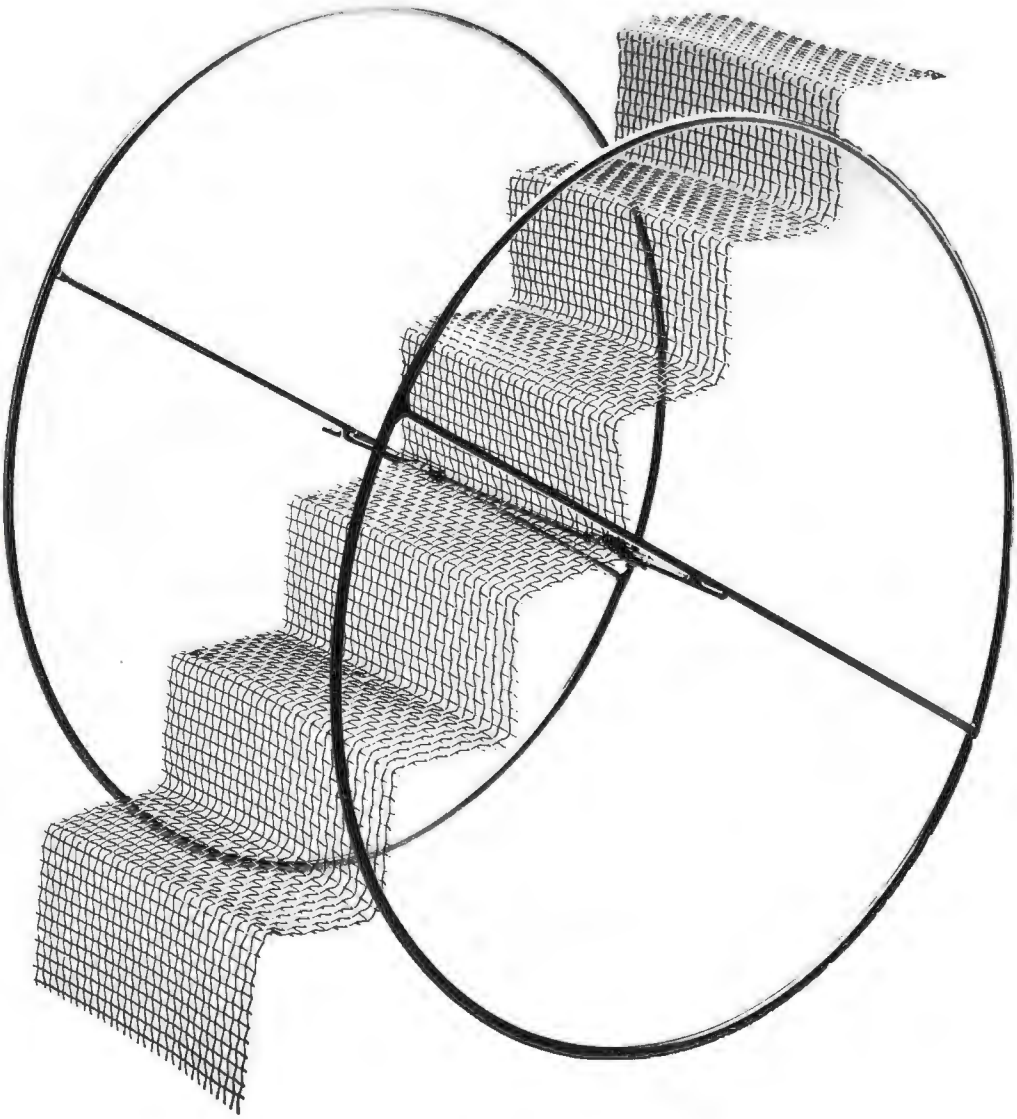
EXEMPLA '96



Im Räderwerk der Mechanik

EXEMPLA '96

Im Räderwerk der Mechanik

Eine Sonderschau der
48. Internationalen
Handwerksmesse
München
vom 9.–17. März 1996

Ausstellung:

Veranstalter:
Verein zur Förderung des Handwerks e.V., München

Leitung der Sonderschau:
Peter Nickl

Gestaltung:
Professor Hans Ell

Organisation:
Wolfgang Lösche

Dank:
Für Leihgaben in der Exempla '96 ist zu danken: Audi AG, BMW AG, Deutsches Museum München, Deutz-Fahr Agrartechnik GmbH, Dr. Gunther Joppig, Kunstsammlungen der Veste Coburg, Mercedes Benz AG.

Abbildung auf der Titelseite:
Vratislav Karel Novák, Kinetisches Objekt

Katalog:

© 1996 Bayerischer Handwerkstag e.V., München

Texte:
Dr. Dorothea Lehner-Löhr, Wolfgang Lösche, Peter Nickl, Dipl.-Ing. Hans Straßl, Deutsches Museum München, Seite 37–41, Dr. Gunther Joppig, Musikinstrumentenmuseum München, Seite 63–70.

Redaktion: Peter Nickl

Gestaltung: Edda Greif

Herstellung:
Holzmann Druck, Bad Wörishofen

Fotonachweis:
Die Fotos stammen von den Teilnehmern der Sonderschau. Für die Bereitstellung des Fotomaterials sei allen Ausstellern sowie der Bildagentur Werek, München, der Deutz-Fahr Agrartechnik GmbH, Köln, dem Krafthand Verlag, Bad Wörishofen, den Kunstsammlungen der Veste Coburg und Georg Meister, München, herzlich gedankt.

Inhalt

Vorwort 5

Zum Thema 7

Die mechanischen Handwerksberufe 11

Uhrmacher 12
Mechanische Uhren

Landmaschinenmechanik . 16

Kraftfahrzeugmechanik . . 18

Metallbau 20
Fitneßgeräte

Werkzeugbau 22
Hydraulische Pressen

Maschinenbau 26
Zulieferer der Automobilindustrie

Elektromechanik 28
Mikromotore für die Medizintechnik

Feinmechanik 30
Ultrahochvakuumtechnik im Dienste der Forschung

Feinmechanik-Feinoptik . . 32
Filmkameras

Berufsorganisationen der mechanischen Handwerke . 34

Zweiradmechanik 36
Historische Fahrräder des Deutschen Museums München 37
Muskelkraftwagen der Ruderrenner 42
Rennsporträder 44
Seilzugbremsen 50

Mühlenbau 52
Die Nutzung der Wasserkraft 53
Das TURAS-Wasserrad . . . 54
Traditionelle Wasserräder . 56
Windturbinen 58

Akustik 60
Klangsäulen zur Raumbeschallung

Instrumentenmechanik 62
Die Mechanisierung der Musik 63
Blasinstrumente 65
Klaviermechanik 71

Bühnenmechanik 72
Werkstatt Bayreuth

Automaten und Androiden . 75
Die nicht ganz verbürgte Geschichte der Automaten . 76
Androiden 78
Rekonstruktion historischer Automaten 79

Automaten-Theater 83
Cabaret Mechanical Theatre 84
Die Künstler des Cabaret Mechanical Theatre 85

Kinetische Kunst 92

Ausstellerverzeichnis 95

Seit Urgedenken bedient sich der Mensch der mechanischen Gesetze. Diese Gesetzmäßigkeiten, die Archytas von Tarent, Galilei oder Keppler durch mathematische Berechnungen und physikalische Erkenntnisse definierten und sie dadurch verständlich und reproduzierbar machten, weiß er bis heute für seine Bedürfnisse zu nutzen. Neben der nutzbringenden Anwendung ging von mechanischen Abläufen immer auch eine Faszination aus, verleiten sie den Menschen doch, spielerisch mit ihnen umzugehen.

So steht der Titel der Exempla '96 „Im Räderwerk der Mechanik" für das Miteinanderwirken der physikalischen Kräfte. Ein Räderwerk muß, damit seine Zähne reibungslos ineinandergreifen und Bewegung erzeugen, sorgsam aufeinander abgestimmt sein. So versteht sich die Exempla '96 nicht als nostalgische Nabelschau vergangener Errungenschaften – sie enthüllt vielmehr, wie grundlegende Technik Basis der Gegenwart und Zukunft ist, wie mit Erfindergeist und Qualitätsbewußtsein Erreichtes durch Weiterentwicklung seine Perfektion erlangt. Daß dies nicht einer Serien-Großproduktion entspringen kann, sondern reiche Erfahrung, fundierte Detail-Kenntnisse und behutsames Meistergeschick erfordert - das demonstrieren über 20 exemplarische Handwerksbetriebe: von Frankreich über England nach Finnland, von der Schweiz über die Tschechische Republik bis zu den Niederlanden.

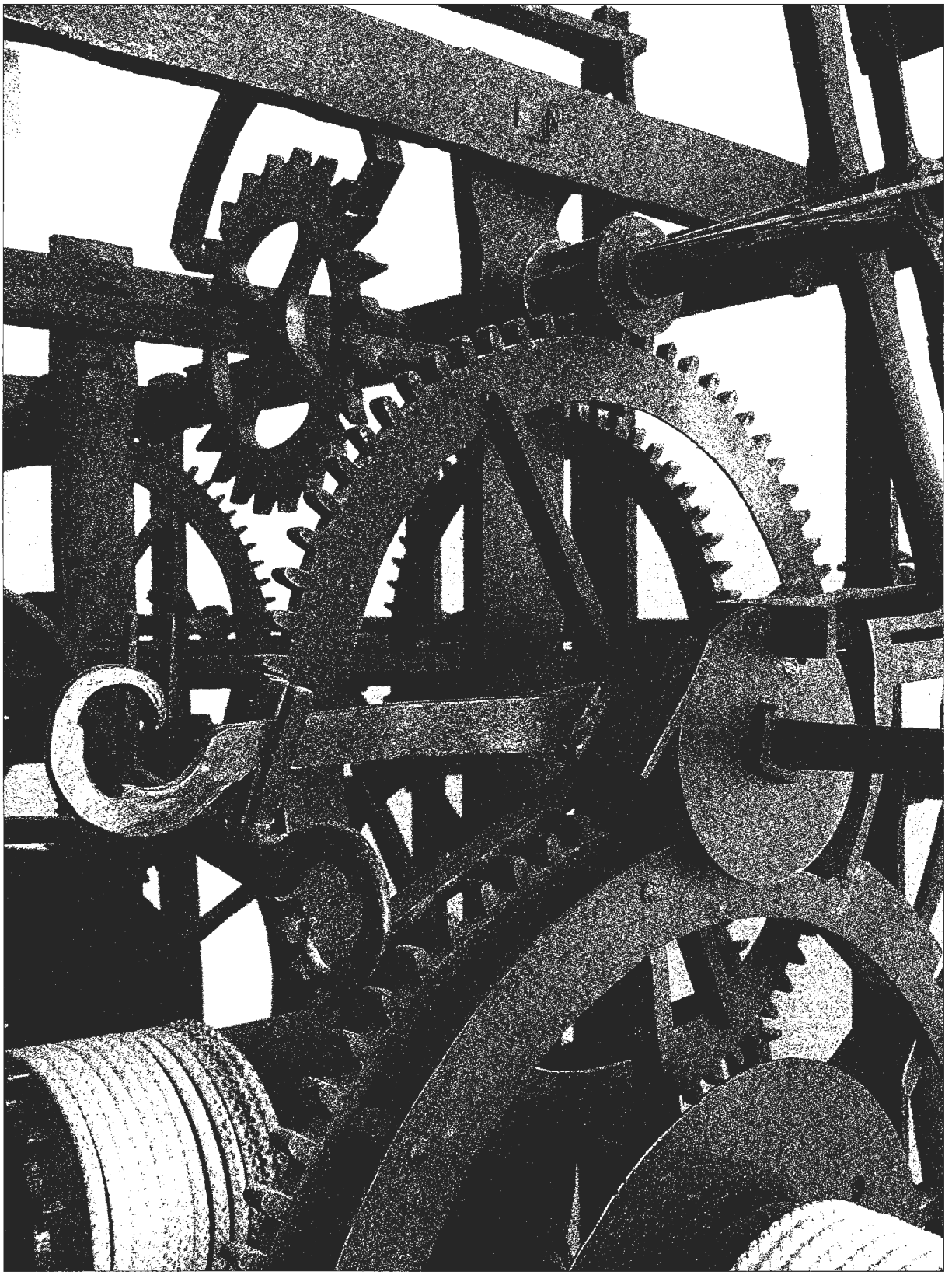
Es bedarf einer durchdachten Präsentationsform, das Innenleben einer feinoptischen Filmkamera, das Drehmoment eines ober- oder unterschlächtigen Mühlrads oder die Kraftübertragung bei einem Ruderrenner entdecken zu können. Daher wurde auch 1996 eine eigens für die Exempla-Teilnehmer entworfene aufwendige Ausstellung konzipiert. Nur so können sich andere Blickwinkel auftun, kann sich der Betrachter auf ein Exponat einlassen, sich Ungewohntem und Ungewöhnlichem unbefangen nähern. So stehen die Automatenpuppen einer französischen Spezialfirma im Mittelpunkt, hat der Zuschauer bei einer lebenden Werkstatt Einsicht in das filigrane Räderwerk eines handgefertigten Uhrwerks oder lernt verstehen, wie mit Elektronik die Einspritzmotoren heutiger Kraftfahrzeuge gesteuert werden. Mikromechanische Vorgänge werden in der Medizin für immer ausgefeiltere Behandlungsmethoden eingesetzt.

Mechanik ist nicht zuletzt urmenschliches natürliches Prinzip - erfährt sie doch jedes Kleinkind, wenn es das Laufen erlernt. Mechanische Vorgänge können den Menschen in seinem Innersten berühren und mit schlichten Bewegungsabläufen Reaktionen hervorrufen, die eine „virtual reality" nie und nimmer auszulösen vermag. Staunen macht sicher auch die zehn Meter breite Drehschaukel der Rheintöchter aus dem „Rheingold", deren komplizierte Hydraulik in den Bayreuther Bühnenwerkstätten entstanden ist. Das Mechanische Theater aus London zieht Blicke in seinen Bann, Blasinstrumente renommierter französischer Instrumentenbauer lassen aufhorchen. Ihnen ist gemeinsam, daß sie Emotionen hervorrufen, Gesichter und Gemüter verzaubern.

Die Exempla wirkt einmal mehr als Bindeglied zwischen Vergangenheit und Zukunft; in der Gegenwart fesselt sie denjenigen, der sich für sie einnehmen läßt. Ich wünsche den Gästen der Exempla '96 auf der Internationalen Handwerksmesse München, daß sie ein Rädchen des großen Räderwerks als geistiges Gut für sich gewinnen und mit nach Hause tragen. Mein Dank gilt allen Gestaltern des imposanten Räderwerks, die es in die Messehalle 3 gestellt haben und es dort in faszinierender Bewegung halten.

Franz Reisbeck
Vorsitzender der Geschäftsführung

Im Räderwerk der Mechanik



Mechanik ist als Bewegungsprinzip eng mit dem technischen Fortschritt verbunden, wirkte sich aber auch auf andere Bereiche menschlicher Tätigkeit aus, z.B. auf den Verkehr, die Kommunikation, den Sport, auf Kunst und Kultur. Die vielfältige Verzweigung des mechanischen Prinzips in seiner handwerklichen Umsetzung aufzuzeigen, betrachtet die diesjährige Exempla als ihre Aufgabe.

Die Geschichte der Mechanik ist eng mit dem Handwerk verflochten. Die Umsetzung der physikalischen Gesetze zur nutzbringenden Anwendung fordert den Erfinder- und Tüftlergeist des Menschen und sein handwerkliches Geschick heraus. In diesem und dem daraus resultierenden Fachwissen liegt die Wurzel so manchen Handwerksberufs.

Im Zentrum der Exempla '96 stehen die mechanischen Handwerksberufe. Durch die Auswahl der Berufe sollte der Bogen vom klassischen, gewissermaßen archetypischen mechanischen Handwerksberuf, wie ihn z.B. das Handwerk des Uhrmachers darstellt, bis hin zu jenem Präzisionsmechanikbetrieb gespannt werden, der heute vollautomatisiert computergesteuert gestaltet und fertigt.

Eine in allen Details handwerklich gefertigte Uhr stellt heute, das sei am Rande erwähnt, ein Sammlerobjekt ersten Ranges dar, für das Spitzenpreise gezahlt werden. Die Exempla zeigt Uhren aus Glashütte, dem traditionsreichen sächsischen Ort des Uhrmacherhandwerks.

Ein wichtiger und wesentlicher Schwerpunkt liegt außerdem im mechanischen Dienstleistungsbereich. Stellvertretend für den gesamten sehr großen Komplex der Dienstleistungsgewerbe werden das Kraftfahrzeug- und Landmaschinenmechanikerhandwerk vorgestellt. Am Beispiel beider Berufe wird sichtbar, wie stark der technische Fortschritt der letzten Jahrzehnte in diese Berufe eingegriffen und sie auch substantiell verändert hat. Motoren, Getriebe und im Bereich der Landmaschinenmechanik auch landwirtschaftliche Zusatzgeräte arbeiten auf höchstem technischen Niveau, und ihre Pflege, Wartung, Reparatur und Instandsetzung erfordert hochtechnisiertes Fachwissen. Ein Kfz- oder Landmaschinenmechaniker muß heute ein halber Elektronik- und Computerspezialist sein. Ohne dieses Wissen kommt die moderne Motoren- und Getriebetechnik, Hydraulik, Pneumatik oder Kfz-Elektronik nicht mehr aus.

Dem Begriff der „Mechanik" haftet in der Vorstellung so manchen Lesers vielleicht etwas Überholtes und Antiquiertes an. Dieser „Bei-

geschmack" ist absolut ungerechtfertigt, und es sollte nicht versucht werden, diesem etwa durch neue Namensgebungen, wie dies bereits wiederholt versucht wurde, entgegenzuwirken. Unsere Gespräche bei der Vorbereitung der Exempla mit zahlreichen Wissenschaftlern, Ingenieuren und Konstrukteuren hat uns vom Gegenteil überzeugt. „Mechanik ist in", war ein Spruch, den wir von wissenschaftlicher Seite mehrfach hörten. Hinter diesem Ausspruch steht eine Rückbesinnung auf den ursprünglichen Sinngehalt des Wortes, auf das fortschrittliche Bewegungsprinzip, mit dessen Hilfe man in Grenzbereiche der Forschung vorstößt, z.B. dann, wenn man heute in moderner Elektronik auf Feinstbohrungen verzichtet und Computer-Chip-Leitungen von Bakterien bahnen läßt. Dies führt den Begriff der Mechanik allerdings schon an seine Grenzen. Solche Verfahren sollten der Forschung vorbehalten bleiben, in einem normalen Handwerksbetrieb fallen sie vorläufig noch nicht an. Das Aufgabengebiet und Leistungsspektrum eines „normalen" mechanischen Präzisionsbetriebes ist allerdings überraschend breit.

In der Exempla '96 zeigt sich dies bei einer ganzen Reihe der vorgestellten Unternehmen. Es sind Betriebe, die über eigene Ingenieur- und Konstruktionsabteilungen verfügen, die einen hochqualifizierten Mitarbeiterstamm mit Mechanikern, Feinmechanikern, Maschinenbauern, Werkzeugmachern, Elektromechanikern beschäftigen und die sich international aufgrund ihrer hohen Spezialisierung eine Vormachtstellung gesichert haben.

Es sind – das zeigt die Exempla – vor allem Spezialgebiete, in denen solche Firmen heute tätig sind. Hierunter fällt z.B. die Medizintechnik, die sich nicht selten der Errungenschaften modernster Mikromechanik bedient. Als Beispiel zeigt die Exempla ein Diagnose-Koloskopiegerät.

Hierzu zählen auch jene Werkstätten, die mit Forschungsinstituten zusammenarbeiten. Die Exempla '96 stellt ein Berliner Unternehmen vor, das sich aus einem ehemaligen Universitätsinstitut der DDR entwickelt hat, das heute auf Vakuumtechnologie für Forschungszwecke ausgerichtet ist.

Der Sondergerätebau kann hier ebenfalls miteinbezogen werden. Fitneßgeräte, wie sie eine niedersächsische Metallbaufirma entwickelt hat, sind mechanische Spitzenleistungen. Sie wurden dank ihrer differenzierten Konstruktion von der Technischen Hochschule Düsseldorf als Rehabilitationsgeräte anerkannt, da sie auf körperschonende Weise eine Vielzahl von unterschiedlichen Bewegungs- und Trainingsmöglichkeiten für Arm-, Brust-, Bein- und Rückenmuskulatur bieten.

Ein weiteres Spezialgebiet der Mechanik ist die Optik. Filmkameras müssen höchsten aufnahmetechnischen Ansprüchen gerecht werden. Sie sind ein Musterbeispiel mechanischer Präzisionsarbeit. Es war ursprünglich ein Münchener Handwerksbetrieb, aus dem sich die heute weltberühmte Firma ARRI entwickelt hat. Auch dann, wenn diese Firma aufgrund ihrer Größe und ihrer weltweiten Bedeutung der Industrie zuzurechnen ist, so sind doch die Werkstätten, in denen ein Großteil der Produktion abläuft, in ihrer handwerklichen Fertigung beispielhaft und stellen hochqualifizierte Lehrwerkstätten für den mechanischen handwerklichen Nachwuchs dar.

Ähnlich wie die Optik ist physikalisch auch die Akustik ein mechanischer Teilbereich. Ein Handwerksbetrieb, der sich mit der Entwicklung von Klangsäulen, das sind neuartige Lautsprecher, befaßt, mit dem Ziel, optimale, möglichst originalgetreue Raumklangqualität zu erzeugen, ist ein seltener Ausnahmefall. Das in der Exempla vorgestellte Handwerksunternehmen ist ein elektromechanischer Betrieb aus Sachsen, der mittlerweile durch Fernsehen und Presse auf sich aufmerksam machen konnte und der mit einem aufsehenerregenden, neuartigen Beschallungskonzept auftritt.

Alle mechanischen Handwerksberufe sind regional und überregional berufsständisch organisiert. Stellvertretend für die vielen Berufsorganisationen sind folgende Verbände in der Exempla vertreten: der Landesinnungsverband mechanischer Metallhandwerke Bayern, die Swissmechanic (Schweiz) und die Euromechanic mit ihrem Sitz in München.

Ein weiterer Schwerpunkt der Exempla liegt bei der Zweiradmechanik. Die uns freundlicherweise vom Deutschen Museum in München zur Verfügung gestellten historischen Fahrräder veranschaulichen die Entwicklung des Fahrradbaus. Gezeigt werden ein Laufrad, ein Veloziped, ein Hochrad und, um dann den Bogen in unsere Tage zu spannen, die neuesten Fahrrad-Entwicklungen für den Radrennsport. Aufgrund jahrelanger Forschungen eines ehemaligen Institutes der Sportwissenschaft in der DDR, das sich in ihrer Arbeit ausschließlich auf das Sportgerät und seine Beziehung zum Sportler, zu dessen physiologischen und auch psychologischen Voraussetzungen konzentrierte, kann die Exempla Entwicklungen vorstellen, mit deren Hilfe im Radrennsport optimale aerodynamische Ergebnisse erzielt wurden. Diese Ergebnisse basieren auf zahlreichen Materialstudien,

Windkanaluntersuchungen und auf Analysen der individuellen disziplinspezifischen Bedürfnisse der Sportler.

Mit dem gleichen Spezialgebiet befaßt sich auch eine holländisch-kanadische Firma, die ein Fahrrad entwickelte, das kunststoffgefertigt eine Rekordleichtigkeit von 700 g (Modellgewicht) aufweist. Das vergleichbare Gewicht normaler Rennräder liegt bei 1300 g.

Nicht unerhebliche Aufmerksamkeit muß der Radrennsport auch der Bremstechnik widmen. Auch hier stellt die Exempla einen interessanten Beitrag vor, und zwar eine von einem Handwerksbetrieb entwickelte mechanische Seilzug-Felgenbremse, die durch die dreifache Übersetzung der Handkraft eine sehr starke Bremsleistung erzielt, und die darüber hinaus durch eine exakte Zwangssynchronisation eine optimale Dosierung der Bremskraft ermöglicht.

Muskelbetriebene vierrädrige Fahrzeuge dürfen als Vorläufer unserer Autos gelten. Die Exempla '96 zeigt ein solches, in unseren Tagen entwickeltes Gefährt, das sich als Trainingsgerät für Ruderer oder für den Blindensport eignet. Dieses Straßenfahrzeug nennt sich „Ruderrenner" und ist, wenn man so will, einem Vierer mit Steuermann vergleichbar.

Die praktische Anwendung mechanischer Prinzipien ist für den Menschen vor allem deswegen interessant, weil sie ihm Arbeitskraft erspart und das Leben leichter macht. Ein Symbol hierfür ist seit alters her die Mühle, die bis heute nichts an Aktualität eingebüßt hat, sowohl in ihrer traditionellen als auch in ihrer mit neuesten Techniken ausgestatteten Form. Das Wasserrad ist wieder im Kommen, liest man in den einschlägigen Fachzeitschriften, als willkommene Alternative für die zwar modernere und effizientere, aber in Wartung und Reparatur auch anfälligere Turbine. Der Grund für die Wiederkehr der Wassermühle liegt in den modernen Getrieben, die heute in der Lage sind, konstant hohe Generatordrehzahlen zu erzeugen. In der Bundesrepublik Deutschland gibt es eine große Anzahl stillgelegter Mühlen, die für die Elektrizitätsversorgung gewinnbringend wieder in Betrieb genommen werden könnten, zumal heute auch der Privatmann von ihm erzeugte Elektrizität in das allgemeine Stromnetz von Gesetz wegen einspeichern darf.

Neben einem herkömmlichen und einem bereits mit einem Elektro-Generator ausgestatteten Wasserrad zeigt die Exempla auch Windturbinen aus Finnland, die durch ihre spiralförmig vertikal angeordneten Windflügel äußerst sensibel auf geringste Windverhältnisse reagieren und bereits bei Windstärken von zwei bis drei Metern pro Sekunde mit der Elektrizitätsproduktion beginnen. Es ist eine technische Neuentwicklung, die weltweit Aufsehen erregte.

Abschließend sei auf den Teil der Mechanik hingewiesen, der Bewegung in die abendländische Kulturlandschaft gebracht hat und noch immer bringt.

Nicht ganz bewußt ist dem normalen Musikliebhaber, welche Fortentwicklung die Klangqualität und das musikalische Ausdrucksspektrum durch die Instrumentenmechanik erfahren haben.

Die Exempla '96 dokumentiert dies am Beispiel der Holz- und Metallblasinstrumente. Hier führte ein immer komplizierterer Klappenmechanismus mit einer Fülle von Kupplungen, Nadelfedern, Stellschrauben und Klappendeckeln dazu, die in seiner Einsatzfähigkeit auf 10 Finger beschränkte musizierende Fertigkeit des Menschen zu potenzieren. Das heutige ausgeklügelte Klappen- und Griffsystem im Bereich der Blasinstrumente geht auf den Flötisten und Goldschmied Theobald Boehm (1794–1881) zurück, der im 19. Jahrhundert in München lebte.

Was Boehm für den Bereich der Holz- und Metallblasinstrumente war, bedeutete für den Bereich des Klavierbaus Sébastien Érard, der ebenfalls in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts lebte und grundlegende, noch heute gültige klaviermechanische Neuerungen geschaffen hat.

Etymologisch ist das Wort Mechanik ein relativ junges Wort. Es kam erst im 17. Jahrhundert so richtig in Gebrauch und hat mit dem Wort Maschine die gleiche Sprachwurzel. Vielleicht ist es auch nicht uninteressant zu erfahren, daß das Wort Maschine zuerst im Zusammenhang mit der Illusionserzeugung im Theater in Gebrauch kam. Dem trägt die Exempla durch einen Beitrag der Theaterwerkstatt Bayreuth Rechnung. Sie zeigt die Drehschaukel der Rheintöchter aus dem Ring des Nibelungen, Rheingold, 1. Bild.

Die Theaterwerkstatt Bayreuth nimmt im Bereich der Bühnenwerkstätten einen besonderen Platz ein, weil sie einmal durch die räumliche Begrenztheit des Festspielhauses bühnentechnisch besonderen Anforderungen an Erfindungsgeist und Tüftlertum entsprechen muß und weil zum anderen der Kanon der zehn Bühnenfestspiele Richard Wagners immer wieder neue Interpretationen und mit ihnen auch neue technische Lösungen erfordert. Der Schaukelantrieb der Rheintöchterschaukel erfolgt über zwei Hydrozylinder mit Positionssteuerung, der Dreh-

antrieb über einen hydraulischen Rotationsmotor und die gesamte Schaukel verschwindet innerhalb kürzester Zeit beim Bühnenumbau durch eine hierfür speziell gebaute Versenkung in der Unterbühne.

