

MEDIZINTECHNIK-LÖSUNGEN FÜR MEHR
LEBENSQUALITÄT IM ALTER
BENUTZERFREUNDLICHES DESIGN ALS VORAUSSETZUNG FÜR SENI-
ORENGERECHTE UND MENSCHLICHERE PRODUKTE

Prof. Dr.-Ing. Heinz Weißmantel
Dipl.-Ing. Robert Kissel

Institut für Elektromechanische Konstruktionen, Technische Universität Darmstadt,
Deutschland

Gekürzte Fassung. Original ist im Internet unter www.emk.tu-damstadt.de zu finden

ZUSAMMENFASSUNG

*„Entwickle und gestalte für den Menschen, und du schließt alt und jung ein.“
Dieses Motto ist seit 10 Jahren die Grundlage für die Ausbildung von Studenten der
Mechatronik am Institut für Elektromechanische Konstruktionen der TU Darmstadt.
Der Autor zeigt die Regeln auf, die den Studenten helfen, Geräte auf ihre Benutzer-
freundlichkeit zu testen und neue Geräte insbesondere der Haushaltstechnik zu gestal-
ten. Besonderer Wert wird auf seniorenfreundliche Merkmale bei der Nutzung der
Geräte gelegt.*

1 EINLEITUNG

Entwickle und gestalte für den Menschen, und du schließt alt und jung ein.
Dieses Motto muss ein Ziel sein für Ingenieure, Konstrukteure und Designer, die
neue, benutzungsfreundliche und barrierefreie Geräte für den Haushalt, für Sport,
Spiel, Information und Medizin für alt und jung entwickeln und gestalten sowie für
diejenigen die, junge Menschen dafür ausbilden.
Der Umgang mit modernen technischen Geräten fällt, wie jeder aus eigener Erfah-
rung weiß, nicht nur vielen älteren Menschen schwer. Auch jüngere, selbst Ingenie-
re, können ganz schön in Schwierigkeiten geraten, wenn sie mit neuen, vielleicht so-
gar programmierbaren Geräten wie Telefon, Waschmaschine, CD-Spieler, Videore-
corder oder gar einer Videokamera umgehen wollen. Häufig wird nur ein kleiner Teil
der im Gerät vorhandenen Funktionen wirklich genutzt. Es ist deprimierend, neue
Errungenschaften der Technik nicht oder nur noch mit einer meist unverständlichen
und umfangreichen Bedienungsanleitung nutzen zu können oder andere zu Hilfe ho-
len zu müssen.

Wenn man vom Hersteller verlangt, dass er Geräte auf den Markt bringt, die den Forderungen nach dem „Design for all“ genügen, müssen diese Forderungen des Kunden auch dem Entwickler bekannt sein. Leider haben sich in der Regel bisher weder das Marketing, noch die Designer und die Entwicklungsingenieure vieler Firmen um die Benutzerfreundlichkeit Gedanken gemacht. Der Begriff „Der Kunde ist König“ wird beiseite geschoben.

Insbesondere ältere Menschen haben Probleme mit modernen Geräten. „Design für alle“ bedeutet, dass gerade die Älteren oder auch „Senioren“ mit diesen Produkten ohne fremde Hilfe zurecht kommen müssen. Das heißt, die Geräte sollten seniorengerecht, ein üblicher Begriff der Konstruktionsmethodik, ausgelegt sein. Solche Geräte sind den Fähigkeiten älterer Menschen anzupassen und die Anforderungsliste für die Produktentwicklung muss entsprechende Forderungen enthalten. Anforderungskataloge, die dem Entwickler und Designer helfen, gibt es schon /L1/. Man muss sie nur kennen und anwenden.

Warum werben eigentlich Industrie und Handel nicht mit der Benutzerfreundlichkeit ihrer Produkte?

