Deutschen Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE“ (DKE) begleitet. Die vom DKE erarbeiteten Normen werden in das Normenwerk des DIN übernommen.



Entstehung einer nationalen Norm. © DIN

An einem Normungsverfahren kann sich grundsätzlich jeder beteiligen:

- Jeder kann einen Normungsantrag stellen.
- Alle Normungsvorhaben und Norm-Entwürfe werden bekannt gemacht und der Öffentlichkeit zur Einsicht und Stellungnahme vorgelegt.

Voraussetzungen für die Normung:

- Es besteht ein wichtiges technisches Problem, bei dem einem einzelnen Unternehmen keinerlei Wettbewerbsvorteile entstehen, indem es eine individuelle, abweichende Lösung schafft.
- Die angestrebte Norm hat einen Nutzen für die Allgemeinheit und dient nicht dem Vorteil Einzelner.
- Die interessierten Kreise (Industrie, Wissenschaftler, Anwender) erklären sich zur Mitarbeit bereit.
- Es gibt eine kritische Menge an Endabnehmern, die bereit ist, mit den Anbietern bei der Definition zusammenzuarbeiten und die genormten Technologien und Produkte auch einzusetzen.
- Die Finanzierung der Normungsarbeit ist gesichert.
- Die Technologie ist reif für die Normung.

Nach Eingang eines Normungsantrags entscheidet der zuständige Normenausschuss, ob ein Normungsverfahren eingeleitet wird.

Wird der Antrag angenommen, wird eine Arbeitsgruppe aus Fachleuten unter Beteiligung der interessierten Kreise eingerichtet. Die Arbeitsgruppe bemüht sich, einen Konsens zu erarbeiten, der eine möglichst hohe allgemeine Zustimmung erzielt, und erstellt daraus einen Normentwurf.

Der Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Stellungnahme vorgelegt. Diese hat die Möglichkeit, Einspruch zu erheben. Werden Einsprüche von der Normenprüfstelle zurückgewiesen, wird in Schlichtungs- und Schiedsverfahren darüber entschieden.

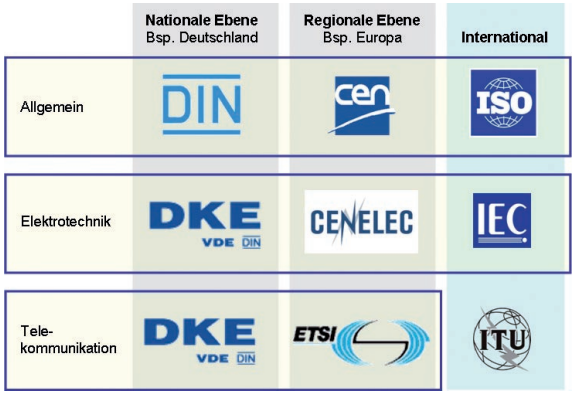
Wenn kein Einspruch erfolgt oder es zu einer Einigung kommt, erstellt der Ausschuss ein Manuskript für die Norm. Das Manuskript wird von der Normenprüfstelle abgesegnet und als DIN-Norm veröffentlicht.

5.2 Wie funktioniert Normung auf internationaler Ebene?

Das DIN arbeitet bei der Normung mit den europäischen und internationalen Normungseinrichtungen zusammen. Für die Mitarbeit an internationalen Normungsvorhaben wird beim DIN ein nationales Spiegelgremium zu den Arbeitsgremien der internationalen Organisationen eingerichtet. Das nationale Spiegelgremium vertritt die deutschen Interessen und begleitet die Arbeit der internationalen Gremien.

Hat das DIN eine deutsche Norm beschlossen, kann der Ausschuss die Übernahme der DIN-Normen in das internationale Normenwerk beantragen.

Grundsätzlich hat die internationale und europäische Normung Vorrang vor der nationalen. International gültige Normen sollen den freien Welthandel unterstützen und sind auch im Interesse einer exportstarken deutschen Wirtschaft.



Struktur der internationalen Normung. © DIN

Europa:
Auf europäischer Ebene teilen sich drei Einrichtungen die Zuständigkeit für die technische Normung.

- Das Europäische Komitee für Normung („Comité Européen de Normalisation“ – CEN) übernimmt Normungsaufgaben in allen technischen Bereichen außer der Elektrotechnik und der Telekommunikation.
- Das Europäische Komitee für elektrotechnische Normung („European Committee for Electrotechnical Standardisation“ – CENELEC) übernimmt Normungsaufgaben im Bereich Elektrotechnik.
- Das Europäische Institut für Telekommunikationsnormen („European Telecommunications Standards Institute“ – ETSI) übernimmt Normungsaufgaben im Bereich Telekommunikation.

International:
Auf internationaler Ebene ist wie in Europa die Zuständigkeit auf drei Organisationen verteilt.

- Die „International Organization for Standardization“ (ISO) erarbeitet allgemeine technische Normen.
- Die „International Electrotechnical Commission” (IEC) übernimmt die Normung auf dem Gebiet der Elektrotechnik.
- Die „International Telecommunication Union“ (ITU) ist für die Normung auf dem Gebiet der Telekommunikation zuständig.

Daneben gibt es verschiedene weitere Organisationen, die in Arbeitsgruppen technische Normen für die Mikrosystemtechnik und Halbleitertechnologie erarbeiten und den Normungseinrichtungen zuarbeiten:

- „Semiconductor Equipment and Material International” (SEMI)
- „Institute of Electrical and Electronics Engineers” (IEEE)
- „National Institute of Standards and Technology” (NIST)

Ausführliche Informationen über die Grundsätze und die Organisation der Normungsarbeit auf nationaler und internationaler Ebene stellt das DIN auf seinen Internetseiten zur Verfügung: www.din.de

5.3 Normungseinrichtungen, Gremien und Arbeitsgruppen

Die folgende Übersicht nennt die wichtigsten Normungseinrichtungen, Ausschüsse und Arbeitsgruppen, die sich mit der Normung der Mikrosystemtechnik beschäftigen. Aspekte der Querschnittstechnologie Mikrosystemtechnik werden darüber hinaus in Gremien und Arbeitsgruppen in diversen Bereichen wie Informationstechnik, Medizintechnik, Messtechnik oder Nanotechnologie bei den hier aufgelisteten oder anderen Organisationen bearbeitet.

Deutschland

Deutsches Institut für Normung (DIN)
DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) NA 27

Untergremium NA 027-03 FB | Fachbereich Feinwerktechnik
Fachbereich NA 027-03-03 AA | Fertigungsmittel für Mikrosysteme
Nationales Spiegelgremium zum internationalen Arbeitsgremium ISO / TC 39 / WG 16 „Production equipment for microsystems“
Kontakt:
Deutsches Institut für Normung e.V. | Frau Dr.-Ing. Gabriele Tröscher
Alexander-Wellendorff-Str. 2 | D-75172 Pforzheim
Tel: +49 7231 9188-14 I Fax: +49 7231 9188-33 I www.nafuo.din.de

Untergremium NA 027-01 FB | Fachbereich Optik
Fachbereich NA 027-01-21 AA | Mikrooptik und integrierte Optik
Nationales Spiegelgremium zum internationalen Arbeitsgremium ISO / TC 172 / SC 9 „Electro-optical systems“
Kontakt:
Deutsches Institut für Normung e.V. | Frau Dipl.-Phys. Sabine Pintaske
Alexander-Wellendorff-Str. 2 | D-75172 Pforzheim
Tel: +49 7231 9188-29 | Fax: +49 7231 9188-33 I www.nafuo.din.de

Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (DKE)
DKE – K 631 Halbleiterbauelemente

Unterkomitee DKE/UK 631.1 Einzel-Halbleiterbauelemente
Nationales Spiegelgremium zum IEC Komitee IEC / SC 47E „Discrete semiconductor devices“

Unterkomitee DKE/UK 631.4 Gehäuse für Halbleiterbauelemente
Nationales Spiegelgremium zum IEC Komitee IEC / SC 47D „Mechanical standardization for semiconductor devices“

Arbeitsgruppe DKE/AK 631.01 MEMS
Nationales Spiegelgremium zum IEC Komitee IEC / SC 47F „Micro-electromechanical systems“

Kontakt:
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE
DKE/K 631
Herr Theodor Bernd Lieber
Stresemannallee 15 | D-60596 Frankfurt am Main
Tel.: +49 69 6308 287 | Fax: +49 69 6308 9287
E-Mail: theodor-bernd.lieber@vde.com | www.dke.de

Europa

Europäisches Komitee für Normung – Comité Européen de Normalisation (CEN)
CEN TC 123 „Lasers and Photonics“

gespiegelt durch das nationale Gremium | DIN NA 027-01-18 AA Laser
Kontakt:
Deutsches Institut für Normung e.V. | Herr Dipl.-Ing. Ralf Baur
Alexander-Wellendorff-Str. 2 | D-75172 Pforzheim
Tel.: +49 7231 9188-21 | Fax: +49 7231 9188-33
www.nafuo.din.de

European Committee for Electrotechnical Standardisation (CENELEC)

Information and Communication Technologies (ICT) Standardization
Kontakt: ict@cenelec.org

International

International Organization for Standardization (ISO)

Technisches Komitee ISO / TC 39 / WG 16 „Production equipment for microsystems“
Kontakt: siehe DIN

Technisches Komitee ISO / TC-172 / SC-9 „Electro-optical systems”
Kontakt: siehe DIN

International Electrotechnical Commission (IEC)
Technisches Komitee IEC TC 47 „Semiconductor devices“

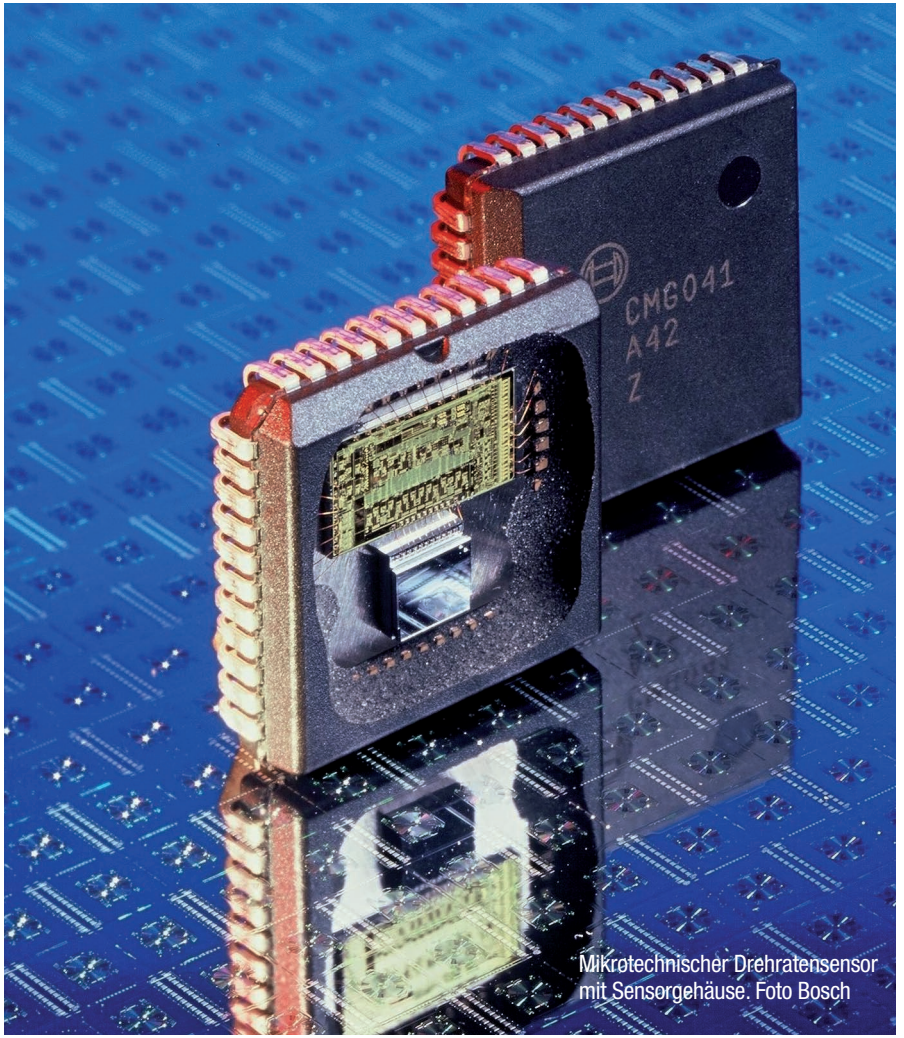
IEC SC 47A „Integrated circuits”
IEC SC 47D „Mechanical standardization for semiconductor devices”
IEC SC 47E „Discrete semiconductor devices”
IEC SC 47F „Micro-electromechanical devices“
Kontakt: siehe DKE

Semiconductor Equipment and Material International (SEMI)

MEMS Standards Technical Committee
Kontakt:
Dr. rer. nat. Uwe Behringer | UBC Microelectronics
Auf den Beeten 5 | D-72119 Ammerbuch
Tel: +49 171 455 3196 | Fax: +49 7073 50216
uwe.behringer.ubc@t-online.de | www.semi.org

National Institute of Standards and Technology (NIST)

Microelectromechanical Systems (MEMS) Programs / MicroNanoTechnology Project
Kontakt:
NIST | Mr. Jon Geist
100 Bureau Drive, M/S 8120 | Gaithersburg, MD 20899-8120 | USA
Tel.: 001 301-975 5484
jon.geist@nist.gov | www.nist.gov



Mikrotechnischer Drehratensensor mit Sensorgehäuse. Foto Bosch

6. Nutzen, Chancen, Risiken, Barrieren

6.1 Nutzen der Normung und Standardisierung

- Volkswirtschaftlicher Nutzen: Erhebungen des DIN zufolge[1] sind Normen und Standards der zweitgrößte Einflussfaktor für wirtschaftliches Wachstum nach dem Kapital. Als Indikator für Innovationsstärke sollen Normen eine mindestens genauso wichtige Rolle wie Patente spielen.[2]

- Unternehmerischer Nutzen: Wer als Unternehmer eine Norm setzt, gestaltet den Markt. Vorteile haben die Unternehmen, die am Normungsprozess teilnehmen und damit die Entwicklung der Märkte mitbestimmen. Unternehmen, die nicht an der Normung teilnehmen und bestehende Normen nicht umsetzen, bleiben womöglich Märkte verschlossen.

- Markterfolg: Mit der Reifung der Mikrosystemtechnik-Industrie finden Mikrosysteme zunehmend Einsatz außerhalb der ursprünglich angestrebten Nischenmärkte. Spätestens in diesem Stadium der Marktreife sind Normen oder Standards notwendig, damit die Mikrosystemtechnik ein gewisses Marktvolumen erreichen kann.[3]

- Kompatibilität: Innerhalb der Mikrosystemtechnik-Industrie können Normen und Standards die Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungskette erheblich erleichtern, zum Beispiel zwischen Produktdesignern, Prozessentwicklern, Foundrys und Anlagenherstellern.

6.2 Chancen der Normung und Standardisierung

- Normen und Standards verhindern, dass bereits Erfundenes noch einmal neu erfunden wird. Sie vereinfachen die Produktion, reduzieren Kosten, erhöhen die Qualität und Zuverlässigkeit von Produkten.

- Normen und Standards vermindern das wirtschaftliche Risiko von Innovationen, weil sie es Entwicklern ermöglichen, auf bewährte Prozesse zurückgreifen.

- Normen und Standards können die Umsetzung von Innovationen in marktfähige Produkte beschleunigen.

6.3 Risiken der Normung und Standardisierung

- Unternehmen befürchten, durch eine frühe Standardisierung ihr Know-how preiszugeben und eine Patentierung ihrer Technologien unmöglich zu machen.

- Technologieentwickler und Unternehmer müssen sich mit ihren Wettbewerbern auf einen Kompromiss einigen, der langfristig allen Beteiligten wirtschaftliche Vorteile bringt, kurzfristig jedoch eher Nachteile oder einen verzögerten „Return-on-Invest“ bringen kann.

- Der Normungsprozess ist langwierig und kann technologische Entwicklungen eher verzögern anstatt sie zu fördern. Dadurch erhöht sich das wirtschaftliche Risiko für Unternehmen, die am Innovationsprozess beteiligt sind, weil sich Investitionen für Forschung und Entwicklung zu spät wieder auszahlen.

- Normen können die Imitation von Produkten und Prozessen durch die ausländische Konkurrenz erleichtern.

- Kleine Unternehmen befürchten, zu geringen Einfluss auf das Normungsgeschehen zu haben und geringere Chancen als Großunternehmen, eigene Innovationen als Standard durchzusetzen.

