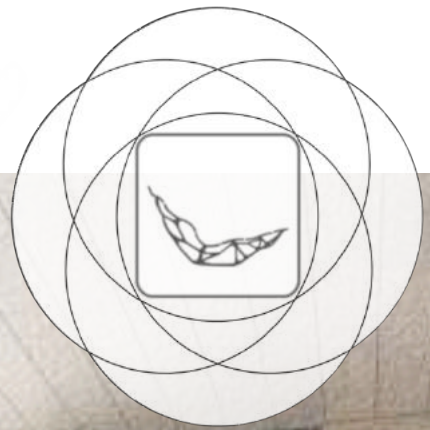


orthopädisch | parametrisches
Möbeldesign





Stefanie Birgit Lang BSc

Orthopädisches, parametrisches Möbeldesign

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieurin

Masterstudium Architektur

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Peters, Stefan, Univ.-Prof. Dr.-Ing

Amtsberg, Felix, Dipl.-Ing. M.Sc

Institut für Tragwerksentwurf

Anderhuber, Friedrich, O.Univ.-Prof. Dr.med.univ. Dr.h.c.

Institut für makroskopische und klinische Anatomie

Medizinische Universität Graz

Graz, März 2016

Prüfungskomitee

Kurzfassung

„Ach, könnte man im Leben nur einen einzigen guten Stuhl entwerfen - aber das geht eben nicht.“ (Hans J. Wegner, 1952)¹

„Es ist, als wäre das mit »dem Stuhl« einfach Unsinn. Denn den einen Stuhl gibt es nicht. Ich spüre, dass es immer weiter wegrückt, je mehr ich an ihm arbeite. Vielleicht aber auch nicht. Es lässt sich nichts Endgültiges schaffen. Das können nur die, die nicht verstehen, worum es geht. Ich meine immer, dass man es noch besser machen kann – vielleicht einfach nur mit vier geraden Stäben....“ (Hans J. Wegner, 1992)²

Ziel dieser Arbeit ist es, die Möglichkeit die Wirbelsäule mit einem Möbelstück, welches sich der ursprünglichen Physiologie des Menschen anpasst, zu entlasten. Es wird mit ausgewählten technischen Hilfsmitteln, (wie 3D- Scannen, 3D- Drucken und Fräsen) gearbeitet, um das bestmögliche Ergebnis zu erzielen.

Es wird über drei Standpunkte, dem medizinischen, dem architektonischen und dem sportlichen Standpunkt, die Anatomie beleuchtet.

Leitidee der Arbeit ist also eine Fläche, die aufgrund der speziell durchdachten Abnahme, so gut wie möglich dem Körper angepasst ist. Sie soll den Menschen entsprechend lagern und es möglich machen durch die Gleichgewichtsbewegung einen Reiz zu setzen, der die Rückenmuskulatur aufbauen kann. Dieser Reiz soll durch die abgetrennten, angepassten, voneinander unabhängig auf Gelenken gelagerten Schalen erzeugt werden.

- Daher besteht ein wesentliches Ziel dieser Arbeit aus der Problemstellungsanalyse und Recherche. Diese beschäftigt sich mit der Physiologie des Menschen und den Anforderungen, die diese an ein Möbelstück stellt.
- Weiter orientiert sich die Arbeit im Bereich der Aufnahme der menschlichen Form. Diese wird mittels Scannprozess und Krafteinwirkung auf eine weiche Masse (z.B.: Ton) angepasst. Beide Ergebnisse werden dann, zusammen zur Fläche und im weiteren Verlauf die Schalen bilden.
- Der finale Prozess der Arbeit endet mit dem Thema der Unterkonstruktion und der Gelenke, welche die Aufgabe der Lagerung der Schalen übernehmen. Es wurde damit der Entwurf besser nachvollzogen werden kann, die Sitzfläche aus einem geleimten Holzblock gefräst.

Diese Arbeit ist die Ausformulierung einer Idee, die durch viel Research zu der Produktion, von Teilen eines Prototypen geführt hat. Sie ermöglicht einen Einblick in eine neue wirbelsäulenfreundliche Lagerung für den Menschen.

¹ Just one good chair, wegner, Christian Holmsted Olesen, Hatje Cantz, 2014, Seite 7.

² Just one good chair, Wegner, Christian Holmsted Olesen, Hatje Cantz, 2014, Seite 7.

Anerkennung

An dieser Stelle möchte ich mich bei Dipl. Ing Felix Amtsberg für den Rat und die Unterstützung bei dieser doch sehr außergewöhnlichen Arbeit bedanken. Weiter möchte ich mich im Andenken an Dr. Wolfgang Purt bedanken, der mich immer motiviert hat über den Tellerrand hinaus zu schauen. Besonders großen Dank möchte ich meiner Mama Sieglinde Henschel aussprechen, die mich wiederholt ermutigt hat, weiter zu machen auch, wenn Situationen unüberwindbar gewirkt haben.

Für Andrea & Armin Schleicher

Erklärung	12
Vorwort	13
Überblick	14
1 Stand der Technik	15
2 Medizinische Analyse	18
2.1 Entdeckung der Problemzone Rücken.....	18
2.2 Warum der Rücken schmerzt.....	18
2.3 Aufbau der Wirbelsäule.....	20
3 Krankheitsbilder	24
3.1 Bandscheiben und deren Abnutzung	25
<i>Faszien oder Fasern</i>	27
<i>Druck auf die Nerven</i>	28
<i>Das Krankheitsbild der Krümmung</i>	30
<i>Schwinden der Knochen</i>	30
<i>Knöcherne Zacken oder Wülste</i>	31
<i>Falsche Haltung- Morbus Scheuermann</i>	33
<i>Schwangerschaft</i>	38
3.2 Folgen.....	39
<i>Trennung vom Gehirn- Querschnittslähmung</i>	39
<i>Verlust des Halts</i>	40
<i>Pendelschlag des Kopfes</i>	41
4 Therapien	43
5 Sport und seine Auswirkung auf den Menschen	44
5.1 Einführung	44
5.2 Analyse der wirkungsvollsten Sportarten	45
<i>Klettern</i>	45
<i>Radfahren</i>	45
<i>Inlineskaten</i>	45
<i>Schwimmen</i>	45
6 Dokumentation und Diagnose der Wirbelsäule	47
6.1 3D- Wirbelsäulenscann	48
6.2 Untersuchung nach der Klinik der Wirbelsäule.....	49
<i>Analyse der Wirbelsäule</i>	49
<i>Überprüfung der Wirbelsäule auf ihre Mobilität</i>	50

	<i>Bewegungsprüfung der Wirbelsäule:</i>	51
6.3	Richtige Haltung	52
6.4	Das Sitzen	56
6.5	Die Sitzhaltung	59
6.6	Richtig Liegen	66
7	Warum Liegen und nicht Sitzen?	67
8	Konzept & Design	72
8.1	Design Einleitung	72
8.2	Referenzobjekte	73
	<i>Michael Thonet</i>	75
	<i>Hans J. Wegner</i>	77
	<i>Neri Oxman</i>	85
	<i>Schindlersalmeron</i>	86
	<i>Maarten De Ceular</i>	87
	<i>Stressless chair</i>	89
	<i>Orthopädische Möbel</i>	90
	<i>Der Kniestuhl: Konzept Förderung der Muskulatur</i>	90
	<i>Der Pendelhocker: Konzept aktiv- dynamisch durch Gleichgewicht</i>	90
	<i>Der Pezziball: Konzept dynamisch Sitzen</i>	91
9	Vitra. Die Wissenschaft vom Sitzen	92
10	Der Autositz	95
11	Orthopädische Anpassungen	100
12	Konklusion der Recherche	104
13	Der Arbeitsprozess im Überblick	108
14	Analyse der Vergleichsobjekte	109
14.1	These	109
14.2	Individuelle Maße	110
	<i>Röntgen</i>	113
	<i>Skelettscann</i>	114
	<i>Fotostudio</i>	116
	<i>Institut für maschinelles Sehen</i>	117
15	Übertragung ins Digitale	121
15.1	Ermittlung der Auflagerpunkte	123
15.2	Abnahme der Abdrücke mit dem 3D – Scanner	127
15.3	Testreihe	133

15.4	Fertigungsdatei.....	141
15.5	Designideen	146
	<i>Organisches - biomorphes Design</i>	147
	<i>Flexible Schalenkonstruktion</i>	150
16	Fertigungsprinzip	165
17	Anwendung und Analyse	172
17.1	Fabrikation	172
17.2	Analyse Resultat Herstellung	172
18	Literaturverzeichnis.....	173
18.1	Buchquellen	173
18.2	Internetquellen	175
18.3	Zeitschriften	176
18.4	Wissenschaftliche Arbeiten	176
18.5	Bildquellen	177
18.6	Selbstgezeichnete Illustrationen	179



Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

Ort, Datum

Unterschrift

Vorwort

*„Doch er saß da, und sitzend saß er und saß irgendwie so sitzend, hatte sich derart in dieses Sitzen eingesessen, war so absolut in dem Sitzen, dass das Sitzen, obwohl vollendet dumm, zugleich dennoch überwältigend war.“
(Witold Gombrowitz)³*

Diese Masterarbeit beschäftigt sich mit dem Thema des orthopädischen Designermöbelstücks. Es wird versucht objektiv und mit frischen Augen auf das Thema des Sitzens und seinen Folgen einzugehen. Zuerst wurden die Möglichkeiten der Entlastung und Erleichterung der Wirbelsäule durch Bewegung und Sport erwogen. Weiter hat eine detaillierte Auseinandersetzung mit den Krankheitsbildern und den Folgen dieser zu den aktuellen Therapiemethoden geführt. Diese haben gezeigt, dass die Dynamik der menschlichen Anatomie erhalten bleiben sollte und das antrainierte Starrsein den Menschen unheimlich schädigt und massive teils degenerative Auswirkungen hat. Im weiteren Verlauf wurden Referenzprojekte als Quelle und Bereicherung des Projekts herangezogen. Diese konnten einen tiefen Einblick in die Materie des Möbelbaus und des Gedankenguts, das sich immer hinter jedem Design verbirgt liefern. Wie im Kapitel 4.4 angesprochen und von Hajo Eickhoff verfassten Buch über das „Sitzen. Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft“, wird man belehrt über die Erkenntnis der Architekten, schon in den 1920 Jahren, im Bezug auf die Schädlichkeit des Sitzens. Doch dort endet die Reise nicht! Es wird hier gezeigt, welche gesellschaftliche Einstellung, welche Hintergedanken und Motive die Designer und Architekten hatten, die bestuhlte Gesellschaft zu kreieren, wider der menschlichen Natur! ⁴ Mit dieser Erkenntnis und den Erkenntnissen durch meine eigenen Recherchen, hat sich diese Arbeit entwickelt und ist zu einer intellektuellen Botschaft, wie zu einem Produkt geworden. Damit sie vielleicht auch dem ein bisschen Hoffnung schenken kann, der versucht sie mit offenen Augen zu lesen.

³ sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 50

⁴ vgl. sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 25-

Überblick

„Ich träume von einer Kunst des Gleichgewichts, der Reinheit, der Ruhe... so etwas wie einen Lehnstuhl, in dem man sich von den physischen Anstrengungen erholen kann.“ (Henri Matisse)⁵

Warum ArchitektInnen die richtigen Personen sind um Möbel zu designen

„Noch nie ist eleganteres und besseres in der Konzeption, exakteres in der Ausführung und gebrauchstüchtigeres geschaffen worden“ (Le Corbusier)

Als Architektur wird im weiteren Sinn die Auseinandersetzung mit gebautem Raum verstanden. Das Entwerfen, das Gestalten und Konstruieren von Bauwerken wird unter diesem Begriff genannt. Kann man ein Möbelstück nun nicht im gleichen Zusammenhang sehen? Das Möbelstück als Bauwerk und daher als Architektur? Wer soll es denn tun, wenn nicht wir? Wir sind der Berufsstand, der sich auf die Fahnen schreibt der Künstler, der abenteuerlustige Erfinder mit ästhetischem Empfinden zu sein und viel wichtiger Entscheidungsgewalt im Bereich Design zu haben. Konsequente Architekten in den verschiedensten Epochen haben es sich zu ihrer Aufgabe gemacht nicht nur das Gebäude sondern auch das Innenleben zu durchdenken, zu planen und designen. Hier liegt schlussendlich das technische know how, das Empfinden für Ästhetik und das Interesse am Menschen und dem Nutzer. Ebenbürtige Partner die Makroebene und die Mikroebene. Beides hat den gleichen Wert und schließlich geht es ja um den Menschen oder? Architektur und somit auch Design sollte für den Menschen sein und auf ihn abgestimmt. Schon das Denken des Architekten macht es zur Architektur. Architektur kann auch in so kleinem Maßstab noch brennen und verändern. Der Ansatz und das Wissen das dieser Berufsstand hat, sollte uns die Möglichkeit geben sich mit dem, für den wir planen auseinander zusetzen und etwas zu schaffen, das für viele Nutzen haben kann.

⁵ sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 50

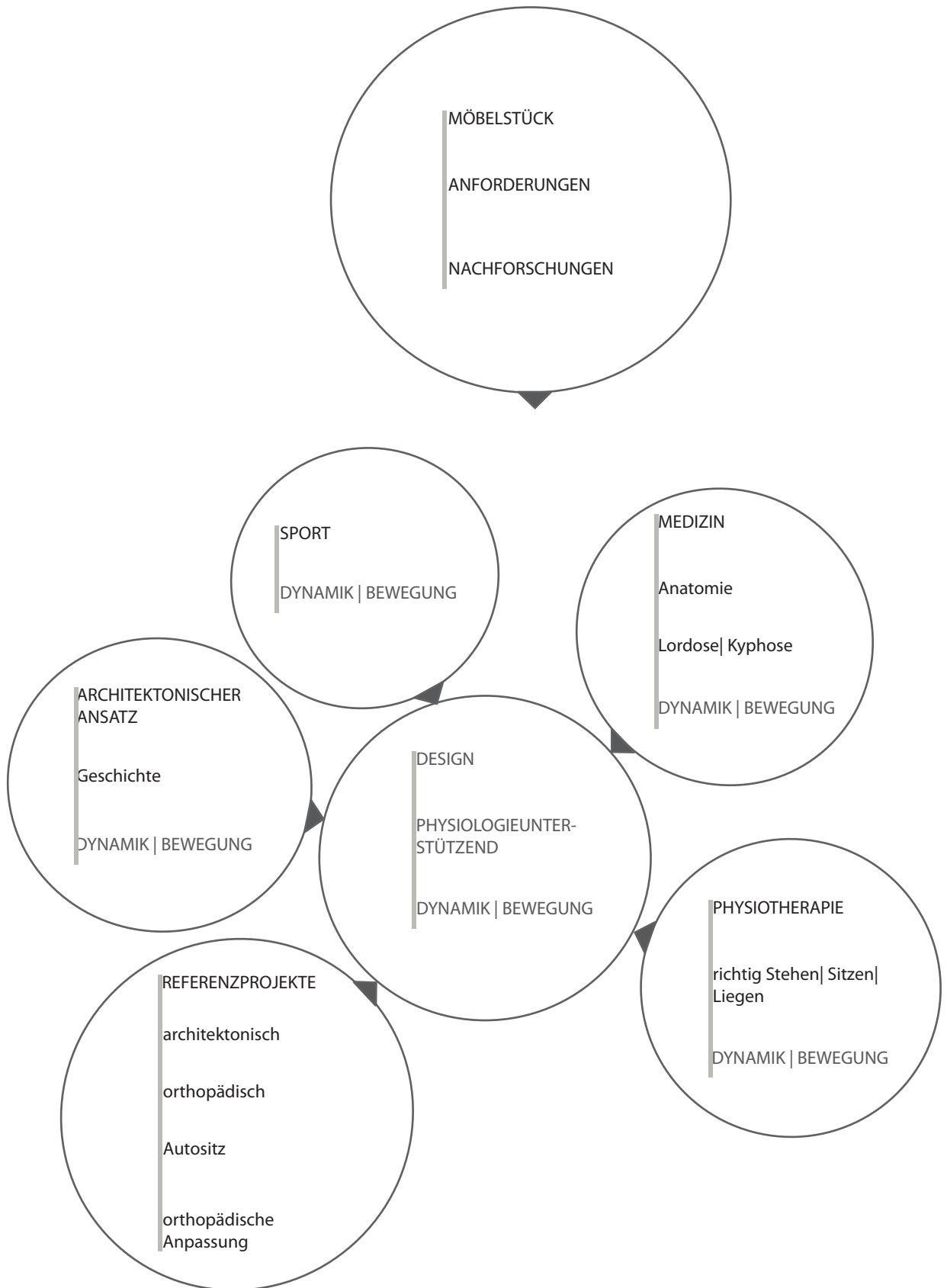
1 Stand der Technik

Zu Beginn dieser Arbeit war der Gedanke ein Möbelstück, das man parametrisch erstellen und mit der Fräse herstellen sollte ganz im Zentrum dieser Arbeit. Jedoch war ebenso der Gedanke, etwas für den Menschen zu kreieren, das nicht nur der Designästhetik einer Architektin entsprechen, sondern auch wirklich einen Effekt auf das Wohlbefinden des Benutzers ausüben sollte, ein ausschlaggebender Punkt. Eben dieser hatte für diese Arbeit richtungweisenden Charakter und hat dazu geführt sich intensiv mit dem Thema des orthopädischen Möbeldesigns auseinander zusetzen.

Vorwiegend werden Möbel, laut den vorangegangenen Recherchen, mit den menschlichen Abmessungen designt. Das bedeutet, dass die Breite, die Höhe, und die Tiefe eines Möbelstückes auf den Benutzer abgestimmt sind. Bei orthopädischen Möbeln und den neu entwickelten Bürostühlen etlicher Firmen steht seit einigen Jahren auch das Thema des „dynamischen“ Sitzens, ganz oben auf der Prioritätenliste. Diese Möbelstücke sind für die Masse gedacht und oftmals durch verstellbare Teile an einzelne Personen anpassbar. Das ist schon ein sehr weiter Schritt im Bezug auf die teils schauerhaft, aufgezwungene und starre Sitzhaltung der Büroangestellten, des vergangenen Jahrhunderts.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema die Wirbelsäule zu entlasten und Fehlhaltungen und degenerative Erkrankungen zu mindern. Dafür wurde die Ursache des Sitzens, des Stehens und des Liegens analysiert. Diese Analyse hat zu dem Thema des aus der orthopädischen Praxis bekannten „Abnehmens“ der menschlichen Form geführt. Als gutes Beispiel dient hier der orthopädische Schuh. Er soll seinem Träger Halt und Möglichkeiten bieten, die natürliche Aufgabe, des Gehens weiter betreiben zu können. Viele Orthopäden haben sich daher lange und ausführlich mit dem Gebiet des Anpassens und Nachempfindens der Anatomie des Fußes beschäftigt und sind zu dem Resultat gekommen, dass um ein ideales Ergebnis zu erreichen der Fuß während dieser Abnahme, nicht belastet werden sollte.

Diese Erkenntnis ist erst nach der Entwicklung eines Fertigungsprozesses für das Produkt dieser Arbeit zu mir durchgedrungen und hat meine These nur bestätigt. Um den Anforderungen meiner Vorstellungen für das Wohl des Benutzers eine Liege zu kreieren, die dem Menschen gut tun sollte, wurde klar, dass man um die Genauigkeit zu garantieren und ein möglichst effektives Ergebnis zu erlangen, ein 3D - Scann von der Person, für die das Möbelstück gefertigt werden sollte, erstellen musste. Auch hat sich gezeigt, dass durch diese Vorgehensweise der Mensch so, ohne Belastung und in der richtigen Haltung festgehalten werden konnte und für weitere Auskünfte über, die Veränderungen in der richtigen Liegeposition, die Person auf eine weiche Masse gelegt werden sollte. Mit diesen Daten kann eine Fläche an die menschliche Anatomie angepasst und dadurch eine Liege gefertigt werden, die wie ein orthopädischer Schuh oder ein maßgeschneiderter Anzug der menschlichen Haltung schmeichelt.

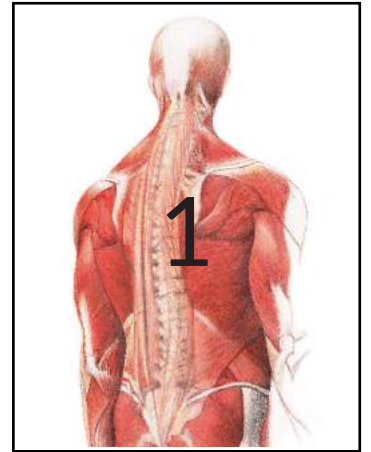


KAPITELÜBERSICHT

PACKAGE ONE

ANALYSE

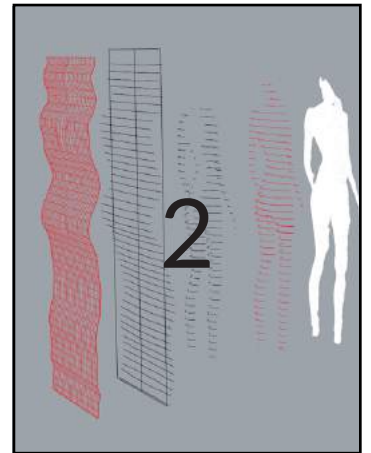
Um das Thema des Möbestückes ordnungsgemäß zu beleuchten wurde eine ausführliche Informationssammlung über die Gebiete : Sport, Medizin, Physiotherapie und Architektur betrieben. Dabei wurde die korrekte Lagerung des Körpers analysiert und aufgezeichnet.



PACKAGE TWO

ENTWICKLUNG

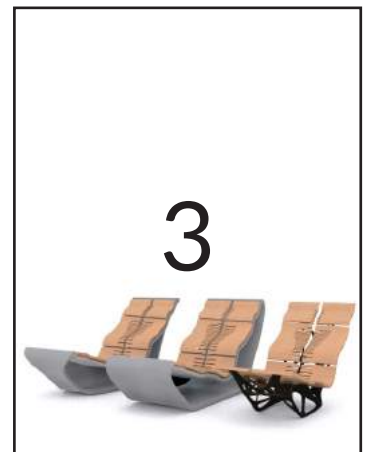
Durch die genaue Analyse stellte sich heraus, dass ein spezielles Abnahmeverfahren nötig ist, um eine Liege, die einem maßgeschneiderten Anzug gleicht zu produzieren. Dieses Verfahren wurde nun genauer behandelt und erstmals so eingesetzt. Diese Arbeitsschritte sind im Arbeitsprozess dokumentiert worden.



PACKAGE THREE

PRAKTISCHER TEIL | VERSUCHSREIHE

Im praktischen Teil dieser Arbeit steht die Produktion der Fläche, die aus Schalen besteht, sowie die Umsetzung des Abnahmeverfahrens im Zentrum. Es wurde dafür von einer Testperson ein 3D- Scann , sowie eine Reihe an Abdrücken durchgeführt. Um die Schalen entsprechend lagern zu können wurden Varianten von Unterkonstruktionen durchdacht und dargestellt.



2 Medizinische Analyse

Um das Projekt des orthopädischen, parametrischen Liegestuhls fundiert angehen zu können, ist eine Analyse und ein Erfassen der menschlichen Anatomie, sowie die Auseinandersetzung mit den für Beschwerden anfälligen Bereichen des Körpers, unabdingbar. Daher wurden die Krankheitsbilder genau betrachtet und im Weiteren genau auf die Therapiemethoden eingegangen.

2.1 Entdeckung der Problemzone Rücken

In der heutigen Zeit hat sich der Lebenswandel der Menschen von der harten körperlichen Arbeit zu einem bewegungsarmen, modernen Lebensstil verändert. Solch andauernd starre Haltung ist Gift für die bewegliche und mobile menschliche Wirbelsäule. So hat es sich ergeben, dass immer mehr Menschen auch schon in jungen Jahren zu Schmerzen im Rücken, Bandscheibenproblemen oder Abnutzungen neigen. Das am häufigsten auftretende Problem ist die Abnutzung der Bandscheiben und Arthrose der Wirbel. Die Diagnose der Rückenschmerzen sollte durch eine gründliche Untersuchung eines erfahrenen Arztes erfolgen. Die Schmerzquelle kann oft, mit der Symptom behafteten Stelle nicht übereinstimmen. Oftmals strahlt der Schmerz in Arme, Hände oder Beine aus, obwohl die Ursache in der Wirbelsäule liegt. Chronische Probleme im Rücken können auch durch geistige und emotionale Ursachen entstehen und auf Dauer psychosomatische Rückenschmerzen verursachen.⁶

⁶Vgl. Gelenk-Doktor.de, (stand: <http://gelenkdoktor.de/wirbelsaeule/einleitung/ruecken-schmerzen-bandscheibe-hals-wirbel-lendenwirbel>, 03.09.2015).

2.2 Warum der Rücken schmerzt

Ein wichtiger Grund, auf den Rückenprobleme von Alt und Jung zurückzuführen sind, besteht im Bewegungsmangel, welcher sich gegen die physiologische mobile Funktion unserer Wirbelsäule richtet. Weitere wichtige Ursachen sind folgende:

- Muskelverspannungen und Bindegewebsverklebungen (Kälte, Stress)
- Einseitige Belastungen im Alltag
- Skeletterkrankungen (z.B.: Osteoporose – Knochenschwund)
- Verschleiß : Abnutzung der Wirbelsäule (Wirbelkörper /Facettengelenke / Bandscheiben)
- Entzündungen (z.B.: Rheuma)
- Traumata (Frakturen)
- Missbildungen (Skoliose, Scheuermann, HWS, Bechterew)⁷

⁷Vgl. Gelenk-Doktor.de, (stand: <http://gelenkdoktor.de/wirbelsaeule/einleitung/ruecken-schmerzen-bandscheibe-hals-wirbel-lendenwirbel>, 03.09.2015).

Als vor dem Zent-
rum des Körpers
sind die Rippen
des Brustkor-
pfeils. Die Kiefer-
knochen sind
mit den Zähnen
Kieferknochen
Becken und
Hüften



2.3 Aufbau der Wirbelsäule

Die Übergangsbereiche zwischen stabilen und mobilen Wirbelsäulenabschnitten werden zu problematischen Zonen, wenn sich der Mensch in die vertikale Position begibt. Aufrecht wird auf die untere Halswirbelsäule und die Lendenwirbelsäule, besonders an der Stelle an der die sehr mobilen Lendenwirbelsäule mit dem starren Kreuzbein verbunden ist, eine enorme Belastung ausgeübt.⁸ Im Bereich des lumbo-sacralen Bewegungselements (das ist die Zone an der die Bandscheiben eine leicht keilförmige Form aufweisen), werden 70 Prozent der Beuge- Streckbewegungen der Lendenwirbelsäule ausgeführt. Dadurch ist genau an dieser Stelle die statische Belastung am größten. Im neugeborenen Alter ist die Wirbelsäule total kyphotisch. Da wir schon im Kindesalter zum Sitzen gezwungen werden, entwickelt sich die Wirbelsäule vom dynamischen Aufbau zum Statischen. Dies führt zu einem offensichtlichen Problem, da die Bandscheiben, die Bewegung und den Wechsel der Druckbelastung benötigen, um sich durch die Aufnahme von Flüssigkeit und Nährstoffen zu regenerieren. Viele der Fehlhaltungen der Wirbelsäule können in der Jugend und besonders im Wachstum ausgeglichen werden. Jedoch wird diese Chance oft versäumt.⁹ Was im Jugendalter nicht gerichtet wird, kann oftmals im Erwachsenenalter nur schwer korrigiert werden.¹⁰

Bedenklich ist, dass das Ausmaß an degenerativen Veränderungen und Osteoporose über sehr lange Zeit nicht mit schmerzenden Symptomen

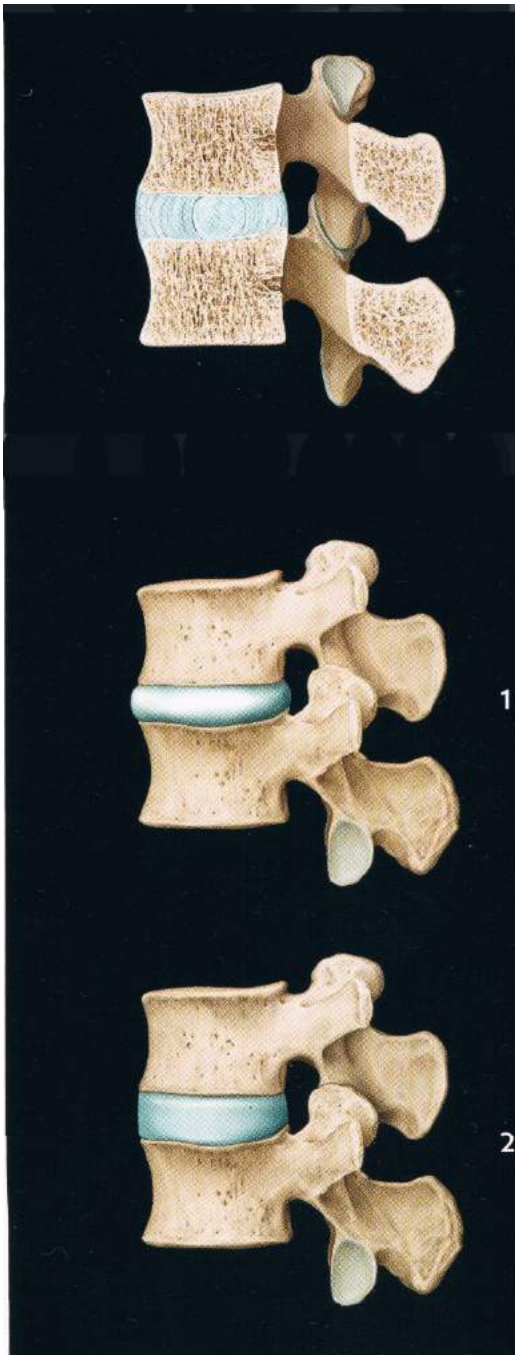
einhergeht. Aufgrund dessen kann es leicht passieren, dass die Situation unterschätzt wird oder unbehandelt bleibt.¹¹

⁸ vgl. sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 99.

⁹ Abb.1: Tim Wehrmann und Karl Wesker, Anatomie/Wirbelsäule, Seite 32, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

¹⁰ Vgl. sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 110.

¹¹ Vgl. sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 111.



12

Die Wirbel lagern auf den Bandscheiben auf. Diese bestehen aus einer gallertartigen Masse, die mit einem reißfesten Kern eingehüllt ist.

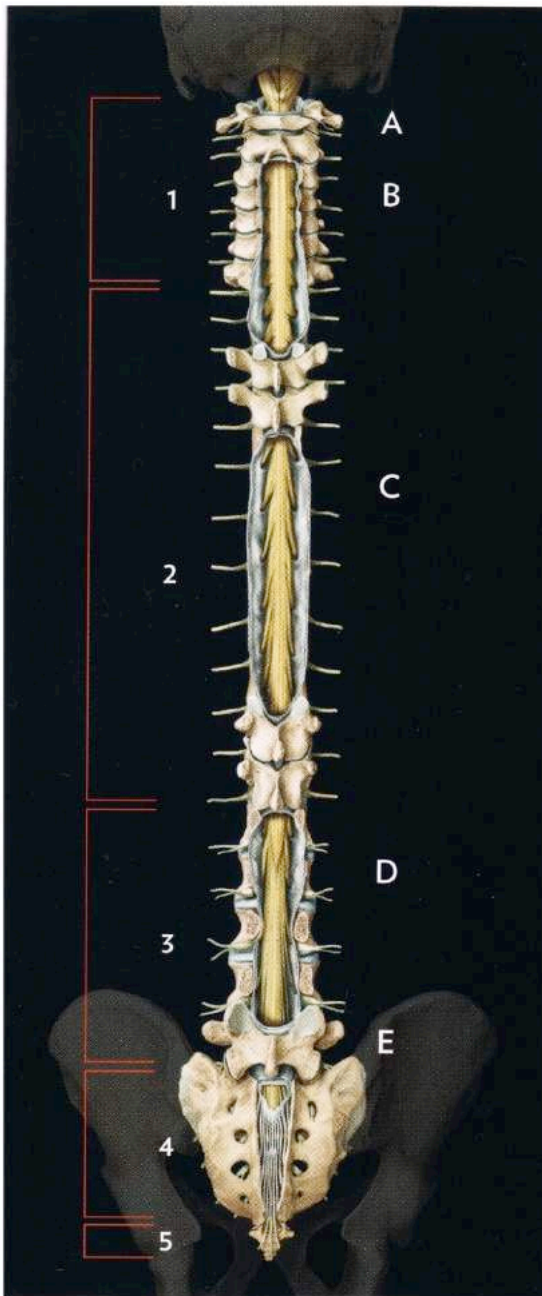
12 Abb.2: Tim Wehrmann und Karl Wesker, Anatomie/Wirbelsäule, Seite 32, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

1. Auf diesem Bild sieht man wie die Bandscheibe mit vertikalem Druck belastet und dadurch zusammen gepresst wird.

2. Ist die Wirbelsäule in einer Position in der sie entlastet wird, können Flüssigkeit und Nährstoffe von der Bandscheibe aufgenommen werden.

Die Bandscheibe ist an sich sehr flexibel, um diesen Zustand zu erhalten, ist der Wechsel zwischen Druck und Regenerationsphase wichtig.¹³

13Vgl. Bertram Weiß und Sebastian Witte, Anatomie/ Wirbelsäule, Seite 32, GeoWissen/ Gesundheit 2015.



14

1) Der Rumpf und der Kopf sind durch die sieben Wirbel der Halswirbelsäule miteinander ver-

14 Abb.3: Tim Wehrmann und Karl Wesker, Anatomie/Wirbelsäule, Seite 33, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

bunden. Am Ansatz sieht man wie das Rückenmark in den Spinalkanal eintritt.

Der zweite Abschnitt ist die Brustwirbelsäule. Diese besteht aus zwölf Wirbel und wird ebenfalls von einer in Gelb dargestellten Nervenbahn durchzogen.¹⁵

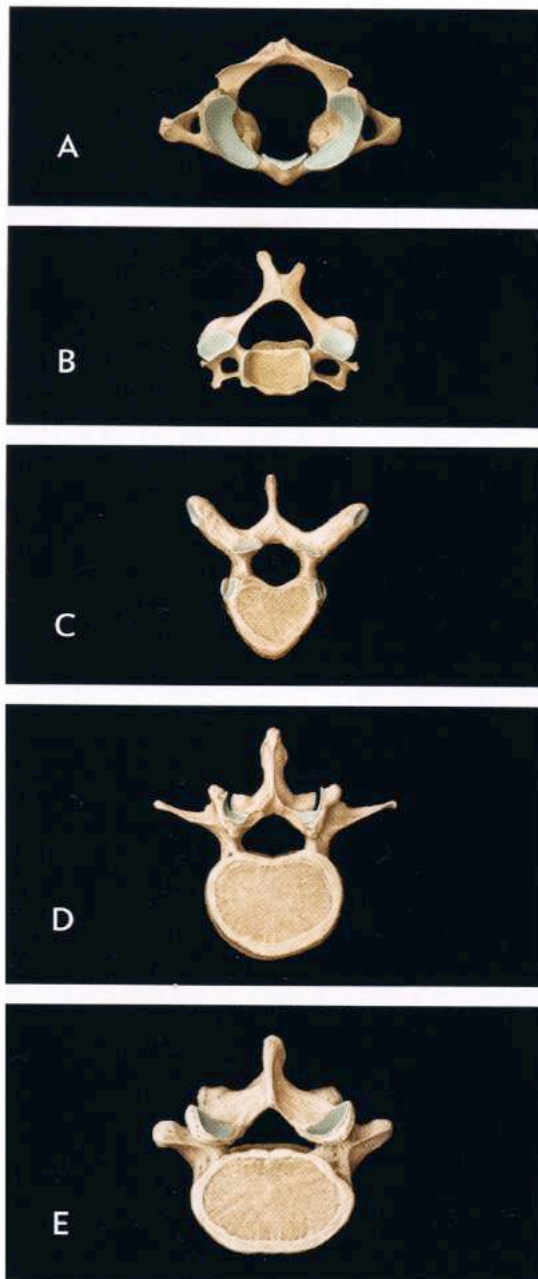
2) Hier ist die Lendenwirbelsäule dargestellt. Sie setzt sich aus fünf Wirbeln

zusammen, wobei das Rückenmark, meist auf der Höhe des Ersten endet. In diesem Bereich laufen die Nerven gebündelt den Spinalkanal abwärts.

4) Das Kreuzbein und das in Abschnitt 5) markierte Steißbein gehören zur Wirbelsäule.¹⁶

15 Abb.4: Tim Wehrmann und Karl Wesker, Anatomie/Wirbelsäule, Seite 33, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

16 Vgl. Bertram Weiß und Sebastian Witte, Anatomie/ Wirbelsäule, Seite 33, GeoWissen/ Gesundheit 2015.



17

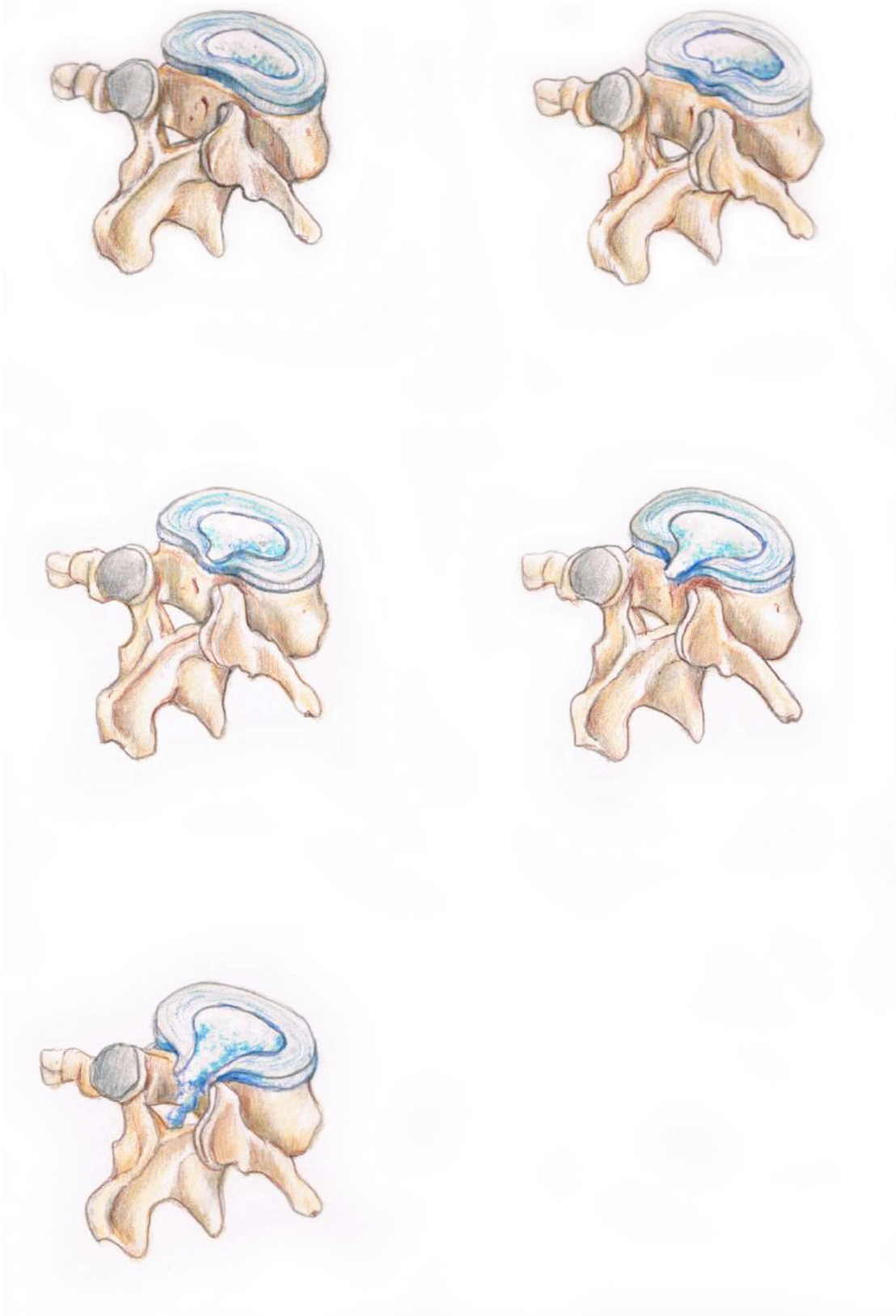
17 Abb.5: Tim Wehrmann und Karl Wesker, Anatomie/Wirbelsäule, Seite 33, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

A-E

Die Größe und die Form des Wirbelloches, verändert sich mit den Anforderungen an die einzelnen Wirbelabschnitte. Im Bereich der Halswirbelsäule über die Brustwirbelsäule bis zum Lendenbereich, ist zum Beispiel das Loch für die Nervenbahnen, die in Fingerdicke aus dem Schädel treten wesentlich größer, als im Bereich D-E der den Brust- und Lendenwirbelbereich darstellt. Hier werden die Wirbel zunehmend stabiler und können daher dem Gewicht des Körpers besser Stand halten.¹⁸

18 Vgl. Bertram Weiß und Sebastian Witte, Anatomie/ Wirbelsäule, Seite 33, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

3 Krankheitsbilder



3.1 Bandscheiben und deren Abnutzung

Die Bandscheiben fungieren als flexible Stoßdämpfer, welche zwischen den Wirbeln liegen. Die Abnutzung und Alterung dieser manifestiert sich oftmals schon in einem sehr jungen Alter. Schon bei 10 jährigen wurden Abnutzungsspuren festgestellt. Bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen beginnen die Alterserscheinungen zuerst mit Spalten und Rissen, welche die Bandscheiben zu durchziehen beginnen, was dazu führen kann, das sich der gallertartige Kern in den Spinalkanal wölbt.¹⁹

Im Spinalkanal liegen die Wurzeln der in den Körper reichenden Spinalnerven, sowie das Rückenmark.²⁰ Der Bandscheibenvorfall manifestiert sich durch das Austreten der gallertartige Flüssigkeit im Bandscheibeninneren, welche dann in den Spinalkanal eintritt.²¹ Vorwiegend betrifft das die Lendenwirbelsäule, da diese am stärksten im Zuge der Stabilität belastet wird. In 10% der Fällen kann es die Halswirbelsäule betreffen, die Brustwirbelsäule ist aufgrund ihrer mangelnden Mobilität nicht sehr anfällig für dieses Krankheitsbild. Oftmals wird ein Bandscheibenvorfall nicht wahrgenommen. Bandscheibenvorfälle können bei Entzündungen der degenerierten Bandscheibe, das ist ein Prozess, welcher mitunter sogar bis zum Wirbelknochen geht, sehr schmerzhaft sein. Es kommt in diesem Fall zu „nichtradikulären“ Schmerzen. Diese Schmerzen

beziehen sich vorwiegend auf den Rücken und werden durch Physiotherapie behandelt. Im Falle von „radikulären“ bandscheibenbedingten Schmerzen, welche ausgelöst werden, wenn eine vorgefallene Bandscheibe auf die Wurzel eines Spinalnerves drückt, strahlt der Schmerz meist auch bis in die Arme und Beine aus.²² Die Reaktion der Rückenmuskulatur auf diese Störung ist eine reflexartige Verhärtung so, dass sich die Muskulatur steif anfühlt und jede Bewegung den Schmerz verschlimmert. Die Symptome zeigen sich durch neurologische Ausfallerscheinungen, kribbeln, Schwächezustände in gewissen Muskelgruppen und oftmals in einem pelzigen Gefühl in den Beinen.²³

Im allerschlimmsten Fall kann es in der ganzen Körperregion zu einer Lähmung kommen. Es gibt jedoch Fälle bei denen der akute Schmerz sehr stark sein mag, wo jedoch die Wahrscheinlichkeit hoch ist, dass dieser von selbst wieder abnehmen kann. Das ist deshalb möglich, da die Bandscheiben den vorgefallenen Teil regelrecht abbauen. In der Regel kann das einige Wochen dauern. Diese Zeit wird begleitet von Schmerzmitteln, Wärmeanwendungen, Physiotherapie, sowie bandscheibenschonenden Sportarten. (wie Rückenschwimmen, Nordic Walking etc.) Eine Operation wird erst dann erwogen, wenn sich nach einer Zeitperiode von etwa drei Monaten keine Besserung erkennbar macht. Im Falle von Muskelschwäche oder Lähmung wird mit der Voraussetzung, dass der Schmerz zweifelsfrei auf die Bandscheiben zurückzuführen ist, schon früher operiert. Bei der Operation entlastet der Chirurg die Nervenwurzel durch das Entfernen des Bandscheibenmaterials. Besonders Männer im Alter von 30-50 Jahren sind etwa doppelt so oft betroffen wie Frauen. Der Faserring ist in diesem Fall oftmals schon rissig und spröde. Die gallertartige

19 Vgl. Karl Wesker, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 52, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

20 Vgl. Anatomica, Körper und Gesundheit, 2004 Tandem Verlag GmbH, h.f.ullmann ist ein Imprint der Tandem Verlag GmbH, Seite 268.

21 Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 52, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

22 Vgl. Anatomica, Körper und Gesundheit, 2004 Tandem Verlag GmbH, h.f.ullmann ist ein Imprint der Tandem Verlag GmbH, Seite 268.

23 Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 52, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

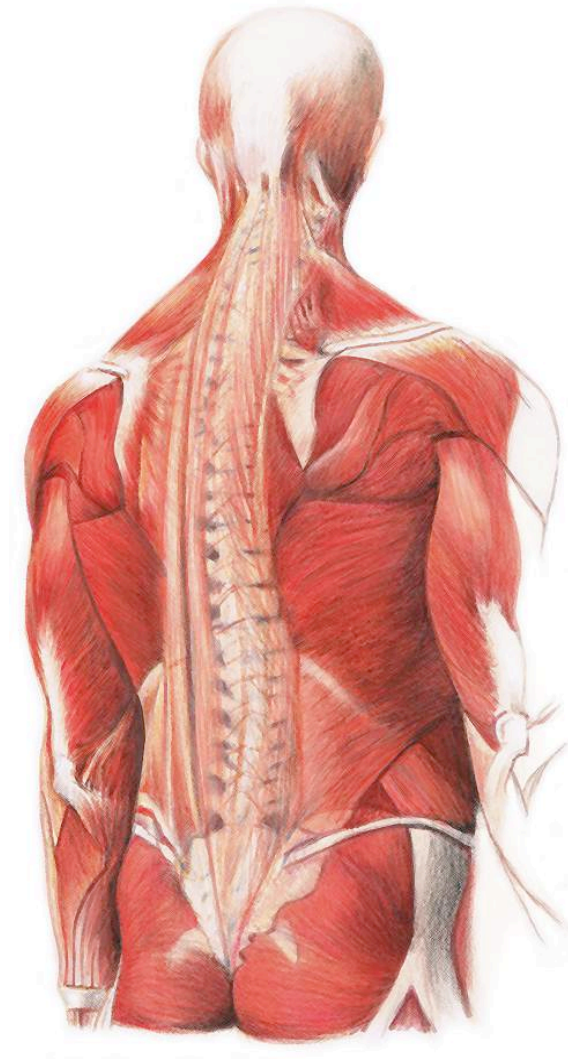
Masse im Bandscheibeninneren enthält hingegen noch viel Wasser. Das hat zur Folge, dass unter hohem Druck die Flüssigkeit an geschädigten Stellen austreten kann. Ein Bandscheibenvorfall kommt nach dem 60. Lebensjahr eher selten vor, da sich das Gewebe durch das Austrocknen der Bandscheiben verfestigt. Die Neigung zu degenerativen Bandscheibenveränderungen, hängt von der Qualität und der Anordnung der Kollagenfasern in den Faserringen ab. Jedoch spielt die genetische Vererbung hier eine große Rolle.²⁴ Eine Überlastung durch ständige Belastung kann die Zermürbung von empfindlichen Bandscheiben schwer beeinflussen. Besonders ist bei übermäßiger Belastung in Kindheit und Jugend, durch Leistungssport (Leistungsturnen), schweres Arbeiten mit nicht rückengerechter Haltung, Übergewicht und vor allem langes, starres, bewegungsarmes Sitzen, Vorsicht geboten. Die Bandscheiben werden dabei einem anderthalb Mal so großem Druck wie beim Stehen ausgesetzt. Besonders bei vorgebeugter Haltung ist Vorsicht geboten.²⁵ Auch der allgemeinen Bewegungsmangel ist problematisch. Ideal wäre daher ein häufiges Wechseln von Belastung und Entlastung.

24 Vgl. Anatomica, Körper und Gesundheit, 2004 Tandem Verlag GmbH, h.f.ullmann ist ein Imprint der Tandem Verlag GmbH, Seite 268.

25 Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 52, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

Verkrampfung der Muskulatur:

Faszien oder Fasern



Bis vor kurzem galten Faszien in der Wissenschaft noch als relativ uninteressantes und unerforschtes Stützgewebe. Die Faszien sind bekannt als die weiße zähe Schicht, die das Fleisch von Rind, Schwein oder Huhn bedeckt. Faszien bestehen aus zwei Proteinen, Kollagen, welches reißfest ist und dem Elastin, das sich dehnbar präsentiert und in eine dickflüssige Eiweiß – Kohlehydrat-Verbindung eingebettet ist. Unter dem Begriff

Faszien versteht man auch Knorpel, Sehnen, Bänder und Organkapseln. Im engeren Sinn versteht man unter Faszien flächige Bindegewebsschichten, die zum Schutz anderer Körperteile formen und polstern.²⁶ Die Empfindlichkeit der Faszien ist höchstwahrscheinlich mitverantwortlich für chronische Rückenerkrankungen. Studien mit Patienten, die an chronischen Rückenleiden erkrankt sind haben gezeigt, dass bei den Erkrankten das Bindegewebe im unteren Rücken häufig verdickt ist. Das könnte mit den Schmerzrezeptoren auf der großen thorakolumbalen Faszie, welche sich über den gesamten Rücken vom Becken bis zum Hinterkopf zieht zusammenhängen.²⁷

Weiters haben Wissenschaftler der Universität Ulm herausgefunden, dass diese Faszien sich eigenständig ausdehnen, zusammenziehen und verhärten können, was große Spannungen im Körper auslösen kann.

²⁶ Vgl. Anatomica, Körper und Gesundheit, 2004 Tandem Verlag GmbH, h.f.ullmann ist ein Imprint der Tandem Verlag GmbH, Seite 269.

²⁷ Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 54, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

Druck auf die Nerven

Der Spinalkanal verläuft im Inneren der Wirbelsäule. Stenosen, Verengungen in diesem Bereich des Kanals und der Nervenaustrittsöffnungen sind bei jeder fünften Person über 60 vorhanden. Ausgelöst werden diese vorwiegend dadurch, dass Bandscheiben altersbedingt an Höhe verlieren. Nur selten ist es der Fall, dass angeborene Merkmale, wie eine besondere Enge des Spinalkanals die Anfälligkeit erhöhen. Wenn die Bandscheiben an Höhe verlieren drücken die benachbarten Wirbel enger zusammen und dadurch wölbt sich die degenerierte Bandscheibe in den Spinalkanal vor.²⁸ Es leitet zu einer Kettenreaktion, die mit dem Mitwirken der geschrumpften Bandscheiben, einer dadurch starken Belastung der Facettengelenke und Gelenksfortsätze, die zu vermehrtem Knochenwachstum und daher zu einem weiteren Einklemmen der Spinalnerven führt. Dieser Zustand kann bis zum Erreichen einer ernsthaften Erkrankung, die oftmals die Nervenwurzeln im Bereich der Lendenwirbelsäule betrifft, unbemerkt bleiben. Die Symptome äußern sich dann in langjährigen Rückenschmerzen, die beim Gehen in die Beine ausstrahlen. Dabei fühlen sich die Gliedmaßen schwer und müde an und können nur durch liegen und sitzen kurzfristig gelindert werden. Da in dieser Haltung die normale Krümmung im unteren Rücken vermindert wird, kann durch die Umlagerung der Wirbel eine Erweiterung des Spinalkanals sowie die Entlastung und Durchblutung der dort ansässigen Nervenwurzeln wieder hergestellt werden. Daher lassen die Schmerzen und das Schwächegefühl nach. Aufgrund dieser Tatsache erklärt sich, warum Betroffene oftmals kaum gehen, jedoch durch das ständige vorbeugen, gut Radfahren können.

²⁸ Vgl. Tim Wehrmann und Karl Wesker, Anatomie/Wirbelsäule, Seite 30, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

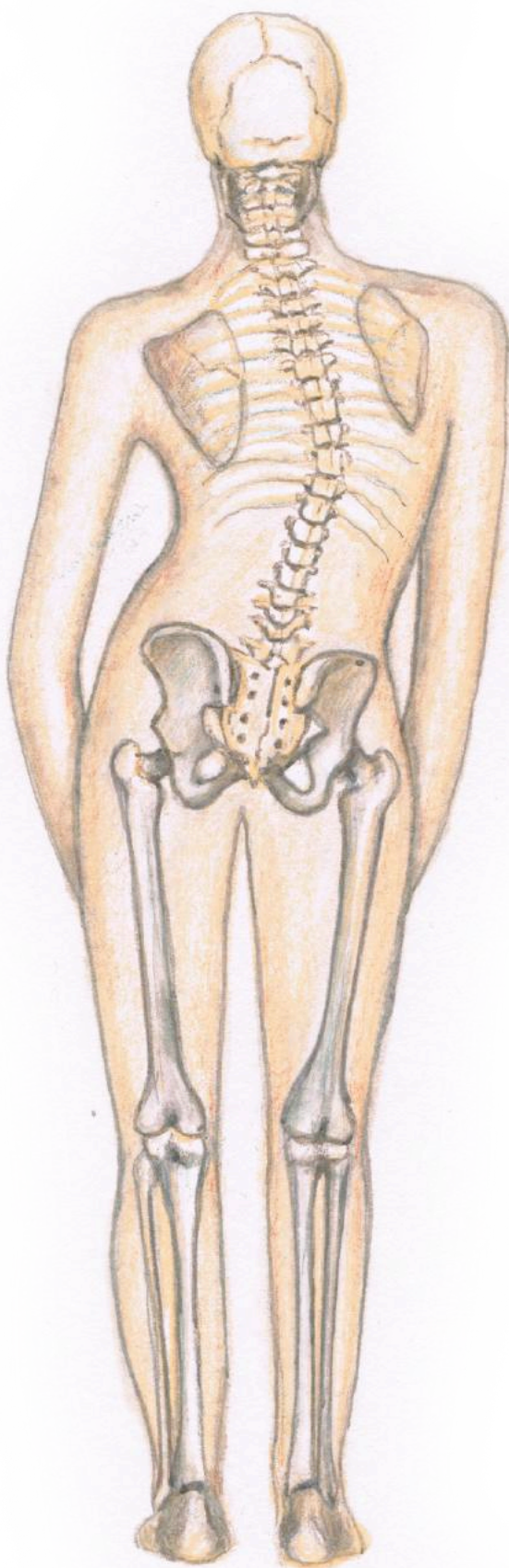
Stenosen, die im Spinalkanal der Halswirbelsäule auftreten, sind gefährlicher da diese sich im sehr empfindlichen Bereich des Rückenmarks aufhalten.²⁹

Durch eine Verengung an dieser Stelle kann es zu dauerhaften Schäden kommen, die sich in Nacken- und Schulterschmerzen, häufig neurologischen Störungen in den Beinen, sowie Gangunsicherheit und sogar bleibenden Lähmungen, äußern können. Diese Erkrankung hat meist einen wellenförmigen Verlauf der Besserung und wiederholten Verschlechterung.³⁰

Die Therapie wird mit Medikamenten, Physiotherapie, Muskeltraining und manueller Behandlung durchgeführt.