Im folgenden sollen einige Regeln, aus dem Regelwerk, „Benutzerfreundliches und senioren sicheres Design, „SENSI“ vorgestellt werden /L1/. Das Regelwerk wurde in Zusammenarbeit mit Studenten der Studienrichtung Elektromechanische Konstruktionen an der TU Darmstadt aufgebaut. In Projektseminaren, Studien- und Diplomarbeiten und z.Z. auch in einer von der DFG geförderten Dissertation wurden und werden die Grundlagen für dieses Regelwerk geschaffen. Die Regeln sollen dem Ingenieur und Designer helfen, Geräte und Produkte zu entwickeln, die keine Barrieren aufbauen und soweit dies heute möglich ist, auch benutzerfreundlich sind. SENSI ist eine Kombination aus den Begriffen **sensibilisieren** und aus **senioren sicher**. Es ist unter www.emk.e-technik.tu-darmstadt.de Stichwort „SENSI“ kostenlos abrufbar gespeichert.

2 DAS REGELWERK

Das Regelwerk dient dem Produktentwickler bei seiner Aufgabe, benutzerfreundliche Produkte zu entwerfen /L1/.

Es werden die allgemeinen technischen Einflussfaktoren, wie z.B. die Art, Größe und die Mechanik von Stellteilen mit den altersbedingten Beeinträchtigungen wie den sensitiven, körperlichen und geistigen Fähigkeiten des Menschen verknüpft. Die Beziehungen zwischen beiden führen zu den allgemeinen Konstruktionsregeln mit zusätzlichen Informationen und Erläuterungen und zu Konstruktionshinweisen. Die Punkte in der Matrix (**Bild1**) kennzeichnen Abhängigkeiten zwischen Mensch und Gerät.

Altersbedingte Beeinträchtigungen		Allgemeine Einflussfaktoren										
		Sinne				Körper				Geist		
		a. Sehen	b. Hören / Tasten	c. Fühlen / Tasten	d. Riechen / Schmecken	e. Beweglichkeit	f. Kraft	g. Fingerfertigkeit	h. Informationsverarbeitung	i. Gedächtnis	j. Reaktionszeit	k. Koordination
I	Stellteile	1 Art	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2 Größe	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		3 Mechanik	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
II	Anzeigen	1 Beschriftung	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2 Art	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
III	Anordnung	1 Stellteile und Anzeigen	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
IV	Bedienungsanleitung	1 Getrennt vom Gerät	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2 Kurzfassung am Gerät	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
V	Menüs	1 Steuerung	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		2 Anzeige	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Bild 1
Verknüpfungen zwischen den geistigen Fähigkeiten, den Bedienungselementen und den dafür zuständigen Design oder Konstruktionsregeln (Auszug aus dem Regelkatalog)

Die speziellen technischen Einflussfaktoren, z.B. Gerätearten, Handhabung, Gerätefunktionen, werden ebenso mit den altersbedingten Beeinträchtigungen verknüpft. Daraus ergeben sich dann die speziellen Konstruktionsregeln.

Das Regelwerk lässt sich sowohl für Neuentwicklungen als auch für das Redesign und zur Überprüfung auf die Benutzerfreundlichkeit mit Erfolg einsetzen, wie die folgenden Beispiele zeigen.

2.1 ALLGEMEINE GESTALTUNGSREGELN FÜR DAS DESIGN BENUTZERFREUNDLICHER GERÄTE

2.1.1 STELLETEILE

Stellteile sollen am Gerät deutlich als solche zu erkennen sein, und sie sollen sich von anderen Stellelementen unterscheiden. Dies ist durch Form- und Farbgebung mit hoher Kontrastwirkung erreichbar. Stellteile zusammengehöriger Funktionsgruppen sollten von gleicher Art sein, ähnliche Form, Farbe und Größe aufweisen und sich von anderen Funktionsgruppen erkennbar unterscheiden, z.B. Kippschalter für Ein-, Ausschalten, Drehschalter für Lautstärke, Helligkeit, Senderwahl.

gut: schwarz / weiß, silbern / schwarz, hell / dunkel

schlecht: schwarz/ blau, schwarz / grün, grün / rot,

Das Erkennen der Stellelemente oder Stellteile durch Fühlen und Tasten muss möglich sein. Oft dient der Tastsinn bei schlechter Beleuchtung oder bei nicht ausreichender Sehkraft als alleinige oder zusätzliche Orientierung, z. B. über die Schalterstellung.

gut: deutlich strukturierte kontrastreiche Tasten (**Bild 2**),

schlecht: in die Oberfläche eingelassenen Sensortasten



Bild 2
Telefon der Telekom mit extra großen, kontrastreichen und griffigen Tasten. Auch die Bedienungsanleitung sowie die Programmierung ist verständlich gehalten.