6.4 Barrieren für die Normung und Standardisierung

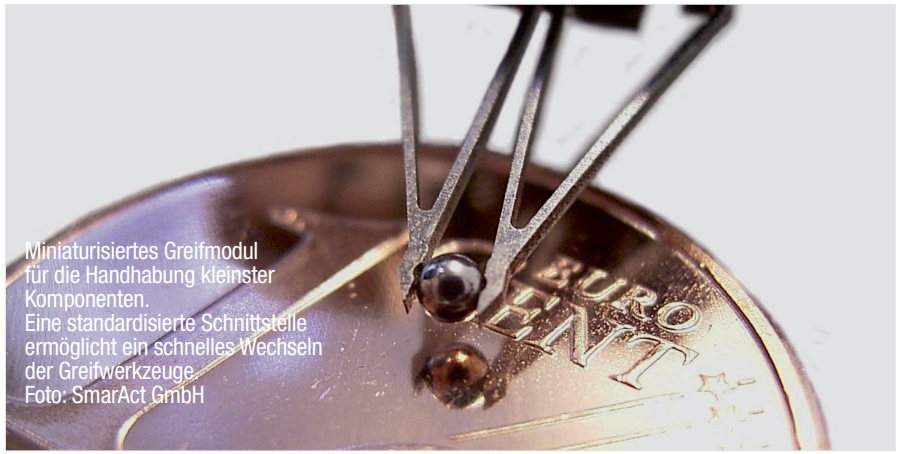
- Die Vielfalt der Technologien, Verfahren, Materialien und Applikationen der Mikrosystemtechnik macht die Normung und Standardisierung schwierig.

- Bei der Normung ist häufig eine große Bandbreite von Möglichkeiten und Meinungen zu berücksichtigen, was zu Kompromissen führt, die nicht unbedingt den besten verfügbaren technischen Möglichkeiten entsprechen müssen.

- Viele Technologien haben noch nicht die nötige Marktreife erreicht, um genormt oder standardisiert zu werden.

- Der Normungsprozess ist langwierig: Bis eine Norm formuliert und veröffentlicht wird, können Jahre vergehen.

- Kleinen und mittleren Unternehmen fehlen häufig die personellen und finanziellen Ressourcen, um in Normungsgremien mitzuarbeiten.



Miniaturisiertes Greifmodul für die Handhabung kleinster Komponenten.
Eine standardisierte Schnittstelle ermöglicht ein schnelles Wechseln der Greifwerkzeuge.
Foto: SmarAct GmbH

[1] Gesamtwirtschaftlicher Nutzen der Normung, Herausgegeben vom DIN e. V., Berlin; Wien; Zürich: Beuth, 2000.
[2] www.din.de
[3] Microsystems Technology Standardisation Roadmap; National Physical Laboratory, Teddington, UK, 2003, S. 9 f.

7. Erfahrungen

7.1 Normung von Fertigungsmitteln für Mikrosysteme im DIN

Ulrich Gengenbach, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH; **Gabriele Tröscher, Elisabeth Leitner**, DIN Außenstelle Pforzheim; **Andreas Hoch**, SCHUNK Spann- & Greiftechnik GmbH & Co. KG

Die Bedeutung der Normung

Standards und Normen sind neben Kapital der zweitwichtigste Faktor für wirtschaftlichen Erfolg. Dieser Sachverhalt fand auch in die „Hightech-Strategie der Bundesregierung 2006“ Eingang: „Eine frühzeitige Berücksichtigung von Normungsaspekten im Forschungsprozess und bei der Umsetzung von Forschungsergebnissen im Hochtechnologiebereich schafft Wettbewerbsvorteile für Deutschland.“

Lange Zeit stand das DIN (Deutsches Institut für Normung e. V.) für ein bestimmtes Vorgehen bei der Normung: Eine Norm wird erst dann erstellt, wenn die Fertigung „steht“. Diese Vorgehensweise ist der Entwicklungsgeschwindigkeit neuer Technologien nicht angemessen. Mit dem Konzept der entwicklungsbegleitenden Normung (EBN) erleichtert das DIN insbesondere in dynamischen, innovativen Technologiefeldern den schnellen Einstieg in die Normung.

Der DIN-Arbeitskreis NA 027-03-03 AA „Fertigungsmittel für Mikrosysteme“

Als Beispiel für entwicklungsbegleitende Normung soll die Arbeit des DIN-Arbeitskreises „Fertigungsmittel für Mikrosysteme“ näher vorgestellt werden. Das DIN startete im Jahr 1995 mit finanzieller Unterstützung des damaligen Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie BMBF ein Projekt, dessen Aufgabe die Untersuchung des Normungsbedarfs der Mikrosystemtechnik in seiner ganzen Breite war. Aufbauend auf den Arbeiten zur Integrierten Optik wurde die Arbeitsgruppe „Entwicklungsbegleitende Normung für die Fertigungstechnik von Mikrosystemen“ gegründet. Die Ergebnisse dieser Arbeitsgruppe wurden im DIN-Fachbricht 65 „Mikrosystemtechnik“ im Jahr 1997 publiziert.[4]

Zum damaligen Zeitpunkt wurde das Fehlen von Normen im Bereich Mikrosystemtechnik festgestellt; insbesondere wurde die Notwendigkeit von Schnittstellen für Fertigungstechnik für Mikrosysteme identifiziert. Der Normenausschuss Feinmechanik und Optik wurde vom DIN e. V. mit den vorbereitenden Arbeiten zur Gründung des DIN-Arbeitsausschusses „Fertigungsmittel für Mikrosysteme“ beauftragt. Dieser Normenausschuss hatte damals schon aufgrund seiner Tätigkeiten in den Bereichen „Integrierte Optik“, „Mikrooptik“ und „Instrumente der endoskopischen Chirurgie“ Erfahrungen in den Bereichen Feinwerktechnik, Optik und Mikrosysteme.

Der Arbeitsausschuss „Fertigungsmittel für Mikrosysteme“ wurde am 16. Mai 1997 unter reger Beteiligung der interessierten Kreise gegründet.

Das Gremium formulierte im Rahmen der Gründungssitzung die Ziele der vorgesehenen Normungsarbeit. Schwerpunkt der Normungsarbeit sollten die Nicht-Silizium-Mikrotechnologien sein, da hier der größere Handlungsbedarf gegenüber den Silizium-Mikrotechnologien bestand. Ferner liegt auf diesem Gebiet eine besondere Kompetenz der deutschen mittelständischen Industrie. Themen der ersten Stunde waren die Einführung von Definitionen für die Mikrosystemtechnik sowie ein Klassifizierungssystem für Mikrobauteile. Bereits damals wurde die Normung von Schnittstellen diskutiert und ihre Relevanz für die in der Nicht-Silizium-Mikrosystemtechnik typischen Kleinserien betont. Ein besonderes Anliegen der Gründer war, durch Schnittstellendefinitionen auch kleine und mittlere Unternehmen am Markt zu beteiligen, so dass diese an der Wertschöpfungskette der Mikrosystemtechnik partizipieren können.

Erste Arbeitsgebiete waren daher die Normung eines Werkstückträgers für die Mikrosystemtechnik (DIN 32561) und die Endeffektorschnittstelle zwischen Roboter und Werkzeug beziehungsweise Greifer (DIN 32565).

Das im gleichen Jahr im Oktober durchgeführte Gespräch zum Thema „Normungsbedarf im Bereich der MST“ erkannte den Arbeitsausschuss als Strategieplattform für die Planung und Steuerung der Normung für die Mikrosystemtechnik an. Dass „die Normung im Bereich Mikrosystemtechnik in vielen Bereichen erforderlich und äußerst vorteilhaft sei“ (Zitat aus dem Gründungsbericht), war damals schon deutlich.

Seit der Gründung hat der Arbeitsausschuss regelmäßig zwei bis drei Sitzungen pro Jahr durchgeführt und sich neben den oben genannten Themen der Normung von LIGA-Maskenträgern und der Einbindung seiner Arbeiten in die internationale Normung in ISO gewidmet. Im Jahr 2009 liegen die Schwerpunkte auf der Entwicklung von Normen zur Ermittlung von Materialeinflüssen auf die Messunsicherheit, auf der Revision der Werkstückträgernorm sowie auf der Erstellung des ISO-Normentwurfs für die Endeffektorschnittstelle.

Schon bei der Gründung des Ausschusses war eine ausgewogene Beteiligung aus Industrie und Forschung gegeben. Die Erfahrung über viele Jahre im Arbeitsausschuss zeigt, dass diese Mischung ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Normungsarbeit ist. Die Auswahl der Normungsthemen erfolgt grundsätzlich industriegetrieben. Um ein Normungsprojekt zu starten, müssen der Normungsbedarf und die Bereitschaft zur Mitwirkung an der Normung von mehreren Industrieunternehmen klar artikuliert sein. Mitglieder von Forschungseinrichtungen (zum Beispiel von Universitäten, Fraunhofer-Instituten, der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, Instituten der Hahn-Schickard-Gesellschaft und der Helmholtz-Gemeinschaft) steuern komplementäre, wissenschaftliche Kompetenzen zur Ausarbeitung der Normen bei.

[4] Anmerkung der Redaktion: Der Bericht ist mittlerweile veraltet und im Jahr 2005 vom DIN zurückgezogen worden.

Fallbeispiele aus dem DIN-Arbeitskreis NA 027-03-03 AA „Fertigungsmittel für Mikrosysteme“

Als Beispiel für die Arbeitsweise des Normungsausschusses soll die Entwicklung der Endeffektorschnittstellen-Norm DIN 32565 beschrieben werden.

Ende 1999 wurde vom DIN-Arbeitsausschuss „Fertigungsmittel für Mikrosysteme“ eine deutschlandweite Fragebogen-Aktion in Firmen und Forschungsinstituten gestartet, mit dem Ziel, den Bedarf für eine standardisierte Endeffektorschnittstelle zu ermitteln. Eine Rücklaufquote von zirka 50 Prozent dokumentierte das große Interesse an diesem Thema. Die Auswertung zeigte, dass es einen Bedarf für eine Endeffektorschnittstelle mit einem Flanschdurchmesser < 40 mm und freier Mittenbohrung zur Beobachtung der Handhabungsoperationen gab.

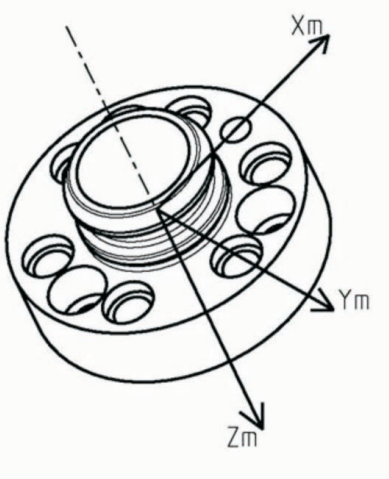
Im Jahr 2000 wurde das BMBF-Verbundprojekt „Greiferbaukasten“ (1.10.2000 – 30.3.2003) genehmigt, mit der Verpflichtung an die Projektpartner SCHUNK Spann & Greiftechnik GmbH & Co. KG, IEF-Werner GmbH, Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF) und Forschungszentrum Karlsruhe, an der Normung mitzuwirken. Eines der Ziele dieses Verbundprojektes war die Entwicklung einer modularen Greiferschnittstelle, so dass sich die günstige Konstellation ergab, dass in einem öffentlich geförderten Projekt Entwicklungsarbeiten zu einem normungsrelevanten Thema durchgeführt wurden und die Projektmitglieder in den DIN-Arbeitskreis eintraten. Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten in diesem Projekt wurden Konzepte für eine miniaturisierte Greiferschnittstelle entwickelt, anhand von Funktionsmustern getestet und immer wieder in den Normungsausschuss eingebracht.

Aus dieser Interaktion erwuchs eine fruchtbare Zusammenarbeit zwischen dem Projektkonsortium und dem Normungsausschuss, indem Ergebnisse aus dem Projekt in den Normungsausschuss eingebracht wurden. Der Austausch funktionierte jedoch auch in die umgekehrte Richtung. Von Mitgliedern des Normungsausschusses, die nicht zum Projektkonsortium gehörten, zum Beispiel von der Firma MiLaSys GmbH und vom Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften iwb der TU München, kamen Verbesserungsvorschläge und kritische Anmerkungen, die wiederum ins Projekt zurückgetragen wurden und dort in die weiteren Entwicklungsarbeiten einflossen.

Aus diesen Iterationsschleifen, die jeweils die Entwicklung, die Realisierung und den Test von Funktionsmustern beinhalteten, entstanden zwei Normvorlagen (2002, 2003) und zwei Normentwürfe (2003, 2005), die schließlich im Jahr 2007 zur nationalen Norm DIN 32565 führten. Die Norm definiert einen Flansch in fünf Durchmessern von 15 mm bis 35 mm mit zentraler Mittenbohrung. Die Ausführung der Schnittstelle ist in drei Ebenen untergliedert, die von einer einfachen, manuell verschraubbaren Flanschplatte bis zu einer automatisierbaren Wechselschnittstelle mit elektrischen und pneumatischen Durchführungen reichen.
Durch die Zusammenarbeit zwischen Projektkonsortium und Normungsausschuss wurde im wahrsten Sinne des Wortes „entwicklungsbegleitende Normung“ realisiert. Auf der Basis der im BMBFVerbundprojekt „Greiferbaukasten“ entstandenen Funktionsmuster und des ersten Normentwurfs begann bei SCHUNK die Umsetzung in ein industrietaugliches Produkt.

Das manuell und automatisch betätigbare Miniaturgreiferwechselsystem MWS (Bild 2) kam 2007 auf den Markt und ist in zwei Größen, in Flanschweite 30 Millimeter (MWS 30) und 20 Millimeter (MWS 20) erhältlich. Beide sind mit einer zentralen Mittenbohrung sowie mit zehn beziehungsweise sechs Durchführungen für die pneumatische oder elektrische Energieversorgung von Werkzeugen oder Greifern ausgestattet. Die Endeffektorschnittstelle wurde entweder in Form des MWS von SCHUNK oder durch eigene, firmenspezifische Implementierungen der DIN 32565 von Firmen wie IEF-Werner oder MiLaSys in Automatisierungsprojekten eingesetzt. Wesentliche Einsatzgebiete der Schnittstelle sind in der Optik und Lasertechnologie, der Mikro- und Feinwerktechnik, der Mikromontage, im Maschinenbau und in der Forschung.

Darüber hinaus hat die Firma SCHUNK Spann- und Greiftechnik das Schnittstellenkonzept der DIN 32565 als Grundlage für die Entwicklung eines Baukastens genutzt, der weitere Produkte wie Werkzeugwechselmagazine, den Miniaturwechselparallelgreifer MWPG 20 sowie angepasste Greifer aus dem Standardprogramm umfasst. Darüber hinaus sind weitere Produktentwicklungen wie ein Miniaturelektrogreifer oder die Integration der Schnittstelle in einen Roboterarm geplant.



Endeffektorschnittstelle in DIN 32565

Miniaturwerkzeugwechselsystem MWS 20 von SCHUNK

Nachdem sich die Schnittstellennorm in Produkten etabliert und bewährt hatte, beschloss der DIN-Arbeitskreis, sie in die internationale Normung zu überführen. Der bei der Internationalen Normungsorganisation eingereichte Projektantrag wurde Anfang 2007 durch ISO als neues Arbeitsthema akzeptiert, ein internationaler Arbeitskreis ISO/TC 39/WG 16 „Production equipment for microsystems“ gegründet und, unter Federführung des DIN, mit der Ausarbeitung beauftragt. Das erste Arbeitsdokument (Committee Draft) war die englische Übersetzung der deutschen Norm. Diese wurde dem ISO-Arbeitsausschuss zur Abstimmung vorgelegt und mit Verbesserungsvorschlägen an den Arbeitsausschuss zur Bearbeitung zurückgegeben.

Ein wesentliches Ergebnis der Abstimmung war der Vorschlag, die Schnittstelle an den Stand der Technik anzupassen und neben der Definition von elektrischen Kontakten auch ihre Belegung für verschiedene Bussysteme festzulegen. Zum Zeitpunkt der Festlegung der Anforderungen an die Schnittstellen war die Bus-Technologie in der Automatisierungstechnik noch in ihren Anfängen und wurde daher nicht berücksichtigt. Mittlerweile ist die Entwicklung jedoch fortgeschritten und Bus-Technologien haben sich in der industriellen Anwendung etabliert. Daher wurde dieser Vorschlag aufgegriffen und führte zu einer Überarbeitung des Committee Draft, in dem die bisherige Ebenenstruktur von drei auf zwei Ebenen reduziert und eine neue dritte Ebene hinzugefügt wurde. Die ersten beiden Ebenen bilden nun unter Beibehaltung der bisherigen Funktionalität die mechanische Schnittstelle sowie die elektrischen und pneumatischen Schnittstellen ab. Die neue dritte Ebene definiert Bus-Schnittstellen, indem in der Norm für zehn Bussysteme, wie zum Beispiel AS-Interface, ProfiBus-DP, USB 2.0 oder Ethernet Anschlussbelegungen festgelegt wurden. Mit diesen Überarbeitungen wurde das Dokument im April 2009 als ISO-Normentwurf ISO/DIS 29262 publiziert und im internationalen Abstimmverfahren im September 2009 mit großer Mehrheit akzeptiert.

