

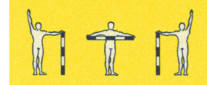
**ERGONOMIE
INSTITUT
MÜNCHEN**

Dr. Heidinger,
Dr. Jaspert &
Dr. Hocke GmbH

U n t e r s u c h u n g s b e r i c h t

**Ergonomische Untersuchungen
zu den biomechanischen und mikroklimatischen Eigenschaften der
Naturlatexmatratze `SOFTRELAX`**

Berichts-Nr.: ELK I / 0201
Auftraggeber: LGA / Fa. Swiss Biotex
Datum: 26.07.2001



**ERGONOMIE
INSTITUT
MÜNCHEN**

Dr. Heidinger,
Dr. Jaspert &
Dr. Hocke GmbH

LGA
Landesgewerbeanstalt Bayern
Institut für Warenprüfung und Qualitätsüberwachung
Möbelprüfinstitut
Tillystr. 2
90431 Nürnberg

26.07.2001

**Ergonomische Untersuchungen zu den
biomechanischen und mikroklimatischen Eigenschaften der
Naturlatexmatratze `SOFTRELAX`**

(Fa. Swiss Biotex)

U n t e r s u c h u n g s b e r i c h t

- 0. Zusammenfassung**
- 1. Produktbeschreibung**
- 2. Biomechanische und mikroklimatische Untersuchungsmethoden**
 - 2.1 Untersuchung der einfachen elastischen Eigenschaften
(Feder-, Biege-, Punktelastizität)
 - 2.2 Untersuchung der kombinierten elastischen Eigenschaften
(Schulterzonenwirkung, Körperzonenstützung)
 - 2.3 Mikroklimatische Untersuchungen
(Wärmeisolation, Feuchteableitung)
- 3. Prüfergebnisse**
 - 3.1 Einfache elastische Eigenschaften
 - 3.2 Kombinierte elastische Eigenschaften
 - 3.3 Mikroklimatische Eigenschaften
- 4. Anhang – Ergonomisches Bewertungssystem**

Ergonomie Institut München
Dr. Heidinger, Dr. Jaspert &
Dr. Hocke GmbH
Rosenheimer Str. 30
81669 München

Telefon 089 / 66 20 02
Telefax 089 / 62 48 95 21
email mail@eim-online.de
internet www.eim-online.de

EIM – Büro Holzkirchen
Münchner Str. 7b
83607 Holzkirchen

Telefon 08024 / 47 53 84
Telefax 08024 / 47 53 85

EIM – Labor Neukeferloh
Schwabener Weg 12
85630 Neukeferloh

Telefon 089 / 46 20 14 71
Telefax 089 / 46 20 14 70

Geschäftsführung
Dr. oec. troph. Florian Heidinger
Dr.-Ing., Dipl.-W.-Ing. Bodo Jaspert

AG München HRB-Nr. 129846

HypoVereinsbank
BLZ 700 202 70 Kto.
46955749

Kreissparkasse München
BLZ 702 501 50 Kto. 9401241

Dr. Florian Heidinger

0. Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht beinhaltet die biomechanischen und mikroklimatischen Funktionsprüfungen an folgendem Untersuchungsgegenstand:

- Naturlatexmatratze `SOFTRELAX` mit 2 Bezugvarianten (**Prüfprodukt**)
- Fa. Swiss Biotex (**Auftraggeber**).

Die **Produktbeschreibung** findet sich in Kapitel 1.

Als **Prüfmethoden** werden standardisierte Verfahren zur Untersuchung der elastischen und mikroklimatischen Funktionseigenschaften angewandt; diese speziellen Prüfansätze sind methodisch an den Gegebenheiten des liegenden Menschen orientiert und ermöglichen deshalb eine realitätsnahe Bewertung; die zugehörigen Verfahrensbeschreibungen finden sich in Kapitel 2.

Die erhobenen **Untersuchungsergebnisse** sind in nachfolgender Tabelle 0 zusammengefaßt; eine detaillierte Ergebnisdarstellung findet sich in Kapitel 3.