Vorfahren dieser hochtechnisierten Theatermaschinerie waren Automaten. Der Begriff Automat hat in unserer Zeit dadurch eine Inflation erfahren, daß Exemplare dieser Gattung heute an jeder Ecke stehen und Zigaretten oder Coca-Cola-Flaschen anbieten. Ursprünglich bedeutete der Begriff Automat so viel wie „ein Ding, das sich von selbst bewegt", und das waren Figuren, die die Bewegungen von Menschen oder Tieren mechanisch nachvollzogen haben. Die Hochblüte der Automatenkunst war im 18. Jahrhundert. Damals waren diese Automaten beliebte Sammlerstücke oder Geschenke für Könige: mechanisch sich bewegende Puppen, die auf Miniatur-Hammerklavieren mehrere Klavierstücke zum besten geben, Zeichnungen ausführen, Karten spielen oder menschliche Stimmen imitieren konnten.

Die Exempla '96 zeigt originalgetreue Nachbildungen solcher historischer Automaten und kontrastiert sie mit der Lust an Automaten, die in unseren Tagen in England ausgebrochen zu sein scheint. Hier überschlägt sich die technische und gestalterische Phantasie der Automatenkünstler beinahe. Sie fertigen groteske, skurrile, hintergründige und auch karikaturhaft kritische mechanische Szenarien. 20 solcher Miniaturbühnen präsentiert das Londoner Cabaret Mechanical Theatre.

Automaten können Kostbarkeiten sein, für die Kunstpreise gezahlt werden. Da ist der Schritt in die kinetische Kunst nicht weit. Vratislav Karel Novák, Professor an der Akademie der Künste in Prag, ist bekannt für seine künstlerischen Experimente, in denen er Grenzbereiche der Kunst auslotet. Zu diesen gehören auch seine kinetischen Objekte. Die Exempla zeigt eine ganze Reihe kleiner Objekte, in der eine intensive Auseinandersetzung mit der Formenwelt des Konstruktivismus sichtbar wird. Die „wunderschön-schreckliche Mücke" ist ein größeres kinetisches Objekt, das sich fahrzeugähnlich bewegt und in der Bewegung einen unheimlich hallenden Ton verbreitet. Karel Novák ist übrigens auch der Schöpfer des riesigen Metronoms, das am Prager Moldauufer steht und der Stadt symbolisch Takt und Rhythmus angibt.

Zu wünschen ist, daß dem Besucher der Exempla '96 bewußt wird, welchen nicht unerheblichen Teil des Räderwerks einer modernen Gesellschaft das mechanische Handwerk in Bewegung und Betrieb zu halten in der Lage ist.

Peter Nickl

Die mechanischen Handwerksberufe

Uhrmacher

Mechanische Uhren

Die Erfindung der Uhr hat in der Menschheitsgeschichte ein neues „Zeit-Alter" eingeleitet. Seit es möglich war, Zeit zu messen, entwickelte der Mensch ein neues Zeitverständnis, Zeitgefühl und eine neue Art, sich die Zeit einzuteilen. Es mag darauf zurückzuführen sein, daß das Uhrmacherhandwerk in den mechanischen Handwerksberufen eine Sonderstellung einnimmt. Es ist so etwas wie ein „archetypischer" mechanischer Handwerksberuf.

Nun ist es in unseren Tagen sehr selten, daß eine Uhr tatsächlich noch handwerklich hergestellt wird. Der Uhrmacher befaßt sich überwiegend mit Uhrreparaturen, wobei bei historischen Uhren das eine oder andere Teil auch einmal handwerklich ersetzt oder rekonstruiert werden muß. Zeitgenössische Uhren setzen sich aus hochkomplizierten, industriell vorgefertigten technischen Einzelteilen zusammen, die der Uhrmacher praktisch nur noch auszuwechseln hat. Je mehr in unserer Zeit aber die Technisierung fortschritt, um so mehr stieg eigenartigerweise auch wieder die Attraktivität der handwerklich gefertigten Uhren, deren Konstruktion technisch natürlich auch sehr kompliziert sein kann. Es gibt weltweit nur noch sechs Betriebe, die auf die handwerkliche Fertigung solcher Uhren spezialisiert sind. Diese sind Luxusgegenstände von hohem Liebhaberwert. Der Kenner schätzt an ihnen die selbst konstruierte Mechanik, die rein handwerkliche Fertigung bis ins kleinste Detail, die Verwendung kostbarer Metalle und Materialien und das spezielle Flair der Form und des grafischen Designs.

Das klassische Uhrenland, so weiß es der Laie, ist die Schweiz. Von der Tradition des Uhrmacherberufes her könnte Deutschland jedoch bei diesem Image durchaus mithalten. Ein kleiner Ort mit Namen Glashütte in der Nähe Dresdens war früher ein weltweit bekanntes Herstellungszentrum für Präzisionsuhren. Ferdinand Adolph Lange hatte dort im Jahre 1845 eine Uhrenmanufaktur begründet, die sehr rasch über die regionalen Grenzen hinaus bekannt wurde und weitere Uhrenenthusiasten anlockte, die dort ebenfalls eigene Betriebe gründeten. Auch eine Uhrmacherschule entstand an dem Ort. Zu den Glashütter Betrieben mit Weltruf zählte z.B. auch die von Julius Assman gegründete Deutsche Präzisions-Taschenuhren-Fabrik.

Seinen Ruf als Zentrum für hochwertige Armband- und Taschenuhren hat der Ort nach dem Krieg verloren. Während der Zeit der DDR-Regierung wurden dort normale Serienuhren produziert. Nach der Wiedervereinigung kamen allerdings bald wieder Bestrebungen in Gange, den einstigen Weltruf neu zu begründen. Pioniere auf diesem Weg sind die heutigen Inhaber des ehemals volkseigenen Betriebes „Glashütter Uhrenbetrieb" (GUB) Heinz Pfeiffer und Fred Wallner und ebenso der Urenkel von F. A. Lange, der die Firma Adolf Lange & Söhne wieder ins Leben rief.

Die Turmuhr aus dem Coburger Spitalturm
Kunstsammlungen der Veste Coburg

Aus der zur damaligen Zeit üblichen Form und Ausführung kann man schließen, daß die Coburger Turmuhr, die am Spitalturm der Stadt angebracht war, etwa aus dem Jahre 1550 stammt. Eine Besonderheit dieser Uhr ist es, daß das mittlere Laufwerk in Längsrichtung und die beiden anderen in Querrichtung gefertigt sind. Den jeweiligen technischen Neuerungen entsprechend wurde das Gangwerk in der Mitte der Uhr mehrmals umgebaut und hat jetzt einen genaugehenden Graham-Ankergang. Der letzte Umbau dürfte in den Jahren um 1880 erfolgt sein.

Die Turmuhr betrieb früher zwei Zeigerpaare für Zifferblätter mit ca. 150 cm Durchmesser. Sie konnte die jeweilige Viertelstunde und die Stunden anschlagen.

Für die Herstellungsweise damaliger Turmuhren ist es typisch, daß alle Teile aus Roheisen waren. Zur Aufnahme der Wellen wurden in die schmiedeeisernen Platinen Bronzelager eingesetzt. An den schmiedeeisernen Zahnrädern sind Radschenkel angebracht. Die Verzahnung wurde mit Hilfe von Zirkel und Körner hergestellt. Die Zähne des Zahnrades wurden so berechnet, daß gleichzeitg der Eingriff in das nächste Zahnrad festgelegt wurde. Das Gegenstück zu einem Zahnrad ist das Zahntrieb (Zahnritzel). Zur Zeit der Herstellung der Uhr verwendete man noch kein Vollmaterial. Deswegen kennt man aus dieser Zeit nur sogenannte Hohltriebe. Ein Hohltrieb bestand aus zwei Scheiben, in die Stifte eingesetzt waren.

Der gleichmäßige Ablauf eines Uhrwerks war im 16. Jh. noch nicht möglich. Es gab nur rückführende Spindelhemmungen, aber noch keine Pendel. Am Tag kam es zu Zeitverschiebungen von 20 Minuten und mehr. Die Ungenauigkeit des Uhrwerks lieferte auch den Grund für die Eingriffe in das Uhrwerk, die in den darauffolgenden Jahrhunderten immer wieder vorgenommen wurden, und letztendlich zum Einbau des Graham-Ankerganges im 19. Jh. führten.

Glashütter Uhrenbetrieb (GUB), Glashütte/Sachsen
Mechanische Uhren – Sammlerstücke

Die Exempla '96 stellt die sächsische Uhrenmanufaktur „Glashütter Uhrenbetrieb" (GUB) vor. Innerhalb eines Jahres ist es diesem Betrieb gelungen, mit Spitzenleistungen des Uhrmacherhandwerks auf sich aufmerksam zu machen und dadurch wieder Anschluß an die Weltklasse zu finden. Der Glashütter Uhrenbetrieb beschäftigt heute 80 Mitarbeiter, als Bauzeit für eine Uhr wird ca. ein Jahr veranschlagt.

Im November 1995 wurde die bisher teuerste Uhr von Glashütte vorgestellt. Sie kostet 290 000,– DM und wird in einer Auflage von 25 Stück produziert.

Dieser neu aufgelegte Uhrentyp der Firma GUB hat Forscher- und Abenteurerflair: Die nach Julius Assmann, einem der besten Uhrmacher aus Glashütte, benannte Uhr wurde von dem norwegischen Polarforscher Roald Amundsen bei einer seiner großen Expeditionen an den Nord- und Südpol getragen. Dieser war damals nach seiner Rückkehr voll des Lobes über deren Ganggenauigkeit. Amundsen ist seit 1928 verschollen und mit ihm auch seine Uhr. Ursprünglich als Taschenuhr gebaut, hat sie eine Größe von 40

Automatik-Chronographenwerk, Kaliber 10–60

mm und kann heute sowohl als Armbanduhr wie auch als Taschenuhr getragen werden. Das neu konstruierte Aufzugswerk mit „ewigem Kalender" weist die klassischen Glashütter Konstruktionsmerkmale auf, wie die anglierte mit Streifenschliff versehene Dreiviertelplatine, verschraubte Goldchatons, gebläute Schrauben und flankenpolierte Aufzugsräder. Gekrönt wird dieses Uhrwerk durch sein fliegendes Tourbillon, das als höchste uhrmacherische Leistung gilt.

In der Exempla '96 wird die technische Konstruktion der Uhren anhand von Gangmodellen demonstriert, die um die Jahrhundertwende als Meisterstücke entstanden und heute als kostbare Repliken neu angefertigt werden. Diese Modelle zeigen mechanische Details von Uhren in einer vergrößerten Darstellung. Es sind dies der Glashütter Ankergang, die Chronometerhemmung mit Feder und fliegendem Tourbillon und die Kolbenzahnankerhemmung.

Die Exempla '96 zeigt ferner aus der inzwischen 15 Modelle umfassenden Uhrenkollektion aus Glashütte Handaufzuguhren aus Stahl und Gelbgold, Klassik-Automatik-Uhren, Klassik-Chronographen und als neuestes Modell einen Sportchronographen.

„Julius Assmann" mit Ewigem Kalender und fliegendem Tourbillon

Landmaschinenmechanik

Landesinnungsverband des Landmaschinenmechaniker-Handwerks und Handels in Bayern, Pfaffenhofen/Ilm

Der Beruf des Landmaschinenmechanikers zählt immer noch zu den traditionellen mechanischen Handwerksberufen. Er hat sich mittlerweile jedoch zu einem High-Tech-Beruf entwickelt. Die Elektronik und der Computer haben Einzug in die Landtechnik gehalten. Traktoren, Ernte- und Bodenbearbeitungsmaschinen ebenso wie die in landwirtschaftlichen Betrieben installierten computergesteuerten Fütterungs- oder vollautomatischen Melkanlagen können heute nicht mehr ohne differenzierte Spezialwerkzeuge und modernste Meß- und Prüfgeräte gewartet, gepflegt oder instandgesetzt werden. Darüber hinaus schreitet die technische Entwicklung auf diesem Gebiete ständig fort.

Der Landmaschinenmechaniker muß heute ein Spezialist sein, der in der Lage ist, den überaus vielfältigen Maschinenpark eines Landwirts fachgerecht zu betreuen. Die Werkstätte des Landmaschinenmechanikers ist nicht mehr mit den Werkstätten früherer Zeiten vergleichbar.

Dem umfassenden beruflichen Aufgabengebiet entspricht die anspruchsvolle 3 ½ jährige Lehrzeit. In ihr lernt der berufliche Nachwuchs alle Techniken perfekter handwerklicher Metallbearbeitung sowie das notwendige Können und Fachwissen im Bereich der Motoren- und Getriebetechnik, der Hydraulik, Pneumatik und Elektronik.

Der Landmaschinenmechaniker der Zukunft wird sich zunehmend auf die Anforderungen des aktuellen Umweltschutzes einstellen müssen. Neueste Elektronik erobert gerade auf diesem Gebiet immer mehr Raum. Pflanzenschutzmittel oder Kunstdünger werden mit Hilfe kompatibler, auf die Pflanzenschutzgeräte oder Düngemaschinen aufgesetzter Datenspeicher exakt dosiert auf Felder und Äcker ausgebracht. Man muß davon ausgehen, daß ein moderner Landmaschinenmechaniker in Zukunft zunehmend auch Elektroniker und Computerspezialist sein muß.

Die Aufgaben der Landmaschinenmechanik werden in der Exempla '96 beispielhaft, anhand von Getriebe, Motor und Achsen moderner Traktoren dargestellt.

Der Informationsstand Landmaschinenmechanik wird durch den Landesinnungsverband Bayern betreut, ihm gehören derzeit 900 Betriebe an.

Die Firma Deutz-Fahr Agrartechnik hat für die Exempla '96 freundlicherweise Motor, Getriebe und Achsen der neuen Agrotron-Traktoren zur Verfügung gestellt. (Abb. S. 16)

Kraftfahrzeugmechanik

Innung des Kraftfahrzeughandwerks München und Oberbayern, München

Nach wie vor ist das Kraftfahrzeug bei der Beförderung von Gütern und Personen das Transportmittel Nr. 1. In Deutschland gibt es zur Zeit einen Gesamtbestand von rund 45 Millionen Kraftfahrzeugen. Hinzukommt, daß Kraftfahrzeuge aufgrund moderner Technik zunehmend sicherer, komfortabler, umweltfreundlicher, leistungsfähiger und damit auch wertvoller, d. h. teurer, werden.

Auch in Zukunft wird deshalb der Werterhalt und die Instandsetzung von Kraftfahrzeugen eine wichtige Rolle spielen. Bundesweit gibt es über 55 000 Betriebe des Kraftfahrzeuggewerbes mit rund 445 000 Beschäftigten. Aufgrund der zunehmenden Bedeutung des Umweltschutzes erweitert sich das Aufgabengebiet von Kraftfahrzeugbetrieben ständig – Abgasuntersuchung, Abfallbeseitigung, Abwasserreinigung und Recycling sind hier nur einige Stichworte. Auch durch die rasante Entwicklung im Bereich der Automobiltechnik ändern sich die Tätigkeitsfelder des Kfz-Mechanikers und des Kfz-Elektrikers in immer schnellerem Maße.
Die Instandsetzung von Motor, Getriebe und Karosserie gehören zwar weiterhin zu den wichtigsten Aufgaben des Kfz-Mechanikers,

doch für PKW, Motorräder und Nutzfahrzeuge gilt gleichermaßen: Sie werden immer moderner und leistungsfähiger, aber dadurch auch anspruchsvoller, was Reparatur und Wartung angeht. Dies gilt vor allem für den LKW-Bereich, in dem umfangreiche, brandneu entwickelte Technik steckt, von der Hydraulik und Pneumatik bis zur Elektronik, von der Klimaanlage eines Reisebusses bis zur pneumatischen Bremse eines 38-Tonnen-Zuges.

Da der Einsatz elektronischer Bauteile in neuen Fahrzeugen immer mehr zunimmt, wird auch der Kfz-Elektriker immer wichtiger. Autotelefon, Stereo- und Alarmanlagen, elektrische Fensterheber und Klimaanlagen gehören immer häufiger zur Standardausstattung von PKWs. Doch die Entwicklung geht weiter: Elektronisch geregelte Fahrwerke, Lenkungen und Getriebesteuerungen werden bald zum Autoalltag gehören wie heute schon elektronische Zündung und Einspritzung. Schon jetzt rollen viele Fabrikate ab Werk mit Zubehörteilen wie Anti-Blockiersystem (ABS) oder Airbag vom Band. Seit einiger Zeit wird an Entwicklungen gearbeitet, die vielleicht morgen selbstverständlich sein werden, zum Beispiel Abstandsradar und Navigationssysteme, die den Fahrer im Verkehrsgewühl entlasten sollen. Das Gebiet der Kfz-Systemtechnik wird bei der Kfz-Instandsetzung in Zukunft einen immer größeren Raum einnehmen. Für den Kfz-Mechaniker bzw. Kfz-Elektriker bedeutet dies eine ständige Herausforderung, sich auf dem neuesten technischen Wissensstand zu halten.

Seit einigen Jahren gibt es daher die Möglichkeit, sich nach der Gesellenprüfung zum Kraftfahrzeug-Service-Techniker weiterzubilden. Die künftigen Anforderungen des Kfz-Werkstattbetriebes sind geprägt durch hohe Kundenerwartungen, sehr komplexe Fahrzeugkonstruktionen und sehr fein organisierte EDV-Kundendienst-Informationssysteme. Unter dem Aspekt eines „schlanken" Kundendienstes nimmt der Kraftfahrzeug-Servicetechniker eine besondere Stellung ein, indem er Instandhaltungs-, Diagnose- und Beratungsaufgaben in sich vereint.

In der Exempla '96 demonstriert die Kfz-Innung München und Oberbayern in Zusammenarbeit mit dem Berufsbildungszentrum für das Kfz-Handwerk die Schulung von Kfz-Mechanikern und -Elektrikern an computergesteuerten Demonstrationsschalttafeln, für die Elektronik von Einspritzmotoren.

Für die Exempla '96 haben die BMW AG und Audi AG freundlicherweise Anschauungsmotoren zur Verfügung gestellt.

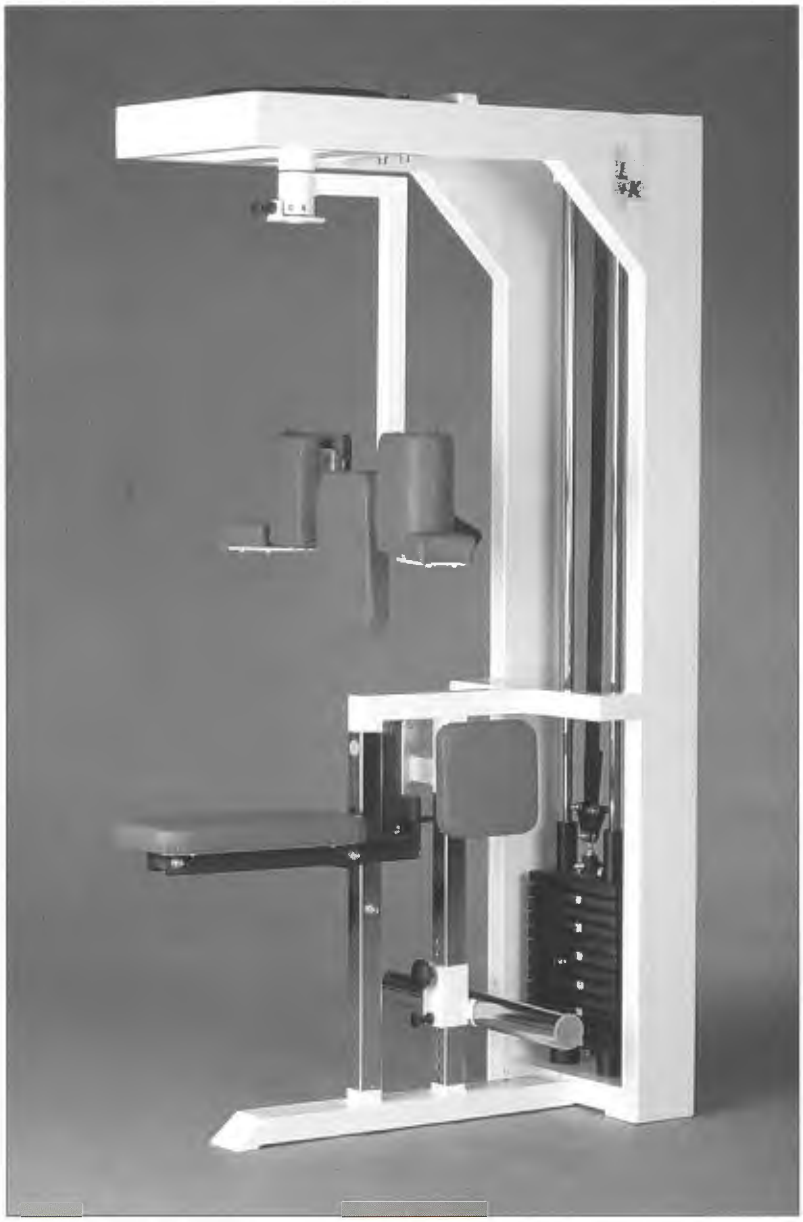
Metallbau

L + K Metallbau GmbH, Rinteln
Fitneßgeräte

Sport- und Fitneßcenter sind zu einem wichtigen Bestandteil der Freizeitkultur geworden. Sie kommen dem Bedürfnis vieler Menschen entgegen, sich durch gezieltes Training körperlich aktiv zu halten. Moderne Fitneßcenter sind heute mit eigens entwickelten Sportgeräten ausgestattet, die auf die mechanischen Gesetze des menschlichen Körpers eingestellt sind.

Die L + K Metallbau GmbH aus Rinteln in Niedersachsen hat sich seit 1989 als Handwerksbetrieb auf die Konstruktion und den Bau solcher Fitneßgeräte spezialisiert. Die Geräte werden in ganz Deutschland und auch im Ausland vertrieben. Auftraggeber sind in erster Linie kommerzielle Fitneßcenter, Olympiastützpunkte, Sportvereine, aber auch Hotels, Rehabilitationszentren, Krankengymnasten und anspruchsvolle Privatkunden.

Durch solide Bauweise und die Anpassung an individuelle Kundenwünsche konnte sich der Handwerksbetrieb auch gegenüber industriell gefertigten Produkten in dieser Branche durchsetzen.

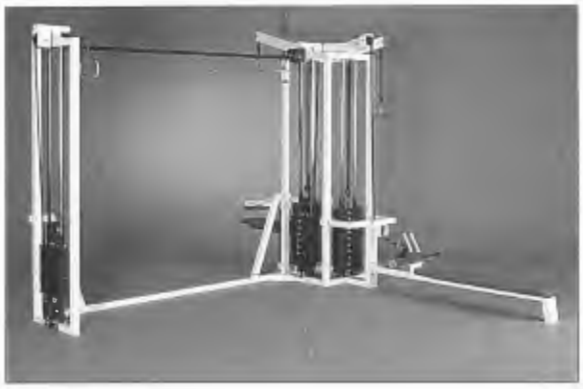


Rotationsmaschine

1995 wurde eine neue Geräteserie entwickelt, die der Bewegung des Schultergelenks angepaßt, einen ellipsenförmigen Trainingsverlauf ermöglicht. Diese Geräte sind inzwischen durch Gebrauchsmuster geschützt. Ein Test der Universität Düsseldorf bestätigt den Geräten eine sehr hohe Qualität und die Eignung für punktgenaue Rehabilitationsmaßnahmen.

In der Exempla '96 wird ein 4-Stationen-Turm von L + K gezeigt, der auf einer Standfläche von 4 x 4,5 m eine Vielzahl von Bewegungs- und Trainingsmöglichkeiten für Arm, Brust, Bein- und Rückenmuskulatur bietet.

Bizepsmaschine



5-Stationen-Turm

Werkzeugbau

Hydraulische Präzisionstischpresse HP5W

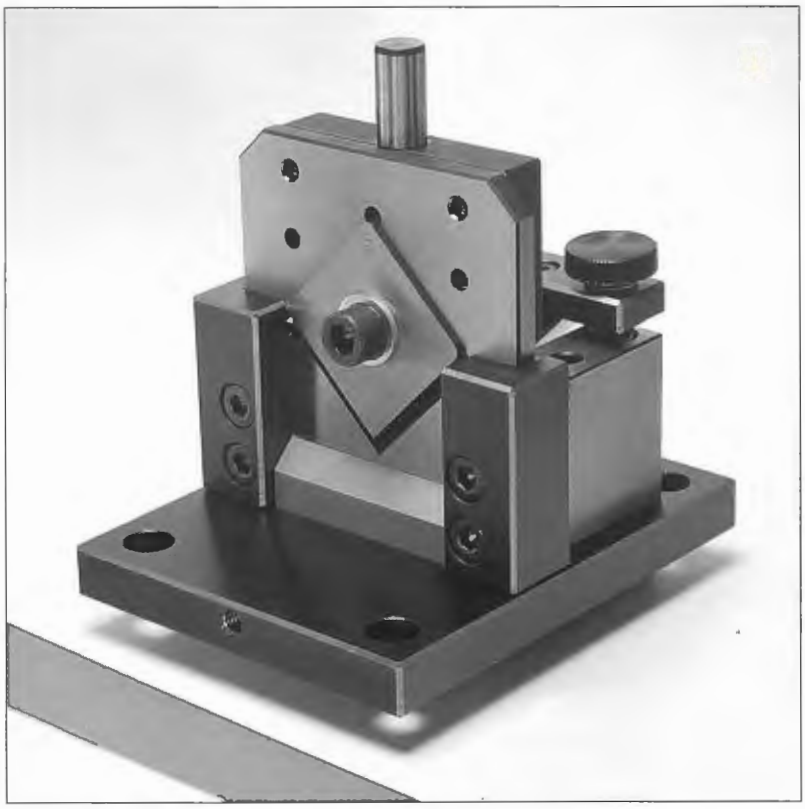
Jossi AG Präzisionsmechanik, Islikon, Schweiz
Hydraulische Pressen

Der Werkzeugbau nimmt in den mechanischen Handwerksberufen einen elementaren Platz ein. Die Exempla '96 zeigt am Beispiel der Firma Jossi AG, Schweiz, wie vielfältig der Aufgaben- und Produktbereich eines Betriebes der Präzisionsmechanik sein kann und welch umfangreiches Know-how die Mitarbeiter eines solchen Unternehmens haben müssen, um erfolgreich zu sein.

Die Firma wurde im Jahre 1957 von dem eidgenössischen Dipl.-Mechanikermeister Hans Jossi als Einmannbetrieb gegründet. Sie machte sich durch die Erfüllung anspruchsvollster Kundenwünsche sehr rasch einen Namen und vergrößerte sich stetig. Heute stützt sich die Firma neben vielen Ingenieuren und Konstrukteuren auf einen umfangreichen Mitarbeiterstamm von hochqualifizierten Mechanikern, Feinmechanikern, Werkzeugmachern und Elektromechanikern.

Zum großen Leistungsangebot im Bereich der Präzisionsmechanik der Firma Jossi AG gehört eine umfassende Palette von Präzisionspressen, Werkzeugen und Zubehör. Die Exempla '96 zeigt dies am Beispiel von Kniehebelpressen und hydraulischen Präzi-

Werkzeugbau



sionstischpressen zum Stanzen, Biegen, Prägen, Pressen, Montieren und Kleben. Das Angebot umfaßt über 120 verschiedene Pressenmodelle, handbetriebene Zahnstangenpressen, manuelle oder pneumatische Kniehebelpressen und direktangetriebene pneumatische Pressen mit maximal 600 kN Preßkraft.

Diese Produkte der Firma Jossi AG für die sogenannte spanlose Verformung finden in der modernen Architektur Verwendung, z.B. bei der Formung von Fensterprofilen oder Platten für die Fassadenverkleidung aus Aluminium. Aber auch mechanische Betriebe, Zulieferer der Automobilindustrie, Hersteller elektromechanischer Geräte, Schilder-Fabrikanten usw. gehören zu den Anwendern dieser Produkte.