Ein weiteres aktuelles Beispiel für die entwicklungsbegleitende Normung ist die Ausarbeitung einer Norm zur Bestimmung des Materialeinflusses in der taktilen und optischen Messtechnik. Im Arbeitsausschuss engagieren sich dafür Vertreter überwiegend mittelständischer Unternehmen der Mikromesstechnik wie FRT und Mahr. Auch in diesem Normprojekt handelt es sich um einen Technologiebereich mit dynamischer Entwicklung. Daher laufen parallel zur Arbeit im Ausschuss firmen- und institutsübergreifende Messkampagnen und Arbeiten zur Entwicklung von Normalen mit wissenschaftlicher Unterstützung durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB).

Zusammenfassung und Ausblick

Entwicklungsbegleitende Normung wird im DIN-Ausschuss NA 027-03-03 AA „Fertigungsmittel für Mikrosysteme“ seit vielen Jahren in produktiver Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschungseinrichtungen durchgeführt. Die Festlegung der Normungsthemen erfolgt grundsätzlich industriegetrieben, das heißt Unternehmen sind eingeladen, Anforderungen an die Normung zu formulieren und an aktuellen Normungsprojekten mitzuwirken. Sicherlich bindet die Mitwirkung an Normungsaktivitäten personelle wie finanzielle Ressourcen. Dafür jedoch eröffnet sie die Möglichkeit, durch eine frühzeitige Weichen stellende Entwicklung und Beeinflussung der Norminhalte die Rahmenbedingungen für Unternehmenserfolg aktiv zu gestalten. Getreu dem Motto: „Lassen Sie sich Standards nicht vorsetzen. Setzen Sie Standards!“

7.2 Standardisierung in der Reinraumtechnik im Gegensatz zu branchenspezifischen Anforderungen

Joachim Ludwig, Colandis GmbH

Fast alle Themen aus dem Bereich Reinraumtechnik, die in der Mikro- und Nanotechnologie eine wichtige Rolle zur Erzielung eines wirtschaftlichen Ergebnisses spielen, sind im Richtlinienwerk VDI 2083 Blatt 1 bis 18 beschrieben beziehungsweise werden derzeit noch bearbeitet. Dieses Richtlinienwerk ist derzeit weltweit die ausführlichste Sammlung zu dieser Themengruppe, die man finden kann.

Doch jeder positive Aspekt hat auch seine gegenteiligen Seiten. VDI 2083 ist ein Regelwerk, welches branchenübergreifend Gültigkeit haben soll. Sicher ist dagegen nichts einzuwenden, wenn darunter nicht die Praxisorientierung in einigen Branchen leiden würde. Die Ansicht des Branchenübergreifenden steht hier im krassen Widerspruch zu den spezifischen Anforderungen der verschiedensten Anwender und Branchen selbst. Es wurde sicherlich richtig erkannt, dass es kein Regelwerk geben kann, welches allen Ansprüchen gerecht wird, aber dieses dann so zu verallgemeinern, dass immer weniger potenzielle Anwender darauf zurückgreifen, sollte nicht das Ziel sein. Hier kurz ein Beispiel dazu:

VDI 2083 Blatt 16 „Reinraumtechnik - Barrieresysteme (Isolatoren, Mini-Environments, Reinraummodule)“ – Die Begriffe „Isolatoren“ und „Mini-Environments“ entstammen beide der lokalen Reinraumtechnik, einmal aus der Pharmazie und einmal aus der Halbleitertechnologie. Das Ansinnen, beide Begriffe und damit auch beide Bereiche voneinander zu trennen, wurden vom pharmadominierten Gremium abgewiesen. Selbst der Einwand, dass aus beiden Branchen Stimmen laut wurden, bei so einer Vermischung die Richtlinie zu ignorieren, wurde nicht gelten gelassen. Was ist das Ergebnis? Ein Richtlinienentwurf, der sehr ausführlich die Belange der Isolatoren beschreibt, also Pharma, Bio, Life Science, und als einzigen und ausschließlichen Punkt zu technischen Bereichen wie Halbleiterindustrie und Mikrosystemtechnik einen Vorschlag zur Gestaltung eines Acceptance-Protokolls enthält. Ein Einspruch dazu ist eingelegt, die Entscheidung über die weitere Vorgehensweise fällt Anfang 2010.

Ein weiterer Beitrag zur Praxisorientiertheit wäre es, Themen aufzugreifen, die es dem potenziellen Nutzer von Reinraumtechnik erlauben, mit Hilfe einer Richtlinie seine Umgebungsbedingungen so zu definieren, dass er die für sein Produkt und seine Prozesse richtige Entschei-

dung zur Gestaltung des Labor- beziehungsweise Fertigungsumfeldes treffen kann.

Wie sieht das sehr oft heute aus? Bei der Entwicklung von Produkten und Prozessen steht die Entscheidung zur Gestaltung der Umgebungsbedingungen ins Haus: einerseits, um die Prozesse überhaupt in Gang setzen zu können, und andererseits, um eine hinreichend gute Qualität bei einer optimalen Gutausbeute zu erreichen. Zusätzlich kommen spezielle Kundenforderungen hinzu, die jedoch die zwei vorangestellten Punkte meist mit einschließen. Es wird also die Entscheidung getroffen, sich einen Reinraum oder reinen Bereich einzurichten oder einrichten zu lassen. Dies geschieht dann sehr oft überstürzt, ohne eine ausreichende Analyse, was denn überhaupt benötigt wird. Meist werden dann Reinraumlösungen kopiert, die jedoch weder für die eigentliche Anwendung gedacht waren noch konzipiert wurden. So wurden schon Reinräume ausgeschrieben, in denen eine pharmazeutische Fertigung bestens aufgehoben wäre, man wollte aber Sensoren montieren. Und so kann man die Beispiele immer weiterführen.

Worin liegt das Problem? Das Problem ist das fehlende Werkzeug. Das Werkzeug in Form einer Richtlinie, die branchenspezifische Vorgaben macht, wie so ein Fertigungsbereich aussehen sollte. Diese Richtlinie muss Ansätze liefern, nach denen jeder seine reine Fertigung analysieren und danach seine Anforderungen aufstellen kann. Das Thema hier heißt „reinraumgerechte Fertigung“. Die Ansätze sind nicht neu,[5] sie müssen nur auf den neuesten Stand der Technik gebracht werden und wären für jedes Unternehmen der Mikrosystemtechnik eine hilfreiche Unterstützung.

Ansätze dazu gab es im VDI („Reinraumgerechte Fertigung“ und „Reinraumgerechte Gestaltung und Konstruktion“), Resultat: Thema abgelehnt. Daraufhin wurde dieses Thema in der DIN-Standardisierung eröffnet und von den dort anwesenden Mitgliedern des Gremiums als sehr nützlich eingeschätzt.

Es besteht die Hoffnung, dass sich zumindest im VDI die Herangehensweise an die praxisorientierte Richtlinienarbeit mit einem personellen Wechsel, der bereits vollzogen wurde, ändern wird. Der Wille ist vorhanden.

Das Verhältnis VDI zum DIN aus Sicht eines in der Normungsarbeit aktiven Know-how-Trägers

Jeder, der sich heute dafür entscheidet, sein Know-how anderen zur Verfügung zu stellen, sollte sich dessen bewusst sein, dass man durch eine aktive Mitarbeit an der Normung den Stand der Technik mitbestimmen kann. Dieses Mitbestimmen kann einem einen Wettbewerbsvorteil am Markt verschaffen, auch wenn dieser Punkt nicht offiziell im DIN oder VDI proklamiert wird. Andererseits stehen diesem Vorteil Dinge gegenüber, die immer wieder wichtige Know-how-Träger davon abhalten, in den Normungsgremien mitzuarbeiten. Welche Dinge sind das?

Erstens gibt man sein Know-how preis – und das ganz ohne Gegenleistung, abgesehen von den interessanten Diskussionen innerhalb der Gremien. Man darf dabei aber nicht ganz vergessen, dass von dem gesammelten Wissen, über welches dann die Mitarbeiter im Normenausschuss verfügen, nur ein Teil in der Norm oder Richtlinie veröffentlicht wird. Doch dem steht gegenüber, dass man im Minimum pro Norm zu zirka acht bis zehn Ausschusstreffen

[5] Vgl. Dr. Heinz Schneider, Dipl.-Ing. Joachim Ludwig, Ing. Herbert Martin: „Reinraumgerechte Montage von Reinraumgeräten“. In: Reinraumtechnik – 6/1990, Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Wiesbaden.

fährt, oftmals sogar mit Übernachtung. Zum Ausfall der Arbeitszeit an diesen Tagen im eigenen Unternehmen kommt noch mal die vielleicht doppelte bis dreifache Zeit hinzu, um sich auf diese Treffen vorzubereiten. Vor etwa 20 Jahren fand man in den Normen und Richtlinien noch die Namen der daran beteiligten Personen, was eine gewisse Publicity darstellte. Dies gibt es heute nicht mehr.

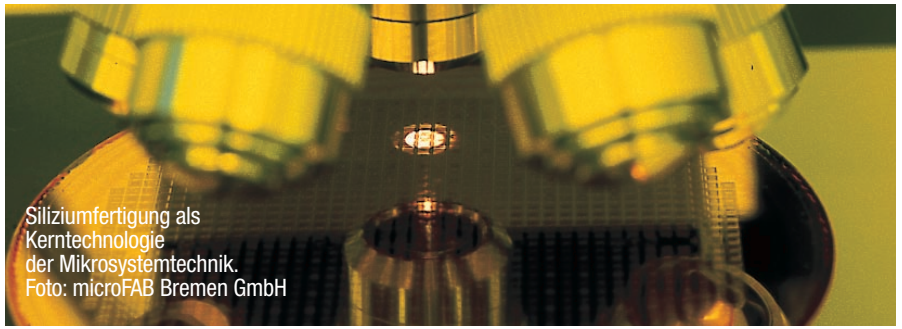
Wodurch unterscheiden sich nun VDI und DIN? Im DIN „darf“ man zusätzlich zu den oben angesprochenen Punkten noch einen finanziellen Beitrag leisten. Es gibt sicherlich eine Reihe von Gründen, weshalb das so organisiert ist. Das Ergebnis der Arbeit findet man dann beim Beuth-Verlag wieder, mit Preisliste. Von dem Geld fließt nichts an die Beteiligten zurück. Aus diesem Grund wurde unsere Arbeit im DIN eingestellt.

Eines fällt jedoch bei der Normungs- und Richtlinienarbeit auf: Diese Arbeit wird zu einem sehr großen Teil von Vertretern kleiner und mittlerer Unternehmen sowie von Instituten getragen. Vertreter von Großunternehmen sind dort eher selten anzutreffen.

Kurzes Fazit

Normungs- und Richtlinienarbeit ist richtig und wichtig. Man kann damit Schnittstellen definieren und sich die zukünftige Entwicklungsarbeit erleichtern, da sich die Gefahr verringert, ein Produkt am Markt vorbei zu entwickeln. Dies trifft für die Mikrosystemtechnik und auch für „Randgebiete“ wie die Reinraumtechnik zu. Der Großteil der notwendigen Arbeit und der Kosten wird von mittelständischen Unternehmen getragen. Inwieweit die derzeitigen Rahmenbedingungen bei VDI und DIN den Anforderungen der Branche entsprechen, sollte diskutiert werden.

Andere Branchen zeigen, dass man spezifische Regelwerke auch außerhalb der gängigen Standardisierung etablieren kann. Ein Beispiel sind SEMI-Standards für die Halbleitertechnologie. Auch für die Mikrosystemtechnik hat man bei SEMI begonnen, Standards zu entwickeln. Ob dies dann auch die ganze Breite der Mikrosystemtechnik abdecken kann, diese Frage ist noch offen. Unsere Erfahrungen zeigen, dass es durchaus möglich ist, branchenspezifische Normenwerke zu erarbeiten. Man benötigt dazu allerdings ein federführendes Gremium und eine Finanzierung desselben. Dieses Thema muss international angelegt sein, auch wenn der Wachstumskern in Deutschland liegen kann und sollte. Um dieses Regelwerk realistisch gestalten zu können, bedarf es klarer Grenzen bezüglich des zu betrachtenden Umfangs unter Beachtung von und als Abgrenzung zu bereits bestehenden Normen und Richtlinien. Diese Grenzen sollten von Zeit zu Zeit den jeweils aktuellen Erfordernissen angepasst werden.



Siliziumfertigung als Kerntechnologie der Mikrosystemtechnik. Foto: microFAB Bremen GmbH

8. Meinungen

„Differenziertes Handeln nötig“ – Meinungen zur MST-Normung aus Industrie und Forschung

Meinungen zur Normung der Mikrosystemtechnik

Brauchen wir Normen und Standards für die Mikrosystemtechnik? Welchen Nutzen bringt die Normung, welche Gefahren birgt sie? Soll man die Normung aktiv betreiben oder abwarten, bis der Markt den Standard bestimmt? Ist es möglich, einen Konsens zu finden, der Anbietern und Endanwendern Vorteile bringt? Können wir ein gemeinsames Ziel definieren? Wenn ja, wie gelangen wir dorthin?

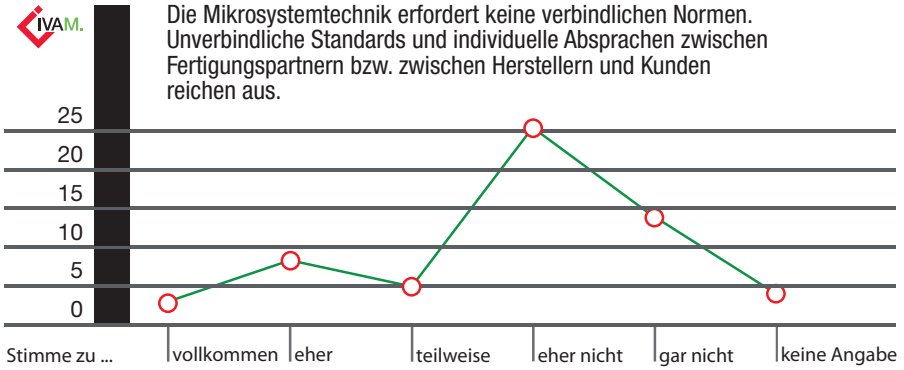
Fast ebenso groß wie die Vielfalt der Technologien und Anwendungen der Mikrosystemtechnik ist die Vielfalt der Interessen und Meinungen darüber, welchen Nutzen die Normung bringt, in welchen Bereichen und in welchem Umfang sie umgesetzt werden soll. In zahlreichen Interviews und Diskussionen mit Vertretern der Mikrosystemtechnik-Industrie und -Forschung sowie einer deutschlandweiten Unternehmensbefragung hat sich die Vielfalt der Meinungen und Interessen bestätigt. Das Thema Normung hat viele Facetten, aber wenige Aspekte, über die sich alle Beteiligten einig sind. Bei gewissen Fragen – zum Beispiel, wenn es um Teilbereiche geht, in denen eine Normung nötig oder sinnvoll ist – sind bei aller Meinungsvielfalt aber deutliche Trends zu erkennen.

Für die Unternehmensbefragung wurden 900 Personen angeschrieben. 102 Personen (11,3 Prozent) beschäftigten sich mit dem Fragebogen, 62 (6,9 Prozent) füllten ihn vollständig aus. Angesichts des speziellen Themas ist dies eine zufrieden stellende Rücklaufquote.

Überdurchschnittlich hohes Interesse am Thema Normung scheint in den Kreisen der Forscher und Entwickler zu bestehen: Fast ein Viertel der Antworten (23 Prozent) kam von Einrichtungen für Forschung und Entwicklung (FuE), obwohl nur knapp 17 Prozent FuE-Einrichtungen angeschrieben wurden. 62 Prozent der Befragten waren kleine und mittlere Unternehmen, 13 Prozent Großunternehmen (2 Prozent machten hierzu keine Angaben). Auffällig bei der Altersstruktur: Obwohl viele junge Unternehmen angeschrieben wurden, waren mehr als drei Viertel der beteiligten Einrichtungen mindestens zehn Jahre alt. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass Unternehmer ihre Technologien erst zu einer gewissen Marktreife zu bringen versuchen, bevor sie das Thema Normung und Standardisierung auf die Agenda setzen.