Zur **Bewertung** der Untersuchungsergebnisse gilt:

- bei den Funktionen `Federelastizität` und `Wärmeverhalten` handelt es sich in der Regel um **beschreibende** Kenngrößen, eine Bewertung wird folglich nicht vorgenommen.
Abweichungen von diesem Grundsatz – beispielsweise infolge einer ungünstigen federelastischen Abstimmung der einzelnen Matratzenzonen – werden besonders begründet.
- Bei den übrigen Kenngrößen wird eine **Bewertung** anhand eines **Punkteschemas** vorgenommen (vgl. Kap. 4: Anhang – Ergonomisches Bewertungssystem).
Zur Einordnung der erreichten Punkte gilt etwa folgende Qualitätszuordnung:
 - Punktzahl 90 – 100: gehobenes ergonomisches Qualitätsniveau
 - Punktzahl 70 – 89: mittleres ergonomisches Qualitätsniveau
 - Punktzahl 50 – 69: ausreichendes ergonomisches Qualitätsniveau.

Punktzahlen <50 Punkte beschreiben ein unteres Qualitätsniveau. Dementsprechend ist bei der vorliegenden Bewertung des ergonomischen Liegekomforts bei den einzelnen Funktionsprüfungen jeweils eine **Mindestpunktzahl von 50 Punkten** zu erreichen.

Bei der Bildung der Gesamt-Punktzahlen werden jeweils **Gewichtungsfaktoren** entsprechend der Wertigkeit des jeweiligen Einzelparameters angewandt:

Berechnung der erreichten Punktzahl zu den **`Biomechanischen Funktionseigenschaften`**:

`Biegelastizität`:	Gewichtungsfaktor: 1
`Punktlastizität`:	Gewichtungsfaktor: 3
`Schulterzonenwirkung`:	Gewichtungsfaktor: 3
`Körperzonenstützung`:	Gewichtungsfaktor: 3

Berechnung der Gesamt-Punktzahl zu den **`Ergonomischen Funktionseigenschaften`**:

`Biomechanische Funktionseigenschaften`:	Gewichtungsfaktor: 3
--	----------------------

Tab.0: **Naturlatexmatratze `SOFTRELAX` mit 2 verschiedenen Bezugvarianten**
 Übersicht zur ergonomischen Funktionsbewertung anhand der biomechanischen und mikroklimatischen Untersuchungsparameter

Gesamtbewertung (Punkte)				
`SOFTRELAX` mit Bezug 1	Biomechanik			91 (91 / 93 / 89)*
	Biegeelastizität	93		
	Punktelastizität	90		
	Schulterzonenwirkung	95 (96 / 100 / 89)*		
	Körperzonenstützung	88 (88 / 90 / 86)*		
	Mikroklima			
	Feuchteableitung		90	
Wärmeisolation		`mittel`		
`SOFTRELAX` mit Bezug 2	Liegequalität			96 (96 / 97 / 94)*
	Biegeelastizität	100		
	Punktelastizität	99		
	Schulterzonenwirkung	97 (100 / 100 / 91)*		
	Körperzonenstützung	94 (94 / 96 / 93)*		
	Mikroklima			
	Feuchteableitung		91	
Wärmeisolation		`mittel`		

*: Einzelbewertungen für die 3 simulierten Personengruppen klein/leicht, mittelgroß/mittelschwer und groß/schwer

Zusammenfassende Bemerkung:

- Die Ergebnisse der **elastischen Funktionsprüfungen** zum biomechanischen Liegekomfort zeigen ein sehr ausgeglichenes Niveau für die untersuchte Naturlatexmatratze `SOFTRELAX` mit beiden Bezügen. Mit beiden Bezugvarianten ergeben sich gleichmäßig gute Bedingungen für alle 3 simulierten Personengruppen.
- Die **mikroklimatischen** Funktionsprüfungen weisen für die Matratze `SOFTRELAX` mit beiden Bezugvarianten ein mittleres Wärmeisulationsverhalten sowie feuchteableitende Eigenschaften auf gehobenem Niveau aus.
- Die zusammenfassende **Gesamtbewertung** ordnet die ergonomischen Eigenschaften der Naturlatexmatratze `SOFTRELAX` mit beiden Bezugvarianten in den gehobenen Qualitätsbereich ein.