Die Stellkraft ist so hoch zu wählen, so dass das Suchen des Stellelementes den Schaltvorgang nicht auslöst.

gut: Schalter mit Kippschwelle

schlecht: Sensortasten auf kapazitiver oder induktiver Basis

Die Stellteile sollen mit minimalem, aber deutlich spürbarem Kraftaufwand funktionieren und mit optimaler Kraftübertragung vom Finger oder von der Hand arbeiten.

Aufgrund der eingeschränkten Beweglichkeit der Fingerglieder und unkontrollierter Bewegung der Hand, (z.B. Zittern bei älteren Menschen) muss die Hand vor dem Zugreifen mit den Fingern fixiert werden können.

Der Stellvorgang ist dann sicherer durchführbar. Rotatorische Steller (Drehknöpfe) sind vorzuziehen, sie bieten dem Finger oder der Hand die Möglichkeit der Fixierung vor dem Stellvorgang, ohne diesen auszulösen.

gut: großer Stellweg, große Drehknöpfe, Drucktaster, Druckschalter

schlecht: kleine Stellelemente mit geringen Rückmelde- oder Stellkräften

Gute Lösungen zeigen die folgenden Beispiele, die von Studenten im Senta-Projekt der TU Berlin entwickelt wurden. Der Bodenstaubsauger (**Bild 3**) wird hier nicht wie üblich mit dem Fuß auf einem Bein balancierend eingeschaltet, sondern durch einen kurzen Stoß mit dem Fuß von der Seite auf das Rad (Tegel).



Bild 3
Bodenstaubsauger mit Aus-
Einschaltung durch kurzen Tritt
gegen das Rad
SENTHA-Projekt der TU Berlin,
Arbeitsgruppe Tegel

Die Fernbedienung in Form eines Stehaufmännchens (**Bild 4**) ist unverlierbar, fällt nicht herunter und kann in der Größe und Handhabbarkeit allen Erfordernissen angepasst werden. Auch eine Sprachsteuerung wäre in der Zukunft damit verwirklichtbar (Heine).



Bild 4
Fernsteuerung für den Fernseher als Stehaufmännchen
Unverlierbar, fällt nicht herunter und ist an fast alle Designforderungen anpassbar.
SENTHA-Projekt TU Berlin,
Arbeitsgruppe Heine

2.1.2 ANZEIGEN

Anzeigen sind eine wichtige Informationsquelle über den Betriebszustand eines Gerätes. Zeiger, Zahlen, Lichtzeichen, die Stellung des Schalters oder ein Warnton informieren. Wichtig ist die Art ihrer Anordnung.

Der Gebrauchsanleitung kommt eine zentrale Vermittlerrolle zwischen Hersteller, Gerät und Benutzer zu. Neue Fernsehgeräte und PCs nutzen Menüsteuerungen. Die Gebrauchsanleitung erscheint im Fernsehbild. Auf bedrucktes Papier wird verzichtet.

2.1.3 SCHRIFTLICHE INFORMATIONEN

Die Beschriftung eines Gerätes, Geräteteiles, seiner Schalter und Steuerungselemente stellt dem Benutzer unveränderliche Informationen über den Funktionszustand, die Bedeutung von Anzeigeelementen oder die Bedienfolge bereit. Wichtig sind Größe, Kontrast und Form der Beschriftung. Auch die verschiedenen Schriftarten lassen sich unterschiedlich gut lesen. Die Menge der schriftlichen Information muss knapp aber verständlich sein. Bildzeichen müssen selbsterklärend sein.

Die Muttersprache in knapper Form wird vom Nutzer, insbesondere in Gefahrensituationen, fremdsprachlichen Informationen oder Symbolen vorgezogen, zum Beispiel: **Ein/Aus**, statt **start/stop** oder **0/1** oder gar **on/off**. Schlecht ist **start** oder **on** für das Ausschalten.

2.1.4 GEBRAUCHSANLEITUNGEN

Man unterscheidet drei Arten von Gebrauchsanleitungen:

- die übliche, schriftliche Form,
- die am Gerät aufgeklebten, aufgedruckte oder geprägte Form
- die Menüform bei neueren Fernsehgeräten.

