



Prof. Dr. Reinhard Windhager

Einleitung

Kaum ein anderes Fach hat auf Grund des technologischen Fortschrittes in den letzten Jahrzehnten eine dermaßen starke inhaltliche Wandlung erfahren, wie die Orthopädie und orthopädische Chirurgie. Ausschlaggebend für diese Entwicklung waren in erster Linie technologische Errungenschaften, die direkte Anwendung im diagnostischen und therapeutischen Bereich gefunden haben und zu einer nahezu explosionsartigen Entwicklung der operativen Möglichkeiten geführt haben.

Die aus dieser Entwicklung resultierende Zunahme der Routinetätigkeit birgt jedoch die enorme Gefahr der

Vernachlässigung zukünftiger Entwicklungen und damit der möglichen Kurskorrekturen in der fachlichen Ausrichtung.

Verschärft wird die Situation noch durch die demographische Entwicklung, die nicht nur eine Zunahme der Patientenversorgung sondern auch moderne und kostengünstigere Konzepte zur Krankheitsbewältigung fordert. Die Beschäftigung mit der zukünftigen Entwicklung ist somit kein Selbstzweck, sondern zwingende Notwendigkeit, um existierende und anstehende medizinische und medizin-ökonomische Probleme zu lösen. Aufbauend auf grundsätzlichen Entwicklungen ist es auch möglich, eine sinnvolle Ausbildungsplanung zu betreiben und zukünftige Generationen auf die Bewältigung anstehender Probleme vorzubereiten, bzw. ihre Tätigkeitsbereiche zu fokussieren.

So unmöglich es auch erscheinen mag, zukünftige Entwicklungen konkret vorauszusagen, so stellt doch die Analyse von medizinischen Entwicklungen im Kontext der Geschichte einen wesentlichen Baustein dar, gewisse Bereiche mit Entwicklungspotential abzustecken und mit den wachsenden gesellschaftlichen Forderungen abzugleichen.



Die Befassung mit der Geschichte der Medizin erweckt den Eindruck, dass Entwicklungsschübe durch technologische Fortschritte konditioniert worden sind, dass es jedoch andererseits Persönlichkeiten waren, die neue Entdeckungen gemacht oder von anderen Bereichen übertragen und damit das Fach vorangetrieben haben oder aber, wie Hubert Markl es ausdrückt: „Die Figuren und nicht die Strukturen bestimmen den medizinischen Fortschritt“. Ob dieser Ansatz für weitere Entwicklung und Forschung heute noch von Bedeutung ist sollte in diesem Artikel vor dem Hintergrund immer größer werdender Komplexität in allen Bereichen kritisch hinterfragt werden.

Entwicklung der Orthopädie vor dem Hintergrund medizinischer Errungenschaften

Betrachtet man die Entwicklung der westlichen Medizin in den letzten 5000 Jahren, so lassen sich im Wesentlichen vier Perioden unterscheiden:

Der Superanaturalismus (Mystizismus und Religion von 3000 bis 450 AD) prägte eine Medizin, die dominiert war durch den Glauben an übernatürliche Kräfte, die Krankheiten verursachen und heilen. Aufbauend auf diesem Verständnis beschränkten sich medizinische Interventionen auf Versuche übernatürliche Kräfte zu manipulieren.



Die griechische Zivilisation prägte die Periode der theoretischen Medizin und wurde durch Hippokrates eingeleitet, der mit Beobachtung, Logik und Philosophie wichtige Grundlagen für Krankheiten und Heilung formulierte. Basierend auf den vier Elementen: Erde, Feuer, Luft und Wasser wurden Behandlungskonzepte entwickelt, die in der Regel in einem Aderlass mündeten.