8.1 Brauchen wir Normen und Standards für die Mikrosystemtechnik?

„Neben Kapital sind Standards der zweitwichtigste Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie. Wenn jeder Stecker, Schrauben etc. selbst erfinden würde, würden gewaltige Kosten entstehen.“[6]

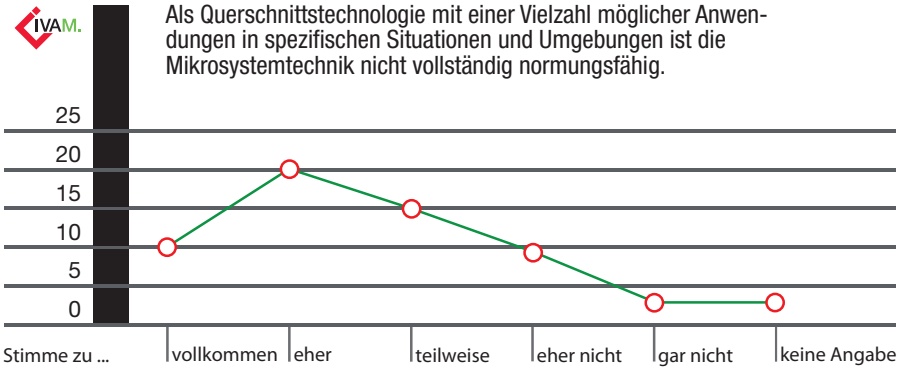


An der Notwendigkeit, die Mikrosystemtechnik zu normen, besteht in der Branche wenig Zweifel. Nur wenige der Befragten sind der Meinung, dass individuelle Absprachen ausreichend wären. Welche Technologiebereiche reif für die Normung sind und ob man Standardisierungsprozesse forcieren oder den Markt darüber bestimmen lassen sollte, darüber sind sich die Akteure in Deutschland jedoch nicht einig. Die Normung müsse in allen Bereichen aktiv vorangetrieben werden, sagen die einen, „Normung bitte nur da, wo sie sinnvoll ist“, meinen andere, und mehr als die Hälfte der Befragten ist der Meinung, es gebe schon ausreichend Normen für die Mikrosystemtechnik. Produktentwickler, die die komplette Normung als „Unsinn“ bezeichnen, bilden die Ausnahme – und beziehen sich dabei eher auf individuelle Ergebnisse, als auf die Normung generell.

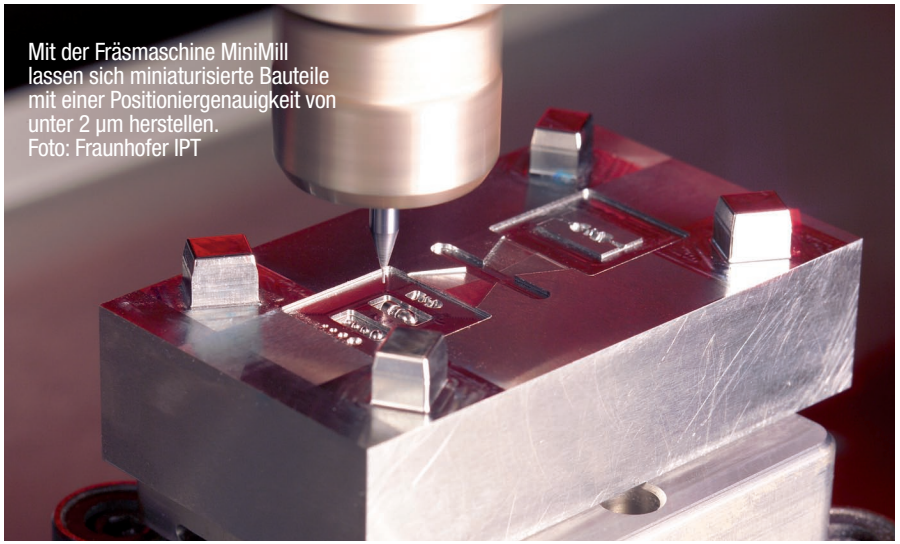
[6] Zitate aus der Unternehmensbefragung und aus Expertengesprächen.

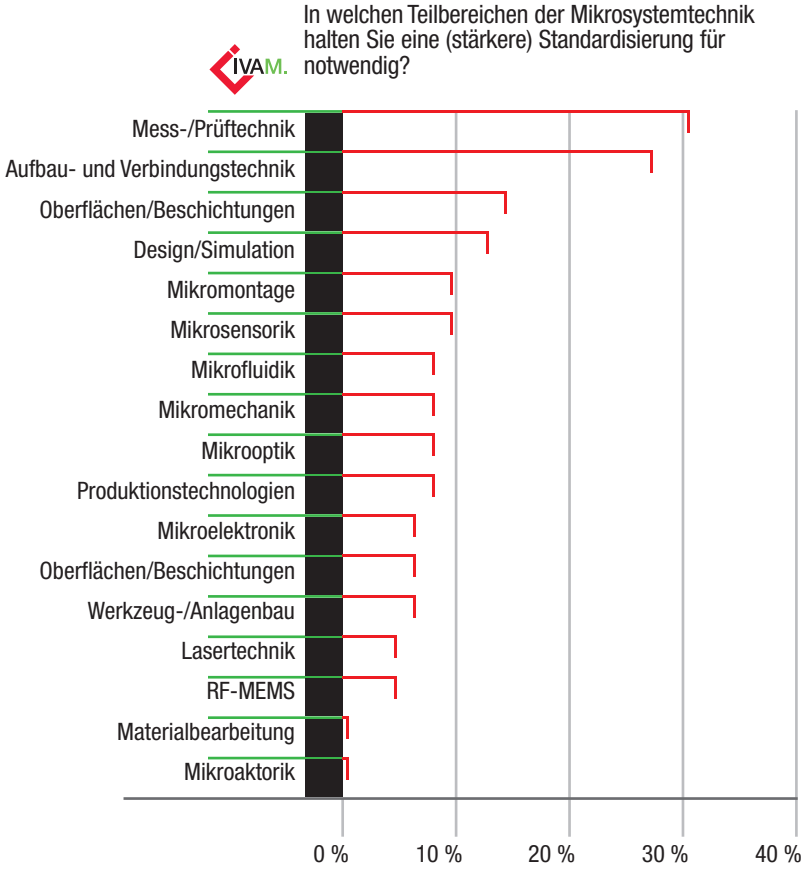
8.2 Normung und Standardisierung in welchen Bereichen?

„Es gibt in der MST entwickelte Bereiche, die reif für Normung sind, andere Segmente noch nicht. Hier muss differenziert gehandelt werden."



Eine recht hohe Übereinstimmung besteht innerhalb der Mikrosystemtechnik-Branche darüber, dass eine „Durchnormung" dieser Querschnittstechnologie nicht möglich ist. Die einzelnen Teilbereiche der Mikrosystemtechnik sind nach Ansicht der deutschen Mikrosystemtechnologen unterschiedlich standardisierungsbedürftig – beziehungsweise standardisierungsfähig. Am höchsten wird der Standardisierungsbedarf im Bereich der Mess- und Prüftechnik eingeschätzt. Auch die Aufbau- und Verbindungstechnik, Oberflächentechnologien und das Design von Mikrosystemen müssen nach Meinung der Befragten stärker standardisiert werden. Kaum notwendig finden die Befragten die stärkere Standardisierung von Verfahren zur Materialbearbeitung, von Mikroaktorik, Lasertechnologien oder radiofrequenz-basierten mikro-elektromechanischen Systemen (RF-MEMS).

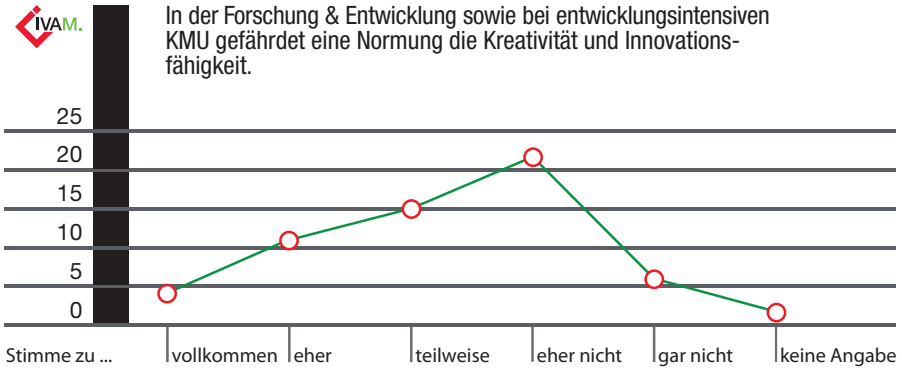

Mit der Fräsmaschine MiniMill lassen sich miniaturisierte Bauteile mit einer Positioniergenauigkeit von unter 2 µm herstellen.
Foto: Fraunhofer IPT

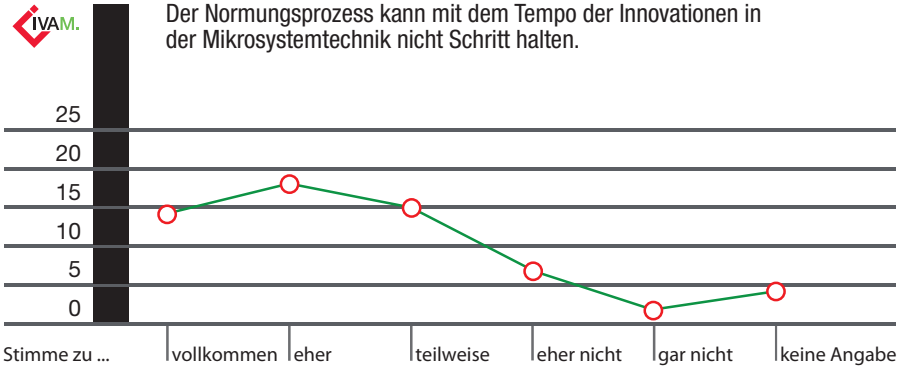


Nach Ansicht der in das Normungsgeschehen eingebundenen Experten besteht derzeit vor allem bei den Produktionstechnologien ein hoher Normungsbedarf. Als Beispiel wurden Abformtechnologien für Kunststoffe genannt. Die Experten sprechen sich zudem für eine stärkere Standardisierung der Mikrofluidik aus, für einheitliche Strukturen, Schaltkreise und Anschlüsse. Die Messtechnik wird auch von den Experten als wichtige „Baustelle" gesehen, auf der aber bereits gearbeitet wird. Recht gut fortgeschritten ist die Normung im Bereich der Siliziumtechnik, die von der Vorreiterrolle der Halbleitertechnologie profitiert, wo die Normung und Standardisierung schon seit längerer Zeit im Gange ist. Dies betrifft auch Teilbereiche der Aufbau- und Verbindungstechnik. Im Bereich der Nicht- Siliziumtechnik wird hingegen eine stärkere Standardisierung für notwendig erachtet.

8.3 Normung zu welchem Zeitpunkt?

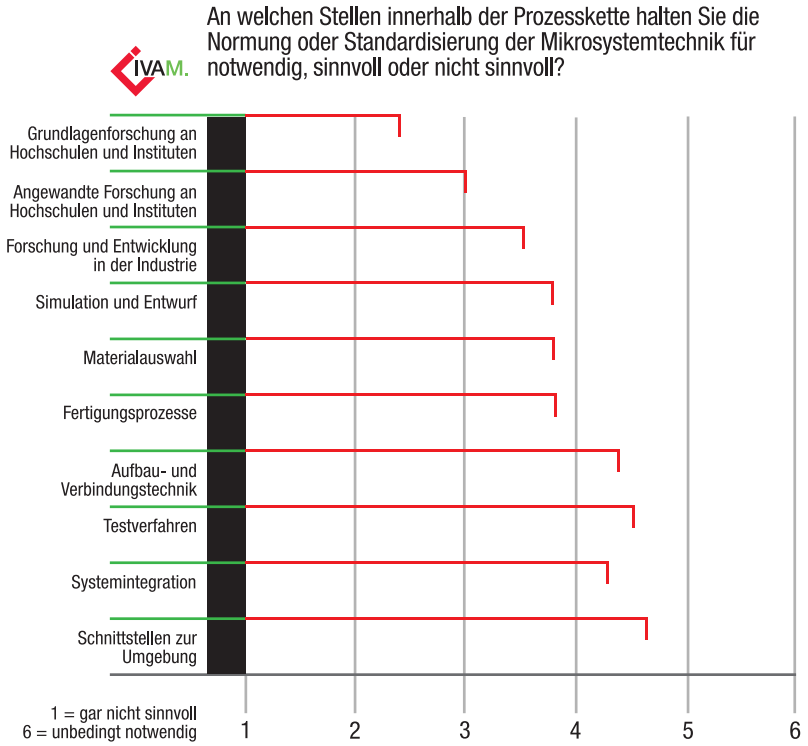
„Forscher in Deutschland sehen die Notwendigkeit für eine frühe Standardisierung nicht. Im Ausland, zum Beispiel in China, ist das anders."





Ein verbreitetes (Vor-)Urteil über die Techniknormung lautet: Normen in frühen Phasen der Technologieentwicklung bremsen die Innovation und damit den technischen Fortschritt. Die These, Normung in der FuE-Phase würde die Kreativität der Forscher und Entwickler einschränken, fand bei den Befragten jedoch keine besonders hohe Zustimmung. Deutlich höher fiel die Zustimmung zu der Aussage aus, dass Innovationen in der Mikrosystemtechnik zu schnell aufeinander folgen und die Normung damit nicht Schritt halten kann. Das heißt im Klartext: Innovationen bremsen die Normung, und nicht umgekehrt.

Nach Ansicht der Befragten ist eine Normung oder Standardisierung umso sinnvoller, je „reifer" die Technologie ist. Für sinnvoll hält man eine Standardisierung vor allem, wenn es darum geht, die Mikrotechnik in die (Makro-)Umwelt zu integrieren, etwa bei der Definition von Schnittstellen und bei der Systemintegration. Auch für Testverfahren und für die Aufbau- und Verbindungstechnik wird ein hohes Maß an Standardisierung für sinnvoll erachtet. In der Grundlagenforschung oder Hochschulforschung sehen die Befragten einen eher geringen Standardisierungsbedarf.



Die Normung von Technologien erfolgt in der Regel erst dann, wenn deren Entwicklung abgeschlossen ist. Mitte der Neunzigerjahre führte das DIN – auch im Hinblick auf schnell voranschreitende neue Technologien wie die Mikrosystemtechnik – die entwicklungsbegleitende Normung ein, die in frühen Phasen der Technologieentwicklung ansetzt. Während die Mehrheit der Befragten die Normung erst in späteren Stadien der Technologieentwicklung für sinnvoll hält, weisen Experten, die das internationale Normungsgeschehen verfolgen, auf das Vorgehen in Ländern wie China oder Japan hin, wo man sich bemüht, neue Technologien zu einem möglichst frühen Zeitpunkt einer Standardisierung zu unterziehen. Zieht Deutschland hier nicht mit, besteht die Gefahr, dass Technologien aus diesen Nationen sich als internationaler Standard durchsetzen und Technologien aus Deutschland keine Chance mehr haben. Ein Indikator für das starke Engagement der Industrie in Asien ist die Tatsache, dass die Geschäftsstelle des neuen Unterkomitees „MEMS" der „International Electrotechnical Commission" (IEC) im Jahr 2008 in Japan eingerichtet wurde.

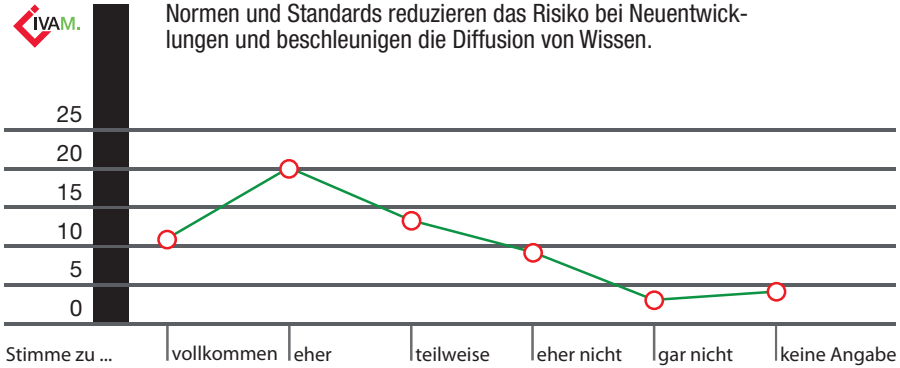
8.4 Normung national oder international?

„Das Ziel muss langfristig immer eine internationale Norm sein, in manchen Fällen ist es aber sinnvoll, mit einer nationalen Norm zu starten."

Ein eindeutiger Meinungstrend zeigt sich bei den Befragten und den Experten bei der Frage, ob eine Normung und Standardisierung der Mikrosystemtechnik auf nationaler oder internationaler Ebene stattfinden soll: Im Interesse der Wettbewerbsfähigkeit müsse man langfristig immer eine internationale einheitliche Regelung anstreben. Dennoch sei es besonders auf Gebieten, auf denen Deutschland einen Technologievorsprung hat – wie etwa bei der Nicht-Silizium-Technik – sinnvoll, zunächst eine nationale Norm zu setzen. Wenn die in Deutschland entwickelten Normen überzeugend seien, würden sie sich auch auf internationaler Ebene durchsetzen.