Für die Reaktortechnologie fertigt die Firma Jossi AG komplette funktionale Einheiten der Sicherheitstechnik: vom hydraulischen Servoventil und induktiven Stellungsfühler bis zum Vorsteuerventil von Schnellschließarmaturen. Sie werden durch Materialnachweise und die lückenlose Festlegung aller Fertigungsabläufe sowie durch 100%ige Prüfungen abgesichert und dokumentiert.

In der Medizintechnik, bei der Entwicklung und Fertigung chirurgischer Implantate, gehört die Firma Jossi AG zu den führenden Herstellern. Sie fertigt anspruchsvollste Teile, welche teils spanabhebend, teils spanlos oder auch in gemischten Verfahren aus so unterschiedlichen Materialien wie Titan und Polyethylen hergestellt werden. Implantate können in Einzelfertigung oder in kleinen Serien hergestellt werden. Für die Serienproduktion von Implantaten baute Jossi auch die entsprechenden Vorrichtungen und Werkzeuge.

Ein unkonventionelles neuentwickeltes Produkt ganz anderer Art ist das von der Firma Jossi AG entwickelte Fußballtrainingsgerät „Superball". Es ist ein kompaktes, mobiles Gerät zum Abschießen von Fußbällen mit einer leicht bedienbaren Steuerung, das den Fußballtrainer bei seinem Ausbildungsprogramm optimal unterstützt.

Verformungswerkzeug

Spezialzange für Kabelverbindungen

Fußballtrainingsgerät Superball

SUPERBALL
SUPERBALL

Maschinenbau

Knoepfel AG,
Walzenhausen, Schweiz
Zulieferer der
Automobilindustrie

Die Firma Knoepfel AG gilt mit ihrer CAM-CNC-Produktion in der Schweiz als Musterbetrieb für Maschinenbau und Mechanik. Es ist ein Spezialbetrieb, der seit langem einen umfangreichen internationalen Kundenstamm bedient und für mehr als 400 Firmen in der Schweiz, Deutschland, Österreich, Italien und Schweden als Zulieferer tätig ist.

Die Produktionsanlagen der Firma Knoepfel gelten als beispielhaft, sie verfügen über zentralgesteuerte automatische Kühlmittelaufbereitungs- und Versorgungsanlagen. Alle Fertigungsräume sind vollklimatisiert.

Die Exempla '96 stellt die Firma Knoepfel AG als einen Betrieb vor, der für die Fahrzeugindustrie tätig ist und der auf diesem Gebiet vor allem in einer vollautomatisierten computergesteuerten Arbeitsweise Spezialleistungen für den Autorennsport erbringt.

Als Beispiel hierfür zeigt die Exempla '96 Differential- und Getriebegehäuse, die die Firma Knoepfel AG für das Schweizer Formel-1-Team Sauber-Ford C 14 fertigt. Die Herstellung dieser Gehäuse ist hochdifferenziert. Die geforderte Genauigkeit liegt im Bereich von 1/100 Millimetern. Die Bearbeitung erfolgt nach Konstruktionsplänen und Zeichnungen der Firma Sauber. Die hochpräzise und vor allem sehr rasche Umsetzung der Pläne ist nur mit Hilfe eines computergesteuerten Horizontalbearbeitungszentrums möglich. Insgesamt erfordert die Bearbeitung den Einsatz von 220 verschiedenartigen Werkzeugen. Bearbeitet werden Aluminiumrohlinge, die nach Plänen der Konstrukteure und Vorgaben der Firma Knoepfel in England gegossen worden sind.

Es gehört zur Arbeitsphilosphie der Knoepfel AG, daß den Mitarbeitern bei der Durchführung ihrer Aufgaben volle Verantwortung übertragen wird. Die Organisation und Kontrolle der einzelnen Phasen der einzelnen Arbeitsvorgänge, wie z. B. das Entwerfen von Spannvorrichtungen, das Festlegen der Bearbeitungswerkzeuge, das optoelektronische Vermessen, die Programmerstellung am Computer nach einem Programmiersystem, liegt daher in der Hand ein und desselben Mitarbeiters. Gleiches gilt für das Einrichten der hochpräzisen Bearbeitungszentren, den Probelauf sowie die Fabrikation mit entsprechender Qualitätssicherung.

Die Mercedes-Benz AG hat für die Exempla '96 freundlicherweise einen Mercedes Tourenrennwagen zur Verfügung gestellt, um die Anwendung der Getriebegehäuse der Firma Knoepfel zu veranschaulichen.

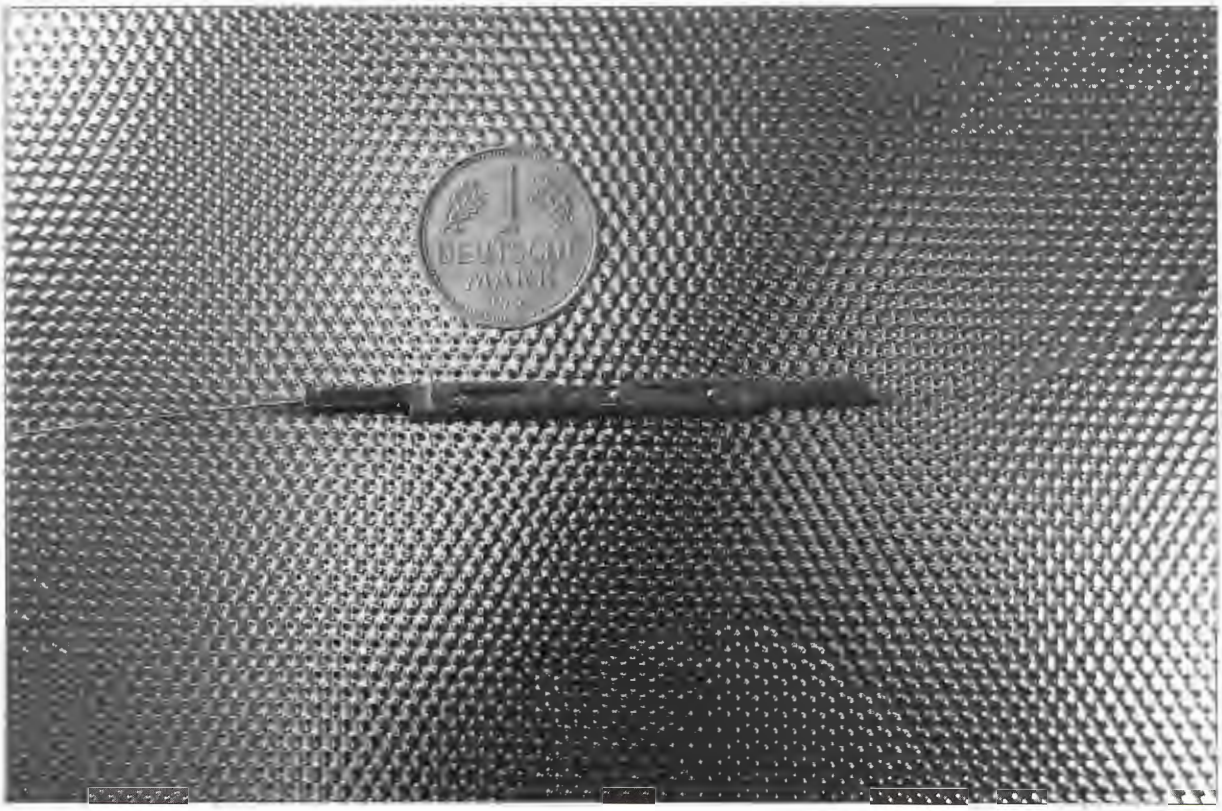
Gründl & Hoffmann, Starnberg
Mikromotoren für die Medizintechnik

Das Handwerk steht in vielfältiger Weise in Beziehung zur Medizin. Handwerksberufe wie der Orthopädiemechaniker stellen seit langem die Verbindung beider Disziplinen dar. Der Medizintechnik wurden durch den Fortschritt in der Elektromechanik und vor allem auf dem Gebiet der Mikromotorentechnologie in den letzten Jahren eine Reihe neuer Anwendungsgebiete erschlossen.

Die Exempla '96 zeigt als Beispiel hierfür einen Mikromotor, den die Firma Gründl und Hoffmann im Auftrag von STM Medizintechnik Starnberg für den Bereich der technischen Endoskopie entwickelt hat.

Der Mikromotor hat einen Querschnitt von 4 x 4 mm und eine Länge von 70 mm. Er besitzt einen leistungsfähigen Linearbetrieb mit exakter Stellfunktion. Da die Bewegung linear ist, kann er ohne Getriebe oder Stirnkranzantrieb als Stellmotor jederzeit flexibel eingesetzt werden. Die Stellgenauigkeit liegt im Bereich von 1/1000 mm. Insofern ist eine hohe Präzision in der Positionierung gewährleistet, ohne daß diese durch ein kompliziertes Überwachungssystem kontrolliert werden müßte. Die Haltekräfte des Motors betragen beim Stillstand ein Vielfaches seiner Stellkraft von 10 N. Gesteuert wird der Motor über eine Modultechnik, diese ermöglicht die Steuerung auch verschiedenartiger Motoren. Die Steuerung selbst erfolgt über Joy-Stick oder auch über PC. Der Anschluß des Gerätes ist am üblichen 220-Volt-Netz möglich.
Die Geschwindigkeit des Motors (Frequenz) sowie seine Schrittlänge lassen sich stufenlos und voneinander getrennt einstellen.

Linear-Mikromotor



Für diesen Motor, der primär für die Endoskopie entwickelt wurde, eröffnen sich auch vielfältige andere Einsatzgebiete. Der rein elektrische Betrieb und seine Lauffähigkeit im Vakuumbereich bieten vor allem der Industrie in der Anwendung neue Perspektiven.

Den Patienten bringt diese Neuentwicklung eine große Erleichterung. Bisher war die Endoskopie eine äußerst unangenehme und schmerzhafte Angelegenheit. Die Schmerzen wurden dadurch verursacht, daß es bei den engen Kurven des Dickdarms zu ungewollten Dehnungen kam, die gleichzeitig wieder zeitaufwendige Manöver mit dem Endoskop zur Folge hatten. Durch das elektrohydraulische Koloskopiesystem der Firma Gründl und Hoffmann ist heute eine Dickdarmspiegelung in sehr kurzer Zeit durchführbar. Vier Mikromotore bewegen dabei das Endoskopende in die gewünschte Positionierung. Das Einfahren des Endoskops erfolgt mit Hilfe eines doppelwandigen Stülpschlauchs, der sich in den Darm hinein ausstülpt. Der unter Fluiddruck stehende Schlauch gewährleistet den sicheren Abstand zur Darmwand und dient in den abgewinkelten Kurven des Darms als äußere Leitschiene. Dadurch wird die schmerzhafte und zeitraubende Darmüberdehnung vermieden.

Das neuentwickelte Gerät kann auch sinnvoll bei der Krebsprophylaxe eingesetzt werden, die bekanntlich nach dem 45. Lebensjahr von jedermann in ca. 5jährigem Abstand durchgeführt werden sollte.

Das Gebiet der Medizintechnik ist nicht der einzige Bereich, in dem die erst im Jahre 1990 gegründete Firma Gründl und Hoffmann tätig ist. Sie befaßt sich auch mit der Entwicklung und Fertigung elektrotechnischer Produkte im Bereich der Antriebskomponenten für Hybrid-PKWs sowie im Bereich von Frequenzumrichtern für Industrie-E-Motoren und ganz allgemein von Mikromotoren und Kleinststellmotoren mit Steuerung.

Feinmechanik

FMB Feinwerk und Meßtechnik GmbH Berlin
Ultrahochvakuumtechnik

Der Kooperation zwischen Wirtschaft und Forschung wird heute große Bedeutung beigemessen. Die Zusammenarbeit zwischen Handwerk und Forschung ist für Handwerksbetriebe oft ein Motor für herausragende Leistungen. Wenn sich Handwerksbetriebe heute nach dem neuesten Stand der Technik ausstatten, hochtechnisierte Produkte herstellen und technisches Fachpersonal beschäftigen, dann verlangt dies ein Unternehmertum, das bereit ist, mit Pioniergeist wirtschaftliches Neuland zu betreten.

Ein solcher Handwerksbetrieb ist FMB Feinwerk und Meßtechnik Berlin. Er wird in der Exempla '96 als ein für Forschungszwecke arbeitendes junges ostdeutsches Unternehmen vorgestellt, dem es in wenigen Jahren gelungen ist, sich als Partner von Forschungseinrichtungen zu etablieren.
Die Feinwerk und Meßtechnik GmbH Berlin wurde im September 1990 von fünf ehemaligen Mitarbeitern der Akademie der Wissenschaften der DDR gegründet, zu einem Zeitpunkt, als erkennbar wurde, daß die Akademie der Wissenschaften in ihrer bisherigen Form nicht weiterbestehen würde. Die Firma begann mit ihrer Arbeit im August 1991 mit zwölf von 1700 Mitarbeitern des ehemaligen Zentrums des wissenschaftlichen Gerätebaus. Im Zeitraum von 1991–1995 hat sich FMB als Produzent unikaler Forschungstechnik und Präzionsmechanik kontinuierlich entwickelt. Das Unternehmen besteht zur Zeit aus 22 Mitarbeitern.

FMB verfügt heute über eine hochqualifizierte Mitarbeiterstruktur von Konstrukteuren und Projektingenieuren für die Ultrahochvakuumtechnik, für den Sonderanlagenbau und für die Präzisionsmechanik. Die Basis bildet dabei ein umfangreicher Stamm an ausgebildeten Handwerkern, für die Zerspanungstechnik, für die Präzisionsfeinmechanik und für die Schweißtechnik.

Ein Spezialgebiet der Firma FMB ist die Ultrahochvakuumtechnik, mit der Konstruktion Fertigung und Prüfung von Vakuumkomponenten. Ein weiterer wichtiger Bereich ist der Sonderanlagenbau mit der Entwicklung und Fertigung von unikalen Meßmaschinen und Fertigungsprüfständen, kompletten Versuchsanlagen, Sondermaschinen für Industrieunternehmen, Abgasreinigungsanlagen, Strömungsversuchsanlagen und Reaktoren in der Verfahrenstechnik. Im Bereich der Präzisionsmechanik ist es vor allem die Konstruktion und Fertigung von Antrieben, optischen Geräten, Halterungen, Präzisionsführungen und Sensorhalterungen. Ein weiterer wichtiger Bereich ist die Luft- und Raumfahrttechnik mit der Konstruktion, Fertigung und Prüfung von mechanischen Baugruppen, für Spektrometer und andere Ausrüstungen, für Transport- und Antriebssysteme.

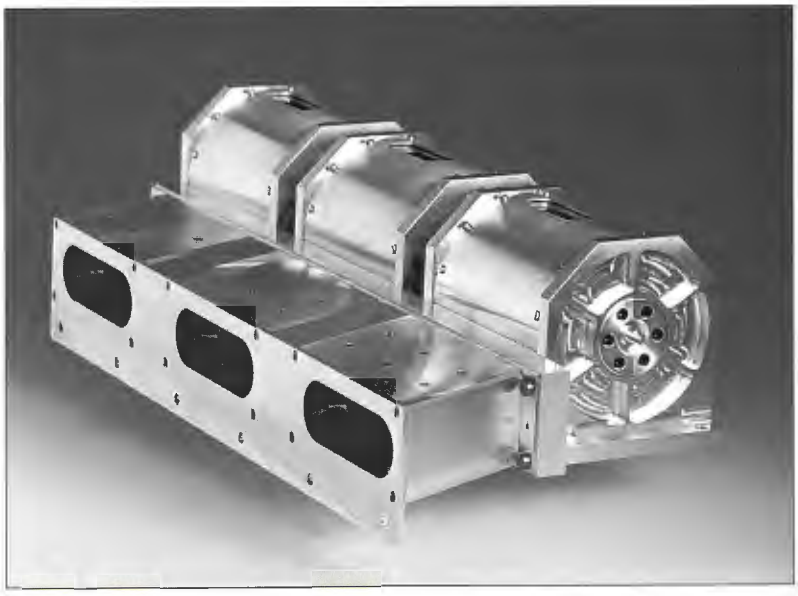
Der Erfolg des jungen ostdeutschen Unternehmens resultiert einerseits aus der hochqualifizierten Ausbildung seiner Mitarbeiter und andererseits aus der hochtechnisierten Ausrüstung mit modernsten Bearbeitungszentren und Maschinen.

Die Exempla '96 zeigt zwei Hochpräzisionsapparaturen von FMB: eine Ultrahochvakuum-Kammer aus Edelstahl und eine elektrisch betriebene Lineardurchführung. Unter Vakuum werden alle Gasdrücke unterhalb des Atmosphärendruckes (1 bar = 1000 mbar = 760 Torr) verstanden. Dieser Druck resultiert aus der Anzahl, dem Eigengewicht und der Bewegungsenergie der sich im Raum befindlichen Gasmoleküle. Während sich in 1 cm^3 Luft unter Normaldruck $2{,}69 \times 10^{-19}$ Gasmoleküle befinden, geht deren Anzahl z. B. bei 10^{-14} mbar (bisher erreichter Tiefstdruck) auf immerhin ca. 350 zurück.

Unter Ultrahochvakuum (UHV) versteht man Drücke $< 10^{-9}$ mbar. Mit Hilfe der Vakuumtechnik kann man unterschiedliche physika-

lische Prozesse entscheidend beeinflussen. Die Ursachen dafür sind immer in der extrem geringen Anzahl von frei beweglichen Gasmolekülen zu suchen.
So kann man beispielsweise luftleere Räume als Wärme- bzw. Kälteisolatoren nutzen oder auch in ihnen durch physikalische Abscheideprozesse „dünne Schichten" in der Halbleitertechnik herstellen. Die im Vakuum befindlichen Restgasmoleküle stören dennoch. Bei der thermischen Isolation wird über sie Wärmeenergie übertragen bzw. abgeführt, und in der Oberflächenphysik prallen an ihnen beschleunigte Elementarteilchen ab und verfehlen möglicherweise ihr Ziel (z. B. Anode oder Substrat).
Die sich im Vakuum befindlichen Einbauteile sollten grundsätzlich eine minimale Oberfläche mit sehr geringer Rauhtiefe aufweisen und sehr sauber sein, um jegliches „Festhalten von Fremdmolekülen" zu vermeiden.
Mit Hilfe der Präzisions- Lineardurchführung werden Translationsbewegungen hoher Auflösung von außen (atmosphärische Umgebung) auf Bauteile in einem abgeschlossenen Hochvakuumsystem bzw. Vakuumkammern übertragen, um diese dort genau zu positionieren bzw. zu bewegen.

Kristallhalter und Probenkopf



Sun Calibration – Spiegel- und Blendenbaugruppe eines Optikspektrometers für den Einsatz in der Raumfahrt.

ARRI
Arnold und Richter, München
Filmkameras

Der Name ARRI steht für die Familiennamen der beiden Firmengründer, August Arnold und Robert Richter, die 1917 in München mit dem Bau von Filmgeräten begannen.

Ein Meilenstein in der Firmengeschichte war die Entwicklung der ersten Spiegelreflexkamera der Welt, der legendären Arriflex 35, die 1937 erstmals auf der Leipziger Messe vorgestellt wurde. Das Hauptaugenmerk wurde schon damals auf eine solide und robuste Mechanik und der damit verbundenen Verläßlichkeit gelegt.

Die optische Übertragung des Bildes erfolgt bei einer Filmkamera über das Objektiv der Mattscheibe, der Spiegelblende und des Suchers. Bis zum heutigen Tage hat sich an diesen technischen Grundlagen nichts geändert. Die Filmindustrie stellt heute jedoch neue, mit den damaligen nicht mehr vergleichbare Anforderungen an die Produktionen. Von modernen Produktionskameras wird äußerste Laufruhe zur synchronen Bild-Ton-Aufzeichnung sowie absolut präziser Bildstand erwartet. Die Gewährleistung dieser äußersten Laufruhe setzt ein präzise angefertigtes Filmtransportwerk voraus, das einer Genauigkeit im Bereich von 1/1000 mm gerecht wird. Die Herstellung der Filmlaufwerke ist eine Hauptaufgabe der handwerklichen Produktion der ARRI-Kameras. Auf modernen Bearbeitungszentren werden die Einzelteile gefertigt und in der eigenen Werkstätte montiert. Die Ausbildung dieser hochqualifizierten handwerklichen Spezialkräfte wird in den Arri-Werkstätten durchgeführt.

Die erhöhten optischen Anforderungen konzentrieren sich in erster Linie auf eine möglichst helle Bildübertragung für den Kameramann sowie ein flexibles Suchersystem, das ein Arbeiten von jeder Kameraseite bei stets aufrecht stehendem Sucherbild ermöglicht. Dieses für den Kameramann wichtigste Instrument der Bildgestaltung wurde durch ausgeklügelte Optikberechnungen sowie auch durch die Wahl von qualitativ hochwertigen Glassorten geschaffen.

Die Exempla '96 zeigt zwei der neuesten ARRI Kameramodelle. Es sind die Arriflex 16 SR3 und die Arriflex 535 B. In ihnen vereinigt sich handwerkliche Perfektion mit modernster Computertechnologie und Design.

Die Arriflex 16SR3 ist auf modernste Produktionserfordernisse ausgerichtet. Mit ihr ist ein schneller Formatwechsel von Normal 16 auf Super-16-Format möglich. Ausgestattet mit Time-Code eröffnet die ARRIFLEX 16 SR3 den direkten Zugang zur elektronischen Postproduktion. Die helle Videoadaption ermöglicht bereits am Monitor eine weiterführende Auswertung. Eine manuell verstellbare Spiegelblende und die Laufruhe von 20 dB(A) erweitern den Einsatz dieser Produktionskamera.

Mit der Arriflex 535 B wurde eine Produktionskamera entwickelt, die ein Maximum an Bedienkomfort besitzt. Sie ist besonders leicht und klein gebaut. Die Arriflex 535 B ist optimal als Haupt- oder Zweitkamera einsetzbar. Ihr Geräuschpegel liegt unter 20 dB(A). Im Rahmen der Oskar-Verleihung 1996 erhielt Arnold und Richter den „Scientific Engineering Award" für die Kameraserie Arriflex 535. Mit ihr, so hieß es in der Begründung, sei in der Bedienung und Kontrolle von einer Synchrontonkamera mit innovativem Design zum ersten Mal eine überzeugende Computersteuerung möglich.

Berufsorganisationen

Landesinnungsverband mechanischer Metallhandwerke Bayern, München

Der Landesinnungsverband Bayern ist die Dachorganisation für 650 Betriebe der mechanischen Metallhandwerke mit ca. 12 700 Beschäftigten. Der Zuständigkeitsbereich des Landesverbandes umfaßt folgende Handwerke:

- Maschinenbaumechaniker
- Büroinformationselektroniker
- Werkzeugmacher
- Dreher
- Feinmechaniker
- Kälteanlagenbauer
- Zweiradmechaniker.

Der Landesverband hat die Aufgabe, die Interessen seiner Mitglieder wahrzunehmen und den Kontakt mit Behörden, anderen Verbänden und Organisationen zu pflegen bzw. kooperativ zusammenzuarbeiten sowie Öffentlichkeitsarbeit zu betreiben, die angeschlossenen Handwerksinnungen in der Erfüllung ihrer gesetzlichen und satzungsmäßigen Aufgaben zu unterstützen, den Behörden Anregungen und Vorschläge zu unterbreiten sowie ihnen auf Verlangen Gutachten zu erstellen. Er ist befugt, Fachschulen und Fachkurse einzurichten oder zu fördern. Lehrprogramme und Lehrunterlagen zu entwickeln und Einrichtungen zur Förderung dieser Vorhaben zu schaffen.

Der Landesverband kann ferner die wirtschaftlichen und sozialen Interessen seiner Mitglieder fördern. Zu diesem Zweck kann er Einrichtungen zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Betriebe, vor allem in technischer und betriebswirtschaftlicher Hinsicht, schaffen oder unterstützen, den gemeinschaftlichen Einkauf durch die Bildung von Genossenschaften, Arbeitsgemeinschaften oder auf sonstige Weise im Rahmen der allgemeinen Gesetze fördern.

Swissmechanic, Weinfelden, Schweiz

Swissmechanic ist der Verband der mechanisch-technischen Betriebe der Schweiz. Er gliedert sich in kantonale und regionale Sektionen und vereinigt rund 1000 Verbandsmitglieder mit über 30000 Mitarbeitern. Mitglieder der Swissmechanic sind Werkstätten der Mechanik, Fein- und Mikromechanik, Elektromechanik und Elektronik, des Maschinen- und Apparatebaus, Werkzeug- und Formenbaus, Automatendrehereien, Metalldrückereien und Stanzereien, Werkzeugunterhalt- und Dienstleistungsunternehmen im mechanisch-technischen Bereich sowie Konstruktions- und Entwicklungsbüros und Betriebe des öffentlichen Dienstes.

Die Aktivitäten von Swissmechanic sind auf die Bedürfnisse der Mitglieder ausgerichtet.

Die Swissmechanic-Wirtschaftspolitik nimmt Stellung zu den wichtigsten branchenpolitischen Entscheidungen. Sie fördert die Zusammenarbeit mit der Industrie und dem Gewerbe. Sie organisiert und beteiligt sich an Messen und fördert die Exportinteressen ihrer Mitglieder sowie firmenspezifische Qualitätssysteme. Swissmechanic informiert seine Mitglieder über Löhne, Tarife und Kostenindi-

zes, erstellt Fachexpertisen, Betriebsschätzungen und Maschinenschätzungen.

Ein Hauptanliegen der Swissmechanic ist die Bildungspolitik. Ihr Ziel ist es, den Bedarf an Auszubildenden zu decken, den beruflichen Nachwuchs und das Heranbilden von Führungskräften und selbständigen Unternehmen zu fördern und zu begleiten. Das Ausbildungskonzept der Swissmechanic unterstützt das hohe Leistungs- und Qualitätsniveau der mechanisch-technischen Betriebe der Schweiz.

Euromechanic e.V., München

Die Euromechanic e.V. wurde 1987 in Sankt Wolfgang in Österreich gegründet. In ihr haben sich die Organisationen des Handwerks sowie handwerklich-gewerbliche Unternehmen aus metallverarbeitenden, mechanisch-technischen sowie kälte- und elektrotechnischen Berufen zusammengeschlossen. Die Organisationen stammen hauptsächlich aus dem deutschsprachigen Raum.

Ziel der Euromechanic ist die Förderung der beruflichen Bildung im Handwerk. Dieses Ziel soll erreicht werden durch das Abhalten von Seminaren, Fachtagungen, beruflichen Bildungsveranstaltungen sowie durch Initiativen, die das Ansehen der handwerklichen Bildung und des Handwerks insgesamt fördern.

Der Euromechanic gehören derzeit folgende Mitglieder an:

- Landesverband mechanischer Metallhandwerke Bayern
- Tiroler Innung der Mechaniker
- Berufsgemeinschaft der Maschinenbaumechaniker und Werkzeugmacher L.V.H. Südtirol
- Swissmechanic-Sektion St. Gallen/Appenzell
- Swissmechanic-Sektion Thurgau

Die Mitgliedschaft weiterer Verbände und Organisationen aus ganz Europa wird von Euromechanic angestrebt.

Zweiradmechanik

Mechanik und Fahrzeugtechnik verbinden sich im Handwerk in vieler Hinsicht. Ein anschauliches und in letzter Zeit durch den Fahrradboom wieder hochaktuelles Beispiel ist die Entwicklung vom Laufrad bis hin zum technisch hochentwickelten Rennrad.

Die Exempla '96 zeigt unter dem Thema Zweiradmechanik ausgewählte Beispiele dieser Entwicklung. Die historischen Beispiele stammen aus dem Deutschen Museum München.

Historische Fahrräder des Deutschen Museums München

Zweiräder

Das Zweirad ist eine Erfindung des 19. Jhs. Es entstand nicht aufgrund wissenschaftlicher Überlegungen, sondern durch zielstrebiges Ausprobieren.
70 Jahre – von 1820 bis 1890 – dauerte die Entwicklung vom Laufrad über das Veloziped und Hochrad zum Niederrad. Speziell für das Zweirad wurden in dieser Zeit Kugellager, Drahtspeichen, Stahlrohre und Luftreifen erfunden. Diese Erfindungen machten das Rad schneller, leichter und bequemer. Das Rad setzt die menschliche Leistung besser in Fortbewegungsenergie um als irgendein anderes bisher erfundenes Fahrzeug. Die Dauerleistung des Menschen von 0,1 kW (0,14 PS) ermöglicht Durchschnittsgeschwindigkeiten um 20 km/h. Dies und die geringen Anschaffungs- und Unterhaltskosten ließen das Rad zu dem Individualverkehrsmittel werden, das auf der Welt auch heute noch am weitesten verbreitet ist.