²⁹ Vgl. Anatomica, Körper und Gesundheit, 2004 Tandem Verlag GmbH, h.f.ullmann ist ein Imprint der Tandem Verlag GmbH, Seite 268.

³⁰ Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 54, GeoWissen/ Gesundheit 2015.



Das Krankheitsbild der Krümmung

Skoliose macht sich oftmals schon im Jugendalter bemerkbar. Ein Korsett kann in manchen Fällen einer Operation vorbeugen. Bei der Skoliose krümmt sich die Wirbelsäule an einer Stelle, von der sich in lotrechter Richtung nach unten orientierenden Hüfte ab. Ebenso können sich Wirbel und dadurch Teil des Rumpfes, etwa der Brustkorb verdrehen. Es kann passieren, dass die Skoliose schon im frühen Kindesalter auftritt. Oftmals passiert es jedoch, dass sich die Veränderungen im Wachstum entwickeln und häufig unbemerkt bleiben. Junge Mädchen sind von starken Deformierungen 7 mal öfter betroffen als junge Buben. Es empfiehlt sich daher die Veränderungen schon im Anfangsstadium zu erkennen, um entsprechend darauf reagieren zu können.³¹ Man sollte sein Kind präventiv untersuchen lassen, um das Krankheitsbild so früh wie möglich zu erkennen. Das funktioniert so: Das Kind oder der Betroffene beugt sich zu diesem Zweck im Stehen nach vorne.³² Es sollte sich bei dieser Erkrankung der Wirbelsäule eine nach oben gerichtete Wölbung in der benachbarten Körperregion zur Skoliose abzeichnen.³³ Das bedeutet die Seite, in welche die Wirbelsäule gekrümmt ist. Wird bei dieser Übung eine Asymmetrie festgestellt, sollte ein Facharzt konsultiert werden.

Schwinden der Knochen

Die Knochen sind mineralische Strukturen und werden im Laufe des Lebens ständig auf und abgebaut. Der Abbauprozess kann ab einem Alter von ca. 30 Jahren überwiegen. Wird zu viel Knochensubstanz abgebaut, dann spricht man von Osteoporose. Frauen über 50 sind besonders betroffen, da vor allem aufgrund des Östrogenmangels nach der Menopause ein Risiko entsteht.

³⁴

Es wird höchstens jeder Fünfte ausreichend behandelt, da die Symptome aufgrund dessen, dass die Betroffenen sie oftmals nicht gleich bemerken, übersehen werden. Bei stark fortgeschrittenem Krankheitsbild, kann das Knochenmaterial schon bei sehr geringen Belastungen wie, dem Heben von Einkaufstüten oder bei starkem Husten, zum Brechen der Knochen führen. In diesem Zustand treten vermehrt Frakturen der Wirbelkörper auf. Dabei sackt der Wirbelkörper praktisch in sich zusammen. Dadurch kommt es oftmals zu massiven Schmerzen, die nicht leicht lokalisiert werden können. In dieser Situation ist die besondere Behandlung mit Krankengymnastik und Medikamenten erforderlich. Oftmals wird auch ein Rückenkorsett eingesetzt. Im allerschlimmsten Fall kann eine Operation nicht vermieden werden. Tragisch ist es, wenn der Wirbel schief zusammenwächst, da es dadurch zu einer Fehlstellung kommen kann. Bei der Fraktur eines Wirbelkörpers entsteht im Fall des Auftretens ein lautes Knacken und ein starker damit einhergehender Schmerz. Die Betroffenen sind danach eindeutig messbar kleiner. Es ist besonders wichtig, die richtige Therapie zu erhalten, da ohne diese weitere Wirbelbrüche sehr wahrscheinlich sind. Das nennt man dann „Witwenbuckel“. Die Symptome dieses Krankheitsbildes manifestieren sich in starker Bewegungseinschränkung, Behinderung der Atmung und heftigen Schmerzen.

³¹ Vgl. Karl Wesker, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 55, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

³² Vgl. Anatomica, Körper und Gesundheit, 2004 Tandem Verlag GmbH, h.f.ullmann ist ein Imprint der Tandem Verlag GmbH, Seite 268.

³³ Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 55, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

³⁴ Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 56, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

Einige dieser Patienten sind dadurch bei fortschreitender Krankheit pflegebedürftig.³⁵

Auslöser für Osteoporose können auch andere Krankheiten sein, wie Schilddrüsenüberfunktion, oder auch Medikamente wie Kortison, wenn es in hohen Dosen länger als drei Monate verabreicht wird. Es empfiehlt sich für Frauen in und nach den Wechseljahren und Männer um die sechzig mit einem Arzt über das Risiko zu sprechen und gegebenenfalls die Knochendichte messen zu lassen.³⁶

Rauchen, Alkoholkonsum und mangelhafte Bewegung sowie einseitige Ernährung, stellen weitere wichtige Faktoren dar. Therapiemöglichkeiten sind Bewegung, gleich wie ein vom Arzt verordnetes, kontrolliertes Training, da der gezielte und dadurch stärkende Muskelaufbau, auch im Alter gefährdete Wirbelsäulenbereiche unterstützen kann. Der für ausreichende Vitamin D Produktion erforderliche, im Maß gehaltene Aufenthalt in der Sonne ist ebenfalls zu empfehlen.³⁷

Knöcherne Zacken oder Wülste

Der Alterungsprozess, Fehlhaltungen und Überlastung, zum Beispiel durch eine Skoliose, oder Morbus Scheuermann, eines Bandscheibenvorfalles oder schwerer, einseitiger körperlicher Arbeiten bewirkt einen starken Verschleiß der Wirbel. Besonders Leistungssportler wie Turner, Volleyball- oder Tennisspieler sind sehr oft betroffen. Die Abnutzung der Wirbel muss nicht immer Schmerzen erzeugen. Oftmals ist der Rückenschmerz in diesen Fällen in den Bandscheiben zu lokalisieren. Die Bandscheiben sind durch die normale Abnutzung, den Mangel an Flüssigkeit

und dadurch den Verlust der Höhe besonders betroffen.³⁸

Das Skelett, die kleinen Facettengelenke und die Wirbel sind dadurch unter erhöhtem Druck. Die Region kann sich durch die Abnutzung der Gelenkknorpel entzünden.³⁹

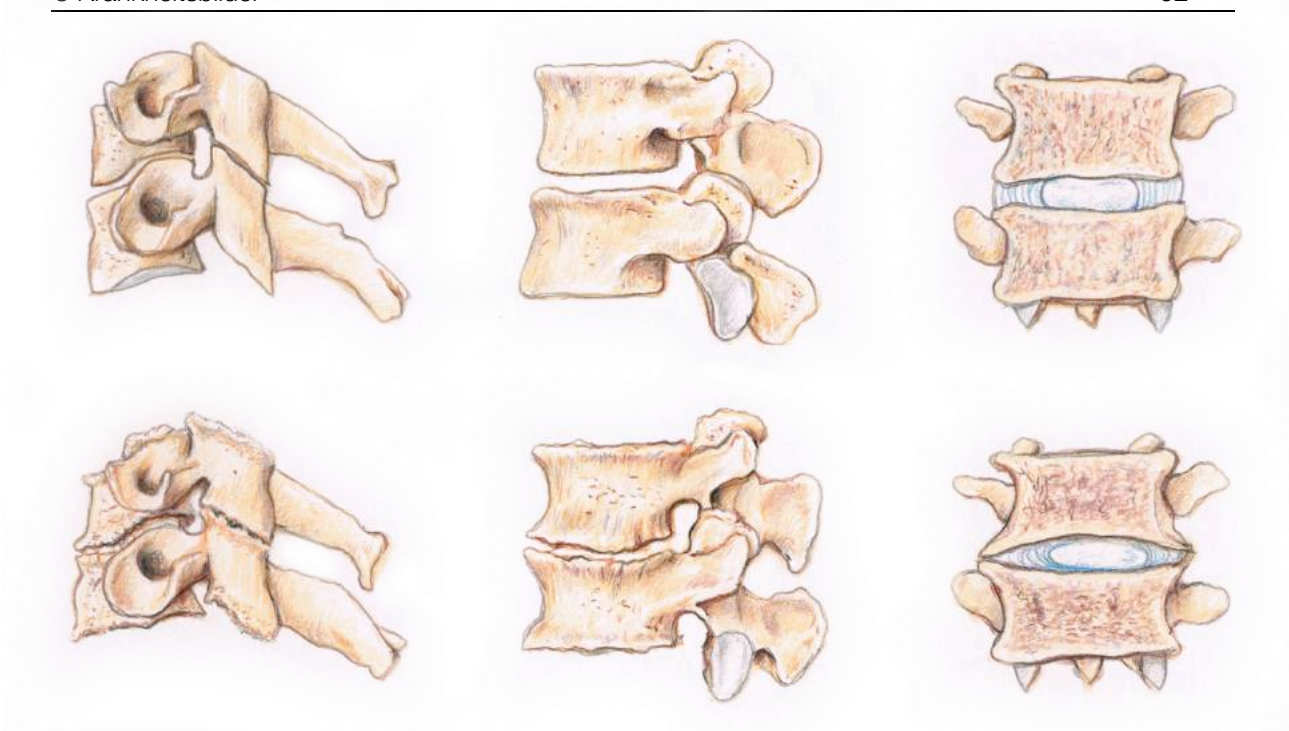
35Vgl. <http://www.osteoporose.co.at/begriffsdef.html>, (stand: 11.8.2015).

36Vgl. <https://www.gesundheit.gv.at/Portal.Node/ghp/public/content/knochendichtemessung.html>, (stand: 11.09.2015).

37 Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 55, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

38 Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 57, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

39 Vgl. Pathologie der Gelenke und Weichteiltumore 1, M. Aufdermaur, E. Baur, H.G. Fassbender, G. Geiler, W.-W. Höpker, H.P. Meister, W. Mohr, P. Stiehl, J. Thurner, B. Tillmann, G. Töndury, Doerr, seifert, Uehlinger, Spezielle pathologische Anatomie, Band 18/I, Springer – Verlag, Berlin, 1984, 3.Kapitel: Wirbelsäulengelenke, Seite 18.



Der Körper reagiert auf diesen Druck indem er durch Zacken, Höcker und Wülste die er zum Schutz als zusätzliche Masse ausbildet, mehr Stabilität herstellen will. Diese zusätzliche Materie schränkt in Folge die Beweglichkeit der Wirbelsäule stark ein. Werden dabei die knorpeligen Endplatten der Bandscheiben und die angrenzenden Wirbelkörper betroffen, spricht man von einer Osteochondrose. Diese äußert sich in einem tief sitzenden, in der Rückenmitte befindlichem, dumpfen Schmerz. Ist jedoch ein Verschleiß der Zwischen- und Wirbelgelenke und daher eine Ausprägung der Wülste und Zacken vorhanden, nennt man das Spondylarthrose. Oftmals hat der Betroffene keine Schmerzen, werden jedoch Nervenfasern gereizt, können dumpfe, nicht genau zu lokalisierende Schmerzen entstehen. Diese Symptome sind als „Facettensyndrom“ bekannt. Die Abnutzung der Wirbel kann, zu vielen Folgeerkrankungen führen. (z.B.: Spinalkanalstenosen)

Durch eine Röntgenaufnahme oder Computertomographie kann man den Zustand der Kno-

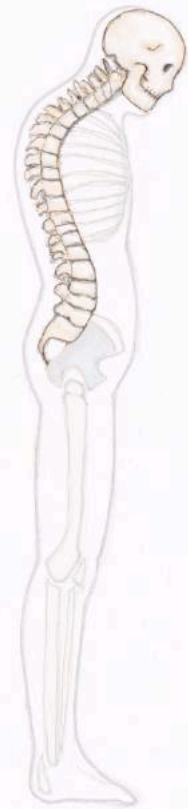
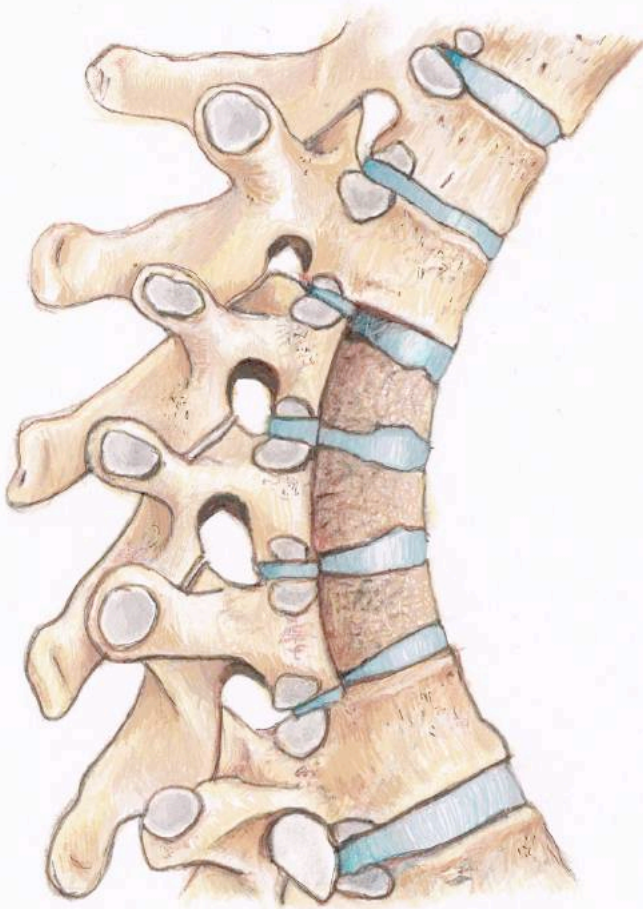
chen genauer analysieren. ⁴⁰Der Wiederaufbau der Wirbel ist nicht möglich, jedoch kann mit der entsprechenden Therapie und dem consequenten Aufbau der Rückenmuskulatur, sowie der Vermeidung von übermäßiger Belastung, dem Schmerz gegengesteuert werden.⁴¹

⁴²

40 Vgl. Pathologie der Gelenke und Weichteiltumore 1, M. Aufdermaur, E. Baur, H.G. Fassbender, G. Geiler, W.-W. Höpker, H.P. Meister, W. Mohr, P. Stiehl, J. Thurner, B. Tillmann, G. Töndury, Doerr, seifert, Uehlinger, Spezielle pathologische Anatomie, Band 18/I, Springer – Verlag, Berlin, 1984, 3. Kapitel: Wirbelsäulengelenke, Seite 1.

41 Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 57, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

42 Vgl. Karl Wesker, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 57, GeoWissen/ Gesundheit 2015.



Falsche Haltung- Morbus Scheuermann

Morbus Scheuermann, ist die häufigste Wirbelsäulenveränderung bei Jugendlichen. Er zeichnet sich durch einen Rund- oder Hohl-Rund-Rücken aus.⁴³

⁴³ Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 58, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

Das bedeutet dass die Brustwirbelsäule ungewöhnlich stark krümmt und der Lendenbereich in Reaktion darauf ein Hohlkreuz bildet. Das langanhaltende Sitzen erzeugt einen Lehlingsbuckel oder heute auch Computerbuckel genannt.⁴⁴

Besorgniserregend ist der Anstieg der Betroffenen schon in jungen Jahren von unter 5% vor einigen Jahren auf aktuell 15%.⁴⁵ Woher die

⁴⁴ Vgl. Karl Wesker, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 58, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

⁴⁵ Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 58, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

Krankheit genau kommt ist unklar, jedoch spielen Faktoren wie Bewegungsmangel, stark geschwächte Rückenmuskulatur, auf Grund des Mangels eine entscheidende Rolle.⁴⁶ Es kann mit dieser Basis daher in der Pubertät dazu kommen, dass Wirbelkörper während des Wachstumschubs plötzlich nicht mehr regelmäßig wachsen.⁴⁷ Wenn das der Fall ist, verformt sich das Wirbelmaterial der Brustwirbelsäule. Es entsteht die Form eines Keils, der mit der Spitze schräg nach unten ausgerichtet ist. Durch diese so entstandenen Keilwirbel, bildet sich eine immer stärker werdende Krümmung und Buckelbildung, welche die benachbarten Bandscheiben einzwängt. Es kann passieren, dass das Gewebe der Bandscheiben auf der oberen und unteren Seite der Wirbelkörper durchdringt und dort für die Krankheit charakteristische kleine Knötchen bildet. Im jungen Alter werden meist keine Beschwerden beobachtet. In späteren Jahren hingegen können die chronisch überbeanspruchten Muskeln und die beschädigten Bandscheiben zu einer Vielzahl von Folgeproblemen führen und zusätzlich starke Schmerzen verursachen.⁴⁸

Durch diese Wirbelsäulenform wird der altersbedingte Verschleiß stark begünstigt. Im schlimmsten Fall der Erkrankung entwickelt sich der Rücken im oberen Teil zu einem ausgeprägten, starren Buckel. In einem sehr selten vorkommenden Fall des Morbus Scheuermann verformt sich die Lendenwirbelsäule zu einem Flachrücken. Dieser entsteht, da sich die im Gegensatz zur Brustwirbelsäule, bei der die natürliche Rundung nach Hinten weist, die Knochenstruktur im Extremfall sogar in die Gegenrichtung krümmt. Das

hat den Verlust der Lendenlordose und somit die Aufhebung der physiologische S- Form zur Folge.

Die Symptome dieser Form von Morbus Scheuermann führen in den meisten Fällen zu massiven Schmerzen und Einschränkungen der Beweglichkeit. Die Therapiemöglichkeiten liegen besonders bei dieser Krankheit in der Stärkung der Muskulatur durch Sport und Physiotherapie. Nur in den allerschlimmsten Fällen wird operiert.⁴⁹

46 Vgl. Anatomica, Körper und Gesundheit, 2004 Tandem Verlag GmbH, h.f.ullmann ist ein Imprint der Tandem Verlag GmbH, Seite 268.

48 Vgl. Pathologie der Gelenke und Weichteiltumore 1, M. Aufdermaur, E. Baur, H.G. Fassbender, G. Geiler, W.-W. Höpker, H.P. Meister, W. Mohr, P. Stiehl, J. Thurner, B. Tillmann, G. Töndury, Doerr, seifert, Uehlinger, Spezielle pathologische Anatomie, Band 18/I, Springer – Verlag, Berlin, 1984, 3.Kapitel: Wirbelsäulengelenke, Seite 18.

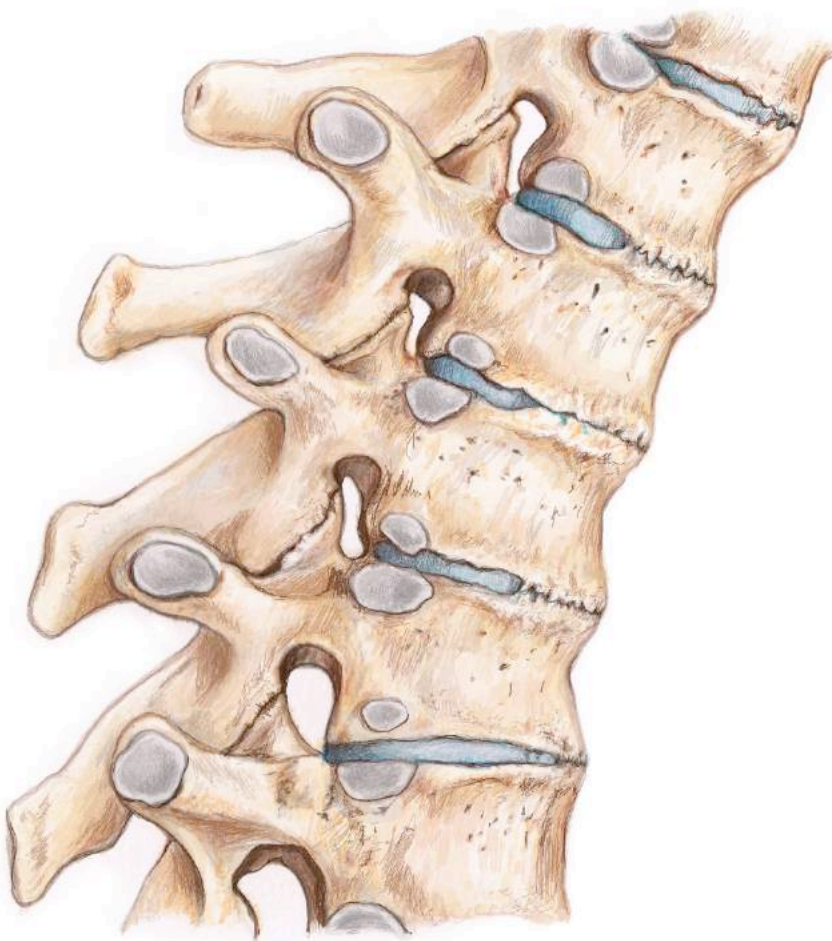
49 Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 58, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

Erstarrtes Rückgrat- Morbus Bechterew

Die Ursache für dieses oft falsch diagnostizierte Leiden ist eine Fehlfunktion des Immunsystems. Das Endstadium dieser Erkrankung manifestiert sich in einer regelrechten Versteifung der Wirbelsäule. Morbus Bechterew ist eine chronisch verlaufende, entzündlich- rheumatische Erkrankung,

merkbar macht. Weiter können Beschwerden die mehr als 30 -minütige morgendliche Gelenksteife oder Schmerzen in dieser Region, die nicht durch Bewegung sondern alleine durch Ruhe besser werden, ein Hinweis auf die Erkrankung sein.⁵⁰

In der Medizin spricht man von „ankylosierender Spondylitis“, was so viel bedeutet wie „versteifte Wirbelentzündung“.



die sich durch starke, tiefsitzende Rücken- und Gesäßschmerzen, die in der Nacht und in den frühen Morgenstunden auftreten können be-

⁵⁰ Vgl. Anatomica, Körper und Gesundheit, 2004 Tandem Verlag GmbH, h.f.ullmann ist ein Imprint der Tandem Verlag GmbH, Seite 268.

Die beginnenden Beschwerden treten meist schon im Alter von 15 bis 30 Jahren auf und werden oft missinterpretiert. Besteht der Verdacht auf diese Erkrankung, sollte der Patient zu einem Rheumatologen überwiesen werden. Dieser kann dann den Grad der Erkrankung und den weiteren Behandlungsverlauf bestimmen. Es wird ein Erb-guttest auf HLA-B27-Gen veranlasst. Dieses ist bei 90 Prozent der Betroffenen vorhanden. Es kann hier jedoch kein 100 prozentiger Nachweis erbracht werden. Aussagekräftig ist hingegen eine Magnetresonanztomographie im Bereich des Beckengürtels.⁵¹ Zuerst zeigt sich die Krankheit im Kreuz- Darmbeingelenk (Iliosakralgelenk) und geht dann über auf die Lendenwirbelsäule über bis sie sich zum Schluss, bis zur Halswirbelsäule ausbreitet. Als Resultat der Krankheit kommt es zum weitläufigen Versteifen der Wirbelsäule und zum Zusammenwachsen der benachbarten Wirbel. Das Ergebnis nennt man „Bambusstab- Wirbelsäule“. Es können noch andere Gelenke betroffen sein, wie zum Beispiel die Hüfte, die Knie und auch die Regenbogenhaut des Auges kann sich entzünden. Morbus Bechterew kann in sehr milden Formen auftreten jedoch gibt es leider sehr aggressive Verlaufsformen, die lebenslange Therapien erfordern. Dafür wird mit Krankengymnastik, Medikamenten und einer intensiven Patientenschulung gearbeitet. Die Erkrankung ist unheilbar da sie auf einer Fehlsteuerung des Immunsystems basiert und die Gründe dafür nicht bekannt sind. Die Therapien können das Krankheitsbild nur erleichtern und erträglicher machen.

.

⁵¹ Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 70, GeoWissen/ Gesundheit 2015.



52

Schwangerschaft

Man kann die Beschwerden im Rücken während der Schwangerschaft in zwei Typen unterteilen. Zum Einen gibt es den Schmerz der sich über den Bereich der Lendenwirbelsäule erstreckt. Zum zweiten der Fall der bei 20 bis 45 Prozent aller Schwangeren auftritt. Ein starker Schmerz in der Beckenregion, der sich besonders um das Iliosakralgelenk, manchmal sogar ausstrahlenden bis in die Oberschenkel bemerkbar macht. Durch die Veränderung des Körpers, die Gewichtszunahme, das Wachsen der Gebärmutter und das Nachvornewölben des Bauches, kommt die Anatomie der Schwangeren aus dem Gleichgewicht. Diesen Verlust der Stabilität versucht sie durch die Anpassung ihre Haltung auszugleichen. Gleichzeitig stellt sich der Körper in dieser Phase großen Herausforderungen, da die verstärkte Hormonausschüttung zur Lockerung von Bändern und Gelenken, speziell im Beckenbereich führt. Das Erhalten der Stabilität der Hüfte zur Wirbelsäule endet daher oftmals in einer Fehllhaltung, die massive Schmerzen produziert. Betroffene sind besonders jene Schwangeren, die schon einmal Probleme mit der Hüfte oder eine Schwangerschaft mit Rückenschmerzen hatten. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese bei jeder weiteren wieder eintreten werden. Für die Schwangere ist es besonders wichtig schon in einem frühen Stadium mit der Schwangerengymnastik und somit eine Stärkung der Bauchmuskulatur zu beginnen, da so Schäden durch falsche Belastung besser vermieden werden können.⁵³

Das Alter der Frau sowie die Größe oder das Gewicht des Kindes haben keinen Einfluss auf die

Entwicklung einer durch die Schwangerschaft entstandenen Schädigung des Rückens. Die richtige Haltung und noch mehr, die bewusste Haltung, besonders bei fortschreitender Schwangerschaft, ist hingegen äußerst wichtig.⁵⁴

⁵² Abb.6: Dörthe Hagengut, Alltag/Schwangerschaft, Seite 71, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

⁵³ Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 60, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

⁵⁴ Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 60, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

3.2 Folgen

Trennung vom Gehirn- Querschnittslähmung

Das periphere Nervensystem ist über das Rückenmark mit dem Gehirn verbunden. Im Normalfall gehen alle Impulse durch die Nervenstränge zum Gehirn, dies ist jedoch nicht mehr möglich, wenn sie geschädigt sind. Das kann zum Beispiel durch einen Unfall passieren. Der betroffene Bereich unter der zu Schaden gekommenen Stelle ist dann vom Gehirn abgeschnitten. Dieser Zustand nennt sich Lähmung. Im Fall einer Querschnittslähmung lässt sich die untere Hälfte des Körpers entweder schlecht oder gar nicht bewegen. Der Bereich nach der Schädigung reagiert nicht auf Tast- und Temperatursinn und die Funktionen von Blase und Darm sind nicht mehr intakt. Das Eintreten einer Querschnittslähmung ist oftmals lebensbedrohlich da, sich die Unterbrechung des Nervensystems auf die Atmung, das Kreislaufsystem oder auch den Verdauungstrakt auswirken kann. Befindet man sich in dieser Lage, muss man im Krankenhaus intensiv betreut werden. Ist das der Fall und die Hilfe passiert rechtzeitig, können sich manche Schäden zurückbilden. Meist kann der bereits entstandene Schaden leider auch auf Dauer anhalten. Am häufigsten tritt so ein Zustand durch Auto- oder Sportunfälle ein. Dabei bricht ein Wirbelkörper am häufigsten im Hals- oder Brustbereich. Dadurch wird das Rückenmark ganz oder teilweise durchtrennt.

Aber nicht nur Unfälle sondern auch Tumoren der Wirbelsäule, die das Rückenmark zusammendrücken können eine Querschnittslähmung hervorrufen. Diese entstehen durch einen Bandscheibenvorfall, der ausgetretene Masse im Spinalkanal produziert und damit Druck auf die Nervenstruktur ausübt. Die Beschwerden in die-

sem Fall äußern sich in Schmerzen, Kribbeln und Taubheit in den Beinen. Meistens bilden sich diese aber von selbst wieder zurück. Ist dies nicht der Fall, wird operiert.⁵⁵

⁵⁵ Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 60, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

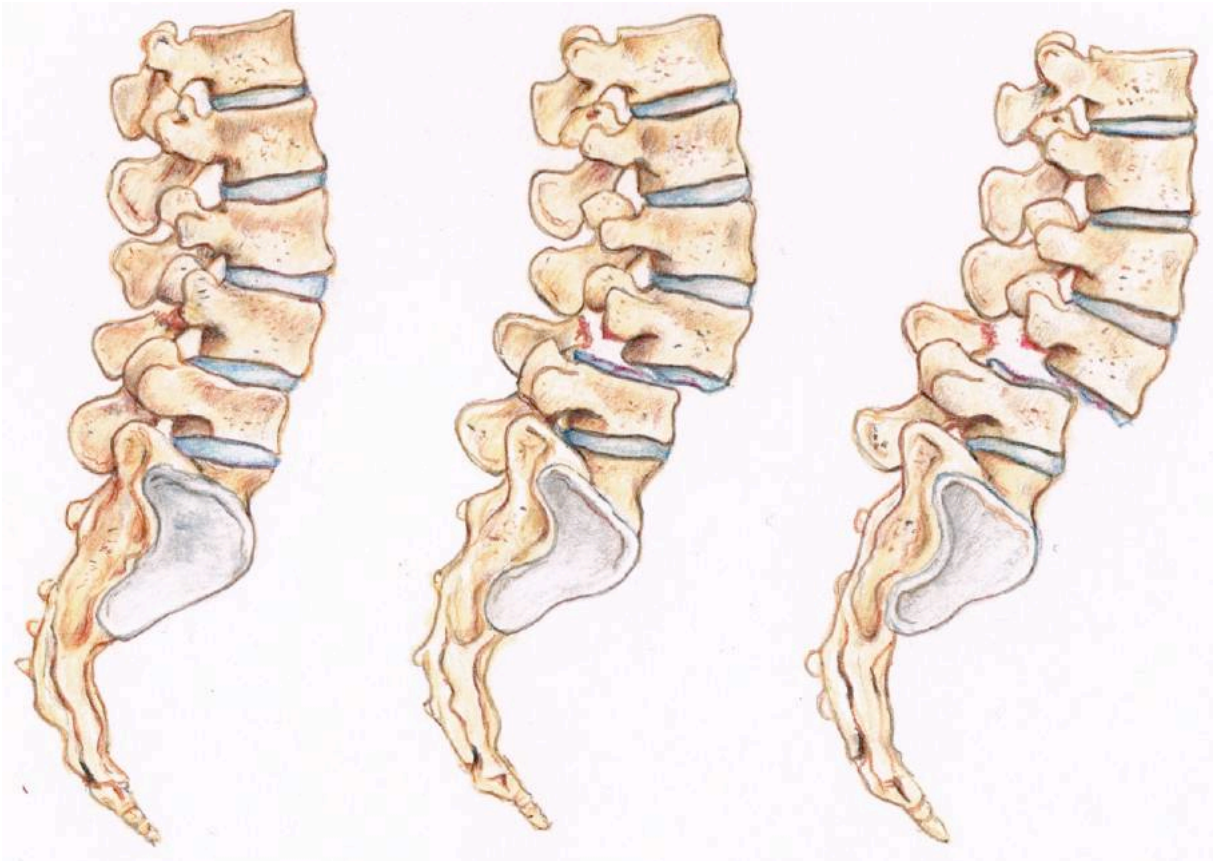
Verlust des Halts

Es bewegt sich hier ein oberer Wirbel auch „Gleitwirbel“ genannt über den darunter liegenden Wirbel. Im schlimmsten Fall gleitet der Wirbel vollständig ab und es kommt zu einer Durchtrennung des Nervenkanals. Die Lendenwirbelsäule ist die Region die von diesem Wirbelgleiten betroffen ist. Dabei rutscht der unterste Lendenwirbel über das Kreuzbein.⁵⁶

Dieses Problem tritt häufig in ganz leichten Varianten auf, jedoch wird es oftmals von den Betroffenen nicht bemerkt. Es sollte jedoch auch

das geringe Wirbelgleiten therapiert werden, um unangenehme oder gefährliche Folgen zu vermeiden.⁵⁷

Die Schmerzen strahlen vorwiegend in die Beine aus. Durch das Quetschen der Spinalnerven können hier Gefühlsstörungen und Lähmungerscheinungen in den Beinen auftreten. Ist die Spondylolithesis, wie das Wirbelgleiten auch genannt wird, stark ausgeprägt, kann es auch zu starken Fehlhaltungen kommen. Auch ohne Röntgenbild kann in diesem Fall die Verlaufsform schon erkannt werden. Die Betroffenen leiden dann unter einem starken Hohlkreuz auch „Sprungschanzenphänomen“ genannt. Bei vielen ist die Ursache eine angeborene Fehlbildung besonders im Bereich der zwischen Wirbelgelen-



⁵⁶ Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 62, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

⁵⁷ Vgl. Atlas der Anatomie des Menschen- Sobotta, 21. Auflage, Herausgegeben von R. Putz und R. Pabst, Urban & Fischer München/Jena, 2004.

ken oder des Wirbelbogens. Besondere Vorsicht ist geboten, wenn Betroffene als Jugendliche Sportarten praktizieren, die besonders das Hohlkreuz fördern, wie Leichtathletik, Kunstturnen oder Schwimmen. Durch Krankengymnastik und Medikamente lässt sich dieser Zustand gut therapieren. Es ist möglich in extremen Fällen operativ nachzuhelfen, jedoch wird vorher geraten, gefährdende Sportarten zu vermeiden. 58

Pendelschlag des Kopfes

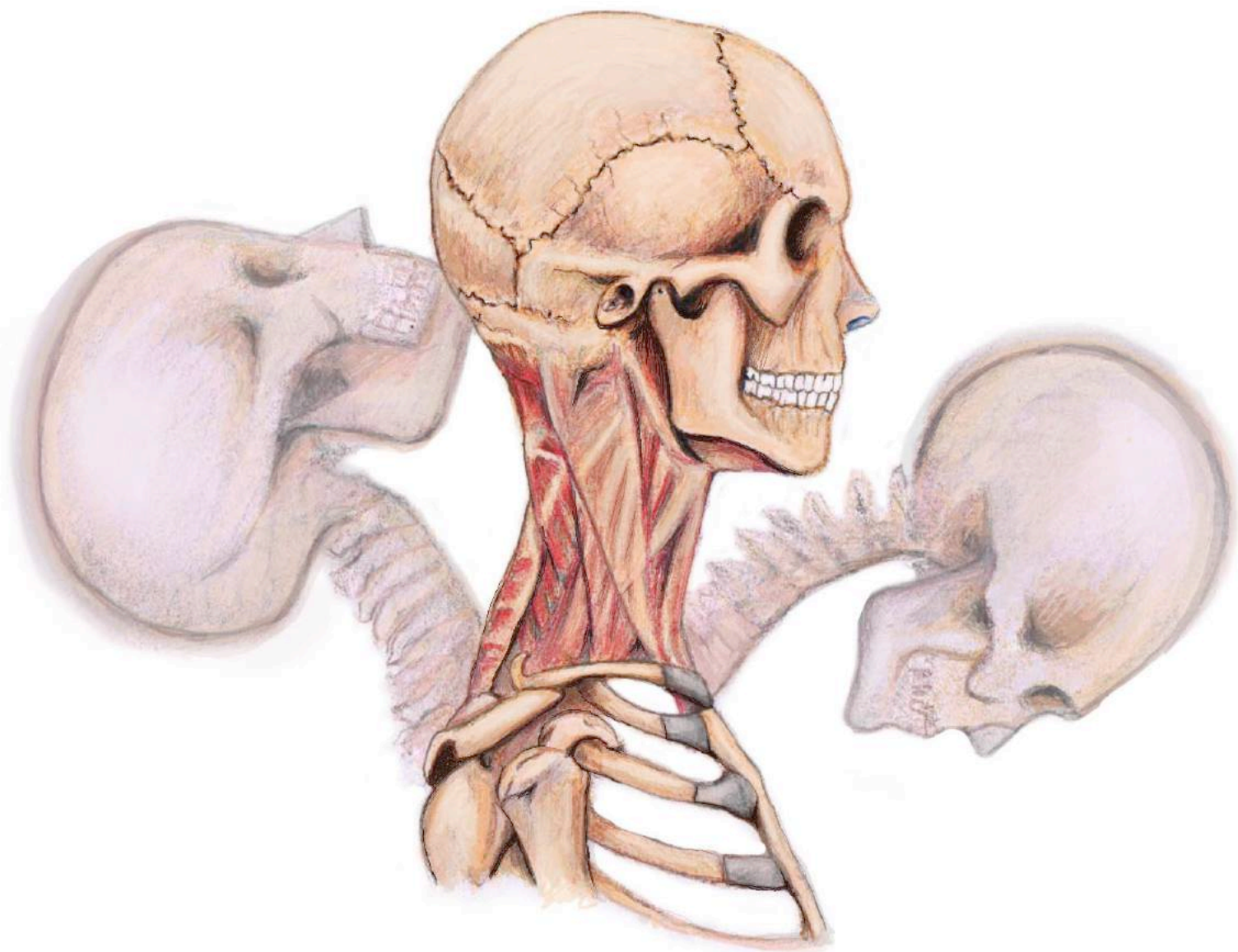
„Schleudertrauma“ ist die häufigste Diagnose nach einem Autounfall. Die Verletzung entsteht durch einen Aufprall bei dem durch den Stoß der Kopf ruckartig nach vorne und dann nach hinten geschleudert wird. Diese Verletzung kann auch bei Sportarten wie Boxen, Karate oder auch beim Autoscooter fahren entstehen. Im Bereich der Halswirbelsäule wird durch die Bewegung abrupt an den Muskeln gerissen. Dabei werden die Bänder, in schweren Fällen auch Gelenke, Wirbel und Bandscheiben stark belastet. Nach einigen Stunden reagiert der Körper auf die dadurch entstandenen kleinen Risse mit einer Entzündung, die den entstandenen Schaden reparieren soll.⁵⁹ Dieser Zustand fühlt sich für den Betroffenen wie muskelerähnliche Schmerzen im Nacken oder Nackensteife an. Neurologische Störungen wie Nervenschäden sind nur bei etwa fünf bis zehn Prozent der Fälle. Das Schmerzbild klingt im Normalfall nicht nach Tagen bis Wochen ab. Es kann passieren, dass sich chronifizierte Komplikationen einstellen, die sich oft mit Zusatzsymptomen wie Benommenheit, starker Erschöpfung und Schlafstörungen bemerkbar machen. Da die Diagnose „Schleudertrauma“ besonders oft in Ländern dokumentiert wird, die Schadenersatz oder Rente für solche

Verletzungen an die Betroffenen bieten, ist dieses Krankheitsbild schwer umstritten. Studien haben jedoch belegt, dass es die Chronifizierung begünstigt, wenn der Schmerz „katastrophiert“ wird. Damit ist gemeint, dass der Aspekt des Bedrohlichen überbetont und sehr ernstgenommen wird. Im Normalfall werden vom Arzt Schmerzmittel verordnet, damit dem normalen Tagesablauf so schnell als möglich wieder nachgegangen werden kann. Es empfiehlt sich, nicht zu früh mit der Physiotherapie zu beginnen, dies ist nur in Einzelfällen notwendig. Die schon lange bekannte Halskrause sollte maximal für ein paar Tage zum Einsatz kommen, da sich sonst eine ungünstige Schonhaltung ausbildet.⁶⁰

58 Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 62, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

59 Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 63, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

60 Vgl. Betram Weiß und Dr. Julia Pross, Die Heilkraft der Bewegung, Seite 62, GeoWissen/ Gesundheit 2015.



4 Therapien

Schulmedizin

- Bewegungstherapie
- Medikamente
- Thermotherapie
- Verhaltenstherapie
- Massage
- Entspannungstherapie
- Elektrotherapie, Ultraschall und Laser
- Operationen

Alternativmedizin

- Yoga, Tai-chi, Qigong, Alexander- Technik
- Akupunktur
- MBSR-achtsamkeitsbasierte Stressreduktion
- Rolfing
- Neuraltherapie
- Osteopathie
- Homöopathie
- Kraniosakraltherapie
- Feldenkrais. Methode⁶¹

⁶¹ Vgl. Susanne Paulsen, Krankheitsbilder/Ursachen, Seite 63, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

5 Sport und seine Auswirkung auf den Menschen

5.1 Einführung

In den vorangegangenen Jahrhunderten bediente man sich im Falle von Rückenschmerzen meist der Schonung als Therapie. Anschließend wurde mit Medikamenten, vorallem Schmerzmittel therapiert. Wenn es nicht anders möglich war, wurde das Problem mit einer Operation behoben. Heute, dank einiger Studien, setzt man auf körperliche Aktivität und Übungen, die die Muskulatur stärken sollen, um dadurch einer Fehlhaltung vorzubeugen. Weiter kann dadurch die Wirbelsäule gelockert, gedehnt und mobilisiert werden. Dadurch können die Bandscheiben auf lange Dauer elastisch gehalten werden.

Sport hat auf den Körper nicht nur eine therapeutische sondern auch eine präventive Wirkung. Er verringert das Risiko an Rückenschmerzen, Diabetes, Depressionen, Herz- Kreislauf- Problemen oder Krebs zu erkranken. Heutzutage gibt es unzählige Möglichkeiten sich sportlich zu betätigen. Es ist nur darauf zu achten, dass gewisse Sportarten eine asymmetrische Belastung (zum Beispiel Tennis oder Paddeln) oder eine ungünstige Haltung (zum Beispiel beim Brustschwimmen) verursachen können. Joggen und Fußballspielen sind ebenfalls weniger rückenfreundliche Sportarten. Es empfiehlt sich gleichmäßigen, fließenden Sportarten nachzugehen, welche gleichzeitig die Koordination fördern. Gute Beispiele dafür sind das Rückenschwimmen, Rudern, Klettern, Tanzen oder Radfahren.

Man kann die im Körper durch aktive Betätigung ausgeschütteten Botenstoffe als körpereigenen Balsam verstehen. Dieser Balsam kann die Schmerzen in den Gelenken und die rheumatischen Entzündungen lindern oder die biochemischen Prozesse in den Zellen beeinflussen. Beim Sport wird das eigene Immunsystem, durch die vermehrte Ausschüttung weißer Blutkörperchen, gestärkt. Man kann daher durch regelmäßige Bewegung auch im fortgeschrittenen Alter, das Immunsystem, trotz generellem Nachlassen der Körperabwehr mit den Jahren, auch auf lange Zeit gesehen erhalten.

Körperliche Betätigung wirkt jedoch nicht nur durch die Physis auf den Rücken. Auch die Psyche hat einen großen Anteil an der Gesundheit. Es hat sich gezeigt, dass Sport zum Einen für die Koordination und zum Anderen für emotionale Ausgeglichenheit unerlässlich ist. So ist Bewegung ein ideales Hilfsmittel im Falle einer Depression oder Angstzuständen. Es wird bei regelmäßiger Aktivität auch der Ausstoß von dem Hormon Serotonin erhöht, was zur Stimmungsaufhellung führt.⁶²

Bei den meisten Menschen ist die Rumpfmuskulatur sehr schwach, daher sollte sie durch gezieltes Training aufgebaut werden um den Körper ideal zu stützen.

„Die Kernbotschaft der modernen Forschung lautet jedoch immer gleich. Hauptsache, wir bewegen uns überhaupt. Es sollte nie eine Stunde vergehen, in der wir nur in einer Haltung verharren. Denn der Homo sapiens ist nicht für den dauerhaften Stillstand geschaffen – sondern zur vielfältigen Bewegung. Mäßig, aber regelmäßig.“⁶³

62 Vgl. Betram Weiß und Dr. Julia Pross, Die Heilkraft der Bewegung, Seite 62, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

63 Dr. Markus Heier, Diagnose/Hausarzt, Seite 28-29, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

„Wer nur daliegt, wird den Schmerz nicht los!“
(Dr. Magus Heier)⁶⁴

5.2 Analyse der wirkungsvollsten Sportarten

Klettern

Studien belegen, dass ältere Menschen ihre Mobilität deutlicher durch Klettertraining verbessern können, als mit konventioneller Physiotherapie. Besonders Patienten mit Skoliose können davon profitieren. Im Gegensatz zu andern Sportarten kann das Klettern merklich zur Verbesserung der Fehlstellungen der Wirbelsäule beitragen.

Radfahren

Diese Sportart hat eine stärkende und aufbauende Wirkung auf die Rückenmuskulatur, vorausgesetzt sie wird in der richtigen Position des Oberkörpers, welcher sich in einem Winkel zwischen 15 und 20 Grad leicht nach vorne geneigt befinden sollte, durchgeführt. Da beim Radfahren die Hüfte und die Knie entlastet werden, ist diese Sportart gelenkschonend und besonders für ältere und übergewichtige Menschen geeignet.⁶⁵

Inlineskaten

Das Skaten ist eine gute Methode den Körper zu mobilisieren, ohne dabei wie beim Laufen die Gelenke oder Sehnen zu sehr zu beanspruchen.

Es wird hierbei Ausdauer und Körperkoordination trainiert sowie die Bein-, Gesäß-, Rücken-, und Bauchmuskulatur. Die Rückenmuskulatur wird, abhängig vom Grad der Bewegung nach Vorne, mehr belastet, was besonders die untere Rückenpartie trainiert. Bei Anfängern werden sich vor allem in diesem Bereich Verspannungen bemerkbar machen. Im Laufe des weiteren regelmäßigen Trainings wird der Rücken jedoch gestärkt und die Muskelschmerzen sollten sich bessern. Inlineskaten ist besonders für adipöse Menschen interessant, da man das Eigengewicht aufgrund der Räder weniger wahrnimmt.⁶⁶

Schwimmen

Beim Schwimmen, insbesondere beim Rückenschwimmen, werden durch den Auftrieb die Gelenke und die Wirbelsäule entlastet.⁶⁷ Durch das Rückenkräulen werden nahe zu alle Muskelgruppen gestärkt. Diese Sportart ist vergleichsweise verletzungsarm, fördert den Kalorienumsatz und Verspannungen können sich dabei lösen. Besonders vorteilhaft bei diesem Schwimmstil ist, dass die Halswirbelsäule gestreckt und entspannt im Wasser liegt, ohne dass sie dabei angehoben werden muss. Durch das Schwimmen können besonders Patienten mit starken Schmerzen Erleichterung finden.⁶⁸ Wichtig ist es, vor allem beim Brustschwimmen darauf zu achten, dass durch die Überstreckung der Halswirbelsäule keine weiteren Schäden in dieser Region als auch in der Lendenregion erzeugt werden. Weiter ist als Herz- Kreislaufpatient darauf zu achten den Arzt vor Beginn des Trainings zu konsultieren, da eine Umverteilung des Blutes durch

⁶⁴ Dr. Markus Heier, Diagnose/Hausarzt, Seite 28-29, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

⁶⁵ Vgl. Betram Weiß und Dr. Julia Pross, Die Heilkraft der Bewegung, Seite 16, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

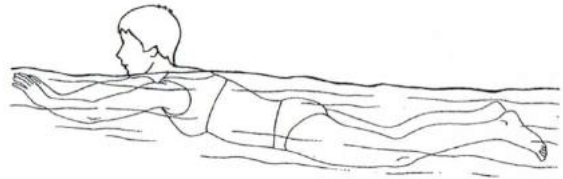
⁶⁶ Vgl. Betram Weiß und Dr. Julia Pross, Die Heilkraft der Bewegung, Seite 22, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

⁶⁷ Vgl. Betram Weiß und Dr. Julia Pross, Die Heilkraft der Bewegung, Seite 18, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

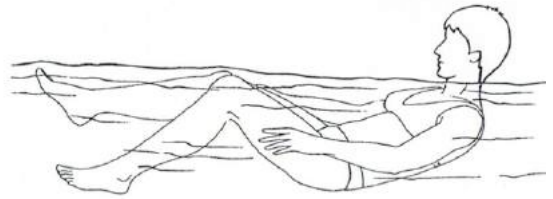
⁶⁸ Vgl. Betram Weiß und Dr. Julia Pross, Die Heilkraft der Bewegung, Seite 19, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

den Wasserdruck eine stärkere Belastung des Herzens mit sich bringt.⁶⁹

Die Überstreckung der Halswirbelsäule macht diese Art zu Schwimmen zu einer risikoreichen Sportart, da diese Bewegung eine massive Beanspruchung der Lendenwirbelsäule zur Folge hat.⁷⁰



FALSCH



RICHTIG

69 Vgl. Wottke Theorie, Praxis, Didaktik, Die große orthopädische Rückenschule; Springer- Verlag, Berlin Heidelberg 2007, Seite 161.

70 Abb.: Wottke Theorie, Praxis, Didaktik, Die große orthopädische Rückenschule; Springer- Verlag, Berlin Heidelberg 2007, Seite 161.

6 Dokumentation und Diagnose der Wirbelsäule

Im ersten Fall bei Auftreten von Schmerzen sollte der Hausarzt kontaktiert werden, da dieser mit der Krankengeschichte des Patienten bereits vertraut ist. Da er die Umstände des Patienten im Bezug auf massiven Stress oder Depressionen kennt ist das besonders bei der Erläuterung der Ursache für die Rückenprobleme ein Vorteil. Durch ein Gespräch mit dem Arzt wird ermittelt in welcher Lage sich der Patient befindet.⁷¹

Fragen wie:

- Wann und in welcher Situation fingen die Schmerzen an?
- Wie lange dauern die Beschwerden schon an?
- Auf welche Stelle am Rücken konzentrieren sich die Schmerzen?
- Wie intensiv sind sie?
- Sind sie eher dumpf oder stechend, auf einem Punkt oder in die Beine ausstrahlend?⁷²(Dr. Magnus Heier)

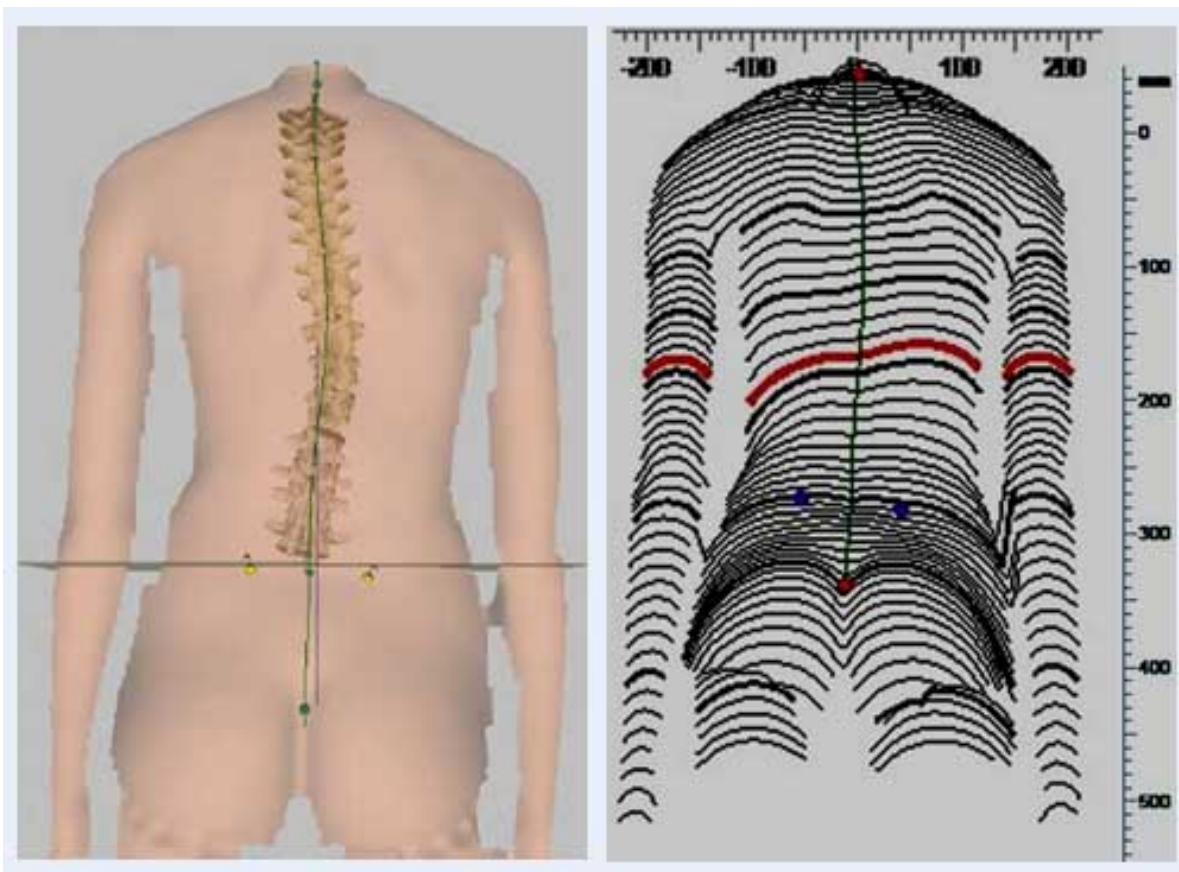
Ermittlung der Grundlagen für die Anpassung des Stuhles

71 Vgl. Dr. Magnus Heier, Diagnose/Hausarzt, Seite 28, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

72 Dr. Magnus Heier, Diagnose/Hausarzt, Seite 28, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

6.1 3D- Wirbelsäulenscann

Durch die Messung kann die Form und der Zustand der Wirbelsäule genau festgestellt werden. Bei dieser Methode werden, da es ein optisches Verfahren ist, keine schädlichen Röntgenstrahlen verwendet. Bei der Wirbelsäulenmessung wird es dem Orthopäden ermöglicht die genaue Statik des Beckens und der Wirbelsäule zu eruieren. Es können dadurch auch Fehlstellungen und Fehlhaltungen genau erkannt werden. Im Normalfall wird dieses Verfahren angewandt um die Stel-



lung des Beckens und gegebenenfalls eine unterschiedliche Beinlänge nach einer Hüftprothesen-

operation zu messen.⁷³Durch die Projektion von horizontalen Linien auf den Rücken wird das Ergebnis ermittelt.⁷⁴

⁷³Vgl.<http://gelenk-doktor.de/orthopaede-freiburg/spezielle-orthopaedische-diagnose-und-therapie/3d-wirbelsaeulen-messung>, (stand: 01.10.2015).

⁷⁴Abb.7:<http://gelenk-doktor.de/orthopaede-freiburg/spezielle-orthopaedische-diagnose-und-therapie/3d-wirbelsaeulen-messung>, (stand: 01.10.2015).