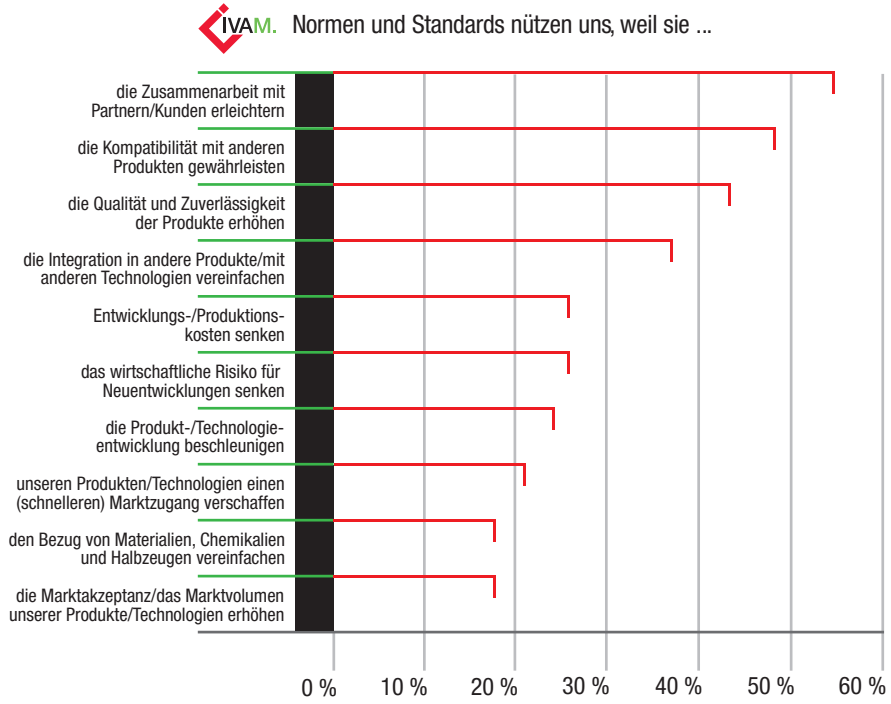
8.5 Welchen Nutzen bringt die Normung?

„Deutschland ist das Land der Systemspezialisten, das heißt, hybrider Aufbauten. Dies geht mit Normen besser."

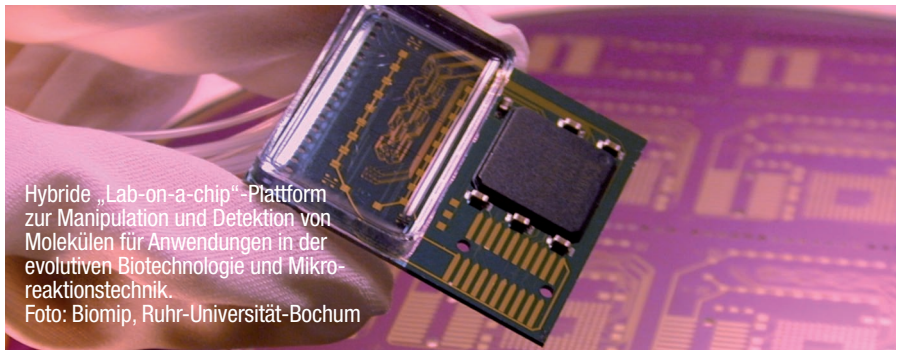


Dass eine Standardisierung von Prozessen oder Produkten Vorteile bringen kann, ist in der Mikrosystemtechnik-Branche kaum umstritten. Die Rangfolge der Vorteile, die man sich von der Normung oder Standardisierung verspricht, zeigt überraschenderweise, dass Marktvorteile wie „schnellerer Marktzugang" und „erhöhte Marktakzeptanz" nur für 17 bis 21 Prozent der Befragten als Nutzeneffekte der Normung und Standardisierung angesehen werden. Andererseits versprechen sich 37 bis 55 Prozent der Befragten von standardisierten Produkten und Prozessen eine bessere Zusammenarbeit mit Partnern und Kunden, eine bessere Kompatibilität mit anderen Produkten, eine höhere Qualität und Zuverlässigkeit sowie eine einfachere Integration verschiedener Technologien und Produkte. Aspekte wie Kompatibilität, Integrierbarkeit und Zuverlässigkeit sind letztendlich aber auch Voraussetzung dafür, dass Technologien und Produkte den Zugang zum Markt finden.

Welchen Nutzen ziehen Sie aus der Normung oder Standardisierung von Mikrotechnologien?



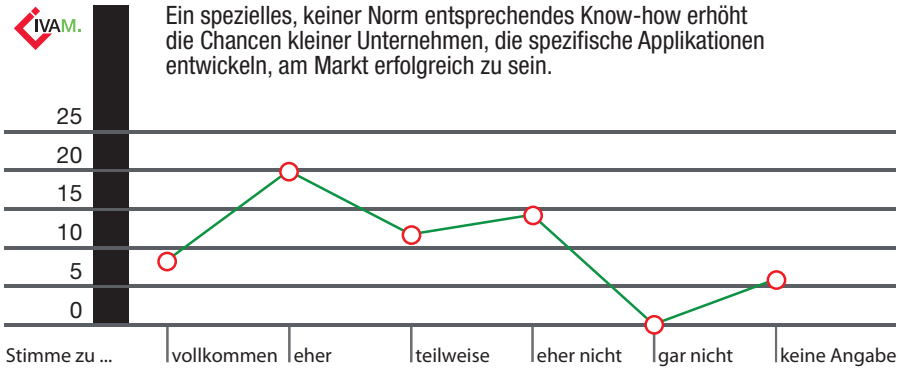
Die besseren Möglichkeiten, Produkte und Technologien miteinander zu kombinieren, sind auch ein Grund dafür, warum sich Unternehmer für die Technologienormung in Deutschland stark machen. Eine besondere Stärke der Mikrosystemtechnik-Industrie in Deutschland sind ihre Kompetenzen in der Systemintegration. Diese kann nur dann funktionieren, wenn Produkte und Prozesse gut aufeinander abgestimmt, also bestenfalls genormt oder standardisiert sind. Vorteile im Entwicklungsprozess durch Standardisierung wie etwa ein geringeres Risiko, geringere Kosten oder eine beschleunigte Technologieentwicklung versprechen sich nur jeweils etwa ein Viertel der Befragten.



Hybride „Lab-on-a-chip"-Plattform zur Manipulation und Detektion von Molekülen für Anwendungen in der evolutiven Biotechnologie und Mikroreaktionstechnik.
Foto: Biomip, Ruhr-Universität-Bochum

8.6 Erhöhen Normen und Standards die Marktchancen?

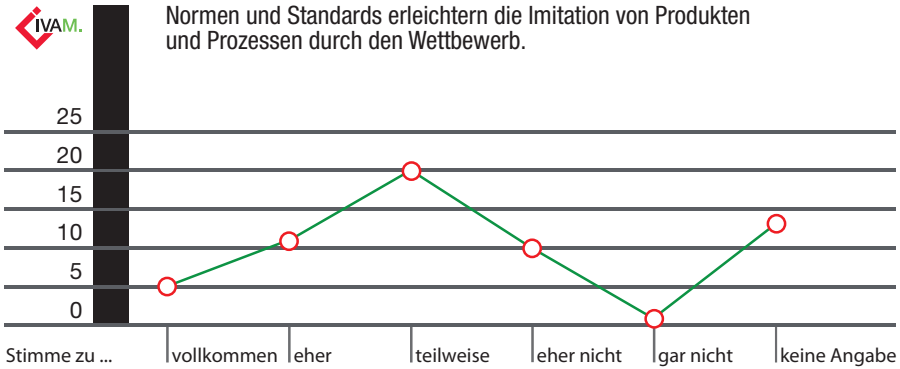
„Wer Produkte mit einzigartiger Funktionalität und für hohe Stückzahlen entwickelt, braucht keine Standards."



Von den Forschern und Unternehmern, die ihre Technologien nicht standardisieren wollen – und das sind immerhin 52 Prozent der Befragten – sind wiederum mehr als die Hälfte (53,1 Prozent) davon überzeugt, dass ihre Technologie auch ohne Standardisierung vom Markt akzeptiert wird. Die These, dass ein spezielles Know-how, das keiner Norm entspricht, die Marktchancen erhöht, fand eine relativ hohe Zustimmung. Viele Entwickler glauben, dass ihre Technologie so nützlich ist, dass sie sich ohne den zusätzlichen Benefit der Standardisierung am Markt durchsetzen wird.

8.7 Welche Gefahren birgt die Normung?

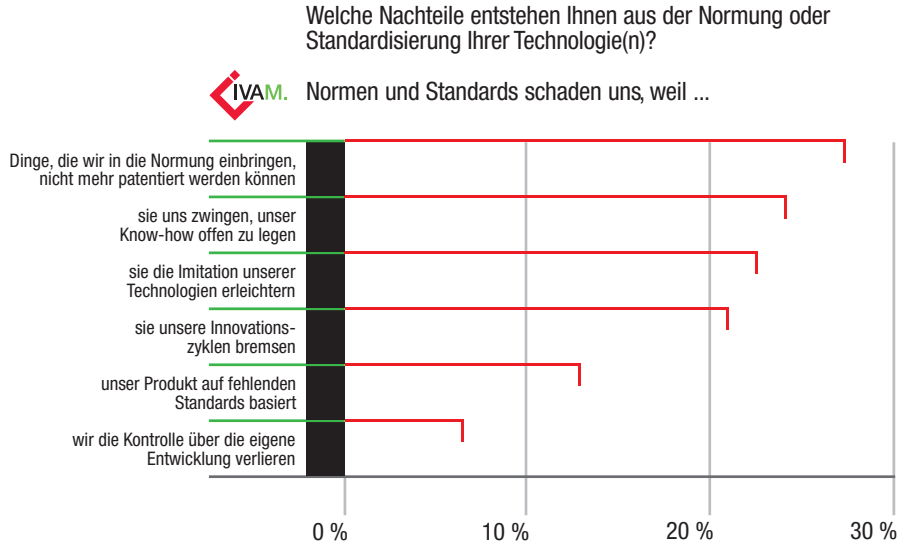
„Ein Nachteil, der der deutschen Mikrosystemtechnik-Industrie durch Normen und Standards entstehen kann, ist, dass Technologien und Produkte von Wettbewerbern aus anderen Ländern schneller kopiert werden können."



Zu der Frage, welche Nachteile die Normung und Standardisierung der Mikrosystemtechnik mit sich bringen kann, haben sich absolut gesehen weniger Befragungsteilnehmer geäußert als zum Nutzen der Normung. Die Vorteile scheinen nach Ansicht der Befragten also die Nachteile zu überwiegen.

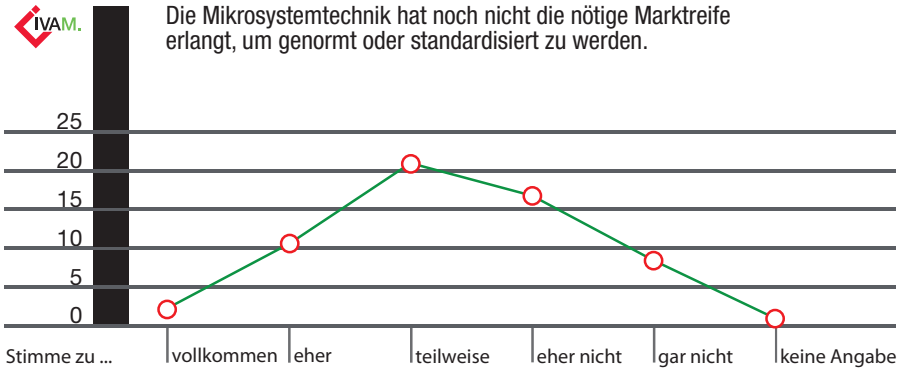
Am höchsten wird das Risiko eingeschätzt, durch Standardisierung das geistige Eigentum aufs Spiel zu setzen und einen Wissensvorsprung aufzugeben. Jeweils etwa ein Viertel der Befragten hat Bedenken, im Zuge der Standardisierung die Chance auf eine Patentierung der eigenen Technologien zu verspielen, spezielles Wissen offen zu legen und Imitationen Tür und Tor zu öffnen.

Technologen und Forscher, die sich bereits in Arbeitsgruppen für die Normung engagiert haben, widersprechen hier zum Teil. Zwar sei eine Patentierung genormter Technologien nicht mehr möglich, detailliertes Fachwissen, das die Imitation individueller Produkte ermöglicht, würde durch die Gremienarbeit aber kaum an die Öffentlichkeit dringen. Selbst wenn in Ausschüssen oder Arbeitsgruppen über technische Details diskutiert würde, fände sich nur wenig davon in veröffentlichten Normen wieder. Und um ein Produkt nachzubauen, gebe es einen einfacheren Weg: nämlich, es zu kaufen und auseinander zu nehmen.

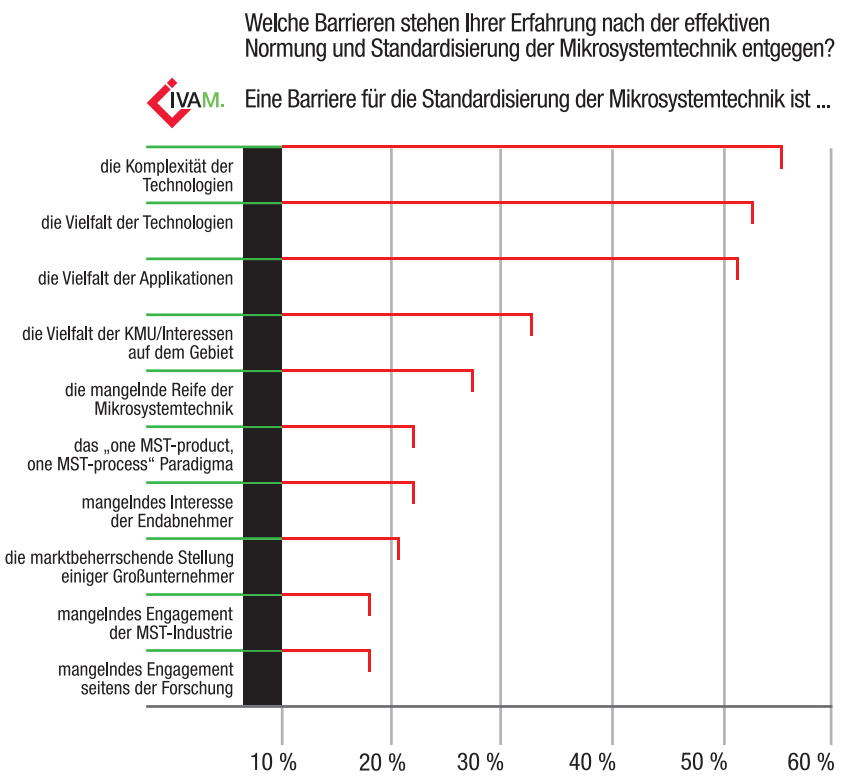


8.8 Was macht die Normung so schwierig?

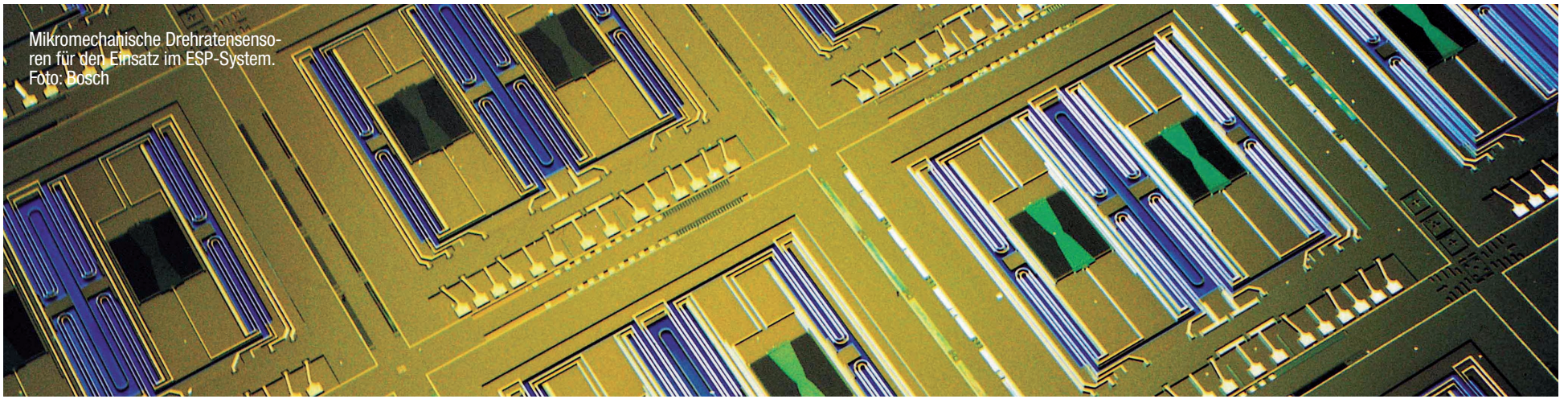
„Das Thema ist viel zu breit gefächert, um es zum jetzigen Zeitpunkt durch Normen zu standardisieren."