Hochrad mit Bremse und Pedalen, 1883

Zweiradmechanik

Laufräder

Die ersten einspurigen Zweiradfahrzeuge waren Laufräder. Um 1800 besaßen sie weder Tretkurbeln noch Lenkung. Der Fahrer stieß sich mit den Füßen vom Boden ab, nicht nur um voranzukommen, sondern auch um das Gleichgewicht zu halten. 1817 erfand Carl Freiherr von Drais das Laufrad mit lenkbarem Vorderrad. Die Lenkung ermöglichte dem Fahrer nun auch das Gleichgewicht zu halten, ohne den Boden zu berühren.

Drais-Laufrad, 1817

Velozipede
(„Schnellfüße")

Die Idee, Laufräder mit Tretkurbeln am Vorderrad zu versehen, tauchte um 1860 mehrfach auf.
Die Franzosen Pierre und Ernest Michaux bauten als erste gebrauchstüchtige Velozipede serienmäßig. Mit geschmiedeten Rahmen und eisenbeschlagenen, hölzernen Rädern waren die „Michaulinen" die schwersten je gebauten Fahrräder. Mit Velozipeden trug man bereits Fahrradrennen aus. Die Spitzengeschwindigkeiten lagen bei 20 km/h.

Hochräder

In England entstanden nach 1870 aus den Velozipeden die Hochräder. Sie besaßen Stahlrohrrahmen und Drahtspeichenräder und waren deshalb leichter und schneller als die Velozipede. Vor allem der sehr große Vorderrad-Durchmesser und die erstmals verwendeten leichtlaufenden Kugellager ermöglichten Geschwindigkeiten von über 30 km/h. Die hohe Sitzposition und der weit vorne liegende Schwerpunkt hatten aber auch viele, zum Teil tödliche Stürze zur Folge. (Abb. S. 36)

Velociped von Michaux, 1869

Zweiradmechanik

Niederräder

Die um 1886 entstandenen englischen Niederräder sind die direkten Vorläufer der heutigen Fahrräder. Sie hießen auch Sicherheitsräder (safety-bicycles), weil sie bei weitem nicht so gefährlich waren wie die Hochräder. Die Verbilligung durch die Massenproduktion trug ähnlich wie bei den Schreib- und Nähmaschinen wesentlich zu ihrer Verbreitung bei. Bereits um die Wende zum 20. Jahrhundert hatte das Fahrrad seine endgültige Form gefunden.

Victoria Niederrad, 1885

Muskelkraftwagen

Muskelkraftwagen

Von mechanischen Wagen, die durch menschliche Muskelkraft bewegt wurden, wird bereits im Altertum und im Mittelalter berichtet. Im 18. Jh. waren sie als Trethebelwagen für Spazierfahrten in Gärten und Parks beliebt. Der mehrspurige Muskelkraftwagen des 19. Jhs. war lange Zeit das (kippsichere) Gegenstück zum einspurigen Laufrad, Veloziped oder Hochrad. Obwohl auch bei den mehrspurigen Fahrrädern alle Neuerungen der Fahrradtechnik Anwendung fanden, erlangte nach dem Aufkommen des Niederrades um 1886 nur noch das Transport-Dreirad Bedeutung. Als ferne Nachfahren der mehrspurigen Muskelkrafträder können die heute für Kinder angebotenen Fahrzeuge mit drei oder vier Rädern und Hand- oder Fußbetrieb gelten.

Dreirad mit Pedalantrieb, 1869

Muskelkraftwagen

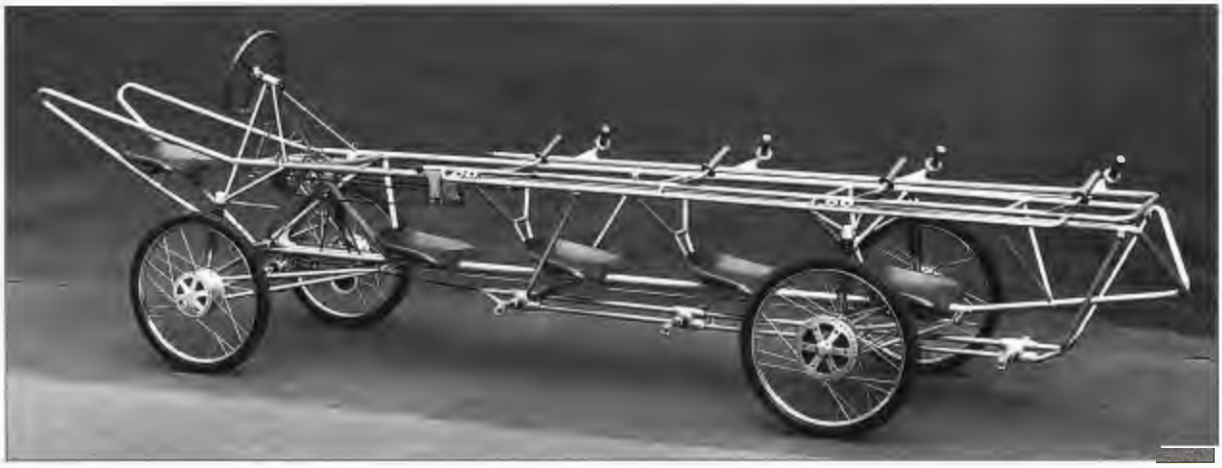
Erhard Hössle, Ebenhausen
Der Ruderrenner

Die Exempla '96 zeigt auch ein muskelbetriebenes Fahrzeug aus unseren Tagen, das im Jahre 1980 im Atelier von Professor Erhard Hössle in Ebenhausen entstanden ist. Es erhielt den Namen „Ruderrenner".

Der technische Konstrukteur dieses Fahrzeugs war der damalige Student Andreas Baumüller, heute Maschinenbauingenieur. Gebaut wurde es von ihm und seinen beiden Brüdern Gabriel und Dominik Baumüller sowie Florian Berchtenbreiter, Tobi Lehn und Stefan Hössle. Professor Erhard Hössle stand beratend, kontrollierend und gestaltend zur Seite.
Der Ruderrenner wird von fünf Personen gefahren. Er wiegt etwa 70 kg, hat eine Zuladungskapazität von 450 kg, ist 4,80 m lang und 1,20 m breit. Über ein neuartiges System wird die Hin- und Herbewegung der „Ruderer" in eine Drehbewegung umgewandelt und auf eine Zwischenwelle übertragen. Von dort wirkt der Antrieb über ein Kettengetriebe (6 Gänge) auf ein Differential und von dort über zwei Antriebswellen (sie stammen von einem alten Goggomobil) auf die Hinterräder.

Im Unterschied zu einem Ruderboot mit Rollsitz sind hier die Sitze fest und die Fußauflagen beweglich, aber der Effekt ist derselbe: Nicht nur Beinmuskeln, sondern auch Arm- und Bauchmuskeln sind an der Vorwärtsbewegung beteiligt. So fährt der Ruderrenner auf ebener Straße jedem normalen Fahrrad davon, allerdings erfordert dieses Bewegungsprinzip auch viel Kraft. Am besten hat's natürlich der Steuermann, der über allen thront und Lenkung, Schaltung und Bremsen bedienen darf.

Erhard Hössle ist Silberschmied von Beruf, war über viele Jahre



Professor an der Akademie der Bildenden Künste in Nürnberg und leitete dort die Fachklasse für Silberschmiede. Sein künstlerischer Ruf ist in seiner sehr individuellen Formgebung ebenso wie in den technischen Erfindungen und Raffinessen begründet, die er in seine Arbeiten integriert.

Es war immer ein Teil seiner Lehrphilosophie, daß ein Silberschmied von heute gleichzeitig auch ein Erfinder sein müsse, mit Silberschmieden allein sei es schwer, sich einen Lebensunterhalt zu sichern. Er selbst hat durch eine ganze Reihe mechanischer Arbeiten auf sich aufmerksam gemacht. Die Grenze seines Berufs hat er dabei oft weit überschritten. Spektukulär sind z.B. seine in einem Diorama im Deutschen Museum München vorgestellten Fesseldrachen, die in der Lage sind, einen Menschen durch die Luft zu tragen (Men-Lifters). Vielen bekannt ist sicher auch das „Windrad mit Musik", das im Bogeninneren des alten Münchner Rathauses am Marienplatz hängt und auf spielerisch musikalische Art auf das dort etablierte Spielzeugmuseum hinweist. Weniger bekannt ist ein computergesteuertes Lichtobjekt, das Erhard Hössle im Kulturzentrum am Münchner Gasteig installiert hat. Dessen Spiegel richten sich automatisch nach dem Lauf der Sonne aus, reflektieren deren Licht und projizieren es in das Rauminnere.

Die Idee, ein muskelbetriebenes Fahrzeug zu bauen, entstand Mitte der 70er Jahre auf einer Studienreise in Jugoslawien. Es war in der Zeit der großen Ölkrise. Der Mensch, so dachten sich die Studenten und die anderen jungen Reiseteilnehmer, sollte vom Benzin unabhängig sein.

Wenn aus dieser Idee auch kein eigentliches muskelkraftbetriebenes Reisefahrzeug geworden ist, so eignet es sich doch als Sport- und Freizeitgerät, z.B. für das Wintertraining einer Rudermannschaft oder auch für den Blindensport.

Im Jahre 1980 erregte dieses Gefährt großes Aufsehen im englischen Seebad Brighton. Dort fand damals, zur großen Freude des Publikums, ein jährlich sich wiederholender Wettbewerb statt, in dem Erfinder ihre neu entwickelten, muskelkraftbetriebenen Fahrzeuge vorstellen und deren Funktionstüchtigkeit in einem Rennen unter Beweis stellen konnten.

FES
Institut für Forschung und Entwicklung von Sportgeräten e.V., Berlin
Rennsporträder

Hinter dem Namen FES verbirgt sich ein Forschungsinstitut oder, genauer gesagt, ein Verein, dessen satzungsmäßiges Ziel die Forschung und Entwicklung von Sportgeräten ist.

Mitglieder des Vereins sind der Deutsche Kanuverband, der Deutsche Ruderverband, der Deutsche Seglerverband, der Bund Deutscher Radfahrer, der Deutsche Bob- und Schlittensportverband, die Deutsche Eisschnellaufgemeinschaft, die Deutsche Triathlon Union, der Deutsche Schützenbund, der Deutsche Sportbund und das Nationale Olympische Komitee für Deutschland.

Aufgabe des Institutes ist es, zu prüfen, inwieweit Sportgeräte, die in den genannten Sportarten verwendet werden, in ihrer Leistungsfähigkeit verbesserungsfähig sind. Den Auftraggebern entsprechend gilt dies für Rennräder, Rennschlitten, Bobs, Ruder- und Segelboote, Schlittschuhe etc.

Im Zentrum der wissenschaftlichen Forschungsarbeit des FES steht der Sportler und das Sportgerät – ein komplexes Thema. Die Qualität des Geräts, seine Materialbeschaffenheit, die Technik der Ausführung, die Anpassungsfähigkeit an die pysiologischen und psychologischen Bedingungen des Sportlers müssen optimal sein, will man Spitzenergebnisse erzielen. Die Sportgeräte, die durch das FES entwickelt wurden, unterscheiden sich grundlegend von allen marktüblichen Serienprodukten der Sportgeräteindustrie, da sie auf die individuellen Gegebenheiten des Sportlers eingehen.

Die Ergebnisse, die das FES aufgrund seiner Forschungsarbeit erzielt, sollen rationell und breit angelegt auf die Praxis übertragbar sein. Um dies zu ermöglichen, experimentiert man in der FES-Werkstatt zunächst mit den dort angefertigten Prototypen. Sportgeräte, die bei Wettkämpfen tatsächlich zum Einsatz kommen, werden vom FES nur dann gebaut, wenn anderswo die technischen Voraussetzungen für die Herstellung fehlen oder wenn die Wettkampf-Termine so kurzfristig angesetzt sind, daß eine anderweitige Herstellung nicht mehr möglich ist.

Das FES konnte seine frühere Arbeit im Dienste des DDR-Leistungssports auch in den ersten fünf Jahren der deutschen Einheit in gewohnter erfolgreicher Manier fortsetzen. Das Institut hat einen entscheidenden Teil dazu beigetragen, daß deutsche Nationalmannschaften in dieser Zeit bei Weltmeisterschaften und Olympischen Spielen eine Vielzahl von Medaillen erringen konnten.

Das FES und der Radsport

In der Exempla '96 werden Entwicklungen vorgestellt, die das FES für den deutschen Radsport erbracht hat.

Im Auftrag des Bundes Deutscher Radfahrer wurden verschiedene Wettkampf- und Trainingsgeräte sowie auch einzelne Teile entwickelt, die beim Bau von Rennrädern ihre Verwendung finden.

Im Radrennsport kommt es darauf an, die Fahrdynamik durch eine möglichst verlustarme Übertragung der Antriebskräfte zu steigern und den Luftwiderstand, der Fahrt und Beschleunigung behindert, möglichst gering zu halten.

Dank seiner Entwicklungsarbeit bei Windkanaluntersuchungen konnte das FES herausragende Testergebnisse erzielen. Auch wesentliche Verbesserungen bei der Stabilität und Steifigkeit der Rahmen und Laufräder wurden erreicht. Es sind neuartige, auf die einzelnen Sportler individuell angepaßte aerodynamische Rennräder für insgesamt 10 internationale Radsportdisziplinen entstanden. Zwei von ihnen werden in der Exempla '96 gezeigt. Die einzelnen Räder wurden dem deutschen Radsport zunächst als Unikate zur Verfügung gestellt. Die Vorteile gegenüber Konkurrenzerzeugnissen aus dem Ausland waren für Fachleute sofort klar ersichtlich. Es gibt in Deutschland keinen Rennradproduzenten, der auf die disziplinspezifischen Bedürfnisse der Radrennsportler auf Bahn oder Straße in seiner ganzen Komplexität eingeht.

Die in der Exempla '96 vorgestellten Entwicklungen sind die Ergebnisse einer jahrelang konsequent verfolgten Strategie, nach der moderne wissenschaftlich-technische Erkenntnisse über neueste Trainings-Methoden erfolgreich in die Praxis umgesetzt werden.

Zweiradmechanik

FES-Straßenrad-Olympiarad '92

Das ausgestellte FES-Wettkampfrad ist ein spezielles Straßenzeitrad in hochfester Faserverbundbauweise für das Mannschaftszeitfahren. Es wurde erstmals zu den Olympischen Spielen 1992 in Barcelona von der deutschen Nationalmannschaft eingesetzt, die mit ihm die Goldmedaille im 100-km-Mannschaftsfahren gewann. Zu den Weltmeisterschaften 1994 in Italien und 1995 in Columbien trat die deutsche Nationalmannschaft mit diesem Rad im 50-km-Einzelzeitfahren an. Jahn Ulrich und Axel Peschel erkämpften damit die Bronzemedaille.

Durch die ergonomische Gestaltung des Lenkers gelang es, den Athleten zusätzlich in einer günstigen aerodynamischen Position zu fixieren und somit die Einheit von Sportler und Gerät durchzusetzen.

Das Fahrrad wird aus hochfesten Faserverbundwerkstoffen unter Verwendung einer speziellen Vakuumdrucktechnologie hergestellt und wiegt ca. 9,5 kg.

Konstruktionswerkstoffe sind Kohlenstoff-, Aramid- und Glasfasern. Als Matrixmaterial dienen Epoxydharze. Durch die konstruktive Gestaltung und Werkstoffauswahl, wird eine hohe Festigkeit garantiert.

FES-Bahnrad, Weltmeisterschaftsrad '95

Das zweite ausgestellte FES-Wettkampfrad ist ein spezielles Bahnzeitfahrrad in hochfester Faserbauweise für das 1000-m-Zeitfahren. Es wurde erstmals zur Weltmeisterschaft 1995 in Columbien von der deutschen Nationalmannschaft eingesetzt.

Cervélo Bicycle Design, Montreal, Kanada
Rennsporträder

Die Firma Cervélo befaßt sich mit der Entwicklung und Konstruktion von außergewöhnlichen Fahrrädern, die nicht den Zwängen der konventionellen Fahrrad-Industrie unterliegen. Der Firmensitz ist Montreal in Kanada. Neben dem Entwurf von Modellen für die eigene Produktion hat sich Cervélo auf die Beratung von Profi-Radfahrern und ihrer Teams spezialisiert.

Zu Cervélo gehören Philip White, der aus dem Raumfahrt-Projektmanagement kommt, und Gérard Vroomen, ein Ingenieur mit umfangreicher Erfahrung in Komposit-Materialien und in der Entwicklung von Fahrrädern. Philip White war bereits beim Entwurf und der Konstruktion unterschiedlicher Fahrräder beteiligt, wobei er hauptsächlich Carbonfasern verwendete sowie eine Vielzahl verschiedener Materialien und Produktionsmethoden. Gérard Vroomen hat schon mehrere fortschrittliche Komposit-Fahrräder gebaut und sich dadurch auf dem Gebiet der Kompositmaterialien umfangreiche Sachkenntnisse angeeignet. Auch auf dem Gebiet der Muskelkraft-Fahrzeuge (HPV – Human Powered Vehicle) kennt er sich aus.

Der Rest des Cervélo-Teams besteht aus einem Mechaniker, der im kanadischen Nationalteam Erfahrung gesammelt hat, sowie einem international erfahrenen Trainer/Physiologen. Mehrere Mitglieder des Teams sind Spezialisten auf dem Gebiet der Aerodynamik und in der Analyse von Fahrrädern.

Es gibt zahlreiche Faktoren, die die Leistung bzw. die Geschwindigkeit des Radrennfahrers beeinflussen. Auf Strecken mit mäßigen Höhenunterschieden, wo sowohl die Beschleunigung als auch das Bremsen eine minimale Rolle spielen, haben die Ursachen, die den Luftwiderstand des Radfahrers und des Fahrrades bestimmen, die größte Bedeutung. Dieser Luftwiderstand bzw. aerodynamische Widerstand beträgt bei den gegenwärtigen Geschwindigkeiten von Fahrradrennen (ungefähr 50 km/h) etwa 85% des insgesamt auftretenden Widerstandes. Ein Drittel dieses Widerstandes stammt vom Fahrrad, zwei Drittel vom Fahrradfahrer. Das bedeutet, daß die optimale aerodynamische Position des Körpers das erste Ziel ist, das auf dem Weg zur Verbesserung des Fahrrads angestrebt werden muß. Rennräder müssen nach den Vorschriften der „Union Cycliste International" gebaut sein, daher sind nur wenige solcher Verbesserungen möglich.

Traditionelle Hersteller befassen sich beim Fahrradentwurf meistens nicht mit dem Rahmen. Philip White und Gérard Vroomen versuchten, eine neue Rahmenform zu entwickeln und darüber hinaus das gesamte Fahrer-Fahrrad-System zu optimieren.

Das charakteristische Merkmal ihres aerodynamischen Fahrrads ist die Einbeziehung von Form und Bewegung (der Vorder- und Hinterräder) in den Entwurf. Andere Hersteller nehmen die Existenz der Räder als gegeben hin und vermindern, wenn überhaupt, ihren Luftwiderstand in dem sie z. B. das Hinterrad hinter dem Sitzrohr abschirmen.
Bei der Umsetzung des Entwurfes und bei der Fertigung der Fahrräder bedienen sich die Konstrukteure folgender technischer Hilfsmittel:

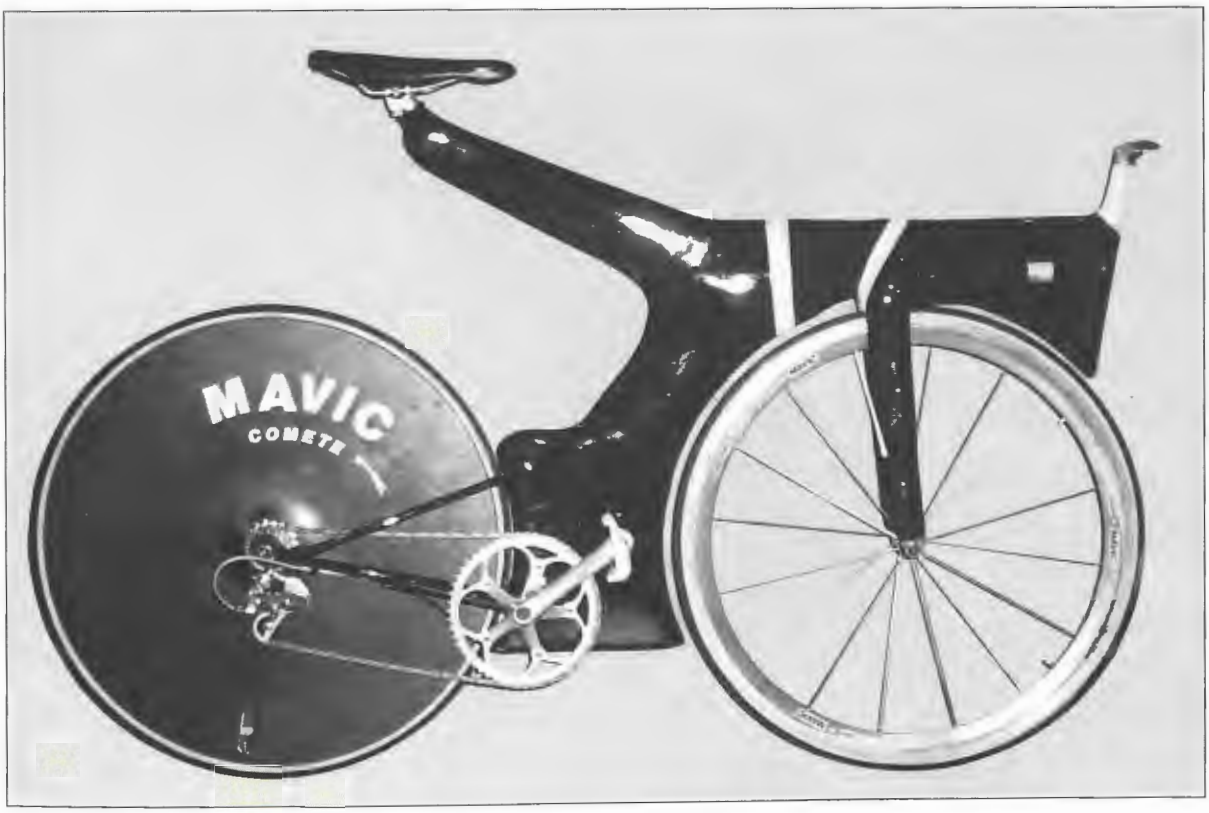
Computational Fluid Dynamics: Um die Strömung um die Räder herum zu untersuchen und die verschiedenen potentiellen aerodynamischen Rahmenformen, wurde Computational Fluid Dynamnics Software verwendet.

Finite Element Analysis:
Diese Software wird benutzt, um sicherzustellen, daß die Formen, die mit Hilfe der Computational-Fluid-Dynamics-Software entwikkelt wurden, auch tatsächlich mit ausreichender Stärke und Festigkeit konstruiert werden können.

Powermeter Tests:
Prototypen werden mittels Powermeter getestet. Testfahrer fahren mit konstanter Geschwindigkeit auf einer geschlossenen Rennstrecke (Radrennbahn) und benutzen verschiedene Fahrräder als Prototypen.

Zu den weiteren Entwürfen gehört das Columbia-Fahrrad. Es benutzt ein einzigartiges Strukturgemisch aus Titanium-Carbonfaser-Epoxyd, welches ihm zu einer Rekord-Leichtigkeit von ungefähr 700 g verhilft (Modellgewicht). Das leichteste im Handel erhältliche Fahrrad wiegt ungefähr 1300 g, doch die Lenkkopf- und Tretlagersteifigkeit des Columbiarades ist im gleichen Bereich wie die der 1300-g-Rahmen.

Cervélo-Zeitfahrmaschine



Zweiradmechanik

Josef Reinauer, Sigmaringen
Mechanische Seilzugbremse

Die Entwicklung der Fahrrad-Mechanik seit Anfang des 19. Jh. ist von einer Reihe Erfindungen begleitet, die von Mechanikern und Tüftlern gemacht wurden. Auch Josef Reinauer, Maschinenbautechniker aus Sigmaringen, gehört zu diesen Tüftlern. Die Exempla '96 zeigt eine von ihm neu entwickelte mechanische Seilzug-Felgenbremse, die 1995 zum Patent angemeldet wurde. Als begeisterter Radsportler beschäftigte sich Josef Reinauer bereits seit Jahren mit dem Plan, eine völlig neuartige mechanische Handbremse zu entwickeln. Sie sollte sehr leicht sein, ohne Gelenke funktionieren und formal gut gestaltet sein.

Ein Problem bei herkömmlichen mechanischen Bremsen besteht in der Verformung. Die Bremswirkung auf die Bremsbacken tritt erst dann ein, wenn die Verformung der Bremszangen abgeschlossen ist. Umgekehrt muß beim Lösen der Bremsen zunächst die Verformung der Bremszangen rückgängig gemacht werden, um ein vollständiges Lösen der Bremsbacken von der Felge zu gewährleisten. Bei den traditionellen Bremsen wird zudem ausnahmslos mit sogenannten Gelenkhebeln gearbeitet, die auch eine gewisse Verformungsarbeit und ein Spiel in den Gelenkhebeln bewirken. Dadurch verschlechtert sich ebenfalls das Bremsverhalten.

Ziel von Josef Reinauer war es, eine mechanische Seilzugbremse zu entwickeln, die bei gleicher Betätigungskraft eine wesentlich höhere Bremskraft erzielt, so daß daraus ein geringerer Betätigungsweg resultiert.

Das Ergebnis von Reinauers langjähriger Entwicklungsarbeit ist die „Reijola 2000/1" Hochleistungsleichtbremse für den Radrennsport. Dafür wurde eine vollständig neue Mechanik gewählt, die nicht den bisherigen Funktionsprinzipien folgt, sondern eine in ein eigenes Gehäuse integrierte Neuerung darstellt.