6.2 Untersuchung nach der Klinik der Wirbelsäule

Das Verfahren wird durchgeführt nach der Methode von Hans Tischler und Manfred Eder aus dem Buch *Klinik der Wirbelsäule, Befunderhebung und Therapieplanung*, Hippokrates Verlag Stuttgart, 1993⁷⁵

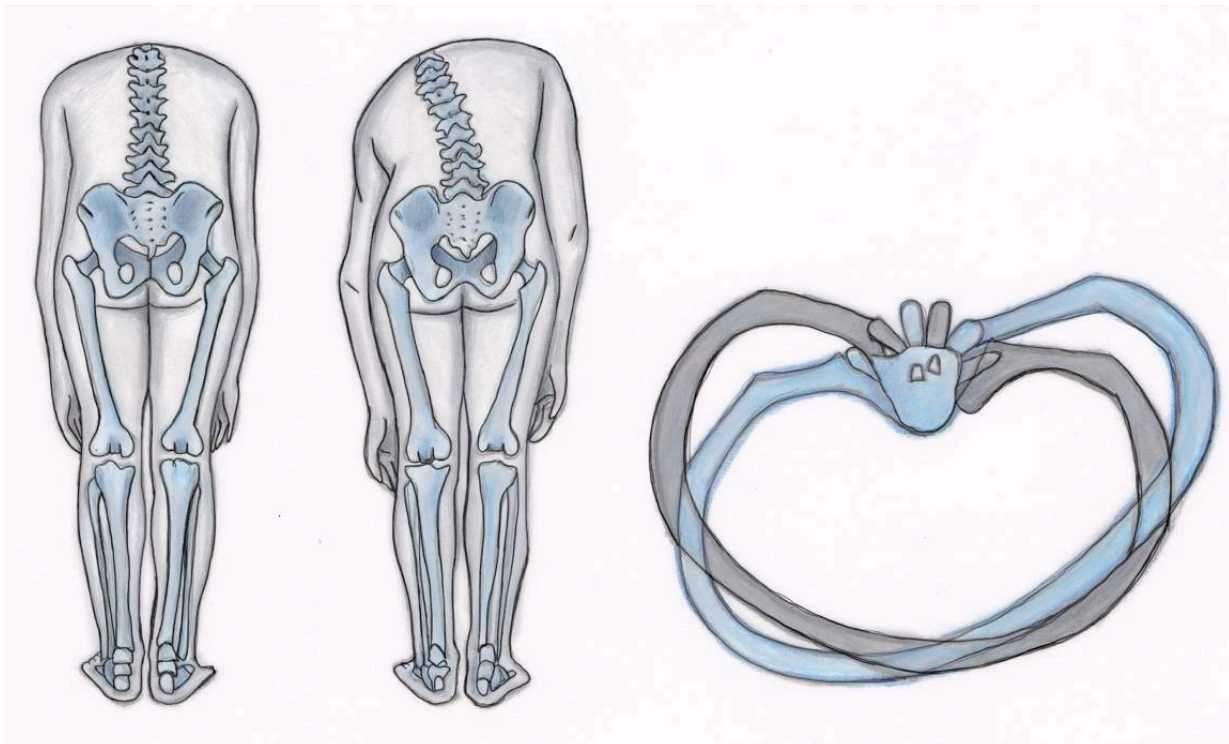
Analyse der Wirbelsäule

Es wird der Zustand der Wirbelsäulenstellung durch eine einfache Übung ermittelt. Bei dieser wird der Proband dazu angehalten sich mit dem

Oberkörper nach vorne in Richtung der Zehenspitzen zu bewegen. Man kann hier deutlich sehen, dass im Fall einer Skoliose die Arme unterschiedliche Endpunkte aufweisen. Ebenfalls ist eindeutig, dass die Wirbelsäule sich sehr stark nach links orientiert und dadurch auch der Rücken an dieser Seite wesentlich stärker dem Boden zugeneigt ist.⁷⁶

Thoraxkonturen

Normale symmetrische Thoraxkonturen bei Flexion; asymmetrische thorakale und lumbale Konturen bei struktureller Skoliose mit Torsion und Rippenbuckel. Zweite Abbildung: Torsion bei struktureller Skoliose⁷⁷



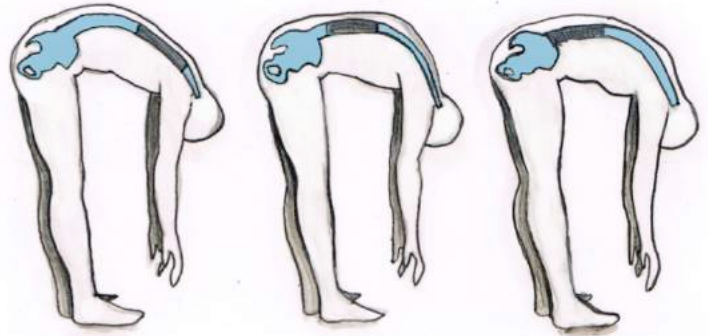
⁷⁵ Vgl. Das Verfahren wird durchgeführt nach der Methode von Hans Tischler und Manfred Eder aus dem Buch *Klinik der Wirbelsäule, Befunderhebung und Therapieplanung*, Hippokrates Verlag Stuttgart, 1993.

⁷⁶ Vgl. Bergler, *Massage – Fachschule, Dokumentation, Theorie und Praxis*, 2008, Seite 44.

⁷⁷ Vgl. Bergler, *Massage – Fachschule, Dokumentation, Theorie und Praxis*, 2008, Seite 44.

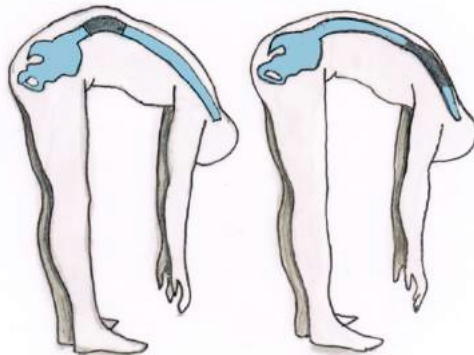
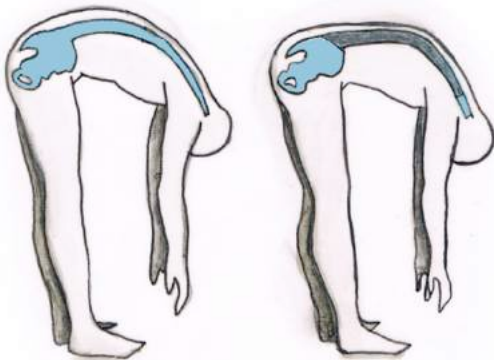
Überprüfung der Wirbelsäule auf ihre Mobilität

Die Wirbelsäule ist nicht in allen Teilen gleich beweglich. Es können sich daher meist durch Bewegungsmangel sogenannte „Plateaus“ bilden, welche die Beweglichkeit einschränken. Ein Plateau ist eine Abflachung und Versteifung der Wirbelsäule auf Basis von Muskelverspannungen und Bindegewebsverklebungen. Die folgenden Bilder zeigen die unterschiedlichen Stellen, an denen die Plateaus auftreten können.⁷⁸



Aktive Bewegungsprüfung:

»Fixierte pathologische Geradehaltungen. Persistierende, fixierte Lordose«



Funktion der Wirbelsäule:

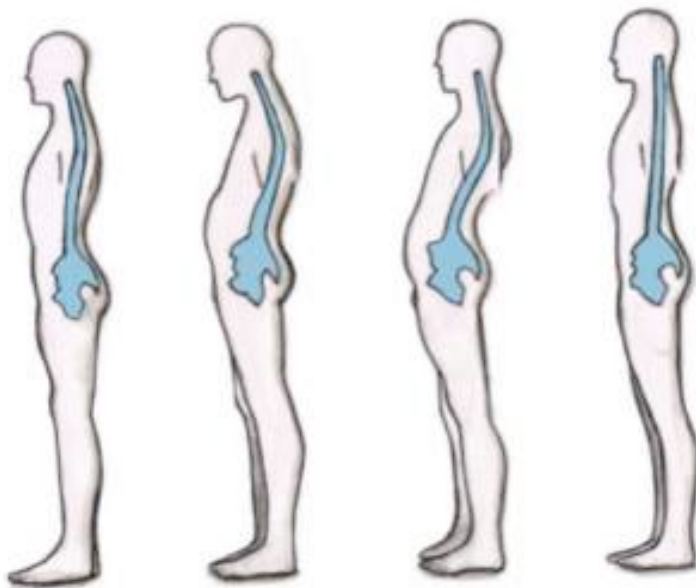
»Umschriebene pathologisch fixierte Kyphose«

A Gleichmäßige Bogenbildung einer freibeweglichen Wirbelsäule bei Flexion.

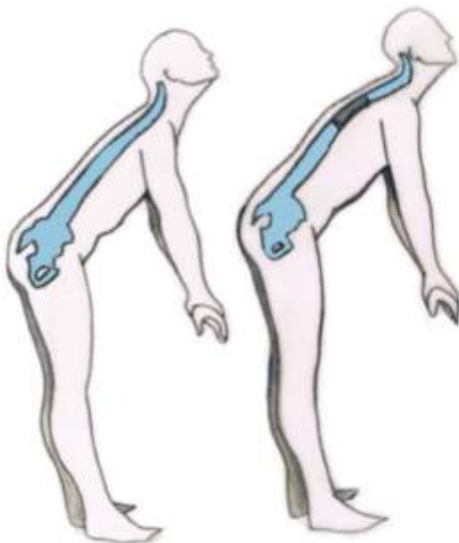
B Partiiell versteifte Wirbelsäule mit scheinbarer guter Flexionsbeweglichkeit (Finger| Boden-Abstand) wegen unbehinderter Beweglichkeit in den Hüftgelenken und langen Armen.⁷⁹

78 Vgl. Bergler, Massage – Fachschule, Dokumentation, Theorie und Praxis, 2008, Seite 45.

79 Bergler, Massage – Fachschule, Dokumentation, Theorie und Praxis, 2008, Seite 45.



Bewegungsprüfung der Wirbelsäule:



»A Lordosierung einer normal beweglichen Wirbelsäule bei aktivem Aufrichten und Überstrecken;

B Krankhafte, persistierende Kyphose«⁸⁰

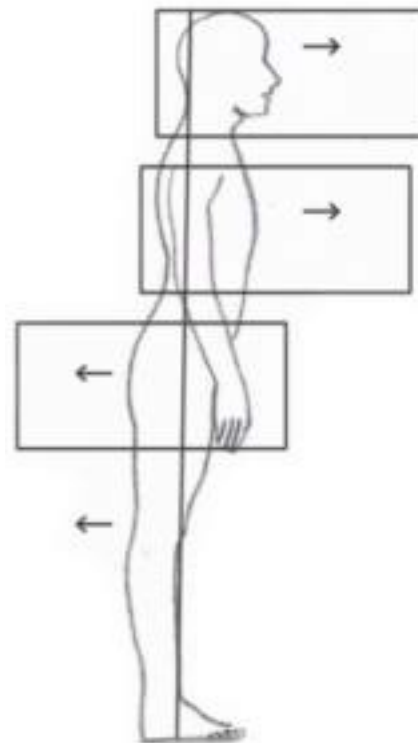
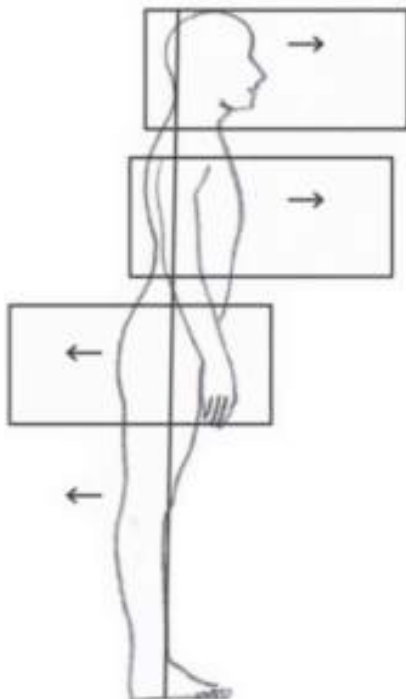
⁸⁰ Bergler, Massage – Fachschule, Dokumentation, Theorie und Praxis, 2008, Seite 46

6.3 Richtige Haltung

Von links nach rechts:

»Normale Haltung (a) Fehlhaltung (funktionelle Haltungsvarianten) Rundrücken (b), Hohlrundrücken (c), Flachrücken (d)«⁸¹

»Haltung ist eine aktive Tätigkeit, bei der die ungleich verteilten Gewichte des Körpers ausgeglichen werden müssen. Haltung ist Bewegung in ihrem kleinsten Ausmaß.«⁸²



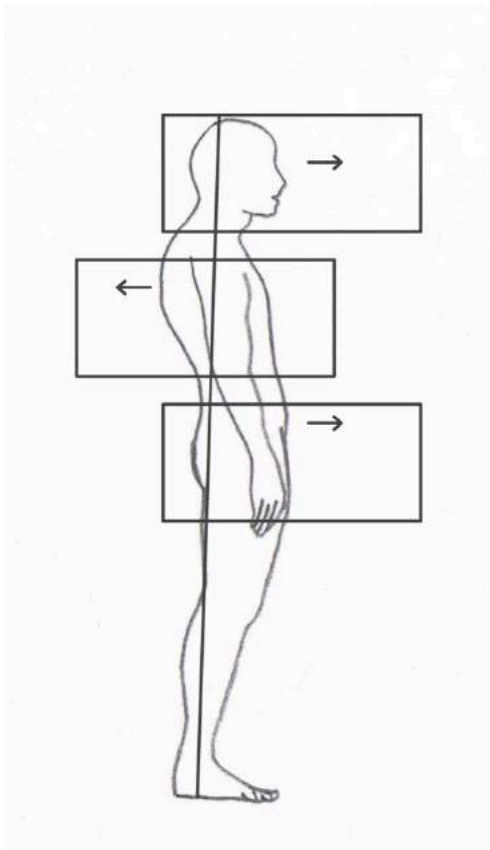
A

»Auswirkung auf die Körperstatik beim stehenden Menschen mit verstärkter Fersenbelastung → kompensiertes Gleichgewicht«⁸³

81 Bergler, Massage – Fachschule, Dokumentation, Theorie und Praxis, 2008, Seite 42.

82 (4. Kapitel, Haltungsanalyse, 4.1. Faktoren der Haltung; Silke Schnellhammer, Bewegungslehre, Motorisches lernen aus Sicht der Physiotherapie, Urban & Fischer München Jena 1. Auflage 2002).

83 Wottke Theorie, Praxis, Didaktik, Die große orthopädische Rückenschule; Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2007, Seite 126.



B

Auswirkung auf die Körperstatik beim stehenden Menschen mit verstärkter Vorderfußbelastung → kompensiertes Gleichgewicht⁸⁴

»Gleichgewichtsreaktionen sind subkortikal verschaltete Bewegungsmuster. Das bedeutet, dass ihre Ausführungszeit bedeutend schneller ist als die einer willkürlich geplanten Bewegung.«⁸⁵

Korrekte Haltung

84 (Seite 161, Ausgangsstellungen Liegen, Rückenlage, Bauchlage, Seitenlage, Sitzen.).

85 Vgl. (Seite 161, Ausgangsstellungen Liegen, Rückenlage, Bauchlage, Seitenlage, Sitzen.).

»Stehen bedeutet für die Hals- und Lendenbandscheiben eine Belastung in ungünstiger Lordoseposition!«⁸⁶

Tipp → Bei längerem Stehen sollte man sich möglichst anlehnen oder den Oberkörper abstützen.⁸⁷

Verstärkte Fersenbelastung

Das Becken wird nach vorne gedrückt. Dadurch weicht der Oberkörper nach hinten aus und im Gegensatz dazu, geht der Kopf wieder nach vorne. Es entsteht eine Lendenlordose. Dadurch wird eine starke Druckbelastung auf die Wirbelgelenke und den dorsalen Anteil der Bandscheiben ausgelöst. Der Quadrizeps muss permanent arbeiten, da die Knie vermehrt in der Beugehaltung verharren müssen.⁸⁸

Verstärkte Vorfußbelastung

Das Gesäß verlagert sich in Relation zum Thorax nach hinten und der Oberkörper nach vorne. In diesem Zustand werden die Knie überstreckt und der Kopf ist vor dem Lot.

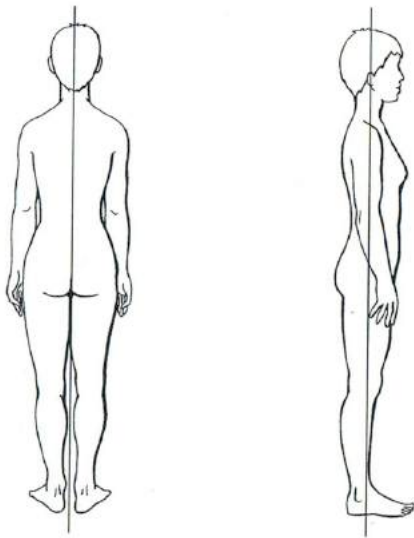
Die Folge dieser Fehlhaltungen, ist eine Überstreckung der Gesäßmuskulatur, im Bereich der Lendenwirbelsäule und im Bereich des Halses.⁸⁹

86 Vgl. Wottke Theorie, Praxis, Didaktik, Die große orthopädische Rückenschule; Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2007, Seite 161.

88 Vgl. Rückenschule Aufbau & Gestaltung eines Verhaltenstrainings für die Wirbelsäulenpatienten, Herausgegeben von Christian G. Neutwig, Jürgen Känner, Carl-Heinz-Ullrich.

89 Vgl. Wottke Theorie, Praxis, Didaktik, Die große orthopädische Rückenschule; Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2007.

Verlauf der Gleichgewichtslinien beim einem aufrechtstehenden Menschen .



90

»Abb.8 Gallertkernverschiebung bei Rückenbelastung (aus: J.Krämer: Bandscheibenschäden. Heyne, München 1992) «⁹¹

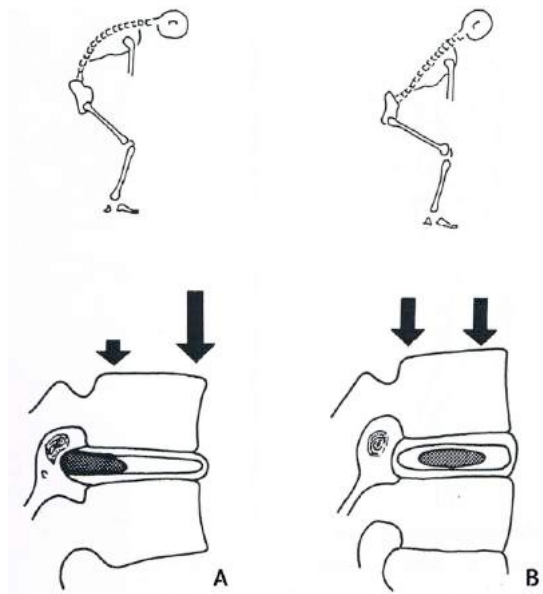
»A Heben mit Rundrücken: Vorderkantenbelastung der Bandscheiben. Der Gallertkern weicht nach hinten aus, wölbt sich vor und drückt auf die Nerven.

B Heben mit geradem Kreuz: Gleichmäßige Belastung der Bandscheiben. Der Gallertkern bleibt in der Mitte.«⁹²

90 Vgl. Rückenschule Aufbau & Gestaltung eines Verhaltenstrainings für die Wirbelsäulenpatienten, Herausgegeben von Christian G. Neutwig, Jürgen Känner, Carl- Heinz- Ullrich, 3. durchgesehene & ergänzende Auflage, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1997.

91 Abb.8: Die Rückenschule, Aufbau und Gestaltung eines Verhaltenstrainings für Wirbelsäulenpatienten, Christian G. Neutwig, Carl – Heinz Ullrich, Enke - Verlag, 1997, Seite 6.

92 Rückenschule Aufbau & Gestaltung eines Verhaltenstrainings für die Wirbelsäulenpatienten, Herausgegeben von Christian G. Neutwig, Jürgen Känner, Carl- Heinz- Ullrich, 3. durchgesehene & ergänzende Auflage, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1997.



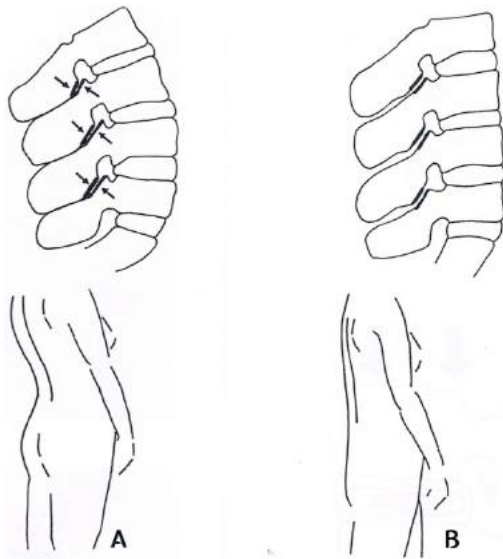
93

Folgen eines Hohlkreuzes

Oftmals besteht die Ursache der Schmerzen im Falle einer Bandscheibenabnützung nicht direkt in den Zwischenwirbelscheiben. Dadurch dass die einzelnen Wirbelabschnitte instabil sind, besteht eine vermehrte Belastung der Wirbelgelenke. Normalerweise, sind diese nur für die Korrektur der Bandscheibenverschiebung verantwortlich und nicht für schwere Beanspruchung gedacht. Als Folge der überdehnten Kapsel der Wirbelgelenke entstehen Beschwerden. Diese können auch bis in die Extremitäten ausstrahlen. Die Hyperlordose muss, egal in welcher Stellung (Stehen, Sitzen, Liegen), ausgeglichen werden. Unabhängig von Be - und Entlastung.⁹⁴

93 Abb.9: Die Rückenschule, Aufbau und Gestaltung eines Verhaltenstrainings für Wirbelsäulenpatienten, Christian G. Neutwig, Carl – Heinz Ullrich, Enke - Verlag, 1997, Seite 6.

94 Vgl. Die Rückenschule, Aufbau und Gestaltung eines Verhaltenstrainings für Wirbelsäulenpatienten, Christian G. Neutwig, Carl – Heinz Ullrich, Enke - Verlag, 1997, Seite 6.



95

Abb.10: Hohlkreuz bedeutet Überlastung der Wirbelgelenke mit Kreuzschmerzen (aus: J.Krämer: Bandscheibenschäden. Heyne, München 1992).

»A Hohlkreuz. Die Wirbelgelenke (Pfeile) werden in einander gestaucht; es entsteht Kreuzschmerz durch Kapselüberdehnung.

B Gerades Kreuz. Die Wirbelgelenke und Zwischenwirbellöcher befinden sich in Normalstellung.«⁹⁶

⁹⁵ Abb.10: Die Rückenschule, Aufbau und Gestaltung eines Verhaltenstrainings für Wirbelsäulenpatienten, Christian G. Neutwig, Carl – Heinz Ullrich, Enke - Verlag, 1997, Seite 8.

⁹⁶ Die Rückenschule, Aufbau und Gestaltung eines Verhaltenstrainings für Wirbelsäulenpatienten, Christian G. Neutwig, Carl – Heinz Ullrich, Enke - Verlag, 1997, Seite 8.

6.4 Das Sitzen

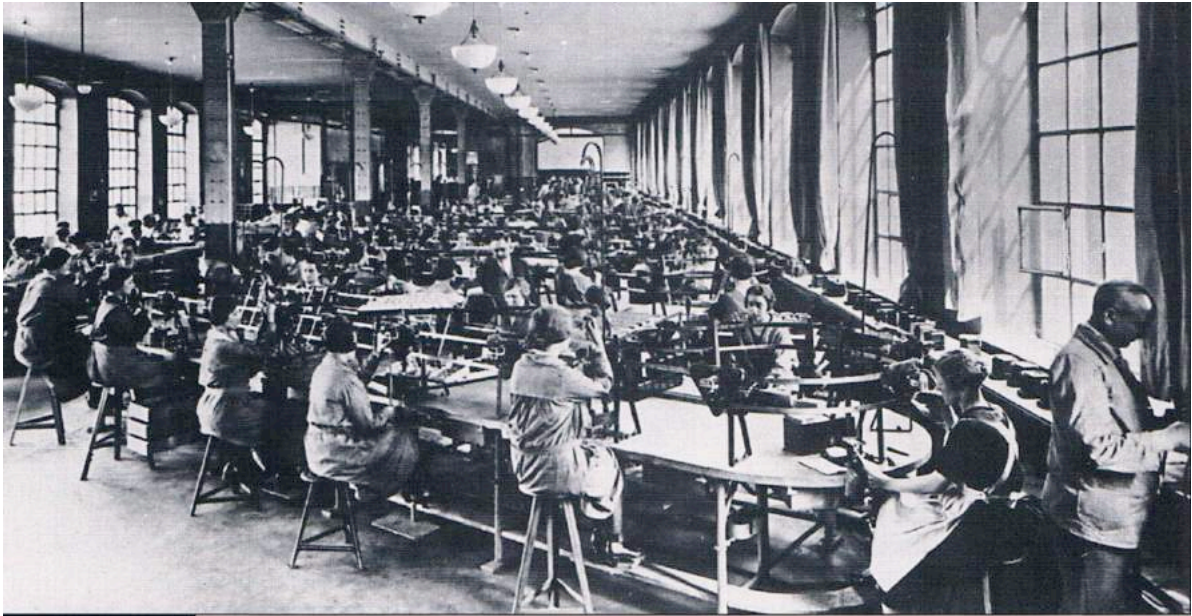
einer der maßgebenden Punkte für die schädigenden Folgen des Sitzens ist.⁹⁸

»Das Sitzen soll das lebendige und ungestüme Kind zähmen. Es soll die Atmung begrenzen, seine Skelettmuskeln chronisch anspannen, vegetative Funktionen beeinträchtigen und seine Wirkung bis hinein in den Knochenbau ausstrahlen. Die Wirbelsäule eines früh gesetzten Kindes entwickelt sich anders als die eines sich bewegenden ungesetzten Kindes. Das gesetzte Kind wächst in die enge Welt des Stuhls hinein, der den wachsenden Kinderleib nach und nach zur Sitzhaltung festigt. Das Sitzen, das den Stoffwechsel des Körpers herabsetzt, soll alle Reizbezirke gut abschirmen, die Lernprozesse stören könnten. Die Beweglichkeit und der Lebenswille der Kinder, die im systematischen Einüben ins Sitzen auf Stühlen befriedet werden, richten sich nach innen und formen Physis und Psyche, die einen inneren Stuhl ausbildet. Der flache Atem und sein Muster, die erhöhte Anspannung der Muskeln und ihre spezifische Beanspruchung sowie der niedrige Energieumsatz bilden den physischen Stuhl; die gebremsten Gefühle, das abstrakte Denken, der gegen die eigene Vitalität gerichtete Wille, das verspätete Reagieren auf Gefühle oder das Ressentiment, die Trauer über die Einbuße an Vitalität, die Färbung der Gefühle sowie die Lust an der Beherrschung der eigenen Körperfunktionen bilden den psychischen Stuhl.«⁹⁷

Aus diesem Zitat geht hervor, dass die dauerhaften Schäden durch das Sitzen, schon zu mittelalterlichen Zeiten in gewisser Weise bekannt waren und zur Unterwerfung des Sitzenden gezielt eingesetzt wurden. Es wurde sehr früh erkannt, dass die sitzende Position eine schlechte Auswirkung auf den kindlichen Organismus hat. Der erste der Orthopädie gewidmete Stuhl wurde von dem Orthopäden F. Staffel entwickelt. Jedoch war zu dieser Zeit der Gedanke der Souveränität in der Sitzhaltung durch den rechten Winkel so stark in Mode, dass die berechtigten medizinischen Überlegungen den ästhetischen Vorstellungen weichen mussten. Das Sitzen im rechten Winkel bewirkt, dass sich im Prozess des Setzens die Bein- und Gesäßmuskulatur anspannen und beinahe um 45 Grad nach hinten drehen. Dadurch entsteht in dieser Position die für das Sitzen bezeichnende Form der Wirbelsäule, die

⁹⁷ Sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas-Verlag, 1997, Seite 25-26.

⁹⁸ Vgl. Sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas-Verlag, 1997, Seite 28-29.



Arbeiterinnen auf dreibeinigen Schemeln Montagesaal für Stromzähler 1933

99

»So liegt das Scheitern der Sitzkulturen im Verfehlen des Sinns und damit des Lebenssinns....Mit dem Sitzen auf Stühlen offenbart der Mensch beachtliche Fertigkeiten, mit den Mitteln der Kultur in den biologischen Prozess einzugreifen....Die weite Verbreitung von Stühlen, und mit ihnen von Tischen, hat dazu geführt, dass nicht der eine für viele festgesetzt wird, sondern dass jeder sich selbst stillsetzt. Der Sitzende erbringt sein Selbstopfer und wächst mit dem Tisch zu einer selbstorganisierten Einheit zusammen.«¹⁰⁰

Ein massiver Tiefschlag für die menschliche Gesundheit war die Industrialisierung. Bereits im 17. Jahrhundert konnte von Bernardo Ramazzini festgestellt werden, dass die Arbeiter welche vorwiegend sitzende Tätigkeiten hatten, unter Krankheiten durch Bewegungsmangel an der frischen Luft und durch eine andauernde ungünstige Körperhaltung litten.

99 Abb.11: Sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 96.

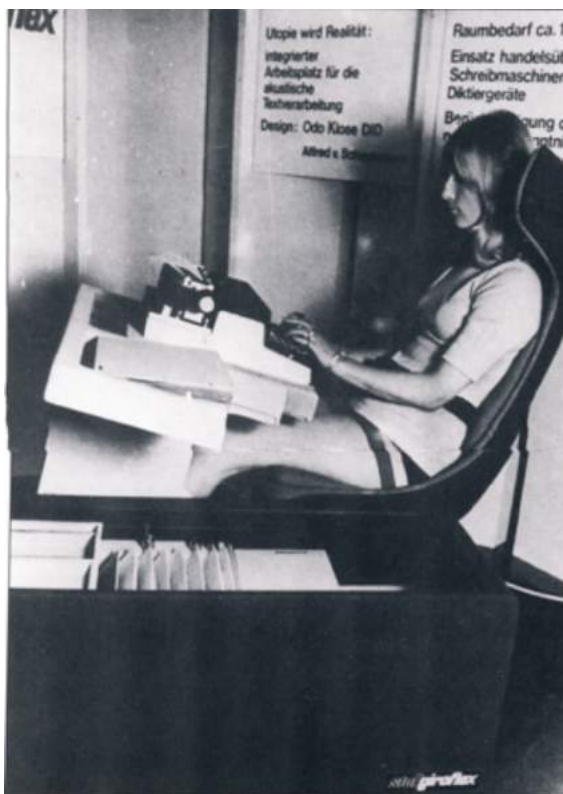
100 Sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 34-35.

Die Sitzkultur wurde mit der von Taylor entwickelten wissenschaftlichen Theorie der Betriebsführung zur Spitze getrieben. Ziel dieser Wissenschaft war die maximale Bewegungseinsparung durch andauernd erzwungenes Sitzen, die in weiterer Folge der arbeitenden Person das Denken ersparen, und dadurch auch jede Bewegung standardisieren sollte. Diese Maßnahmen wurden gesetzt um einen Menschen der maschinenähnlich funktionieren sollte zu formen. Das berühmteste Beispiel für Bewegungsarmut im erfolgreichen Arbeitsprozess wurde mit dem integrierten Arbeitsplatz erreicht. Dabei sollte die Steigerung der Leistung und der Schutz vor Ermüdung besser gegeben sein.

In den 1920 Jahren wird die Möglichkeit des Stehens und abwechselnden Sitzens mehr in Betracht gezogen.¹⁰¹ Leider scheitert die Entwicklung, welche als Grundlage physiologische Bedürfnisse des Menschen hat, an den Idealen der Leistungssteigerung durch sitzende Unbeweglichkeit und Konzentration.

101 Vgl. Sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 96.

102103



Integrierter Arbeitsplatz für akustische Textverarbeitung



Arbeiterin auf Stehhilfe

102 Abb.12: sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 99.

103 Abb.13: sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 99.

6.5 Die Sitzhaltung

»Doch er saß da, und sitzend saß er und saß irgendwie so sitzend, hatte sich derart in dieses Sitzen eingewöhnt, war so absolut in dem Sitzen, dass das Sitzen, obwohl vollendet dumm, zugleich dennoch überwältigend war.«
(Witold Gombrowitz)¹⁰⁴

Wenn der Mensch steht wird die gesamte Körperlast auf die Füße übertragen. Es wird die Last des Kopfes, des Oberkörpers und der Arme auf die Hüfte und dann auf die Beine und letztendlich auf die Füße übertragen. Im Gegenzug dazu wird im Sitzen das Gewicht des Kopfes, des Oberkörpers und der Arme auf das Becken übertragen ohne dass die Beine oder Füße irgendeiner Belastung ausgesetzt werden. Im Akt des Sitzens lagert der Körper auf den Sitzbeinhöckern auf und die Oberschenkel müssen das Gewicht des Oberkörpers ausbalancieren. Um das Gewicht des

Körpers auszugleichen und den Menschen zu stützen muss die Wirbelsäule im Stehen die S-Form annehmen. In dieser Position weist sie vier charakteristische Krümmungen auf. Zum ersten die Halslordose, dann die Brustkyphose, die Lendenlordose und zum Schluss die Sakralkyphose. Wenn sich nun der Mensch in die Sitzende Position begibt wird das Becken um 40-50 Grad gekippt und die Lendenlordose verändert sich in eine Kyphose.¹⁰⁵

Von diesen drei Teilen wird die Wirbelsäule wie auch andere Bereiche des Bewegungsapparates stabilisiert:

1. Über die Gelenke, 2. die Muskulatur und 3. die Bänder. Der einzige Bereich über den der Mensch Kontrolle hat und damit die Haltung beeinflussen kann, ist die Muskulatur. Das Skelett besteht in der Wirbelsäulenzonen aus 24 Wirbelkörpern, die auf den Bandscheiben dazwischen lagern. Obwohl die Bandscheiben die größten Bausteine¹⁰⁶

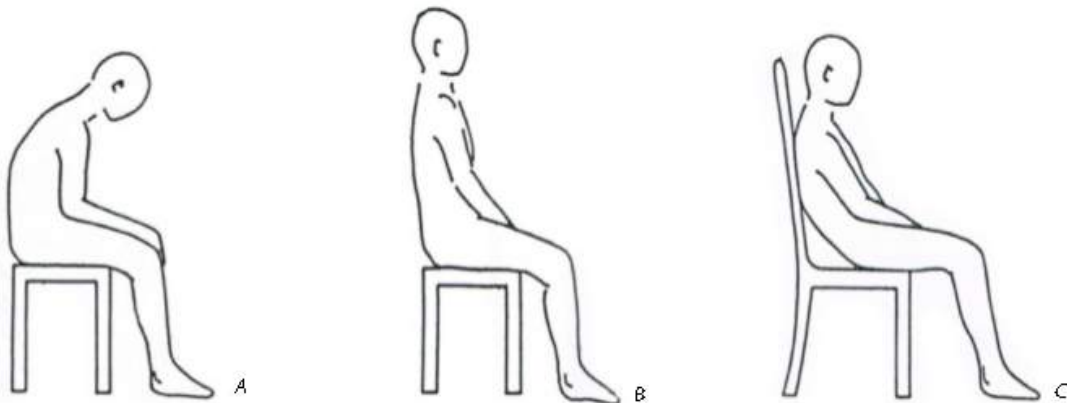


Abb.: Vordere, mittlere und hintere Sitzhaltung.

A Vordere Sitzhaltung: Kopf und Oberkörper vorn, Bandscheibenbelastungsdruck 180 kg.

B Mittlere Sitzhaltung: Kopf und Oberkörper über der Sitzfläche, Bandscheibenbelastungsdruck 150 kg.

C Hintere Sitzhaltung: Kopf und Oberkörper hinten, Bandscheibenbelastungsdruck 130 kg.

¹⁰⁴ Sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas-Verlag, 1997, Seite 50.

¹⁰⁵ Vgl. Sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas-Verlag, 1997, Seite 108.

¹⁰⁶ Abb.14: Die Rückenschule, Aufbau und Gestaltung eines Verhaltenstrainings für Wirbelsäulenpatienten, Christian G. Neutwig, Carl – Heinz Ullrich, Enke – Verlag, 1997, Seite 12.

des Körpers sind, haben sie keine Blutversorgung.

¹⁰⁷Sie setzen sich aus einem Faserring, der einen Gallertkern fest umfasst zusammen.¹⁰⁸

Zu beachten ist folgender Punkt:

»Die hintere Sitzhaltung wird zu einer »gesunden« Einstellung des Lenden- Becken- Bein- Winkels, wenn die physiologische Wirbelsäulenkrümmung erhalten bleibt. Dieser Winkel sollte je nach Beinabduktion in der Größenordnung von etwa 120° liegen. Um diese zu erreichen, stellt man die Füße zweckmäßigerweise auf einen kleinen Hocker. Dadurch gelangen die Knie über das Hüftgelenkniveau (»knees higher than hips«)¹⁰⁹

Tipp →

»Die hintere Sitzhaltung ist dann wirbelsäulenfreundlich, wenn folgende Punkte beachtet werden:

- Lendenwirbelsäule mit einem Kissen unterlagern.

→ Eine Dorsalkippung des Beckens wird mechanisch verhindert.

- Kopf auf einer Nackenstütze ablegen.

→ Die Halswirbelsäule wird entlastet.

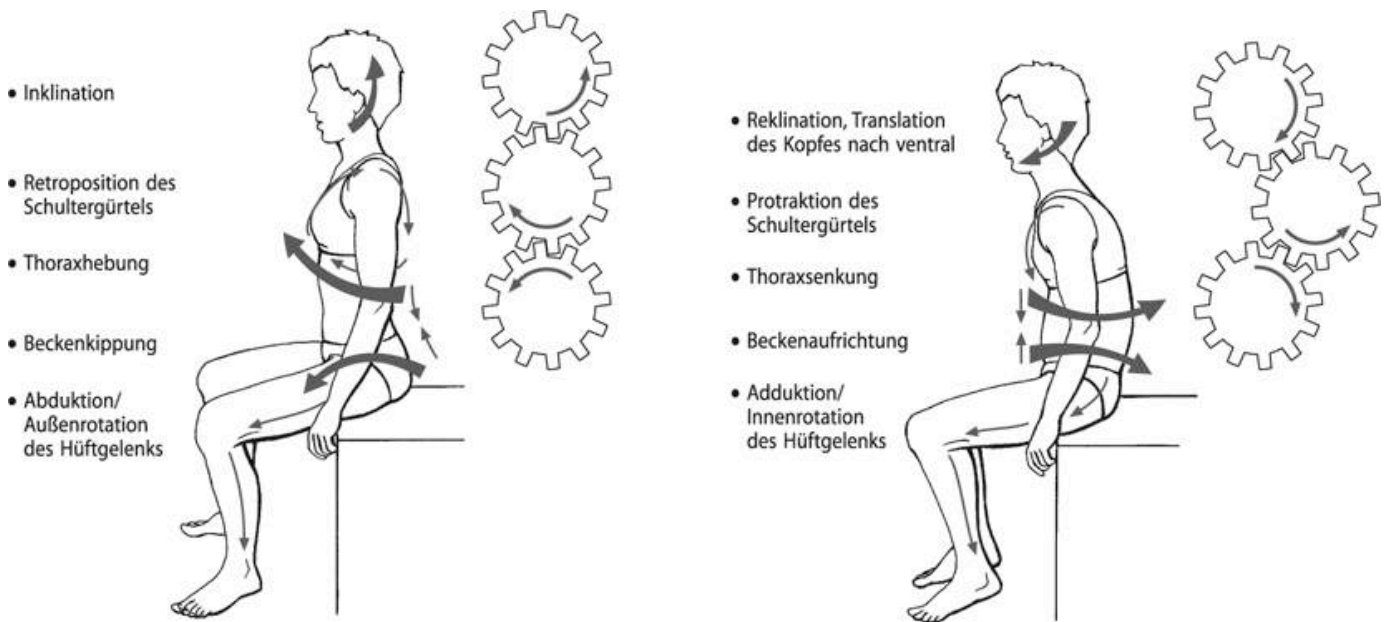
- Oberkörper um ca. 45° zurückneigen.

→ Wirbelsäule, Bänder und Muskeln werden optimal entlastet.«¹¹⁰

¹⁰⁸ Vgl. sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 109.

¹⁰⁹ Vgl. Wottke Theorie, Praxis, Didaktik, Die große orthopädische Rückenschule; Springer- Verlag, Berlin Heidelberg 2007, Seite 161.

¹¹⁰ Vgl. Wottke Theorie, Praxis, Didaktik, Die große orthopädische Rückenschule; Springer- Verlag, Berlin Heidelberg 2007, Seite 161.



111

»Laut »Brügger« kann der Körper in drei Bereiche unterteilt werden.

Zum Einen der Nacken

Zum Zweiten der Brustkorb

Und zum Dritten das Becken«¹¹²

Die Zahnräder greifen ineinander und bei der richtigen Ausrichtung dreht sich das Becken und der darüber verzahnte Abschnitt, der Brustkorb, hebt sich und dadurch wird der Nacken gestreckt.

Das Resultat ist daher, dass für die richtige Einstellung des Beckens die aufrechte Sitzhaltung Voraussetzung ist.¹¹³

Schon im Sitzen erzeugt das Eigengewicht des Torso im Bereich der unteren Bandscheiben ca. 4,5 Bar. (ca. doppelt soviel wie in einem Autoreifen) Wird ein Gewicht mit vorgebeugtem Oberkörper gehoben, hat dieser ein Eigengewicht von 20 Kilogramm. Es steigt der Druck auf den Bandscheiben lastet auf 23 Bar an. Die Hebelwirkung übt in diesem Moment eine Last auf die Bandscheiben aus, die einem Gewicht von 300 Kilogramm gleicht.¹¹⁴

111

Abb.15:

https://www.google.at/search?q=zahnradmodell+dr.+br%C3%BCgger&espv=2&biw=1255&bih=625&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwil9sqckuvJAhVLVhQKHU1_DqIQ_AUIBygC#imgrc=TatvfPPJvnBubM%3A, (stand: 20.12.2015).

112 Wottke Theorie, Praxis, Didaktik, Die große orthopädische Rückenschule; Springer- Verlag, Berlin Heidelberg 2007, Seite 161.

113 Vgl. Rückenschule Aufbau & Gestaltung eines Verhaltenstrainings für die Wirbelsäulenpatienten, Herausgegeben von Christian G. Neutwig, Jürgen Känner, Carl- Heinz- Ullrich, 3. durchgesehene & ergänzende Auflage, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1997.

114 Vgl. Betram Weiß und Sebastian Witte, Anatomie Wirbelsäule, Seite 31, GeoWissen, Gesundheit 2015,

ACHTUNG

Trotz optimaler Belastungsverteilung während dem Sitzen, kann eine Höhenverminderung der Zwischenwirbelabschnitte mit daraus entstehendem Druck und Schmerz, besonders der Gelenkfacetten, nicht ausgeschlossen werden.¹¹⁵

Bewegung gilt als das einzige effektive Mittel.

Je mehr das Becken des Menschen nach hinten gekippt ist, desto abgerundeter ist der Zustand in dem sich die Wirbelsäule befindet. Interessanter Weise wird dieser Zustand als bequem empfunden obwohl die Muskeltätigkeit der beckenstabilisierenden Muskulatur brachgelegt ist

Während dieser Sitzposition verkümmert die Gesäßmuskulatur, der Antagonist, also der Gegenspieler der inneren Hüftmuskulatur verkürzt sich durch die verstärkte Kyphose der Lendenwirbelsäule und Annäherung von Ursprung und Ansatz des Muskels aneinander, die ischiokruralen Muskeln verkürzen sich ebenfalls durch Annäherung von Ursprung und Ansatz des Muskels. Phasische Muskeln (wie Bauch- und Gesäßmuskulatur) neigen zu Muskelschwund, die aufrechterhaltende innere Beckenmuskulatur neigt zur Verkürzung. Für das korrekte Stehen ist eine muskuläre Balance des Beckens nötig, die beim Sitzen gefährdet wird. Fehlfunktionen, Fehlhaltungen und Beschwerden entstehen daher oftmals durch die Dysbalance der Muskulatur. Als Basis der Wirbelsäule muss das Becken absolut stabil sein. Die Beckenstabilisierung ist für körperliche Arbeit unerlässlich. Bei Arbeitsschritten wie beim Heben, beim Tragen oder Bücken übernehmen Hüft-, Knie – und Sprunggelenke die bewegliche Funktion, während das Muskelkor-

115 Vgl. Rückenschule Aufbau & Gestaltung eines Verhaltenstrainings für die Wirbelsäulenpatienten, Herausgegeben von Christian G. Neutwig, Jürgen Känner, Carl- Heinz- Ullrich, 3. durchgesehene & ergänzende Auflage, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1997.

sett, welches sich aus Rumpf und Becken zusammensetzt, stabilisiert.¹¹⁶

Die effektivste Methode die rumpfstabilisierende und die Extremitätenmuskulatur zu stärken, ist durch Dehn- und Kräftigungsübungen. Die Aufgabe ist es daher die Balance des Beckens im Stehen so wie im Sitzen zu beachten. Daher ist das dynamische Sitzen in Zukunft vermehrt im Auge zu behalten.¹¹⁷

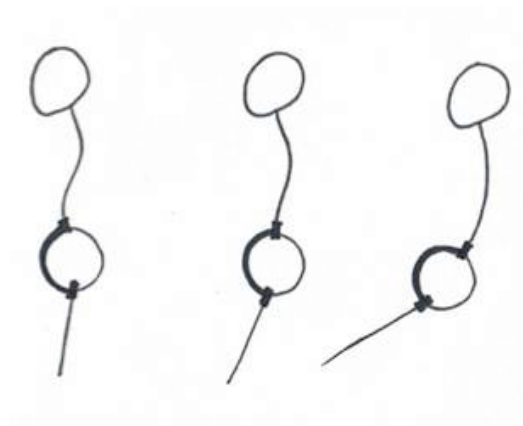
ACHTUNG

Langanhaltende Positionen vermeiden, besonders in Wirbelsäulenstellungen, die gegen die ursprüngliche Physiologie sind. Gesundes Sitzen bedeutet daher dynamisch zu sitzen.¹¹⁸

116Vgl. Wottke Theorie, Praxis, Didaktik, Die große orthopädische Rückenschule; Springer- Verlag, Berlin Heidelberg 2007, Seite 121.

117 Vgl. Rückenschule Aufbau & Gestaltung eines Verhaltenstrainings für die Wirbelsäulenpatienten, Herausgegeben von Christian G. Neutwig, Jürgen Känner, Carl- Heinz- Ullrich, 3. durchgesehene & ergänzende Auflage, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1997.

118 Vgl. Wottke Theorie, Praxis, Didaktik, Die große orthopädische Rückenschule; Springer- Verlag, Berlin Heidelberg 2007, Seite 121.



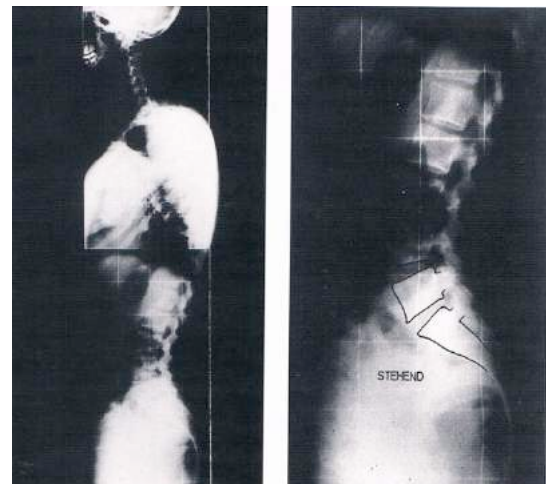
- a) b) c)
- »Beeinflussung der Halswirbelsäulenkrümmung durch Hüftbewegung.
- a) Hüftstreckung führt zur Ausbiegung der Lendenwirbelsäule nach vorn (Lordose)
- b) Entspannte Mittelstellung
- c) Hüftbeugung führt zur Ausbiegung der Lendenwirbelsäule nach hinten (Kyphose)«

»Bild 1: Seitliche Röntgenaufnahmen eines stehenden Menschen mit den typischen Wirbelsäulenkrümmungen

Bild 2: Die Lendenwirbelsäulenlordose im stehenden Menschen ist durch die leichte Keilform der Bandscheiben charakterisiert«

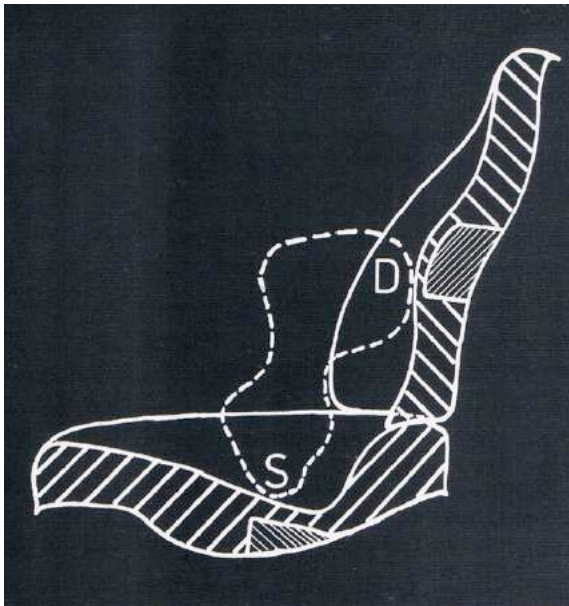
119

120



119 Aus: J. Krämer: Bandscheibenschäden. Heyne, München 1992, Seite 100.

120 Abb.16: Hajo Eickhof, sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft, Anabas- Verlag, 1997, Seite 110.



121

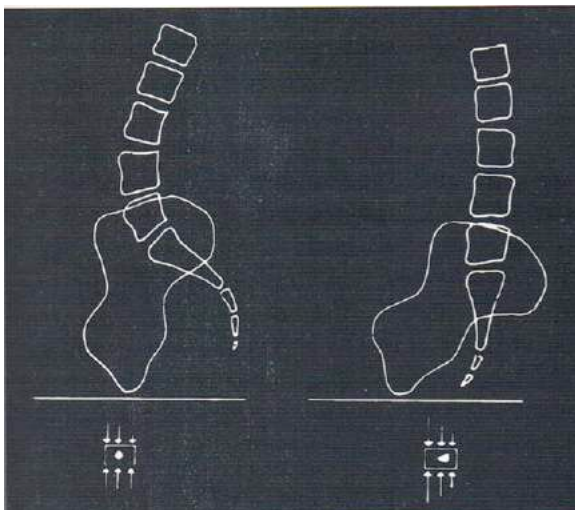
Ursprünglich ist die Wirbelsäule totalkyphotisch. Von der Beweglichkeit in der Zeit des Vorschulalters geht sie in die Sitzzeit des Schulaltages über. Die Wirbelsäule die dafür gedacht ist sich dynamisch zu verhalten und nur durch Bewegung und Belastungswechsel richtig gepflegt wird, wird durch übermäßiges Sitzen starr. Besonders die Bandscheiben leiden unter diesem Lebenswandel. Sie sind es, welche die Bewegung für ihren Stoffwechsel brauchen. Nur durch die Wechselbelastung kann die Bandscheibe sich im Ruhezustand, wieder mit Nährstoffen und Flüssigkeit anreichern.¹²⁴

Was unter dynamisches Sitzen zu verstehen ist:

- Es ist wichtig, dass die Wirbelsäule um eine gerade Linie herum zu bewegen ist und wieder in diese zurückzukehren kann.
- Weiter ist es wichtig viele kurze Bewegungspausen einzulegen.¹²⁵

ACHTUNG

Zur Unterstützung dient eine Sitzfläche, die nach vorne abschüssig ist und sich dabei der physiologische Beckenstellung anpasst.¹²⁶



122

123

„»Bequeme« Sitzhaltung. Das Becken ist rückgedreht, die Wirbelsäule kyphosiert.“

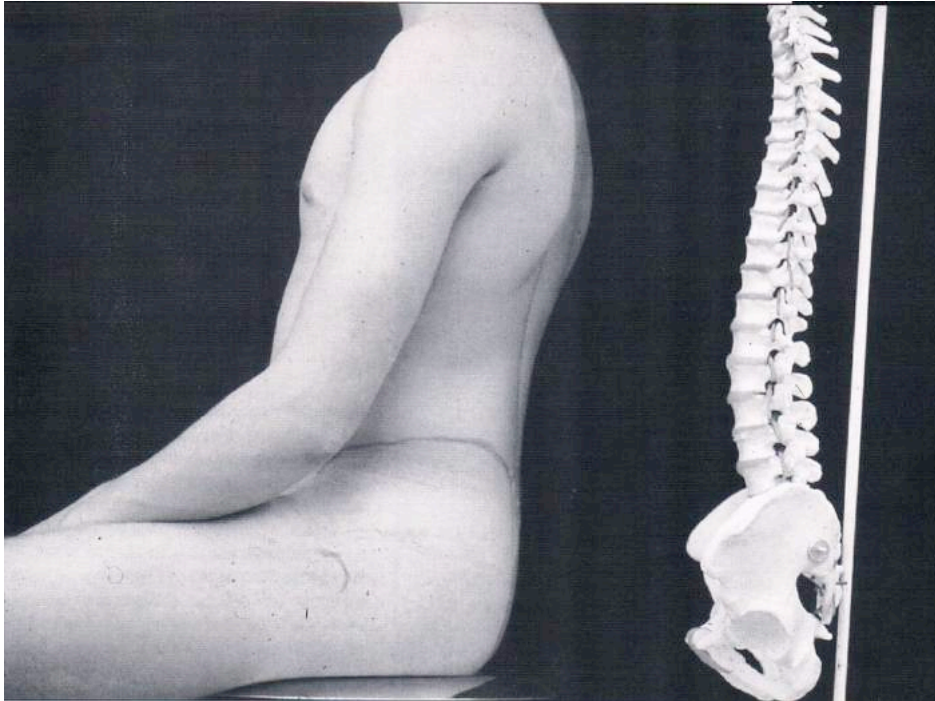
¹²³ Rückenschule Aufbau & Gestaltung eines Verhaltenstrainings für die Wirbelsäulenpatienten, Herausgegeben von Christian G. Neutwig, Jürgen Känner, Carl- Heinz- Ullrich, 3. durchgesehene & ergänzende Auflage, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1997.

¹²⁴ Vgl. sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 110

¹²¹ Abb.17: sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 110.

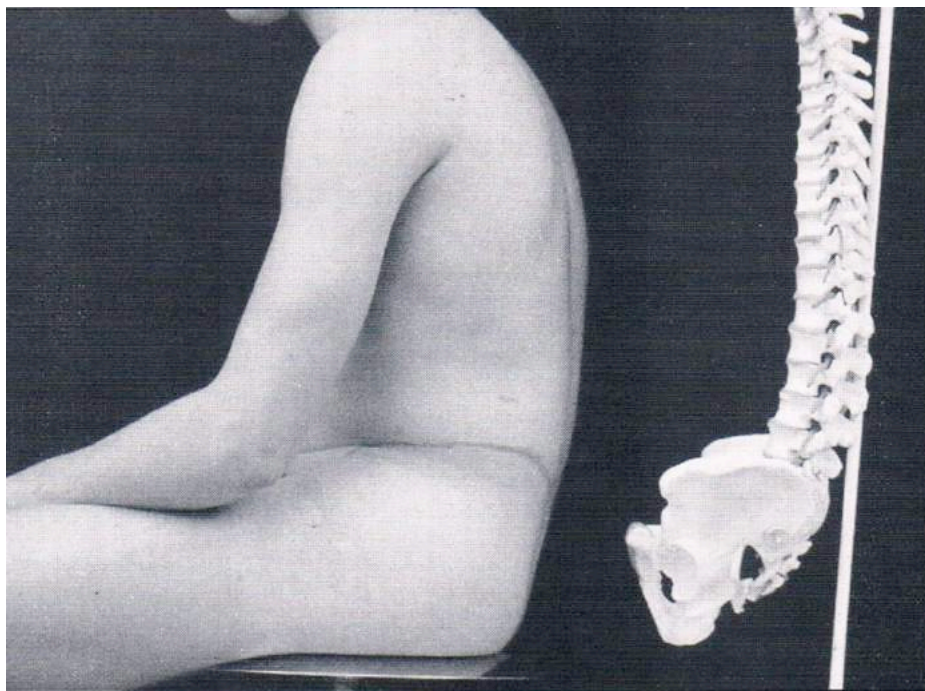
¹²² Abb.18: sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 110.