1. Produktbeschreibung

Die Untersuchungen wurden an nachfolgend genanntem Produkt durchgeführt:

Naturlatexmatratze `SOFTRELAX` mit **2 Bezugvarianten**

Die Matratze weist im einzelnen die folgenden aufbaubezogenen **Spezifikationen** auf:

Matratzenkern:

- Kerngröße 200 x 90 x 14 cm³, Kerngewicht 20 kg, Kavernenlatex;
- Kernaufbau horizontal- und vertikalsymmetrisch, beidseitig beliegbar,
- 7-Zonenaufbau durch Kavernen in Oberfläche und in Mittelschicht:
 - Kopf-/Nackenzzone (0 bis 30 cm): Oberfläche 1,3 cm große senkrechte Kavernen, Mittelschicht keine Querkavernen,
 - Schulterzone (30 bis 60 cm): Oberfläche 2,0 cm sowie 0,7 cm große senkrechte Kavernen im Wechsel, Querkänäle, Mittelschicht 3 Querkavernen,
 - Lendenzone (60 bis 80 cm): Oberfläche 1,3 cm sowie 0,7 cm große senkrechte Kavernen im Wechsel, Querkanal, Mittelschicht keine Querkavernen
 - Beckenzzone (80 bis 120 cm): Oberfläche 0,7 cm große senkrechte Kavernen, Querkänäle, Mittelschicht 3 Querkavernen;

Bezugsvariante 1:

- Matratzengesamtgröße 200 x 90 x 17 cm³, Matratzengesamtgewicht 25 kg;
- Bezug versteppt mit Baumwollvelour, Medicott anti-Milben-Ausrüstung (für Allergiker), Vliesstoff zusammengestellt aus synthetischen Fasern, Charmuse;
- 3-Zonenaufbau durch Variation des Steppabstandes:
 - Kopf-/Nacken-/Schulterzone (0 bis 65 cm): Steppabstand 7,5 cm,
 - Lenden-/Beckenzone (65 bis 135 cm): Steppabstand 5 cm;
- 4 Griffflaschen, Rundum-Reißverschluß.

Bezugsvariante 2:

- Matratzengesamtgröße 200 x 90 x 15 cm³, Matratzengesamtgewicht 23 kg;
- Bezug unversteppt MicroCare bunt ca. 36% CO - 28% PA - 27% PES - 9% CA, Medicott anti-Milben-Ausrüstung (für Allergiker);
- 2 Griffflaschen, 3-seitiger Reißverschluß.

2. Biomechanische und mikroklimatische Untersuchungsmethoden

Die Liegequalität auf einem Bettsystem wird aus ergonomischer Sicht in erster Linie von dessen **biomechanischen** und **mikroklimatischen** Eigenschaften geprägt.

Aus **biomechanischer** Sicht steht bei der Funktionsprüfung von Liegesystemen die Qualität der **Wirbelsäulenlagerung** in Rücken- und Seitenlage sowie die **druckentlastende Wirkung** an der Kontaktfläche Mensch/Unterlage im Vordergrund.

Die **mikroklimatischen** Eigenschaften des Liegesystemaufbaus bestimmen als weiteres ergonomisches Funktionskriterium die **Temperatur-** und **Feuchteentwicklung** in der Betthöhle.

Generell gilt:

- die **biomechanischen** Eigenschaften des Bettsystems werden von der Kombination Matratze, Lattenrost und Kopfkissen bestimmt;
- die **mikroklimatischen** Eigenschaften eines Bettsystems werden zwar hauptsächlich von den wärme- und feuchteableitenden Eigenschaften des Deckbetts bestimmt, trotzdem gilt für Matratzen, daß ein Wärme- und insbesondere Feuchtestau vermieden werden muß.

Prinzipiell bestehen zwei **unterschiedliche Ansatzrichtungen**, die funktionellen Eigenschaften eines Liegesystems zu erfassen und zu bewerten:

- humanphysiologische Messungen mit Versuchspersonen, und/oder
- technisch-physikalische Messungen.

Humanphysiologische Messungen am liegenden Menschen stellen eine unabdingbare Voraussetzung dar für die Beurteilung des Liegekomforts aus wissenschaftlicher Sicht. Für systematische Untersuchungen an Matratzen- bzw. Lattenrostaufbauten sind derartige Messungen mit Versuchspersonen jedoch problematisch, weil ein statistisch aussagefähiges Untersuchungsergebnis aufgrund der bei humanphysiologischen Messungen üblichen großen individuellen Streuungen (Körpergröße, Körpermasse, Körperbautyp, individuelles thermoregulatorisches Verhalten) einen entsprechend großen Untersuchungsaufwand zur Ergebnisabsicherung voraussetzen und zudem in aller Regel keine direkten Empfehlungen für den Hersteller in Hinblick auf den Produktaufbau ableitbar sind.