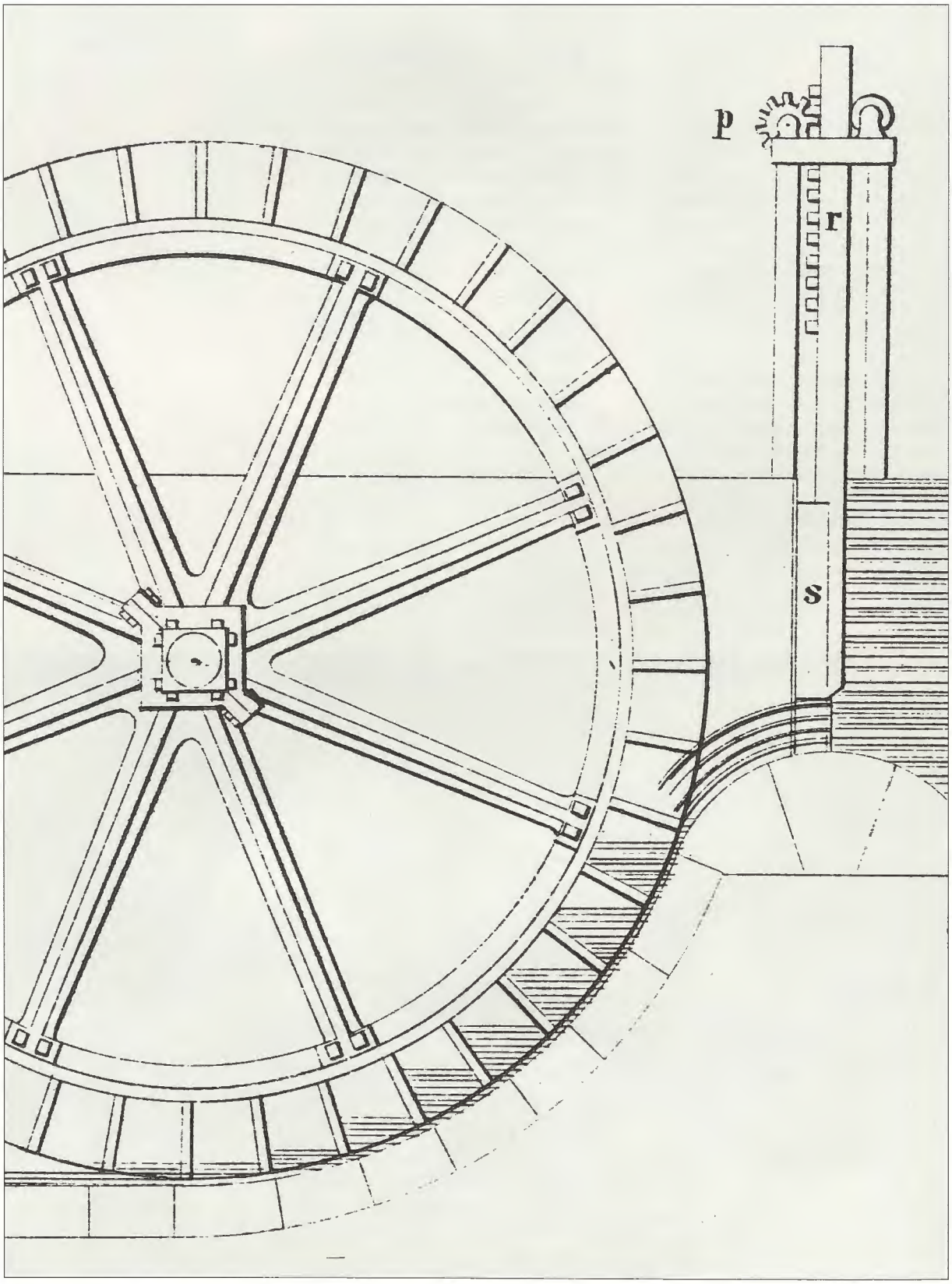
Aus dieser Neuentwicklung ergeben sich eine Reihe von Vorteilen. Die Bremse ist mit 185 g sehr leicht, durch eine dreifache Übersetzung der Handkraft stark in ihrer Leistung. Sie ist extrem steif durch eine in dieser Form einmalige Gehäusebauweise, in der sich die Bremsmechanik befindet. Sie verfügt über eine ausgesprochen exakte Zwangssynchronisation, außerdem kann die Bremskraft gut dosiert werden. Durch die Anordnung der gesamten Mechanik in einem Gehäuse für jeden Brems- und Bremsschalthebel ist sie geeignet auch bei der Umrüstung von Fahrrädern. Alternativ kann sie mit Doppeladaptern für zwei hintereinanderliegende Zuganschlüsse und zur Montage eines zweiten Bremshebels verwendet werden.

In der Exempla '96 wird eine weitere Entwicklung von Josef Reinauer zur Fahrradbremsentechnologie ausgestellt. Es handelt sich um einen sogenannten „break-controller", das ist ein Zusatzgriff für Triathlonfahrräder. Der Reijola 2000/2 break-controller wurde zur ergonomischen schnelleren und sicheren Bremsbetätigungen von seilzugbetätigten Bremsen für den Triathlonsport entwickelt. Dabei wird einem Reijola 2000/2 break-controller ein Standard-Lenker-Aeroaufsatz, wie man ihn für Triathlon-Fahrräder üblicherweise anwendet, als integrales Bremsbetätigungssystem zugeordnet. Zum Bremsen wird der aus dem Lenkerende herausragende Teil des break-controllers durch Daumendruck nach vorne gekippt. Dabei wird ein über ein Kugelgelenk aufgehängter Zugkolben achsial bewegt. Im Zugkolben ist der zur Betätigung der Bremse not-

wendige Bowdenzug eingehängt. Der break-controller wurde speziell für Triathleten entwickelt, die damit in der Lage sind, jederzeit und ohne Griffwechsel sicher und schnell zu bremsen. Durch die ständig gegebene Bremsbereitschaft ist das Fahren in der Gruppe in optimaler Aeroposition jederzeit gefahrlos möglich.

Zu den neuentwickelten Handbremsen zählen auch eine Reihe von Kombinationen mit Zusatzkomponenten.

Der Zwischenadapter EZ 2001/2 kann eingesetzt werden, wenn mit einem Bremshebel gleichzeitig zwei Bremsen bedient werden sollen oder müssen. Dies ist insbesondere der Fall, wenn Personen mit einem behinderten Arm nicht in der Lage sind, beide Bremsen gleichzeitig zu betätigen. Auch Radfahrer, die sich nicht sicher sind, mit welchem Bremshebel welche Bremse betätigt wird, können dieses System anwenden. Ein weiterer Adapter ermöglicht es, daß von zwei unterschiedlichen, unabhängigen Bremshebeln jeweils gleichzeitig zwei Bremsen betätigt werden können. Alle Zwischenadapter sind für beliebige Fahrradtypen sowie für sämtliche Bremsanlagen verwendbar bzw. geeignet.


p
r
s

Die Nutzung der Wasserkraft

Die Wasserkraft ist weltweit nach wie vor die wichtigste der regenerativen Energiequellen. Ihr Anteil an der elektrischen Versorgung ist größer als der der bestehenden 500 Kernkraftwerke. Sie ersetzt in der Bundesrepublik etwa 7 Mio. Tonnen Steinkohleeinheiten und verhindert damit den Ausstoß von 20 Mio. Tonnen CO_2 pro Jahr. Vor diesem Hintergrund wird deutlich, daß das vorhandene Wasserkraftpotential ausgebaut und genutzt werden muß. Auf dieses Geschenk der Natur können umweltbewußte Menschen und die politisch Verantwortlichen nicht verzichten.

Von den rund 7200 in Deutschland vorhandenen Wasserkraftanlagen werden etwa 600 den größeren und großen Anlagen zugerechnet, der Rest sind Klein- und Kleinstanlagen. In den alten Bundesländern sind derzeit 12000 Wasserrechte vorhanden, etwa 5000 Kleinwasserkraftwerke wurden stillgelegt. Die Forschungsanstalt Jülich (KFA) hat in einer Studie festgestellt, daß in der Bundesrepublik (alt) ein ausbaufähiges Potential von rund 10–15 Mrd. kWh vorhanden ist.

Über Jahrzehnte hinweg galt das Wasserrad als veraltete Technik, die Turbine als die modernere und effizientere Technologie. Als Ausdruck dieses Denkens kommen Wasserräder in den meisten Standardwerken zur Wasserkraftnutzung gar nicht mehr vor. Wer eine brauchbare Anweisung für den Bau von Wasserrädern sucht, muß auf ein Buch aus dem Jahr 1929 zurückgreifen.

Trotzdem erlebt das Wasserrad derzeit eine Renaissance. Mindestens 100 neue Wasserräder dürften in den letzten drei Jahren gebaut oder auf Stromerzeugung umgerüstet worden sein. In Einzelfällen wurden sogar bestehende Turbinenanlagen aus- und stattdessen Wasserräder eingebaut. Der neue Trend zum Wasserrad hat nicht primär nostalgische Gründe, sondern technische: Das Wasserrad ist dank moderner Getriebe durchaus in der Lage, konstante hohe Generatorendrehzahlen bei vergleichsweise geringen Getriebeverlusten zu produzieren. Bei geringen Wassermengen, d. h. unter 500 Liter pro Sekunde, ist das Wasserrad damit eine solide und preiswerte Alternative zu einer kleinen Turbine, die wegen des zusätzlich erforderlichen Rechenreinigers und der wasserstandgeführten Regelung technisch wesentlich aufwendiger ist. Der Wirkungsgrad liegt in vergleichbarer Größenordnung, bei schwankenden Wassermengen hat das Wasserrad das bessere Teillastverhalten.

Oberschlächtige Wasserräder sind im Kleinstleistungsbereich bereits bei Wassermengen ab ca. 100 Liter pro Sekunde wirtschaftlich einsetzbar. Bei unterschlächtigen Wasserrädern ist dies anders: Mindestens 500 Liter pro Sekunde sollten schon zur Verfügung stehen, um bei Fallhöhen ab ca. 1 Meter ein unterschlächtiges Wasserrad anzutreiben. Im Gegensatz zu den guten Wirkungsgraden eines oberschlächtigen Wasserrades oder einer Turbine hat das unterschlächtige Wasserrad einen eher bescheidenen Wirkungsgrad. Viel mehr als 50 % Gesamtwirkungsgrad, bezogen auf die elektrische Leistung, sind nicht zu erreichen. Aber der Vergleich hinkt: Bei Fallhöhen unter 1,50 Metern ist das unterschlächtige Wasserrad nahezu konkurrenzlos, und auch bei Fallhöhen bis zu 2 Metern braucht es den Vergleich mit einer Turbine nicht zu scheuen.

Wer nun glaubt, das Wasserrad decke nur kleine Randbereiche ab, irrt gewaltig. Früher gab es in Deutschland über 100 000 Wasserräder, derzeit sind etwas mehr als 7000 Turbinen in Betrieb. Der Zahlenvergleich zeigt, daß die meisten ehemaligen Wassermühlen nicht umgerüstet wurden, sondern brachliegen. Es gilt mehr als 50 Jahre Entwicklungsstillstand auf dem Gebiet der Wasserräder zu überbrücken.

Die Ursache, warum das Wasserrad den technologischen Wettlauf mit der Turbine zunächst verloren hat, liegt dort, wo man sie auf den ersten Blick nicht vermutet; im Getriebe. Reicht der Turbine eine einstufige Übersetzung zur Erlangung üblicher Generatordrehzahlen, so bedarf es beim Wasserrad einer dreistufigen Übersetzung. Das Getriebe muß mindestens um den Faktor 100 in Schnelle übersetzen. Solche Getriebe waren bis in die jüngste Zeit nicht zu akzeptablen Preisen zu bekommen.

Die technologische Entwicklung ist jedoch fortgeschritten. Der Maschinenbau stellt heute preiswerte Planetengetriebe her. Sie sind das fehlende Bindeglied zwischen Wasserrad und Generator. Dank dieser Getriebe kann das Wasserrad nun im Kleinstleistungsbereich bis 20 kW verlorenes Terrain wiedergewinnen.

TURAS-Wasserrad

Bega Wasserkraftanlagen GmbH, Bochum
Das TURAS-Wasserrad

Die Exempla '96 stellt eine Neuentwicklung in der Wasserkraftanlagen-Technologie vor, nämlich das von der Fa. Bega entwickelte TURAS-Wasserrad. Mit ihrer Entwicklung ging die Bochumer Firma in diesem Bereich noch einen technologischen Schritt weiter. Sie integrierte das Getriebe in die Radmitte. Damit kann auf die teuren Bauteile Welle und Rosetten verzichtet werden.

Die Montage des TURAS-Wasserrades wird durch das zentrale Getriebe deutlich vereinfacht. Durch die einseitige Aufhängung kann das Wasserrad mittels Flanschverbindung an das Getriebe angeschraubt werden. Damit reduziert sich die Montage des Wasserrades auf wenige Stunden und kann prinzipiell auch im Selbstbau erfolgen.

Die integrierten Radnabengetriebe der TURAS-Wasserräder sind modifizierte Serienprodukte und werden üblicherweise in schwere Baumaschinen eingesetzt. Als industrielles Serienprodukt sind sie hinreichend erprobt und haben sich im schweren Baustelleneinsatz (Wasser, Sand, Erschütterungen) bewährt. Sie sind bis auf regelmäßige Ölwechsel wartungsfrei.

Der Wirkungsgrad des TURAS-Wasserrades liegt wegen geringerer Lagerreibungsverluste höher als bei konventionellen Wasserrädern. Gegenüber kleinen Turbinen zeichnen sich Wasserräder prinzipiell durch höhere und vor allem konstante Wirkungsgrade aus. Im Einzelfall hängt der Wirkungsgrad von vielen Rahmenbedingungen ab, man kann aber bei Leistungen oberhalb 3 kW mit mindestens 70 % Gesamtwirkungsgrad rechnen.

TURAS-Wasserräder werden üblicherweise im Netzparallelbetrieb gefahren, d. h. der erzeugte Strom dient vorrangig dem Eigenverbrauch, der Überschuß wird gegen eine Vergütung von derzeit 15,36 Pfg./kWh in das öffentliche Netz eingespeist. Bei Kleinstanlagen ist auch Batterieladung oder Warmwasserbereitung möglich.

Mühlenbau

Martin Impler, Bad Feilnbach-Au
Traditionelle Wasserräder

Der Schreinermeister Martin Impler hat sich auf den Bau von historischen Mühlrädern spezialisiert. In der Regel sind es hölzerne Mühlräder, die in seiner Werkstatt gefertigt werden. In Einzelfällen entstehen dort aber auch zeitgemäße Mühlräder aus Metall.

Der Bau der Mühlräder entspricht seiner bereits in der Kindheit vorhandenen Neigung zu allem was mit Bächen, fließenden Gewässern und Wasserkraftwerken zu tun hat. Dieses Interesse veranlaßte ihn zu zahlreichen eigenen Studien und Studienreisen, die ihn nach Südtirol, Kärnten, die Steiermark, den Schwarzwald, aber auch nach Ungarn, Frankreich und bis nach Ägypten führten. Es waren vor allem die unterschiedlichen Antriebssysteme, die er bei den historischen Mühlen studierte. Seine Fachkenntnisse im Mühlenbau hat er sich also auf einem

sehr langwierigen, individuell geprägten, autodidaktischen Wege angeeignet.

Die von der Firma Impler in historischer Tradition gebauten Wasserräder werden vorwiegend in historischer Umgebung eingesetzt. Die Firma arbeitet für die Denkmalpflege, für Heimatmuseen oder auch für Privatpersonen, die manchmal einem nostalgischen Bedürfnis entsprechend die Mühle am rauschenden Bauch wieder klappern hören möchten.

Aber es sind nicht nur nostalgische Vorstellungen, die die Auftraggeber zur Anschaffung eines Mühlrades bewegen. Ein historisches Mühlrad ist durchaus auch für die eigene Stromversorgung interessant. Durch das Energieeinspeisungsgesetz kann heute jede Privatperson, die ein Wasserrecht oder eine alte Mühle besitzt, die von ihr privat erzeugte elektrische Energie für einen wirtschaftlichen Preis, der zwischen DM 0,14 bis DM 0,17 pro kW/Std. liegt, in das allgemeine Stromnetz einspeisen. Die Mindesteinspeisungsmenge beträgt 3 kW pro Stunde. Wasserräder können eine Stromleistung von insgesamt bis zu 50 kW pro Stunde erzeugen.

Firma Windside Oy, Haapavesi, Finnland
Windturbinen

Seit Beginn der 90er Jahre weiß man, daß Windkraft eine wichtige, alternative Energiequelle darstellt, deren Nutzung zunehmend an Bedeutung gewinnt. Berühmt geworden sind zwischenzeitlich die Windparks, in denen ein „Wald von modernen Windmühlen" steht. Auf hohen Masten drehen sich windmühlenartige Rotore, deren Blätter bis zu 25 m lang sein können.

Bereits in den 20er Jahren hat sich der Finne Sigurd J. Savonius mit einem Rotor-System befaßt, das sich von den herkömmlichen Rotoren unterscheidet und dessen Konstruktion denkbar einfach ist. An einer vertikalen Mittelachse sind zwei vertikal laufende Flügel angebracht, die sich unabhängig davon, aus welcher Richtung der Wind weht, schon bei leichtestem Winddruck drehen. Die ersten Entwicklungen von Sigurd J. Savonius waren noch unausgereift, der Rotor arbeitete geräuschintensiv, die Anlage war nicht sturmsicher.

In der Zwischenzeit erzielte man weltweit allgemeine Verbesserungen in der Rotortechnologie. Eine Entwicklung des Finnen Risto Jontsiniemi brachte nochmals eine entscheidende Neuerung. Der von ihm entwickelte Rotor basiert auf den Überlegungen von Savonius, d. h. auf dem „Flettnerschen Gesetz" und dem „Magnus-Effekt". Die Rotor-Achse verläuft ebenfalls

vertikal, die beiden seitlichen Windflügel drehen sich aber spiralförmig und reagieren dadurch äußerst sensibel auf die geringsten Windverhältnisse.

Die Testergebnisse, die mit diesem Rotor erreicht wurden, waren verblüffend – sie erzielten, wenn man so will, Weltrekorde. Bereits bei Windstärken von 2–3 Metern pro Sekunde beginnt der Rotor mit der Elektrizitätsproduktion. Verglichen mit dem von Savonius entworfenen Exemplar funktioniert dieser Rotor, der den Namen Windside erhielt, geräuschlos. Er ist sturmsicher und hält Geschwindigkeiten bis zu 200 km/h stand.

Windside-Kraftanlagen können unter extremsten Klimabedingungen arbeiten, bei Temperaturen von minus 40 bzw. plus 120 Grad Celsius, sie vereisen auch unter arktischen Bedingungen nicht und widerstehen hoher Luftfeuchtigkeit. Sie sind nahezu wartungsfrei. Lediglich die Achslager brauchen jährlich einige wenige Tropfen Öl.

Aufgrund dieser hervorragenden Eigenschaften garantiert die Windturbine eine nahezu konstante Energieproduktion. Da sie sehr geräuscharm arbeitet, ist sie auch unmittelbar im Wohnbereich einsetzbar, und da sie mit bloßer Hand gestoppt werden kann, ist sie selbst für Kinder ungefährlich.

Ein Beispiel für die Effektivität der Maschine: Eine von einer mittleren Windkraftanlage gespeiste Batterie liefert den Strom für den Betrieb eines ganzen Sommerhauses, d.h. Strom für zehn Lampen, ein Radio-, ein Fernsehgerät, einen Eisschrank etc. Die Batterie lädt sich zu jeder Tages- und Nachtzeit selbst auf.

Akustik

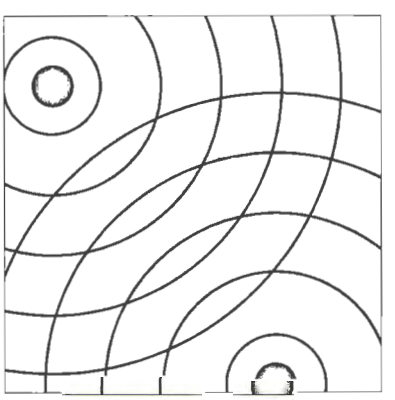
Phönix Musikelektronik, Stendal
Klangsäulen zur Raumbeschallung

Akustik, die Lehre vom Schall, ist ein Teilgebiet der Mechanik. Üblicherweise ist die Produktion von Lautsprechern eine Domäne der Elektroindustrie. Seit 1984 widmet sich in Sachsen-Anhalt der Elektroingenieur Rudolf Mechow mit seinem Handwerksbetrieb der Entwicklung und dem Bau eines neuartigen Lautsprechersystems. Sein Betrieb unterhält eine eigene Forschungs- und eine eigene Herstellungsabteilung.

Das Klangsystem, das von dieser Firma entwickelt wurde, wird auf der Exempla '96 in Form der Phönix-Klangsäulen vorgestellt. Es ist ein System, das eine völlig neue unbelastete Raumbeschallung anstrebt und das dadurch, daß sich der Schall diffus im Raum ausbreiten kann und der Direktschall reduziert bleibt, auch tatsächlich eine hohe, fast originalgetreue Raumklangqualität erzielt.

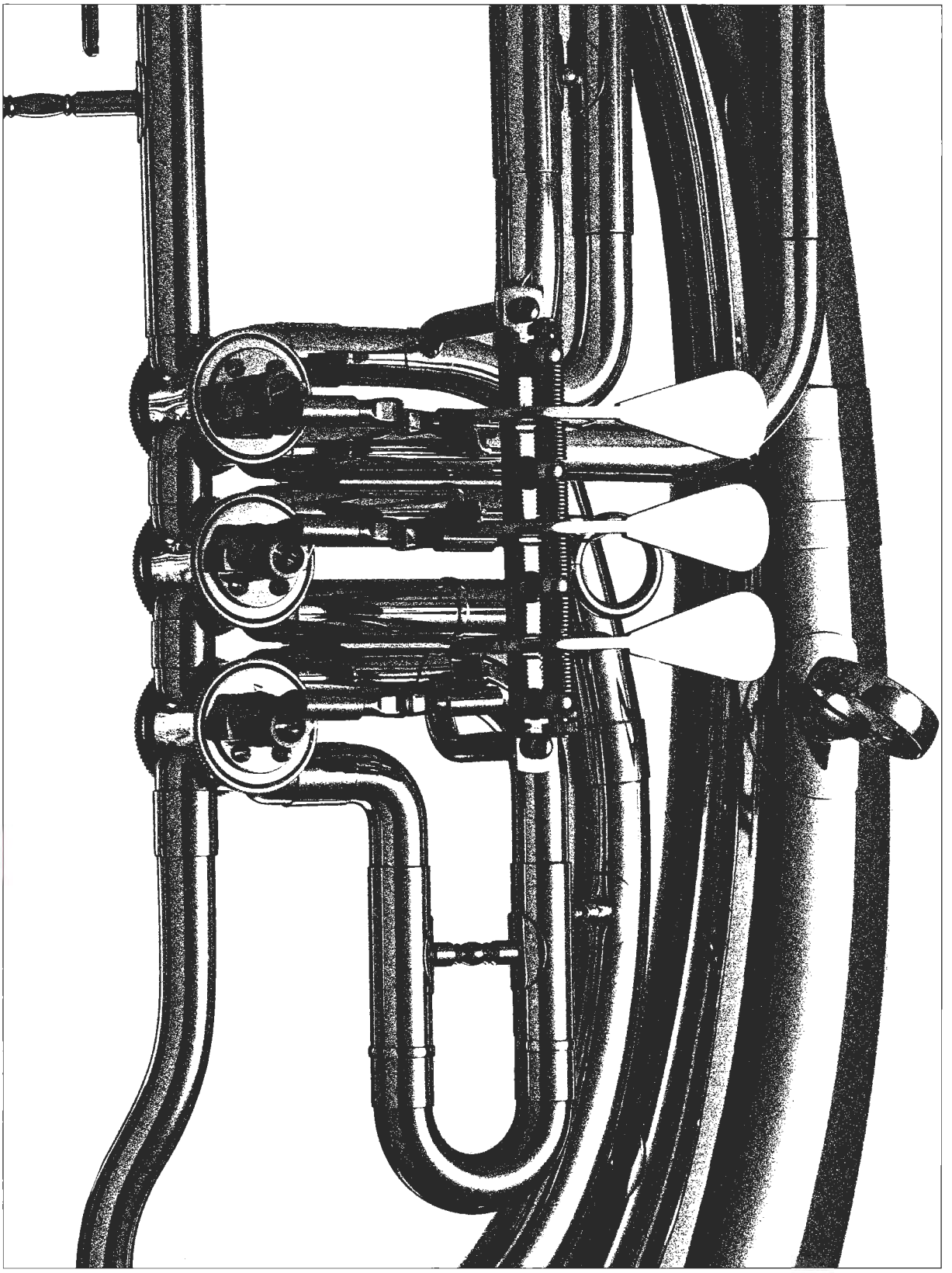
Die Phönix-Klangsäulen sind die ersten Geräte, bei denen das akustische Kugelstrahlprinzip wissenschaftlich untersucht und praktisch getestet werden kann. Vergleichbare Geräte gab es bisher nicht. Nach dem Kugelstrahlprinzip wird der Schall durch einen, in besonderer Weise geformten Körper gleichmäßig im Raum verteilt. Die kugelsymmetrische Abstrahlung der Schallwellen ermöglichen zwei hyperbolloide Reflektoren, die von unten durch einen Tiefmittelton-Lautsprecher und von oben durch einen Hochtöner bestrahlt werden. Das Klangbild ist optimal. Nicht zuletzt dank der Größe der Säule, die als Resonanzkörper dient und die die Bässe richtig zu Gehör kommen läßt. Ihre Form erlaubt auch die fast radiale Abstrahlung des Schalls. Der Klang kommt dem Naturton sehr nahe und ist von hoher Durchsichtigkeit und Präsenz.

Herkömmliche Lautsprecher arbeiten nach dem Richtungsstrahlprinzip. Ihr Abstrahlungsfeld ist so beschaffen, daß das optimale Klangbild im Schnittbereich der beiden Keulen liegt, bei den Phönix-Klangsäulen liegt der scheinbare Ort der Abstrahlung sämtlicher Frequenzen in etwa in der Mitte zwischen den beiden Reflektoren.



PHOENIX

Instrumentenmechanik



Die Mechanisierung der Musik

Mechanische Prinzipien im Musikinstrumentenbau, wie Hebel- und Drehbewegung, wurden verstärkt zu Beginn des 19. Jh. angewandt, um den Bestand an Tönen auszuweiten und den Klang zu optimieren. Dabei war zunächst als Haupthindernis die Tatsache zu überwinden, daß den 12 Halbtönen innerhalb einer Oktave höchstens 10 Finger entgegenstehen. Im Klavierspiel können alle Finger genutzt werden, bei Querflöte, Oboe und Klarinette sind es neun, bei der Harfe acht und bei den Blechblasinstrumenten in der Regel nur die Finger einer Hand. Mithilfe von ausgeklügelten Mechaniken wurde es möglich, die Einschränkungen der menschlichen Anatomie zu überwinden und insbesondere die Blasinstrumente in musikalischer Hinsicht den Streichinstrumenten ebenbürtig zu machen. Durch ein kompliziertes Klappen- und Griffsystem gelang es dem Münchner Flötisten und Goldschmied Theobald Boehm, eine nach akustischen Prinzipien korrekte Querflöte zu bauen, die heute als Boehmflöte weltweit in Gebrauch ist. Ihre mechanischen Prinzipien haben den gesamten Bau von Klappenblasinstrumenten nachhaltig beeinflußt.

„Hiermit beendigte ich meine Arbeiten, indem ich noch weitere wesentliche Verbesserungen ohne die Anwendung eines äußerst komplizierten Mechanismus nicht wohl ausführbar fand, und insofern auch nicht für notwendig erachtete, als nicht allein Ton und Stimmung durch die neuermittelte Löcherstellung bedeutend verbessert waren, sondern auch durch das, in allen einzelnen Theilen des Klappen-Mechanismus wohl überdachte und genau geprüfte Griffsystem die sichere und leichte Ausführung jeder musikalischen Figur möglich wurde."
Theobald Boehm: Über den Flötenbau und die neuesten Verbesserungen, Mainz 1847.

Der Klappenmechanismus einer modernen Querflöte zeigt eine Fülle von Kupplungen, Drehachsen in zwei Ebenen, Nadelfedern, Stellschrauben und Klappendeckeln, die gemeinsam das Ziel haben, mit nur neun Fingern (der rechte Daumen stützt das Instrument) eine Skala von 12 Halbtönen zu erzeugen, die in bezug auf ihre Tonhöhe, ihre Klangfarbe und ihre Lautstärke optimal zusammenpassen, und dem Zuhörer einen schönen Flötenton bescheren.

Theobald Boehms Klappenmechanismus beseitigte mehrere Einschränkungen, denen sich die Flötisten früherer Epochen gegenüber sahen. Wegen der geringen Fingerspreizungen durften die Grifflöcher nicht zu weit auseinanderliegen und auch nicht zu groß gebohrt werden, damit sie zuverlässig abgedeckt werden konnten.

Instrumentenmechanik

Theobald Boehm hatte jedoch erkannt, daß die Tonlöcher eines Holzblasinstrumentes dann die schönsten Töne produzieren konnten, wenn sie an der akustisch korrekten Stelle und möglichst groß gebohrt wurden. Seine Prinzipien wurden mit großem Erfolg auch im Klarinetten- und Saxophonbau übernommen. Bei den Oboen und Fagotten blieben die Instrumentenbauer jedoch bei den relativ engen, konisch verlaufenden Innenbohrungen und kleineren Tonlöchern, um den charakteristischen Klang dieser Instrumente beizubehalten. Der weite Konus mit großen Tonlöchern führte in konsequenter Anwendung der von Boehm gefundenen Prinzipien zur Erfindung des Saxophons von Adolphe Sax.

Bei den Blasinstrumenten, die mit Kesselmundstück und Lippenvibrationen gespielt werden, lassen sich die fehlenden Töne zwischen den Naturtönen zwar auch mit Grifflöchern und Klappen erzeugen, sie waren jedoch stets unbefriedigend im Hinblick auf den Klang und die Tonreinheit. Heinrich Stölzel und Friedrich Blühmel bemühten sich 1818 unabhängig voneinander um die Patentierung ihrer Ventile, mit deren Hilfe der Klang des gespielten Horns verbessert werden konnte. In seinem Patentgesuch vom 18. Februar 1818 beschreibt Blühmel, wie er bei der Untersuchung der Gebläse von Schmelzöfen, den Prinzipien seines Ventil-Mechanismus auf die Spur kam. Die Öffnungs- und Schließvorrichtungen der verschiedenen Windleitungen der Gebläse brachten ihn auf die Idee, daß auch bei Blasinstrumenten der Weg, den die Luft durch die Röhre des Instruments nehmen muß, nach bestimmten Dimensionen verlängert oder verkürzt werden muß, um die fehlenden Zwischentöne im Akkord zu ergänzen.