¹²⁵ Vgl. Rückenschule Aufbau & Gestaltung eines Verhaltenstrainings für die Wirbelsäulenpatienten, Herausgegeben von Christian G. Neutwig, Jürgen Känner, Carl- Heinz- Ullrich, 3. durchgesehene & ergänzende Auflage, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1997.



Druckverteilung in den Bandscheiben im Stehen und Sitzen

127



128

Aufrechte Wirbelsäule mit Lordose der Lendenwirbelsäule

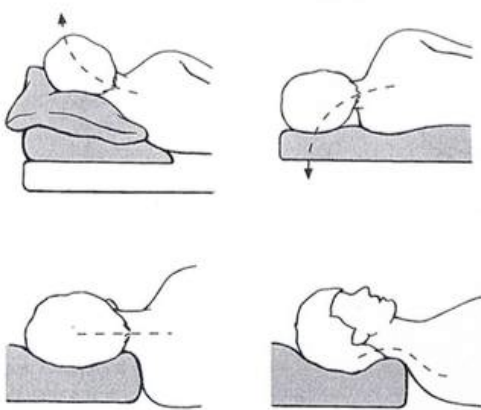
126 Vgl. Wottke Theorie, Praxis, Didaktik, Die große orthopädische Rückenschule; Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2007, Seite 161.

127 Abb.19: Sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas-Verlag, 1997, Seite 111.

128 Abb.20: Sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas-Verlag, 1997, Seite 111.

6.6 Richtig Liegen

Im Liegen ist der Anspruch an die Gleichgewichtsfähigkeiten des Menschen sehr gering. Besonders gering ist ¹²⁹die Aktivität der Muskulatur in der Rückenlage im Vergleich zu der aufrechten Sitzposition. ¹³⁰In der Rückenlage können sich unter Umständen Defizite in der Muskulatur bemerkbar machen.



131

Man sollte darauf achten, sich wirbelsäulenschonend ins Bett zu begeben und auch während des Schlafes eine entlastende Position einzunehmen.

In der horizontalen Position ist, wie beim Stehen und Sitzen darauf zu achten, die Wirbelsäule zu schonen. Die Unterlage muss daher flexibel sein und sich so anpassen, dass sie beim Becken und Schultergürtel und in Rückenlage beim Hinterkopf, so wie dem Schulterbereich und dem Gesäß nachgibt. Um die Halslordose zu unterstützen,

¹²⁹ Vgl. Wottke Theorie, Praxis, Didaktik, Die große orthopädische Rückenschule; Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2007, Seite 161.

131 Abb.21: Die große Rückenschule, Theorie, Praxis, Didaktik, Dietmar Wottke, Springer-Verlag, Heidelberg, 2004, Seite 130.

sollte ein Kissen unter dem Nacken platziert werden. Durch Messungen wurde festgestellt, dass der Druck in den Bandscheiben, dann am geringsten ist, wenn die Knie angewinkelt und das Hüftgelenk gebeugt ist. Es empfiehlt sich daher diese Position während des Schlafes einzunehmen.



132

Es wäre wichtig für die Gesundheit der Wirbelsäule, diese auch während des Tages durch die Einnahme schonende Stellungen zu entlasten.

Die Bauchlage

Patienten, die an einem Facettensyndrom leiden, sollten die Bauchlage möglichst vermeiden, da diese zu starken Schmerzen führen kann. Selbst bei harter Unterlage bildet sich gezwungenermaßen ein Hohlkreuz. Diese Lagerung ist für die Halswirbelsäule und deren Blutversorgung nicht zuträglich. Es ist durch die Bauchlage, bei Menschen mit einer verkürzten Hüftbeugemuskulatur mit einem verstärkten Hohlkreuz zu rechnen. Sollte es also eine Gewohnheit des Patienten sein, sich so beim Schlafen zu lagern, empfiehlt es sich zumindest ein festes Kissen in der Magenregion zu platzieren, um den Rücken zu stützen. Die Probleme des am Bauchliegens beziehen sich aber nicht nur auf die Nacht und den Schlaf sondern auch auf das Liegen am Strand in der Sonne. Daher eignet sich die Bauchlagerung nicht zur Regeneration. ¹³³

¹³² Abb.22 Die große Rückenschule, Theorie, Praxis, Didaktik, Dietmar Wottke, Springer-Verlag, Heidelberg, 2004, Seite 130.

¹³³ Vgl. Die große Rückenschule, Theorie, Praxis, Didaktik, Dietmar Wottke, Springer-Verlag, Heidelberg, 2004, Seite 129 – 130.

7 Warum Liegen und nicht Sitzen?

Im Stehen befinden sich die Bandscheiben unter einer Kompressionsbelastung. Dieser kann durch das Liegen entgangen werden. Die Bandscheiben können sich in der horizontalen Lagerung wieder mit Flüssigkeit vollsaugen und regenerieren. Der dynamische Wechsel der Belastung durch verschiedene Positionen, der Wirbelsäule ist nötig, um ihre Mobilität und Regenerierung zu gewährleisten.

Falsch Sitzen

Die total kyphotische Sitzhaltung ist nur scheinbar bequem. Es wird in dieser Haltung der Atemraum eingeengt, das Gewicht der Organe zieht an der Vorderseite des Rückens und die Zone zwischen oberem Rücken und Nacken ist andauernd unter Zug. Für kurze Zeit in dieser Position zu verharren ist sicherlich kein Problem, aber auf Dauer verkürzen sich erfahrungsgemäß die Schichten an der Rückseite der Beine. Dadurch ist es oftmals dem Betroffenen nicht mehr möglich das Becken nach vorne kippen zu lassen und jeglicher Versuch wirklich aufrecht zu sitzen scheitert.¹³⁴

Befindet sich das Becken in der horizontalen Position so bildet der obere Rand des Schambeins und die Spitze des Steißbeins eine horizontale Linie.

Heutzutage ist es kein Geheimnis mehr, dass dieses »Idealbecken« nicht sehr vorteilhaft für den Körper ist, da der Bereich der Lendenwirbel-

säule seine federnde Krümmung verliert. Die verheerende Auswirkung ist daher, dass zwischen dem letzten Lendenwirbel und dem Kreuzbein ein verhängnisvoller Knick entsteht, der die unteren Bandscheiben unter Druck bringt. Daher ist der Flachrücken auch keine bessere Option, so wie das so genannte Hohlkreuz.

¹³⁵

Das Sitzen in unserer „modernen“ Gesellschaft

Die Entwicklung der Körperstruktur ist von vielen Faktoren abhängig. Zum Einen dem Einfluss der physikalischen Kräfte, wie der Schwerkraft, sowie den Punkten des kulturellen Kontextes, den Alltagsaktivitäten, sozialen Normen, individuellen seelischen Zuständen, oder auch Absichten und Sehnsüchten. Man könnte daher sagen, die Körperstruktur vom individuellen und sozialhistorischen Kontext geprägt ist. Dieser Kontext hat sich in den Jahren verändert. Man kann diese Veränderungen auch im rein mechanischen Bereich beobachten wie zum Beispiel dem Stuhlmaß, das von den Innenarchitekten seit dem Jahr 1904 nicht mehr angepasst wurde. Das hat zur Folge, dass die konstant an Körpergröße zunehmende Menschheit aus diesem Sitzmöbelverhältnis herausgewachsen ist. Daher sind die Stühle besonders für junge Menschen zu niedrig. Das Hüftgelenk befindet sich beim Sitzen unter dem Knieniveau und damit kippt das Becken bei der kleinsten Entspannung automatisch nach hinten. Zu allem Überfluss kommt, dass sich die Gesellschaft in den bewegungsarmen Alltag entwickelt hat und das Sitzen vor den Bildschirmen eines Fernsehers oder eines Computers zur Hauptbeschäftigung geworden ist.

Deshalb wäre die Aktivierung des hinter den Organen verlaufenden Psoasamuskels, der die Lendenwirbelsäule mit der Innenseite der Ober-

¹³⁴ Vgl. Peter Schwind, Alles im Lot, Eine Einführung in die Rolfingmethode; Irisiana- Verlag, 2001, Seite 70.

¹³⁵ Vgl. Peter Schwind, Alles im Lot, Eine Einführung in die Rolfingmethode; Irisiana- Verlag, 2001, Seite 71.

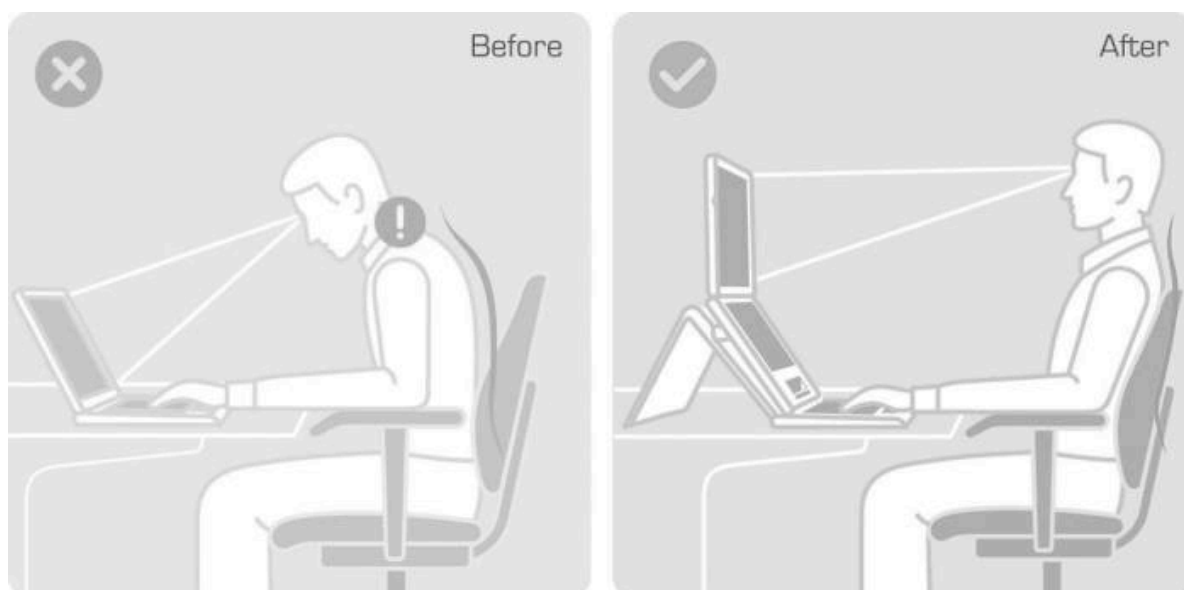
schenkelknochen verbindet, besonders wichtig. Der Psoas spielt beim Gehen eine äußerst wichtige Rolle. Da jedoch das Barfußgehen in der heutigen Gesellschaft nicht mehr üblich ist und damit der aktive Gebrauch unserer Zehen fast verkümmert, wird dieser Muskel nicht mehr in adäquater Weise beansprucht. Das hat zur Folge, dass das Becken dazu tendiert in sich zusammenzusacken und die Organe dadurch gefährlicher nach unten zu rutschen.

Dieses Krankheitsbild wie Gebärmuttersenkung oder das Abrutschen der Niere, kann sich nachteilig auf die ganze Konstruktion auswirken.¹³⁶

Laut Ida Rolf sagt man, das um eine stabile Sitzhaltung zu finden und dauerhaft halten zu können elastische, aber nicht überelastische Bänder im Becken benötigt werden.¹³⁷

¹³⁶ Vgl. Peter Schwind, Alles im Lot, Eine Einführung in die Rolfingmethode; Irisiana-Verlag, 2001, Seite 72.

¹³⁷ Vgl. Peter Schwind, Alles im Lot, Eine Einführung in die Rolfingmethode; Irisiana-Verlag, 2001, Seite 76.



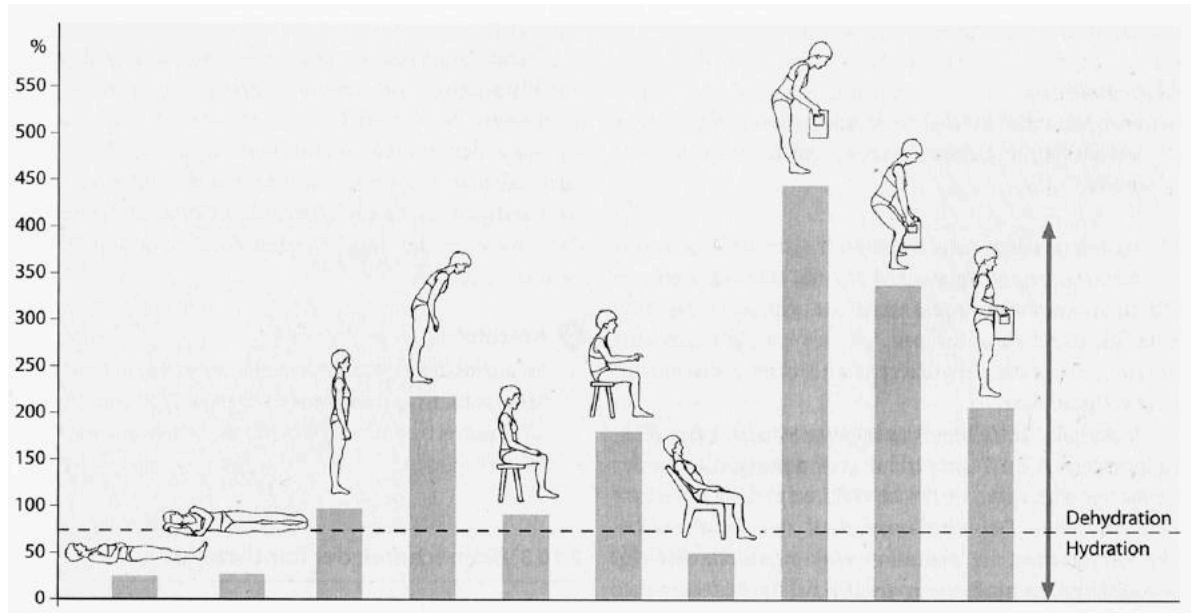
138

Die richtige Arbeitsstation

Idealerweise sollte die Rückenlehne bis in den Bereich der Schulterblätter das bedeutet ca. $\frac{1}{2}$ m über Sitzhöhe reichen. Es ist Voraussetzung, um den Stuhl unterstützend für die Wirbelsäule zu gestalten, dass der Lendenbereich mit einem Lendenbausch verstärkt und die Sitzfläche geneigt wird. Wenn der Schreibtisch es ermöglicht, dass die Arme in einem 90° Grad Winkel locker auf der Tischplatte aufliegen können, dann spricht man von anatomischen Sitzgegebenheiten.¹³⁹

¹³⁸ Abb.23:https://www.google.at/search?q=Ergonomie-am-Arbeitsplatz-mit-Laptop-falsche-Ko%CC%88rperhaltung.jpeg&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjy_W97ezJAhWBHRQKHUOWBhAQ_AUI-BygB&biw=1255&bih=625#imgrc=6qfm4al70gx2MM%3A (stand:: 20.12.2015).

¹³⁹ Vgl. Dietmar Wottke, Die große orthopädische Rückenschule, Springer – Verlag, Berlin – Heidelberg, 2004, Seite 123.

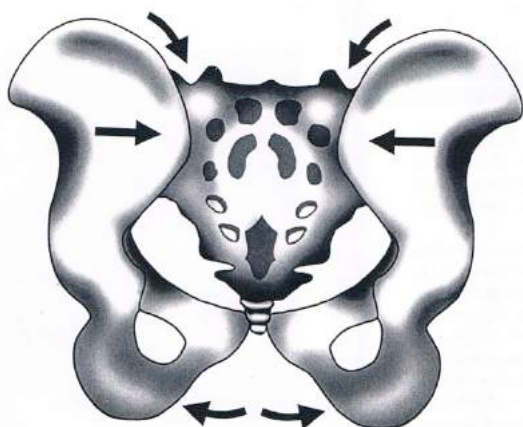


140

»Belastungsdruck der Lendenbandscheiben in den verschiedenen Körperpositionen und Flüssigkeitsverschiebungen an der Bandscheibengrenze. Bei Entlastung (im Liegen) und niedrigem Belastungsdruck saugt sich die Bandscheibe voll, bei hoher Belastung (Stehen, Sitzen, Bücken) wird sie wie ein Schwamm ausgepresst.«¹⁴¹

¹⁴⁰ Abb.24: Die Rückenschule, Aufbau und Gestaltung eines Verhaltenstrainings für Wirbelsäulenpatienten, Christian G. Neutwig, Carl – Heinz Ullrich, Enke - Verlag, 1997, Seite 45.

¹⁴¹Die Rückenschule, Aufbau und Gestaltung eines Verhaltenstrainings für Wirbelsäulenpatienten, Christian G. Neutwig, Carl – Heinz Ullrich, Enke - Verlag, 1997, Seite 45.

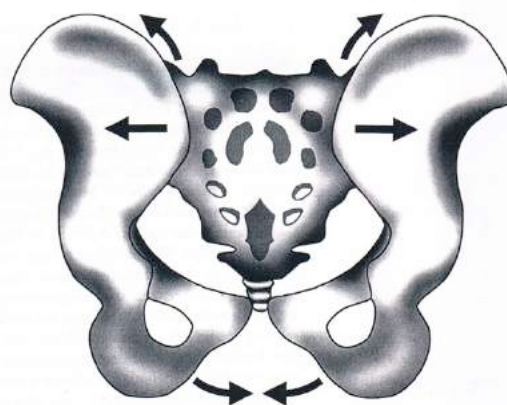


142

Abb.24: Die Knochenstruktur des Beckens im Sitzen. Ansicht von hinten. Sobald wir uns hinsetzen, treten in den Beckengelenken charakteristische Bewegungen auf: Die Sitzhöcker weichen knapp über einen Zentimeter auseinander, die Oberkante des Kreuzbeins geht etwas nach vorne und der Beckenboden weitet sich. Gleichzeitig schließen sich die Gelenke am oberen Beckenrand etwas mehr. Damit tritt eine Entlastung der unteren Rückenwirbel ein. Beim Sitzen kann damit das Körpergewicht über die Hüften abgeleitet werden. Dieses Spiel der Gelenke kommt durch ein Zusammenwirken von Muskelaktivität und Elastizität der Bänder zustande. Wenn dieses Zusammenspiel gestört ist, wenn einzelne Muskeln zu Daueranspannung neigen, oder wenn das Wechselspiel der Bänder durcheinander gerät, kommt es zu Schmerzen beim Sitzen, weil das Gewicht des Oberkörpers zu stark auf dem Rücken ruht.¹⁴³

¹⁴² Abb.25: Peter Schwind, Alles im Lot, Eine Einführung in die Rolfingmethode; Irisiana- Verlag, 2001, Seite 78.

¹⁴³ Peter Schwind, Alles im Lot, Eine Einführung in die Rolfingmethode; Irisiana- Verlag, 2001, Seite 78.



144

Abb.25: Die Knochenstruktur des Beckens im Stehen. Ansicht von hinten. Im Stehen kommen die Sitzhöcker näher zusammen, während sich die Gelenkfugen am oberen Beckenrand etwas mehr öffnen. Die Oberkante des Kreuzbeins wandert gleichzeitig mehr zurück. Ist dieser Mechanismus gestört, treten häufig Kreuzschmerzen bei längerem Stehen oder auch Gehen auf. Die Störung der Gelenkfunktion kann ganz unterschiedliche Ursachen haben. Wir müssen uns darüber im Klaren sein, dass die Bandstrukturen nicht nur Knochen zusammenhalten, sondern den Muskeln Orientierung geben. Und es gibt auch Kräfte, die von vorne wirken: Die Beckenorgane wie Gebärmutter und Prostata verfügen jeweils über Bandaufhängungen, die ihrerseits Kräfte auf die Knochen übertragen. Für die Praxis der Rolfing-Methode ist anatomisches Detailwissen sehr wichtig. Aber die Summe der Details gibt wenig Auskunft über die zugrunde liegenden Prinzipien der inneren Form.

145

¹⁴⁴ Abb.26: Peter Schwind, Alles im Lot, Eine Einführung in die Rolfingmethode; Irisiana- Verlag, 2001, Seite 79.

¹⁴⁵ Peter Schwind, Alles im Lot, Eine Einführung in die Rolfingmethode; Irisiana- Verlag, 2001, Seite 79.

8 Konzept & Design

8.1 Design Einleitung

»Das Gefühl der Sitzfläche eines Stuhles, die mit seinem sich niederlassenden Hintern schließlich zusammentraf, war so herrlich, dass er sich sofort wieder erhob und sich von neuem hinsetzte, ganz langsam und mit äußerster Konzentration.« (Samuel Beckett)¹⁴⁶

Alle Krankheitsbilder, sei es durch Alterserscheinungen, degenerative Probleme, durch Muskelverspannungen oder operative Eingriffe, haben eine Gemeinsamkeit.

Zur Schmerzlinderung, Entlastung und Dehnung des Körpers und schlussendlich auch der Wirbelsäule muss immer, eine entspannende Lagerung und ein schonender Muskelaufbau möglich sein. Dieser Fakt zwingt einen zu einer zweifachen Spannung der Wirbelsäule und zu einer dynamischen Ausrichtung. Es muss möglich sein, ohne schmerzhafte Auflagerungsflächen die Muskulatur zu entlasten und aus Fehl- und Schonhaltungen herauszukommen um, die Wirbelsäule in ihre optimale Position zu bringen. Für Menschen mit Erkrankungen soll der Stuhl als Linderung der Schmerzen sowie als Therapie wirken. Im Idealfall wird er vorbeugend gegen muskuläre, chronische Schmerzen sowie auch als Entlastungs- und Therapiemethode zum Einsatz kommen. Für das Design des Stuhls spielen die Körpermaße im Sinne der Stabilität und die maßgeschneiderte Anpassung eine Rolle, da die Dimensionierung

stärker ausfallen und exakt angepasst werden müssen. Ziel ist es, sich an den 4 schonendsten Sportarten zu orientieren, um das optimalste Ergebnis für therapeutische Zwecke zu erreichen.

¹⁴⁶ Sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas-Verlag, 1997, Seite 50.

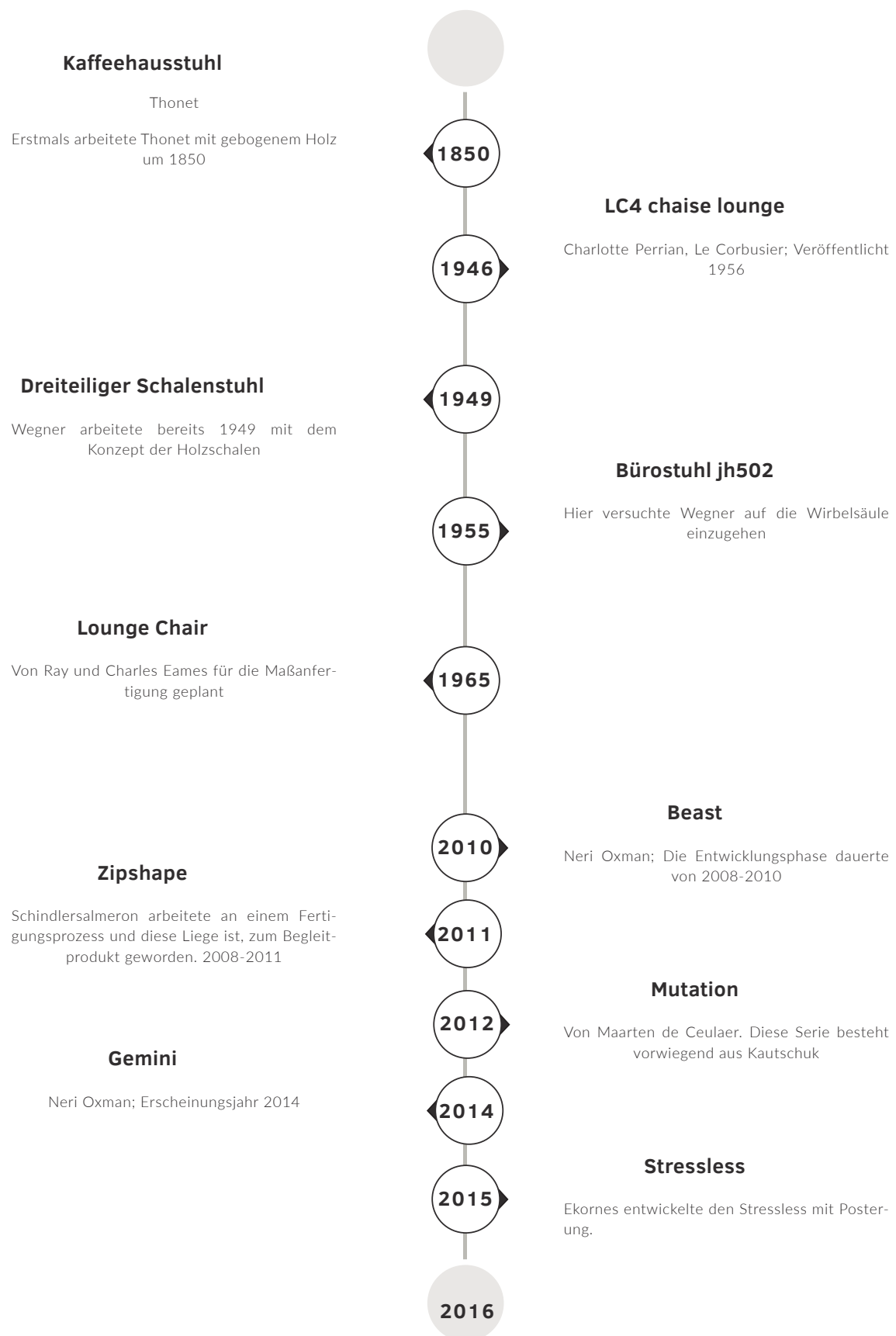
8.2 Referenzobjekte

»Körperbeherrschung, Bildung und geistige Arbeit adeln den Kontoristen, der unter Umständen nicht einfach auf einem Stuhl sitzt, sondern wie es der Schriftsteller Gustav Freytag beschreibt, dort thront.«¹⁴⁷

Aus diesem Zitat kann man die Einstellung der Gesellschaft im Bezug auf das Sitzverhalten gut herauslesen. Der einfache Kontorist sitzt nicht einfach auf dem Stuhl sondern thront wie ein König auf dem Bürosessel, um seine Körperbeherrschung, Erhabenheit und edles Gemüt darzustellen. Er ist stolz auf seine Haltung und die Botschaft, welche er durch diese ausdrücken kann. Es zeigt sich am Beispiel des von Thonet kreierten Kaffeehausstuhls, dass auch in der Freizeit so gegessen wurde.¹⁴⁸

¹⁴⁷ Sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas-Verlag, 1997, Seite 92-93.

¹⁴⁸ Vgl. Sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas-Verlag, 1997, Seite 92-93.



150

Michael Thonet

Der Kaffeehausstuhl (1850):

Material | Holz, Herstellung | Biegen, Design | geschwungen

Man spricht im Zusammenhang mit dem bedeutenden Kaffeehausstuhl des Herr Thonet, von einem der erfolgreichsten Industrieprodukte der Welt.

1850 entwickelte er die bis dato unbekannte Technik des Holzbiegens, die die Grundlage für eine Massenfertigung möglich machte. Durch die Industrialisierung konnte Thonet besonderen Aufwand bekommen und mit seiner einen Kubikmeter großen Kiste, die in Kleinteilen 36 Stühle beinhalten konnte, in die ganze Welt liefern.¹⁴⁹



¹⁴⁹Vgl.: <http://de.shop.thonet.de/klassiker/programm-214?orderId=&a=526>, (stand: 03.10.2015).

Der Vorteil seines Design, was das geringe Gewicht, die standardisierte Herstellungsmethode und der nicht zu übertreffende Preis. Seine Stühle waren im Gegensatz zum Biedermeiermöbel, leicht, zweckmäßig und neu. Der Faktor des preiswerten Möbels und des gewichtreduzierten Designs ist, für die Entwicklungen auch heute noch und für diese Arbeit von Bedeutung.



151

¹⁵⁰Abb.27: <http://de.shop.thonet.de/klassiker/programm-214?orderId=&a=526>, (stand:06.10.2015).

¹⁵¹Abb.28: <http://de.shop.thonet.de/klassiker/programm-214?orderId=&a=526>, (stand:06.10.2015).

Charlotte Perriand, Le Corbusier, Pierre Jeanneret

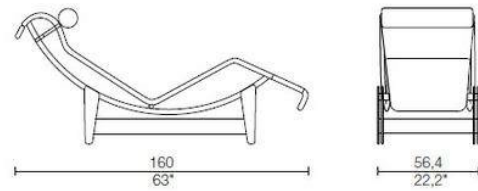
LC4 (1928) Liegefläche | Leichtigkeit der Konstruktion | Maße | Lagerung – Knie über der Hüfte

Als die Liege LC4 erstmals 1928 im Herbstsalon in Paris präsentiert wurde, löste sie sehr unterschiedliche Reaktionen aus. Das maschinenartige Design der Konstruktion in Form von Rahmen und Untergestell, die aus Stahl gefertigt wurden, stieß auf die bis dato existierende Ästhetik der Gesellschaft. Nur bei Kritikern, die den Wert dieser neuen Form und Schönheitslehre erkennen konnten, wurde diese Liege als Innovation mit Begeisterung entgegen genommen.

Diese Liege war ein Teil der avantgardistischen Kollektion, die im Salon d'Automne ausgestellt wurde und konnte mit ihrem ergonomischen Schwung als Meilenstein der modernen Möbengeschichte angesehen werden.

Höhe 73cm x Breite 160cm x Tiefe 54cm

Relevanz für die Entwicklung der orthopädischen Liege ist dieses Projekt, da es sich mit dem Brennpunkt Design und Ergonomie beschäftigt. Es zeigt die ersten Versuche die menschliche Anatomie der Physiologie gerecht zu lagern. Dabei wurde besonders, die Positionierung der Knie über der Hüfte geachtet.¹⁵²



153

154



153Abb.29:<http://www.cassina.com/en/collection/sofas-and-armchairs/lc4>, (stand: 23.11.2015).

154Abb.30:<http://www.cassina.com/en/collection/sofas-and-armchairs/lc4>, (stand: 23.11.2015).

152Vgl.<http://www.classicamobile.com/Liegen/Le-Corbusier-Liege-LC4-oxid.html>, (stand: 23.11.2015).

Hans J. Wegner

Dreiteiliger Schalenstuhl (1949)



155

Die schwebenden Flächen sind der Traum aller Modernisten. Wegner brachte die Nackenschale direkt an das Gestell an, während die beiden anderen Schalen von kleinen Kegelformen darauf getragen werden, die an die Stützpfeiler schwebender Baukörper der modernistischen Architekten erinnern. Die Schalen sind somit nur punktuell mit dem Gestell verbunden. Die gesamte Konstruktion wirkt leicht federnd, was eine äußerst sparsame Polsterung ermöglicht, ohne beim Komfort Kompromisse einzugehen. Die Konstruktion entspricht bestens dem Anspruch der Luftigkeit im Modernismus, sodass das Möbel nicht raumfüllend wirkt. Es geht um eine vollständige bloßgelegte und sehr leicht aussehende Holzkonstruktion. Es ist für jeden ersichtlich, was trägt und was getragen wird. Wegner demonstriert mit diesem Hauptwerk, dass er die Technologie und die Formensprache

hinreichend beherrscht, um ein Möbel zu schaffen, das heute als eines der industriellen Designikonen des 20. Jahrhunderts hätte gelten müssen.¹⁵⁶

Der Lounge Chair erschien sieben Jahre nach Wegners dreiteiligem Schalenstuhl; Der massivste Unterschied zwischen diesen beiden Designs liegt vorwiegend in der Polsterung. Der Lounge Chair lebt im Bezug auf den Komfort von der üppigen Polsterung.¹⁵⁷

¹⁵⁵ Abb.31: https://www.google.at/search?q=dreiteiliger+Schalenstuhl&espv=2&biw=1280&bih=625&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiW7ZrUq6bJAhWM8RQKHODCcgQ_AU1BigB&dpr=1#tbm=isch&q=dreiteiliger+Schalenstuhl+skizze&imgc=3V5zSi6eHhefnM%3A, (stand: 23.11.2015).

¹⁵⁶ Vgl. Just one good chair, wegner, Christian Holmsted Olesen, Hatje Cantz, 2014, Seite 168.

¹⁵⁷ Vgl. Just one good chair, wegner, Christian Holmsted Olesen, Hatje Cantz, 2014, Seite 169.

Faltliege (1946)



158

Bereits in den 1920er – Jahren ächteten die mitteleuropäischen Modernisten üppig mit Polsterung ausgestattete Möbel. Das führte dazu, dass der niedrige leichte Skelettstuhl zum Ideal des Modernismus wurde. Die massiven, großen und überladenen Möbelstücke passten laut dieser Philosophie nicht zu den offenen Raumfluchten und wurden als unaufrichtig bezeichnet, da man die Konstruktion nicht erkennen kann.¹⁵⁹

Im Gegensatz zu vielen anderen Modernisten wollte sich Wegner nie auf Kompromisse im Bezug auf Komfort und Bequemlichkeit einlassen. Besonders die freie Wahl der Sitzstellung und die Flexibilität war ihm bei seinen Möbeldesigns sehr wichtig. Aus diesem Grund war für ihn das Thema der Falt- und Liegestühle immer wieder ein wichtiger Brennpunkt.

Besonders wichtig war ihm, dass der Stuhl leicht, logisch angelegt und komfortabel sein sollte. Das versuchte er im Gegensatz zu Mies van der Rohe, der bei seinem berühmten Barcelona – Stuhl ein

verschweißtes fixes Metallkreuz verwendete, mit einer möglichst einfachen faltbaren Konstruktion. Wegner führte das Faltmotiv wieder ein und sorgte durch das Rohrgeflecht und Eichenholz für einen menschlicheren und stofflicheren Ausdruck. Das Ziel war es den Stuhl, wenn er nicht verwendet wurde nach dem Vorbild der Shaker, an der Wand aufhängen zu können. Beide Teile des Stuhles werden durch einen speziellen Beschlag im Falle des Zusammenfaltens plan. Durch die Biegung der Vorderzarge werden ihre Enden nicht nach außen gezogen, sondern praktischerweise in die Stuhlbeine hingeschoben.

Wegner überlies bei seinen Designs nichts dem Zufall. Erst nachdem er das Thema des Faltstuhls für ihn ausreichend im Detail behandelt hatte, erlaubte er sich Gedanken über die Verzierungen der Armlehnen des Delfinstuhls.¹⁶⁰

¹⁵⁸ Abb.32:

https://www.google.at/search?q=dreiteiliger+Schalenstuhl&spv=2&biw=1280&bih=625&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiW7ZrUq6bJAhWM8RQKHxODCcgQ_AUIBigB&pr=1#tbm=isch&q=Kaminstuhl++1946+wegner&imgrc=bAvLlh5hXJ7kYM%3A, (stand: 23.11.2015)

¹⁵⁹Vgl. just one good chair, wegner, Christian Holmsted Olesen, Hatje Cantz, 2014, Seite 181.

¹⁶⁰ Vgl. just one good chair, wegner, Christian Holmsted Olesen, Hatje Cantz, 2014, Seite 168.

Büro Stuhl JH502 (1955)

Die Konstruktion dieses Bürostuhls wird laut Christian Holmsted Olesen verfassten Buch, als Bewegung zweier Welten beschrieben. Die Lehne wurde daher als optisch frei schwebende Skulptur, welche an einem schlanken Stahlgestell befestigt wurde, bezeichnet. Die zwei Welten, die hier erwähnt wurden, sollten den Kontrast zwischen zum Einen dem weichen Leder und feinen Holz und dann dem harten Stahl darstellen. Industrie in Verbindung mit dem Handwerk. Wegner will durch dieses Beispiel zeigen, dass ein ergonomisch korrekter Stuhl nicht automatisch eine hässliche Maschine sein muss. Mit seiner Materialwahl und Formensprache will er hier Poesie vermitteln. Interessanter Weise war es Wegner selbst, der auf die Schwächen seiner Kreation hinwies¹⁶¹:

»Der ist für den Chef...oder für die Bürokräft – ne, der ist zu teuer für eine Bürokräft. Der ist für einen Chef mit richtigen Einstellungen dazu, wie man auf einem Stuhl zu sitzen hat.« (Hans J. Wegner) ¹⁶²

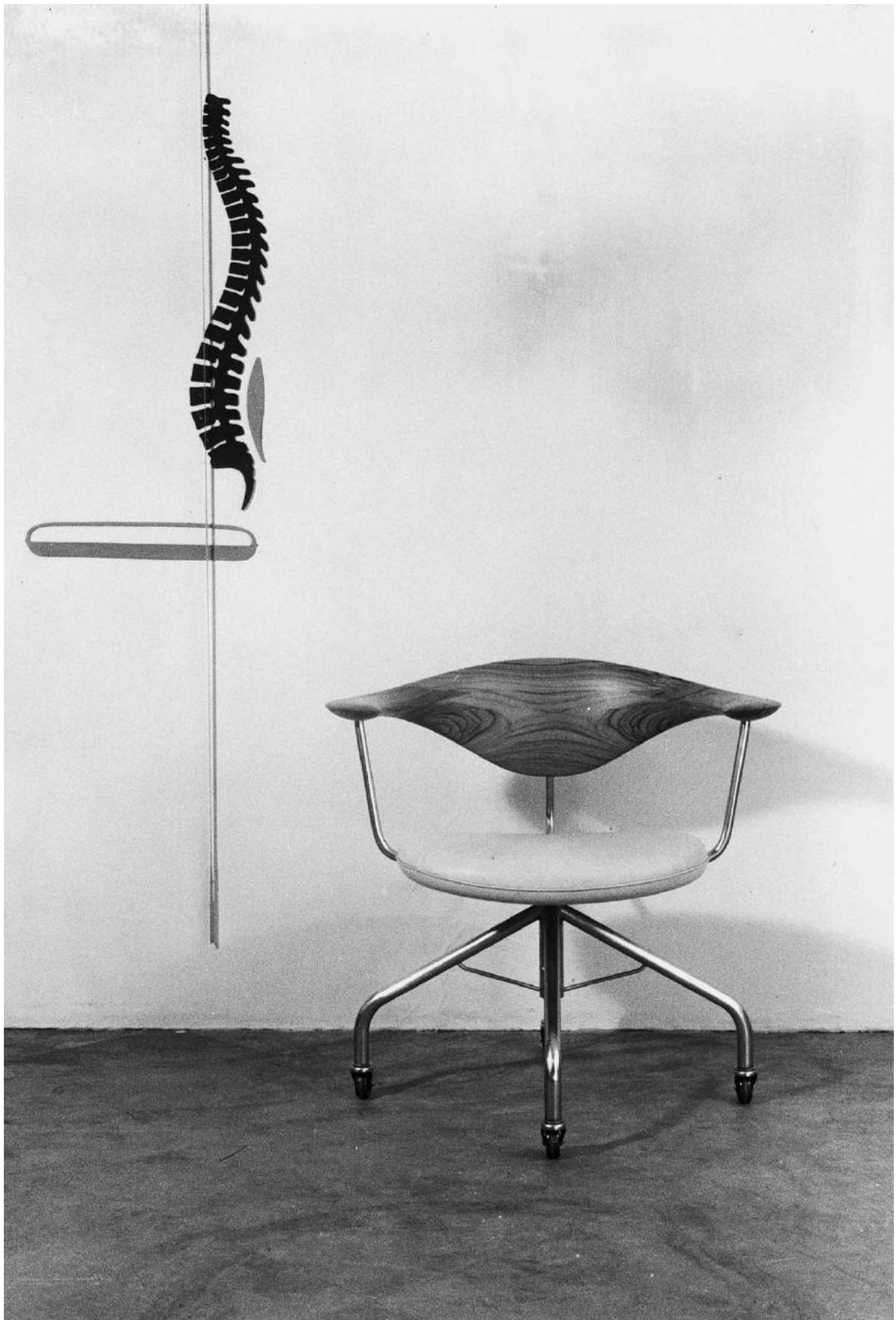
Der Bürostuhl ist ein sehr schönes Designerstück. Jedoch findet sich hier die Frage inwiefern dieses Möbelstück orthopädisch korrekt sein soll, da ein orthopädischer Stuhl sich nicht nur an der richtigen Stelle der Lendenwirbelsäule anpassen, sondern auch der Brustwirbelsäule Stütze und dem Becken Bewegungsfreiheit geben sollte. Sehr interessant ist die Aussage darüber für wen dieser Stuhl gedacht ist und warum. Dieses Statement schlägt genau in die Richtung, die bereits 4.4 Sitzen; angesprochen wurde. Das Sitzen hat

eine spirituelle, stellungbeziehende Aussage und diese war immer aktuell.¹⁶³

¹⁶¹Vgl.: just one good chair, wegner, Christian Holmsted Olesen, Hatje Cantz, 2014, Seite 138.

¹⁶² just one good chair, wegner, Christian Holmsted Olesen, Hatje Cantz, 2014, Seite 138.

¹⁶³ Abb.33:
https://www.google.at/search?q=wegner&espv=2&biw=1280&bih=625&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwii-obfp6bJAhWjnXIKHW1_AYkQ_AUIBigB#tbm=isch&q=wegner+b%C3%BCro+stuhl+JH502&imgcr=oE-0cnpuF694_M%3A;
(stand: 23.11.2015).



Ray und Charles Eames

Drei ihrer Designs sind interessant für die Ziele dieser Arbeit.

1. Der Lounge Chair: Material | Schichtholz, Design | ergonomisch

Dieser Stuhl wurde ins Leben gerufen aus dem Gedanken einen altenglischen Clubsessel zu ersetzen mit dem höchst möglichen Komfort und der besten Qualität des Materials.¹⁶⁴

Durch die Holzschalen, welche mit zwei großen Metallbügeln verbunden sind und den Winkel in dem sie zusammen gefügt wurden, wirkt der

Stuhl leicht entlastend auf die Wirbelsäule. Diese Entlastung stellt sich jedoch nur bei denjenigen Personen ein, welche die Körpergröße haben, auf die sie das Ehepaar zugeschnitten hat. Durch die Polsterung die ursprünglich einem Baseballhandschuh gleichen sollte, wird der Stuhl zu einer komfortablen Sitzmöglichkeit.

Für mein Projekt ist der Gedanke der Schalen, aus formgepresstem Schichtholz, mit denen das Paar Eames gearbeitet hat ein sehr interessanter Ansatz.¹⁶⁵ Ebenfalls interessant ist der Winkel, in dem sich die Teile der Sitzfläche und der Rückenlehne treffen.



¹⁶⁴Vgl.: <http://www.vitra.com/de-at/product/lounge-chair?subfam.id=142393>, (stand: 16.09.2015).

¹⁶⁵ Abb.34: <http://www.vitra.com/de-at/product/lounge-chair?subfam.id=142393>, (stand: 16.09.2015).

2. Der La Chaise: Design | vielfältige Liegefläche

Charles and Ray Eames entwickelten diese Liege, für einen Wettbewerb des Museum of Modern Art in New York. Zum Vorbild wurde die Skulptur des Bildhauers Gaston Lachaise, die den Namen „Floating Figure“ trägt.¹⁶⁶

»Das raumgreifende Möbel besticht durch seine Eleganz und erlaubt vielfältige Sitz- und Liegepositionen. Längst konnte sich La Chaise als eine Ikone des organischen Designs etablieren.«¹⁶⁷

Dieser Stuhl wie schon erwähnt besticht durch seine Eleganz und das organische Design, welches ihm ermöglicht skulptural die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen. Durch diese Attribute und besonders die sehr einzigartige Liegefläche ist

diese Projekt interessant. Das Möbelstück wirkt als Skulptur im Raum und ist daher nicht nur funktionell sondern dekorativ.¹⁶⁸



¹⁶⁶ Vgl.: <http://www.vitra.com/de-at/product/la-chaise>, (stand: 16.09.2015).

¹⁶⁷ <http://www.vitra.com/de-at/product/la-chaise>, (stand: 16.09.2015).

¹⁶⁸ Abb.35: <http://www.vitra.com/de-at/product/la-chaise?subfam.id=37544>, (stand: 16.09.2015).



3. Leg split - Die Beinschiene: Material | Ply-wood, Design | körperorientiert

169

Wenn man das Objekt aus seiner, mit zahlreichen Aufklebern und Codes versehenen Papierverpackung entnimmt, hat man ein Holzobjekt in der Hand, welches im Gewicht leicht, das Bein umformend und mit zahlreichen Durchbrüchen für die sichere Fixierung einer modernen Skulptur sehr nahe kommt. Eine profane Beinschiene – ein Gebrauchsgegenstand – ein fantastisches Design.¹⁷⁰

Das Konzept der Beinschiene ist für diese Arbeit auf vielen Ebenen sehr interessant. Die Idee Holz an den Körper zu schmiegen, wie einen Handschuh und damit eine Stütze für den Körper zu erzeugen findet sich auch in dem entwickelten Möbelstück wieder. Die Schiene ist funktionell und gleichzeitig ästhetisch und leicht. Hier liegt der erste Schritt für das an den Körper angepasste Design mit schichtverleimtem Sperrholz.

169 Abb.36: <http://www.p-stadtkultur.de/leg-splint-die-beinschiene-von-ray-und-charles-eames/>, (stand. 20.09.2015).

170 Isabel Naegele, Designschnipsel, P- Ausgabe, August 2015, <http://www.p-stadtkultur.de/leg-splint-die-beinschiene-von-ray-und-charles-eames/>, (stand. 20.09.2015).



171

Neri Oxman

2. Beast: Design | Konzept

Prototyp für eine Chaise Lounge

Das Design des skulpturalen Möbelstückes Beast, hat das Multimaterialprinting zur Grundlage. Es wird ein Bio- ähnliches Ganzes auf künstlicher Basis durch den Einbau von physikalischen Parametern mit digitaler Formular- Generierung produziert. Es wird mit einer spinnennetzartigen Struktur und durch den Printer, welcher unterschiedliche Kunststoffhärten drucken kann, gearbeitet. Es entsteht daher eine verlaufende Fläche, welche die Fähigkeit der tragenden Unterstützung so wie der speziellen Oberflächenbeschaffenheit

vorweist. Daher kann die Anpassung und Einwirkung auf die menschliche Form besser ermöglicht werden.¹⁷²

Für diese Arbeit ist das 3D – Drucken ebenfalls von großer Bedeutung, da alle Versuchsobjekte der Schalen, sowie der Tragkonstruktion mit dem Drucker produziert wurden. Das Thema der Unterstützung der menschlichen Form spielt ebenfalls eine richtungsweisende Rolle.¹⁷³

Die Lagerung auf diesem doch sehr skulpturalen Möbelstück, ist für die menschliche Anatomie auf die Dauer höchstwahrscheinlich nicht sehr förderlich.

¹⁷²Vgl.:<http://neri.media.mit.edu/projects/details/beast>, (stand: 20.09.2015).

¹⁷¹ Abb.37:Jan Ehlers, <http://www.p-stadtkultur.de/leg-splint-die-beinschiene-von-ray-und-charles-eames/>, (stand: 16.09.2015).

¹⁷³ Vgl. Yoram Reshef, <http://neri.media.mit.edu/projects/details/beast>, (stand: 20.09.2015).

Schindlersalmeron

ZipChaise : Material | Holz, Herstellung | Konzept

Diese Liege besteht aus zwei miteinander verzinkten Platten. Diese können auf die individuelle Körpergröße des Nutzers angepasst werden. Das Herstellungsverfahren für diese Liege, ist die von Schindlersalmeron entwickelte ZipShape-Methode. Nach diesem Prinzip kann die Platte auch ohne Formlehre gebogen werden. Das hat zur Folge, dass die Liege als »serielles Unikat« hergestellt werden kann.¹⁷⁴

Die Materialien die für diese Liege verwendet wurden setzen sich aus Holz, Kork und Chromstahl zusammen.

Der Kern besteht aus einer Komposition von Holz, Kork und Latex. Der Rand wurde mit einer Buchenholzleiste verfeinert.

Die Unterkonstruktion wurde aus Chromstahl gefertigt.

Das besondere und gleichzeitig clevere Design dieser Liege nimmt einen entscheidenden Platz bei der Entwicklung meines Stuhls ein. Die Konstruktion ist einfach und effektiv. Das Ergebnis ist eine leichte, federnde Liege, die mit ihrer schlanken, schwebenden Erscheinung beeindrucken kann. Was zu bemerken ist, ist dass auch hier die Stützung der Lordose der Lendenwirbelsäule vermisst wird. Ebenso wird auf die Auflager- bzw. Druckpunkte des Körpers, wie zum Beispiel die Wirbelsäule, nicht eingegangen.



175



176

¹⁷⁴ Vgl.: <http://www.schindlersalmeron.com/>, stand: 08.08.2015).

¹⁷⁵ Abb.38: <http://5osa.tistory.com/m/post/1104>, (stand: 08.08.2015).

¹⁷⁶ Abb.39: <http://5osa.tistory.com/m/post/1104>, (stand: 08.08.2015).

Maarten De Ceular

Mutation Series: Material | Kautschuk

Diese Möbelstücke werden durch sogenannte „cut-offs“, die aus Schaumstoffkugeln bestehen, strukturell erstellt und nachträglich mit haltbarem Gummi oder samtartigen Oberflächen überzogen. Jedes Stück dieser Serie ist ein Einzelstück, da es kaum möglich ist, diese bestimmten Muster neu zu erstellen.¹⁷⁷

Das an diesem Projekt entscheidende Element, welches in Betrachtung gezogen wird, ist die Materialwahl. Der Kautschuk der verwendet wird, macht die Sitzmöbel bequem und zu einer spannenden Alternative. Jedoch sind diese Möbelstücke mehr als Kunstwerke zu sehen und stehen in einem krassen Gegensatz zu der Methodik und dem Verfahren, welches für das maßgeschneiderte Möbelstück von Nöten ist. Es wird hier nicht auf die Anatomie des Menschen eingegangen.

178



¹⁷⁷ Vgl.:<http://maartendeceulaer.com/Mutation-Series-sofa>, (stand: 20.9.2015).

¹⁷⁸ Abb.40:<http://www.yooko.fr/en/mutation-series-seating-collection-by-maarten-de-ceulaer-milan-2012/>, (stand: 20.9.2015).



179

¹⁷⁹ Abb.41:<http://www.yooko.fr/en/mutation-series-seating-collection-by-maarten-de-ceulaer-milan-2012/>, (stand: 20.9.2015).

2. Gemini oder „twin Chaise“:

Material | unterschiedliche Kunststoffhärten



180



181

Produziert wird der Gemini aus zwei Materialien, die ein Ganzes bilden. Es stellt eine Gesamtheit dar, welche sich aus gegensätzlichen Teilen bildet (Sonne und Mond, Adam und Eva). Es entsteht daher ein halbgeschlossener Raum, der die Geborgenheit einer Gebärmutter simulieren und den Liegenden in einen Zustand innerer Stille versetzen soll. Gemini wird aus biologischen und synthetischen Materialien hergestellt. Die Oberfläche schafft so Raum für harte und weiche Emp-

findungen und wird durch subtraktive und additive Herstellung produziert.¹⁸²

Dies wird durch die Kombination von einem aus Vollholz gefrästen Schalengehäuse und einer zellulären Haut, welche den Schall absorbiert erreicht.

Es wurde hier die Stratasys Connex3 Technologie angewandt um mit 44 Materialien, welche mit unterschiedlichen voreingestellten mechanischen Kombinationen, unterschiedlicher Steifigkeit, Deckkraft und Farbe in Abhängigkeit von geometrischen, strukturellen und akustischen Einschränkungen arbeiten können.

Interessant ist, dass bei diesem Projekt das Themengebiet des 3D – Drucks und die damit zusammenhängenden Vorteile voll ausgeschöpft wurden. Durch die Möglichkeit durch unterschiedliche Kunststoffhärten zu drucken, wird die Bequemlichkeit und Anpassung an die Auflagerpunkte verbessert. Die verwendeten Materialien sind gedruckter Kunststoff und Holz.¹⁸³

Die Form des Gemini ist zwar ansprechend jedoch kann durch diese, die physiologische Form der Wirbelsäule nicht ausreichend unterstützt werden.



184

180Abb.42: Michael Figuet, <http://materialecology.com/projects/details/gemini>, (stand: 20.09.2015).

181 Abb.43: Michael Figuet, <http://materialecology.com/projects/details/gemini>, (stand: 20.09.2015).

182 Vgl.:<http://materialecology.com/projects/details/gemini>, (stand: 20.09.2015).

183 Vgl.:<http://materialecology.com/projects/details/gemini>, (stand: 20.09.2015).

184Abb.44 Michael Figuet, <http://materialecology.com/projects/details/gemini>, (stand: 20.09.2015).

Stressless chair



185

Der Stresslesschair wirbt mit dem Schlagwort des bequemen Stuhls. Dies macht er möglich durch eine weiche legere Polsterung. Die extra hohe und schlanke Rückenlehne soll sich besonders gut für diejenigen eignen, die etwas größer gewachsen sind. Die Materialien die hier verwendet wurden sind abgesehen von der Polsterung und dem Lederbezug, ähnlich wie die dieses Projekts. Holz und Stahl werden eingesetzt um die Basis zu bilden. Dieser Stuhl schafft es sich durch die Polsterung auf den Liegenden anzupassen.¹⁸⁶

Der Winkel den der Stresslesschair ermöglicht ist von der Proposition dem Knie- über der Hüfteverhältnis ähnlich zu dem maßgeschneiderten Modell dieser Arbeit. Jedoch wird hier jede Anpassung und Individualisierung unnötig, da die Polsterung des Stuhls den Ausgleich schaffen soll. Es wird bei diesem Modell des entspannenden Lounge Chairs nicht auf die Stützung der ursprünglichen Physiologie eingegangen. Es müsste hier besonders im Bereich der Lordose der Lendenwirbelsäule zu einer unterstützenden und entlastenden Lagerung kommen.

185

Abb.45:https://www.google.at/search?q=stressless+lounge+chair&espv=2&biw=1280&bih=477&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewiP2LjOwqbJAhXK2xoKHTRUCMsQ_AUIBigB#imgrc=abl9V8NVkqfEFM%3A, (stand: 23.11.2015).

186Vgl.: <http://www.ekornes.de/stressless-bequemsessel/stressless-view/medium>, (stand 23.11.2015).



187

187Abb.46:<http://www.ekornes.de/stressless-bequemsessel/stressless-view/medium>, (stand 23.11.2015).

Orthopädische Möbel

Der Kniestuhl: Konzept | Förderung der Muskulatur

Das Ziel dieses Stuhls ist es einen Kreislauf ständiger Bewegung zu schaffen. Durch die Kufen und den Schienbeinpolster wird eine offene, dynamische Sitzhaltung gefördert, so dass sich die Wirbelsäule in ihrer natürlichen Form befinden kann. Der Stuhl fördert den Körper sich im Gleichgewicht zu halten wodurch die Bauch- und Rückenmuskulatur aktiv gehalten wird.¹⁸⁸

Dieser Stuhl arbeitet mit dem Prinzip des Gleichgewichts und geht auf die ursprüngliche Form der Wirbelsäule ein. Dieses Prinzip findet sich auch in meinem Konzept wieder. Der Sitzknick in der Lendenwirbelsäule wird hier umgangen, jedoch werden oftmals Knie- und Hüftprobleme gefördert.



189

¹⁸⁸Vgl. <http://www.wallenfels.com/varier-kniestuhl-balans-pg0-step.html>, (stand: 20.09.2015).