Technisch-physikalische Messungen, beispielsweise die Bestimmung der Federkennlinien nach DIN 53 576 oder die Stauchhärtenprüfung nach DIN 53 577, liefern dagegen exakte, jederzeit nachvollziehbare Materialkenndaten. Allerdings besteht bei diesen genormten Prüfverfahren der Nachteil, daß sich die zugehörigen Meßergebnisse nur äußerst bedingt auf die Situation eines liegenden Menschen übertragen lassen.

Aus den beschriebenen Gründen kommen bei den hier angewandten Untersuchungen sog. **Kombinierte Verfahren** zum Einsatz, die zwar einerseits technisch-standardisiert, andererseits aber hinsichtlich der Prüfmethodik am liegenden Menschen orientiert sind. Diese speziell entwickelten Prüfverfahren verbinden die Vorzüge der humanphysiologischen und der technisch-physikalischen Untersuchungsansätze und ermöglichen eine transparente, nachvollziehbare Bewertung der ergonomischen Eigenschaften von Matratzen und Lattenrosten.

2.1 Untersuchung der Einfachen elastischen Eigenschaften (Feder-, Biege-, Punktelastizität)

Die **Federelastizität** (vgl. Abb. 1a) kennzeichnet das Verhalten einer Matratze, sich eher **größeren Übertragungsflächen** anzupassen (Becken, Rücken) und damit stützend zu wirken. Durch eine, dem Benutzergewicht angepasste Federelastizität („Härte“) soll eine physiologische Wirbelsäulenkontur - durch Einsinkung in die Matratze - sichergestellt werden.

Die **Biegeelastizität** (vgl. Abb. 1b) beschreibt die Eigenschaft einer Matratze, sich der individuellen Wirbelsäulenkontur und der Kontur des Lattenrostes anzupassen und somit eine **vom Lattenrost ausgehende, individuelle Körperzonenstützung auf den Menschen zu übertragen**.

Ferner ist die Biegeelastizität der Matratzen dann wesentlich, wenn diese in Verbindung mit einem Sitzrost eingesetzt werden, also ausgeprägt flexibles Matratzenverhalten gefordert ist.

Die **Punktelastizität** (vgl. Abb. 1c) beschreibt die Fähigkeit einer Matratzen, sich auch **kleinen Übertragungsflächen** (bspw. Ferse, Hinterkopf) **anzupassen** und nur unmittelbar im belasteten Bereich elastisch zu reagieren. Dadurch können sich punktelastische Matratzen stärker an die Oberflächenkonturen des Menschen anpassen, die lastübertragende Fläche steigt und es entstehen niedrigere Kontaktflächendrücke mit geringerer Gewebebelastung.

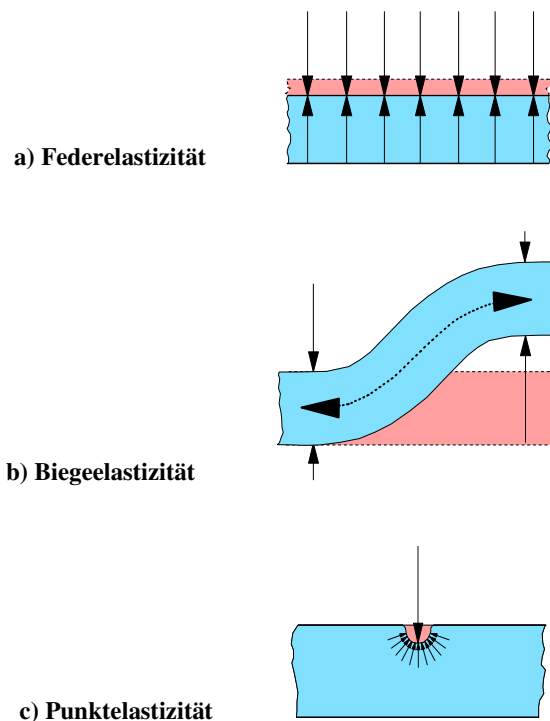


Abb.1: Schematische Darstellung der Einfachen elastischen Eigenschaften von Matratzen