Auch im Klavierbau wurden in der hier umrissenen Zeit der ersten Hälfte des 19. Jh. grundlegende Neuerungen erfunden. Sébastien Érard entwickelte aus der zunächst sehr einfach aufgebauten Stoßmechanik die Doppelrepetitionsmechanik, die bis heute geringfügig modifiziert als Érard-Herz-Mechanik gebaut wird. Zuvor hatte Érard den Umstimm-Mechanismus der Doppelpedalharfe soweit entwickelt, daß dieser seit über 200 Jahren praktisch unverändert gebaut wird.

Max Hieber KG, München
Flöten

Max Hieber gründete vor über hundert Jahren in München ein Musikhaus. Es entwickelte sich zu einem bedeutenden Unternehmen mit überregionaler Ausstrahlung, mit eigenem Musikverlag und Instrumentenbauwerkstätten. 1979 trat Christian Jäger mit dem Konzept einer kompletten Querflötenfamilie in die Flötenbauwerkstatt des Unternehmens ein, der er heute als Werkstattmeister vorsteht. Von Beruf war Christian Jäger Flötist. Als Flötenbauer war er zunächst Autodidakt, erst später legte er die Meisterprüfung ab. Streng an den Prinzipien Theobald Boehms orientiert erweiterte Christian Jäger die Flötenfamilie auf 13 Baugrößen, mit deren Hilfe ein reines Flötenensemble den gesamten Tonraum abdeckt. In unserer Ausstellung zeigen wir neben einer originalen Boehmflöte des Erfinders verschiedene Baugrößen der Querflötenfamilie.

De Gourdon, Paris, Frankreich
Oboen

Im Jahre 1881 gründete François Lorée in Paris eine kleine Werkstatt für Oboen. Zuvor hatte er lange Jahre als „Chef d'atelier" bei der berühmten Firma Triébert gearbeitet, die nach der Zusammenarbeit mit Theobald Boehm die moderne französische Oboe entwickelt hatte. Mit Ausnahme der Wiener Philharmoniker, die bis heute die Wiener Tradition pflegen, wird sie heute weltweit gespielt. Triéberts Oboen-Modell „Systeme 6" wurde maßgeblich von Lorée mitentwickelt, der die Tradition der Triébert-Werkstatt nach deren Auflösung weiterpflegte. Bereits 1889 wurde auf der Pariser Ausstellung auch eine Oboe d'amore und eine Baritonoboe gezeigt. 1925 übernahm Raymond Dubois die Firma, von 1935 an unterstützt von seinem Schwiegersohn Robert de Gourdon. Die Firma fertigt als kleiner hochspezialisierter Familienbetrieb alle Baugrößen der Oboenfamilie und stellte soeben die kleinste Baugröße, die „Musette-Hautbois" vor, bei der das außerordentlich komplexe Klappensystem der Oboe auf kleinstem Raum verwirklicht wurde.

Musette-Oboe

Henri Selmer & Cie,
Paris, Frankreich
Saxophone

Henri Selmer war ursprünglich ein renommierter Klarinettist und kam über die Klarinettenblätter- und Mundstückherstellung zum Instrumentenbau. 1890 wurde zunächst mit dem Bau von Klarinetten begonnen, später kamen Alt- und Baßklarinetten, Flöten, Oboen und Englischhörner hinzu. Nach der Errichtung von Fabrikationsanlagen in Mantes wurde auch die Fertigung von Saxophonen aufgenommen, deren Ruf seit 1922 legendär wurde. Durch die Übernahme der von Adolphe Sax gegründeten Werkstatt kam die Firma auch in den Besitz originaler Baumuster des Erfindergenies und startete, teilweise unter Weiterbenutzung der Sax-Marke, mit dem Bau von Blechblasinstrumenten. Dem ersten Instrument ist das traditionsreiche Familienunternehmen bis heute treu geblieben: Die Klarinette wird in allen Baugrößen von der hohen Es-Klarinette bis zur Kontrabaßklarinette ebenso gefertigt wie die gesamte Saxophonfamilie vom Sopranino bis zum Baß, die dem Unternehmen Weltruhm einbrachte.

Bariton-Saxophon
Adolphe Sax, 1865

Buffet Crampon,
Mantes, Frankreich
Klarinetten und Saxophone

Buffet Crampon ist einer der ältesten französischen Hersteller für Holzblasinstrumente und Saxophone. Jean Louis Buffet erkannte die großen Vorteile des Boehmschen Griffsystems für die Flöte und setzte die Ideen konsequent im Klarinettenbau um. In Zusammenarbeit mit dem Klarinettisten Blancou entwickelte er 1845 seine „clarinette omnitonique", die mit Hilfe des Ringklappensystems ein in allen Tonarten leicht spielbares Klarinettenmodell wurde, das heute mit Ausnahme in den Ländern Deutschland und Österreich weltweit dominiert. Schon 1866 wurden am heutigen Firmensitz in Mantes Dampfmaschinen aufgestellt und 1878 umfaßte die Produktionspalette nicht weniger als 42 Holzblasinstrumente aus der Flöten-, Oboen-, Klarinetten-, Fagott-, und Saxophonfamilie, darunter das eindrucksvolle Kontrabaßsaxophon, das die Exempla '96 zeigt. Besonders für die Solisten der klassischen Saxophonmusik wurde die Prestige-Saxophonserie mit den Baugrößen Sopran, Alt, Tenor und Bariton entwickelt. Bei dieser Serie besteht der Instrumentenkorpus aus Kupfer, das zum besonderen Klangbild der Instrumente beiträgt, aber schwieriger als Messing zu verarbeiten ist. Die Firma gehört heute zur Boosey & Hawkes-Gruppe.

Gebrüder Alexander GmbH, Mainz
Waldhörner

Gebrüder Alexander ist heute eines der ältesten noch existierenden Familienunternehmen für den Blasinstrumentenbau. Bereits 1782 hat Franz Ambros Alexander als blasender Instrumentenmacher das Bürgerrecht in Mainz beantragt. Zunächst wurden Flöten, Klarinetten und Bassetthörner hergestellt, von 1850 an wandte sich die Firma verstärkt dem Bau der neuen Ventilblasinstrumente zu. Um die Jahrhundertwende trat sie mit etlichen Verbesserungen in die Öffentlichkeit, u. a. mit dem Prinzip, nahtlose Röhren herzustellen. 1909 erhielt die Firma ein Patent für ein „Waldhorn für F- und B-Stimmung". Das Doppelhorn der Gebrüder Alexander sicherte der Firma fortan eine Vormachtstellung im Waldhornbau.

Alt-Saxophon (S. 68)

Tripelhorn (S. 69)

Wenzel Meinl GmbH, Geretsried
Tuben

Wenzel Meinl entstammt einer weitverzweigten Familie, die bereits im vorigen Jahrhundert im böhmischen Graslitz den Blasinstrumentenbau pflegte. Nach dem Zweiten Weltkrieg bauten sich die Firmeninhaber im bayerischen Geretsried eine neue Existenz auf. Die Grundlage der heutigen Baumuster bilden die althergebrachten Vorbilder, die durch ihren weichen „böhmischen" Klang die weit mensurierten Blechblasinstrumente in aller Welt berühmt gemacht haben. Ein Spezialgebiet der Firma Wenzel Meinl stellt der Tuba-Bau dar. Instrumente der Firma werden auch unter dem Markennamen „Melton" und „Meinl-Weston" exportiert.

Melton-B-Tuba

Louis Renner GmbH, Stuttgart
Klaviermechanik

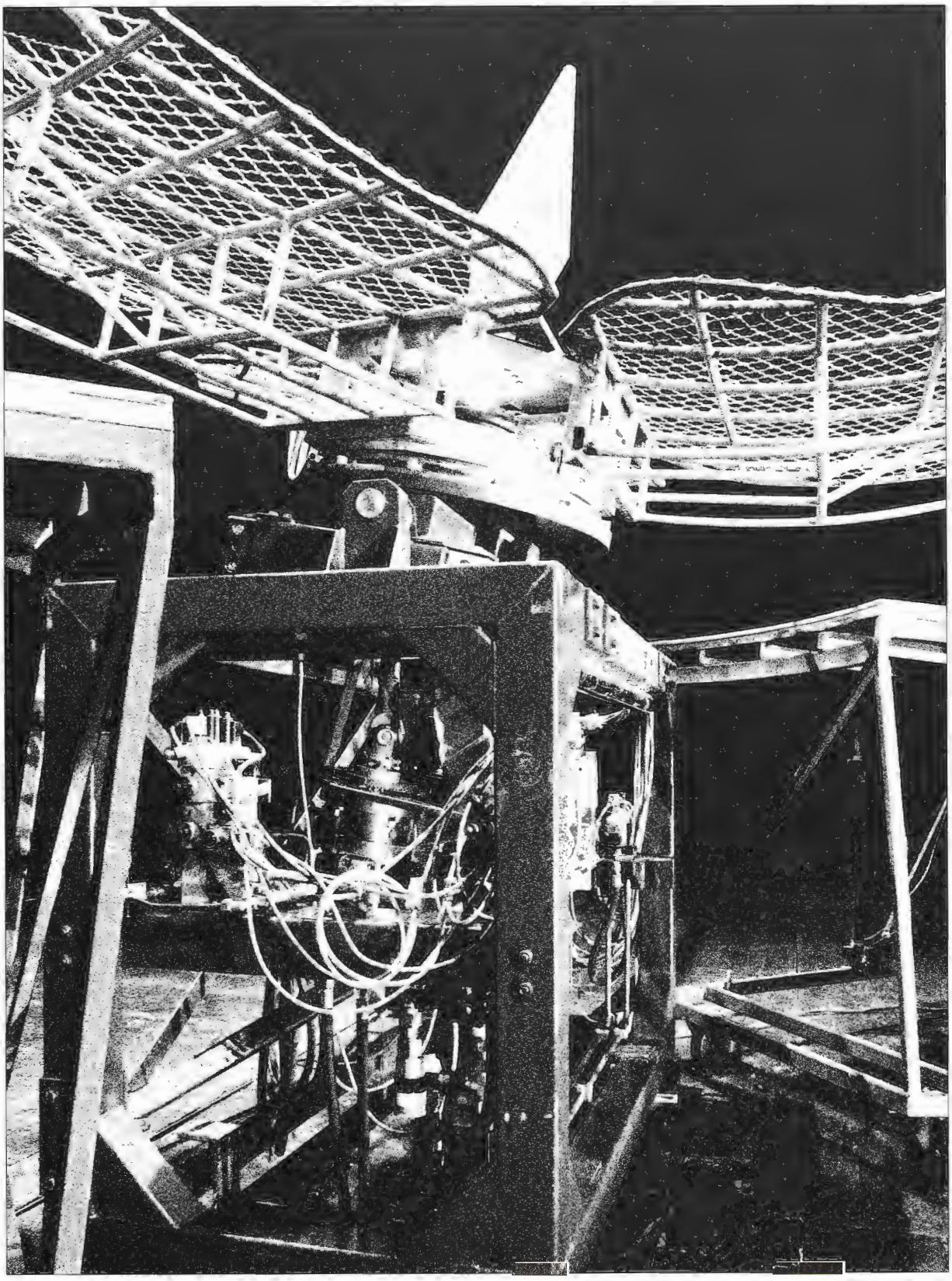
Im Jahr 1882 begann Louis Renner in Stuttgart mit der handwerklichen Herstellung von Klaviermechaniken. Sein Unternehmergeist und handwerkliches Talent ließen den Betrieb binnen kurzer Zeit anwachsen. Im Jahr 1906 nahm Renner auch die Produktion von Hammerköpfen und später von Flügelmechaniken auf. 1911 beschäftigte die Firma über 100 Mitarbeiter und erreichte internationalen Ruf durch die Präzision und Qualität seiner Klavier- und Flügelmechaniken. Eine ihrer Hauptaufgaben sieht das Unternehmen heute in der Ausbildung der Mitarbeiter, um weiterhin Mechaniken in der bewährten Qualität herstellen zu können.

Klavier- und Flügelmechaniken sind die technische Grundlage für die Qualität eines Klaviers oder Konzertflügels. Je vollkommener die Mechanik, desto größer sind die Ausdrucksmöglichkeiten für den Musiker.

Der Erfolg der Renner Mechaniken liegt bereits in der sorgfältigen Auswahl und Bearbeitung der Materialien. Die wichtigsten Materialien zur Herstellung einer Klaviermechanik sind Hölzer, Filze, Tuche, Leder und Drähte.

Flügelmechanik

Bühnenmechanik



Werkstätte Bayreuth
Die Drehschaukel der Rheintöchter,
Ring des Nibelungen,
Rheingold, 1. Bild

Werkstatt Bayreuth ist ein in der Kunstwelt bekannter Begriff für den Arbeitsstil der Bayreuther Festspiele.

Werkstatt Bayreuth bedeutet bei den Wagner-Festspielen aber auch das Handwerk im eigentlichen Sinne. Vom Elektroniker, Elektriker, Hydrauliker, Dekorationsmaler, Schlosser, Schneider, Schreiner, Schuhmacher, Tapezierer, Zimmermann bis zum Maurer gibt es im Festspielhaus über zwanzig verschiedene Handwerksberufe. In der Zeit von Oktober bis Mai, werden neben den Wartungsarbeiten an den technischen Einrichtungen der Bühne und den Arbeiten am Haus die Dekorationen, Requisiten, Kostüme und Maschinen für die kommende Neuinszenierung angefertigt.

Von den Handwerkern der Werkstätten wird bei der Realisation ein hohes Maß an Flexibilität, Einfühlungsvermögen, Erfahrung und eigene Kreativität gefordert, da es sich beim Dekorationsbau ausschließlich um die Anfertigung von Prototypen handelt.

Bühnenmechanik

In der Zeit von Anfang Juni bis Ende August finden die Proben und Aufführungen statt. Hierbei besteht die Aufgabe der Handwerker darin, neben dem Werkstattbetrieb den Auf-, Ab- und Umbau der Dekorationen auf der Bühne und den Probebühnen durchzuführen sowie in der Bedienung der Maschinenanlagen bei den Vorstellungen. In dieser Zeit werden zu den zwanzig Handwerkern des Hauses bis zu achtzig Saisonhandwerker, Meister und Ingenieure aus anderen Theatern zur Verstärkung nach Bayreuth geholt.

In den letzten hundertzwanzig Jahren hat sich der Bühnenbildbau von der aus der Barockzeit stammenden Dekorationsmalerei auf Leinwand, über das plastisch gestaltete Bühnenbild zum mechanisch-kinetischen Kunstwerk entwickelt.

Durch ihre Aufgabe, die zehn Festspielwerke Richard Wagners immer neu zu interpretieren und zu gestalten, haben die Bayreuther Festspiele seit 1876 auch in bühnentechnischer Hinsicht eine Art Vorreiterrolle mit internationaler Beachtung erlangt. Die Vorgabe der historischen Festspielbühne mit ihren eingeschränkten Platzverhältnissen sowie den fehlenden Seitenbühnen, erfordert zum Teil ungewöhnliche, manchmal auch spektakuläre Lösungen. Deshalb werden oft Dekorationen entwickelt, bei denen die Verwandlungen von einem zum anderen Bild bereits im Dekorationsbau integriert sind und mit Hilfe von modernsten Antrieben und Steuerungen ausgeführt werden.

Anlaß für die Einrichtung der Festspiele 1876 war die erste geschlossene Aufführung des vierteiligen Musikdramas „Der Ring des Nibelungen", das auch heute noch das zentrale Werk der Festspiele ist. Auch in technischer Hinsicht stellt der „Ring" mit seinen insgesamt achtzehn Einzelbildern höchste Anforderungen.

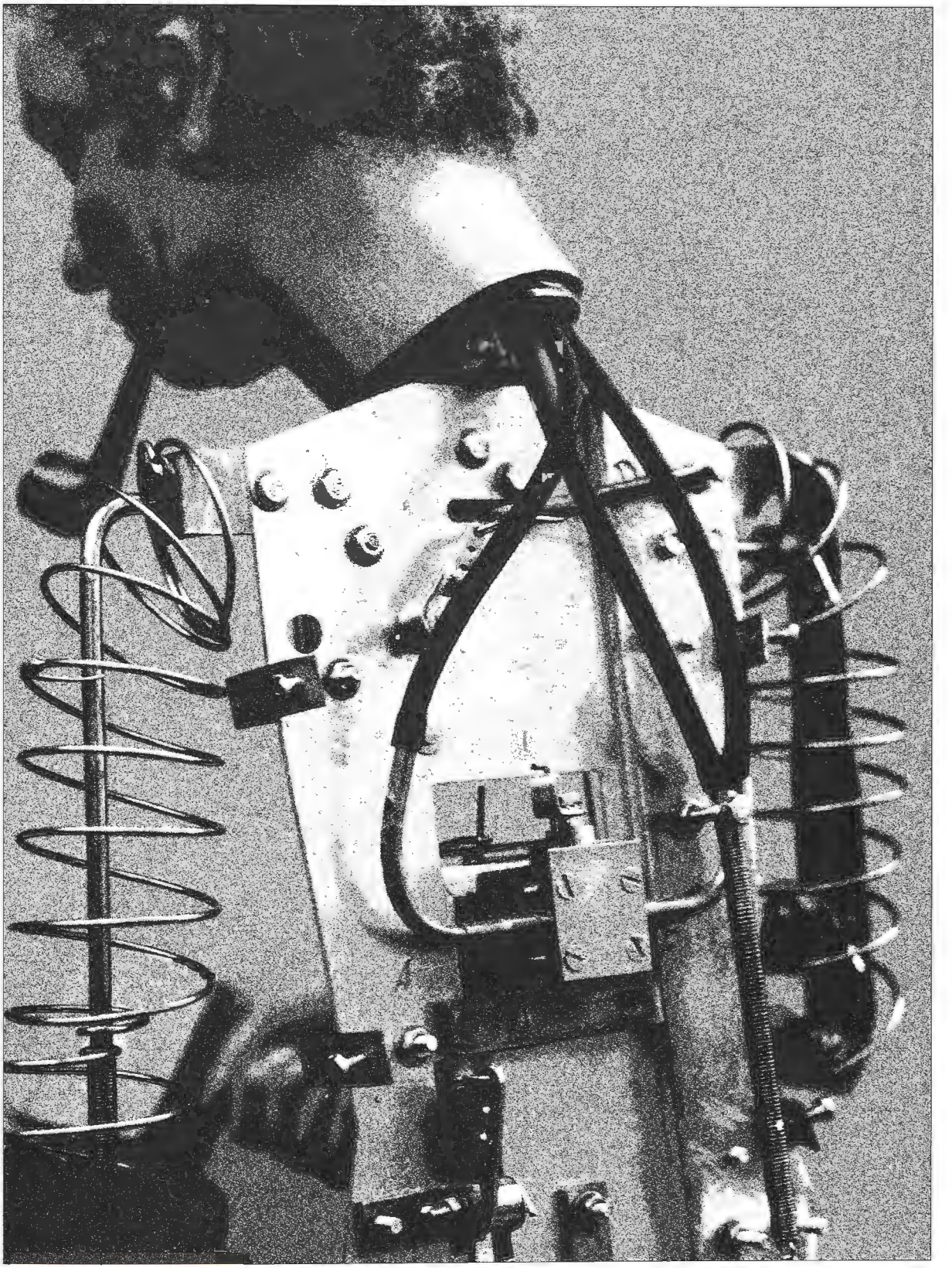
Für die Neuproduktion von 1994 verpflichtete die Festspielleitung James Levine als Dirigent, Alfred Kirchner als Regisseur und Rosalie als Bühnen- und Kostümbildnerin.

Die 1953 am Neckar geborene Künstlerin Rosalie studierte in Stuttgart an der dortigen Universität Germanistik und Kunstgeschichte sowie an der Akademie der Bildenden Künste Malerei und Graphik. Ihr Bühnenbildstudium absolvierte sie bei Jürgen Rose. Seit 1979 ist sie freischaffende Bühnen- und Kostümbildnerin für Oper, Schauspiel und Ballett sowie Künstlerin für Malerei, Plastik und Installation.

Um das in vier Aufführungstage aufgeteilte Werk des Rings künstlerisch zu verbinden, entwickelte Rosalie einen Grundbau in Form eines Kugelabschnittes mit 20 Metern Durchmesser und 1,5 Metern Höhe. Die entsprechende Darstellung der Einzelbilder wurde durch zusätzliche kinetische Elemente gestaltet. Hierbei spielt die sichtbare Bewegung dieser Bühnenbildelemente eine wichtige Rolle. Der künstlerische Anspruch, dem Zuschauer Bewegung in vollendeter Form auf der Bühne zu präsentieren, erfordert vom Handwerker höchste Qualität bei der Herstellung und Zuverlässigkeit bei der Bedienung.

In der Exempla '96 wird von den beweglichen mechanischen Teilen des Rings die Drehschaukel der Rheintöchter aus dem 1. Bild Rheingold gezeigt. Auf den Schaukelarmen bewegen sich die Darstellerinnen wie im fließenden Wasser des Rheins.

Der Schaukelantrieb wird von zwei Hydrozylindern mit Positionssteuerung betrieben. Der Drehantrieb besteht aus einem hydraulischen Rotationsmotor mit fünf Kolben und einer Zahnradübersetzung von 1: 6. Der gesamte Schaukelantrieb verschwindet in der musikalischen Verwandlung zum 2. Bild mit Hilfe einer hierfür speziell gebauten Versenkung in der Unterbühne.



Automaten – Androiden

Zur nicht ganz verbürgten Geschichte der Automaten

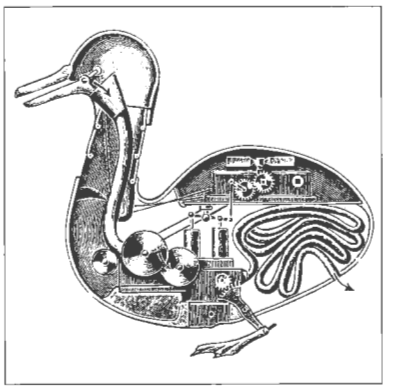
Automaten waren schon in der Antike bekannt. Bereits 2000 v. Chr. haben die alten Ägypter sie in die Gräber ihrer Toten gestellt, damit sie dem Toten im Jenseits dienstbar sein konnten. Auch für die griechische Kultur sind Automaten historisch gesichert. Im 2. Jh. v. Chr. schrieb Heron von Alexandrien eine Abhandlung über Pneumatik, Hydraulik und Mechanik und benutzte zur Veranschaulichung physikalischer Gesetze Automaten als Demonstrationsmodelle.

Im 9. Jh. n.Chr. konstruierte der japanische Prinz Kaya eine Puppe, die inmitten eines Reisfeldes saß und eine große Schale in der Hand hielt. Wenn die Schale mit Wasser gefüllt wurde, hob die Puppe sie empor und schüttete das Wasser über sich aus. Die Leute kamen von nah und fern, um diese Puppe zu sehen. Sie brachten Wasser mit, um sie in Gang zu setzen und da der Prinz die Puppe immer wieder an einer anderen Stelle des Feldes aufstellen ließ, sorgte er auf diese Weise dafür, daß es immer gut bewässert war.
Die Geschichte der Automaten ist eng verknüpft mit der Geschichte der mechanischen Uhr und so leitete die Erfindung des Uhrwerks mit Antriebsfeder in der Mitte des 15. Jh. auch eine neue Epoche für die Erfinder von Automaten ein. Seither wurde der Stundenlauf der Uhr häufig mit mechanischen Figurendarstellungen verbunden, sei es, daß zu einer bestimmten Stunde eine religiöse Szene beweglich dargestellt wurde, oder daß Figuren den Stundenschlag dadurch anschlugen, daß sie mit einem Hammer auf eine Glocke oder ein Becken schlugen.

Im 16. Jh. beschäftigte sich Leonardo da Vinci mit der Entwicklung von Automaten. Er entwarf z. B. den mechanischen Löwen, der Ludwig XII. von Frankreich bei seinem Einzug in Mailand begrüßte, indem er auf den König zuging, seine Brust enthüllte, um das französische Lilienbanner darauf zu zeigen. Der sonst eher asketische Kaiser Karl V. nahm sogar nach seiner Abdankung den Automatenbauer Granella della Torre aus Cremona mit in sein klösterliches Refugium. Granella schuf für ihn fliegende Vögel und Miniatursoldaten auf Pferden, die sich frei bewegen konnten. Von René Descartes gibt es die Geschichte, er habe im 17. Jh. eine weibliche Automatenfigur geschaffen, die er „ma fille Francine" nannte und auf eine Seereise mitnahm. Der Kapitän des Schiffes öffnete heimlich die Schachtel von „Francine", erschrak bei ihren Bewegungen und warf sie als Teufelswerk kurzentschlossen über Bord.

Das 18. Jh. war das goldene Zeitalter der Automatenhersteller. Friedrich und Ludwig Knaus bau-

Sprachmaschine, sprechender Androide, Nürnberg 1798



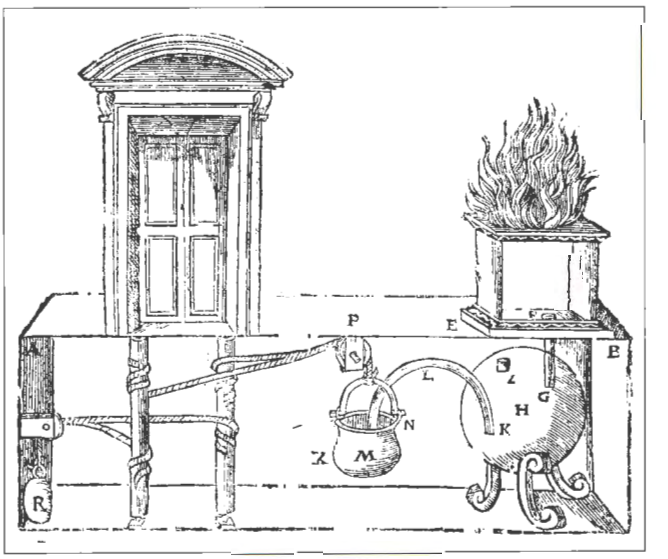
Ente des Jacques de Vaucanson, 1738

ten exquisite Uhren und Automaten. Von ihnen stammt ein großes mechanisches Tableau, das die Krönung Maria Theresias und Franz I. darstellte. Friedrich Knaus konstruierte auch einen Schriftsteller, der schreiben konnte. Pierre Jacquet-Droz baute eine musizierende Dame, die auf einer kleinen Orgel spielte. Von ihm stammt auch ein Zeichner, der in der Lage war, vier verschiedene Zeichnungen auszuführen. Baron von Koppelen baute eine sprechende Maschine, die die menschliche Stimme täuschend ähnlich nachmachen konnte, sowie einen Kartenspieler, der mit Kaiser Napoleon spielte und diesen schlug. Die Ente von Jacques de Vaucanson galt als technisches Wunder: sie konnte fressen, mit den Flügeln schlagen, schnattern, den Schlamm aufrühren – nur fortpflanzen konnte sie sich nicht!

„Tippoos Tiger" war einer der berühmtesten Automaten des 18. Jh. Die heute im Victoria und Albert Museum in London ausgestellte Darstellung zeigt, wie „Tippoo", der Tiger des Sultans von Mysoren, gerade einen europäischen Soldaten verschlingt. Der Automat kann lediglich die Hand des Soldaten bewegen, doch er verfügt über eine eingebaute Geräuschmaschine, die das Brüllen des Tigers und die Schreie des Soldaten auf erschreckende Weise imitiert.

Robert Houdin nutzte Automaten im 19. Jh. für Bühnenaufführungen. Zu diesem Zwecke ließ er z. B. einen Bäcker, der Bestellungen für Kuchen und Getränke ausführte und dafür Geld bekam, herstellen. Ende des 19. Jh. hatten Automaten dann auch eine Hochblüte an den Badeorten der englischen Küste, wo sie der Belustigung der Gäste dienten. Man warf eine Münze ein und konnte dafür z.B. der Enthauptung Maria Stuarts beiwohnen, Gast bei der Geisterstunde auf einem Friedhof sein und andere grauenerregende Szenen beobachten.