Die größten Probleme, mit denen die Normung der Mikrosystemtechnik zu kämpfen hat, sind nach Ansicht der Produktentwickler in Deutschland die Komplexität und die Vielfalt der Technologien. So erschwert etwa die Vielfalt der Prozesse, die in der Mikrosystemtechnik zum Einsatz kommen, die Einigung auf das bestmögliche Vorgehen – sprich: den Prozess der Konsensfindung. Mitglieder der Normenausschüsse berichten von langen Diskussionen und Verständigungsproblemen. Selbst wenn alle Beteiligten eigentlich das gleiche Ziel erreichen wollen, sind die Hintergründe und Herangehensweisen oft so unterschiedlich, dass bereits die Einigung auf Begrifflichkeiten problematisch ist. Die Vielfalt der Methoden, die zu einem Produkt oder einer Applikation führen können, birgt die Gefahr, dass entweder keine Normen entstehen, weil keine Einigung erfolgt, oder eine so hohe Anzahl von Normenvarianten, dass man im Prinzip auf die Normung hätte verzichten können.



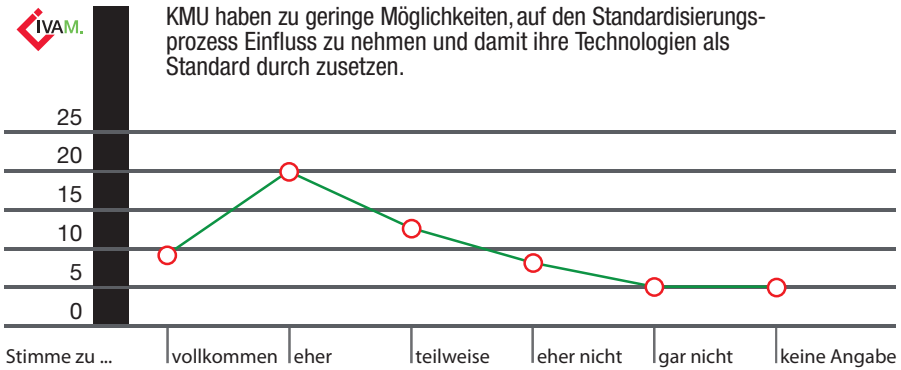
Die mangelnde Reife der Mikrosystemtechnik sehen 21 Prozent der Befragten als Barriere für die Normung oder Standardisierung.



Mikromechanische Drehratensensoren für den Einsatz im ESP-System. Foto: Bosch

8.9 Was motiviert dazu oder hindert daran, an der Normung teilzunehmen?

„Jeder Vorteil hat einen Nachteil und es bleibt meinem Geschick überlassen, im Markt die optimale Position zu finden."



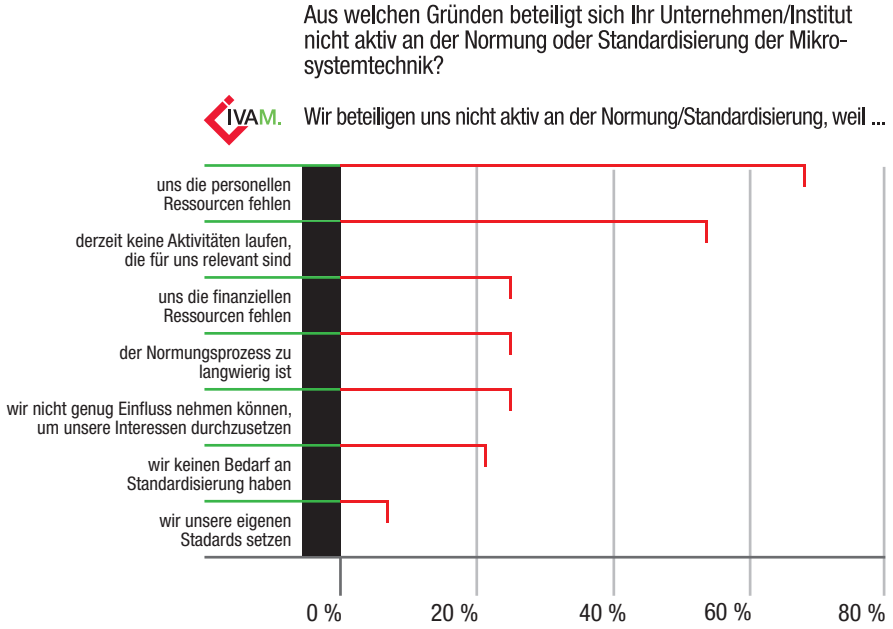
Gefragt, inwieweit sie sich für die Normung einsetzen, gab etwas mehr als ein Viertel (27 Prozent) der befragten Unternehmer und Forscher an, sich aktiv an Normungs- und Standardisierungsprozessen zu beteiligen. Dies sind, wohlgemerkt, 27 Prozent von den gut sieben Prozent aller deutschen Akteure, die an der Befragung teilgenommen haben – also insgesamt nicht einmal zwei Prozent der deutschen Unternehmer und Forscher.

Warum sind bisher so Wenige motiviert, an der Normung mitzuwirken? Das größte Hindernis, das die Beteiligten davon abhält, für die Normung aktiv zu werden, ist der personelle Aufwand, der damit verbunden ist. „Uns fehlen die nötigen personellen Ressourcen", sagen zwei Drittel (67,9 Prozent) der nicht aktiven Befragten.

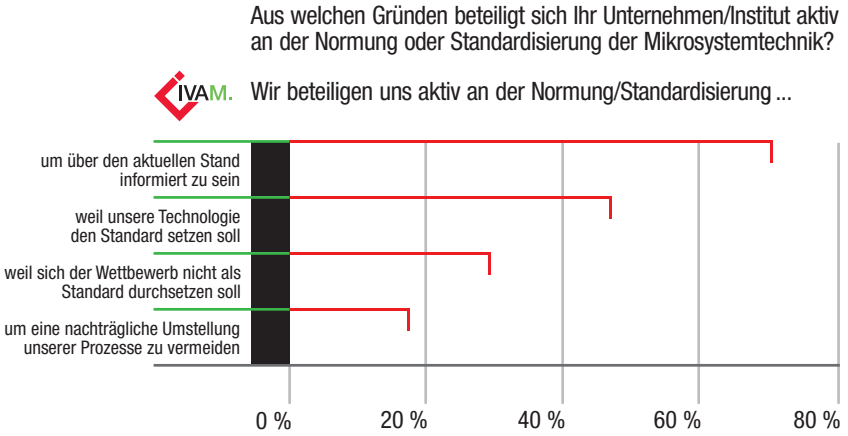
Der nötige personelle Aufwand ist auch nach der Erfahrung von Experten, die in Ausschüssen mitarbeiten, eines der größten Hindernisse für kleine und mittlere Unternehmen. An den Treffen der Gremien teilzunehmen, kostet Zeit, die Arbeit muss im Unternehmen vor- und nachbereitet und diskutiert werden. Die deutsche Mikrosystemtechnik-Industrie ist stark von kleinen und mittleren Unternehmen geprägt. In kleinen Unternehmen ist die Normung Chefsache – und gerade in kleinen Unternehmen ist der Chef mit so vielen Aufgaben betraut, dass er diese zusätzliche Arbeit nur schwer bewältigen kann. Während die Großunternehmen sich Normungsbeauftragte oder gar -abteilungen leisten können, sind KMU mit ihren knappen personellen Ressourcen hier im Nachteil.

Viel problematischer als der individuelle Zeitaufwand ist nach Meinung der Experten die Dauer des gesamten Normungsprozesses, der oft mehrere Jahre in Anspruch nimmt und den Beteiligten viel Ausdauer abverlangt. Von den Befragten gab allerdings nur ein Viertel die Dauer des Normungsprozesses als Hürde an.

Möglichkeiten für Forscher und Entwickler der Mikrosystemtechnik, sich an der Normung und Standardisierung der Technologie zu beteiligen, bieten neben den Arbeitsausschüssen der Normungseinrichtungen (Kap. 5) Verbundprojekte auf nationaler und europäischer Ebene. Offenbar reichen diese Möglichkeiten nicht aus. Auf die Frage, aus welchen Gründen sie sich nicht aktiv an der Normung und Standardisierung beteiligen, gab mehr als die Hälfte (53,6 Prozent) der nicht in der Normung aktiven Akteure an, dass derzeit keine relevanten Aktivitäten laufen. Bei den Unternehmern besteht also durchaus ein Bedarf an Standardisierungsprojekten und die Bereitschaft, sich darin einzubringen. Der hohe finanzielle Aufwand für die Normungsarbeit scheint die Unternehmen hingegen weniger zu stören. Nur ein Viertel (25 Prozent) der Befragten, die nicht an der Normung teilnehmen, gab diesen als Grund dafür an.

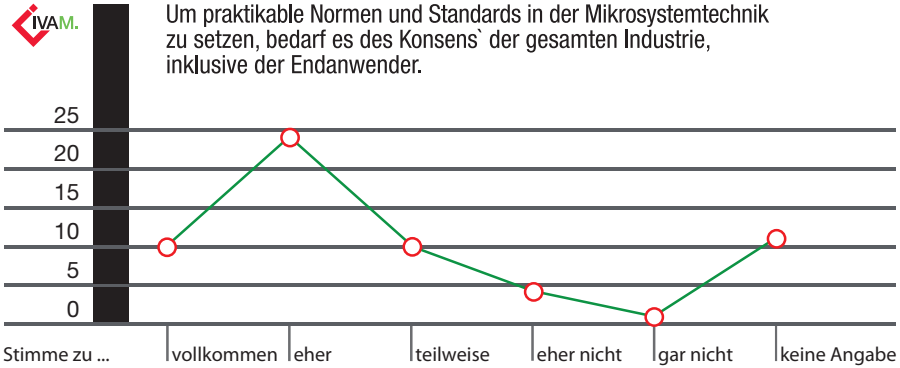


Überraschend sind die Gründe, die die für die Normung und Standardisierung aktiven Akteure für ihr Engagement angeben. Die meisten tun es nicht etwa, um auf entstehende Normen und Standards Einfluss zu nehmen, sondern, um über den aktuellen Stand informiert zu sein (70,6 Prozent).



8.10 Wer soll aktiv werden?

„Das Thema Normung und Standardisierung in der Mikrosystemtechnik sollte moderat und im Konsens zwischen Forschung, KMU, Großunternehmen und Verbänden angegangen werden. Die Zeit dafür ist reif.“



Die Befragten sehen vor allem die **Industrieverbände** (37,1 Prozent) in der Pflicht: Sie sollen ein Bewusstsein für die Bedeutung der Normung schaffen, Informationen über die Normung bereitstellen, gegebenenfalls Know-how-Plattformen zur Verfügung stellen und die Wünsche und Aktivitäten der mittelständischen Industrie koordinieren.

An zweiter Stelle (32,3 Prozent) sind die **Normungseinrichtungen** gefordert: Sie sollen die Koordination und Effizienz der Prozesse verbessern, insbesondere dafür sorgen, dass die Normung vereinfacht und beschleunigt wird. Es wird gewünscht, dass Normungseinrichtungen Interessensverbünde aus der Industrie unterstützen. Zudem möchten die Unternehmen besser über laufende und geplante Aktivitäten informiert werden.

Stärker engagieren sollte sich auch die **Europäische Union**, meinen 21 Prozent der Befragten: Vorschläge reichten von Fördermaßnahmen über die Einrichtung einer europäischen Arbeitsgruppe bis hin zu Mandaten für spezielle Applikationen, wie Umwelt- oder Lebensmittel-Sensorik.

Auch seitens der **Bundesregierung** wünscht man sich Fördermaßnahmen, gerne auch in Form von Zuschüssen für die Mitarbeit in den Gremien.

Laut Meinung der Befragten engagiert sich der **Mittelstand** im Verhältnis zu den Großunternehmen bereits überproportional für die Normung – könnte und würde sich aber noch stärker engagieren, wenn Hürden wie Zeit- und Geldaufwand abgebaut würden. Die kleinen und mittleren Unternehmen sind vor allem dazu aufgerufen, an der Definierung der Normungsinteressen der Mikrosystemtechnik-Industrie mitzuwirken.

Die **Großunternehmen** sollen insbesondere an der Definition von Schnittstellen mitwirken, meinen die Befragten. Während Experten die Neigung einiger Großunternehmen, sich aus dem Normungsprozess auszuklinken und eigene Standards zu setzen, kritisieren, wurde von einem Umfrageteilnehmer sogar gewünscht, dass die Großunternehmen Standards vorgeben sollten.

Von den **Forschungseinrichtungen** wünschen sich einige der Befragten genormte FuE-Dienstleistungen. Insgesamt seien diese aber sehr engagiert und gut in den Normungsprozess eingebunden.

Montage und Qualitätsprüfung medizintechnischer Mikroteile unter GMP-Bedingungen in den Reinräumen von Boehringer Ingelheim microParts.
Quelle: Boehringer Ingelheim microParts GmbH

9. Maßnahmen

Handlungsbedarf und Handlungsempfehlungen

In der Unternehmensbefragung und in Interviews und Diskussionen mit Experten aus Unternehmen und Forschungseinrichtungen kristallisierten sich vier Handlungsfelder in Bezug auf die Normung und Standardisierung der Mikrosystemtechnik heraus: 1. die Vielfalt der Technologien, die eine Konsensfindung erschwert, 2. die geringe Motivation seitens der Akteure, für die Normung aktiv zu werden, 3. die teils ineffektiven Normungsverfahren und 4. eine reformbedürftige Informations- und Veröffentlichungspolitik der Normungseinrichtungen.

9.1 Wie kommen wir trotz Technologievielfalt zu einer sinnvollen Normungsstrategie?

„Man versucht immer wieder, eine Norm zu bestimmen, bevor man weiß, was der Markt beziehungsweise Kunde benötigt. Der Normprozess läuft nur dann gut, wenn es in den Anwendungen viele Varianten gibt und man das Gemeinsame der Varianten standardisiert. Umgekehrt hat das noch nie funktioniert. Wenn es doch versucht wird, bleiben die Normen in der Regel ungenutzt."[7]

Problemstellung
In der Halbleiter- und Elektronik-Industrie hat eine umfangreiche Normung und Standardisierung zum Beispiel von Materialien, Form und Größe von Wafern, Chips und Packages oder Verbindungstechnologien dafür gesorgt, dass die Produktion effizienter und Produkte wie PCs und Güter der Konsumelektronik für jedermann erschwinglich wurden. In der Halbleitertechnik gibt es ein umfangreiches Normenwerk, das von den meisten Herstellern akzeptiert und angewandt wird. Jedoch sind die Anwendungsmöglichkeiten hier viel stärker eingeschränkt als bei der Mikrosystemtechnik, was die Standardisierung wesentlich einfacher macht.

Normen und Standards aus der Halbleitertechnologie sind nicht ohne Anpassungen auf die Mikrosystemtechnik übertragbar. Dasselbe gilt für andere Bereiche wie die Messtechnik, weil man Messvorgänge nicht einfach auf geringere Bauteilgrößen herunterskalieren kann. Im Mikrokosmos herrschen andere Regeln als im Makrokosmos. Die Mikrosystemtechnik braucht neue Definitionen, zum Beispiel von Strukturgrößen, Messtoleranzen und Prozessbedingungen. Auch die Produktionskontrolle in den zum Teil sehr spezifischen Prozessen der Mikroproduktion erfordert eigene Standards und Normen.

Verständlicherweise verfolgen Entwickler unterschiedlicher Technologien bei der Normung und Standardisierung unterschiedliche Interessen. Zum Teil sind aber selbst die Interessen innerhalb eines Kreises von Anbietern derselben Technologie verschieden. Die Herausforderung besteht darin, eine Strategie festzulegen, die den Interessen möglichst vieler Beteiligter gerecht wird und gleichzeitig der Mikrosystemtechnik-Industrie einen möglichst hohen Nutzen bringt.

Lösungsansätze
Vertreter der Mikrosystemtechnik-Industrie und -Forschung werden aufgerufen, sich zu **Interessensverbünden** oder **Task Forces** zusammenzuschließen, die jeweils einen Teilbereich der Mikrosystemtechnik abdecken. Der Aufruf geht an die gesamte Industrie und Forschung, um allen Interessierten die Chance zu geben, sich einzubringen und die Interessen ihrer Einrichtung zu vertreten. Die Verbünde ermitteln und formulieren den Normungsbedarf in ihrem jeweiligen Arbeitsbereich. Damit der Bedarf der Anwender berücksichtigt werden kann, sollten Bedarfserhebungen innerhalb der Anwenderbranchen Bestandteil der Arbeit sein und in die Ergebnisse einfließen. Die Arbeit der Verbünde kann vom IVAM Fachverband für Mikrotechnik koordiniert werden.