Zur Bewertung der einfachen elastischen Eigenschaften werden folgende Messungen mit einem Spezialprüfstand an der Prüfmatratze durchgeführt:

- Zur Beurteilung der **federelastischen** Eigenschaften werden Federkennlinien (Kraft-Weg-Diagramme) in Anlehnung an DIN 53576 bestimmt. Dieses genormte Verfahren liefert physikalisch-technische Kennwerte der Matratzen-Federelastizität.
Die zugehörigen Messungen werden unter Verwendung eines kreisrunden, ebenen Prüfstempels (Stempeldurchmesser: $d = 203 \text{ mm}$) durchgeführt, wobei die Matratze auf harter Unterlage aufliegt.
- Zur Bewertung des **biegeelastischen** Verhaltens werden ebenfalls Federkennlinien unter Verwendung eines speziellen Biege-Prüfstempels ermittelt.
Eingesetzt wird hierbei ein gewölbter, 100 cm breiter Biegestempel, der quer über die gesamte Matratzenbreite im Lenden-/Beckenbereich eingesenkt wird. Die Matratze wird bei dieser Prüfung von oben her belastet und liegt dabei auf einem speziellen, geteilten Unterbau auf.
- Das **punktelastische** Verhalten der Matratzen wird ebenfalls mit dem Spezialprüfstand erfaßt, wobei hier ein mensch-orientiert geformter, standardisierter Fersen-Prüfstempel eingesetzt wird. Diese Funktionsprüfung liefert ein Kraft-Weg-Diagramm sowie ein zugehöriges Druck-Weg-Diagramm, aus dem der Kontaktflächendruck an der Matratzenoberfläche ermittelt werden kann. Der Fersen-Prüfstempel ist hierzu mit einem Spitzendrucksensor ausgerüstet, der bei Einsinkung den auftretenden Kontaktflächendruck zwischen Prüfstempel und Matratze erfaßt und somit die maximal zu erwartenden Druckwerte an der Kontaktfläche Mensch/Matratze wiedergibt. Die Messung erfolgt ebenfalls auf harter Unterlage.

2.2 Untersuchung der Kombinierten elastischen Eigenschaften (Schulterzonenwirkung, Körperzonenstützung)

Um in **Seitenlage** einen geradlinigen Verlauf der Wirbelsäule zu gewährleisten, ist im Bettssystem eine **selektiv wirkende Schulterzone** erforderlich: Damit ein 'Aufbocken' der Schulter verhindert wird, muß die Schulter in Seitenlage vom Liegesystem weich aufgenommen werden und entsprechend tief einsinken können (vgl. Abb.2). Gleichzeitig muß die Schulterzone für die Rückenlage so hart sein, daß hierbei ein zu starkes Einsinken der Schulterpartie vermieden wird.