Galen, ein weiterer prominenter Arzt dieser Periode, führte Vivisektionen an Tieren durch und studierte Anatomie an Hand chirurgischer Eingriffe. Obwohl ihm das Verständnis für das Blutgefäßsystem im Gesamten verborgen blieb, wies er dennoch auf anatomische Lagen der Gefäße hin, um Blutverluste zu vermeiden. Weiters empfahl er, die Muskeln parallel und nicht quer zur Faserrichtung einzuschneiden, um Paralysen distal der Incisionsstelle zu vermeiden. Autoritätshörigkeit und mangelnde Reflexion bewirkten, dass sich die hippokratischen und galenischen Theorien über 2000 Jahre hielten, um durch systematische medizinische Forschung ab dem 16. Jahrhundert abgelöst zu werden. In dieser Periode wirkten Ärzte wie Andreas Vesalius, der durch seine anatomischen Studien die Galen'schen Theorien widerlegte aber trotz seiner umfangreichen Studien den



Zusammenhang zwischen Herz und Blutgefäßsystem nicht herstellen konnte. Dies war William Harvey (1578 – 1657) vorbehalten, der als Erster einen Turniquet am Oberarm applizierte und damit blutleere Operationen ermöglichte.

Erst mit dem 19. Jahrhundert brach das Zeitalter der Technologie und Forschung in der Medizin an und führte zu rasanten Fortschritten auf allen Gebieten.

Im chirurgischen Bereich war es John Snow (1813 – 1858), der durch seine Inhalationsanästhesie mit Ether und Chlorophorm einen weiteren Meilenstein in der chirurgischen Behandlung setzte, oder Joseph Lister (1827 – 1912), der durch Einführung der Antisepsis sowie Desinfektion mittels Carbolsäure (Phenol) einen wesentlichen Beitrag zur Behandlung offener Frakturen und kontaminierter Wunden schaffte. Seine ersten Ergebnisse publizierte er 1867 im Lancet und hat danach die positiven Erfahrungen bei der Frakturbehandlung auf elektive Eingriffe übertragen. 1867 führte er eine Osteotomie an einer fehlerheilten Tibia durch und begann 1 Jahr später mit Arthrotomien von Knie- und Ellbogengelenke, um freie Gelenkkörper zu entfernen. Er war auch der Erste, der resorbierbares Nahtmaterial in Form von Carbol-getränkten Catgut einführte. Seine Ergebnisse hat

er kritische analysiert und festgestellt, dass die Mortalitätsrate bei Amputationen von 46 % in früheren Jahren durch die Carbolsäure-Antisepsis auf 15 % reduziert werden konnte.

1873 führte er erstmals eine offene Reposition einer geschlossenen Olecranonfraktur mit interner Fixation mittels Silberdraht durch. So erfolgreich seine chirurgischen Fortschritte waren, so wenig fanden seine theoretischen Überlegung zur Verursachung von Infektionen durch Erreger Anklang und bedurften erst der Forschungen durch Louis Pasteur und Robert Koch, um Listers Hypothese zu bestätigen und zum Durchbruch zu verhelfen. Durch kontinuierliche Forschung entwickelte sich die wissenschaftliche Basis der Asepsis und bis hin zur Konstruktion der ersten Autoclaven zur Desinfektion der Instrumente im Jahr 1880.

Neben Asepsis und Inhalationsnarkose war die Entdeckung des Röntgenogramms die dritte große Errungenschaft, die die Orthopädie und orthopädische Chirurgie zu einer bedeutenden chirurgischen Spezialität katalysiert hat. Diese Technologie erlaubte es, nicht nur Frakturen darzustellen, sondern auch Deformitäten zu analysieren und biomechanische Grundlagen für die



Belastung des Skelettes zu etablieren. Keine Entdeckung hatte schnelleren Eingang die klinische Anwendung gefunden, als die Entdeckung der Röntgenstrahlen 1895 durch Konrad Wilhelm von Röntgen (1845 – 1923).

Ein weiterer Meilenstein mit tiefgreifenden Auswirkungen auf die Entwicklung der Orthopädie war die Entdeckung des Penicillins 1946, wodurch immer komplexere chirurgische Interventionen möglich wurden.

Die Weiterentwicklung bildgebender Verfahren, wie Computertomographie, Magnetresonanztomographie und Positronen-Emissionstomographie machten es möglich, Strukturabweichungen exakt zu diagnostizieren, verschiedenste Krankheitsbilder zu analysieren und Krankheitsverläufe zu monitoren. Die Einführung der räumlichen Auflösung anatomischer Strukturen sowie die dynamische Darstellung verschiedener zellulärer Aktivitäten führte zu einem tieferen Verständnis histo-morphologischer und patho-morphologischer Veränderungen und exakterer Planung für operative Interventionen. Die Perfektionierung der Bildgebung wurde soweit vorangetrieben, dass sich post mortem-Sektionen in vielen Fällen erübrigten.