Von den Interessenverbünden werden Prioritätenlisten für die Normung und Standardisierung erarbeitet, die den Vertretern der Industrie und Forschung zur Evaluierung und Stellungnahme vorgelegt werden. Die Prioritäten werden in einer **Roadmap für die Mikrosystemtechnik-Normung** zusammengestellt. Vertreter des DIN und anderer mit der Normung befassten Organisationen können in die Arbeit eingebunden werden und die Ergebnisse in einen aktuellen DIN-Fachbericht Mikrosystemtechnik einfließen.

Der Normungsbedarf und die Roadmap sollten im Abstand von drei bis fünf Jahren einer **regelmäßigen Revision und Aktualisierung** unterzogen werden, damit neu entstehende Technologien und Trends berücksichtigt werden können. Um die Hürden für Unternehmen, sich in den Task Forces zu engagieren, zu senken, wäre es sinnvoll, wenn die Arbeit der Task Forces von der Bundesregierung co-finanziert würde. Dies kann zum Beispiel im Rahmen einer Verbundförderung geschehen.

9.2 Wie können wir die „interessierten Kreise" für die Normung gewinnen?

„Wir haben gerade begonnen, […] Normen auf den Weg zu bringen. Ich selbst halte dies für sehr wichtig, um die deutsche Industrie zu stärken und insbesondere die KMU zu unterstützen.]…] Es ist allerdings schwierig, die Unterstützung der entsprechenden Hersteller und Nutzer zu erhalten."

Problemstellung
Obwohl Experten schon seit Jahren über die Normung und Standardisierung der Mikrosystemtechnik diskutieren, scheint das Thema bei der Mehrheit der deutschen Unternehmer noch nicht angekommen zu sein. Innerhalb der MST-Industrie besteht nur ein geringes Bedürfnis an aktiver Normung und Standardisierung. Die Beschäftigung mit dem Thema erfolgt in kleinen und mittleren Unternehmen oft erst als Reaktion auf die Wünsche von Kunden, die nach standardisierten Produkten oder Prozessen fragen.

Etwas anders ist die Lage nach Erfahrung der an der Normung Beteiligten bei Großunternehmen. Diese hätten selten Interesse, sich mit Vertretern der kleinen Unternehmen an einen Tisch zu setzen und einen Konsens zu erarbeiten, sondern würden häufig versuchen, eigene Standards zu setzen.

Sich aus der Normung und Standardisierung herauszuhalten, kann für individuelle Unternehmen wie auch für die gesamte Industrie zum Nachteil werden. Wer über den Stand der Dinge und laufende Aktivitäten informiert ist, kann nicht später von Normen überrascht werden, die nicht mit den eigenen Prozessen und Produkten vereinbar sind. Zudem kann die Normung wirtschaftliche Rahmenbedingungen setzen, die man nur mitgestalten kann,

[7] Zitate aus der Unternehmensbefragung und aus Expertengesprächen.

wenn man sich informiert und aktiv wird. Die Vorteile, die eine aktive Teilnahme an der Normung und Standardisierung bringt, müssen den Unternehmern besser vermittelt werden.

Viele Akteure in Deutschland signalisieren grundsätzliches Interesse daran, die Technologienormung mitzugestalten, beklagen aber, zu wenige Beteiligungsmöglichkeiten zu haben. Dies liegt unter anderem daran, dass noch längst nicht auf allen Gebieten, in denen eine Normung von den Beteiligten gewünscht wird, Arbeitsgruppen oder Gremien aktiv sind. Die Unternehmer hingegen, die bereits aktiv in Gremien mitarbeiten, fühlen ihr Engagement oft nicht genügend honoriert.

Die Gruppe, die eigentlich das größte Interesse an der Normung haben müsste, sind die Anwender. Auch diese Gruppe war bisher schwer für die Normung der Mikrosystemtechnik zu mobilisieren. Ohne Rücksicht auf den Bedarf in den Anwenderbranchen wird eine sinnvolle Normung jedoch so gut wie unmöglich.

Lösungsansätze
Innerhalb der MST-Community muss das Image der Technologienormung verbessert werden, damit Normen nicht als lästige Auflagen, sondern als „Kaufargument“ gesehen werden. Dafür muss eine stärkere Aufklärung über den Nutzen der Normung geleistet werden. Die **Aufklärung und Imagebildung** könnte **durch einen Referenten** geleistet werden, der bei den Unternehmen und Forschungseinrichtungen für das Thema wirbt, Aktivitäten koordiniert und die Interessen der Industrie gegenüber Politik und Normungsorganisationen vertritt. Der Referent könnte bei IVAM angesiedelt sein, einer neutralen Instanz, die mit der Normung keine eigenen kommerziellen Interessen verfolgt.

Für Unternehmer, die aktiv werden möchten, aber bisher kein passendes Einsatzfeld finden, müssen **neue Beteiligungsmöglichkeiten** geschaffen werden. Eine Option ist die Teilnahme an den oben genannten Interessenverbünden. Denkbar ist aber auch die Einrichtung neuer **Arbeitsgruppen** beim DIN und DKE oder ein Angebot von geförderten **Verbundprojekten** seitens des BMBF. Soweit es möglich und sinnvoll ist, sollte eine **Verbundförderung mit der Gremienarbeit verknüpft** werden. Dabei könnten Projektpartner gemeinsam an der Technologieentwicklung arbeiten und parallel in einem Normenausschuss eine entsprechende Norm formulieren. Damit wird eine gute Koordination der Förderstrategie auf Bundesebene mit der Arbeit bei den Normungsorganisationen erreicht.

Neben der Förderung in Verbundprojekten könnten **individuelle Zuschüsse** für die Beteiligung an der Gremienarbeit seitens der Bundesregierung insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen die Barrieren senken, in die Normungsarbeit einzusteigen.

Die Unternehmer wünschen sich auch seitens der Normungsorganisationen eine **stärkere Honorierung ihrer Mitarbeit in Gremien** und Arbeitsgruppen, einerseits finanzieller Art, etwa durch Beteiligung an den Erlösen aus dem Verkauf der Normen, aber auch ideeller Art, zum Beispiel durch namentliche Erwähnung in den formulierten Normen.

Auch die Anwender müssen für eine Beteiligung an der Normung der Mikrosystemtechnik mobilisiert werden. Ein erster Schritt dahin könnte ein **Handbuch mit Fallstudien** sein, die die Bedeutung der Normung anhand von allgemeinen Beispielen wie dem Stecker oder der Kalibrierung von Messsystemen illustrieren.

9.3 Wie können wir den Normungsprozesses effektiver und attraktiver gestalten?

„Über ein Jahr regelmäßiger Treffen ging nur dafür drauf, eine Begriffstabelle der in der Norm zu verwendenden Wörter zu erstellen. Und anschließend durften wir das Ganze auch noch relativ teuer bezahlen.“

Problemstellung
Normung kostet zuviel Zeit. Normung kostet zuviel Geld. Die Ausschüsse sind Projektvorschlägen gegenüber nicht aufgeschlossen. Der Prozess, der in eine Definition mündet, ist langwierig und ineffektiv und bringt oft nur Kompromisse hervor, mit denen niemand zufrieden ist und die niemandem nützen. So könnte man, etwas überspitzt, die Kritik zusammenfassen, die die Befragten an der Organisation des Normungsgeschehens äußern.

Unternehmer und Forscher, die in Arbeitsgremien der Normungsgesellschaften aktiv sind oder waren, beklagen, dass der Normungsprozess sehr langwierig und teilweise ineffektiv ist. Während bei der International Organization for Standardization ISO höchstens zwei Jahren vergehen dürfen, bis eine Norm entweder beschlossen oder auf Eis gelegt wird, kann der Prozess vom Antrag bis zum Beschluss beim DIN wesentlich länger dauern.

Soll eine deutsche Norm in das internationale Normenwerk übernommen werden, kann sie in die internationalen Spiegelgremien beim IEC oder ISO eingebracht werden. Weil hier oft ganz andere Interessen im Vordergrund stehen, fangen die Diskussionen häufig wieder am Startpunkt an.

Lösungsansätze
Beim DIN und bei internationalen Normungseinrichtungen sollte man darüber nachdenken, wie man die Normung entbürokratisieren, beschleunigen und insgesamt lebendiger und attraktiver gestalten kann. Eine **straffere Organisation der Arbeitstreffen**, aber vor allem **kürzere Fristen** bis zum Beschluss einer Norm sind empfehlenswert. Häufigere und schnellere „Erfolge“ könnten sich positiv auf die Motivation der Unternehmer und Forscher auswirken, sich an der Normung zu beteiligen. Wenn es gelingt, einen effektiveren Arbeitsmodus zu finden, werden sich mehr Akteure zur Mitarbeit bereit erklären. Dann werden auch die bisher als Hürden empfundenen Randbedingungen wie der notwendige Zeit- und Kostenaufwand an Relevanz verlieren.

Um die Normung in allen Teilbereichen der Mikrosystemtechnik optimal koordinieren zu können, sollte beim DIN ein eigenständiger **Normenausschuss „Mikrosystemtechnik“** eingerichtet werden, der alle Aktivitäten koordiniert und deutsche Normen im Bereich der Mikrosystemtechnik in die internationale Normung einbringt. Die Arbeit des Ausschusses kann in enger Abstimmung und Zusammenarbeit mit den Interessenverbünden aus der Industrie stattfinden.

Die Unternehmer der Mikrosystemtechnik wünschen sich eine **aktivere Ansprache und Information** seitens der Normungsorganisationen. Wenn ein Gremium die Arbeit aufnimmt, sollten die interessierten Kreise vollständig dazu eingeladen werden. Der Verband IVAM kann hier als Kontakt- und Informationsvermittler tätig werden. Bestehende Hürden für die Teilnahme wie Zugangsbeschränkungen zu Arbeitsgruppen müssen abgebaut werden.

9.4 Wie können wir die Beteiligten besser informieren?

„Unternehmer wissen oft nicht, welchen Profit man mit Normen und Standards erzielen kann, dass man auch als kleines Unternehmen Einfluss auf den Standardisierungsprozess nehmen kann, oder welchen Vorteil man hat, wenn man weiß, was auf dem Gebiet geschieht.“

Problemstellung
Eine Ursache für die geringe Beteiligung der Unternehmen an der Normung und Standardisierung sehen die an der Normung beteiligten Experten darin, dass die Normungsorganisationen nicht genügend über laufende Aktivitäten, bestehende Arbeitsgruppen oder geplante Projekte informieren. Auch darüber, unter welchen Voraussetzungen und auf welchem Weg man in die Arbeitsgruppen kommt und wie die Normungsarbeit generell abläuft, ist zu wenig bekannt. Während das DIN über sein Internetportal recht ausführlich informiert, sind vor allem die Informationsangebote der europäischen Organisationen CENELEC und CEN unübersichtlich und zum Teil nur für Mitglieder zugänglich.

Normen und Standards sind nur dann sinnvoll, wenn sich eine möglichst hohe Zahl der Produktentwickler und Hersteller daran hält. Die Entscheidung, ob man sich beim Design oder bei der Produktion an Standards orientiert, bleibt jedem Unternehmen selbst überlassen. Eine Hürde für die Nutzung vorhandener Normen durch die Mikrosystemtechnik-Unternehmen besteht darin, dass sich Interessenten die Informationen über beschlossene Normen, Bezugsquellen oder Änderungen im Normenwerk mühsam bei den jeweiligen Einrichtungen beschaffen müssen. Die nächste Hürde ist die Investition in ein Normenpapier, dessen Relevanz für das Unternehmen sich meist erst dann herausstellt, wenn es gekauft und gelesen worden ist. Die Nutzung einer Norm ist häufig an weitere Normen geknüpft, die dann ebenfalls gekauft und geprüft werden müssen – und sich nicht selten als irrelevant herausstellen. Ein Normenpapier oder Auszüge daraus einzusehen, bevor es gekauft wird, ist bei DIN-Normen grundsätzlich möglich, aber in der Regel mit einem Zeit- und Kostenaufwand verbunden.

Lösungsansätze
Neben der Effektivität der Gremienarbeit sollten die Normungsorganisationen auch ihre Informationspolitik verbessern. Sie müssen den Normungsprozess transparenter machen, Möglichkeiten, Regelungen und Auflagen für eine Beteiligung darstellen und über laufende und geplante Arbeiten informieren. Die Normungseinrichtungen sind zudem aufgefordert, Informationen über den Beschluss neuer Normen oder Änderungen an bestehenden Normen aktiver an die Unternehmen heranzutragen. Aus der Holschuld der Nutzer sollte eine Bringschuld der bereitstellenden Einrichtungen werden.

Eine sinnvolle Maßnahme wäre es, Informationen über die Normungsarbeit in der Mikrosystemtechnik auf einer zentralen Plattform zu bündeln und so die Informationen schneller und zielgerichteter den interessierten Kreisen zuzutragen. Diese Plattform einzurichten, sollte idealerweise die gemeinsame Aufgabe der nationalen und internationalen Normungsorganisationen sein. Diese Aufgabe kann aber auch vom Verband IVAM übernommen werden.

Ein Einblick in Normenpapiere, Normenentwürfe, technische Spezifikationen und Richtlinien sollte grundsätzlich allen Interessierten ohne Kosten- und Reiseaufwand ermöglicht werden, damit diese prüfen können, inwieweit die Vorgaben für die eigenen Aktivitäten relevant sind und ob sich der Kauf lohnt.

Vor allem auf europäischer Ebene ist das Normungssystem, was die Mikrosystemtechnik betrifft, sehr undurchsichtig. Aktivitäten mit Bezug zur Mikrosystemtechnik werden kaum öffentlich gemacht oder sind in der Systematik der Arbeitsgremien in Bereichen wie Informationstechnik, Messtechnik oder Medizintechnik verborgen. Dass insbesondere das europäische Normungssystem einer Modernisierung bedarf, hat man bereits erkannt. In dem Projekt „Future Landscape of European Standardisation“ (FLES) arbeiten die europäischen Organisationen CEN und CENELEC daran, das europäische Normungssystem offener, flexibler und effektiver zu gestalten, um besser auf die Herausforderungen neuer und konvergierender Technologien reagieren zu können.[8] Auf die Ergebnisse dieser Bemühungen darf man gespannt sein.

Physio Check - passives Lab-on-a-chip-System für die Diagnostik.
Foto: Bartels Mikrotechnik GmbH

[8] Das normungspolitische Konzept der Bundesregierung als Maßnahme zur Mittelstandsförderung. Rede von Hartmut Schauerte, Parlamentarischer Staatssekretär beim Bundesminister für Wirtschaft und Technologie und Mittelstandsbeauftragter der Bundesregierung, anlässlich der Mittelstandskonferenz „Erfolgsfaktor Normung“, Berlin, 08.04.2008.