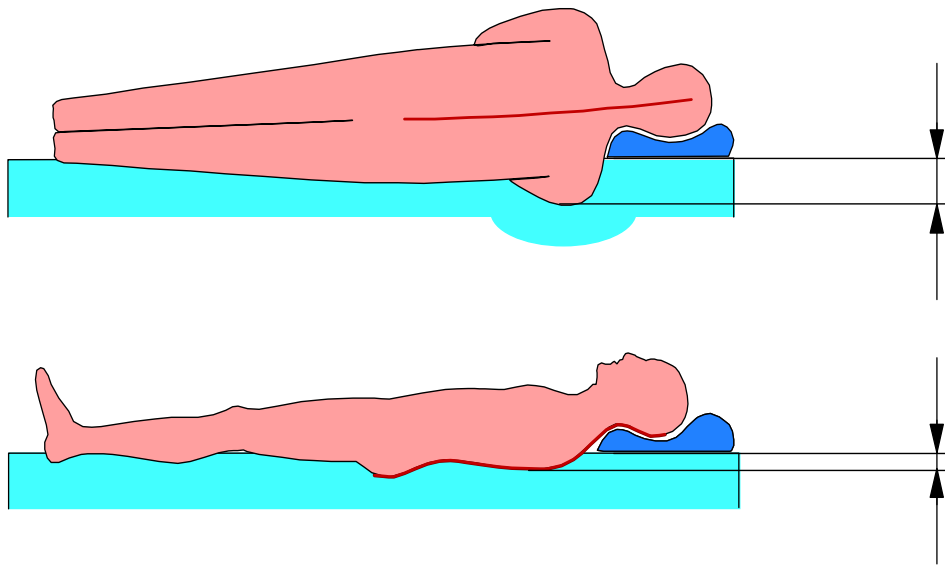


Abb.2: Anforderung an die Einsinkung der Schulterpartie in
Seitenlage (oben): hohe Einsinkung
Rückenlage (unten): niedrige Einsinkung

Die **körperzonenstützende Wirkung** in Rückenlage kennzeichnet das Verhalten von Matratze und Lattenrost, sich dem Benutzer so anzupassen, daß die einzelnen Körperareale mit ihren jeweiligen Teilgewichten entsprechend abgestützt werden. Als charakteristisches Maß für die Körperzonenstützung gilt diejenige Kraft, die vom Bettssystem im Bereich der Lendenlordose zur **Stützung der Doppel-S-Form** der Wirbelsäule ausgeübt wird (vgl. Abb.3).

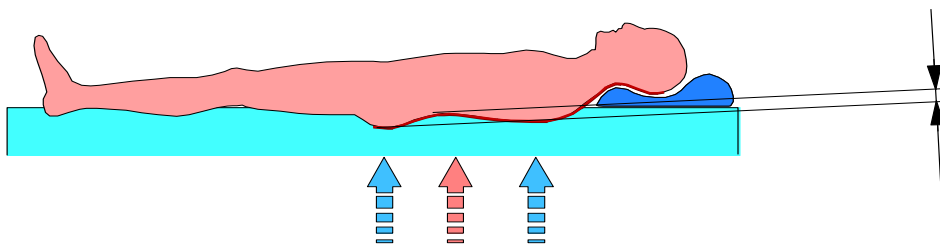


Abb.3: Körperzonenstützung in Rückenlage: Stützung der Wirbelsäule in ihrer natürlichen Doppel-S-Form durch körperareal-angepaßte Stützkraft im Becken-, Lenden- und Brustbereich

Die Bewertung der **Wirksamkeit der Schulterzone** wird ebenfalls mit einem Spezialprüfstand durchgeführt, wobei hier zwei verschiedene Einsinksituationen bewertet werden:

- die Einsinkung der **Schulter/Rückenpartie** in die Matratze/den Lattenrost in **Rückenlage**,
- die Einsinkung der **Schulterpartie** in die Matratze/den Lattenrost in **Seitenlage**.

Um die Einsinkung der menschlichen Übertragungsflächen (Schulter/Rückenpartie in Rückenlage; Schulterpartie in Seitenlage) zu simulieren, werden zwei unterschiedliche Prüfstempel eingesetzt, deren Konturen den zugehörigen menschlichen Übertragungsflächen angenähert sind (vgl. Abb.4):

- **Rückenlagen-Prüfstempel** (400 mm x 200 mm mit abgerundeten Querseiten $R = 200$ mm und gerundeten Kanten $r = 10$ mm),
- **Seitenlagen-Prüfstempel** (200 mm x 100 mm mit abgerundeten Querseiten $R = 100$ mm und gerundeten Kanten $r = 10$ mm).

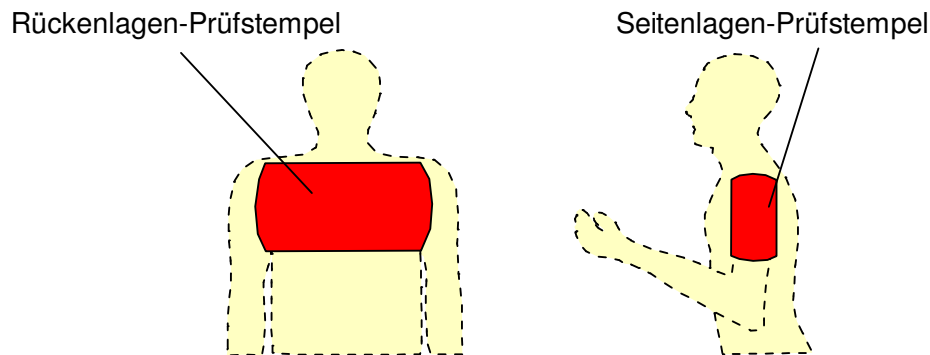


Abb.4: Orientierung der beiden Prüfstempel für Rückenlage (links) und Seitenlage (rechts) an den realen Übertragungsflächen des liegenden Menschen