Die wohl größten Entdeckungen im medizinischen Bereich wurden in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts im Bereich der Molekularbiologie getätigt. Die Applikation dieser Erkenntnisse im Bereich der orthopädischen Erkrankungen sind Gegenstand intensiver Forschung und bedürfen eines systematischen Zuganges mit Fokussierung auf wesentliche Aspekte.

Entwicklung der Orthopädie vor dem Hintergrund aktueller medizinischer und technologischer Entwicklungen

Die Einführung der Personalcomputer vor mehr als 20 Jahren sowie die Einführung des World-Wide-Web haben den medizinischen Informationsfluss mindestens in gleicher Weise revolutioniert wie die Einführung der Allgemeinnarkose die chirurgische Technik. Im Besonderen war es die Einführung des Internet, welche nicht nur eine Unmittelbarkeit der Literatur gewährleistete, sondern auch die Produktivität des wissenschaftlichen Outputs steigerte. Durch elektronische Techniken war es möglich enorme Datenbanken in verschiedensten Bereichen anzulegen und durch prospektive Studien sowie Metaanalysen den Prozentsatz der evidenzbasierten Medizin zu erhöhen.

Auswirkungen der Informations-technologie



Gleichzeitig führte jedoch die Möglichkeit der Verbreitung medizinischer Information über das Internet zu Missbrauch und Fehlinformationen von Patienten, für die es derzeit noch keine Kontrollmechanismen gibt.

Die enorme Informationszunahme hat aber auch dazu geführt, dass in einem anscheinend überschaubaren Fachgebiet wie der Orthopädie der Informationszuwachs eine Größe eingenommen hat, die von einem Einzelnen in keiner Weise mehr überschaubar ist.

Da dieser Schritt in der medizinischen Entwicklung irreversibel ist sind auch entsprechende Konsequenzen im Bezug auf Fachausbildung und Fachkompetenz zu ziehen. Eine allzu große Verbreiterung der fachlichen Kompetenz ist unweigerlich mit einer Verflachung der Expertise vergesellschaftet und würde einer freiwilligen Exkludierung aus der internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft gleichkommen. Wissenschaftlicher Fortschritt setzt permanente Aktualisierung und Überprüfung der Information unter Hinzufügen neuer Erkenntnisse in Form von Mosaiksteinen in den Kontext des wissenschaftlichen Gesamtbildes voraus. Um international mithalten zu können oder aufzuschließen, bedarf es einer frühen Spezialisierung bald nach oder eventuell schon im Rahmen der Ausbildung. Von

wissenschaftlicher Seite her ist eine einfache Zusammenlegung der Fächer Orthopädie und Unfallchirurgie mit der daraus resultierenden Verlängerung der Ausbildungszeit und Hinauszögern der Spezialisierung nicht zu befürworten. Vielmehr bedarf es struktureller Änderungen, um der international zunehmenden Spezialisierung unter gleichzeitiger Optimierung der Versorgungsangebotes auf allen Ebenen gerecht zu werden.

Die dritte Konsequenz die sich aus der Flut an Informationen ergibt ist eine gesteigerte Kontrolle vor allem der im Internet verbreiteten Informationen. Im Besonderen ist es das „Direct to Patient Marketing“ das bewusst eingesetzt wird, um Bedürfnisse nach neuen Behandlungsmethoden die schlecht oder in geringem Ausmaß evaluiert sind, bei den Patienten zu wecken und Bedürfnisse bei diesen zu wecken. Die Umgehung von Institutionen zur Evaluierung dieser Methoden wird hier ebenso zur alltäglichen Praxis wie die direkte Information von anfragenden Patienten an welcher Stelle sie die angepriesene Methode erhalten. Um sich die teilweise desaströsen Auswirkungen dieses Marketings vor Augen zu führen sei auf die Ära der Roboterchirurgie verwiesen, in der unkritische Erfüllung einer künstlich geweckten Nachfrage letztendlich zu einer



Sammelklage gegen betroffene Ärzte geführt hat. Während für die Kontrolle der Informationen im Web die wissenschaftlichen Gesellschaften aktiv werden müssten, ist die Politik gefragt bei der Einführung neuer Methoden klare Reglements zu erstellen um Produkte und Methoden stufenweise unter kontrollierten Bedingungen einzuführen.