189 Abb.47:<http://www.wallenfels.com/varier-kniestuhl-balans-pg0-step.html>, (stand: 20.09.2015).

Der Pendelhocker: Konzept | aktiv-dynamisch durch Gleichgewicht

Die Idee des Pendelhockers ist es, das Sitzen durch eine bewegliche Sitzunterlage aktiv-dynamisch zu halten. Durch das Gleichgewichtsspiel soll der Überlastung der Bandscheiben- und Rückenschmerzen vorgebeugt werden.

Auch hier gibt es den Punkt der „aktiven“ Lagerung, welche die Muskulatur aktivieren und dynamisch halten soll. Es ist hier das Stehen und Sitzen eine Möglichkeit also fast die absolute Bewegungsfreiheit.



190

190 Abb.48:<http://buero-direkt24.de/ergonomische-buerohocker/ercolino-pendelhocker/nest-nature-pendelhocker-ercolino-ready-verstellbar.html> (stand: 20.09.2015).

Der Pezziball: Konzept | dynamisch Sitzen

Das Ziel dieses Sitzballstuhls ist es, während der Arbeit in der Pause Gymnastikübungen machen zu können. Der Stuhl sorgt gezwungener Maßen für eine abwechselnde Sitzhaltung.

Wieder wird hier das Thema des dynamischen Sitzens aufgegriffen und auch in dieser Arbeit weiter verwendet. Oftmals ist jedoch das Verhältnis vom Arbeitstisch zum Stuhl ein Problem.¹⁹¹



192193

¹⁹¹Vgl. <http://www.gymnastikball-sitzball.de/> (stand: 20.09.2015).

¹⁹² Abb. 49: <http://www.gymnastikball-sitzball.de/> (stand: 20.09.2015).

¹⁹³ Abb.50: https://www.google.at/search?q=pezziball&espv=2&biw=1280&bih=625&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AU

[oAWoV-ChMlpZPx6lrhyAIVh4NyCh1MHgLo#tbm=isch&q=pezziball+b%C3%BCrostuhl&imgsrc=CdEIFzcTS098mM%3A](https://www.google.at/search?q=pezziball+b%C3%BCrostuhl&imgsrc=CdEIFzcTS098mM%3A) (stand: 20.09.2015).

9 Vitra. Die Wissenschaft vom Sitzen

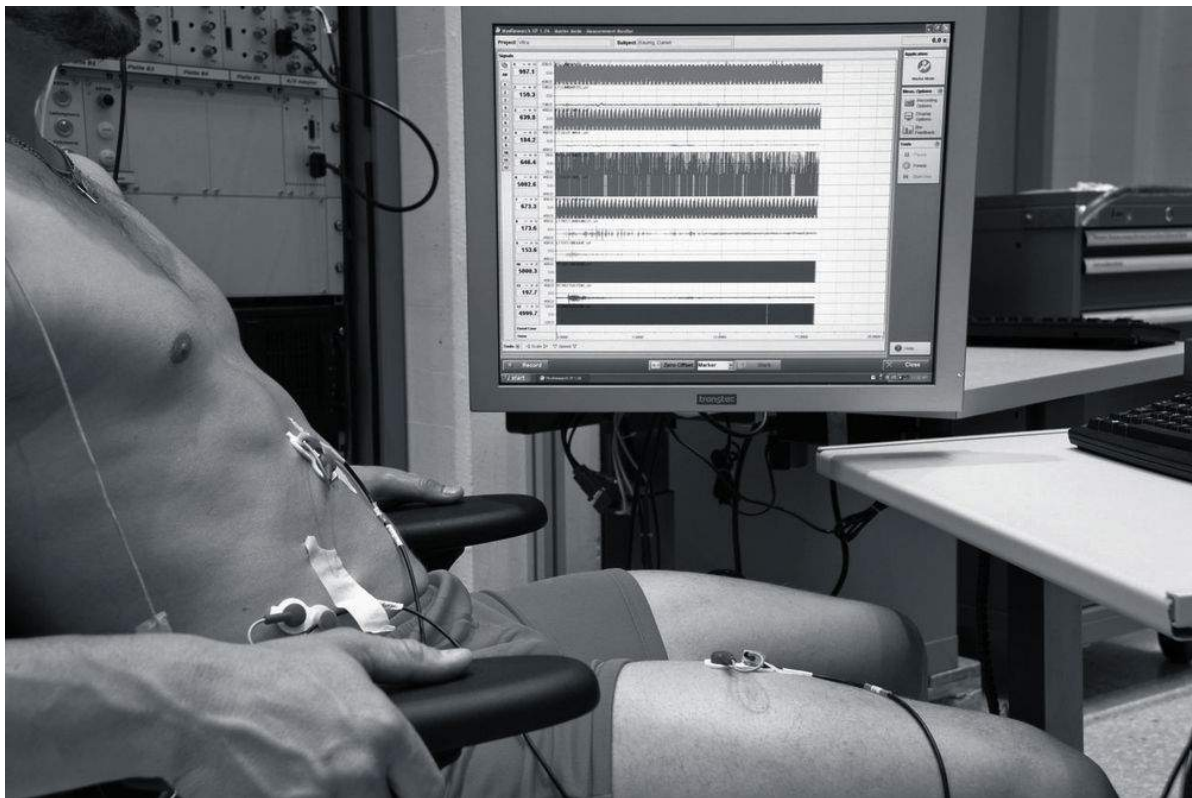
An der ETH Zürich wurde eine Studie durchgeführt, die gezeigt hat, dass der Mensch einen natürlichen Bewegungsdrang besitzt. Daher entwickelte sich die Erkenntnis, dass ein Bürosessel dem Benutzer Bewegungsfreiheit geben und das dynamische Sitzen möglich machen sollte. Zu diesem Zweck gelang es Vitra die FlowMotion-Mechanik zu entwickeln.

Das Bewusstsein der Gesellschaft, hat sich seit dem Beginn der fünfziger und sechziger Jahre, in der Betrachtung von der Wichtigkeit von Sport und generell von Bewegung im Alltag¹⁹⁴

schwer verändert. Es wurde die Not erkannt Bewegung und Belastung so gut wie möglich zu quantifizieren.

Um das zu erreichen wurden physikalische und biologische Untersuchungen gestartet und mit der Hoffnung neue Erkenntnisse zu erlangen, gefördert.

Ebenso hatte die Technische Hochschule in Zürich (ETH) dieses Thema 1961 als wichtigen Brennpunkt erkannt und legte den Grundstein im Bereich der Biomechanik durch die Veröffentlichung der Studie „Untersuchung der Mechanik menschlicher Bewegungen“ im Jahre 1961.¹⁹⁵



¹⁹⁴ Abb.51: <http://www.vitra.com/de-at/magazine/details/the-science-behind-the-seat>, (stand: 29.11.2015).

¹⁹⁵ Vgl.: <http://www.vitra.com/de-at/magazine/details/the-science-behind-the-seat>, (stand: 29.11.2015).

Mit dieser Basis wurde das Institut für Biomechanik ins Leben gerufen, das mittlerweile 4 Professuren und mehr als 80 Mitarbeiter beschäftigt.¹⁹⁶

Der Bürostuhl

Zeitgleich zu der ETH in Zürich begannen die Forschungen im Bereich der Ergonomie und der damit zusammenhängenden Materialtechnik im 80 Kilometer entfernten Birsfelden.

Vitra konzentrierte sich bei diesen Recherchen besonders auf den Bürostuhl, da dieser als das wichtigste Büromöbelstück gilt. Seitdem hat das Unternehmen jedes Jahr weiterentwickelte Modelle auf den Markt gebracht. Das begann mit der ersten Synchronmechanik in Vitramat, 1976 bis über den T - Chair mit einer Rückenlehne in Torsoform, oder dem Headline, welcher sich durch seine stützende Funktion des Kopfes beim Zurücklehnen auszeichnet.

2010 gelang es der Firma den Designer Antonio Citterio zu gewinnen und mit dessen Expertise einen hochgradig individualisierten Stuhl, den ID Chair auf den Markt zu bringen.

Dieses Modell zeichnet sich besonders durch seine neuentwickelte FlowMotion – Mechanik aus. 2012 wurde es möglich diese Entwicklung noch mit dem ID Air Modell zu übertrumpfen, da hier zum ersten Mal das Thema gewichtsabhängige Mechanik „Promatic“ angewandt wurde.

Die FlowMotion-Mechanik

Um den Nutzen für die Gesundheit genauer zu untersuchen, führte 2010 die ETH eine wissenschaftliche Studie mit dem ID Chair und dessen FlowMotion – Mechanik durch.

Nach der gewonnenen Erkenntnis, dass das Sitzen im Büroalltag zu unzähligen gesundheitlichen Problemen führt, vertiefte sich die ETH besonders auf verschiedene Sitzkonzepte um das Problem zu verbessern.

Um die Position der Wirbelsäule zu ermitteln wurde ein Magnetresonanz - Tomograph verwendet. Mit Druckmatten im Stuhl konnten verschiedene Polsterschäume verglichen werden. Es wurden spezielle Sensoren und Fragebögen verwendet um die höchstmögliche Genauigkeit im Bezug auf das Sitzverhalten zu erreichen.

Das im Focus stehende Ergebnis der Studie zeigt, dass nach vorne geneigte Bewegungen eines Sessels die Bauchmuskulatur sowie den als „Erector spinae“, der die Wirbelsäule aufrichtet, aktiviert.

¹⁹⁶Vgl. :<http://www.vitra.com/de-at/magazine/details/the-science-behind-the-seat>, (stand: 29.11.2015).



198

Das dynamische Sitzen

Hat man die Möglichkeit sich im Sitzen zu bewegen kommt der natürliche Bewegungsdrang des Menschen zur Geltung. Dieses Phänomen nennt sich „dynamisches“ Sitzen.

Aus diesem Basisprinzip heraus hat sich die FlowMotion – Mechanik entwickelt. Die Technik bildet seit seiner Entstehung die Basis jedes ID Chairs. Um diesen Effekt noch zu verbessert wurde die Promatic noch hinzugefügt.¹⁹⁷

Trotz allem guten Sitzen ist der Wechsel des Benutzers vom Sitzen zum Stehen und ein abwechseln der Bewegungen das Beste für den menschlichen Organismus.

¹⁹⁷ Vgl.: <http://www.vitra.com/de-at/magazine/details/the-science-behind-the-seat>, (stand: 29.11.2015).

¹⁹⁸Abb.52:<http://www.vitra.com/de-at/product/id-chair-concept?subfam.id=97452>, (stand: 29.11.2015).

10 Der Autositz

Raphael Zenk stellt in seiner Arbeit die These auf, dass die physiologische Grundlage des Körpers und die Kenntnis darüber Basis für das Erstellen eines komfortablen Sitzes ist.¹⁹⁹

»Basierend auf dem Grundgedanken der Psychophysik (vgl. Fechner, 1860) ist die Empfindung eine Funktion des Reizes. In diesem speziellen Fall stellt der Sitzkomfort die „Empfindung“ und der Druck den „Reiz“ dar, der durch den Sitz an unterschiedlichen Körperstellen unterschiedlich stark auf den Menschen einwirkt (Mergl, 2006).«

»Nach Literaturrecherchen von Hartung (2006) gilt: Ab einer äußeren Druckeinwirkung von 0,08-0,16 N/cm² ist eine Versperrung des venösen Abflusses möglich; ab einer Druckeinwirkung von 0,42 N/cm² kann es zu Schmerzreizen kommen. Bei lokalisierter Druckeinwirkung treten zudem verstärkt Gewebsschädigungen auf; bestes Beispiel hierfür ist das Sitzen auf einem Balken für längere Zeit.«

»Goossens (1994) stellt fest, dass bei jungen gesunden Menschen am Kreuzbein (Os sacrum) bereits bei 1,16 N/cm² reiner Druckbelastung eine Mangeldurchblutung einsetzt.

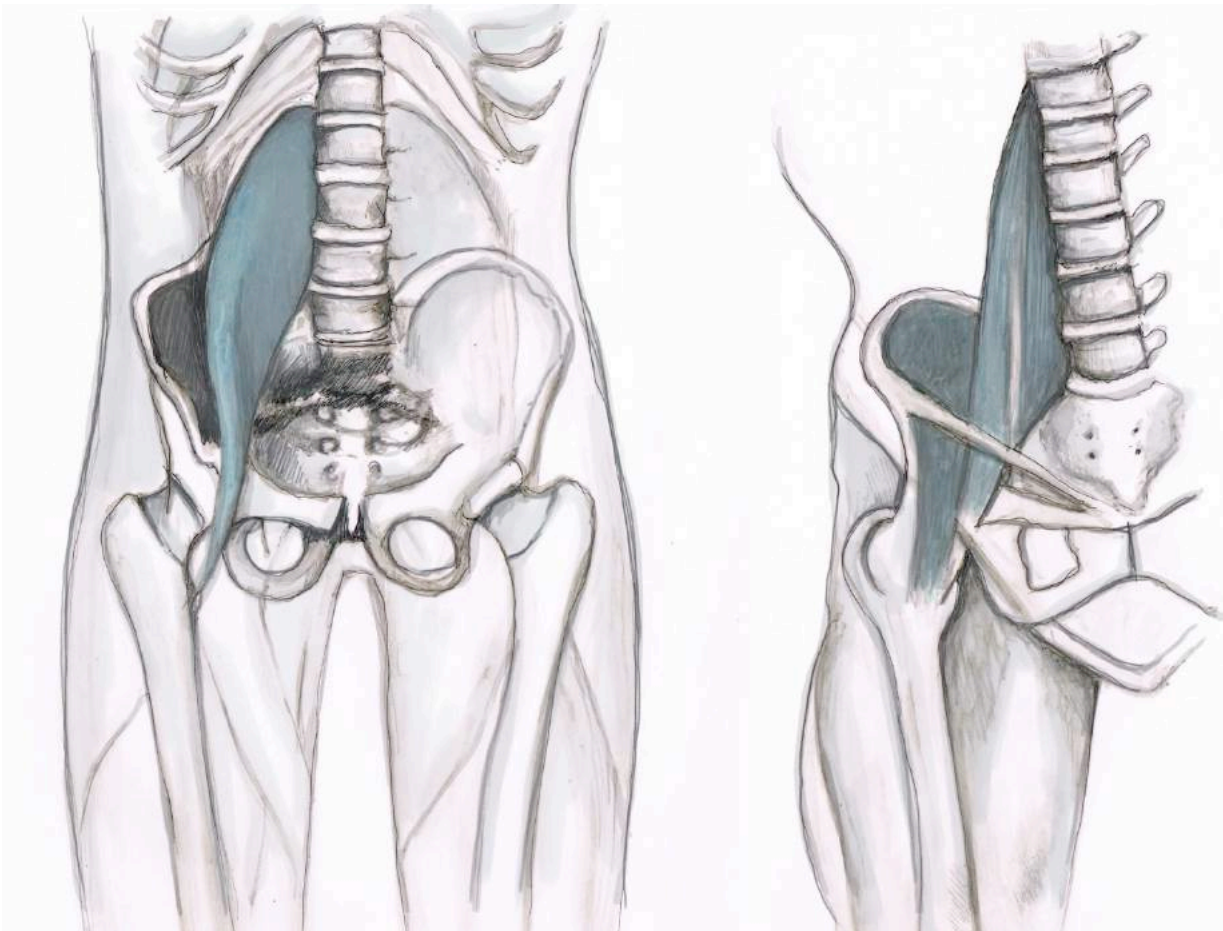
Diese Erkenntnisse haben für das Komfortempfinden auf dem Fahrzeugsitz entscheidende Bedeutung. Man muss sie jedoch differenziert im Hinblick auf die relevanten Körperbereiche betrachten.«²⁰⁰

Bewegungsmuster des Menschen

Laut der Doktorarbeit von Zenk ist es nötig für optimiertes Sitzen den Menschen als Einheit zu betrachten und nicht nur den vorherrschenden Druck auf die einzelnen Körperabschnitte zu betrachten. Das Zahnradmodell von Brügger beschreibt die gesetzmäßige Koppelung der einzelnen Bewegungskomponenten in aufrechter und krummer Körperhaltung.

¹⁹⁹Vgl. Raphael Zenk, Dissertation, Technische Universität München, Lehrstuhl für Ergonomie Objektivierung des Sitzkomforts und seine automatische Anpassung, 2008, Seite18, <https://mediatum.ub.tum.de/doc/656298/656298.pdf>, (stand: 29.11.2015).

²⁰⁰Raphael Zenk, Dissertation, Technische Universität München, Lehrstuhl für Ergonomie Objektivierung des Sitzkomforts und seine automatische Anpassung, 2008,Seite18, <https://mediatum.ub.tum.de/doc/656298/656298.pdf>, (stand: 29.11.2015).

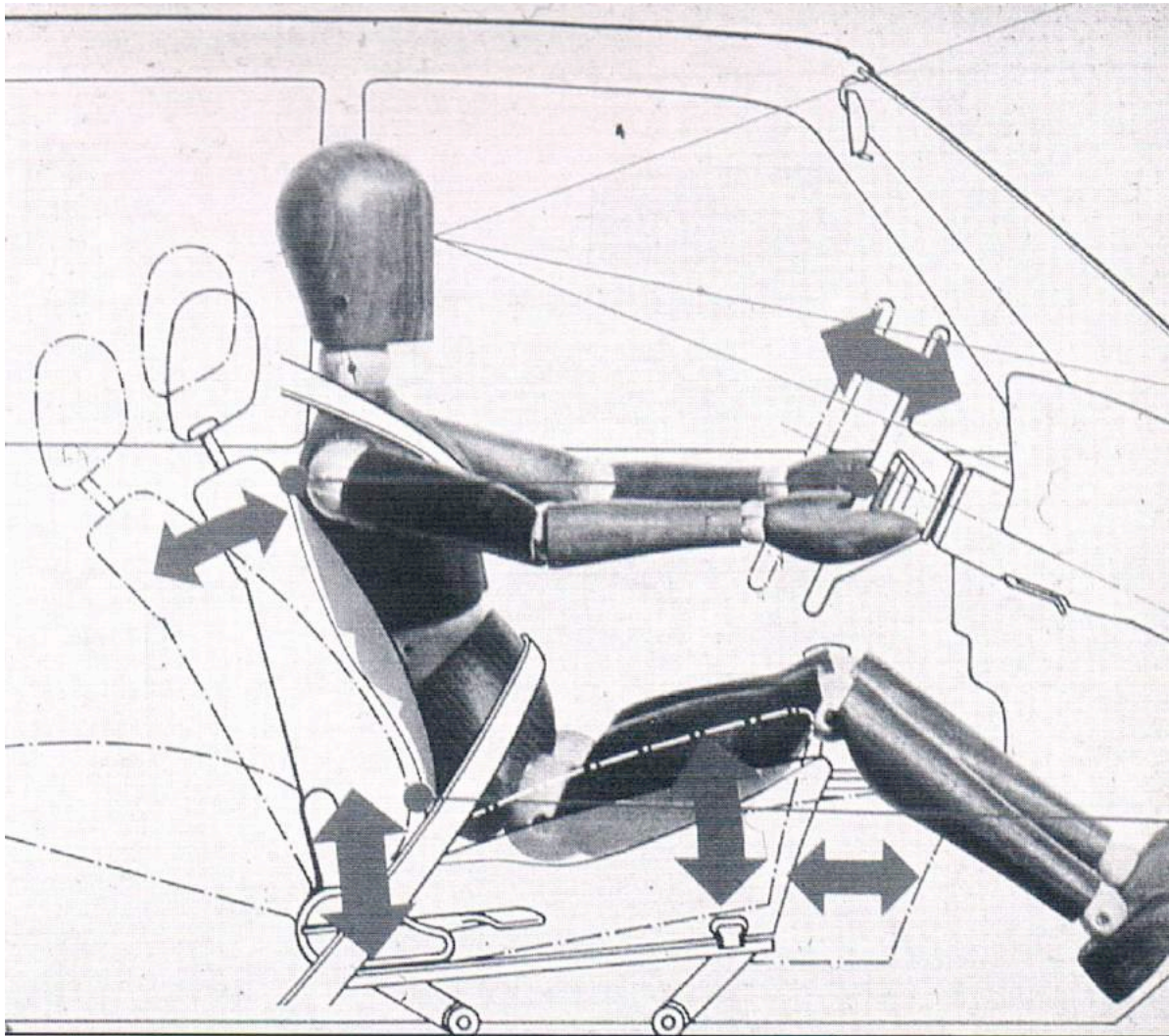


White, Panjabi (1978) und Kendall (2001), haben festgestellt, dass der Musculus iliopsoas (auch Lendendarmbeinmuskel genannt) besonders der Musculus psoas major (großer Lendenmuskel) Einfluss auf die Druckverhältnisse im Inneren der Bandscheibensegmente haben. Für die Beugung in der Hüfte ist der große Lendenmuskel hauptverantwortlich. Auch für die Beugung in der Wirbelsäule wird dieser Muskel benötigt. Durch das Leisten von Stützarbeiten bei kyphotischem Sitzen kommt es auf Dauer zu starken Schmerzen im Rücken. Durch Anspannung des Musculus iliopsoas treten Veränderungen in der Lendenwirbelsäule auf. Aufgrund der Beugung der Wirbelsäule kommt es zu unterschiedlichen Druckverhältnissen in der Bandscheibe. Der Druckanstieg ist auf zwei Komponenten zurückzuführen. Zum Einen Verbiegung und zum Zweiten Halte-

funktion der Bänder und Muskeln. Eine schlechte Sitzposition steigert die Stützfunktion und führt zu einer vermehrten Anspannung der Muskulatur. Dadurch steigert sie den Druck und wirkt umso belastender auf die Bewegungssegmente.

Dies betrifft besonders den Lendendarmbeinmuskel der vorwiegend für die Stabilisierung der Oberschenkel in komfortabler Position zuständig ist.²⁰¹

201 Vgl. Raphael Zenk, Dissertation, Technische Universität München, Lehrstuhl für Ergonomie Objektivierung des Sitzkomforts und seine automatische Anpassung, 2008, Seite 18, <https://mediatum.ub.tum.de/doc/656298/656298.pdf>, (stand: 29.11.2015).



²⁰²Die Studie von Franz (2008) befasst sich mit den unterschiedlichen Spannungsverhältnissen des Musculus erector spinae (auch Aufrichter der Wirbelsäule genannt) in verschiedenen Sitzverhältnissen. Diese wurden mit dem EMG gemessen. In dieser Arbeit wurde eine erhöhte Muskelanspannung in allen vom ideal abweichenden Sitzpositionen festgestellt. ²⁰³ Es ist wichtig eine

Sitzposition zu erlangen, die eine geringe Muskelaktivität und optimale Lastverteilung verspricht.

Nach Emson und Wilke kommen zu einem gleichen Ergebnis, was Druckverhältnisse bezogen auf das Stehen und die Rückenlage anbelangt. Wilkes Ergebnis im Bezug auf das Stehen erreichte beim Liegen 20% während Nachemson zu einem 4 % höheren Ergebnis kommt. Signifikat

²⁰² Abb.51: sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 102.

²⁰³Vgl. Raphael Zenk, Dissertation, Technische Universität München, Lehrstuhl für Ergonomie Objektivierung des Sitzkomforts und seine automatische Anpassung, 2008, Seite 18,

<https://mediatum.ub.tum.de/doc/656298/656298.pdf>, (stand: 29.11.2015).

steigt der Druck bei der Vorwärtsbeugung. Wilke konnte eine Drucksteigerung von 450% durch das „falsche“ Hochheben (Heben einer Last von ca. 20 kg aus dem Rundrücken und mit durchgestreckten Beinen) aufzeichnen. Eine Reduzierung des Drucks auf 340%, wird durch einen gestreckten Rücken und beim Anheben aus den Beinen gehobenen Last ermöglicht.

Deutliche Druckunterschiede können beim Vergleich vom Stehen und Sitzen verzeichnet werden. Ein Druckanstieg von 40% im aufrechten Sitzen, wurde von Nachemson 1966 nachgewiesen.

2004 beobachtete Wilke eine Druckverminderung von 10%.

Interessanterweise kann bei der Rundrücken Stizposition sogar eine signifikante Verbesserung des Drucks festgestellt werden. Hier wird der Wert sogar auf die Hälfte vermindert.²⁰⁴

Durch Druckmessmatten wird die Eindrucktiefe des Menschen im Sitzen gemessen.

Laut Kruse (2001) sind die Anforderungen an eine Messmatte besonders die dünne Stärke, damit sich diese gut an die Oberfläche anpassen kann und um den Druckbereich im Sitzen (ca. 0-30 kPa) vollständig messen zu können.

Für den Versuch von Raphael Zenk wurden angeordnete Druckaufnehmern, die über einen Multiplexer an einen Auswerterechner angeschlossen wurden verwendet.

Wenn man die Komfortuntersuchung durchführen will, stellt die Druckmessmatte oftmals einen

Risikofaktor dar, da sie jedoch sehr dünn ist, konnte laut Hartung und Mergl (2006) nur eine Verschlechterung des Komforts von 3% gemessen werden. Daher ist es legitim die Messungen mit der Druckmessmatte durchzuführen.

Zum momentanen Zeitpunkt gibt es 4 Verschiedene Messsysteme für die Druckverteilung, die in kapazitive⁶ (NOvel, XSensor) und resistive⁷ Messsystem (FSA, Tekscan) geteilt werden. Durch die Druckaufnehmer, die in einer Matrix angeordnet sind und mit einem Multiplex Auswerterechner verbunden werden, erfolgt die Messung in einer Matte. Der Messbereich der Arbeitsgeräte verläuft von bis zu 200 mmHg und erreicht eine Mindestauflösung von 2 mmHg. Mit diesen Systemen ist der Export der Dateien in eine ASCII – Datei möglich. Für den Versuch von Zenk wurden Tekscan Druckmessmatten verwendet. Sie setzt sich aus einer dünnen, anpassbaren Folie mit mechanisch entkoppelten Messzellen zusammen. (CONFORMat: 1025 Messzellen) Für die Messung im Sitzbereich wurden die Materialabmessungen von 47 cm x 47 cm verwendet.²⁰⁵

Prozess der Messung

Der Foliensensor wird aus zwei sehr schlanken, elastischen Polyesterfolien aufgebaut. Auf die Polyesterfolie werden auf eine der beiden Innenseiten des Sensors Leitbahnen gedruckt. Auf einer Seite werden die „Spalten“ und auf der zweiten Seite die „Reihen“ aufgebracht. Um den gewünschten Effekt zu erhalten, wird vor der Zusammensetzung beider Folien, die Innenseite der Folie mit einer halbleitenden Tinte beschichtet.

²⁰⁴Vgl. Raphael Zenk, Dissertation, Technische Universität München, Lehrstuhl für Ergonomie Objektivierung des Sitzkomforts und seine automatische Anpassung, 2008,Seite18, <https://mediatum.ub.tum.de/doc/656298/656298.pdf>, (stand: 29.11.2015).

²⁰⁵ Vgl. Raphael Zenk, Dissertation, Technische Universität München, Lehrstuhl für Ergonomie Objektivierung des Sitzkomforts und seine automatische Anpassung, 2008,Seite18, <https://mediatum.ub.tum.de/doc/656298/656298.pdf>, (stand: 29.11.2015).

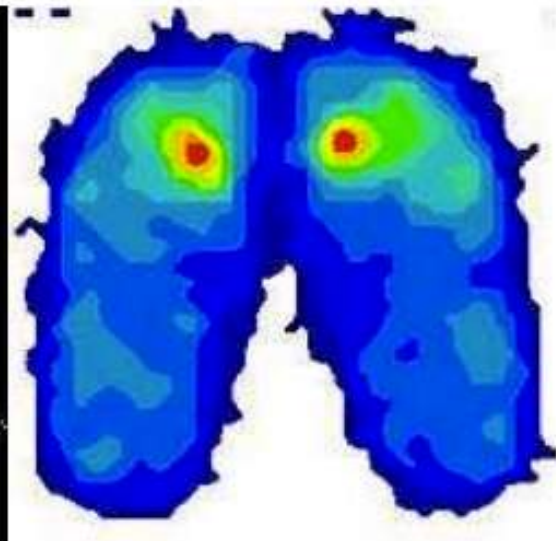
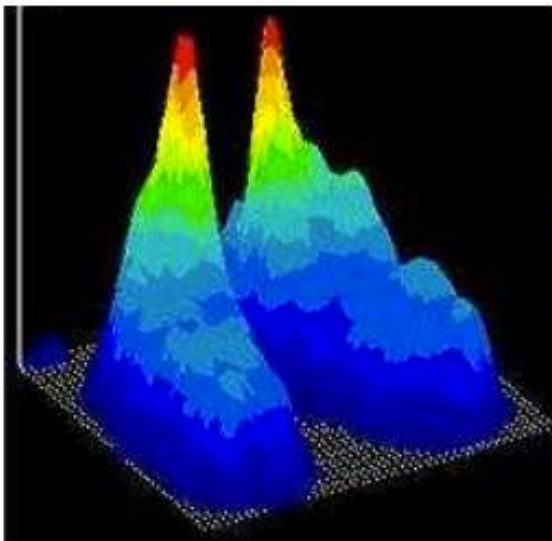
Durch dieses Verfahren ist es nun möglich beim Aufeinanderlegen der beiden Folien, an den Kreuzungspunkten der Matrix eine Sensor- Zelle zu kreieren. Der variable Widerstand den die Messzellen ermitteln, ist im unbelasteten Zustand am höchsten und nimmt bei ansteigender Belastung ab.

Diese Versuchsreihe hatte die Möglichkeit eine Visualisierung der Kontaktkräfte zwischen Mensch und Sitz vorzunehmen. Dadurch kann man eindeutig die Lagerung des Menschen und die Eindruckstiefen sowie die Druckverteilung grafisch darstellen.

Um die Matte zu betreiben ist eine minimale Bestromung der Zellen nötig. Für die Testversuche der Doktorarbeit von Zenk wurde daher eine mögliche Wechselwirkung, zwischen den eingesetzten Druckmessungssensoren in den Bandscheiben des Probanden und der Kontaktflächenmessung der Matte nicht ausgeschlossen. Um eine Beeinflussung zu vermeiden wurde die Druckmessmatte nur im Sitzbereich angebracht und die Rückenzone für diesen Versuch ausgespart.²⁰⁶Als Ergebnis dieser Arbeit konnten sehr

genaue Werte auf die Druckverteilung in den Bandscheiben in der sitzenden Position und Komfortwerte im Bereich der Lagerung im Sitzen auf einem Autositz ermittelt werden.

²⁰⁷



²⁰⁶Vgl.:Raphael Zenk, Dissertation, Technische Universität München, Lehrstuhl für Ergonomie Objektivierung des Sitzkomforts und seine automatische Anpassung, 2008,Seite18, <https://mediatum.ub.tum.de/doc/656298/656298.pdf>, (stand: 29.11.2015).

²⁰⁷Abb.53: Raphael Zenk, Dissertation, Technische Universität München, Lehrstuhl für Ergonomie Objektivierung des Sitzkomforts und seine automatische Anpassung, 2008,Seite18, <https://mediatum.ub.tum.de/doc/656298/656298.pdf>, (stand: 29.11.2015).

11 Orthopädische Anpassungen



208

Der Rollstuhl

Um einen Rollstuhl fertigen zu können wird jede Sitzschale (setzen sich aus Stütz- und Korrekturorthesen zusammen) genauestens anatomisch angepasst. Um diesen Prozess zu erläutern wurde er in 4 Arbeitsschritten beschrieben

1. Schritt:

In den meisten Fällen wird ein Rollstuhl mit dem Vakuumabdruck angepasst. Dabei wird die Körperform mit dem Vakuumkissen abgenommen. Dieses bleibt nach dem die Körperhaltung entsprechend medizinischer und therapeutischen Methoden korrigiert wurde formstabil. Für dieses Verfahren ist es nötig, dass die betroffene Person sowie Ärzte und Betreuer anwesend sind.

²⁰⁸Abb.54.: http://shop.fruehwald.net/?i_ca_id=315, (stand: 29.11.2015).

2. Schritt:

Die Haltungskorrekturen werden an einem 1:1 Modell durchgeführt, das dem Vakuumabdruck entspricht. Der Rohling der folgenden Schaumstoffpolsterung wird anhand des 1:1 Modells, durch Abformen mit Weichschaum oder Schaummaterialien, die zu fräsen sind hergestellt.

Es folgt die Anpassung der Polsterung in eine Außenschale aus Kunststoff, Holz oder Aluminium. Der Rohling und Zusatzelemente wie Kopfstütze, Pelotten, Positionierungsgurt werden auf einem adäquaten Leihuntergestell montiert.²⁰⁹

3. Schritt:

Für den dritten Schritt ist die Anwesenheit des

²⁰⁹Vgl: http://shop.fruehwald.net/?i_ca_id=315, (stand: 29.11.2015).

Benutzers von äußerster Wichtigkeit. Es wird hier der Rohling auf die Passgenauigkeit angepasst und abgestimmt. Es wird so lange nachadjustiert bis das Ergebnis sitzt und die Anforderungen erfüllen kann. Wenn es die Zeit erlaubt, bekommt der Kunde den Rohling mit, um einige Tage öfter und über einen längeren Zeitraum Probesitzen zu können.

4. Schritt:

Als letzter Schritt muss die gefertigte Vorlage mit Stoff überzogen werden. Dafür besitzt jede Firma ein ganzes Kontingent an Stoffen, Farben und Mustern um dem Kunden möglichst viel Auswahl zu ermöglichen. Auch Überzüge für Nassräume und schwere Inkontinenz werden auf Straßen- oder Zimmergestellen fertig geliefert.²¹⁰

Der Adaptivrollstuhl

Dieser Typ des Rollstuhls ist ein sehr empfehlenswertes Modell, da es flexibel und in vielen Bereichen anpassbar ist. Bezeichnend für dieses Modell sind die großen Hinterräder mit Greifreifenantrieb und die kleinen Vorderräder. Es kann hier die Achsaufnahme, die Sitzbreite und die Sitztiefe, die Höhe der Rückenlehne, die Art und Lage der Füße sehr gut eingestellt und adaptiert werden. Jede große Firma hat Rollstühle dieser Art in ihrem Kontingent. Jedoch gibt es viele Punkte, die bei der Einstellung beachtet werden müssen, damit keine Fehler passieren.

Es wird für die Anpassung bereits ein Modell eines Rollstuhls als Vorlage| Maßstab verwendet. So kann leichter beurteilt werden welche Abmessungen der Rollstuhl tatsächlich haben muss. Es wird mit 5 sogenannten Grundmaßen gearbeitet:

1. Die Sitzbreite

In der Region der Hüftknochen wird die Sitzbreite

gemessen. Ist bereits ein Stuhl vorhanden, wird zwischen den Seitenteilen das Maß festgelegt. Das Maximum für die Sitzbreite liegt bei einer flachen Hand zwischen Hüfte und Seitenteil auf beiden Seiten. Übermäßige Fläche sollte vermieden werden. Es wird empfohlen die Sitzbreite so weit wie nötig und eng wie nötig zu bemessen, da die Oberschenkel an den Seitenteilen anliegen sollten um eine gute Führung zu gewährleisten.

Im Fall eines Rollstuhls ist es wichtig drauf zu achten, dass er so schmal und leicht wie möglich ist, da es sonst für den Benutzer beschwerlicher wird sich mit der Konstruktion zu bewegen. Die Breite des Stuhls ist sehr wichtig, da Gänge und WC's sonst zum Hindernis werden können. Ebenfalls schafft ein sehr breiter Rollstuhl einen unangenehmen Winkel im Ellbogenbereich, da sich die Arme soweit vom Körper entfernen müssen. Das Gewicht ist nicht nur im Sport ein massiver Faktor, da die Wendigkeit der Orthese, für jeden Benutzer wichtig ist. Der Rollstuhl kann durch verringertes Gewicht dem Benutzer eine hohen Energieaufwand ersparen und die Wendigkeit verbessern.

Ist die Stabilität für den Rücken durch die nicht akkurat angepasste Lehne nicht gegeben, kann es zu massiven Haltungsschäden und Rückenbeschwerden kommen. Daher sollte auf eine anpassbare Rückenbespannung besonderer Wert gelegt werden.

Anpassen „auf Zuwachs“ hat sich bei Kindern als nicht sinnvoll herausgestellt, da wenn ein Kind wirklich in den Rollstuhl „hineinpasst“ schon die Zeit für einen „neuen“ Stuhl gekommen ist. Laut Experten sollte keine Rücksicht auf die Winterkleidung in einem Rollstuhl genommen werden, da sonst die Konstruktion den ganzen Winter zu groß bemessen wäre.

2. Die Sitztiefe (oder Länge der Bespannung) Die Sitztiefe wird vom Rückenrohr bis zu den Kniekehlen bemessen. Von dieser Fläche werden zwei bis drei Fingerbreiten abgezogen. Durch eine zu

²¹⁰Vgl.:http://shop.fruehwald.net/?i_ca_id=315,
(stand: 29.11.2015).

kurze Sitzfläche kann es durch die übermäßige Belastung der Oberschenkel zu einer erhöhten Gefahr von Druckstellen kommen. Im Gegensatz dazu, kann eine zu lange Sitzfläche, zu einer schlechten Sitzhaltung führen und ein nach vorne Rutschen verursachen.²¹¹

3. Die Rückenlehnenhöhe

Bei frisch Querschnittsgelähmten sollte die Lehne bis etwas unter die Lähmungshöhe reichen. Im Normalfall wird die Höhe der Lehne unter Lähmungshöhe angesetzt. Es muss unbedingt vermieden werden, dass die Lehne bis über die Unterkante des Schulterblattes reicht, da sonst eine totale Einschränkung des Benutzers in der Bewegungsfreiheit, speziell im Bereich des Oberkörpers, beim Anschieben und Umdrehen der Fall ist. Bei Spastikern hingegen sollte die Lehne nicht zu kurz gewählt werden, daher wird 2-3 Finger unterhalb der Unterkante des Schulterblattes gemessen.

4. Die Unterschenkellänge:

Damit dem Sitzenden möglichst viel Komfort und Kontrolle gegeben wird, soll der Oberschenkel auf dem Sitz glatt aufliegen und die Füße müssen fest auf dem Fußbrett lagern können. Es wird um das zu gewährleisten die Länge von den Kniekehlen bis zur Ferse gemessen. Zu beachten ist daher, dass die Höhe des Sitzes als auch die Schuhe und in gegebenem Fall Schienen mit eingerechnet werden.

5. Die Sitzhöhe

Durch den Abstand des vorderen und hinteren Endes des Sitzes zum Boden lässt sich die Sitzhöhe ermitteln. Die Maße ändern sich bei einer geneigten Sitzbespannung. Hemiplegiker (halbseitig Gelähmter) benötigen eine niedrige Sitzhöhe, da sie die Füße zur Fortbewegung nutzen.

Die Optimierung der Anpassung folgt bei der Lieferung, wenn der Kunde nochmals mit Feineinstellungen den Rollstuhl auf seine Bedingungen einstellt. Das betrifft vorwiegend die Achsaufnahme und die Fußbretter.

Die Kippwilligkeit

Diese wird vorwiegend durch die Hinterachsenposition eingestellt. Für die Bewegungsfreiheit ist es von absoluter Wichtigkeit dass die Kippligkeit verstellbar ist. Sie kann durch die Achsaufnahme nahe am Körperschwerpunkt erhöht werden. In der Regel ist dieser kurz vor den Hüftknochen angesiedelt, kann jedoch im Fall von unterschiedlichen Beinlängen etwas variieren. Die Kippligkeit ist besonders für das leichte Handling und die bessere Drehfreudigkeit mit geringerem Kraftaufwand verantwortlich. Es kann so gewährleistet werden, dass der Stuhl sich leichter dreht und die Arme größere Bewegungsfreiheit haben. Um mit den Händen die Nabe leicht erreichen zu können, muss der Abstand in vertikaler Ebene zwischen Schultern und Hinterrad so eingestellt sein, dass sich der angewinkelte Unterarm in einer Position von 90 Grad, einige Zentimeter über dem höchsten Punkt des Hinterrades befindet. Ebenfalls zu beachten ist, dass die Lenkradachse senkrecht zum Boden steht, da so ein Flattern der Vorderäder und Schwierigkeiten beim Steuern des Rollstuhls vermieden werden kann. Für die Positionierung der Sitzfläche wird vorwiegend ein Wert zwischen 0- 4 Grad verwendet, was bedeutet, dass die Fläche nach Hinten abschüssig ist. Eine geneigte Sitzposition ermöglicht höhere Stabilität für den Rumpf zur Folge, kann jedoch zu einer zu starken Anwinkelung der Beine beeinträchtigen und eine schlechtere Durchblutung oder vergrößerte Spasmusneigung verursachen.²¹²

²¹¹Vgl.:<http://www.orthofactum.de/images/Rollstuhlanpassung.pdf>, (stand: 29.11.2015).

²¹²vgl.:
<http://www.orthofactum.de/images/Rollstuhlanpassung.pdf>, (stand: 29.11.2015)

passt werden.²¹⁴

Die Schuheinlage

Um es dem Benutzer zu ermöglichen gerade und richtig zu gehen, soll der Fuß durch die Einlage optimal unterstützt und entlastet werden. Damit der Vorgang des Anpassens effektiv durchgeführt werden kann, ist es möglich eine Ganganalyse durchzuführen. Während dieser Analyse kann der Orthopädienschuhtechniker den Probanden beobachten und jede Abweichung von der korrekten Fortbewegung erkennen.

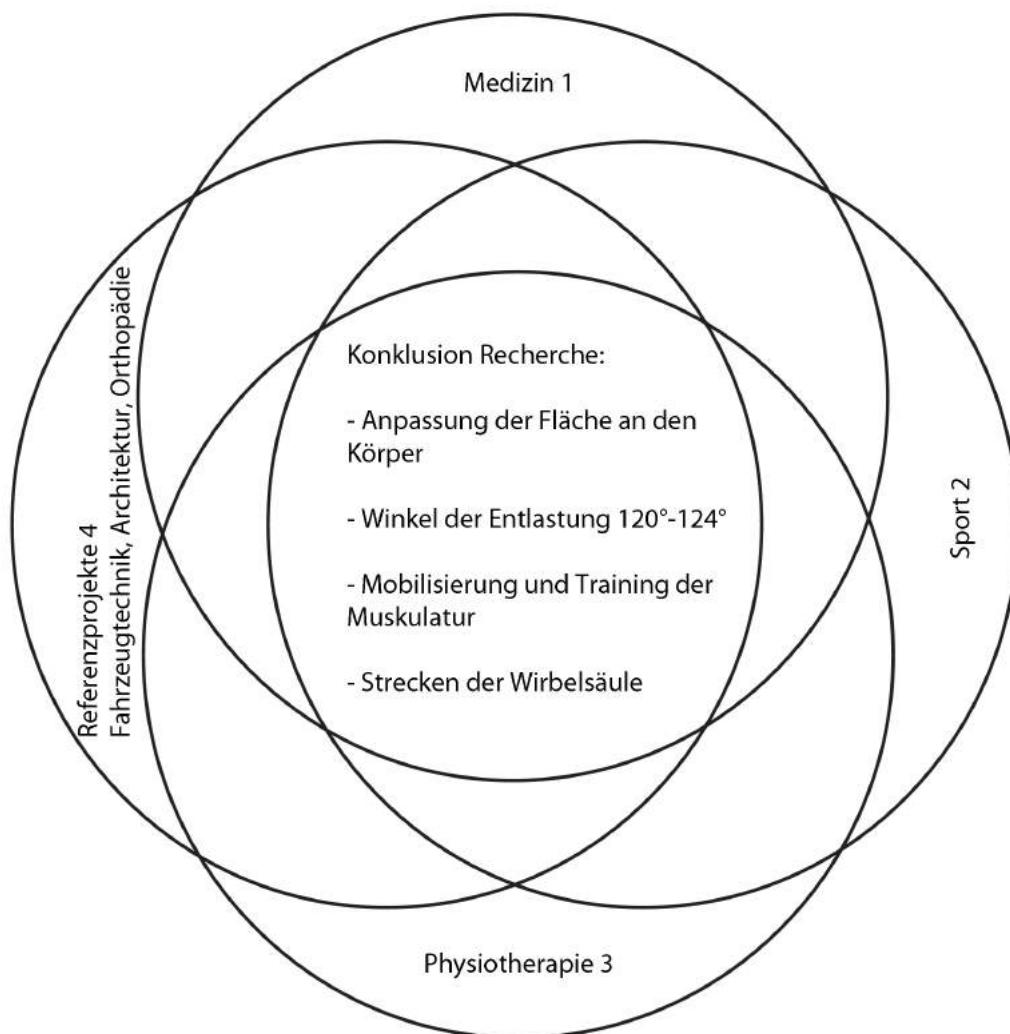
Ein geübtes Auge kann leicht erkennen ob ein Problem wie ein Fersensporn oder sogar eine Beinverkürzung der Fall ist. Es wird eine optimale Anpassung für jede Situation egal ob Sportschuh, Pumps oder Alltagsschuh ermöglicht. ²¹³Dazu muss jede Einlage individuell ange-



²¹³Abb.55:
<https://www.dropbox.com/s/2x1eto9fziwtdm1/Screenshot%202015-11-29%2018.59.42.png?dl=0>.

²¹⁴Vgl.:
<https://www.dropbox.com/s/2x1eto9fziwtdm1/Screenshot%202015-11-29%2018.59.42.png?dl=0>.

12 Konklusion der Recherche



1

Im Bereich des lumbo-sacralen Bewegungselements (das ist die Zone an der die Bandscheiben eine leicht keilförmige Form aufweisen), werden 70 Prozent der Beuge- Streckbewegungen der Lendenwirbelsäule ausgeführt. Dadurch ist genau an dieser Stelle die statische Belastung am größten. Im neugeborenen Alter ist die Wirbelsäule totalkyphotisch. Da wir schon im Kindesalter zum Sitzen gezwungen werden, entwickelt sich die Wirbelsäule vom dynamischen Aufbau zum Statischen. Dies führt zu einem offensichtlichen Problem, da die Bandscheiben, die Bewegung und den Wechsel der Druckbelastung benötigen, um sich durch die Aufnahme von Flüssigkeit und Nährstoffen zu regenerieren.

2

Bei den meisten Menschen ist die Rumpfmuskulatur sehr schwach, daher sollte sie durch gezieltes Training aufgebaut werden um den Körper ideal zu stützen.

„Die Kernbotschaft der modernen Forschung lautet jedoch immer gleich. Hauptsache, wir bewegen uns überhaupt. Es sollte nie eine Stunde vergehen, in der wir nur in einer Haltung verharren. Denn der Homo sapiens ist nicht für den dauerhaften Stillstand geschaffen – sondern zur vielfältigen Bewegung. Mäßig, aber regelmäßig.“

„Wer nur daliegt, wird den Schmerz nicht los!“ (Dr. Magus Heier)

3

Die effektivste Methode die rumpfstabilisierende und die Extremitätenmuskulatur zu stärken, ist durch Dehn- und Kräftigungsübungen. Die Aufgabe ist es daher die Balance des Beckens im Stehen so wie im Sitzen zu beachten. Daher ist das dynamische Sitzen in Zukunft vermehrt im Auge zu behalten. (vgl. Tim Wehrmann und Karl Wesker, Anatomie/Wirbelsäule, Seite 32, GeoWissen/ Gesundheit 2015)

Langanhaltende Positionen vermeiden, besonders in Wirbelsäulenstellungen, die gegen die ursprüngliche Physiologie sind. Gesundes Sitzen bedeutet daher dynamisch zu sitzen.

(vgl. Wottke Theorie, Praxis, Didaktik, Die große orthopädische Rückenschule; Springer- Verlag, Berlin Heidelberg 2007, Seite 121)

Zur Unterstützung dient eine Sitzfläche, die nach vorne abschüssig ist und sich dabei der physiologische Beckenstellung anpasst. (vgl. Rückenschule Aufbau & Gestaltung eines Verhaltenstrainings für die Wirbelsäulenpatienten, Herausgegeben von Christian G. Neutwig, Jürgen Känner, Carl- Heinz- Ullrich, 3. durchgesehene & ergänzende Auflage, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1997)

„Die hintere Sitzhaltung ist dann wirbelsäulenfreundlich, wenn folgende Punkte beachtet werden:

- Lendenwirbelsäule mit einem Kissen unterlagern.
- Eine Dorsalkippung des Beckens wird mechanisch verhindert.
- Kopf auf eine Nackenstütze ablegen.
- Die Halswirbelsäule wird entlastet.
- Oberkörper um ca. 45° zurückneigen.
- Wirbelsäule, Bänder und Muskeln werden optimal entlastet.“ (vgl. Wottke Theorie, Praxis, Didaktik, Die große orthopädische Rückenschule; Springer- Verlag, Berlin Heidelberg 2007, Seite 161)

Zu beachten ist folgender Punkt:

„Die hintere Sitzhaltung wird zu einer »gesunden« Einstellung des Lenden- Becken- Bein- Winkels, wenn die physiologische Wirbelsäulenkrümmung erhalten bleibt. Dieser Winkel sollte je nach Beinabduktion in der Größenordnung von etwa 120° liegen. Um diese zu erreichen, stellt man die Füße zweckmäßigerweise auf einen kleinen Hocker. Dadurch gelangen die Knie über das Hüftgelenkniveau »knees higher than hips«“ (vgl. Wottke Theorie, Praxis, Didaktik, Die große orthopädische Rückenschule; Springer- Verlag, Berlin Heidelberg 2007, Seite 161)

4

Die im Design des Sessels einfließenden Themengebiete kann man grob in zwei Gruppen unterteilen: Designer Sessel, orthopädische Stühle.

Besonders die Materialwahl und die Leichtigkeit der Konstruktion der designten Stühle sowie die Auseinandersetzung mit dem Menschen im Bezug auf die Form, spiegelt sich in meinem Entwurf wieder. Die orthopädischen Stühle haben alle einen gemeinsamen Nenner, dieser ist das dynamische Sitzen. Es ermöglicht dem Sitzenden sich während der sonst starren Handlung aus seiner Position zu lösen und sich im Prozess des Sitzens zu bewegen. Einer der Gründe warum sich Rückenschmerzen einstellen ist der Bewegungsmangel, der sich im Lebensstil der Gesellschaft des 21. Jahrhunderts einstellt. Dadurch ist dynamisches Sitzen ein immer größer werdendes Thema.



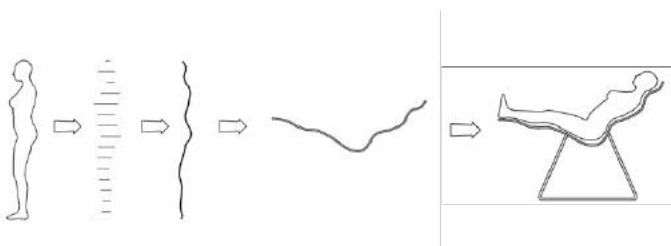
1

2

STAGE ONE

RESEARCH & DEVELOPMENT

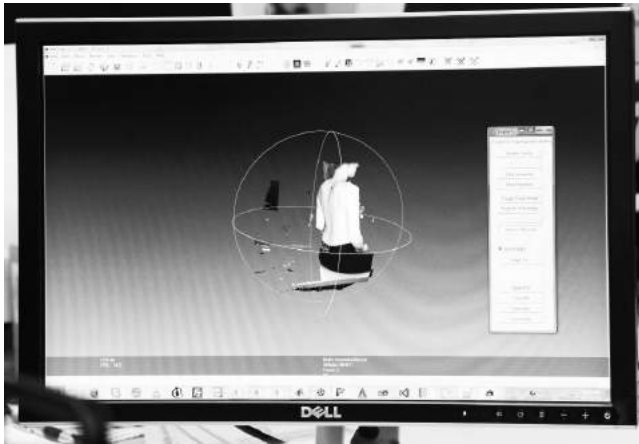
Auf der Basis der Research wurde ein Design einer Fläche entwickelt, die wie ein Maßband an den Körper angepasst wird und dadurch den Körper stützen soll. Da der Körper aber auch dynamisch gelagert werden soll, kommt das Gleichgewichtsverhalten zum Einsatz. Durch selbst entwickelte Gelenke, die an der Unterseite der Platten montiert werden, muss der Benutzer sich im Gleichgewicht halten, damit er in gerader Lagerung aufliegt.



STAGE TWO

DESIGN

Das Design der Liege ist vorwiegend von der Anatomie des Benutzers abhängig. Es handelt sich daher um ein Design, das aus zwei Teilen besteht. Zum ersten die Fläche, die in Schalen unterteilt ist und auf Gelenken gelagert wird und zum Zweiten um die Basis. Diese Basis ist jedoch noch mehr an den Benutzer angepasst, da sie für ihn attraktiv sein muss und nur die Tragfunktion der Schalen übernimmt.



STAGE THREE

AUFNAHME

Die Abnahme des Körpers wurde mit einem 3D Scann umgesetzt. Um die Bequemlichkeit und die Genauigkeit noch zu optimieren wurde ein eigenes Abnehmen der schon vorgespannten Form entwickelt.



3

4



STAGE FOUR

PRODUKTION

Die Designvorschläge wurden 3D gedruckt und die 4 wichtigsten Flächen ebenfalls gedruckt und gefräst. Um die Platten angepasster und flexibler zu gestalten, wurde durch Einschnitte eine erhöhte Elastizität für das Material erreicht. Wo diese Einschnitte positioniert werden sollten, wurde im Zuge des Anpassungsverfahrens ermittelt.

13 Der Arbeitsprozess im Überblick

Anamnese durch Fachpersonal

Bestandsanalyse: Zustandserfassung der Knochenstruktur

Erstellung der Fläche

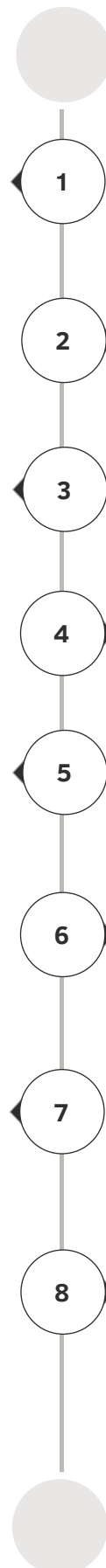
Im Programm Rhino wird mit dem Konturwerkzeug die Umrissstruktur, welche anschließend geloftet werden kann, hergestellt.

Verbesserung der Behaglichkeit

Um das Sitzen auch auf einem harten Untergrund wie Holz zu verbessern wurde die Möglichkeit erwogen, mit einem Tonabdruck und den daraus ermittelten Kontouren, den Flex der Druckpunkte zu verbessern.

Zusammensetzung der Liege

Wurden die Schalen maßgeschneidert und an den Patienten angepasst, kann ein Untergestell ausgewählt werden. Diese zwei Elemente sind nun ebenfalls für ein 3D - Modell in einem CAD - Programm zusammen zusetzen.



Abnahme des Körpers mit einem 3D - Scann

Die Person muss im Stehen oder im Sitzen gescannt werden, da sonst ein Eindringen des Gewebes stattfindet.

Loften der Fläche und übertragen ins Grasshopper

Die Fläche wird in dem parametrisch aufgebauten Programm Grasshopper in einzelne Abschnitte unterteilt und durch den Befehl "offset" zu einem Körper transformiert.

Verbesserung der Behaglichkeit durch Einschnitte

Die durch eine Kontur der Auflagepunkte erstellten Umrisse werden abermals durch das Programm Grasshopper auf die Schalen angepasst und können damit von der Fräse aus den einzelnen Elementen ausgefräst werden.

Für die Produktion der Liege wurden zwei Varianten erwogen

Zur Produktion der Schalen wurde die Herstellungsvariante des Durckens mit PLA überlegt, da durch unterschiedliche Materialhärten gut auf die Druckpunkte eingegangen werden kann.