In allen Fällen gibt es gemeinsame Kriterien, wie die Beschaffenheit (Papier-, Folien- druck), Lesbarkeit, Verständlichkeit, Übersichtlichkeit, Vollständigkeit, Hilfen und Umsetzbarkeit auf das Produkt. Es ist zu beachten, dass bei kleiner Schrift und dem Gebrauch einer Leselupe nur noch eine Hand zur Bedienung frei ist. Bei Kurzanleitungen, die am Gerät angebracht sind, kommt die Forderung nach der Lesbarkeit während des Bedienens noch hinzu.

Gebrauchsanleitungen sollten klein und leicht sein und das Umblättern mit einer Hand ermöglichen. Großformatige, aus wenigen Blättern bestehende Anleitungen sollten aus einem steiferen Material hergestellt sein, damit sie beim einhändigen Halten nicht einknicken. Die mehrsprachige Anleitung sollte in die einzelnen Sprachen aufgeteilt und trennbar sein, so dass sich der Nutzer nur mit der muttersprachigen Gebrauchsanleitung auseinandersetzen muss. In der Literatur /L1,2,3/ findet man zur Erstellung von Gebrauchsanleitungen viele Anregungen, teilweise sogar Vorschriften.

2.1.5 MENÜSTEUERUNGEN

Sowohl in Geräten, die einem breiten Publikum zugänglich sind, wie z.B. Bank-, Fahrkarten- und Informationsautomaten, als auch Geräte für Beruf und Hobby, z.B. PC, CNC-Maschinen und im Hausbereich, z.B. Unterhaltungselektronik werden heute Menüsteuerungen eingesetzt. Mit ihrer Hilfe lassen sich komplexe Abläufe ohne zusätzliche Hilfe oder Informationen, z. B. mit der Fernbedienung des Fernsehers und des Videorecorders, steuern.

Anzeigen von Menüsteuerungen in oder an Geräten unterliegen den gleichen Anforderungen wie mechanische oder optische Anzeigen. Menüs bieten im Gegensatz zu anderen Anzeigen und Gebrauchsanleitungen die Möglichkeit der Darstellung fast beliebiger und auch veränderlicher Information mit variabler Tiefe, im Klartext und mit Bild. Zusätzlich ist zu beachten, dass das Bild nicht zu schnell verschwindet. Die folgende Menüstufe sollte immer vom Nutzer ausgelöst werden, damit er genügend Zeit für das Erfassen der Information hat. In Zukunft werden sich selbstprogrammierende und sprachgesteuerte Geräte dem Menschen zur Verfügung stehen. Dann könnten viele Bedienungsvorgänge einfacher werden.

2.2 SPEZIELLE TECHNISCHE EINFLUSSFAKTOREN FÜR DIE DESIGNREGELN

Neben den allgemeinen technischen Einflussfaktoren beeinflussen auch spezielle technische Einflussfaktoren im Zusammenspiel mit den altersbedingten Beeinträchtigungen die Benutzerfreundlichkeit eines Gerätes. Zu den speziellen technischen Einflussfaktoren gehören die Geräteart, die Handhabeverrichtungen, die Gerätefunktionen sowie die Bedienvorgänge.

Die Geräteart unterscheidet zwischen großen und kleinen Standgeräten sowie den Handgeräten, z.B. Spülmaschine, Mikrowellenkleingerät, Kaffeemühle oder Rasierer. Große Standgeräte werden nach dem Aufstellen nicht mehr bewegt. Neben den Stell- und Steuervorgängen sind zur Benutzung eines Gerätes oft auch Handhabeverrich-

tungen wie das Be- und Entladen, das Aufstellen und Wegräumen nötig. Zusätzliche, meist einmalige Handhabeverrichtungen wie das Aufbauen von Geräten aus einzelnen Baugruppen sind üblich. Sie beeinflussen die Nutzungsfreundlichkeit eines Gerätes erheblich. Ein benutzerfreundlicher Umgang mit Handgeräten setzt geringes Gewicht sowie ein „gutes in der Hand liegen“, voraus.