Auswirkungen von Fortschritten in der Visualisierung

Wie bereits im letzten Kapitel erwähnt hat die Einführung des Röntgen die Orthopädie und orthopädische Chirurgie sowohl in Diagnostik als auch Therapie in besonderer Weise beeinflusst. Die mit Hilfe dieser Methode mögliche Qualifizierung und Quantifizierung von Ergebnissen hat unser Fach zu einer wissenschaftlich anerkannten Disziplin heranwachsen lassen. Sowie die präoperative Diagnostik mittels Röntgen vor jedem operativen Eingriff unerlässlich ist, so ist auch die intraoperative Anwendung für die präzise Durchführung von Osteotomien und verschiedene andere Methoden wesentlicher Bestandteil für den Erfolg der Intervention.

Bildgebende Verfahren haben sich in den letzten zwei Jahrzehnten jedoch ähnlich wie die Informationstechnologie sprunghaft weiterentwickelt, wobei nicht nur die Qualität sondern auch die Geschwindigkeit der

Durchführung signifikant gesteigert werden konnte. Während uns dreidimensionale präoperative Planungsmethoden inklusive der Herstellung individueller anatomischer Modelle seit knapp 20 Jahren zur Verfügung stehen, haben wir in der Umsetzung dieser Planungen mangels dreidimensionaler intraoperativer Darstellung noch enormen Aufholbedarf. Obwohl die Navigation mittlerweile Einzug in die Operationssäle gefunden hat ist die Anwendung wegen der Fehlerhäufigkeit bei der Registrierung sowie der verlängerten OP-Dauer und der damit verbundenen erhöhten Kosten noch auf wenige Zentren beschränkt. Zur Füllung dieses Defizits der dreidimensionalen Darstellbarkeit wird bereits seit Jahren an Techniken der augmentierten Realität bei welcher verschiedene bildgebende Methoden in das Operationsgebiet projiziert und mit der individuellen Anatomie überlagert werden, gearbeitet. Zum jetzigen Zeitpunkt sind diese Verfahren jedoch nicht für den klinischen Einsatz ausgereift, beziehungsweise droht ihnen wegen Schwierigkeiten bei der Registrierung der Patientenanatomie ein ähnliches Schicksal wie den Navigationssystemen.

Um weitere Fortschritte im Bereich der Präzisierung operativer Eingriffe vor allem bei komplizierten



Fällen zu erlangen, bedarf es der Einführung intraoperativer dreidimensionaler Bildgebender Verfahren, die sowohl für die automatische Registrierung unter Abgleichung mit den Navigationssystemen dienen können, als auch die postoperative Qualitätskontrolle vor allem bei komplexen Regionen wie Wirbelsäule, Becken oder Rückfuß gewährleisten können. Die bereits umgesetzte Realisierung der intraoperativen 3-D-Bildgebung in der Neurochirurgie sollte uns Ansporn sein die Präzision auch auf den Stütz- und Bewegungsapparat umzusetzen. Auch wenn die Einführung von intraoperativen CT- oder ähnlichen 3-D-Schnittverfahren eine unmittelbare Kooperation mit der Radiologie voraussetzen, sollte dies als Bereicherung des medizinischen Fortschrittes betrachtet werden und nicht als politisches Argument gegen die Einführung dieser Verfahren. Sollten diese technologischen Möglichkeiten von unserem Fach nicht aufgegriffen werden, so müsste in Zukunft mit angesehen werden wie der Trend zu immer schonenderen und damit interventionellen Techniken von unserem Fach abwandern wird.