Als zweite Variante ist das Fräsen der Holzschalen eine Option, da das Material Holz sich durch den gewonnenen Flex als durchaus bequem präsentiert.

14 Analyse der Vergleichsobjekte

14.1 These

Die im Design des Sessels einfließenden Themengebiete kann man grob in zwei Gruppen unterteilen: Designer Sessel, Orthopädische Stühle.

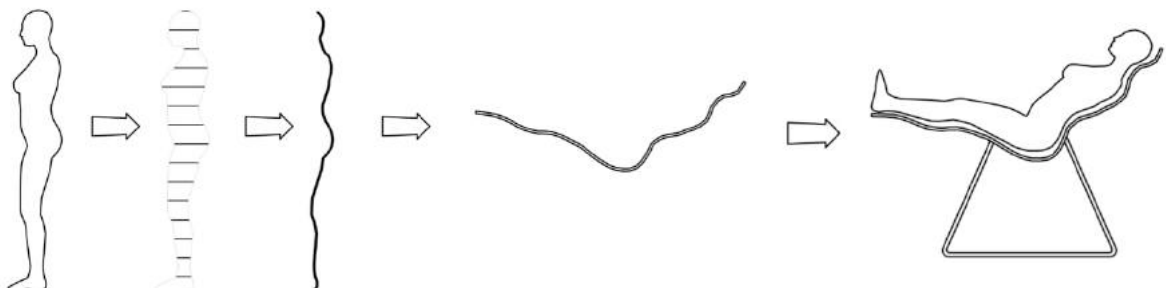
Besonders die Materialwahl und die Leichtigkeit der Konstruktion der designten Stühle sowie die Auseinandersetzung mit dem Menschen im Bezug auf die Form, spiegelt sich in meinem Entwurf wieder. Die orthopädischen Stühle haben alle einen gemeinsamen Nenner, dieser ist das dynamische Sitzen. Es ermöglicht dem Sitzenden sich während der sonst starren Handlung aus seiner Position zu lösen und sich im Prozess des Sitzens zu bewegen. Einer der Gründe warum sich Rückenschmerzen einstellen ist der Bewegungsmangel, der sich im Lebensstil der Gesellschaft des 21. Jahrhunderts einstellt. Dadurch ist dynamisches Sitzen ein immer größer werdendes Thema.

14.2 Individuelle Maße

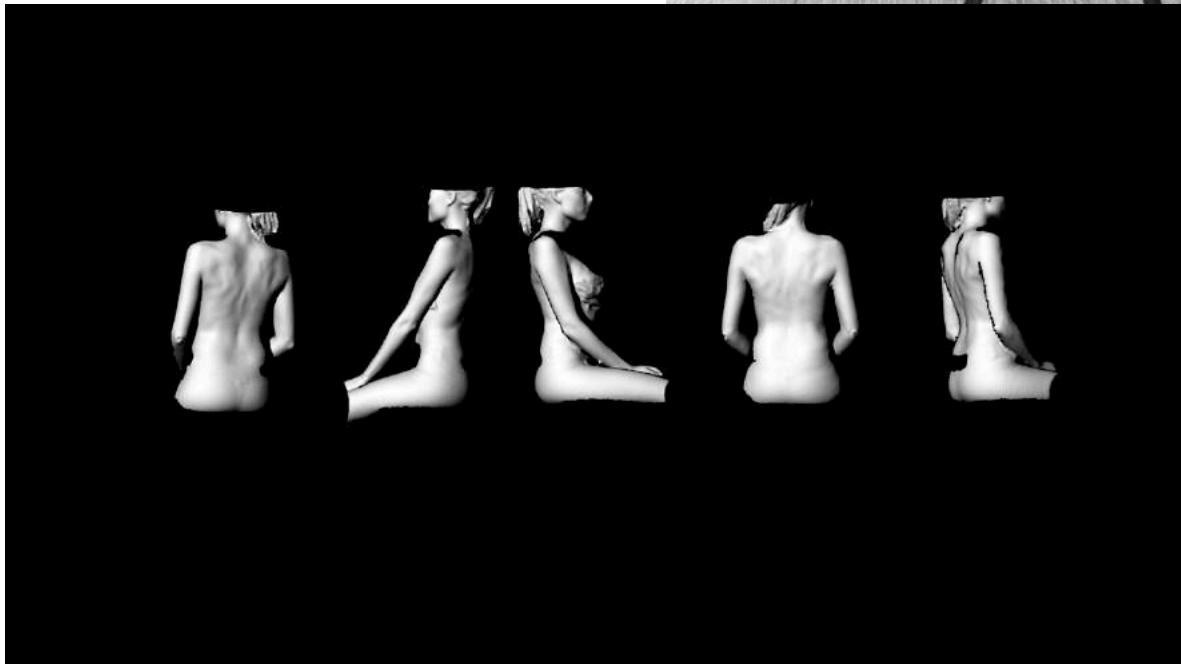
Im Zuge dieser Arbeit hat sich herausgestellt, dass der Focus der maßgeschneiderten Liege besonders im „Abnahmeverfahren“ liegt. Dieses Verfahren bezeichnet den gesamten Prozess vom Rücken bis zu den exakt gefertigten Schalen. Das Neuwertige und Interessante dieses Prozesses ist es, den Körper, mit dem 3D – Scann zu erst im Stehen aufzunehmen mit den gewonnenen Daten, eine Fläche zu fertigen und auf Basis der vorangegangenen Recherche diese zu biegen und den Rücken dann in genau dieser liegenden Position ein zweites Mal abzunehmen. Mit dieser Methode wird gewährleistet, dass der Benutzer ohne Verfälschung der Haltung durch das Sitzen oder Pressen des Gewebes, abgenommen werden kann. Dadurch kann man eine optimalere Anpassung generieren und versuchen auf die Druckpunkte und Fehlstellungen besser einzugehen. Aufgrund dieses Konzepts wurde das Thema des Druckpunktmessens und der Druckverteilung als wichtig erkannt und behandelt. Durch das Abnehmen schon in der richtig gelagerten Position, kann man sofort die Verbesserung der Druckverteilung, als auch den nötigen Flex des verwendeten Materials erkennen.

Da der Mensch auf die Haptik von natürlichen Materialien wie Holz oder Leder am besten reagiert, wird gerade der Flex des Holzes und der mit

dem Abnehmen des in der richtigen Lagerung generierten Abdruckes, besonders wichtig. Mit den aus dem Abdruck generierten Umrissen, wird die Fläche der Schalen erarbeitet, die von der Fräse eingeschnitten werden muss, um den Bequemlichkeitswerten gerecht zu werden. Auf diese Weise werden die Vorteile des Materials Holz besser genutzt.



Die Anatomie der Testperson wurde im Sitzen und im Stehen gescannt. Dafür wurde der Focus auf die Person eingestellt und kalibriert. Die Testperson wurde korrekt hingesetzt und für die Aufnahme eingerichtet. Der Grund für die Aufnahme im Sitzen ist, dass so die Bewegung der Hüfte im Sitzen beobachtet werden kann.



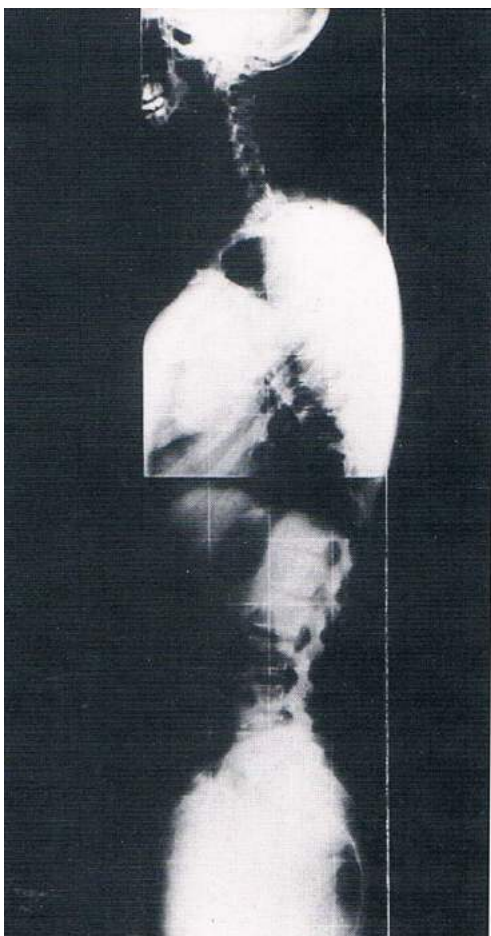
Der Scann im Stehen ist die Basis für die Abnahme der menschlichen Form. Die Anatomie wird gerade eingerichtet und im richtigen Abstand positioniert. Die richtige Abnahme des Körpers soll im Stehen ohne Veränderung der Masse durch Druck auf das Gewebe ausgeführt werden. Erst im zweiten Schritt wird der Körper in der idealen Lagerung aufgenommen. Dabei können gleichzeitig die Druckpunkte ermittelt werden.



Röntgen

Bei diesem Verfahren wird es mittels Röntgenstrahlen möglich gemacht, den Körper zu durchstrahlen und dabei ein so genanntes Röntgenbild, eine Radiografie oder eine Röntgenaufnahme zu erhalten.

215i

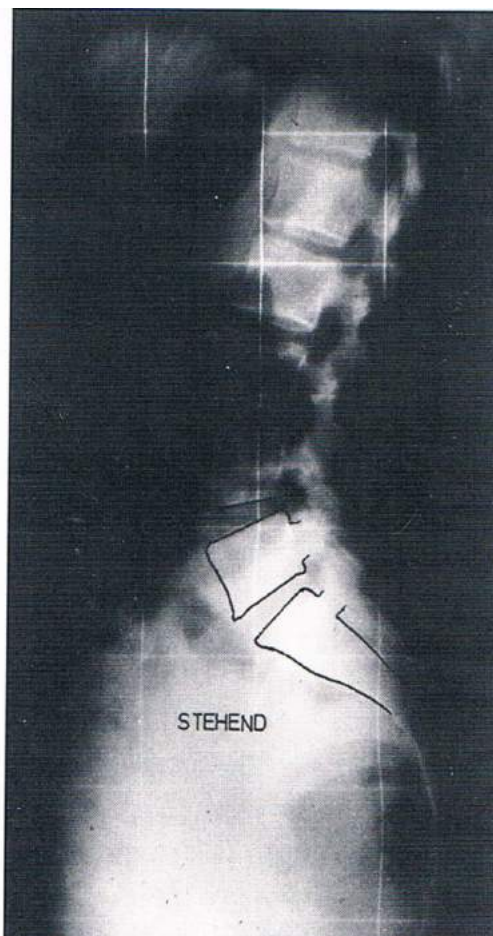


Der fluoreszierende Schirm wird benötigt um das Bild der Aufnahme sichtbar darzustellen. Es werden ebenso, zur Durchleuchtung Röntgenkamera

215Abb.56: Hajo Eickhof, sitzen, Eine Betrachtung der be-
stuhlten Gesellschaft, Anabas-Verlag, 1997, Seite 110.

und Röntgenbildverstärker verwendet. Die aktuellste Methode im Moment ist die digitale Radiografie diese wird entweder mit Röntgenspeicherplatten in Form von Phosphorplatten oder mit elektronischen Sensoren durchgeführt.

Die Arbeit hat sich mit der Analyse der Anatomie und den notwendigen Informationen zur Erstellung einer angepassten Liegefläche beschäftigt. Aus diesem Grund wurde auch die Möglichkeit



des Röntgens um den Ist- Zustand der Wirbelsäule zu ermitteln, in Erwägung gezogen.²¹⁶

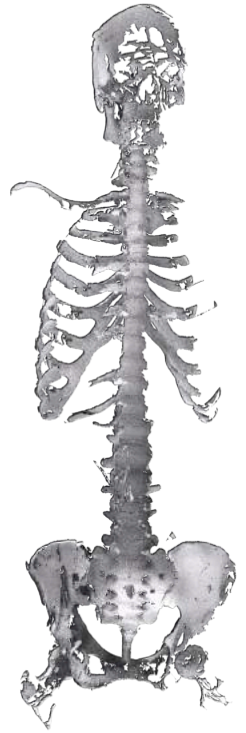
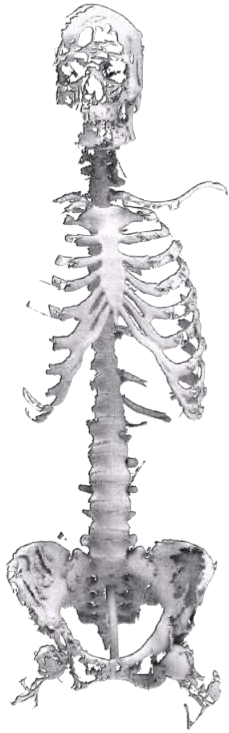
216Vgl.: Franz Buchmann, Patient zum Röntgen, Medizinische
Abbildung und Untersuchungsablauf vom Röntgenbild über
MRT bis Ultraschall, LIT Verlag, Münster – Hamburg - London,
2002, Seite 6.

Skelettscann

Um sich mit der menschlichen Anatomie gebührend auseinander zu setzen wurde ein Übungsskelett der Karl-Franzens-Universität Graz ausborgt und gescannt. Dieses Beispielskelett sollte Aufschluss über die exakte Silhouette der sogenannten idealen menschlichen und in diesem Fall weiblichen Struktur geben. Bis auf die etwas zu kurze Hüfte ist diese Darstellung überaus genau. Es stellte sich heraus, dass das Material des Skeletts nicht ideal für den Scanner geeignet ist, da dieses viel zu stark reflektiert und daher der Scannprozess verlangsamt und teilweise sogar verhindert wird. Um das Scannen verbessern zu können, wurde Mehl auf die Knochenstruktur gestäubt, dass durch die matte Optik bessere Scangegebenheiten schaffen sollte.

Mit dem Fortschreiten der Arbeit ist die Erkenntnis erarbeitet worden, dass das Skelett des Menschen alleine nicht der Hauptfokus bei der Anpassung des Stuhls sein kann. Daher wurde dieser Versuch, außer zu weiteren Recherchen über die Anatomie, des Menschen nicht weiter verwendet.





Fotostudio

→ Helmut Jokesch

Mit der Hilfe von Helmut Jokesch, dem das Fotostudio Jokesch in der Annenstraße gehört, wurde eine 3D-Form erstellt. Diese kann mittels Bildern, die von dem Programm AUTODESK 123D CATCH von zwei 2D Bildern zu einem dreidimensionalen Objekt generiert werden. Leider ist das entstandene Modell als nicht brauchbar befunden worden, da der Körper schlecht erkennbar und für ein korrektes Anpassen unbrauchbar ist. Daher wurde diese Alternative bis auf Weiteres ausgeschlossen. In Zukunft wäre eine Methode der Körpervermessung, die auch für den einfachen Konsumenten zu leisten und erreichen ist, aber mit Sicherheit wichtig.





Institut für maschinelles Sehen

Um die optimale Liegefläche zu erstellen war es besonders wichtig sich mit dem Thema des 3D-Scannens auseinander zusetzen. Das Institut für maschinelles Sehen hat es ermöglicht den dort vorhandenen Scanner zu benutzen und damit den Körper höchstpräzise zu vermessen. Um dieses Thema ausführlich zu beleuchten wurde ein Interview mit dem Vorstand des Instituts Dr. Matthias Rüter durchgeführt.

3D- Scannen

Interview mit Dr. Matthias Rüter

Wie ist es dazu gekommen, dass sich das Institut für maschinelles Sehen mit 3D- Scannen beschäftigt hat?

Antwort:

Es gibt zwei Schwerpunkte an dem Institut von optischen Informationen. Zum Ersten aus der Umwelt und zum Zweiten, Visualisierung in Form von Renderings, Darstellungsmethoden und 3D Visualisierungsmethoden. Speziell das 3D - Scannen wird im Nahgebrauch schon seit 10 Jahren immer wieder verwendet.

Für welche Arbeiten wird der 3D – Scann am Institut eingesetzt?

Antwort: Ein Einsatzgebiet ist der Maschinenbau, hier werden Qualitätskontrollen durchgeführt. Es lässt sich so der Soll- und Istzustand feststellen. Also der Vergleich zwischen CAD- Modell und dem gescannten Modell. Es gibt sehr viele Anwendungen dieser Technologie gerade im medizinischen Bereich. Daher konnten einige medizinische Studien vom Institut unterstützt werden. Die Einsatzgebiete befinden sich da im Gesichtsscann und im Körperscann, aus diesen können dann bestimmte Volumina erzeugt werden. Auch Hautoberflächen können damit verglichen werden. Gerade die Plastische Chirurgie (z.B.: Hautoberflächenscans) arbeitet mit dieser Technik sowie auch die Innere Medizin (z.B.: Organ- druck). Das Institut hat gerade kürzlich erst ein Projekt der Inneren Medizin mitbegleitet, das sich speziell mit Körpervolumetrie in Zusammenhang mit Widerstandsmessungen beschäftigt hat. Das hatte den Sinn die klassische Körperfettmessung, in Kombination mit Impedanzmessung zu verbessern.

Aus welchen Teilen besteht der Apparat und wie funktioniert der Ablauf?

Antwort:

Das Gerät ist aus einer Lichtquelle in diesem Fall aus einem Projektorsystem aufgebaut, das sehr ähnlich funktioniert wie ein Videobeamer. Weiter sind noch zwei Kameras dabei, die entsprechend das Bild erzeugen. Der Kostenpunkt ist abhängig vom Genauigkeitsbereich. Im billigsten Fall liegt der Preis zwischen 3000 – 4000 Euro. Das Gerät im Institut ist ein Prototypsystem und liegt vom Preis ca. bei 15000 Euro. Das Messvolumen das man abbilden möchte liegt im cm – 2m Bereich grob gesagt, wir hatten bei dem Scann einen Messbereich von 1m gehabt und die Genauigkeit in diesem Fall liegt bei 1mm. Es ist möglich den verwendeten Scanner auf einen Messbereich von 10 cm einzustellen, in diesem Fall liegt die Genauigkeit bei 10 Mikrometern, aufgrund dessen muss man das Objekt stückweise einscannen und zusammensetzen. Das kann zum Beispiel im Maschinenbau im Automobilbereich nötig sein. Zum Beispiel bei thermischen Veränderungen.

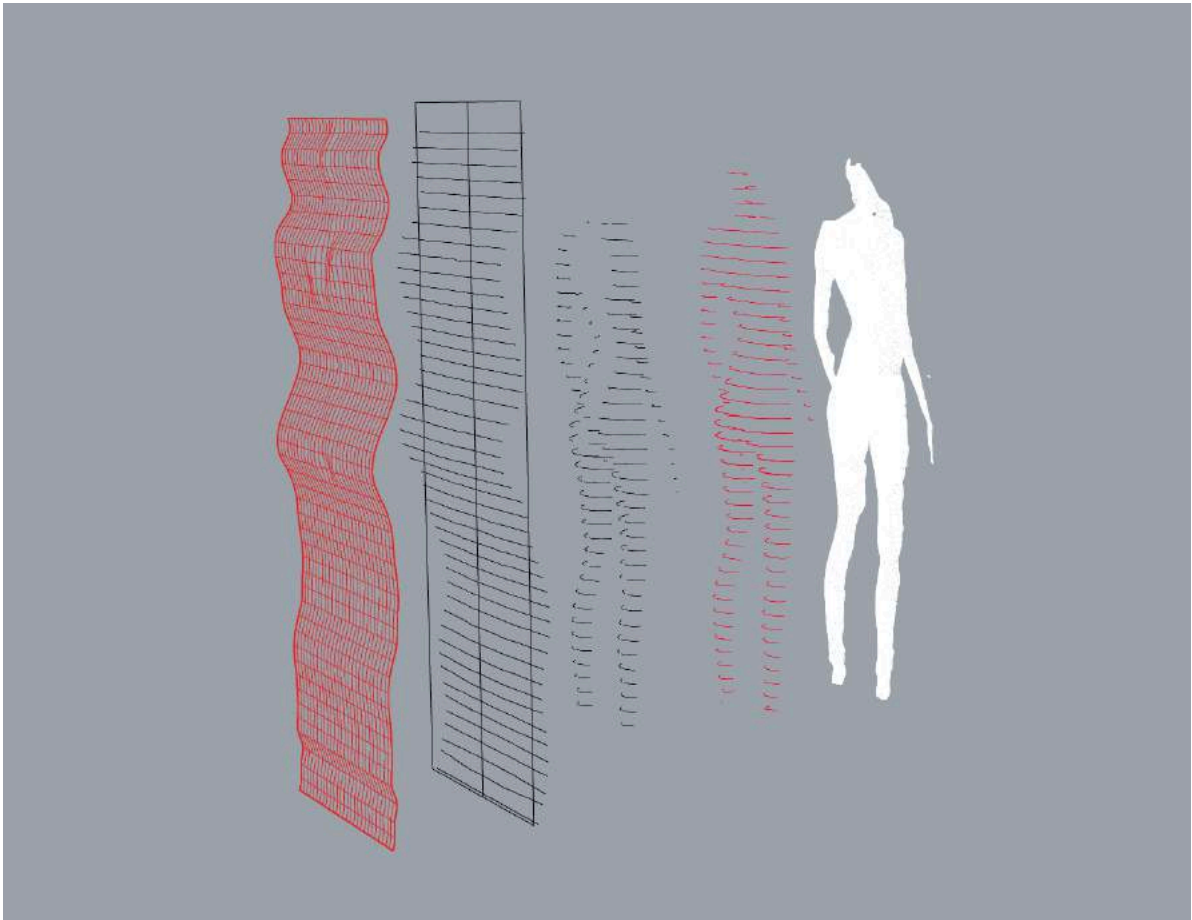
Wie gestaltet sich nun der Ablauf, wenn ein Objekt oder eine Person gescannt werden muss?

Antwort: Zuerst wird der Focus und das Licht eingestellt und im nächsten Schritt wird das System kalibriert. Das Messobjekt oder die Person wird an der markierten Stelle positioniert. Ist das geschehen, wird ein Muster- oder eine Streifenfrequenz auf die Person projiziert. Diese Streifen, die immer feiner werden, werden synchron von beiden Kameras aufgenommen. Über die Streifen werden Korrespondenzen hergestellt. Das bedeutet, dass für jeden Pixel im linken Bild die gleiche Streifenabfolge im rechten Bild gesucht wird, damit identifiziert man dann jene Pixel, die ein und das selbe Bild im Raum gesehen haben,

weil nur dort die gleiche Abfolge der Streifen existiert. Durch diese Pixel, die verschnitten werden im Raum bekommt man einen 3D – Punkt. Das passiert für alle 4 Millionen Pixel die man aufnimmt. Dadurch entsteht ein dichtes 3D – Modell.

Welches Programm wird für dieses System verwendet?

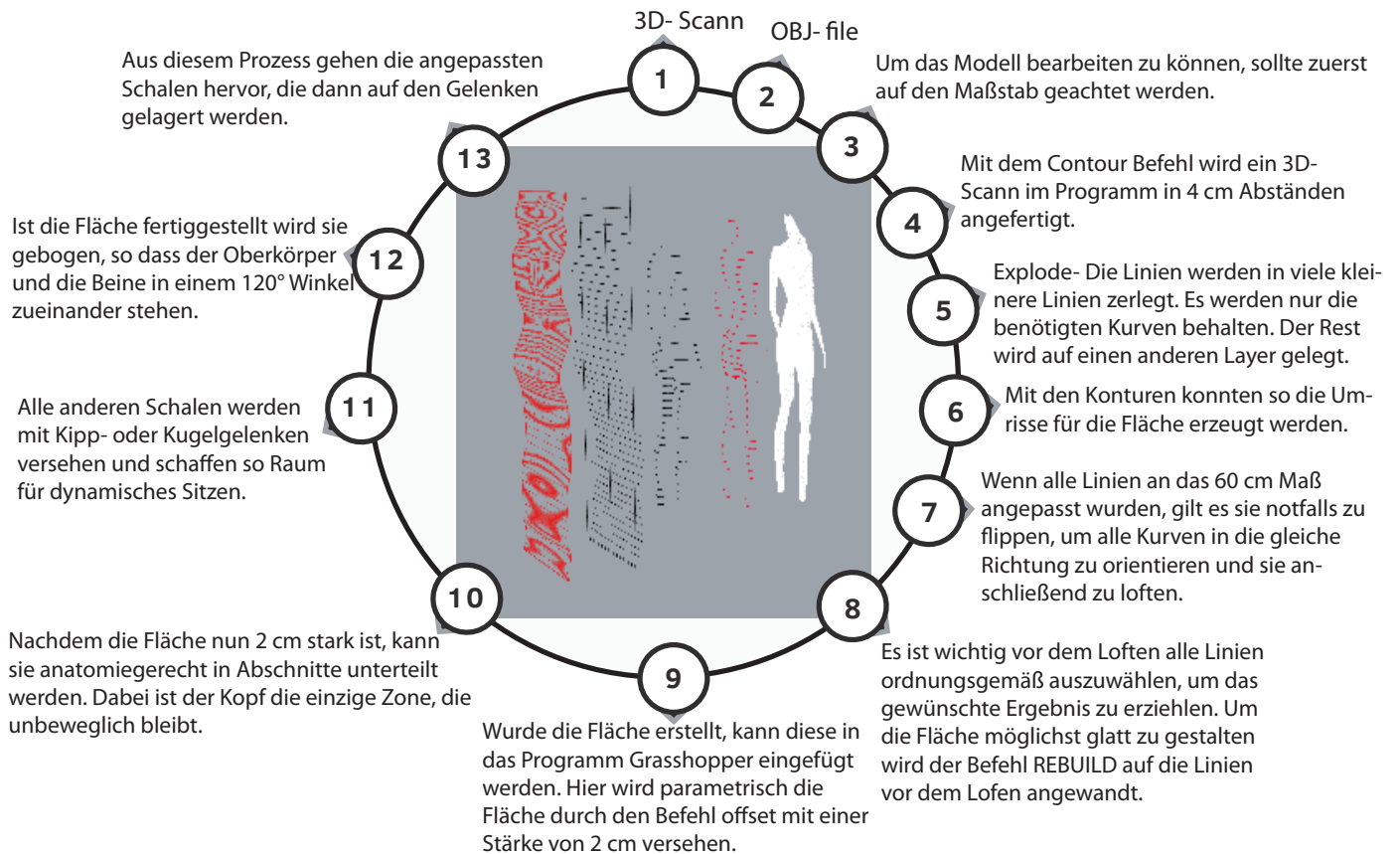
Antwort: Das Institut hat seit zwei Jahren ein selbstprogrammiertes Programm, das von der hauseigenen Forschungsgruppe entwickelt wurde. Das Programm an sich gibt es so nirgends sonst, es ist besonders für Oberflächen, die durch Spiegelungen zu Messfehlern führen können gut. Durch die eigene Entwicklung ist eine hohe Flexibilität bei den unterschiedlichsten Anforderungen möglich.



Es wird auf diesem Bild der Prozess der Flächen-generierung dargestellt. Diesem Ablauf liegt die Sortierung der, durch den 3D – Scann erzeugten OBJ- Files zugrunde. Nach dem Zusammensetzen der Dateien und der Skalierung der Körperbereiche kann mit der Produktion der Fläche begonnen werden.

Für dieses Projekt wurden drei Flächen erstellt. Die erste Fläche war der Testversuch. Die zweite Fläche war die Abnahme des Prototypen. Dank des 3D – Scanns am Institut für maschinelles Sehen, konnte die dritte Fläche an einer Testperson hergestellt werden. Im folgenden Abschnitt wird dieser Arbeitsschritt beschreiben.

Erstellen der Fläche



15 Übertragung ins Digitale

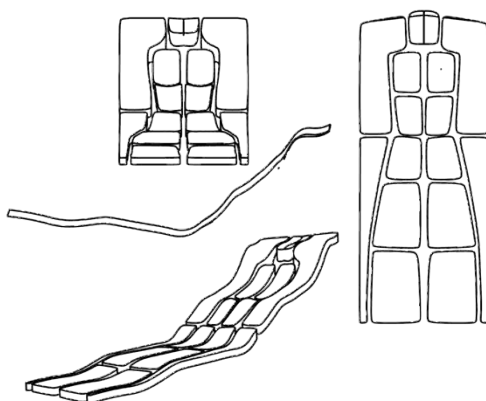
Nachdem das 3D – Modell der Idealperson in das Programm Rhino eingefügt wurde, konnte mit einem weiteren 3D – Scann dieses Mal im Programm, die Fläche erstellt und angepasst werden.

Im Laufe der Versuche hat sich die Form und Gegebenheit der Fläche immer wieder verändert und weiterentwickelt. Um zu zeigen welche Prozessphasen die angepasste Struktur durchgemacht hat, wurden diese dokumentiert.

Erster Versuch der digitalen Umsetzung →

Die Fläche wurde zu diesem Zeitpunkt an das männliche Ideal Skelett angepasst. Die Idee der Aussparungen und Schalen wurde hier zum ersten Mal umgesetzt.

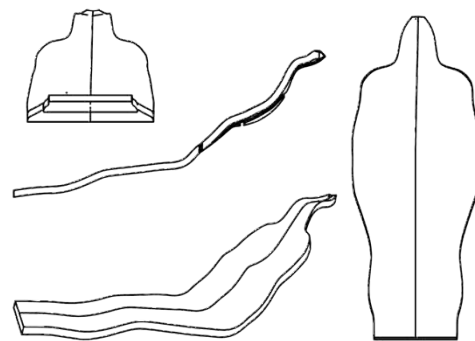
Es drängt sich bei diesem Versuch die Frage auf, ob die Fläche so massiv ausgeführt werden sollte und welcher Mehrwert von den Schalen abzuleiten ist.



Zweiter Versuch der digitalen Umsetzung →

Die Fläche wurde zu diesem Zeitpunkt an das männliche Ideal Skelett angepasst. Hier wurde der Punkt der besseren Anpassung und Übertragung der Form des gesamten Körpers behandelt.

Diese Form der Fläche hatte eine massive Einschränkung im Design zur Folge und wurde daher ausgeschlossen.



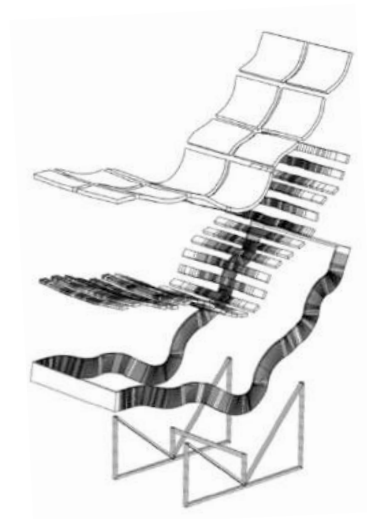
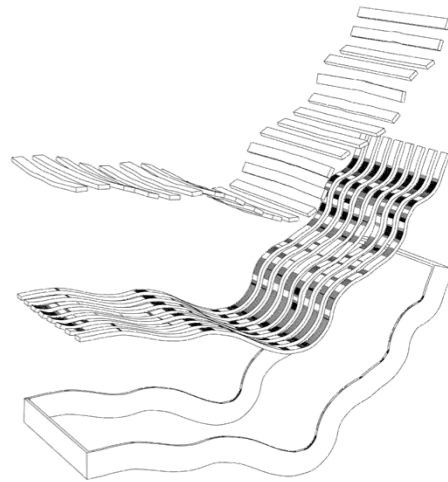
Die Folgenden Bilder zeigen die Unterkonstruktion der Liege. Um die Schalen beweglich zu gestalten und sie richtig zu positionieren wurde ein Gitter gestaltet. Auf dieses 4 cm x 1,5 cm starke Gitter sollte das Gelenk, welches für das Schwenken der einzelnen Schalen verantwortlich ist montiert werden. Die sich am Rand befindliche Konstruktion wurde geschaffen, um die Zwischenräume der einzelnen Elemente zu verhüllen.

Anpassung der Fläche an den Körper

Winkel der Entlastung → 120°-124°

Mobilisierung und Training der Muskulatur

Strecken der Wirbelsäule



15.1 Ermittlung der Auflagerpunkte

Ton

Durch die Verwitterung von Gestein entsteht Ton. Primärton wird ganz im Gegensatz zu Sekundärton, das ist Ton der aus dem Felsen ausgespült wird, im Muttergestein angelegt. In der Testreihe für diese Arbeit wurde Sekundärton verwendet, da dieser feiner ist und daher leichter zu verarbeiten. Diese Sorte Ton wird auch zum Töpfern verwendet.

Die am häufigsten verwendeten Sekundärtonarten sind Kaoline, Ball Clay Tonarten und Fire Clay. Kaoline bestehen aus Ton und Kieselerde. Sie sind sehr hitzebeständig und entwickeln durch den Brennvorgang eine weiße Färbung. Der Ball Clay entwickelt sich beim Brennen auch entlang der weißen Farbpalette. Fire Clay bleibt von seiner Farbgebung eher im bräunlichen Bereich.²¹⁷

Ton wurde verwendet, um die Abdrücke der Probandin, im aufrechten Sitzen, im geraden Liegen und im physiologisch korrekten Liegen aufzunehmen, darzustellen und letztendlich zu verwerthen. Es können aus den Abdrücken durch den 3D – Scann Daten ermittelt und in topographischen Bildern dargestellt werden. Diese erstellten Scanns können dann im Programm Rhino zur Ermittlung der Umrisskurve für Aussparungen im Bereich der Schalen herangezogen werden.

Den Vorteil den Ton gegenüber Plasteline bietet ist, dass er wesentlich weicher in der Verarbeitung ist und im Prozess des Sitzens genauere und tiefere Eindrücke ermöglicht.



218

217Vlg.: <http://www.anleitung-zum-toepfern.de/fachartikel-zum-thema-toepfern/grundwissen-zum-werkstoff-ton/>, (stand: 14.12.2015).

218
Abb.57:https://www.google.at/search?q=material+ton&biw=1275&bih=625&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwifwfGkjNzJAh-VMVRQKHV6BDdYQ_AUIBigB#imgrc=h0sUoY4UoOG8HM%3A, (stand: 14.12.2015).

Plasteline

Dieses thermoplastische Material wurde zuvor in einer Diplomarbeit verwendet und hier abermals versuchsweise eingesetzt. Nach der Erkenntnis, dass das Material von seinen Eigenschaften viel zu hart ist und wenig Eindruck in der Masse zulässt, wurde es erhitzt um zu ermitteln, in welchem Zustand mehr erreicht werden könnte. Ab einer Zeit von 10 min bei 100 Grad Celsius wurde die Masse bearbeitbar und auch die Abdrücke wurden besser sichtbar. Da das Ergebnis mit Ton wesentlich leichter erzielt werden kann, wurde die Versuchsreihe mit dem Material Plasteline nach 5 Versuchen abgebrochen.

Die Jolly King Paste wird vorwiegend von professionellen und Amateurbildhauern verwendet, da sich die glatte, gleichmäßige Struktur, der auf Wachsbasis basierende Maße besonders gut für diese Zwecke eignet.

Das Material zeichnet sich dadurch aus, dass es aufgrund dessen, dass es keinen Schwefel enthält, nicht giftig ist, oder aushärtet. Dadurch ist es für ein weites Spektrum von Formenbau und Gusswerkstoffen einsetzbar.²¹⁹



220

219Vgl.:<http://www.sculpturehouse.com/p-616-jolly-king-plasteline-grey-green-1-lb.aspx>, (stand: 14.12.2015).

220Abb.58:<http://www.sculpturehouse.com/p-616-jolly-king-plasteline-grey-green-1-lb.aspx>, (stand: 14.12.2015).



Um die Auflagerpunkte des Körpers und damit die Druckpunkte zu ermitteln wurde ein Rechteck mit den Maßen 50 cm x 90 cm ausgemessen. Dann wurde ein Abdruck in den frischen Ton gedrückt und die Trockenzeit abgewartet, bis die Einprägungen im Trockenzustand abgemessen werden konnten.

Erster Versuch Abdruck

Der Abdruck wurde als nicht so genau befunden, da beim Abrollen die Wirbelsäule doppelt eingedrückt wurde.

Diese Studie hat zu der Erkenntnis geführt, dass der Ton bereits im nassen Zustand dokumentiert werden sollte, da das Entweichen des Wassers im Material, während der Trockenzeit zu Ungenauigkeiten des Versuchs führt. Daher ist es von Vorteil, das Versuchsobjekt gleich im Anschluss nach dem Test zu scannen und damit die Struktur des Abdrucks zu digitalisieren. Der Abdruck auf die plane Fläche vermittelt Informationen, die Aufschluss über die Symmetrie des Körpers so wie, die Positionierung der Auflagerpunkte, geben. Es

ist in der topographischen Auswertung gut zu erkennen, wo die Problemstellen beim flachen, ausgestreckten Lagern, liegen.



Die natürliche physiologische Form der Wirbelsäule kann in diesem Zustand nicht gehalten werden. Das führt dazu, dass sich die Lendenlordose in eine für die Wirbelsäule suboptimale Stellung begibt.

Zweiter Versuch Abdruck

Dieser Abdruck zeigt das die Wirbelsäule gerade ist und wo die Knochen des Skeletts aufliegen und Druckstellen erzeugen können.



Die Abdrücke des Skeletts wurden auf diesem Bild angezeichnet um einen Eindruck der Auflagerpunkte zu bekommen.



15.2 Abnahme der Abdrücke mit dem 3D – Scanner

Um die Topographie der geplanten Versuchsreihe zu digitalisieren wurde das Gerät neben der sehr zerbrechlichen Tonform aufgebaut. Nach der Fixierung beider beteiligten Objekte, konnte mit dem Scannen begonnen werden. Es ist darauf zu achten, dass weder der Scanner noch die Form, während eines Abreitsprozessen verrückt werden, da dies die bereits gescannte Datei unbrauchbar machen kann. Der Scanner hat eine Genauigkeit, die so hoch ist, dass jede Veränderung der Position, das Ergebnis schwer beeinträchtigen kann.

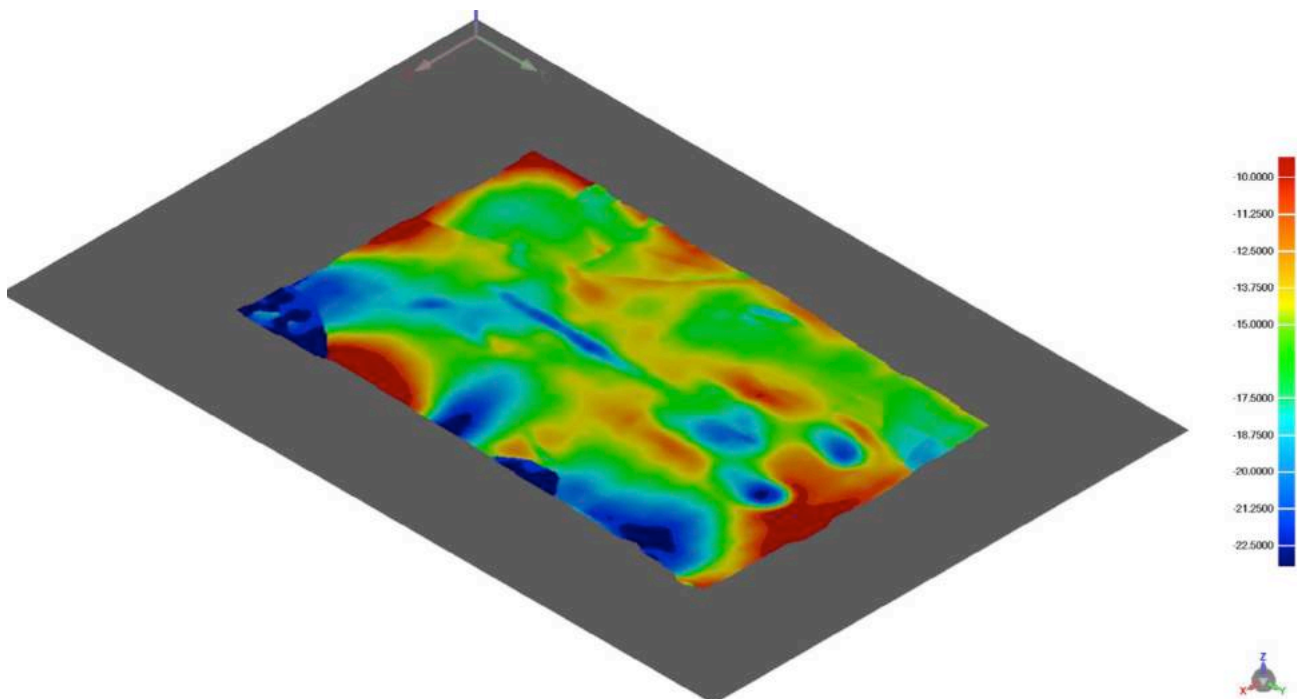
Für eine genaue Aussage dieser Arbeit muss jedes Versuchsobjekt auf diese Weise digitalisiert und aufgenommen werden. Nur so ist es möglich einen Unterscheid in der Lastverteilung und Eindruckstiefe der verschiedenen Posen zu erkennen.

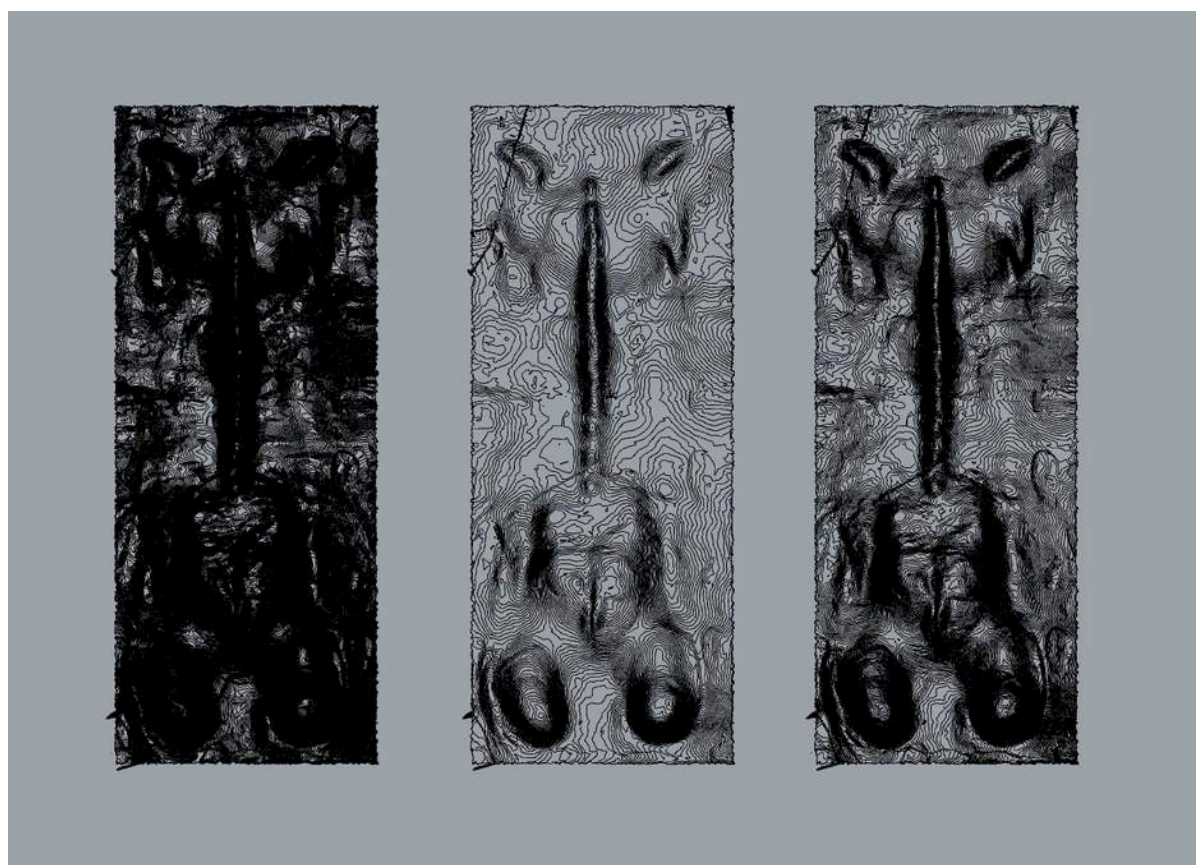
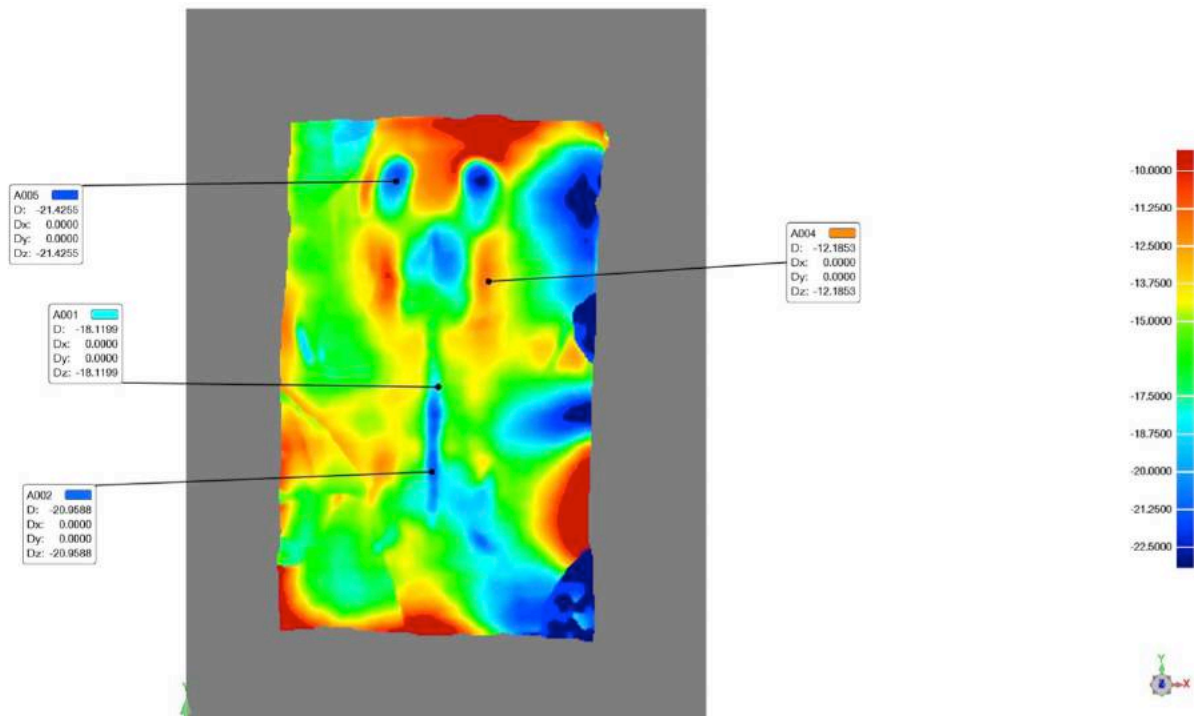
Das Geomagic konnte Topografiebilder erstellen, die zeigen wie die Wirbelsäule sich verhält, wenn man sich flach auf den Rücken legt. Es bilden die Körperzone, die vom Körper hervorrage, wie



zum Beispiel Knochen, wie die Wirbelsäule, die Hüfte, oder die Schulterblätter Eindrücke in der weichen Tonmasse, die Auflagerpunkte preisgeben. In diesem Versuch sieht man die Symmetrie des Skeletts und ebenso die Lagerung der menschlichen Anatomie. Die Wirbelsäule formt sich im Liegen statt in der physiologischen Form in der Lordose, in eine gerade Position. Dabei liegt die Lendenwirbelsäule auf dem Ton auf und bildet mit der Brustwirbelsäule einen geraden Abdruck.

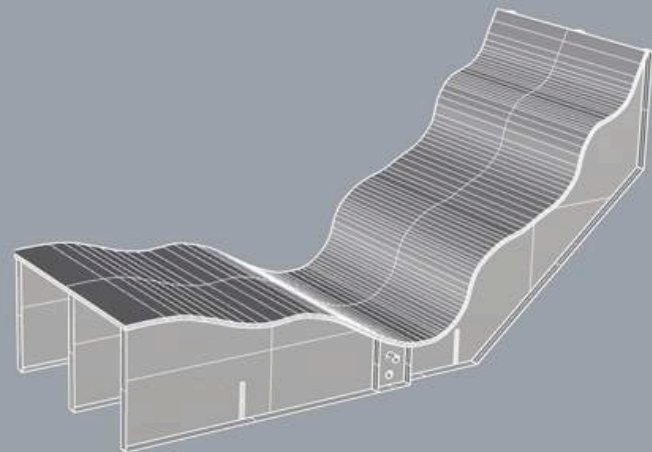
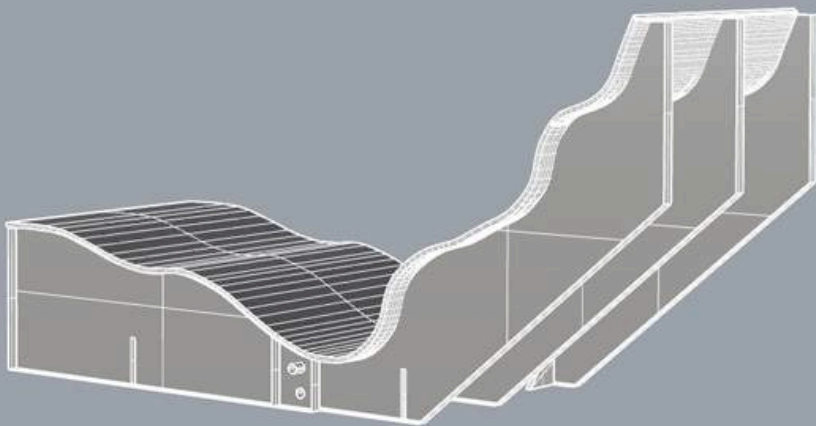
Das ist der Beweis, dass die Lagerung des Menschen laut seiner Anatomie nicht im geraden Liegen auf hartem Untergrund passieren sollte. Ideal wäre es, zur Entspannung der Wirbelsäule den Lendenbereich zu unterstützen.

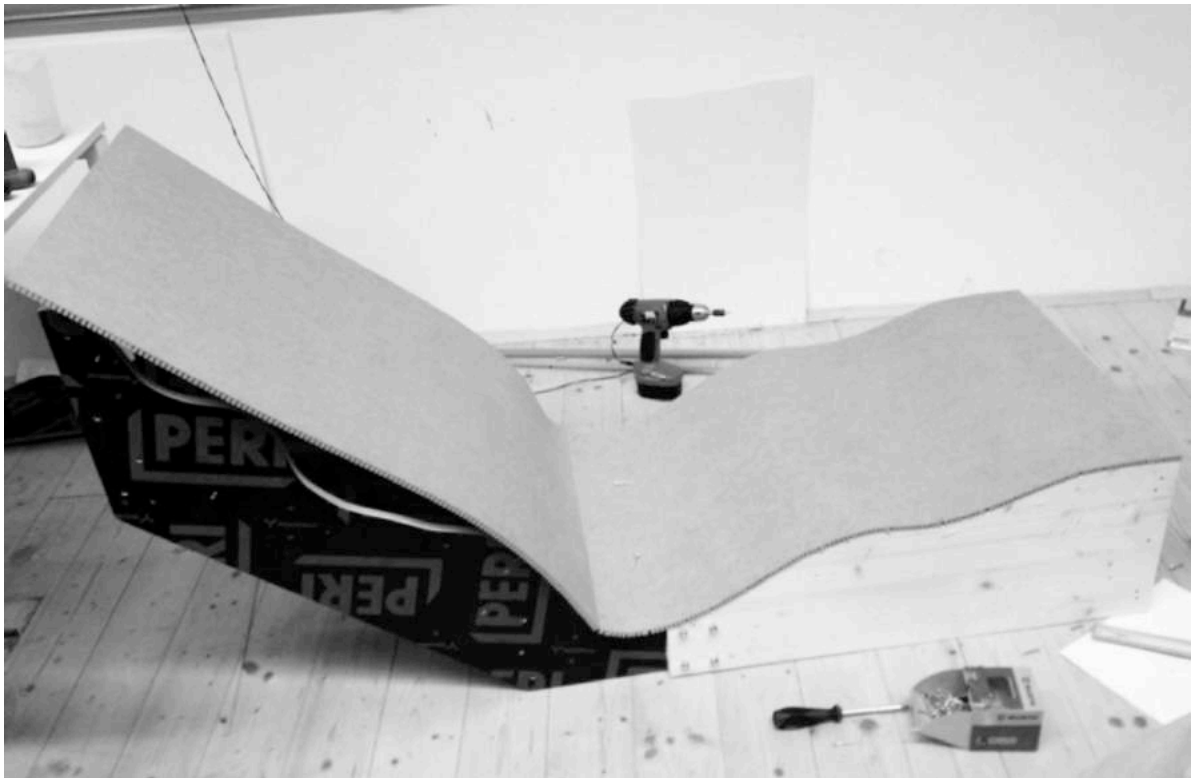


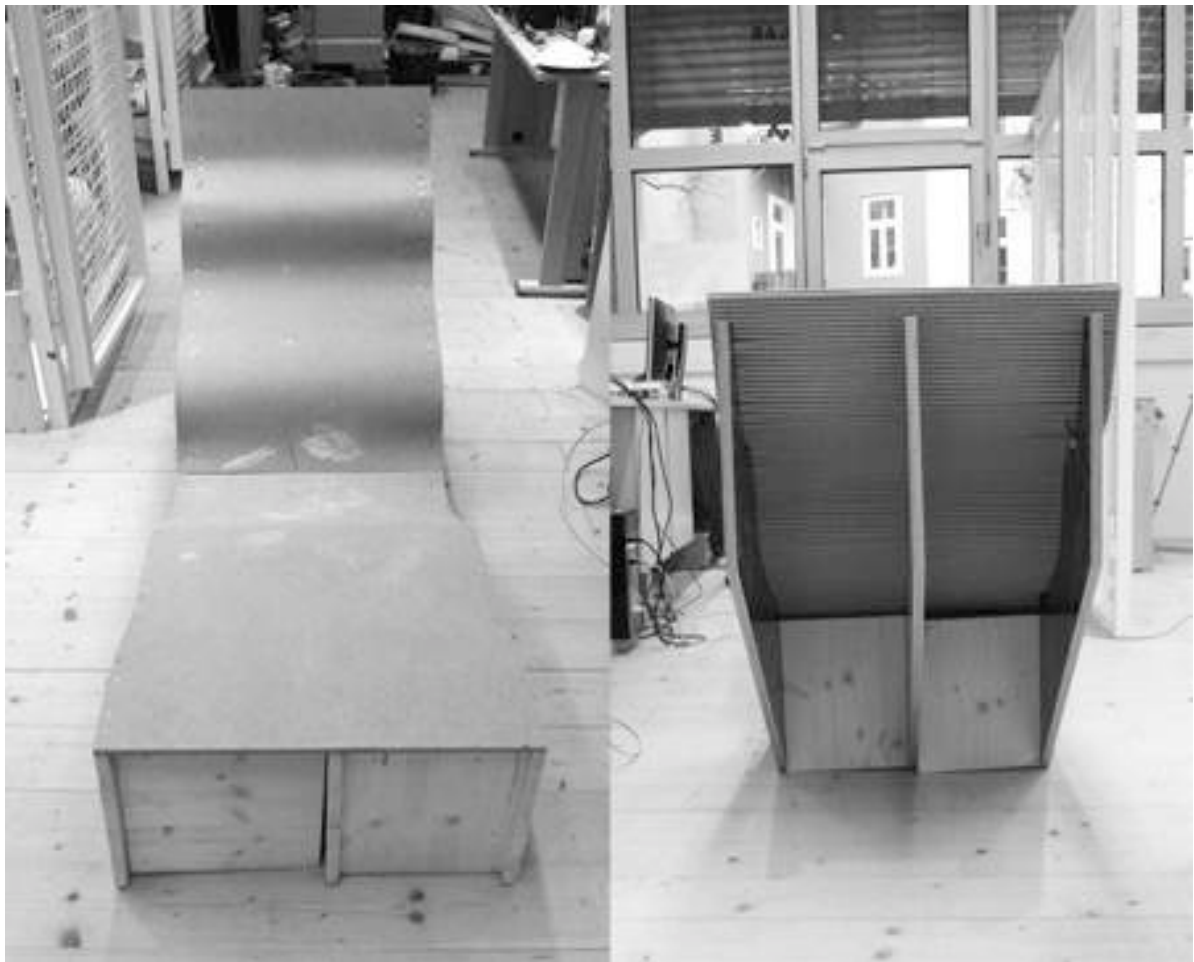


Um den zweiten Teil des Abnahmeverfahrens durchzuführen wurde eine Form geplant und durchgeführt.