Zur Unterstützung sollten Griffe voll umfasst werden können, damit die Kraftübertragung durch Formschluss erfolgen kann. Da der Schalter in der Regel wegen der Konzentration auf die Tätigkeit nicht beobachtet wird, muss er für den auslösenden Finger gut ertastbar und mit Fingerdruck auslösbar sein. Die Stellteile dürfen sich nicht unbeabsichtigt, z.B. beim Weglegen in eine Schublade, verstellen. Das Gerät könnte sich beim Anschluss an die Steckdose selbständig in Bewegung setzen. Netzstecker sollten gut greifbar geformt sein, damit der Nutzer nicht an der Schnur ziehen muss. Die aufzubringenden Füge- und Lösekräfte müssen im Kraftschluss erfolgen können (**Bild 5**).

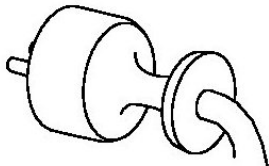


Bild 5

Sehr handlicher Stecker von einem Bügeleisen der Firma Rowenta. Der Stecker lässt sich ohne Problem aus der Steckdose ziehen.

3 DAS SENSI-HANDY ODER 180°-HANDY

Zum Schluss möge noch ein Beispiel das bisher dargestellte verdeutlichen /L8/.

Die Welt lebt mit Handys. Versuchen sie aber einmal mit einer Hand, in der linken Hand trägt man eine Tasche, eine Rufnummer aus der unteren rechten Ecke des Zifferneingabefeldes, etwa die Nummer 069/98085 einzugeben im **Bild 6** links.



Bild 6

Das rechte Handy (180°-Handy) lässt sich leichter mit einer Hand bedienen, als das linke herkömmliche Handy.

Dies führt zu erheblichen Schwierigkeiten bei Erwachsenen mit größeren Händen oder bei Älteren deren Gelenke nicht mehr so gut funktionieren. Warum legen die Designer das Bedienfeld nicht nach oben und das Anzeigefeld nach unten. (SENSY-Handy, im **Bild 6** rechts). Jeder ältere Benutzer, aber auch der Jüngere, könnte mit dem SENSI-Handy komfortabler als heute umgehen.

4.3 Medizintechnische Produkte für den privaten Gebrauch

Das Design eines medizintechnischen Produkts unterliegt denselben Kriterien wie das ganz normale Gerät des täglichen Gebrauchs. Allerdings ist es in der Regel für einen speziellen Kreis meist älterer Menschen konzipiert. Wer von den Jüngeren benötigt schon Hörgeräte, Blutdruck- und Blutzuckermessgeräte und telefonische Hilfen für den Notfall. Nutzer dieser Geräte sind in der Mehrzahl die über 60 jährigen. Für diesen Personenkreis trifft das was unter barrierefreiem und nutzerfreundliche Design verstanden wird, besonders zu. Auch kommen mit dem höheren Alter mehrere Handicaps zusammen. Z.B. führen die Spätfolgen des Diabetes zu Behinderungen im Bereich des Greifens, des Fühlens, des Sehens, usw. Hoher Blutdruck ist oft ständiger Begleiter des Diabetikers. Für diese Menschen und die Geräte, die ihnen das Leben erleichtern sollen, muss das oben gesagte in besonderem Maße gelten. Die Industrie und deren Designer haben in den letzten Jahren mehr getan, um ihren Kunden das Handhaben der Geräte zu erleichtern. Blutzuckermessgeräte, **Bild7**, sind trotz ihrer handlichen Größe recht senioren- d.h. nutzerfreundlich-. Große konturenscharfe Anzeige, relativ große Tasten mit Rückmeldung, allerdings manchmal kippelig.-



Bild 7
Beispiel für Blutzucker-
messgeräte

Will man jedoch die Messdaten auf dem Computer verarbeiten, muss auch hier die Enkelgeneration, so vorhanden, Opa und Oma unterstützen. Die Gebrauchsanweisungen sind für den Laien häufig unverständlich, und niemand denkt daran, dass die Beschreibung nicht schnell auffindbar ist.

Besondere Anforderungen stellen Hörgeräte wegen ihrer Kleinheit. **Bild 8.**
Bild 8

Beispiele moderner Hörgeräte



Ein oder gar zwei Geräte im Ohr zu befestigen, verlangt große Fingerfertigkeit. Wer verfügt noch darüber im Alter von über 80 Jahren. Daher liegen die Hörgeräte oft in einer Schublade und wenn sie dann gebraucht werden, ist die Batterie leer.