Die Verkleinerung des operativen Eingriffes und damit des Operationstraumas stellt die dritte irreversible Entwicklungsrichtung der chirurgischen Fächer dar. Der Höhepunkt extremer Eingriffe, die an das gerade noch medizinisch mögliche heranreichen ist längst überschritten. Schonende Operationstechniken wurden unter dem Schlagwort minimal invasive Chirurgie auch im Bereich der Endoprothetik eingeführt und haben zu einer Bewusstseinsänderung und kontinuierlichen Verbesserung der operativen Versorgung beigetragen. Minimal-invasive Chirurgie stellt allerdings nur eine Zwischenstation dar, in Richtung der Verkleinerung der operativen Intervention die sich allmählich von makroskopischen in den mikroskopischen Bereich verlagert. Voraussetzung für diese Entwicklung ist allerdings eine frühe Diagnostik zur Erfassung von Veränderungen im Anfangsstadium und der Möglichkeit einer sogenannten minimal invasiven oder molekularen Intervention. Andererseits bedarf es des molekularbiologischen Verständnisses von Erkrankungen bis hin zu genetischen Veränderungen um auf den unterschiedlichen molekularbiologischen Ebenen entsprechend intervenieren zu können. Dass durch die molekularbiologische Erforschung von Erkrankungen grundsätzliche Änderungen unseres großteils noch

Auswirkungen der Miniaturisierung (von Makro zu Nano)



mechanistischen Verständnisses erfolgen werden, sei in diesem Zusammenhang besonders hervorgehoben. Betrachten wir vom heutigen Standpunkt als Ziel der Miniaturisierung die „chirurgische“ Intervention auf DNA- oder RNA-Ebene, so bedarf es weiterer Zwischenschritte im Rahmen dieser Miniaturisierung die Überschneidung mit anderen Fächern wie der interventionellen Radiologie mit sich bringen. In wie weit sogenannte Operationsmaschinen im Körperinneren oder ferngesteuerte Mikroroboter im Bereich der Orthopädie eine Rolle spielen werden sei dahin gestellt. Es ist jedoch anzunehmen, dass durch verbessertes pathogenetisches Verständnis von früher Intervention sowohl im chirurgischen als auch medikamentösen Bereich eine Veränderung des Krankheitsspektrums zu erwarten ist. Die endoprothetische Versorgung wird weiter zunehmen, solange es nicht gelingt den Arthroseprozess in frühen Stadien einzudämmen oder zu stoppen. Da dies jedoch nicht ganz auszuschließen ist, ist unser Fach gut beraten den konservativen Teil nicht nur zu erhalten sondern weiter auszubauen durch entsprechende intensive Grundlagenforschung im Bereich degenerativer Erkrankungen.

Ein umfassendes Werk über die zukünftige Entwicklung der orthopädischen Forschung wurde vom Research Komitee der American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS) im Jahr 2003 vorgelegt (www.aaos.org). Hierbei handelt es sich um ein Update einer bereits in den 80-er Jahren entworfenen Forschungsagenda dieser Gesellschaft die auch unter Gartlandreport bekannt war.

Das Ziel dieses systematischen Zukunftspapiers war es

- den Mitgliedern der Gesellschaft Unterstützung zu geben in welchem Bereich sie ihre Forschungsaktivitäten optimal fokussieren könnten,
- die Öffentlichkeit über Forschungsaktivitäten im muskuloskelettalen Bereich zu informieren,
- Forschungsförderungsinstitutionen die Wichtigkeit einzelner muskuloskelettaler Forschungsbereiche vor Augen zu führen und
- Studenten die Interesse an einer Forschungskarriere im muskuloskelettalen Bereich haben über die einzelnen Richtungen zu informieren.

Entwicklung der Orthopädie in den einzelnen Spezialbereichen



Aus den wichtigsten wissenschaftlichen Bereichen wurden Expertengruppen mit mindestens fünf Mitgliedern gebildet, die folgende existierende Forschungsgebiete umfassten.

1. Genetische und erworbene Störungen im Kindesalter
2. Trauma und Frakturen
3. Hand, obere Extremität, mikrovaskuläre Chirurgie und Sehnen
4. Knorpelstruktur und Funktion (Alterung, Verletzung und Behinderung)
5. Tissue-Engineering
6. Genterapie
7. Statistik und Ergebnisforschung
8. Knochenstruktur und Funktion (Alterung und Behinderung)
9. Forschung im Gesundheitswesen
10. Frauengesundheit
11. Wirbelsäulenprobleme
12. Neoplasie
13. Infektionen
14. Sport, Fitness und Bänder
15. Bioengineering und Biomaterialien
16. Gelenkersatz
17. Verletzung am Arbeitsplatz und Ergonomie



Aus der Häufigkeit der Nennungen innerhalb der einzelnen Gruppen ergab sich folgende Reihung der Forschungsaktivitäten:

Forschungsgebiet	Nennungen in den 17 Gruppen
Tissue-Engineering	11
Zellbiologie (Grundlagenforschung)	9
Biomarker-Genterapie	8
Biomechanik Biophysik (Kinematik und Modelling)	7
Klinische Ergebnisse: Untersuchungsmodelle, klinische Studien, Ergebnis Parameter	7
Biomaterialien (Fixation, Verletzung, Reparatur)	7
Verletzung (Epidemiologie und Prävention)	8
Alterung	8
Infektion	8
Schmerzforschung (incl. Effizienz der Pharmakotherapie)	7



Aus der Häufigkeit der Nennungen innerhalb der einzelnen Gruppen ergab sich folgende Reihung der Forschungsaktivitäten:

Forschungsgebiet	Nennungen in den 17 Gruppen
Gender Medicine	3
Monitierende Technologien (Bildgebung, Sensoren)	3
Genetische Erkrankungen (Epidemiologie)	2
Muskuloskeletale Forschung – Bewusstseinsbildung	2
Arthrose (Epidemiologie)	2
Public Health	2
Sportverletzungen	2
Chirurgische Technik und Technologie	2
Arbeitsplatzverletzungen	1
Orthopädische Workforce Ausbildung und praktisches Management	1

Auszüge aus den am häufigsten zitierten Zukunftsberichten:

Tissue-Engineering verfolgt das Ziel spezifisches Gewebe in einer bestimmten anatomischen Lokalisation entweder zu reparieren, verstärken, ersetzen oder zu regenerieren. Die für die Orthopädie interessanten spezifischen Gewebe beinhalten Knochen, Knorpel, Sehnen, Bänder, Meniskus, Bandscheibe, Fett, Muskel und Nerven, wobei bei letzteren im Besonderen interdisziplinäre Überschneidungen gegeben sind. Neben den biologisch inerten Materialien gewinnen in erster Linie biologisch aktive Materialien und Oberflächen sowie bioaktive Matrices unter Zuhilfenahme einer zellbasierten Strategie an Bedeutung. Voraussetzung für ein erfolgreiches Tissue-Engineering ist Grundlagenforschung im biologischen Bereich der Reparation und Regeneration der einzelnen Gewebestrukturen.

Ziel ist es das Verständnis der Differenzierung der einzelnen Zellen im Körper für ihre definitive Funktion zu identifizieren. Begleitet werden diese Differenzierungen von biochemischen Prozessen. Im orthopädischen Bereich fokussiert die Forschung vorwiegend auf altersabhängige Variationen der Zellantwort auf

Tissue-Engineering

Zellbiologie (Grundlagenforschung)



Belastung, Hormone und Zytokine ebenso wie Zellschädigung die Funktion von Knochen und Knorpelzellen beeinflusst. Weiterer Fokus im Grundlagenbereich ist die Analyse intrazellulärer Faktoren die Chondrozyten, Osteoblasten, Osteozyten und Osteoklastenformation sowie turn over regulieren. Weitere Schwerpunkte sind Signaltransduktion für Proliferation, Differenzierung und das Überleben der Zellen sowie Protein/Genexpressionen von gesundem und erkranktem Gewebe.

**Genetische
Forschung
(Biomarker-
Gentherapie)**

Diese wohl wichtigste Errungenschaft der Medizin der letzten Jahrzehnte hat in der Sequenzierung des humanen Genoms ihren vorläufigen Höhepunkt erfahren. Die Kenntnis genetischer Veränderungen ist längst nicht nur bei angeborenen und vererbten Erkrankungen von Bedeutung sondern spielt eine immer rascher zunehmende Bedeutung bei neoplastischen aber auch degenerativen Erkrankungen und erklärt zunehmend die als sogenannten konstitutionellen Faktor bekannte Variable bei Erkrankungen. Zur breiteren Anwendung ist jedoch tieferes Verständnis erforderlich, sodass sich die Forschung auf Gene konzentriert, welche Entstehung, Wachstum und Entwicklung von Binde- und Knochengewebe regulieren.