Im 20. Jh. wurden Automaten in Form von Uhren oder batteriebetriebenen Spielzeugen, die unsere Vorfahren noch als satanisch empfunden hätten, plötzlich für jedermann erwerbbar. Einige von ihnen sind begehrte Sammlerstücke und so geschätzt wie Kunstwerke der klassischen Kunstrichtungen und es ist nicht verwunderlich, daß sich zur gleichen Zeit die „kinetische Kunst" eines Maholy Nagy, Duchamps, Tinguely durchsetzen konnte.



Automatisches Schließen und Öffnen der Türen nach Heron

Automaten – Androiden

Joueuse de Tympanon

Androiden

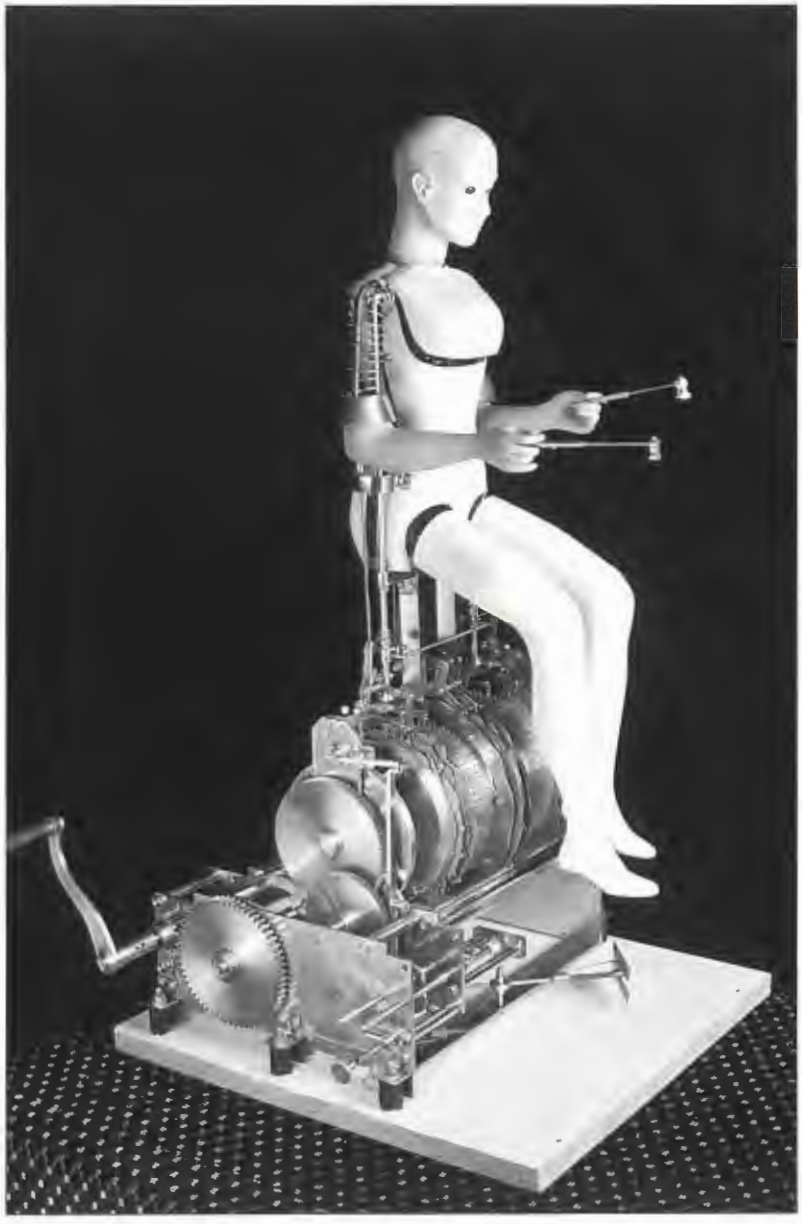
Vor Automaten, vor der Darstellung einer menschlichen Gestalt, die menschliches Verhalten imitiert, ist schon im Mittelalter gewarnt worden, lange bevor man technisch überhaupt in der Lage war, sie zu bauen. Man predigte gegen die Vermessenheit, Gottes Schöpfung nachzuahmen. Vielleicht wirkte sich dieses Verbot aber eher stimulierend aus. In jedem Fall versuchten die Menschen immer wieder – ähnlich wie der legendäre Dädalus –, Automatenmenschen, sog. Androiden, herzustellen.
Im 18. Jh. kam diese Kunstfertigkeit zur Hochblüte. Beliebt war damals vor allem die Anfertigung musizierender Maschinen-Menschen: z. B. Flötenspieler, Trompeter, Klavier- oder Orgelspieler. Diese traten täuschend ähnlich nachgebildet auf und gaben oft gleich mehrere unterschiedliche Musikstücke zum besten.

Die Androiden galten lange als Wunder der Technik. Gelegentlich hat man sie auch mit einer Uhr verglichen. Dies erscheint etwas respektlos, denn ein Uhrwerk besteht kaum aus 6500 Einzelteilen, wie dies bei sehr komplizierten Automaten durchaus der Fall sein kann.
Dennoch sagt der Vergleich über den „Mensch als Uhr" einiges über die Assoziationen aus, die solche mechanischen Darstellungen auslösen. Diese können ebenso rührend wie unheimlich sein. Ein Gefühl der Rührung taucht auf, wenn eine so kleine Figur vereinfacht, langsam und teilweise auch etwas unbeholfen versucht, menschliche Aktionen nachzuahmen. Das Gefühl der Unheimlichkeit aber entsteht, wenn man daran denkt, daß der menschliche Mechanismus auf ähnliche Weise funktionieren könnte, wie das bei einer Uhr der Fall ist. Daß er jederzeit einstellbar, steuerbar, veränderbar und manipulierbar sei und daß seine Mechanik auch einmal völlig außer Kontrolle geraten könnte.
Im Grenzbereich Mensch und Maschine liegt viel literarischer Reiz, E.T.A. Hoffmanns Puppe Olympia oder auch Gustav Meyerinks Golem geben Zeugnis hierfür.

Claude und Geneviève Laurent, Herbeys, Frankreich
Rekonstruktion historischer Automaten

Wir haben unsere Werkstatt 1987 in der Nähe von Grenoble eröffnet. Da wir unsere Ausbildung in den 50er Jahren bei J.A.F. (Jouets Automates Francais), der Nachfolgefirma von Vichy/Triboulet absolviert hatten, öffnete uns dies sofort die Türen zur anspruchsvollen, aber sehr geschlossenen Welt der Automatenliebhaber. Eines Tages haben wir uns entschlossen, dieses verrückte Hasardspiel einzugehen und zu versuchen, uns in dieser Welt einen Namen zu machen.
Ursprünglich wollten wir eine Restaurierungswerkstatt eröffnen, mußten dabei aber sehr schnell einsehen, daß die hohen Kosten für eine sorgfältige Arbeit, die den Regeln der Kunst und unserem Berufsethos gerecht wird, viele Liebhaber und Sammler abschrecken. Ganz abgesehen davon, daß sich viele weigern, ihre Kostbarkeiten in fremde Hände zu geben; Museen und staatliche Sammlungen aber beauftragen für solche Arbeiten ihre eigenen Restauratoren.

Da war der Schritt zum Bau eigener Automaten nicht weit. Um unsere Fachkompetenz unter Beweis zu stellen, haben wir zuerst einmal eine Reihe von Einzelstücken gefertigt, die alle die Höhe von



Joueuse de Tympanon

80 cm hatten. Mit diesen Automaten haben wir uns auf einschlägigen Ausstellungen vorgestellt. Einige dieser Automaten haben wir sogar in kleinen Auflagen hergestellt. Sehr bald stellten wir uns selbst sehr hohe Ansprüche an die Mechanik der Automaten. Die menschlichen Bewegungen unserer Figuren sollten möglichst weich und fließend sein.

Alle Einzelteile der Automaten sind von uns selbst hergestellt mit Ausnahme der Augen, der Perükken und des Bewegungsmotors im Inneren der Puppen. Alle anderen Details, die einzelnen Gliedmaßen, die Mechanik, das Mobiliar der Szenen, das Dekor, die Schminke, die Kostüme, die Schuhe sind alles Spezialanfertigungen von uns. Niemals haben wir irgendwelche Teile gekauft, machen lassen oder antiquarisch erworben. Unsere vier Hände tun sich zusammen und machen die Arbeit. Unser eigener Qualitätsanspruch und unsere Genauigkeit sind der Grund, warum wir zwischen 300 und 650 Stunden an jedem Automaten arbeiten und weswegen wir auch nie mehr als drei bis vier Einzelstücke im Jahr herstellen können.

Unserer Ansicht nach wird der Begriff „Automat", wie viele andere Begriffe, oft falsch angewandt. Viele durchaus ansprechende Ob-

jekte, die man dem Publikum vorführt, verdienen diesen Namen im Grunde nicht. Wir setzen uns daher auch leidenschaftlich dafür ein, daß der Begriff Automat wieder aufgewertet wird, und zögern nicht zu behaupten, daß von unseren eigenen Entwicklungen eigentlich nur „Colombine schreibt an Pierrot" einen wirklichen Automat darstellt. Hier ist die Präzision der Mechanik so groß, daß Colombine tatsächlich auf das Papier schreiben kann.
Man sagt allgemein, daß jede Figur, die aus eigener, mechanisch verursachter Kraft Bewegungen ausführen kann, ein Automat sei. Die Geschichte hat uns überzeugende Beispiele dafür überliefert, wie sich Charme und Eleganz mit der Natürlichkeit einer Bewegung auch mechanisch verbinden lassen. Schöpfer solcher Beispiele waren Vaucanson, Maillardet, Jaquet-Droz, Kintzing u.a. Sie schufen mechanische Wesen, die schreiben, zeichnen oder auf verschiedenen Instrumenten musizieren konnten. Wir haben nicht die Absicht, uns mit diesen Unerreichbaren zu vergleichen, aber die Tatsache ihrer historischen Existenz veranlaßt uns, unsere Arbeit, was technische Präzision und künstlerische Darstellung betrifft, immer wieder in Frage zu stellen. Man sollte sich an ihren Meisterleistungen orientieren, wenn man heute den Begriff „Automat" so leichthin gebraucht.

Auf Wunsch eines unserer Sammler haben wir uns eines Tages darangemacht, eine Kopie der Joueuse de Tympanon anzufertigen, die Kintzing im 18. Jh. als ein Geschenk für Königin Marie-Antoinette geschaffen hatte. Aber kann man von einer Kopie sprechen, wenn das Original nicht mehr existiert und auch keine Pläne mehr vorhanden sind, so daß Beobachtungen und Untersuchungen am Objekt nicht mehr vorgenommen werden können, was für das tiefere Verständnis eines Automaten unbedingt notwendig ist. In Wirklichkeit ist das, was wir schufen, keine Kopie, sondern eine Rekonstruktion. Rekonstruiert wurde sowohl das mechanische Werk wie die künstlerische Ausführung der Darstellung.

Unsere Joueuse ist, wie wir glauben, ein wenig größer als die historische. Sie kann auf ihrem Hammerklavier sechs unterschiedliche Melodien spielen. Mit einem kleinen Hämmerchen schlägt sie auf die 42 Saiten ihres Instrumentes. Ihre Arme werden von sehr feinen Bolzen und Stiften, die auf einem rotierenden Zylinder installiert sind, bewegt. Sie atmet, senkt Brust und Augenlider und scheint auch die Bewegung ihrer Hände mit den Augen zu verfolgen. Am Ende jeder musikalischen Darbietung dankt sie den Zuhörern für den Applaus.

An diesem Automat haben wir über 1500 Stunden gearbeitet – wobei uns allein die Herstellung des Tympanons mit all den ungeklärten Fragen, Nachforschungen, Versuchen sowie der abschließenden Farbgebung über zwei Monate beschäftigt hat.

Es mag manche erstaunen, daß wir die einfachen historischen Techniken den gigantischen Möglichkeiten vorziehen, die die moderne Automatentechnik heute bietet. Wir tun dies sehr bewußt. Nicht aus Unkenntnis weichen wir neuen Technologien aus. Wer verstehen will, was wir meinen, muß die Faszination und Freude erlebt haben, wenn die Menschen zum ersten Mal entdecken, daß einfache Drehwalzen, Bolzen und Gestänge in der Lage sind, menschliches Leben zu simulieren.

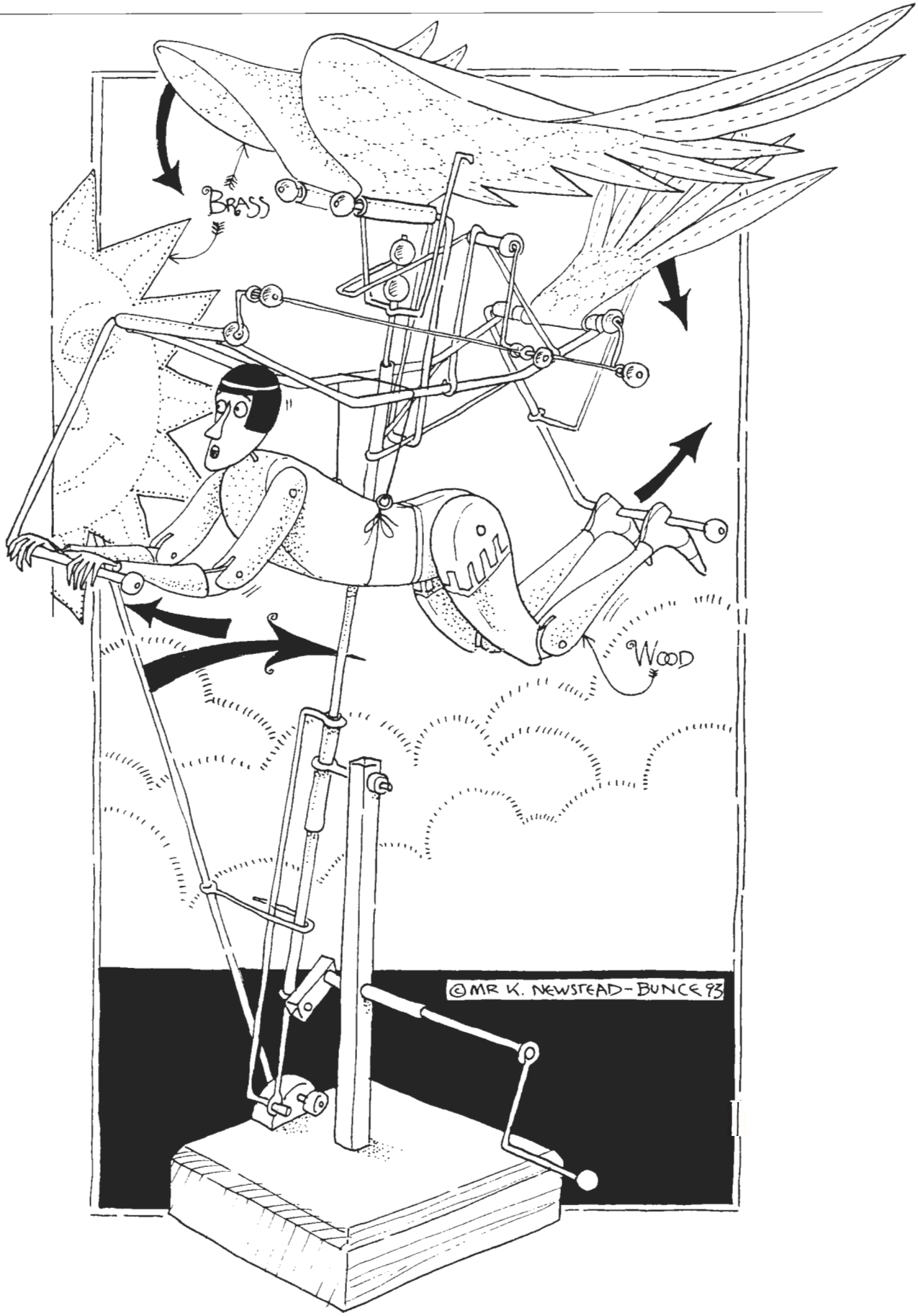
Oft werden wir nach Ausbildungsmöglichkeiten befragt. Solche gibt

es in der Tat nicht. Die wenigen Automatenhersteller, die es noch gibt (in Frankreich wahrscheinlich nur noch ein halbes Dutzend) arbeiten allein oder allenfalls zu zweit, ohne jedes Personal. Sie haben meist weder Zeit, noch die Mittel, noch den Platz, um ihr Wissen an junge Menschen weiterzugeben.

Man muß also Pioniergeist entwickeln und sich selber „durchwurschteln", wenn man sich für diesen Beruf entscheidet. Man muß ständig forschen, erfinden, nach neuen Lösungen suchen, manchmal mit neuen Techniken und mit neuen Materialien arbeiten, wenn man Automatenhersteller werden will. Dabei muß man sich aber bewußt sein, daß die Kunden rar und in aller Welt verstreut sind, daß man in diesem Beruf niemals reich werden kann.

Auf der anderen Seite macht man aber auch die Erfahrung, daß sich Qualität durchsetzt und daß der gute Ruf, wenn er einmal begründet ist, von Mund zu Mund fortgetragen wird. Auch dann, wenn es so gut wie keine Lehrmeister mehr gibt, werden sich die wirklich Begeisterten, trotz vieler und mannigfaltiger Schwierigkeiten, schon durchsetzen. Sie werden es auf die eine oder andere Weise schon schaffen, wie auch wir es geschafft haben.

Automaten-Theater



Automaten-Theater

Cabaret Mechanical Theatre London

Im Londoner Stadtteil Covent Garden, in unmittelbarer Nähe der berühmten Oper, gibt es das „Cabaret Mechanical Theatre", das eine der bedeutendsten zeitgenössischen Automatensammlungen Englands ausstellt. Nach letzter Zählung umfaßt die organisch gewachsene Sammlung knapp 100 Automaten, die in Größe und Komplexität sehr unterschiedlich sind.

Das Wort „Automat" kommt aus dem Griechischen und bedeutet soviel wie „ein Ding, das sich von selbst bewegt". Die Leute vom Cabaret Mechanical Theatre definieren Automaten als „unbelebte Objekte, die die Bewegungen lebender Wesen imitieren". Ein Automat und ein Roboter haben vieles gemeinsam. Roboter sind jedoch funktional, Automanten sind dekorativ. Ein Roboter führt eine Aktion durch, ein Automat imitiert sie. Ein Roboter ist ein Stück Technik, ein Automat ist ein Stück Kunst.

Bestimmend für Charakter und Stil der Sammlung des „Cabaret Mechanical Theatre" sind der persönliche Geschmack und die Vorlieben Sue Jacksons, der Gründerin und Chefin des „Theaters". Die meisten Automaten sind Unikate, manche von ihnen sind Stücke aus kleinen Auflagen. Alle sind handwerklich hergestellt.

Die Geschichte des „Theatre" begann in den 70er Jahren, als Sue Jackson ein kleines Kunsthandwerks-Lädchen in dem englischen Badeort Fallmouth in Cornwall eröffnete. Für ihr Schaufenster kaufte sie eines Tages die Wellenmaschine ihres Freundes Peter Markey. Wellen aus Holz waren vor einen stark farbigen Hintergrund montiert. Mit Hilfe einer unsichtbaren Konstruktion imitierten sie die Bewegung des Meeres. Paul Spooner, ein Kunsterzieher und Lastwagenfahrer, der sich schon immer für Mechanik interessiert hatte und die Kunst gerne auf die Schippe nahm, war von Markeys Wellenmaschinen fasziniert und entschloß sich kurzer Hand, auch solche Dinge zu bauen. Sues Persönlichkeit zog noch weitere Künstler an und animierte sie zum Automatenbau, z. B. Ron Fuller und Richard Windley, Michael Howard und Tim Hunkin. Sues Automatensammlung wuchs und überflutete bald ihren Laden.

Um sich und den Herstellern der Automaten eine regelmäßige Einnahmequelle zu verschaffen, kam Sue die Idee, 10 Pence pro Vorführung zu verlangen. Das wiederum führte bald dazu, ein „Automaten-Theater" zu eröffnen, das gegen Eintritt zu besichtigen war. 1983 mietete Sue in Fallmouth größere Räume und eröffnete das erste Cabaret Mechanical Theatre. Der riesige Erfolg ermutigte sie dazu, 1985 mit ihrer Familie und der gesamten Sammlung nach London umzuziehen. Es gelang ihr, im kleinen Hof des Covent Garden Markets ihr Cabaret Mechanical Theatre zu etablieren und zwar in einer Markthalle, in der früher Gemüse verkauft wurde. Dort stellten sich sofort neue Automatenhersteller ein, wie z. B. Jan Zalud oder Lucy Casson. Heute kommen jährlich über 100 000 Besucher aus aller Welt in ihr „Theatre". Besonders enthusiastisch sind die Amerikaner und Japaner.

Zum Herz der Sammlung gehören nach wie vor die Arbeiten von Spooner, Hunkin, Markey, Fuller und Howard. Von Zeit zu Zeit werden dort aber auch neue Talente vorgestellt. Erst kürzlich hat das Cabaret Mechanical Theatre Tom Willkinson entdeckt, den Schöpfer des „Seemanns Traum", und Keith Newstead, dessen mechanische Drachen von den Sammlern nahezu verschlungen wurden. Sues Automatensammlung ist nie ruhig und statisch. Kürzlich hat sie ein kleines Odeon in die Sammlung integriert, in welchem man künftig mechanische Musik hören wird.

Paul Spooner

Seine Arbeit ist intelligent, seine Automaten sind manchmal ironisch oder auch ein wenig unheimlich, einige von ihnen sind auch Träger schwieriger, bisweilen unbequemer Ideen. In jedem Fall unterhalten Spooners Arbeiten, regen an und auf.

Paul Spooner hat einige nicht uninteressante Obsessionen: er liebt Schafe, Pyramiden, die Olympia von Manet und vor allen Dingen Anubis, jenen ägyptischen Gott mit dem Kopf eines Schakals, den man auf Mumien abgebildet findet. Wenn sich Paul Spooner in diese Wesen vertieft, lebt er in seiner eigenen, von ihm geschaffenen Mythologie.

Spooner ist ein philosophischer Künstler. Er hat eine gewisse Haßliebe zu Maschinen. Er glaubt, daß jede Maschine zugleich auch die Wurzel zu ihrem eigenen Untergang in sich trägt. Er findet die Tatsache, daß die Menschen an den Fortschritt der Technik glauben, absurd. Gleichzeitig ist er natürlich aber auch sehr stolz auf die Mechanik, die seinen Arbeiten die Kraft zur Selbstdarstellung gibt. Spooner-Fans bewundern diese sehr spezifische, hintergründige Art zu denken.

„Barecat"

Automaten-Theater

Ron Fuller

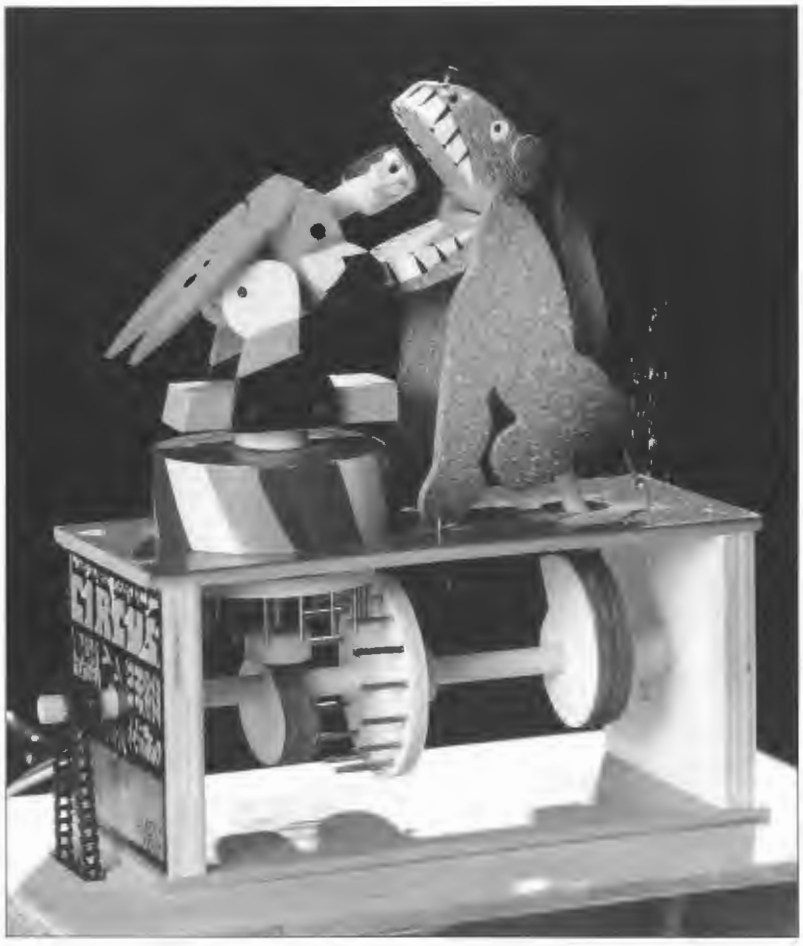
Ron Fuller hat das Gefühl, daß er ein ganzes Leben lang nur spielt.

Bescheiden, wie er ist, bezeichnet er sich als Dorfspielzeugmacher und verschweigt dabei, daß er am Royal College of Art studierte und eine ausgesprochene Vorliebe für David Hockney und Peter Blake hat.

Ron Fuller behauptet auch, daß es in Großbritannien eine große Subkultur gibt, in der alle Spielzeugmacher leben.

Seine mechanischen Neigungen hat er schon früh als Kind entdeckt. Es gab damals zu Hause kaum ein Radio oder elektrisches Gerät, das er nicht auseinandergenommen und zerlegt hätte.

Maßgebend beeinflußt wurde er in seiner Arbeit von John Gold, Sam Smith und Yotha Rose. Später reiste er in alle Welt, vor allem waren es deutsche Spielzeugmacher, die ihn beeindruckten. Neben seinen Automaten macht Fuller noch Karussells, Flugzeuge, Uhren und zur Zeit auch bewegliche Namensschilder für englische Pubs.

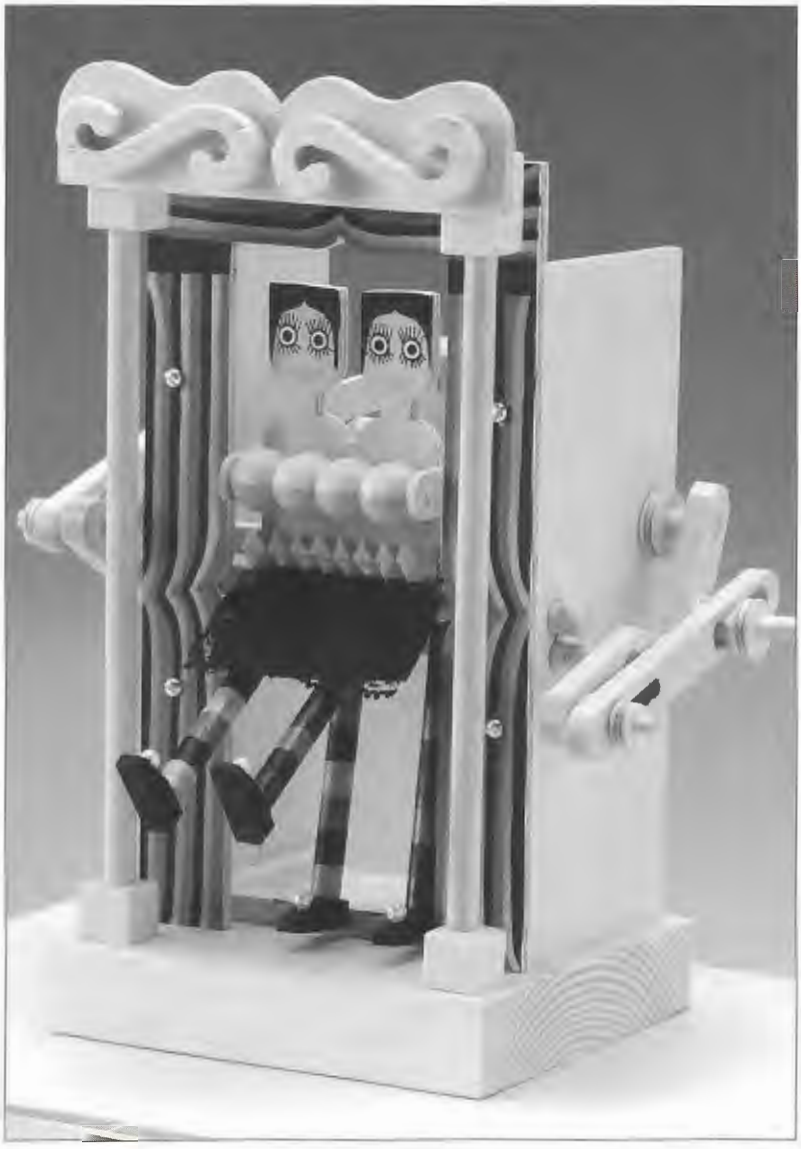


„Lion Tamer"

Peter Markey

Die Automaten des Malers Peter Markey sind denkbar einfach. Holz ist flächig, denkt er sich, deswegen sollen auch die Figuren, die er darstellt, flächig sein, alle Teile des Körpers, die Beine, der Rumpf, die Köpfe. Trotz aller Einfachheit schafft er am Ende aber doch erstaunlich komplexe und differenzierte Werke.