Die Vielfalt dieser Geräte ist sehr groß. Die Auswahl ist schwierig und verlangt viel Geduld und Sorgfalt vom Träger und vom Hörgeräteakustiker.

Andere Beispiele medizintechnischer Geräte, sind Blutdruckmessgeräte, Venendurchflussmesser und in ein paar Jahren sicher auch Augeninnendruckmessgeräte.

Auch bei den Hilfe-Ruf-Geräten zeichnen sich Verbesserungen ab, die noch mehr Funktionen in sich vereinen, z.B. „der Buttler.“ Hoffentlich sind sie dann im Notfall auch leicht bedienbar.

Wenn man mit einem technischen Gerät nicht umgehen kann, dann liegt dies in der Regel nicht am Unvermögen des Menschen sondern am nicht nutzerfreundlichen Design.

4 WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

- /L1/ Weißmantel, H. und Biermann, H.,
SENSI-Geräte Benutzerfreundlich und barrierefrei durch das richtige Design (Regelwerk SENSI) VDI 1995 kostenlos im Internet abrufbar über:
<http://www.emk.e-technik.tu-darmstadt.de/~sensi/sensi.html>
- /L2/ Hess. Ministerium für Frauen, Arbeit und Sozialordnung,
Benutzerfreundlich und seniorengerecht - Tipps und Anregungen für die Auswahl bedarfsgerechter Produkte,
Erhältlich über die Verbraucherzentrale Hessen, Reuterweg 51-53, 60323 Frankfurt
- /L3/ Pichert, H.,
Barrierefreie Hausgeräte-nutzerfreundliche Helfer im Alltag, Verbraucherdienst, 1995
- /L4/ Schmidtke, H. et al.,
Handbuch der Ergonomie (HDE),
Hanser-Verlag München, 1988
- /L5/ Lohrum, M.,
Nicht alle Kunden sind jung,
in: Meyer-Hentschel, *Handbuch Seniorenmarketing*, Dt. Fachverlag, Frankfurt, 2000
- /L6/ Schneider-Hufschmidt, M. und Pernsteiner, P.,
Der Weg zum seniorengerechten Telefon,
in: Meyer-Hentschel, *Handbuch Seniorenmarketing*, Dt. Fachverlag, Frankfurt, 2000
- /L7/ Weißmantel, H.,
Benutzungsfreundliches Design als Voraussetzung für seniorengerechte und menschlichere Produkte
in: Pro Sechzig, Media-Verlag, Darmstadt, 2002, auch in: Meyer-Hentschel, *Handbuch Seniorenmarketing*, Dt. Fachverlag, Frankfurt, 2000
- /L8/ Weißmantel, H. und Kissel, R.,
Klar und deutlich - Produkte benutzerfreundlich konzipieren,
Feinwerktechnik und Mikrotechnik, Nr. 3/2002, München, Hanser Verlag, 2002, S. 57-59
- /L9/ Liebert, W. und Schmitt, R.,
Sprachwissenschaftler schreiben die besseren Gebrauchsanweisungen,
DIS Sprachreport, 01.98, Institut für Deutsche Sprache, liebert@uni-trier.de
- /L10/ von Randow
Wenn die Technik zu blöd für Opa ist.
Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung 3.3. 2002

Weitere Veröffentlichungen

Baier, Elvira
Hausgeräte und Senioren-Probleme und Wünsche
DIN Mitteilungen 7-2005 S.29-35

Arbeitskreis SENSI-Hessen
Benutzerfreundlich und seniorengerecht
Tipps und Anregungen für die Auswahl bedarfsgerechter Produkte Verbraucherzent-
rale Hessen, Ffm. 2002
und neu:
Barrierefreie Unterhaltungselektronik – gibt es das ?
Verbraucherzentrale Hessen, Ffm. 2005

Arbeitskreis barrierefreie Hausgeräte DGH
„Barrierefreie Hausgeräte“ Infoblätter Energie-
Verlag Heidelberg

Stiftung Warentest
Diverse Testhefte, Berlin

Eicher, Kern, Schlaak, Werthschützky
Mechatronische Systeme für die Medizintechnik
www.institut-emk.de

Kern, Werthschützky, Schlaak
Mikro-Elektromechanische Systeme in der Medizintechnik – Projektkanon am Institut
für Elektromechanische Konstruktionen- TU-Darmstadt