Die Biomechanik bildete lange Zeit die theoretische Grundlage orthopädischen Handelns. Die Adaptation von Gewebe auf physikalische Belastung der Umgebung mit Änderung der Synthese und Organisation der extrazellulären Matrix bildet einen wesentlichen Teil unseres diagnostischen und therapeutischen Verständnisses. Durch Applikation biophysikalischer Gesetzmäßigkeiten auf immer kleinere Gewebe- und Zellbestandteile stehen immer komplexere Arbeitsmodelle zu Verfügung die zunehmendes Verständnis in der Interaktion zwischen biologischen Strukturen und mechanischer Belastung ermöglichen. Ziel besonderer Forschung sind die Auswirkung therapeutischer Potentiale von mechanischer Belastung elektromagnetischer Felder und Ultraschall in Bezug auf Reparatur von Binde- und Knochengewebe. Das vermehrte Verständnis im molekularen biomechanischen Bereich wird wesentliche Bedeutung für die Herstellung von Matrices im Rahmen des Tissue-Engineering haben.

Patientenorientierte Auswertungen von physischer und psychischer Gesundheit, Lebensqualität sowie Zufriedenheit mit der Behandlung haben in den letzten Jahren enorm an Bedeutung gewonnen. Durch Ressourcenverknappung und Professionalisierung des

**Biomechanik –
Biophysik
(Kinematik und
Modelling)**

**Ergebnisanalyse
klinische Studien**



Gesundheitssystem wird patientenorientierte Ergebnisforschung als wesentliches Effizienzkriterium den medizinischen Fortschritt bestimmen. Dies vor allem in Anbetracht der immer komplexer werdenden therapeutischen und diagnostischen Möglichkeiten.

**Zusammenschau
und Konsequenzen
für eine
wissenschaftliche
Gesellschaft**

Der geschichtlichen Entwicklung ist unschwer zu entnehmen, dass sie wesentlichen Errungenschaften unserer heutigen Medizin in den letzten Jahrhunderten stattgefunden haben. Motor für diese Entwicklung waren wesentliche technologische Fortschritte, aber auch systematisch wissenschaftliches Vorgehen, das zur Differenzierung beigetragen hat. Neuere Entwicklungen wie die Informationstechnologie, die Molekularbiologie unter besonderer Berücksichtigung der Gentechnologie, haben bereits deutliche Auswirkungen auf die rezente medizinische Entwicklung gezeigt und werden in Zukunft mehr an Bedeutung gewinnen. Der zunehmende Anspruch der Gesellschaft, notwendige Eingriffe nicht nur möglichst atraumatisch oder minimal invasiv durchzuführen, sondern überhaupt zu vermeiden, soll die Triebfeder in der zukünftigen Entwicklung darstellen.

Einer wissenschaftlichen Gesellschaft werden somit in Zukunft folgende Schwerpunkte zufallen:

1. Erfassung und Objektivierung von medizinischen Bedürfnissen der Gesellschaft und der einzelnen Individuen.
2. Kontrolle und Objektivierung medizinischer Information und Aufbereitung derselben für die Öffentlichkeit.
3. Mitarbeit bei der Etablierung von Qualitätsstandards und Festlegen von Richtlinien für die Einführung neuer Methoden, sowie Transparenz der Information für alle Mitglieder.
4. Stimulation von Synergien in Forschung und Ausbildung auf nationaler und internationaler Ebene.

Wenngleich medizinische Entwicklung, retrospektiv betrachtet durch Bemühungen einzelner Persönlichkeiten, sprunghaft vorangetrieben wurde, so sollte nicht übersehen werden, dass bei genauerer Betrachtung diese Entwicklungen nur in einem gewissen Umfeld mit entsprechender gesellschaftlicher Entwicklung stattgefunden haben. Den einzelnen Personen kommt somit eine Katalysatorfunktion zu, die jedoch



entsprechende Anstrengungen der gesamten wissenschaftlichen Gemeinschaft voraussetzt. Prospektiv gesehen, sollte es das Hauptziel einer wissenschaftlichen Gesellschaft sein, entsprechende Strukturen zu schaffen und Kräfte zu bündeln, um wirklichen Fortschritt zum Wohle der Menschen zu erlangen. In Abwandlung des Satzes von Hubert Markl sollte das Motto für eine wissenschaftliche Gesellschaft lauten: „Nicht die Figuren, sondern die Strukturen werden den medizinischen Fortschritt bestimmen.“