Diese Form wurde auf die ideal Form angepasst und lieferte Aufschluss über die Auflagerpunkte in der idealen Lagerung. Die Teile wurden mit der Fräse zugeschnitten und dann mit einer geschlitzten MDF – Platte zusammen geschraubt.



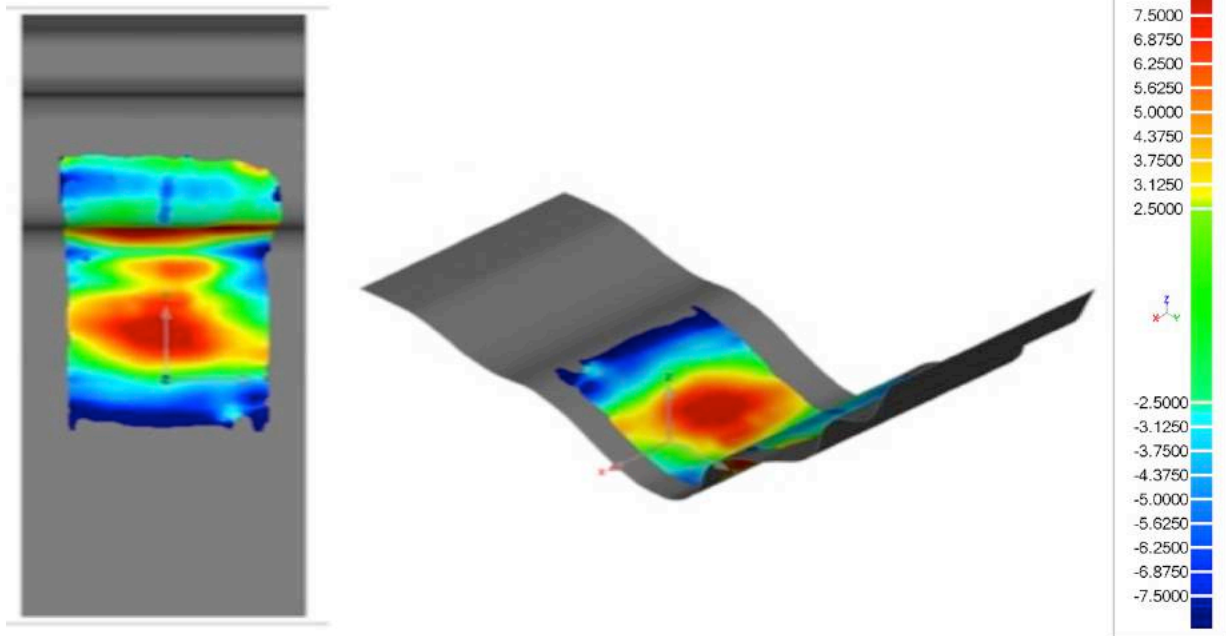




15.3 Testreihe

Lagerung Liegend

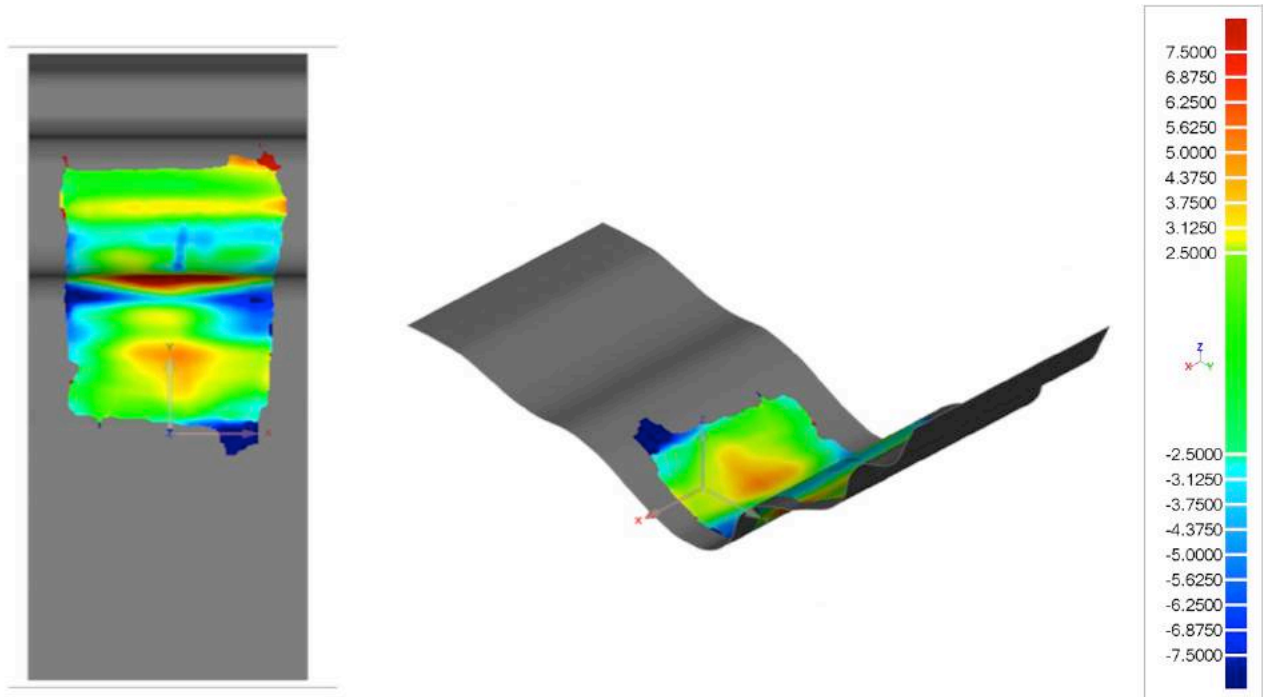
Um die Druckpunkte gut ersichtlich zu machen, wurde eine Konstruktion gebaut, die der Form der ersten erstellten Fläche entspricht. Nach dem



Zusammenbauen, wurde eine ebenmäßig ausge-
rollte, frische Tonfläche vorbereitet, um auf dieser
Test zu liegen. Man kann auf den Abbildungen
besonders gut erkennen, dass die Zone der Wir-
belsäule die tiefsten Eindrücke im Ton hinterlässt.
Dies ist ein sehr positives Zeichen, da es bedeutet
dass die Lagerung sehr gleichmäßig und gut
verteilt erfolgt. Im Design dieser Arbeit wurde die
Zone der Wirbelsäule, besonders um diese
Druckstellen zu vermeiden, ausgespart.

Lagerung Liegend zweiter Versuch

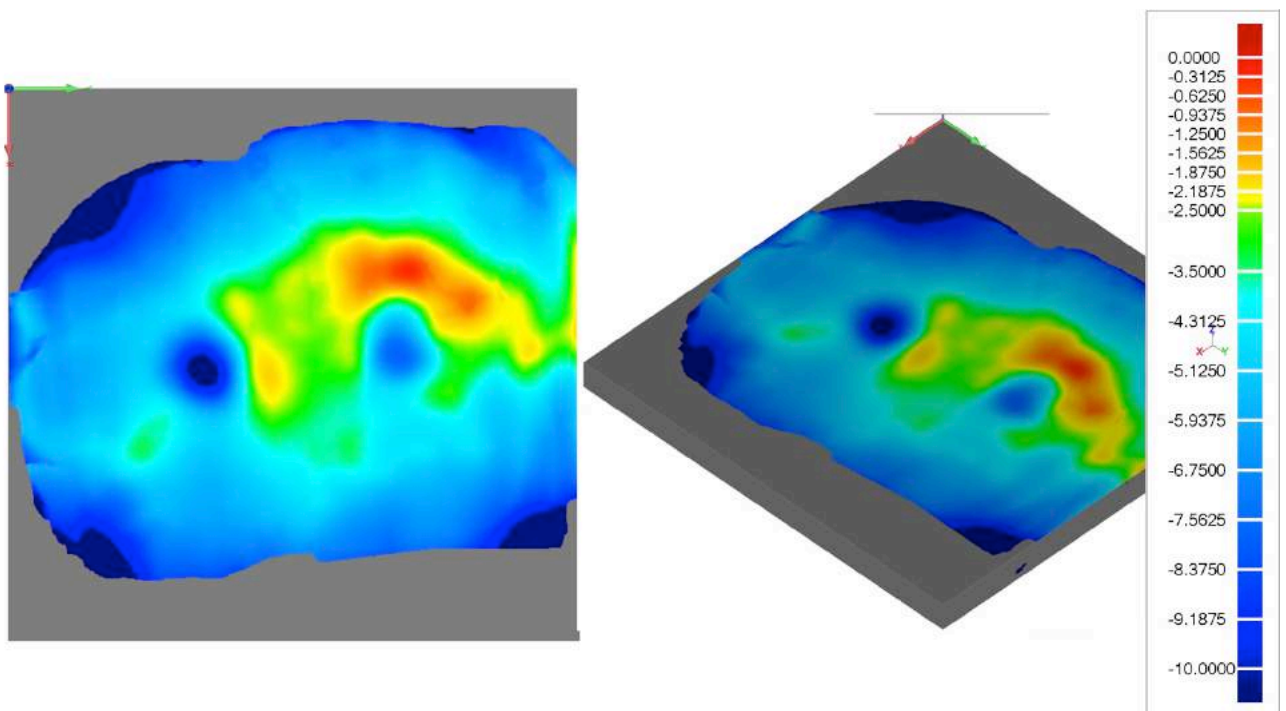
Der zweite Versuch zeigt abermals die größte Druckbelastung im Bereich des Rückgrats.

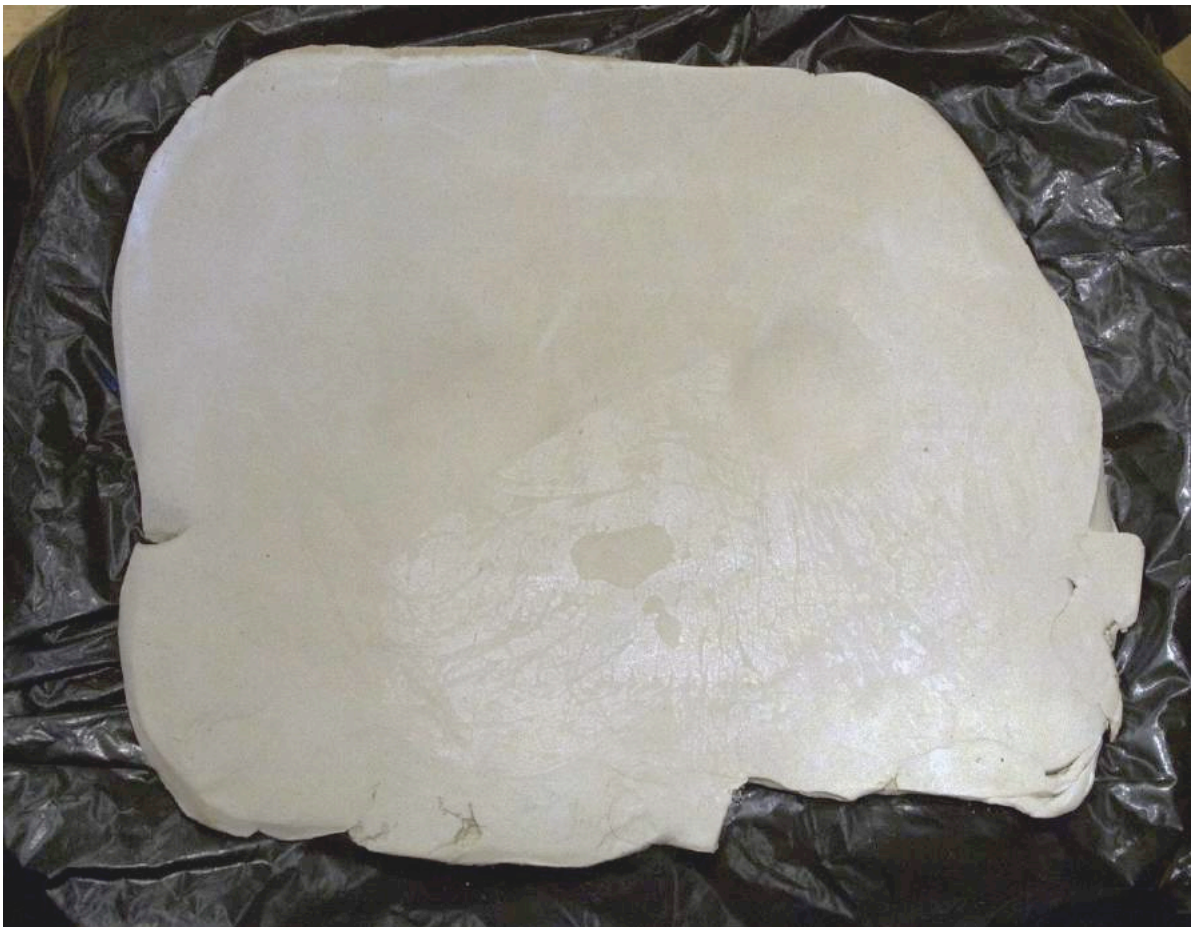


Versuchsreihe im Sitzen

Um die Eindringtiefe zu ermitteln und besser darstellen zu können, wurde ein Abdruck auf frischem Ton, im aufrechten Sitzen gemacht. Man sieht auf den topographischen Bildern, dass die Sitzhölcker sich im Sitzen eindeutig abzeichnen. Die Eindrücke sind im aufrechten Sitzen am stärksten. Um einen Vergleich zu bekommen, wie massiv die Abdrücke sich bei unterschiedlichen Gegebenheiten abzeichnen, wurden mehrfache Versuche durchgeführt.

Abdruck auf frischem Ton

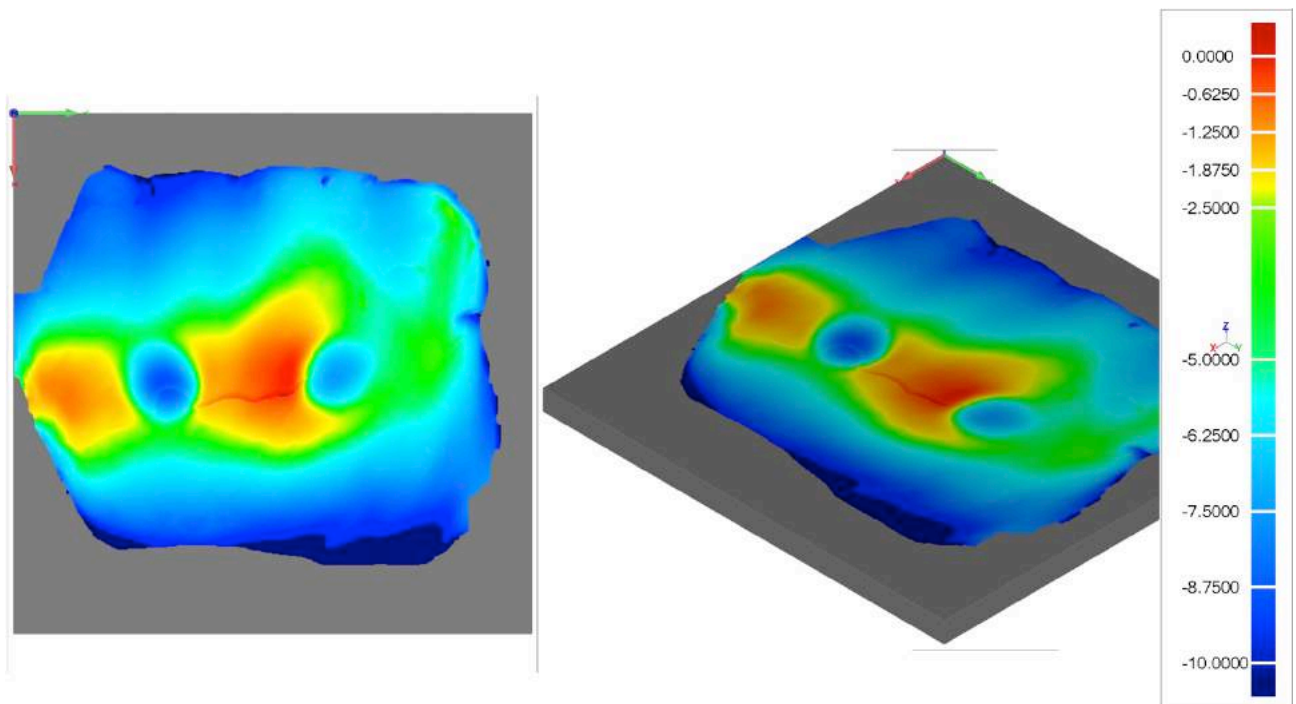




Abdruck auf Plasteline

Der Versuch mit dem Material Plasteline stellte sich als äußerst schwierig heraus, da die Masse um Abdrücke darauf zu hinterlassen, vorher im Ofen erhitzt werden musste. Für das Bearbeiten musste das Material, bereits vor dem Ausrollen, mindestens 10 Minuten bei ca. 150 Grad Celsius erwärmt werden. Der Vorteil bei der Verwendung von Plasteline ist, dass das Material sich nach dem Auskühlen nicht mehr verändert. Da der Widerstand der Masse hoch ist, eignet es sich jedoch nicht sehr gut für die Versuchsreihe.

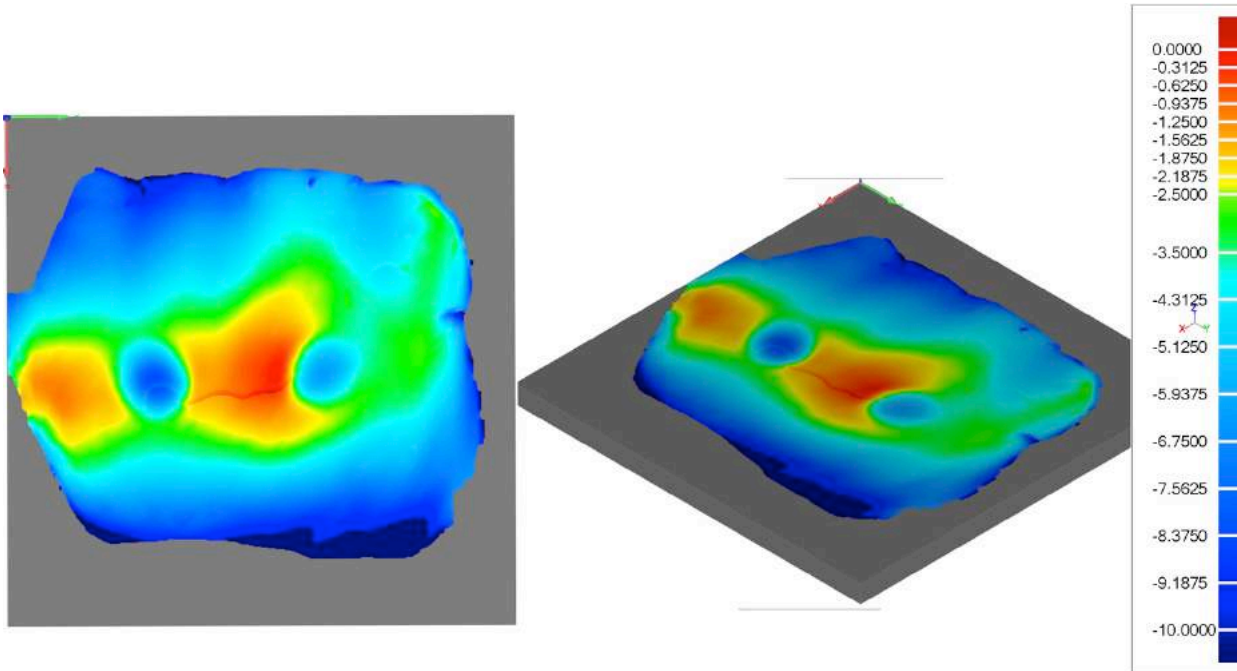
Es hat sich herausgestellt, dass aufgrund des Erhitzens die Masse spröde wird und daher brechen kann.





Abdruck auf festem Ton

Als letztes Versuchsmaterial wurde nicht mehr frischer Ton verwendet. Der Widerstand der Masse war um einiges höher als bei frischem Ton und führte daher zu geringeren Eindrücken.

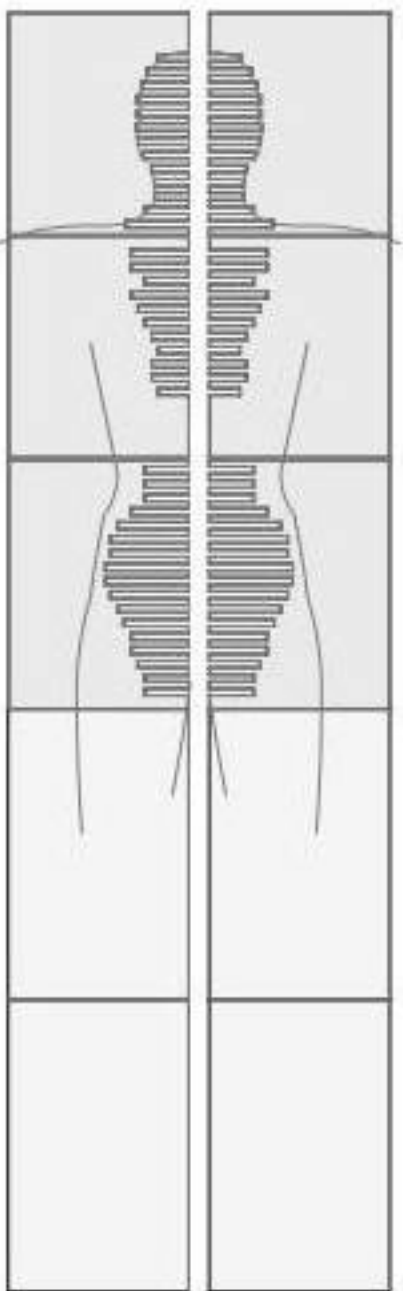




15.4 Fertigungsdatei

- Liegefläche: Schalen und Aussparungen,

Die Einschnitte in den Platten sollen erzeugen, dass sich die Holzfasern mit dem Körper biegen und das Liegen dadurch bequemer gestalten. Für die tiefste Einkerbung, die Wirbelsäule wurde eine Aussparung durch die ganze Liege gezogen.



Die Einschnitte begünstigen die Fähigkeit des Holzes, sich zu biegen und ermöglichen dadurch dem Benutzer ein höheres Wohlbefinden in der gelagerten Position. Vorwiegend ist anzunehmen, dass die Auflageflächen sich an den untersten Kontaktpunkten des Körpers befinden. Daher wurden im ersten Versuch die Umrisse der Versuchsperson auf die Platten übernommen.

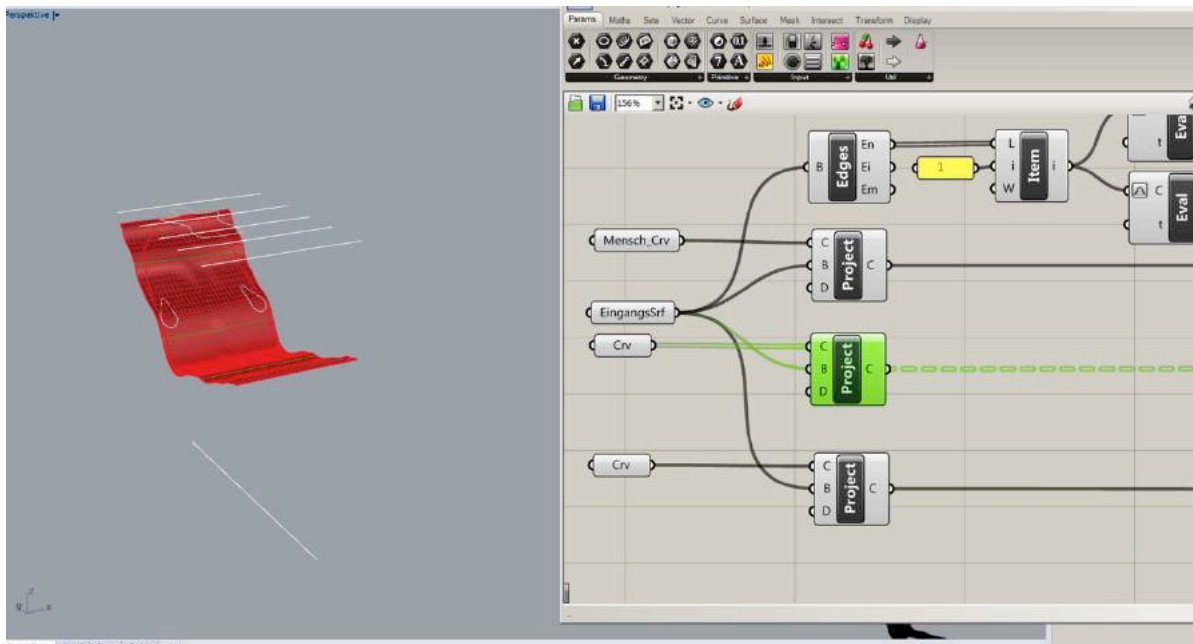
Durch die Möglichkeit den Abdruck der Schwer- und Lastverteilungspunkte auch in der liegend, gestützten Lagerung zu ermitteln und dann dieses Negativ einscannen zu können, wird es möglich die zu biegenden Stellen mit einer sehr hohen Genauigkeit zu ermitteln.

Dafür wird zu erst nach Erstellung der Unterkonstruktion ein Abdruck genau auf dieser genommen. Diese Form wird dann vom 3D – Scanner digitalisiert und in das Programm Grasshopper übertragen. Dort kann diese Information mit den bereits generierten Daten, die durch den Scann im Stehen aufgenommen wurden, angeglichen werden. So entstehen die Aussparungen der Sitzschalen und die Lagerung der Hüfte und Beinhöhe kann so überprüft werden.

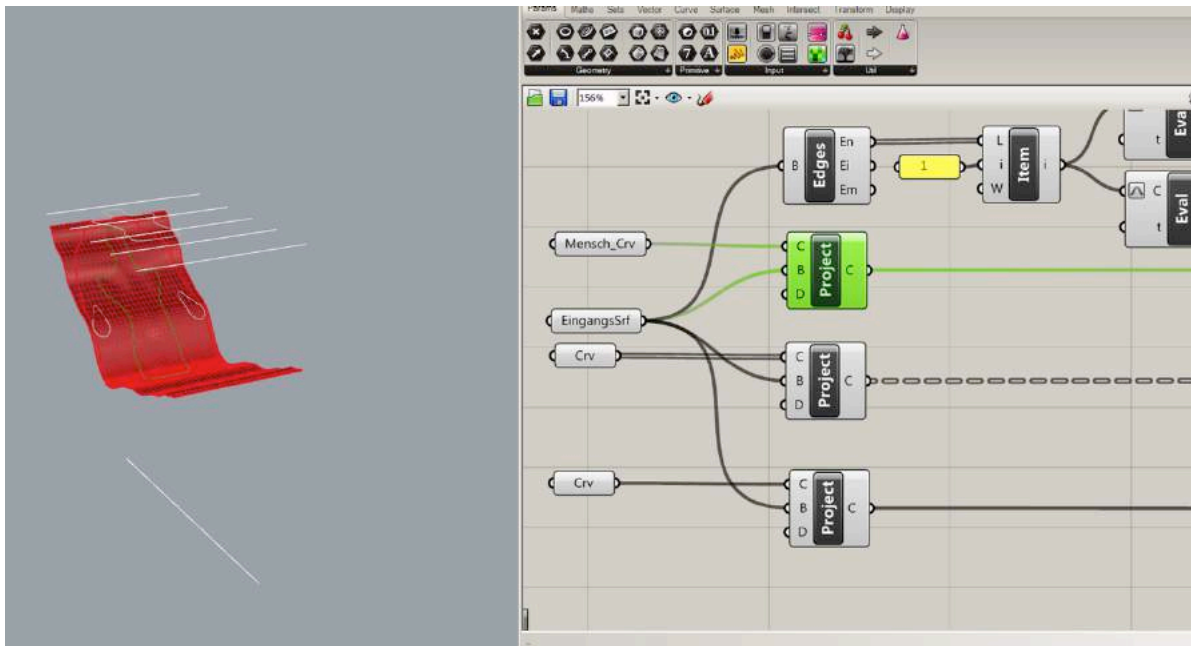
- Grasshopper parametrisches Zuschneiden der Fläche

Es wurde mit dem parametrisch aufgebauten Programm Grasshopper ein File erstellt, welches die Möglichkeit bietet effiziente und schnelle Arbeitsschritte im Bereich der Anpassung und Unterteilung durchzuführen.

Es werden hier ein paar ausgewählte Schritte dargestellt um den Arbeitsprozess besser nachvollziehen zu können.

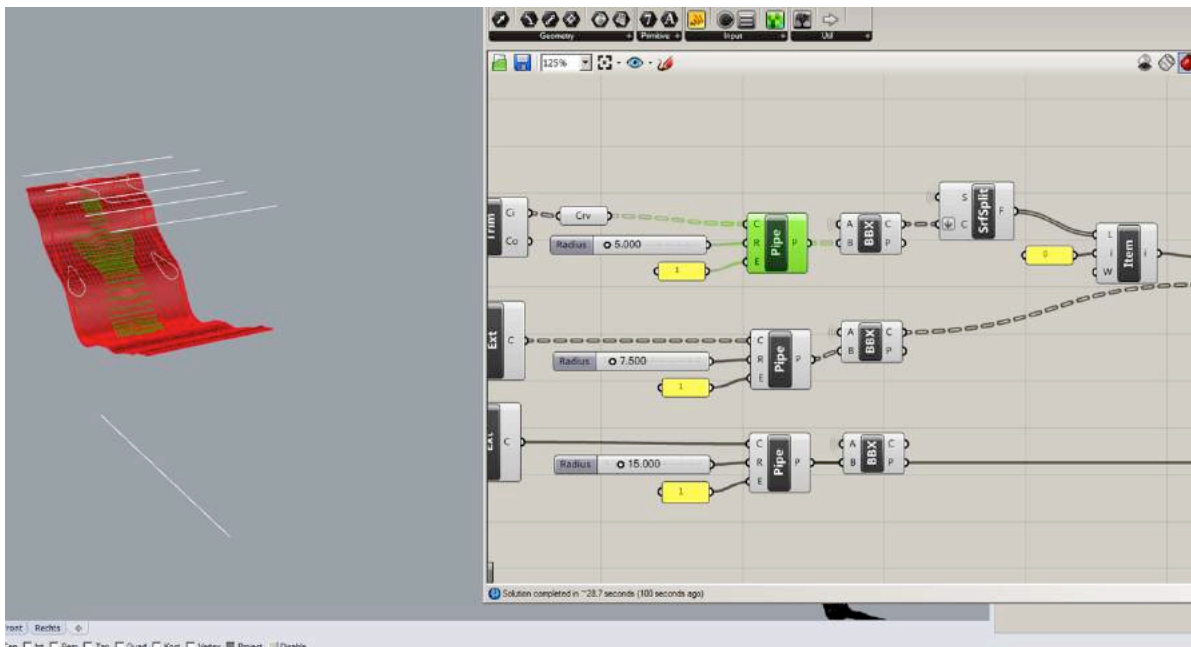


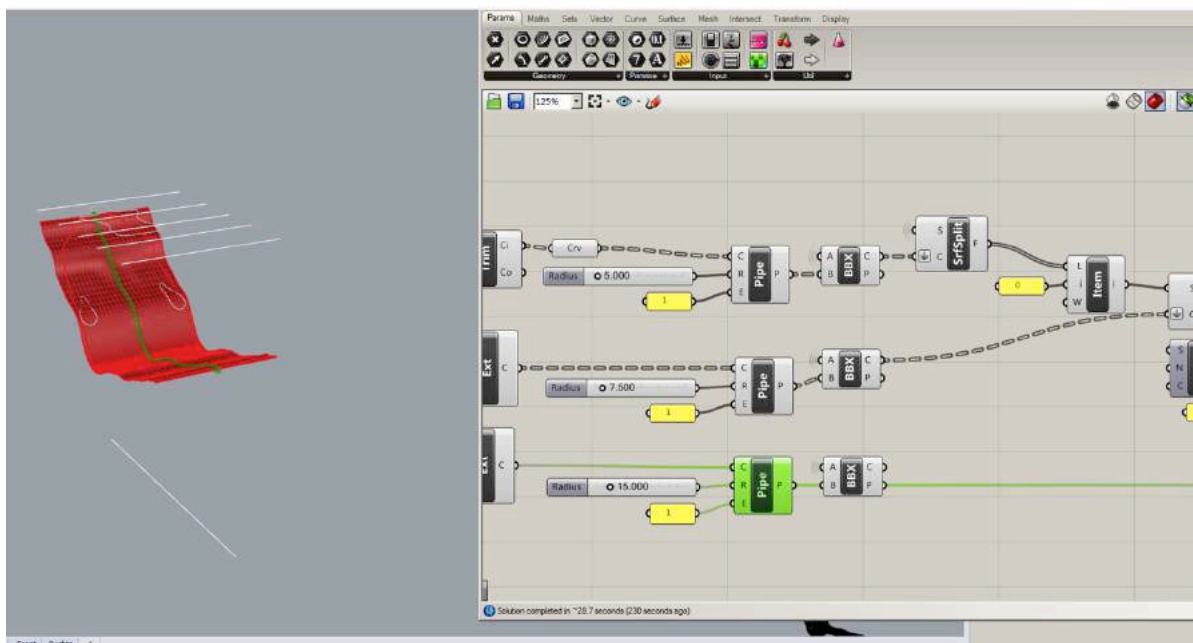
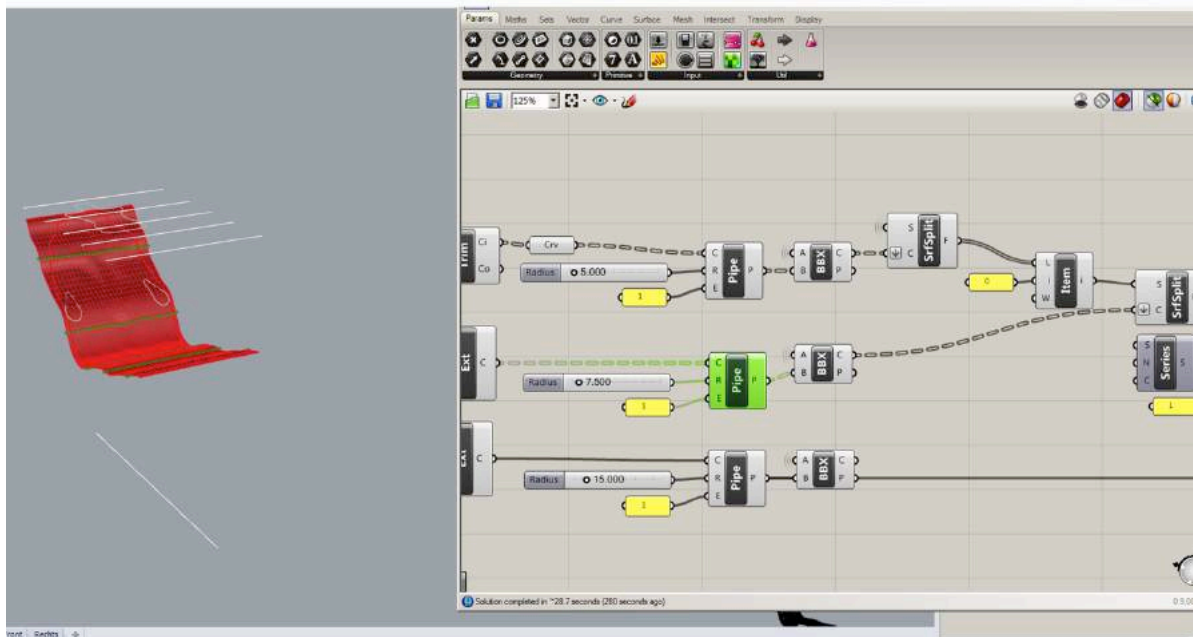
Die angegebenen Linien werden an die Fläche angepasst sozusagen projiziert.



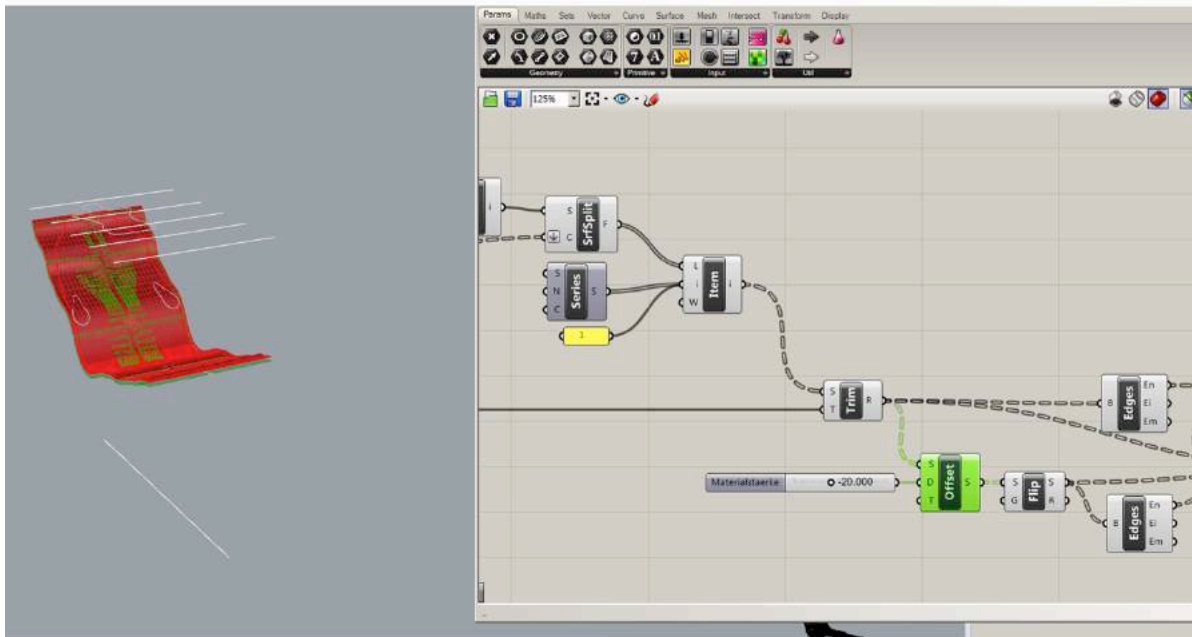
Auf diesem Bild sieht man wie die menschliche Kontur auf die Fläche projiziert wird. Die Ausgangskurve ist wie die Striche in weiß, nicht an die Form der Fläche angepasst. Durch die Projektion kann dies möglich gemacht werden.

Im folgenden Bild wurde die Fläche in ein Raster unterteilt. Anhand diesem konnten rohrartige Flächen entlang der Innenseite der Auflagezone erstellt werden.



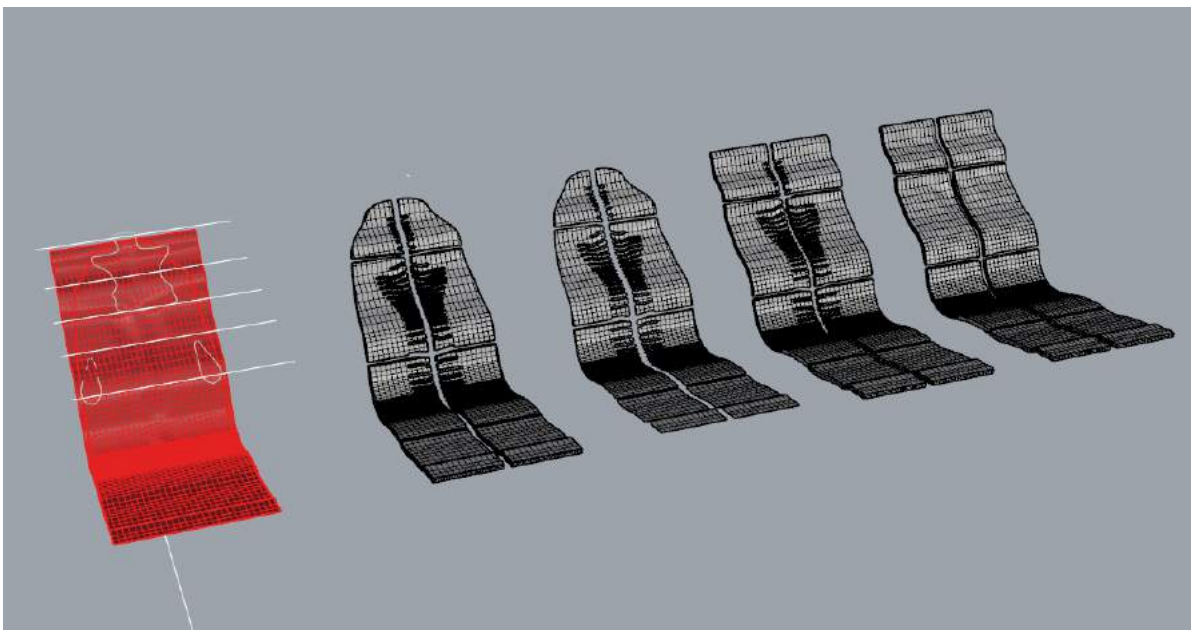


Um die Einschnitte zu machen wurden die schon erwähnten rohartigen Flächen um die vorgegebenen Leitkurven erstellt. Es wurden hier die drei Bereiche, die eingeschnitten werden müssen dargestellt.



Es wurde nun die Fläche in Abschnitte unterteilt und die Schalen so produziert. Die Schalen konnten ebenfalls eingeschnitten werden und mit dem Befehl „offset“ wurde ihnen eine Stärke von 2 cm verliehen.

mit der Unterkonstruktion zusammen gefügt werden kann.



Mit dem Programm Grasshopper wurde es möglich, die Schalen schnell und flexibel anpassbar zu machen. Mit dem Befehl „bake“ wird die Theorie hier zu einem Körper, der im Programm Rhino

15.5 Designideen

In der Entwicklungsphase für das Design entstanden zwei verschiedene Konzeptideen. Dabei wurden unterschiedliche Parameter in Betracht gezogen. Die Basis des ersten Entwurfs war ein drei dimensionales Fachwerk, das sich zu einer organischen, bionischen Form entwickelt hat. Es trägt die Schalen, die auf beweglichen Gelenken montiert werden mit den Auskragungen, die an der Unterseite der Flächen zusammen münden.

Mit seiner unkonventionellen und futuristischen Gestalt, soll es im direkten Gegensatz, zu der zweifach gespannten Sitzfläche stehen.

Dieses Design ist mit seiner biomorphen Form ein Risiko, da das Produktionsverfahren noch nicht vollständig ausformuliert ist. Es wäre möglich das Gestell durch Metallziehen zu produzieren. Jedoch ist zu beachten, dass das Möbelstück ein beträchtliches Gewicht erreichen wird.



Organisches - biomorphes Design



Evolution der Unterkonstruktion

Charakteristiken der Konstruktion

Der Designvorschlag dieser Konstruktion ist nach der Entwicklung des Tragwerkes entstanden. Dabei wurde im 3Ds-max jeder Knotenpunkt zusammen geführt und verbunden. Das Programm ermöglicht eine gemorphte Konstruktion, die an ein botanisches Gewächs erinnert.

Im Laufe des Designprozesses wurde klar, dass sich die Auflagerpunkte und die Konstruktion noch verändern mussten, um einen optimierten Materialverbrauch und eine schlankere Geometrie zu erreichen. Die Auflagerpunkte, die sich auf den Knoten befinden, sind die Basispunkte für die Gelenke.

Es musste darauf geachtet werden, jedes Gelenk so schmal und platzsparend wie möglich zu designen.

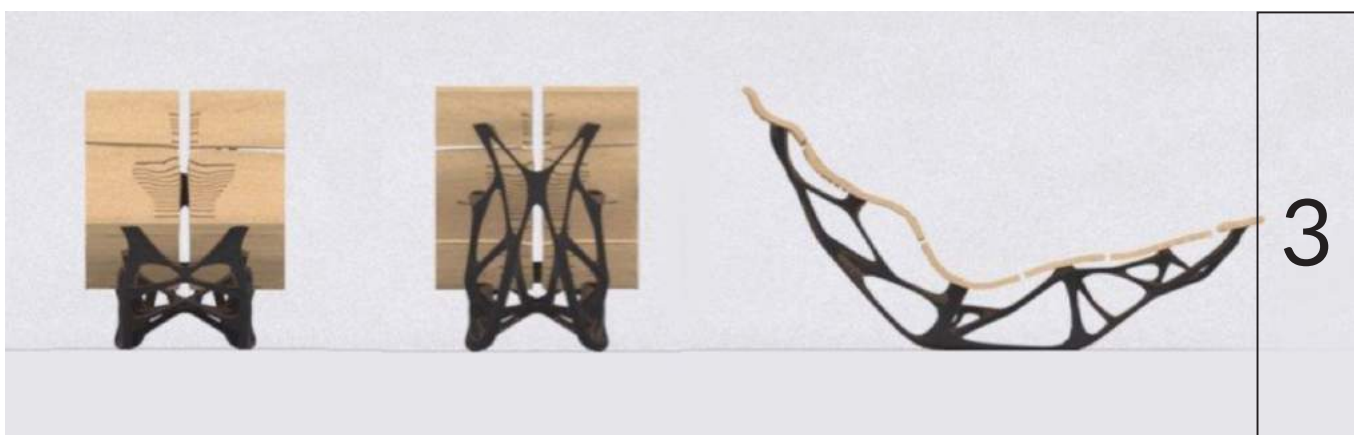




Das Tragwerk wurde an die einzelnen hölzernen Sitzschalen angepasst. Dies war der erste Versuch die Schalen richtig zu lagern.

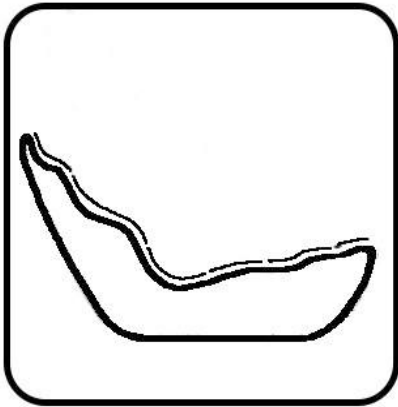


Die Sitzfläche dieses Modells wurde bereits auf die gescannte Testperson zugeschnitten. Die Fläche wurde parametrisch geteilt. Um die Auflagefläche flexibler zu machen, wurden ebenfalls Einschnitte in den Bereichen der Druckpunkte durchgeführt.



Der finale Entwurf wurde nach den Auflagerpunkten orientiert. Die Schalen lagern nun jeweils auf einem Gelenk auf. Das Gerüst des Tragwerks wurde ausgedünnt und optimiert.

Flexible Schalenkonstruktion



Um die maßgeschneiderte Auflagefläche für den Normalverbraucher zugänglich zu machen und das Möbelstück für Therapiezwecke einsetzbar zu gestalten, wurde eine Unterkonstruktion entwickelt, die es ermöglicht, dass die Schalen adaptiver in ihrer Positionierung werden. Da die Gelenke auf einer Fläche aufliegen, die eine gewisse Verstellbarkeit ermöglichen. Die Richtung wird von einem tiefergelegten Kreuz dargestellt. Die Form des Gestells kann in drei verschiedenen Größen hergestellt werden, um unterschiedli-

chen Körpergrößen gerecht zu werden. Dies bietet die Option, die maßgefertigten Schalen, nach der des Patienten für den nächsten Nutzer auszutauschen und passend zu adjustieren.





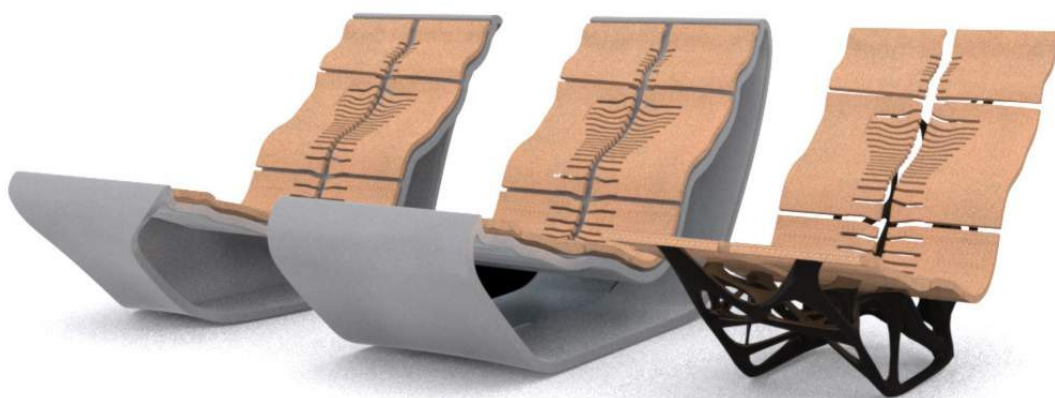
4

Um die Schalen besser anpassbar zu machen, wurden diese auf einer skulpturalen, flächigen Form befestigt. Dieser Entwurf simuliert eine zarte, fast schwebende Fläche.



5

Dieses Entwurfsbeispiel zeigt ebenfalls die Idee der Fläche, die sich durch Biegung um die Platten orientiert. Die Konstruktion wird in der Mitte durch eine Scheibe gestützt.



6

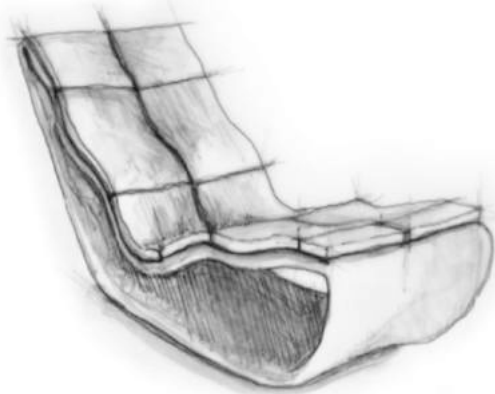
Die in Schalen geteilte Fläche kann auf verschiedene Weisen gelagert werden. Diese Entwürfe wurden als Beispiel dargestellt.

FALLBEISPIEL

Ivanka E. ist eine junge Frau im Alter von 27 Jahren, die seit ihrer Kindheit sehr sportlich ist. Sie hat über Jahre im Verein Volleyball gespielt und ihre körperliche Fitness top erhalten. Vor ein paar Monaten haben die Ärzte festgestellt, dass sich zwei der Wirbel ihrer Halswirbelsäule verschoben haben. Sie hat aufgrund dessen, oftmals starke Schmerzen und verschlechterte Sicht. Das Modell der orthopädischen Liege soll ihr nun helfen, den Rücken zu dehnen und entspannen um dem Schmerz etwas zu entgehen. Es wurden maßgeschneiderte Sitzschalen für Ivanka angefertigt. Da diese leicht zum ab- und anmontieren sind, kann sie sich ihre Liegefläche im Therapiezentrum jederzeit einstellen lassen. Zwei mal die Woche kann sie ihre Therapie im Zentrum genießen.



1



FALLBEISPIEL

Johnny H. hat seit seiner Kindheit Skoliose. Trotz vieler Therapien und regelmäßiger Bewegung hat er oftmals das Gefühl, dass sich sein Rücken steif und unbeweglich anfühlt. Er wollte nun in seine Gesundheit investieren und hat sich daher seine eigene Liege maßfertigen lassen. Die Sitzschalen wurden auf seinen Körper maßgefertigt und die Tragkonstruktion hat er als Einzelstück durch das Sintern von Metall herstellen lassen. Nun kann er, jeden Tag, wie es der Arzt verschrieben hat, 20 Minuten auf seiner Liege genießen und seinem Rücken etwas Gutes tun. Die Liege wird Johnny nun in Zukunft helfen seine Schmerzen auch im Alter in Grenzen zu halten.



2



Das Gelenk

Die Idee hinter der Entwicklung eines Gelenks ist, dass dieses für den Reiz, die Ausgleichsbewegung der Muskeln verantwortlich ist. Es soll also ein Gelenkt sein, das in gewissen Regionen, wie im Lendenbereich, die Kippfunktion und im Hüftbereich die Rotationsfunktion, möglich macht. Dafür wurde ein Gelenk durchdacht, das mit einem Elastomerring die Kippung steuern kann und damit die Richtung und das wieder in die Nullposition kommen ermöglicht. Im Laufe der Arbeit wurden einige Möglichkeiten erwogen um die Schalen auf Gelenken zu lagern. Hier wurden drei dargestellt um den Aufbau und die Positionierung besser nachvollziehen zu können. Grundsätzlich hat sich die Idee ein Elastomer als Puffer einzusetzen in diesen Entwürfen durchgesetzt. Die Gelenke sind in drei Typen unterteilt, da sie in unterschiedlichen Aufgabengebieten eingesetzt werden. Die erste Variante ist die des Kipp- und Drehgelenkes. Dieses Gelenk soll nur im Bereich der Hüftplatten angebracht werden, da diese nicht nur links und rechts kippen müssen, sondern ebenso die Rotation der Hüfte ermöglichen sollen. Die zweite Variante des Gelenks ist das Kippgelenk. Dieses wird am häufigsten angewandt. Es soll die Ausgleichbewegung der Muskeln motivieren. Die dritte Variante ist das starr befestigte Gelenk. Dieses soll sich nicht bewegen. Die Kopfstützen und die Fußelemente sind von der Möglichkeit des dynamischen Sitzens ausgenommen. Die Fläche besteht so aus 6 kippenden, 2 kippenden und drehenden und 4 fixen Schalen. Die Gelenke haben einen Durchmesser von max 5 cm und eine Höhe von 2,1 cm.

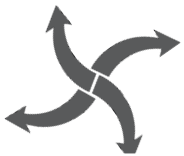




1 Kipp - und Drehgelenk
Hiermit soll die Hüfte sich flexibler bewegen können.

2 Kippgelenk
Hierdurch wird das Gleichgewicht beansprucht.

3 Das starre Gelenk
Die Kopfschalen und die Fußplatten bleiben fixiert.



Kipp - und Drehgelenk
Hiermit soll die Hüfte sich flexibler bewegen können.