„Früher war ich gewohnt, Bilder zu malen", berichtet er, „heute mache ich sie aus Holz." Irgendjemand hat mir vorgeschlagen, ich sollte doch auch Automaten mit Läufern oder Fußballspielern machen. Ich täte das gerne, doch leider bin ich zu gehandikapt, denn ich bin ein sehr simpler und einfacher Handwerker, der nicht einmal in der Lage ist, exakt zu messen oder mit irgendeiner Art von Präzision zu arbeiten. Ich arbeite daher nur mit Mechanismen, die für einen so unbegabten Handwerker wie mich große Toleranz aufbringen.



„Kicking Ladies"

Keith Newstead

Er ist ein Newcomer und hat erst jüngst durch eine Reihe von Drachen auf sich aufmerksam gemacht. Sie sind in den verschiedenartigsten Materialien gefertigt. Seine Arbeit ist durchsetzt von einer guten Portion Humor und großer Subtilität in der Bewegung der Figuren.

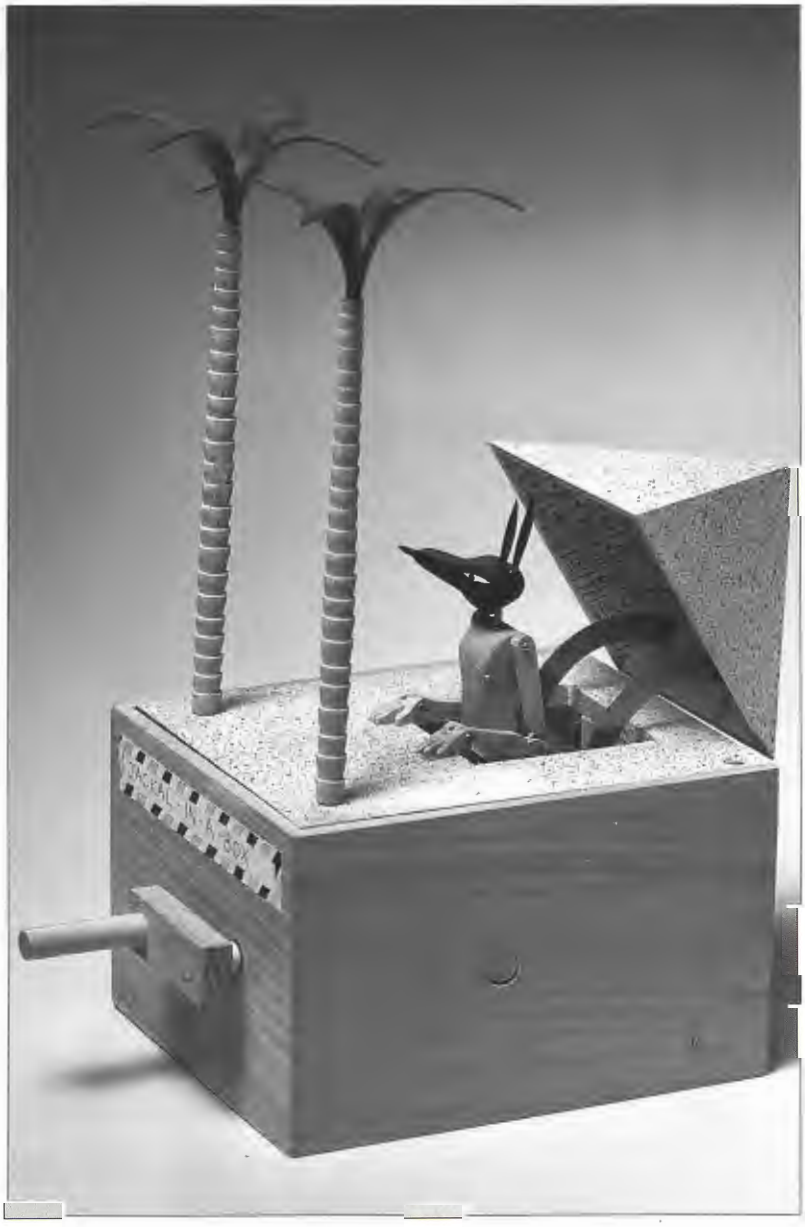
Wenn sich Keith Newstead ein Stück ausdenkt, macht er zuerst einmal einige rohe zeichnerische Skizzen. Er hat niemals einen wirklich exakten Plan. Er arbeitet immer von innen nach außen, er beginnt mit kleinen Stücken und läßt dann eine Szene langsam organisch wachsen.

„Ich liebe es, wenn meine Stücke mit einer ganz weichen, einfachen Bewegung beginnen und diese dann in einem plötzlichen explosiven Zusammenstoß endet. Ich nehme mich nicht sehr ernst und ich liebe die Automaten deswegen, weil sie eigentlich nicht in die etablierten Arts and Crafts Gesetze einzuordnen sind. Das macht die Arbeit an ihnen wirklich schöpferisch."

„Icarus flies undone"

Matthew Smith

Matthew Smith hat schon Automaten gemacht, während er noch zur Kunstschule ging. Zuerst spielte er mit der Idee, Ingenieur zu werden. Eingeführt in die Kunst des Automatenbaus hatten ihn Peter Markey und Ron Fuller. 1986 gründete er mit Paul Spooner die „14 Balls Toy Company". Dort arbeitet er jetzt und fertigt u. a. auch einige von Paul Spooners Automaten in Kleinauflage.



„Jackal in the box"

Neil Hardy

Neil Hardy ist auf dem Land aufgewachsen. Er hat es immer geliebt, draußen in der Natur zu sein und zu beobachten, was in ihr lebt und webt.

In der Schule hat er sich früh für Maschinen interessiert und hat die ganze Schulzeit damit verbracht, Dinge auseinanderzunehmen, um zu sehen, was in ihnen tickt. Dieses fast manische Hobby machte es seinen Eltern nicht gerade leicht.

Nachdem er sieben Jahre Architektur studiert hatte und zehn Jahre als Architekt tätig war, realisierte er, daß er absolut nicht dafür geeignet war, Häuser zu bauen, vor allem deswegen nicht, weil sich Häuser nicht bewegten. Neil hat daher 1992 die Architektur aufgegeben. Seither stellt er hölzerne Automaten her. Das ist eine Tätigkeit, die zwei seiner Vorlieben zusammenbringt, nämlich seine Liebe zur Mechanik und sein Interesse für alles Lebendige.

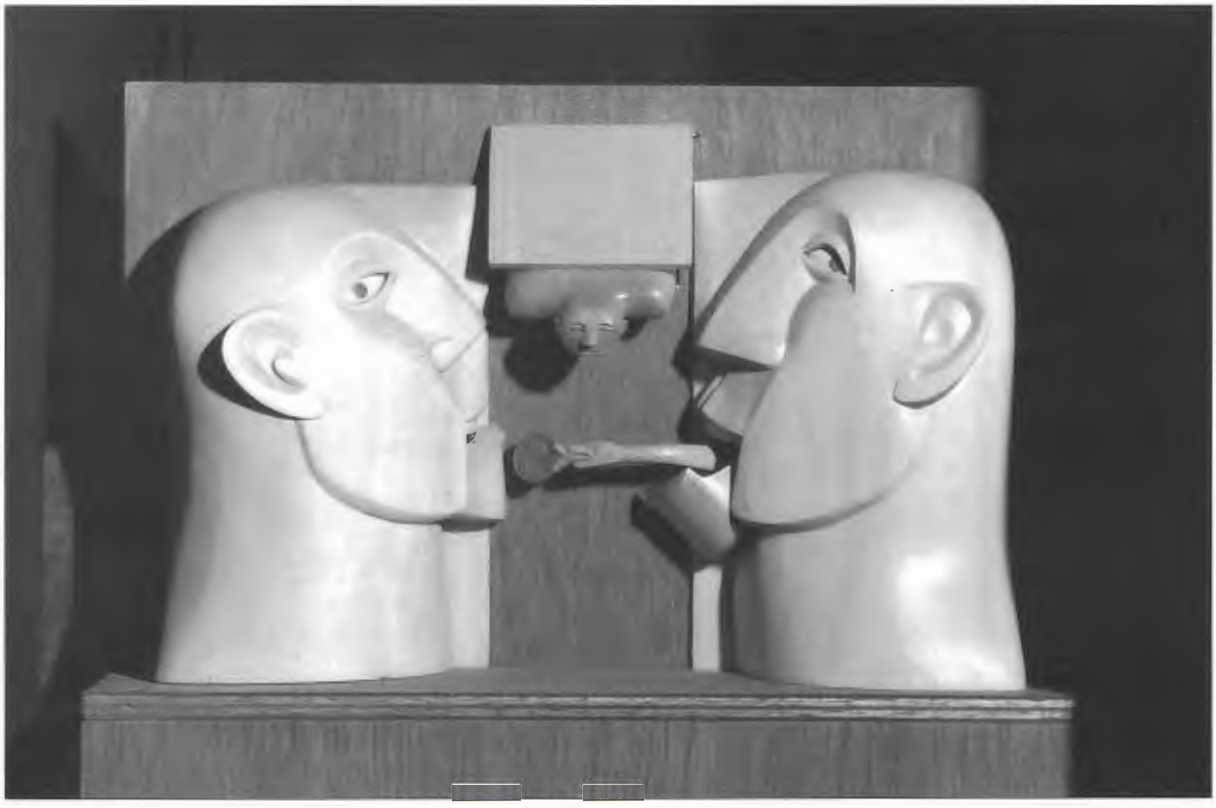
„Four legged Spider"

Jan Zalud

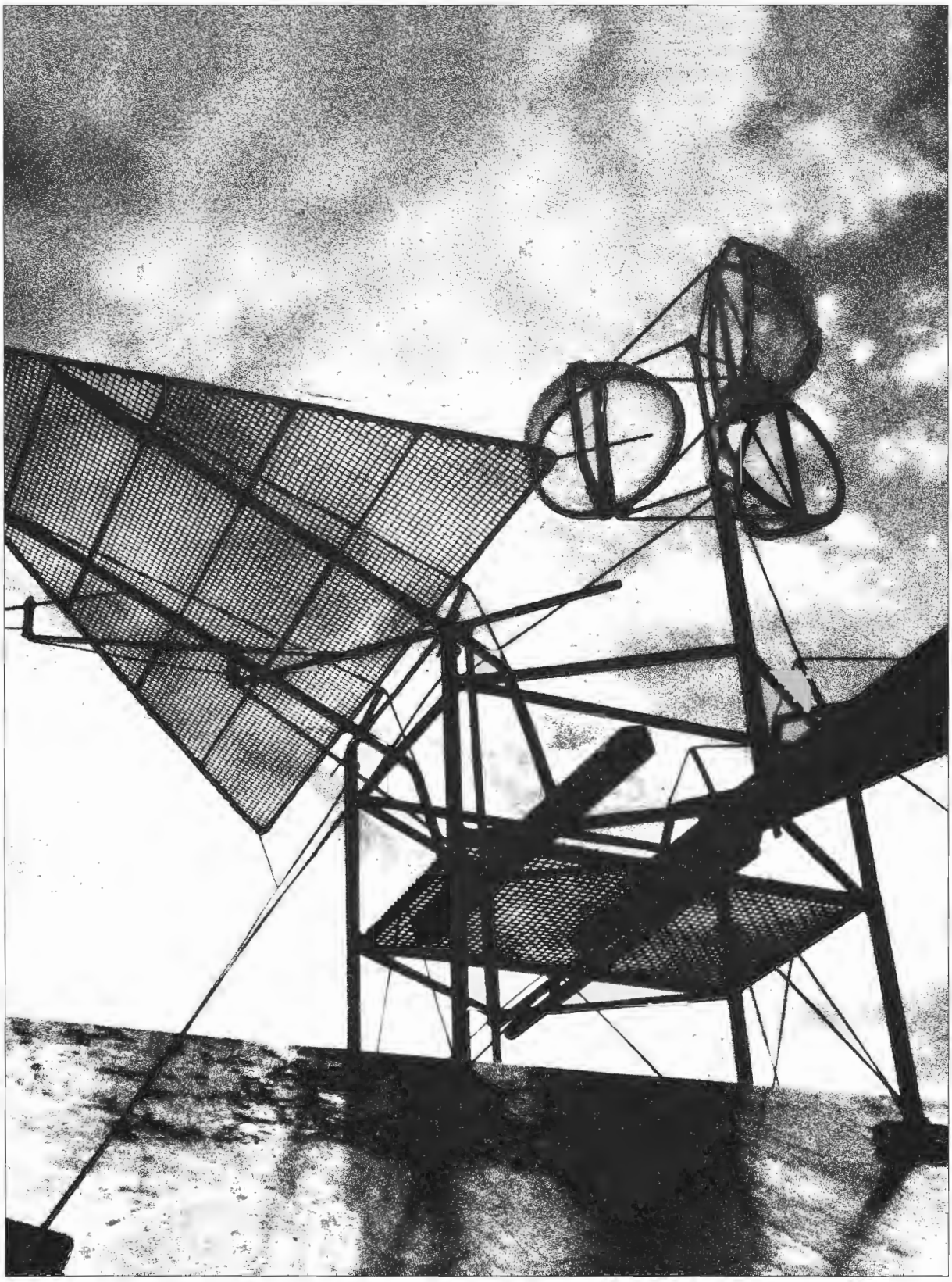
Ausgebildet wurde Jan Zalud als Maler. Doch schon 1970 begann er Figuren aus Holz zu machen. Seine ersten Arbeiten waren noch stark beeinflußt von den traditionellen tschechoslowakischen Marionetten. Er ist in der Tschechoslowakei geboren und hat dort auch seine frühe Kindheit verbracht. Seine Kunstfertigkeit in der Bearbeitung von Holz ist heute hoch entwickelt. Er verwendet für seine Arbeiten nur erstklassiges Lindenholz, schnitzt, drechselt, schleift, poliert es. Seine Darstellungen sind „sophisticated". Er ist besessen vom menschlichen Kopf und er stellt in seinen Gesichtern viele menschliche Charaktere dar; den Schwätzer, den Melancholiker, den Zyniker.

Der Betrachter ist aufgefordert, die Kurbel des Automaten zu drehen. Dann rollen in den Köpfen die Augen, Münder öffnen sich, Zungen fliegen heraus – alles völlig unerwartete, irritierende Bewegungen.

„The Conversation"



Kinetische Kunst



Die kinetischen Objekte des Vratislav Karel Novák, Jablonec nad Nisou, Tschechische Republik

Vratislav Karel Novák ist ein Künstler, der mit seinen Experimenten gern in Grenzbereiche der Kunst vorstößt oder sich künstlerische Zwischenräume erschließt. Zu diesen Experimenten zählen auch seine kinetischen Kunstobjekte, von denen es kleine, miniaturartige Ausführungen, aber auch Monumentalplastiken gibt.

Zu letzteren zählt z .B. das riesige Metronom, das in Prag am Moldau-Ufer an der Stelle aufgestellt wurde, an der früher das schrekkensvolle schwere Stalindenkmal stand. Dieses Metronom will symbolisch verstanden sein, es mißt die Zeit über der Stadt Prag, gibt ihr den Takt an, nimmt ihr durch seine Gesetzmäßigkeit das Gefühl der Bedrohung und ist Basis für ihre freie, rhythmisch kreative Entwicklung.

In ähnlicher Weise kann auch die Plastik „Delta" gesehen werden, die ihren Standort in einem Prager Wohngebiet hat, sowie das Monumentalobjekt „Hommage an Architekt Hubacek" am Ufer des Stausees bei Jablonec, ein in den Himmel ragender schlanker Stab mit farbigen Schwimmern auf der Wasserfläche.

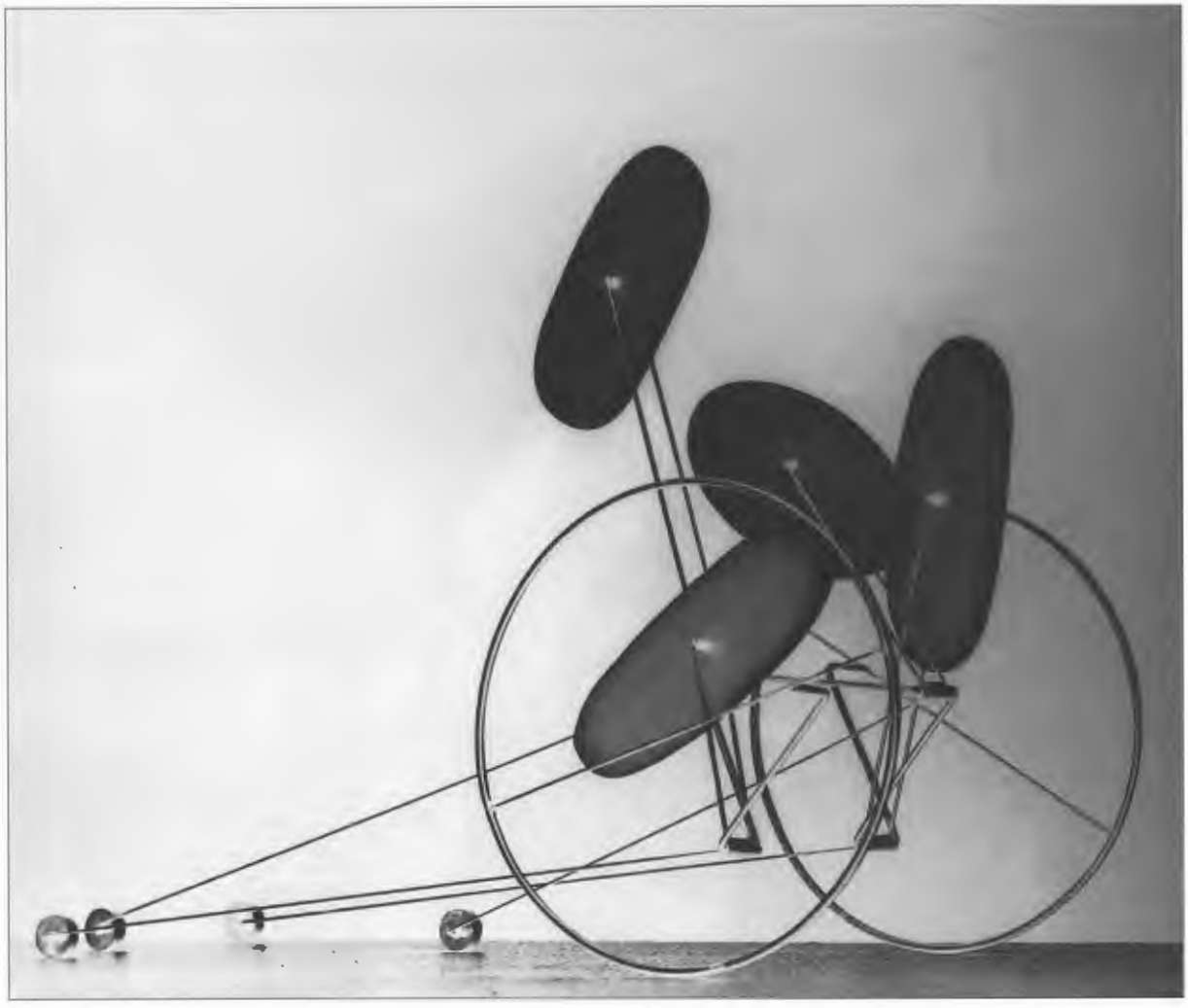
In der Exempla '96 wird ein großes kinetisches Objekt von Vratislav Karel Novák gezeigt, das die Vergänglichkeit der Zeit darstellt. Es bewegt sich fahrzeugähnlich, ist stark korrodiert und verbreitet bei seinen Bewegungen einen unheimlich hallenden, scheppernden Ton. Sein Titel ist „Die wunderschön-schreckliche Mücke".

Daneben werden auch eine ganze Reihe kleiner kinetischer Objekte gezeigt. Ihnen liegen Formanalysen zugrunde, die eine intensive Auseinandersetzung mit dem Konstruktivismus sichtbar machen. In gewisser Weise sind sie ironische Anspielungen auf die Technik und das Verhältnis des Menschen zu ihr.

Die Intentionen des Künstlers werden besonders sichtbar, wenn man die Fotografien betrachtet, die er von diesen kinetischen Klein-Objekten gemacht hat. Er nennt diese Fotografien selbst „Pseudorealisationen". Vor eine Landschaft, vor einen bewegten Himmel gestellt, verändern sich im Bild die realen Maßstäbe. Die kleinen Objekte werden im Bild zu Monumental-Kunstwerken, die den Menschen Bedrohung fühlen lassen. In diesem Sinne stellen diese Fotografien eine eigenständige Kunstform dar. Sie ermöglichen die Gestaltung einer Situation, in die der Künstler den Betrachter versetzt haben will.

So verstanden sind diese kinetischen Objekte alles andere als konstruktives Spielzeug. Sie können als Träger psychischer Inhalte interpretiert werden. Obwohl die Inspiration, aus der sie entstanden sind, auf der Spiellust beruht, setzen sie, einmal in Bewegung geraten, ganz andere Assoziationen frei. Sie eröffnen einen Einblick in einen nicht durchschaubaren Organismus. Die einzelnen Teile eines Objektes berühren sich, übertragen ihre Bewegungen in z. T. grotesker Weise aufeinander, verändern dadurch unvorhersehbar ihre Bahn, verstricken sich mitunter in komischer Nachahmung des menschlichen Schrittes und erinnern den Betrachter vorsichtig daran, daß seine eigenen Bewegungen auch nicht immer geradlinig voran schreiten.

Kinetische Kunst



Aussteller-Verzeichnis Exempla '96

ARRI
Arnold und Richter
Türkenstr. 89
80799 München
Tel.: 089/38 09-1
Fax: 089/39 97 46

Bayreuther Festspiele GmbH
Technische Direktion
Festspielhügel 1–2
95445 Bayreuth
Tel.: 0921/78 78-0

Bega Wasserkraftanlagen GmbH
Herderallee 30
44791 Bochum
Tel.: 0234/58 42 70
Fax: 0234/58 43 70

Buffet Crampon
5, rue Maurice-Berteaux
F-78200 Mantes la Ville
Tel.: 0033/1/30 98 51 30
Fax: 0033/1/34 78 79 02

Cabaret Mechanical Theatre
33/34 The Market,
Covent Garden
London WC2E 8RE
Tel.: 0044/171/3 79 79 61
Fax: 0044/181/6 93 76 64

Cervélo
Gérard Vroomen
3702 Avenue du Parc
Montréal, Québec
Canada H2X 2J1
Tel. + Fax:
001/514/8 49-66 24

De Gourdon
4, rue du Vert-Bois
F-75003 Paris
Tel.: 0033/1/4 8 87 24 38
Fax: 0033/1/48 87 15 03

Deutsches Museum
Museumsinsel 1
80538 München
Tel.: 089/21 79-1

EUROMECHANIC e.V.
Graf-Konrad-Str. 17
80809 München
Tel.: 089/35 09 83-0
Fax: 089/35 50 50

F E S
Institut für Forschung und Entwicklung von Sportgeräten e.V.
Tabbertstr. 4
12459 Berlin
Tel.: 030/6 35 23 71
Fax: 030/6 35 40 32

FMB
Feinwerk- und Meßtechnik GmbH
Rudower Chaussee 6
12489 Berlin
Tel.: 030/63 92 48 80
Fax: 030/63 92 48 83

Gebrüder Alexander
Bahnhofstr. 9
55001 Mainz
Tel.: 06131/28 80 80
Fax: 06131/22 42 48

Glashütter Uhrenbetrieb GmbH
Altenberger Str. 1
01768 Glashütte Sachsen
Tel.: 035053/46-0
Fax: 035053/46 22 05

Gründl und Hoffmann GmbH
Gautinger Str.
82319 Starnberg
Tel.: 08151/90 43-0
Fax: 08151/7 87 76

Max Hieber KG
Bodenseestr. 14 Rgb.
81241 München
Tel.: 089/8 88 87 42
Fax: 089/8 20 51 58

Erhard Hössle
Zeller Str. 3
82067 Ebenhausen
Tel.: 08178/31 01

Martin Impler
Schreinerei
Hummelshausen
83075 Bad Feilnbach-Au
Tel.: 08064/4 06
Fax: 08064/12 89

Innung des Kraftfahrzeughandwerks
München und Oberbayern
Gärtnerstr. 90
80992 München
Tel.: 089/1 43 62-0
Fax: 089/1 43 62-139

Aussteller-Verzeichnis Exempla '96

Jossi AG Präzisionsmechanik
Alte Landstaße
CH-8546 Islikon
Tel.: 0041/54 55 17 21
Fax: 0041/54 55 23 30

Knoepfel AG
CAM-CNC-Produktion
CH-9428 Walzenhausen
Tel.: 0041/71 44 50 33
Fax: 0041/71/44 50 36

Kunstsammlungen der Veste Coburg
96450 Coburg
Tel.: 09561/8 79-0
Fax: 09561/8 79-66

Claude und Geneviève Laurent
10, lotissement des 4 Seigneurs
F-38320 Herbeys
Tel.: 0033/76 73 64 17

L + K-Metallbau GmbH
Braasstr. 3a
31737 Rinteln
Tel.: 05751/4 42 64
Fax: 05751/4 48 00

Landesinnungsverband des Landmaschinenmechaniker-Handwerks u. Handels in Bayern
Kapellenweg 5
85276 Pfaffenhofen/Ilm
Tel.: 08441/28 96
Fax: 08441/32 44

Landesinnungsverband mechanischer Metallhandwerke Bayern
Graf-Konrad-Str. 17
80809 München
Tel.: 089/35 09 83-0
Fax: 089/35 50 50

Wenzel Meinl GmbH
Metallblasinstrumente
Seniweg 4
82538 Geretsried
Tel.: 08171/3 16 42
Fax: 08171/8 02 88

Musikinstrumentenmuseum im Münchner Stadtmuseum
St.-Jakobs-Platz 1
80331 München
Tel.: 089/2 33 20 631
Fax: 089/2 33 23 650

Vratislav Karel Novák
Pod vodárnou 3
46605 Jablonec nad Nisou
Tschechische Republik
Tel.: 0042/4 28/8 87 58

Phönix Musikelektronik
Arneburger Str. 24
39576 Stendal
Tel.: 03931/6 812 00
Fax: 03931/68 14 44

Josef Reinauer
Weidenweg 23
72488 Sigmaringen
Tel.: 07571/25 71

Louis Renner GmbH & Co.
Fritz-Reuter-Str. 18
70193 Stuttgart
Tel.: 0711/65 65-10
Fax: 0711/65 65-168

Henri Selmer & Cie.
18, rue de la fontaine au roi
F-75011 Paris
Tel.: 0033/1/49 23 87 61
Fax: 0033/1/43 57 24 95

STM Medizintechnik
Starnberg GmbH
Gautinger Str. 6
82319 Gauting
Tel.: 08151/7 80 35
Fax: 08151/7 87 76

Swissmechanic
Zentralsekretariat
Mühlfangstr. 16
CH-8570 Weinfelden
Tel.: 0041/72/22 77 47
Fax: 0041/72/22 77 60

Windside
Teknologiakylä
FIN-86600 Haapavesi
Tel. + Fax:
00358/83/45 07 00