10 MST-Normen

Veröffentlichte Normen und Richtlinien, Bezugsquellen und laufende Projekte

Abkürzung	Bedeutung
DIN (plus Zählnummer)	nationale Norm, die ausschließlich oder überwiegend nationale Bedeutung hat
DIN EN (plus Zählnummer)	deutsche Ausgabe einer europäischen Norm, die unverändert übernommen wurde
DIN EN ISO (plus Zählnummer)	deutsche Ausgabe einer europäischen Norm, die mit der internationalen Norm identisch ist
DIN ISO, DIN IEC, DIN ISO/IEC (plus Zählnummer)	unveränderte Übernahme einer internationalen Norm in das deutsche Normenwerk

DIN-NORMEN

Bezugsquellen für DIN Normen

Beuth Verlag GmbH
Burggrafenstraße 6 | 10787 Berlin
Telefon +49 30 2601-0 | Telefax +49 30 2601-1260
www.beuth.de

Internet-Bestellung:
www.beuth.de > Download Bestellungen (Registrierung notwendig)
www.nafuo.din.de > Normen des NA

Einsichtnahme in DIN-Normen

DIN-Normen-Auslegestelle beim DKE-Schriftstückservice
VDE-Haus | Stresemannallee 15 | 60596 Frankfurt am Main
Frau Bamberg, Tel. +49 69 63 08-4 42 | Frau Mack, Tel. +49 69 63 08-3 82
weitere Auslegestellen (z.T. kostenpflichtig) gibt es an zahlreichen Hochschulen in Deutschland
www.beuth.de > Auslegestellen

Fertigungsmittel für Mikrosysteme

Veröffentlichte Normen des DIN NA 027-03-03 AA

DIN 32561 2003-09 Fertigungsmittel für Mikrosysteme - Werkstückträger - Anschlussmaße und Toleranzen

DIN 32563 2002-03 Fertigungsmittel für Mikrosysteme - Klassifizierungssystem für Mikrobauteile

DIN 32564-1 2004-05 Fertigungsmittel für Mikrosysteme - Begriffe - Teil 1: Allgemeine Begriffe der Mikrosystemtechnik

DIN 32564-2 2004-05 Fertigungsmittel für Mikrosysteme - Begriffe - Teil 2: Basistechnologien und Herstellung

DIN 32564-3 2004-05 Fertigungsmittel für Mikrosysteme - Begriffe - Teil 3: Handhabung, Lagerung und Transport

DIN 32565 2007-10 Fertigungsmittel für Mikrosysteme - Schnittstelle zwischen Endeffektor und Handhabungsgerät

DIN 32566 2007-12 Fertigungsmittel für Mikrosysteme - Spezifikation eines Maskentragrings für die Röntgentiefenlithographie

Laufende Projekte des DIN NA 027-03-03 AA

DIN 32561 Fertigungsmittel für Mikrosysteme - Werkstückträger - Anschlussmaße und Toleranzen

DIN 32567 Fertigungsmittel für Mikrosysteme - Ermittlung von Materialeinflüssen auf die Messunsicherheit in der optischen und taktilen Messtechnik

DIN 32568 Fertigungsmittel für Mikrosysteme - Produktionszellen für die Mikrotechnik - Inter- und intramodulare Schnittstellen

Mikrooptik und integrierte Optik

Veröffentlichte Normen des NA 027-01-21 AA

DIN 58002 2001-12 Integrierte Optik - Nahfeldmessverfahren für einmodige optische Chipkomponenten

DIN EN ISO 11807-1 2005-05 Integrierte Optik – Begriffe - Teil 1: Grundbegriffe und Formel zeichen (ISO 11807-1:2001); Deutsche Fassung EN ISO 11807-1:2005

DIN EN ISO 11807-2 2005-05 Integrierte Optik – Begriffe - Teil 2: Begriffe für die Klassifizie rung (ISO 11807-2:2001); Deutsche Fassung EN ISO 11807-2:2005

DIN EN ISO 14880-1 2005-05 Mikrolinsenarrays - Teil 1: Begriffe (ISO 14880-1:2001 + Corr. 1:2003); Deutsche Fassung EN ISO 14880-1:2005

DIN EN ISO 14880-2 2007-03 Optik und Photonik - Mikrolinsenarrays - Teil 2: Prüfverfahren für Wellenfrontaberrationen (ISO 14880-2:2006); Deutsche Fassung EN ISO 14880-2:2006

DIN EN ISO 14880-3 2006-08 Optik und Photonik - Mikrolinsenarrays - Teil 3: Prüfverfahren für optische Eigenschaften außer Wellenfrontaberrationen (ISO 14880-3:2006); Deutsche Fassung EN ISO 14880-3:2006

DIN EN ISO 14880-4 2006-08 Optik und Photonik - Mikrolinsenarrays - Teil 4: Prüfverfah- ren fürgeometrische Eigenschaften (ISO 14880-4:2006); Deutsche Fassung EN ISO 14880-4:2006

DIN EN ISO 14881 2005-05 Integrierte Optik - Schnittstellen - Kopplungsrelevante Parame- ter (ISO 14881:2001); Deutsche Fassung EN ISO 14881:2005

DIN EN ISO 15902 2005-05 Optik und Photonik - Diffraktive Optik - Begriffe (ISO 15902:2004); Deutsche Fassung EN ISO 15902:2005

Laufende Projekte des DIN NA 027-01-21 AA

ISO/CD TR 14880-5 Optik und Photonik - Mikrolinsenarrays - Teil 5: Leitfaden zur Prüfung

Aus der internationalen Normung ins DIN-Regelwerk übernommene Normen (s. IEC)

DIN EN 62047-1:2006-10 Halbleiterbauelemente - Bauteile der Mikrosystemtechnik - Teil 1: Begriffe und Definitionen (IEC 62047-1:2005); Deutsche Fassung EN 62047-1:2006

DIN EN 62047-2:2007-02 Halbleiterbauelemente - Bauteile der Mikrosystemtechnik - Teil 2: Prüfverfahren zur Zugbeanspruchung bei Dünnschicht-Werkstoffen (IEC 62047-2:2006); Deutsche Fassung EN 62047-2:2006

DIN EN 62047-3:2007-02 Halbleiterbauelemente - Bauteile der Mikrosystemtechnik - Teil 3: Dünnschicht-Standardmikroprobe für die Prüfung der Zugbeanspruchung (IEC 62047-3:2006); Deutsche Fassung EN 62047-3:2006

DIN IEC 62047-4 Halbleiterbauelemente - Bauteile der Mikrosystemtechnik - Teil 4: Fachgrundspezifikation für Bauteile der Mikrosystemtechnik (IEC 47/1857/CD:2006)

VDI-RICHTLINIEN

Bezugsquellen für VDI-Richtlinien

Beuth Verlag GmbH
Burggrafenstraße 6 | 10787 Berlin
Telefon +49 30 2601-0 | Telefax +49 30 2601-1260
www.beuth.de
Internet-Bestellung: www.beuth.de > Download Bestellungen (Registrierung notwendig)

Mikro- und Feinwerktechnik

VDI/VDE-Handbuch Mikro- und Feinwerktechnik

Optische Technologien

VDI/VDE-Handbuch Optische Technologien

Weitere VDI-Richtlinien aus den Bereichen Reinraumtechnik, Messtechnik oder Werkstofftechnik unter www.vdi-richtlinien.de

ISO-NORMEN

Bezugsquelle für ISO-Normen

Internet-Bestellung:
www.iso.org > ISO Store

Fertigungsmittel für Mikrosysteme / Production equipment for microsystems

ISO/DIS 29262 2009-04 Fertigungsmittel für Mikrosysteme - Schnittstelle zwischen Endeffektor und Handhabungsgerät (Norm-Entwurf) (vgl. DIN 32565 2007-10)

Integrierte Optik, Optik und Photonik

IISO 11807-1 2001-07 Integrierte Optik - Begriffe - Teil 1: Grundbegriffe und Formelzeichen

ISO 11807-2 2001-07 Integrierte Optik - Begriffe - Teil 2: Begriffe zur Klassifizierung

ISO 14880-1 2001-08 Mikrolinsenarrays - Teil 1: Begriffe

ISO 14880-1 Technical Corrigendum 1 2003-08 Mikrolinsenarrays - Teil 1: Begriffe; Korrektur 1

ISO 14880-1 Technical Corrigendum 2 2005-08 Mikrolinsenarrays - Teil 1: Begriffe; Korrektur 2

ISO 14880-2 2006-02 Optik und Photonik - Mikrolinsenarrays - Teil 2: Prüfverfahren für Wellenfrontaberrationen

ISO 14880-3 2006-06 Optik und Photonik - Mikrolinsenarrays - Teil 3: Prüfverfahren für optische Eigenschaften außer Wellenfrontaberrationen

ISO 14880-4 2006-06 Optik und Photonik - Mikrolinsenarrays - Teil 4: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften

ISO 14881 2001-06 Integrierte Optik - Schnittstellen - Kopplungsrelevante Parameter

ISO 15902 2004-04 Optik und Photonik - Diffraktive Optik - Begriffe

ISO 15902 Technical Corrigendum 1 2005-12 Optik und Photonik - Diffraktive Optik - Begriffe; Korrektur 1

Weitere ISO-Normen aus dem Bereich Messtechnik unter ISO TC 213 „Dimensional and 40 geometrical product specifications and verification“ unter www.iso.org > ISO Catalogue

IEC-NORMEN

Bezugsquelle für IEC-Normen

Internet-Bestellung:
http://webstore.iec.ch

Bauteile der Mikrosystemtechnik / Micro-electromechanical devices

Veröffentlichte Normen des IEC

IEC 62047-1 (2005-09) Semiconductor devices - Micro-electromechanical devices - Part 1: Terms and definitions

IEC 62047-2 (2006-08) Semiconductor devices - Micro-electromechanical devices - Part 2: Tensile testing method of thin film materials

IEC 62047-3 (2006-08) Semiconductor devices - Micro-electromechanical devices - Part 3: Thin film standard test piece for tensile testing

IEC 62047-4 (2008-08) Semiconductor devices - Micro-electromechanical devices - Part 4: Generic specification for MEMS

IEC 62047-6 (2009-04) Part 6: Axial fatigue testing methods of thin film materials (aktuelles Dokument: IEC 47/1945/CDV)

Laufende Projekte des IEC

Part 5: RF MEMS switches (aktuelles Dokument: IEC 47/1965/CD)

Part 7: MEMS FBAR Filter and Duplexer (aktuelles Dokument: IEC 47/1969/CD)

Part 8: Strip bending test method for tensile property measurement of thin films (aktuelles Dokument: IEC 47/1961/CD)

Part 9: Wafer to wafer bonding strength measurement for MEMS (aktuelles Dokument: IEC 47/1947/CD)

Part 10: Micro-pillar compression test for MEMS materials (aktuelles Dokument: IEC 47F/4/NP)

Laufende Projekte des IEC

Part 11: Test method for linear thermal expansion coefficients of MEMS materials (aktuelles Dokument: IEC 47F/5/NP)

Part 12: A method for fatigue testing thin film materials using the resonant vibration of a MEMS structure

Part 8: Strip bending test method for tensile property measurement of thin films (aktuelles Dokument: IEC 47/1961/CD)

Part 13: Adhesive strength measurement method for MEMS structure

SEMI-NORMEN

Bezugsquelle für SEMI-Normen

Internet-Bestellung:
www.semi.org > Standards > Purchase Standards oder
http://dom.semi.org/downloads.nsf

MEMS

Bisher veröffentlichte SEMI-MEMS-Normen

SEMI MS1-0307 - Guide to Specifying Wafer-Wafer Bonding Alignment Targets

SEMI MS2-0307 - Test Method for Step-Height Measurements of Thin, Reflecting Films using an Optical Interferometer

SEMI MS3-0307 - Terminology for MEMS Technology

SEMI MS4-1107 - Standard Test Method for Young's Modulus Measurements of Thin, Reflecting Films Based on The Frequency of Beams in Resonance

SEMI MS5-1107 - Test Method for Wafer Bond Strength Measurements Using Micro-Chevron Test Structures

SEMI MS6-0308 - Guide for Design and Materials for Interfacing Microfluidic Systems

SEMI MS7-0708 - Specification for Microfluidic Interfaces to Electronic Device Packages

SEMI MS8-0309 - Guide to Evaluating Hermeticity of MEMS Packages

Weitere SEMI-Normen für die Bereiche Mikrolithografie, Packaging, Fotovoltaik, Flat Panel Displays, Materialien unter http://www.semi.org/en/P001204

CEN-Normen

Bezugsquelle für CEN-Normen

Internet-Bestellung: über das DIN, www.nafuo.din.de > Europäische Gremien > CEN/TC 123 Laser und Photonik > Normen des Gremiums

Laser, Optik und Photonik

Bisher veröffentlichte CEN-Normen

EN ISO 11145 2008-07 Optics and photonics - Lasers and laser-related equipment - Vocabulary and symbols (ISO 11145:2006)

EN ISO 11146-1 2005-01 Lasers and laser-related equipment - Test methods for laser beam widths, divergence angles and beam propagation ratios - Part 1: Stigmatic and simple astigmatic beams (ISO 11146-1:2004)

EN ISO 11146-2 2005-02 Lasers and laser-related equipment - Test methods for laser beam widths, divergence angles and beam propagation ratios - Part 2: General astigmatic beams (ISO 11146-2:2005)

EN ISO 11151-1 2000-06 Lasers and laser-related equipment - Standard optical components - Part 1: Components for the UV, visible and near-infrared spectral range (ISO 11151-1:2000)

EN ISO 11151-2 2000-06 Lasers and laser-related equipment - Standard optical components - Part 2: Components for the infrared spectral range (ISO 11151-2:2000)

EN ISO 11252 2008-07 Lasers and laser-related equipment - Laser device - Minimum requirements for documentation (ISO 11252:2004)

Bisher veröffentlichte CEN-Normen

EN ISO 11254-1 2000-06 Lasers and laser-related equipment - Determination of laser-induced damage threshold of optical surfaces - Part 1: 1-on-1 test (ISO 11254-1:2000)

EN ISO 11254-2 2001-09 Lasers and laser-related equipment - Determination of laser-induced damage threshold of optical surfaces - Part 2: S on 1 test (ISO 11254-2:2001)

EN ISO 11254-3 2006-09 Lasers and laser-related equipment - Determination of laser-induced 42 damage threshold of optical surfaces - Part 3: Assurance of laser power (energy) handling capabilities (ISO 11254-3:2006)

EN ISO 11551 2003-12 Optics and optical instruments - Lasers and laser-related equipment - Test method for absorptance of optical laser components (ISO 11551:2003)

EN ISO 11554 2008-07 Optics and photonics - Lasers and laser-related equipment - Test me thods for laser beam power, energy and temporal characteristics (ISO 11554:2006)

EN ISO 11670 2003-04 Lasers and laser-related equipment - Test methods for laser beam parameters - Beam positional stability (ISO 11670:2003)

EN ISO 11670/AC 2004-12 Lasers and laser-related equipment - Test methods for laser beam parameters - Beam positional stability (ISO 11670:2003)

EN ISO 11807-1 2005-03 Integrated optics - Vocabulary - Part 1: Basic terms and symbols (ISO 11807-1:2001)

EN ISO 11807-2 2005-03 Integrated optics - Vocabulary - Part 2: Terms used in classification (ISO 11807-2:2001)

EN ISO 11990 2003-04 Optics and optical instruments - Lasers and laser-related equipment - Determination of laser resistance of tracheal tube shafts (ISO 11990:2003)

EN ISO 12005 2003-04 Lasers and laser-related equipment - Test methods for laser beam parameters - Polarization (ISO 12005:2003)

EN ISO 13694 2000-04 Optics and optical instruments - Lasers and laser-related equipment - Testmethods for laser beam power (energy) density distribution (ISO 13694:2000)

EN ISO 13694/AC 2007-10 Optics and optical instruments - Lasers and laser-related equip ment - Test methods for laser beam power (energy) density distribution (ISO 13694:2000/ Cor 1:2005)

EN ISO 13695 2004-06 Optics and photonics - Lasers and laser-related equipment - Test methods for the spectral characteristics of lasers (ISO 13695:2004)

EN ISO 13696 2002-07 Optics and optical instruments - Test methods for radiation scattered by optical components (ISO 13696:2002)

EN ISO 13697 2006-05 Optics and photonics - Lasers and laser-related equipment - Test methods for specular reflectance and regular transmittance of optical laser components (ISO 13697:2006)

EN ISO 14880-1 2005-03 Microlens array - Part 1: Vocabulary (ISO 14880-1:2001, including Corrigendum 1:2004)

EN ISO 14880-2 2006-12 Optics and photonics - Microlens arrays - Part 2: Test methods for wavefront aberrations (ISO 14880-2:2006)

EN ISO 14880-3 2006-06 Optics and phonotics - Microlens arrays - Part 3: Test methods for optical properties other than wavefront aberrations (ISO 14880-3:2006)

EN ISO 14880-4 2006-06 Optics and photonics - Microlens arrays - Part 4: Test methods for geometrical properties (ISO 14880-4:2006)

EN ISO 14881 2005-03 Integrated optics - Interfaces - Parameters relevant to coupling pro perties (ISO 14881:2001)

EN ISO 15367-1 2003-09 Lasers and laser-related equipment - Test methods for determination of the shape of a laser beam wavefront - Part 1: Terminology and fundamental aspects (ISO 15367 1:2003)

EN ISO 15367-2 2005-03 Lasers and laser-related equipment - Test methods for determination of the shape of a laser beam wavefront - Part 2: Shack-Hartmann sensors (ISO 15367-2:2005)

EN ISO 15902 2005-03 Optics and photonics - Diffractive optics - Vocabulary (ISO 15902:2004)

EN ISO 17526 2003-06 Optics and optical instruments - Lasers and laser-related equipment - Lifetime of lasers (ISO 17526:2003)

EN ISO 24013 2006-11 Optics and photonics - Lasers and laser-related equipment - Measu rement ofphase retardation of optical components for polarized laser radiation (ISO 24013:2006)

Laufende Projekte des CEN

prEN ISO 11252 rev Lasers and laser-related equipment - Laser device - Minimum require ments for documentation (ISO 11252:2004)

prEN ISO 11553-3 Safety of machinery - Laser processing machines - Part 3: Safety requirements for noise reduction and noise measurement methods for laser processing machines and hand-held processing devices and associated auxiliary equipment (accuracy grade 2) (ISO/DIS 11553-3:2008)

prEN ISO 11990-1 rev Optics and optical instruments - Lasers and laser-related equipment - Determination of laser resistance of tracheal tube shafts

prEN ISO 11990-2 Lasers and laser-related equipment - Determination of laser resistance of tracheal tubes - Part 2: Tracheal tube cuffs (ISO/DIS 11990-2:2008)

prEN ISO 21254-1 Lasers and laser-related equipment - Test methods of laser radiation-induced damage threshold - Part 1: Definitions and general principles (ISO/DIS 21254-1:2008)

prEN ISO 21254-2 Lasers and laser-related equipment - Test methods of laser radiation-induced damage threshold - Part 2: Threshold determination (ISO/DIS 21254-2:2008)

prEN ISO 21254-3 Lasers and laser-related equipment - Test methods for laser radiation-induced damage threshold - Part 3: Assurance of laser power (energy) handling capabilities (ISO/DIS 21254-3:2008)