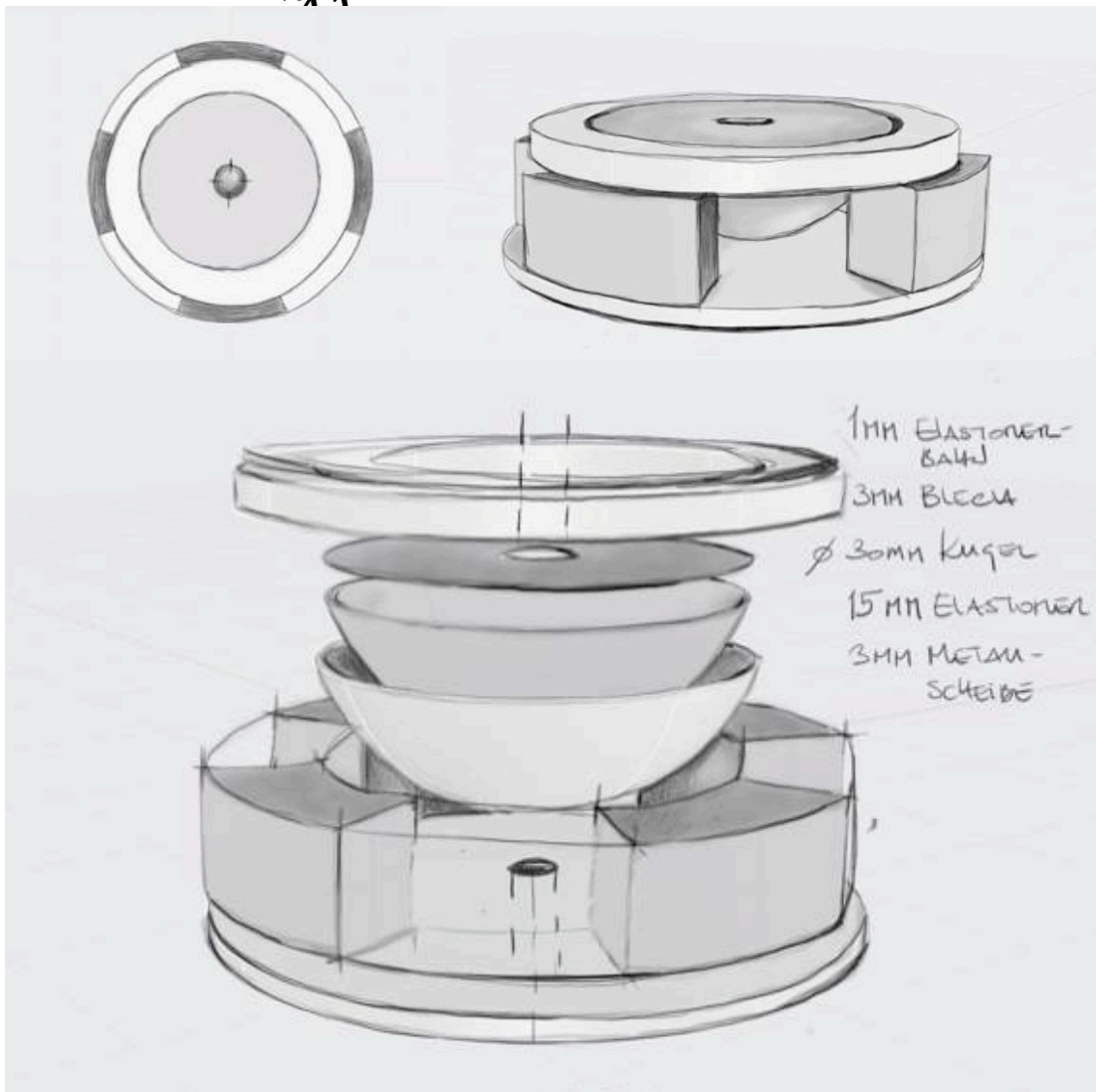
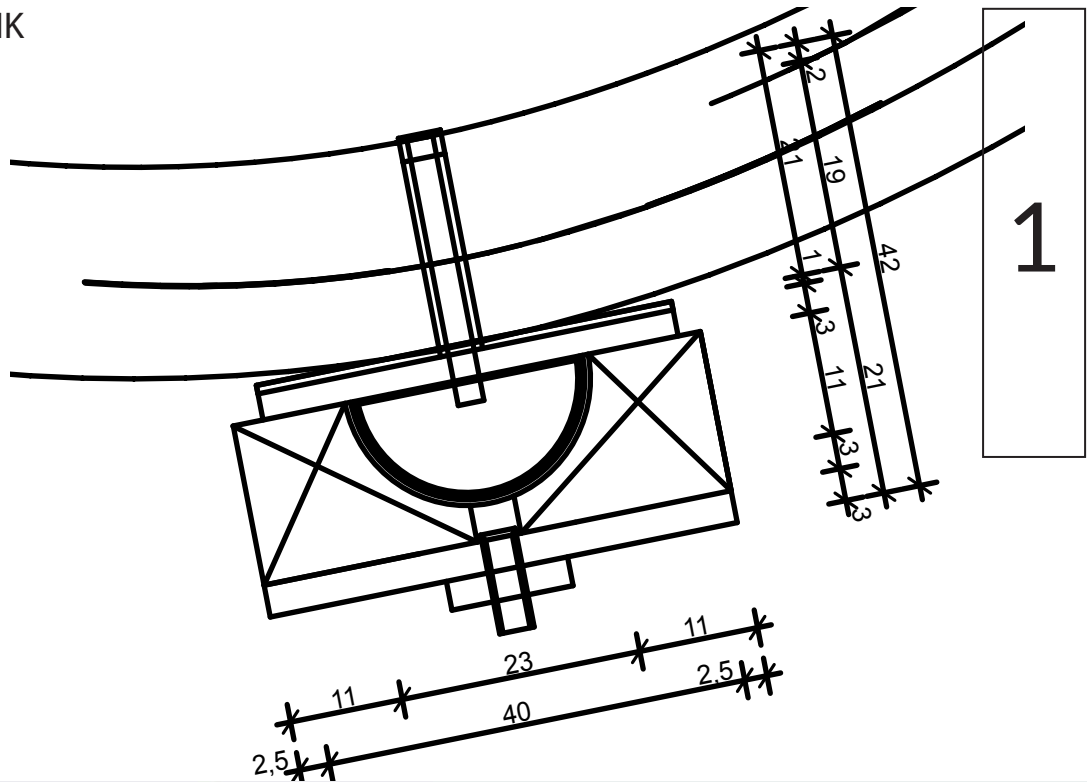


Kippgelenk
Hierdurch wird das Gleichgewicht beansprucht.

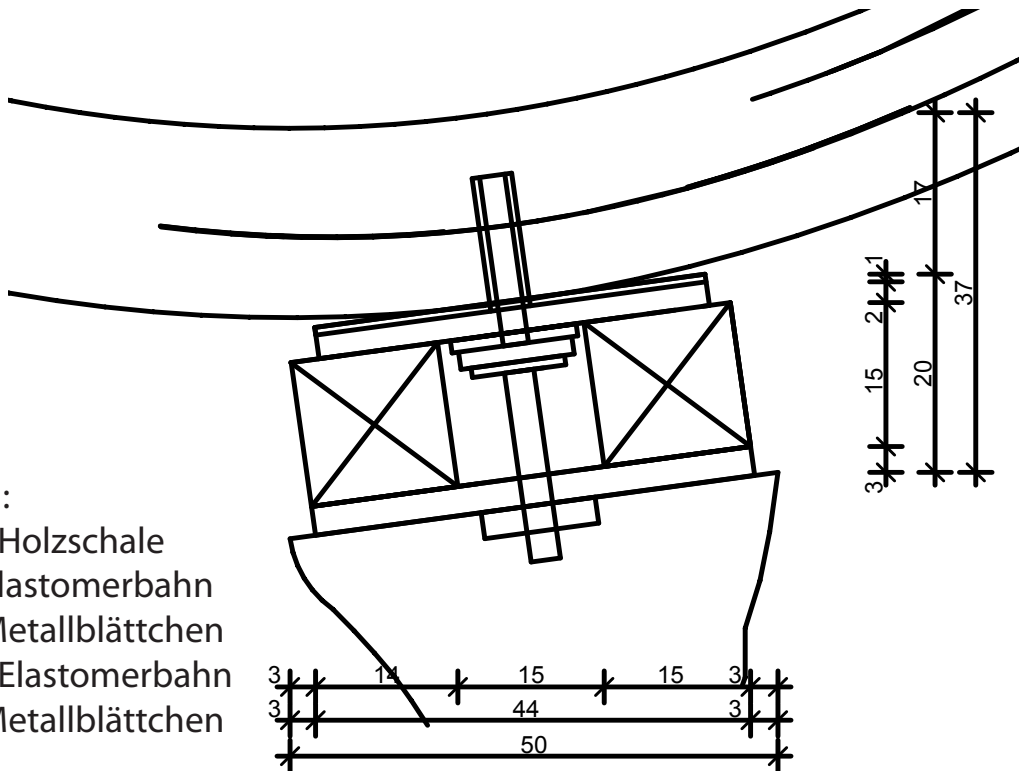


Das starre Gelenk
Die Kopfschalen und die Fußplatten bleiben fixiert.

GELENK



GELENK

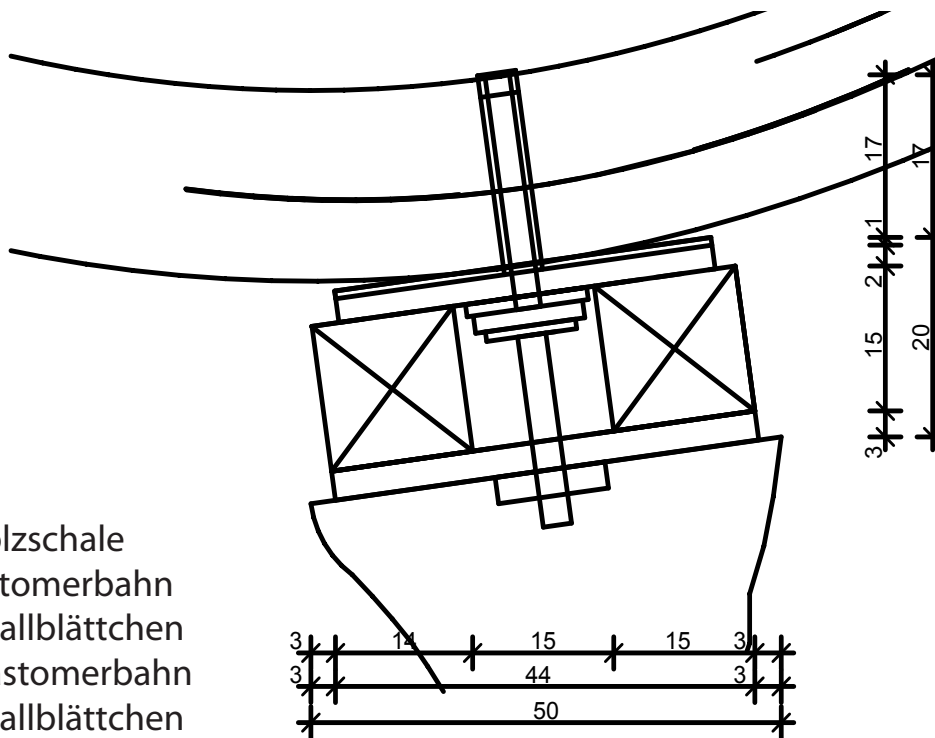


2

Aufbau:

- 20mm Holzschale
- 1mm Elastomerbahn
- 3mm Metallblättchen
- 10mm Elastomerbahn
- 3mm Metallblättchen

GELENK

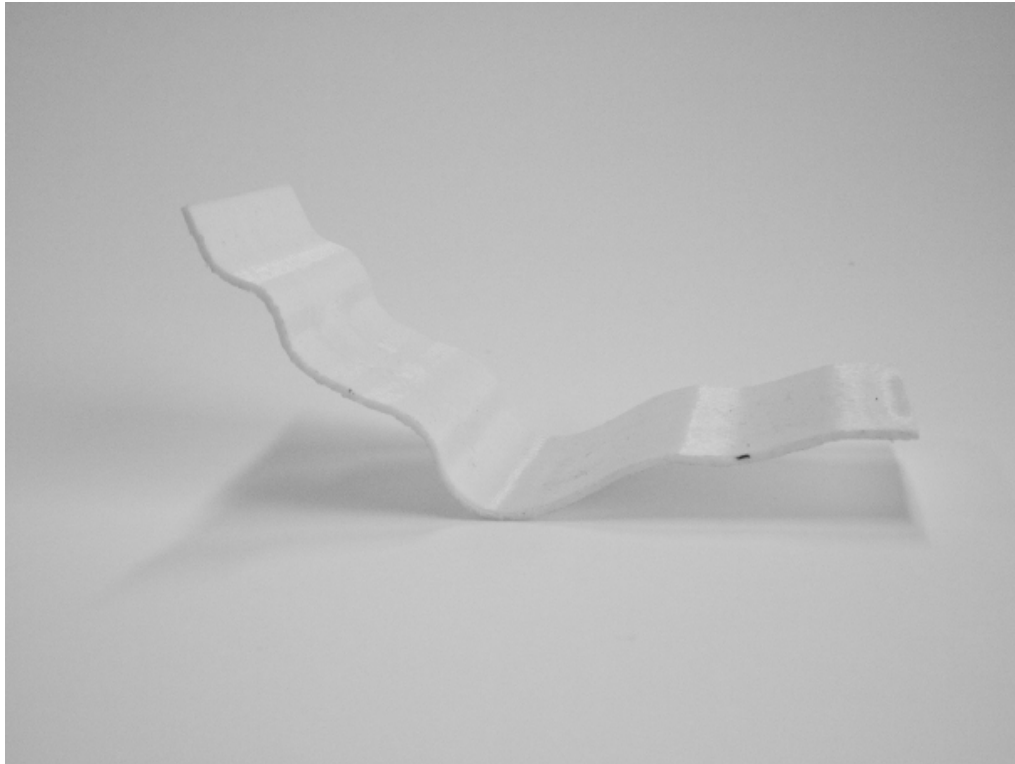


3

Aufbau:

- 20mm Holzschale
- 1mm Elastomerbahn
- 3mm Metallblättchen
- 10mm Elastomerbahn
- 3mm Metallblättchen

DAS MODELL - DIE FLÄCHE



1

DAS MODELL - ERSTEN VERSUCH DES TRAGWERKS



2

Der erste Druckversuch des Tragwerks konnte nicht fertiggestellt werden.

DAS MODELL - DAS TRAGWERK ZWEITER VERSUCH M 1: 5



3

Beim zweiten Druckversuch konnte die ganze Konstruktion gedruckt werden, allerdings stellte sich heraus dass das Tragwerk nicht aus der Stützmasse gelöst werden konnte.

DAS MODELL - ZWEITER ENTWURF M 1: 5



4

Der zweite Entwurf war nachdem man ihn in der Mitte gespalten hat stabil und ohne Fehler herzustellen.

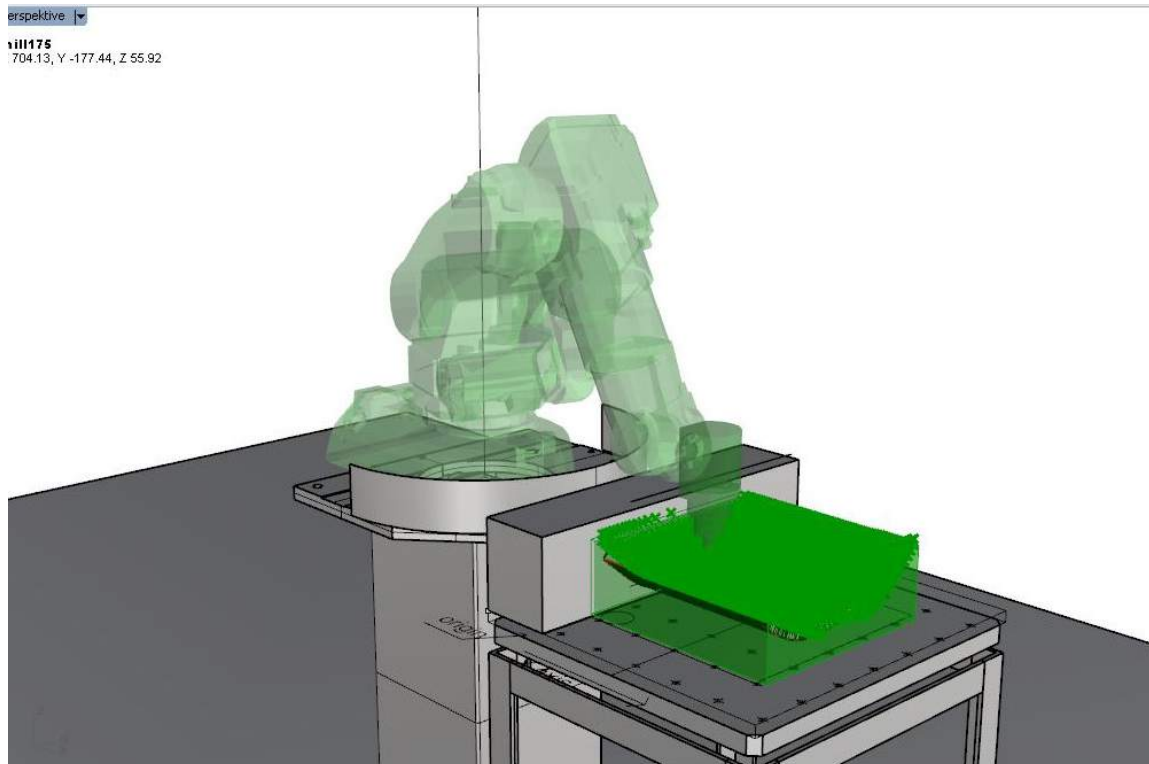
DAS MODELL - DAS TRAGWERK 1:10



5

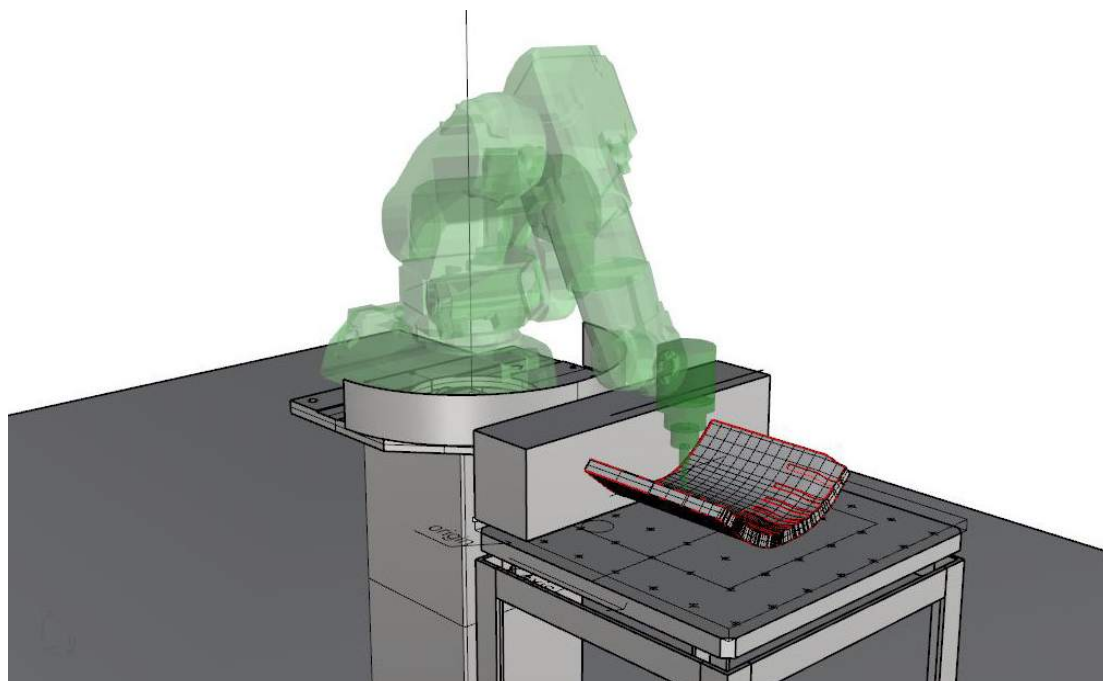
Im Maßstab 1:10 konnte das Tragwerk in einem Stück und problemlos gedruckt werden.

DAS MODELL - DIE GEFRÄSTE SITZSCHALE



1

Hier stellt der Computer den Roughcut dar. Es wird das Material abgetragen.



2

Auf diesem Bild hingegen wird der Finecut durchgeföhrt. Das Werkstück wird nun in seine endgültige Form gefräst.

DAS MODELL - DIE GEFRÄSTE SITZSCHALE



3

Zuerst wurde ein Testdurchgang mit Styropor durchgeführt.



4

Der erste Anblick der Schale nach der Vollendung des Fräsedurchgangs.

DAS MODELL - DIE GEFRÄSTE SITZSCHALE



5

Die fertige Schale



6

16 Fertigungsprinzip

Zum Thema Drucken wurde ein Interview mit Dipl. Ing. Felix Amtsberg durchgeführt.

Welche Vorbereitungen müssen getroffen werden um einen 3D- Druck durchzuführen?

Das A und O ist sicher ein sauber modelliertes Objekt. Dieses muss in einem vom Drucker lesbaren Format importiert und platziert. Dann wird ein G-Code Converter gestartet, der aufgrund verschiedener Einstellungen (prozentuale Füllung Layerhöhe, etc.) den G-Code generiert. Der Druckkopf und das Druckbett müssen aufgeheizt werden und ausreichend Filament zur Verfügung stehen.

Welche Art Drucker wurde für diese Testreihe verwendet?

Ein 3d-Drucker der Firma HAGE Modell 3Dp-A2

Wie lange hat es gedauert eines der Modelle im Maßstab 1:10 zu drucken?

Der Druck hierfür wurde mit 16 Stunden kalkuliert. Die Herstellung hat aber ca. 23 Stunden gedauert.

Worauf muss bei einem Druck eines komplexen Körpers geachtet werden?

Die Ausrichtung ist entscheidend für ein gutes Druckergebnis. Es kann durchaus Sinn machen ein Objekt auf den Kopf zu stellen oder um 90° zu drehen, so wie wir es bei den Sitzschalen der Liege gemacht haben. Bei dem hier angewendeten Druckverfahren wird aber einem gewissen Winkel Stützmaterial notwendig um das Material an seinem Platz zu halten so lange es noch heiß und somit noch unter Eigengewicht verformbar ist. Um nicht zu viel Stützmaterial zu benötigen, (dies muss zum Einen später entfernt werden, es ist außerdem Zeit- und Materialverschwendung), empfiehlt es sich unter Umständen das Bauteil in mehrere Segmente zu unterteilen und dann später zusammenzukleben. Es kann auch sinnvoll sein, unterschiedlicher Slicer (dies sind G-Code generierende Programme für 3d-Drucker) den Werkzeugpfad berechnen zu lassen und sich

dann für das geeignetere Verfahren zu entscheiden.

Welche Faktoren können den Druck an der erfolgreichen Ausführung hindern oder diesen abbrechen?

Ein unsauberes Modell, also ein Modell das an einigen Stellen offen ist oder wenn sich Teilflächen bei der Modellerstellung verdreht haben, können zu unerwarteten fehlerhaften Ergebnissen führen, oder die Erstellung des G-Codes erfolgt gar nicht erst.

Wird vergessen Stützmaterial mit zu drucken oder aus diversen Gründen bewusst darauf verzichtet, kann es vorkommen, dass das Material an seinem Überhang soweit herunterhängt, dass die nächste Schicht in Leere druckt, was wiederum zu einer Verkettung verschiedener Fehlstellen und damit zu einem fehlerhaften Druck führt.

Es gab aber auch schon Probleme mit dem Materialeinzug, z.B. weil das Filament partiell zu dick war und nicht mehr eingezogen werden konnte.

- Drucken

Im 3D- Druck ist der Einsatz von thermoplastischen Kunststoffen und kunststoffähnlichen Harzen sehr verbreitet. Daher wird die umweltfreundlichkeit und die Nachhaltigkeit dieser Technologie besonders im Recyclingbereich stark angezweifelt. Im Falle von Massenproduktion wäre daher das Drucken von Möbeln kaum zu vertreten. Aus diesem Grund gibt es seit neuestem auch die Möglichkeit mit alternativen Materialien, die Vorteile des Druckens zu nutzen, wie zum Beispiel der geringe Abfallverbrauch oder das Ausschuss und Transportweg reduzierte Herstellungsverfahren. Eines dieser Materialien nennt sich PLA polylactid.²²¹

²²¹ Vgl. Gastbeitrag: Sebastian Baumgärtner, FH Kaiserslautern, Standort Pirmasens

Link: <http://3druck.com/lieferanten-haendler/fdm-3d-druck-abs-oder-pla-sind-die-unterschiede-2020380/> (stand: 26.10.2015).

PLA ist ein biologisch abbaubarer Kunststoff (Biopolymer), der aus Rohstoffen die nachwachsen wie Maisstärke oder Zuckerrohr erzeugt wird. Da PLA aus vielen aneinandergereihten Milchsäuremonomeren besteht, kann man es chemisch gesehen zu der Gruppe der Polyestern eingliedern. Das Herstellungsverfahren funktioniert entweder über die Veresterung von Milchsäuremonomeren oder über katalytische Ringöffnungspolymerisation. Im Alltag findet PLA besonders in Verpackungsmaterialien, Folien, Dosen, Bechern oder Schalen Verwendung.

ABS

Acrylnitril-Butadien-Styrol zählt zu den Terpolymeren und setzt sich aus drei unterschiedlichen Monomeren, Acrylnitril, Butadien und Styrol zusammen. Dieses Material ist ein amorpher Thermoplast und durch seine hohen Festigkeitswerte, hohe Härte und die gute Kratzfestigkeit gerne eingesetzt. Ein Beispiel für seinen Einsatz ist der Lego-Baustein.

PLA und ABS im Vergleich

Es müssen beim Verarbeiten der Filamente höhere Düsentemperaturen verwendet werden als Schmelztemperaturen der Materialien. So liegt die Schmelztemperatur von PLA bei ca. 160 - 190°C und die Düsentemperatur bei ca. 180 - 210°C. Bei ABS ist die Schmelztemperatur höher und liegt daher bei 210 - 240°C und die Düsentemperatur liegt bei 215 - 250°C. Die Heizbetttemperatur muss bei der Verarbeitung stets unter der Erweichungstemperatur liegen, anderenfalls könnte sich das gebaute Objekt verformen. Bei PLA liegt die Temperatur daher bei 50 - 70°C und bei ABS bei 100 - 125°C. Die mechanischen und physikalischen Eigenschaften von PLA sind sehr gut, solange keine speziellen Anforderungen

wie extreme Witterungsbeständigkeit an das Objekt gestellt werden.²²²

Polylactid hat sich als gut druckbares und zuverlässiges Material erwiesen. Es ist ein etwas härteres, spröderes Material als ABS, mit einer höheren Oberflächenhärte. Obwohl ABS „weicher“ und damit leichter plastisch verformbar ist, sind jedoch kaum Unterschiede in der Festigkeit zu erkennen. Die Eigenschaften der Filamente sind in der folgenden Tabelle ablesbar.

²²²Vgl. Gastbeitrag: Sebastian Baumgärtner, FH Kaiserslautern, Standort Pirmasens

Link: <http://3druck.com/lieferanten-haendler/fdm-3d-druck-abs-oder-pla-sind-die-unterschiede-2020380/> (stand: 26.10.2015).

Thermische Eigenschaften :

223

Filament- Eigenschaften	ABS	PLA
Schmelzindex MVI (im Schnitt) [cm ³ /10min]	9,7	10,3
Erweichungstemperatur [°C]	110 125	70 - 80
Schmelztemperatur [°C]	210 - 240	160 - 190

²²³Vgl. Gastbeitrag: Sebastian Baumgärtner, FH Kaiserslautern, Standort Pirmasens

© Pictues: fabbmatic / Link: <http://3druck.com/lieferantenhaendler/fdm-3d-druck-abs-oder-pla-sind-die-unterschiede-2020380/> (stand: 26.10.2015).

Mechanische Eigenschaften:

Eigenschaften	ABS	PLA
Bruchfestigkeit [MPa]	~70	~60
E-Modul [MPa]	~2300	~3500
Kerbschlagzähigkeit (IZOD) [kl/m ²]	5 - 50	2 - 40
Witterungsbeständigkeit	gut	mäßig
Toxizität	reizend	nicht reizend
UV- Beständigkeit	mittel	hoch
Oberflächenhärte	mittel	hoch
Schwellwert (Strangaufweitung)	groß	mittel
Warp- Effekt	groß	gering
Flammpbarkeit	brennbar	nicht brennbar
Nachbehandlungsmöglichkeiten (bohren, fräsen, veredeln, etc.)	gut	mittel
Reibungswiderstand	gering	mittel

224

Anlehnung an das Buch: Nachhaltigkeit 3D-
Druck als umweltfreundliche Technologie→
Peter Fastermann, January 2014²²⁵

²²⁴ Vgl. :Gastbeitrag: Sebastian Baumgärtner, FH Kaiserslautern, Standort Pirmasens
© Pictues: fabbmatic / Link: <http://3druck.com/lieferanten-haendler/fdm-3d-druck-abs-oder-pla-sind-die-unterschiede-2020380/> (stand: 26.10.2015).

- CNC- Fräsen

Zum Thema Fräsen wurde ein Interview mit Dipl. Ing. Felix Amtsberg durchgeführt.

Welches Programm wird für die Aufbereitung des Fräsvorgangs verwendet?

Für das Testmodell, das im RDL-Labor am ABB-IRB 6660 gefertigt wurde, kam das Programm Hypermill von der Firma Westcam zum Einsatz. Da es sich bei der Fertigungsmaschine um einen Industrieroboter und nicht um eine 5-Achs-Fräse handelt, müssen die Daten noch in ein von der Robotersteuerung lesbares Format konvertiert werden. Dies passiert mit dem Programm PI-Path. Die Sitzschalen wurden im ABB-Labor mit dem ABB-IRB 140 gefräst. Hier ist keine Fräsoftware vorhanden, da diese sehr teuer sind. Das Programm das zur Erzeugung des RoboterCodes verwendet wird heißt HAL und ist ein Plug-In für Rhinoceros Grasshopper Ansteuerung. Die Werkzeugbahnen wurden in diesem über ein eigenes Grasshopperscript erzeugt. Eine Plattform dafür besteht, sie wird aber jeweils auf das aktuelle Werkstück angepasst.

Welche Schritte sind nötig vor dem Beginn des Arbeitsprozesses?

Die Schritte sind bei den beiden Maschinen aufgrund der Konfiguration etwas unterschiedlich. Generell muss aber immer ein Werkstück zur Bearbeitung definiert werden. Dies ist notwendig, damit bei einem subtraktiven Vorgang wie dem Fräsen, sich die aktuell zu bearbeitende Werkstückgeometrie verändert. Ein Block muss definiert werden, der den Rohling darstellt, in dem sich die fertige Geometrie befindet.

Dieser Rohling wird entsprechend der digitalen Daten platziert. Ein Fräs Werkzeug muss ausgewählt und der Fräspfad dem Werkzeug entsprechend erstellt werden.

Grundsätzlich ist es auch wichtig zu wissen, dass sich das Fräsen komplexerer Bauteile, also von Bauteilen die nicht nur wie bei einem Lasercut quasi 2d bearbeitet werden (dies war ja bei den Bauteilen des großen Liegenmodells so), sich der Fräsprozess in 2 Schritte gliedert. Der erste Arbeitsschritt ist der Roughcut oder Schruppen. Hier wird mit einem tendenziell gröberem Fräs-

werkzeug die Form grob vorgefertigt. Dies wird vor allem gemacht, um zum Einen Zeit zu sparen, aber auch um mit dem feinen Fräs Werkzeug für den zweiten Arbeitsschritt, (dessen Schneide meist nicht so lang ist), nur noch wenig Material entfernen zu müssen. Im zweiten Arbeitsschritt dem Finecut oder Schlichten wird das Werkstück dann in seine endgültige Form gefräst.

Wodurch kann der Vorgang abgebrochen oder beeinträchtigt werden?

Von unvorhersehbaren Ereignissen abgesehen, z.B. das der Fräser bricht oder die Druckluft ausbleibt und die Spindel daher nicht mehr gekühlt wird, gibt es einige Ereignisse, die man beim Einrichten versuchen wird auszuschließen. Bei einem 6-Achs-Roboter können z. B. Singularitäten auftreten. Fluchten Achse 4 und 6, da die Achse 5 auf 0° steht, gibt es eine infinite Anzahl von Achsstellungen die zu identen Werkzeugstellungen führen. Die Steuerung würde in einen solchen Fall die Bewegung stoppen.

Die Erreichbarkeit aller Targets (also der anzusteuernden Koordinaten) muss gewährleistet sein. Und es muss auf Kollisionen von Roboter und Werkstück oder auch Roboter und Werkzeug geachtet werden. Eine Achsstellung die bei einem fertig gefrästen Objekt problemlos möglich ist, kann beim Rohling noch zu einer Kollision zwischen Roboterarm und Werkstück führen. Und da der Roboter ja mit verschiedensten Werkzeugen ausgestattet werden kann, kann natürlich ein großes Werkzeug wie eine Frässpindel oder ein Heißdrahtschneider ebenso mit dem Roboter kollidieren. Das Programm würde das nicht merken und erst bei zu großer mechanischer Achsen die Aktion stoppen.

Welche Art von Fräse wird verwendet um eine Sitzschale herzustellen?

Auf dem ABB IRB 140 6-Achs Industrieroboter ist eine Frässpindel der Firma G Colombo RC42 angebracht.

Welche Genauigkeit kann mit dem Fräsen erreicht werden?

Dies ist nicht so leicht zu beantworten, da eine Vielzahl von Faktoren die Genauigkeit beeinflussen kann. Ich würde bei der Herstellung der Sitzschale aber von einer Genauigkeit <0,5mm ausgehen.

Ist eine Fertigung mit der Fräse für eine Serienproduktion geeignet?

Grundsätzlich ist eine Serienproduktion von Bauteilen oder einzelne Arbeitsschritte in der Serienproduktion möglich und sie ist daher geeignet. Eine besondere Stärke bei den heutigen Möglichkeiten der Programmierung liegt aber ja gerade in der Herstellung ähnlicher aber nicht baugleicher Bauteile, wie es bei den Sitzschalen ja auch der Fall ist.

- Biegen

Das Biegen von Vollholz geht schon ins Altertum zurück. Man kann die ersten Erzeugnisse schon bis aus Weiden gefertigte Körbe und den Bau von Schiffen und Booten zurück verfolgen. Durch die nachhaltige Elastizität können gebogene Holzteile nur dann ihre Form halten, wenn sie durch die restliche Konstruktion dazu gezwungen werden. Man arbeitete damals vorwiegend mit über dem Feuer erwärmten, natürlich gekrümmten Ästen und Stammteilen. Es musste dabei besonders darauf geachtet werden, dass das Holz gleichmäßig und ohne es zu verkohlen, erwärmt wurde, damit beim vorsichtigen Biegen aufgrund von Brandstellen nichts zu reißen begann. Dank der Entwicklung des Tischlermeisters Michael Thonet gelang es eine neuartige Technik für das Biegen von Holz zu entwickeln.

Die Zweckmäßigkeit Holz zu Biegen oder durch Formpressen zum Einsatz zu bringen, bestätigt sich durch folgende Punkte:

- 1) Spangebende Werkzeuge haben einen hohen Verschnittverlust. Im Gegensatz steht das Biegen, welches sich gerade beim Einsatz von wertvollen Hölzern mit seinem niedrigen Materialverlust besonders anbietet.
- 2) Das Biegen ist eine schnelle Methode das Holz zu formen. Wesentlich flotter als spanabhebende Holzbearbeitungsmaschinen.
- 3) Die Biegeeinrichtungen sind von der Anschaffung preiswert und werden daher oft verwendet.
- 4) Bei der gleichen Formgebung ist der Energieaufwand beim Biegen geringer als beim Zerspanen.
- 5) Die durch Ausschneiden hergestellten Teile sind bei weitem nicht so effektiv in ihrer Festigkeit und Steifigkeit im Vergleich zu gebogenen Teilen.
- 6) Durch die Herstellung von technisch anspruchsvollen und wirtschaftlich günsti-

gen Erzeugnissen, ist das Biegen für viele Bereiche die beste Option.²²⁶

Besonders zu beachten ist im Normalfall, dass das Holz wirklich gleichmäßig vom Dampf durchdrungen wird. Dadurch wird das Lignin, welches das Bindemittel im Holz darstellt erwärmt und ermöglicht dadurch die starke Elastizität. Wird das Holz nun gebogen, dehnt sich die Stelle der Krümmung und die Gegenseite wird dabei gestaucht.

²²⁶Vgl.:F. Kollmann, Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 1955.

²²⁶Vgl. :F. Kollmann, Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 1955.

17 Anwendung und Analyse

17.1 Fabrikation

Diese Arbeit ist eine Forschungsarbeit, die als Resultat eine Idee einer Liege präsentiert, die durch verschiedenste technische Hilfsmittel nach dem Menschen gefertigt werden und so vielleicht in Zukunft als therapeutisches Mittel eingesetzt werden kann. Mit der Möglichkeit, dass die Modelle zum Erfassen des Entwurfes am Institut gedruckt werden konnten, wurden mehrfach Testmodelle gedruckt. Um ein 1:1 Modell herzustellen wurde die Sitzschale mit dem Roboter aus einem zuvor geleimten Stapel Holz gefräst. Um den Prozess des Scannes und des Druckens genau zu beleuchten wurde ein Interview mit Dr. Matthias Rüther und Dipl. Ing. Felix Amtsberg durchgeführt und in den Text integriert.

17.2 Analyse Resultat Herstellung

Als Resümee der Arbeit kann man ziemlich sicher sagen, dass das Thema des dynamischen Sitzens ein Brennpunkt für unsere Zeit ist, da sich das Sitzen zum Zentrum unserer gesellschaftlichen Aktivitäten entwickelt hat. Es wird in Zukunft immer mehr um diese Entwicklung und die Hinwendung zur anatomisch korrekten Haltung gehen. Daher kann man diese Arbeit als theoretischen Anstoß sehen, der genau in diesem Zeitgeist seinen Platz findet.

18 Literaturverzeichnis

18.1 Buchquellen

Bossert Frank- P. , Klaus Vogedes Elektrotherapie, Licht- & Strahlentherapie Grundlage für Physiotherapeuten & Masseure, Frank- P. Bossert, Klaus Vogedes,, 1. Auflage 2003, Urban & Fischer, München/Jena

Buchmann Franz, Patient zum Röntgen, Medizinische Abbildung und Untersuchungsablauf vom Röntgenbild über MRT bis Ultraschall, LIT Verlag, Münster – Hamburg - London, 2002

Cheers Gordon, Anatomica, Körper und Gesundheit, Tandem Verlag GmbH, hf. Ullmann, 2004

Dreher- Edelmann Gabriele , Gymnastik für die Hals- & Brustwirbelsäule, 3. Auflage, Urban & Fischer München/ Jena

Eickhof Hajo, sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft, Anabas- Verlag, 1997

Geiger Ludwig V., Gesundheitstraining, 2. Auflage, BLV Sportwissen, Verlagsgesellschaft mbH München, Wien, Zürich, 2003

Hahn Michael, Schwimmen- Stilarten, Methodik, Training und Equipment, Michael Hahn, BLV Verlagsgesellschaft mbH München, Wien, Zürich, 2004

Harry J. M. von Piekartz & Mitarbeiter, Kraniofaziale Dysfunktionen & Schmerzen Untersuchung – Beurteilung – Management, Deutsche Übersetzung von Theresa Apweiler, Threnne Verlag 2001, Rüdigerstraße 14, Stuttgart

Kollmann F., Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 1955

Koenig Gloria, Eames, Taschen GmbH, 2005

Reichel Hilde- Sabine, Ablauf der Rückenschule, 3. Unterrichtseinheit, Förderung der Beweglichkeit der Muskeldehnung, 2. Auflage 2001 Urban & Fischer Verlag

Netter Frank H., Atlas der Anatomie, , Deutsche Übersetzung von Roland Mühlbauer, 4 Auflage, Urban & Fischer München, 2006

Neutwig Christian G., Rückenschule Aufbau & Gestaltung eines Verhaltenstrainings für die Wirbelsäulenpatienten, Herausgegeben von Christian G. Neutwig, Jürgen Känner, Carl- Heinz- Ullrich, 3. durchgesehene & ergänzende Auflage, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1997

Meyer K., H. Weidenmann, Lehrbuch der Bewegungstherapie mit Herzkranken, Pathophysiologie, Trainingslehre, Praxis, H. Weidenmann, K. Meyer, Steinkopf Darmstadt 1991

Olesen Holmsted Christian, just one good chair, Wegner, Hatje Cantz, 2014,

Papst R., Atlas der Anatomie des Menschen-Sobotta, 21. Auflage, Herausgegeben von R. Putz und R. Pabst, , Urban & Fischer München/Jena, 2004

Schnellhammer Silke, Faktoren der Haltung, Bewegungslehre, Motorisches lernen aus Sicht der Physiotherapie, Urban & Fischer München Jena 1. Auflage 2002

Schulz Marianne, Bewegung & Bewegt sein im Wasser, Prävention & Therapie, München, Bad Kissingen, Berlin, Düsseldorf, Heidelberg, 1999

Schwind Peter, Alles im Lot. Einführung in die Rolfing Methode, 2. Auflage 2001, Heinrich Hugendübel Verlag, Kreuzlingen/ München

Silbernagel Stefan, Physiologie, Herausgegeben von Rainer Klinke, Hans- Christian Pape, Stefan Silbernagel, 5. Auflage, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, 2005

Wottke Theorie, Praxis, Didaktik, Die große orthopädische Rückenschule; Springer- Verlag, Berlin Heidelberg 2007

18.2 Internetquellen

Direkte Zitate

<http://www.sculpturehouse.com/p-616-jolly-king-plasteline-grey-green-1-lb.aspx>, (stand: 14.12.2015)

Vergleichende Zitate

Vgl. Gelenk-Doktor.de, (stand: <http://gelenk-doktor.de/wirbelsaeule/einleitung/rueckenschmerzen-bandscheibe-hals-wirbel-lendenwirbel>, 03.09.2015)

Vgl.:

Peter Schwind, Alles im Lot, Eine Einführung in die Rolfingmethode; Irisiana- Verlag, 2001

Vgl.:

<http://www.classicamobile.com/Liegen/Le-Corbusier-Liege-LC4-oxid.html>, (stand: 23.11.2015)

Vgl.:

just one good chair, wegner, Christian Holmsted Olesen, Hatje Cantz, 2014,

Vgl.:

<http://www.vitra.com/de-at/product/lounge-chair?subfam.id=142393>, (stand: 16.09.2015)

Vgl.:

[at/product/la-chaise](http://www.vitra.com/de-at/product/la-chaise), (stand: 16.09.2015)

Vgl.:

Isabel Naegele, Designschnipsel, P- Ausgabe, August 2015, <http://www.p-stadtkultur.de/leg-splint-die-beinschiene-von-ray-und-charles-eames/>, (stand: 20.09.2015)

Vgl.:

<http://neri.media.mit.edu/projects/details/beast>, (stand: 20.09.2015)

Vgl.:

<http://www.schindlersalmeron.com/>, stand: 08.08.2015)

Vgl.:

<http://maartendeceulaer.com/Mutation-Series-sofa>, (stand: 20.9.2015)

Vgl.:

<http://materialecology.com/projects/details/gemini>, (stand: 20.09.2015)

Vgl.:

<http://www.ekornes.de/stressless-bequemsessel/stressless-view/medium>, (stand 23.11.2015)

Vgl.:

<http://www.wallenfels.com/varier-kniestuhl-balans-pg0-step.html>, (stand: 20.09.2015)

Vgl.:

<http://buero-direkt24.de/ergonomische-buerohoecker/ercolino-pendelhoecker/nest-nature-pendelhoecker-ercolino-ready-verstellbar.html> (stand: 20.09.2015)

Vgl.:

https://www.google.at/search?q=pezziball&espv=2&biw=1280&bih=625&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMlpZPx6lrhyAlVh4NyCh1MHgLo#tbm=isch&q=pezziball+b%C3%BCrostuhl&imgsrc=CdEIFzcTS098mM%3A (stand: 20.09.2015)

Vgl.:

<http://www.gymnastikball-sitzball.de/> (stand: 20.09.2015)

Vgl.:

<http://www.vitra.com/de-at/product/id-chair-concept?subfam.id=97452>, (stand: 29.11.2015)

Vgl.:

http://shop.fruehwald.net/?i_ca_id=315, (stand: 29.11.2015)

Vgl.

<http://www.orthofactum.de/images/Rollstuhlanpassung.pdf>, (stand: 29.11.2015)

Vgl.:

<https://www.dropbox.com/s/2x1eto9fziwtdm1/Screenshot%202015-11-29%2018.59.42.png?dl=0>, (15.12.2015)

Vgl.: Gastbeitrag: Baumgärtner Sebastian, FH Kaiserslautern, Standort Pirmasens
© Pictues: fabbmatic / Link:
<http://3druck.com/lieferanten-haendler/fdm-3d->

[druck-abs-oder-pla-sind-die-unterschiede-2020380/](#) (stand: 26.10.2015)

Vgl.:

http://sport1.uibk.ac.at/lehre/lehrbeauftragte/Huber%20Reinhard/rundr%FCcken_verbessert%5B1%5D.pdf, (stand 18.10.2015)

18.3 Zeitschriften

Vgl.:

Hauschild Moritz, Rüdiger Karzel, Digitale Prozesse, Detail Praxis, 2010 Institut für internationale Architektur- Dokumentation GmbH & Co. KG, München, Ein Fachbuch aus der Redaktion Detail

Vgl.:

Betram Weiß und Dr. Julia Pross, Die Heilkraft der Bewegung, GeoWissen/ Gesundheit 2015

18.4 Wissenschaftliche Arbeiten

Vgl.: Raphael Zenk, Doktorarbeit, Technische Universität München, Lehrstuhl für Ergonomie Objektivierung des Sitzkomforts und seine automatische Anpassung, 2008, <https://mediatum.ub.tum.de/doc/656298/656298.pdf>, (stand: 29.11.2015)

18.5 Bildquellen

Abb.1: Tim Wehrmann und Karl Wesker, Anatomie/Wirbelsäule, Seite 32, GeoWissen/ Gesundheit 2015

Abb.2: Tim Wehrmann und Karl Wesker, Anatomie/Wirbelsäule, Seite 32, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

Abb.3: Tim Wehrmann und Karl Wesker, Anatomie/Wirbelsäule, Seite 33, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

Abb.4: Tim Wehrmann und Karl Wesker, Anatomie/Wirbelsäule, Seite 33, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

Abb.5: Tim Wehrmann und Karl Wesker, Anatomie/Wirbelsäule, Seite 33, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

Abb.6: Dörthe Hagengut, Alltag/Schwangerschaft, Seite 71, GeoWissen/ Gesundheit 2015.

Abb.7:<http://gelenk-doktor.de/orthopaede-freiburg/spezielle-orthopaedische-diagnose-und-therapie/3d-wirbelsaeulen-messung>, (stand: 01.10.2015).

Abb.8: Die Rückenschule, Aufbau und Gestaltung eines Verhaltenstrainings für Wirbelsäulenpatienten, Christian G. Neutwig, Carl – Heinz Ullrich, Enke - Verlag, 1997, Seite 6.

Abb.9: Die Rückenschule, Aufbau und Gestaltung eines Verhaltenstrainings für Wirbelsäulenpatienten,

Christian G. Neutwig, Carl – Heinz Ullrich, Enke - Verlag, 1997, Seite 6.

Abb.10: Die Rückenschule, Aufbau und Gestaltung eines Verhaltenstrainings für Wirbelsäulenpatienten, Christian G. Neutwig, Carl – Heinz Ullrich, Enke - Verlag, 1997, Seite 8.

Abb.11: Sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 96.

Abb.12: sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 99.

Abb.13: sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 99.

Abb.14: Die Rückenschule, Aufbau und Gestaltung eines Verhaltenstrainings für Wirbelsäulenpatienten, Christian G. Neutwig, Carl – Heinz Ullrich, Enke - Verlag, 1997, Seite 12.

Abb.15:
https://www.google.at/search?q=zahnradmodell+dr.+br%C3%BCgger&espv=2&biw=1255&bih=625&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwil9sqckuvJAhVLVhQKHU1_DqIQ_AUIBygC#imgsrc=TatvFPJvnBubM%3A, (stand: 20.12.2015).

Abb.16: Hajo Eickhof, sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft, Anabas- Verlag, 1997, Seite 110.

Abb.17: sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 110.

Abb.18: sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 110.

Abb.19: Sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 111.

Abb.20: Sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft. Hajo Eickhof, Anabas- Verlag, 1997, Seite 111.

Abb.21: Die große Rückenschule, Theorie, Praxis, Didaktik, Dietmar Wottke, Springer -Verlag, Heidelberg, 2004, Seite 130.

Abb.22 Die große Rückenschule, Theorie, Praxis, Didaktik, Dietmar Wottke, Springer -Verlag, Heidelberg, 2004, Seite 130.

Abb.23:https://www.google.at/search?q=Ergonomie-am-Arbeitsplatz-mit-Laptop-falsche-Ko%CC%88rperhaltung.jpeg&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjwy_W97ezJAhWBHRQKHUOW-BhAQ_AUIBygB&biw=1255&bih=625#imgrc=6qfm4al70gx2MM%3A (stand:: 20.12.2015).

Abb.24: Die Rückenschule, Aufbau und Gestaltung eines Verhaltenstrainings für Wirbelsäulenpatienten, Christian G. Neutwig, Carl – Heinz Ullrich, Enke - Verlag, 1997, Seite 45.

Abb.25:Peter Schwind, Alles im Lot, Eine Einführung in die Rolfingmethode; Irisiana- Verlag, 2001, Seite 78.

Abb.26:Peter Schwind, Alles im Lot, Eine Einführung in die Rolfingmethode; Irisiana- Verlag, 2001, Seite 79.

Abb.27:<http://de.shop.thonet.de/klassiker/programm-214?orderId=&a=526>, (stand:06.10.2015).

Abb.28:
<http://de.shop.thonet.de/klassiker/programm-214?orderId=&a=526>, (stand:06.10.2015).

Abb.29:<http://www.cassina.com/en/collection/sofas-and-armchairs/lc4>, (stand: 23.11.2015).

Abb.30<http://www.cassina.com/en/collection/sofas-and-armchairs/lc4>, (stand: 23.11.2015).

Abb.31:https://www.google.at/search?q=dreiteiliger+Schalenstuhl&espv=2&biw=1280&bih=625&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiW7ZrUq6bJAhWM8RQKHxODCcgQ_AUIBigB&dpr=1#tbm=isch&q=dreiteiliger+Schalenstuhl+skizze&imgrc=3V5zSi6eHhefnM%3A, (stand: 23.11.2015).

Abb.32:
https://www.google.at/search?q=dreiteiliger+Schalenstuhl&espv=2&biw=1280&bih=625&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiW7ZrUq6bJAhWM8RQKHxODCcgQ_AUIBigB&dpr=1#tbm=isch&q=Kaminstuhl++1946+wegner&imgrc=bAvLlh5hXJ7kYM%3A, (stand: 23.11.2015)

Abb.33:
https://www.google.at/search?q=wegner&espv=2&biw=1280&bih=625&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwii-obfp6bJAhWjnXIKHW1_AYkQ_AUIBigB#tbm=isch&q=wegner+b%C3%BCro+stuhl+JH502&imgrc=eOE0cnpuf694_M%3A; (stand: 23.11.2015).

Abb.34: <http://www.vitra.com/de-at/product/lounge-chair?subfam.id=142393>, (stand: 16.09.2015).

Abb.35: <http://www.vitra.com/de-at/product/lounge-chair?subfam.id=37544>, (stand: 16.09.2015).

Abb.36: <http://www.p-stadtkultur.de/leg-splint-die-beinschiene-von-ray-und-charles-eames/>, (stand: 20.09.2015).

Abb.37:Jan Ehlers, <http://www.p-stadtkultur.de/leg-splint-die-beinschiene-von-ray-und-charles-eames/>, (stand: 16.09.2015).

Abb.38: <http://5osa.tistory.com/m/post/1104>, (stand: 08.08.2015).

Abb.39. <http://5osa.tistory.com/m/post/1104>, (stand: 08.08.2015).

Abb.40:<http://www.yooko.fr/en/mutation-series-seating-collection-by-maarten-de-ceulaer-milan-2012/>, (stand: 20.9.2015).

Abb.41:<http://www.yooko.fr/en/mutation-series-seating-collection-by-maarten-de-ceulaer-milan-2012/>, (stand: 20.9.2015).

Abb.42: Michael Figuet,
<http://materialecology.com/projects/details/gemini>, (stand: 20.09.2015).

Abb.43: Michael Figuet,
<http://materialecology.com/projects/details/gemini>, (stand: 20.09.2015).

Abb.44 Michael Figuet,
<http://materialecology.com/projects/details/gemini>, (stand: 20.09.2015).

Abb.45:https://www.google.at/search?q=stressless+lounge+chair&espv=2&biw=1280&bih=477&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiP2LjOwqb-JAhXK2xoKHTRUCMsQ_AUIBigB#imgrc=abL9V8NVkqfEFM%3A, (stand: 23.11.2015).

Abb.46:<http://www.ekornes.de/stressless-bequemsessel/stressless-view/medium>, (stand 23.11.2015).

Abb.47:<http://www.wallenfels.com/varierkniestuhl-balans-pg0-step.html>, (stand: 20.09.2015).

Abb.48:<http://buero-direkt24.de/ergonomische-buerohocker/ercolino-pendelhocker/nest-nature-pendelhocker-ercolino-ready-verstellbar.html> (stand: 20.09.2015).

Abb. 49: <http://www.gymnastikball-sitzball.de/> (stand: 20.09.2015).

Abb.50:
https://www.google.at/search?q=pezziball&espv=2&biw=1280&bih=625&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMIpZPx6lrhyAlVh4NyCh1MHgLo#tbm=isch&q=pezziball+b%3C%BCrostuhl&imgrc=CdEIFzcTS098mM%3A (stand: 20.09.2015).

Abb.51: <http://www.vitra.com/de-at/magazine/details/the-science-behind-the-seat>, (stand: 29.11.2015).

Abb.52:<http://www.vitra.com/de-at/product/id-chair-concept?subfam.id=97452>, (stand: 29.11.2015).

Abb.53: Raphael Zenk, Dissertation, Technische Universität München, Lehrstuhl für Ergonomie Objektivierung des Sitzkomforts und seine automatische Anpassung, 2008, Seite 18, <https://mediatum.ub.tum.de/doc/656298/656298.pdf>, (stand: 29.11.2015).

Abb.54.: http://shop.fruehwald.net/?i_ca_id=315, (stand: 29.11.2015).

Abb.55:
<https://www.dropbox.com/s/2x1eto9fziwtdm1/Screenshot%202015-11-29%2018.59.42.png?dl=0>.

Abb.56: Hajo Eickhof, sitzen, Eine Betrachtung der bestuhlten Gesellschaft, Anabas- Verlag, 1997, Seite 110.

Abb.57:https://www.google.at/search?q=materiale+ton&biw=1275&bih=625&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwifwGkjNzJAHVMVRQKHV6BDdYQ_AUIBigB#imgrc=h0sUoY4UoOG8HM%3A, (stand: 14.12.2015).

Abb.58:<http://www.sculpturehouse.com/p-616-jolly-king-plasteline-grey-green-1-lb.aspx>, (stand: 14.12.2015).

18.6 Selbstgezeichnete Illustrationen

Der Großteil aller Vorlagen für selbstgezeichnete Illustrationen stammt vom Geowissen: Tim Wehrmann und Karl Wesker, Anatomie/Wirbelsäule, Seite 32, GeoWissen/ Gesundheit 2015