Zur Bewertung der Schulterabsenkung wird das zu prüfende Bettsystem jeweils mit beiden Prüfstempeln untersucht. Aus der **Differenz der beiden Meßwerte** für die Einsinkungen in Rücken- und Seitenlage lassen sich **Aussagen zur selektiven Wirkung der Schulterabsenkung** treffen. Da die Einsinkung in Rückenlage relativ gering sein soll (Vermeiden von Überstreckung der Halswirbelsäule), die Einsinkung in Seitenlage dagegen groß sein soll (geradlinige Lagerung der Wirbelsäule) gilt grundsätzlich:

Je kleiner die Differenz zwischen beiden Einsink-Meßwerten, desto schwächer selektiv wirkt die Schulterabsenkung; je größer die Differenz, desto stärker selektiv wirkt die Schulterabsenkung.

Für die Untersuchung der **Körperzonenstützung in Rückenlage** wird ein spezieller Prüfstempel verwendet, der die menschliche Rückenkontur vom Gesäß bis zum Nacken nachbildet (vgl. Abb.5). Dieser Prüfstempel (**'Körperzonenprüfstempel'**): Länge ca. 600 mm, Breite ca.

250 mm, Lordosenvorwölbungstiefe ca. 25 mm) wird mit Hilfe des Spezialprüfstandes in das Bettsystem (Matratze/Lattenrost) eingesenkt.

Neben der Kraft, die erforderlich ist, den gesamten Prüfstempel in das Bettsystem einzusenken, wird gleichzeitig diejenige **Stützkraft** gemessen, die **im Lendenbereich** vom Liegesystem auf den Prüfstempel (menschlichen Rücken) ausgeübt wird.

Hierzu ist der 'Körperzonenprüfstempel' mit einem Zusatzsensor zur Kraftmessung im Lendenbereich ausgestattet. Die im Lendenbereich auf den menschlichen Körper ausgeübte Kraft drückt die Körperzonenstützung aus - je größer diese resultierende Kraft ist, desto besser ist die körperzonenstützende Wirkung des Liegesystems in Rückenlage.

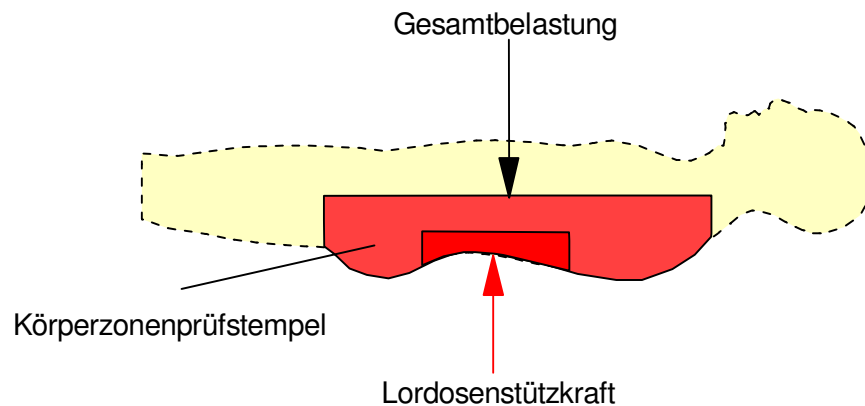


Abb.5: Schematische Darstellung des Körperzonenprüfstempels mit aufgebrachtener Gesamtbelastung und resultierender Lordosenstützkraft als Auswerteparameter

Zur Prüfung der **Schulterzonenwirkung** und der **Körperzonenstützung** in Rückenlage werden mit den zugehörigen Spezialprüfstempeln (Rückenlagen- und Seitenlagen- sowie Körperzonen-Prüfstempel) Kennlinien aufgenommen. Um eine **Personengruppen-bezogene Bewertung** des Liegesystems zu erhalten, werden diese Kennlinien bei unterschiedlichen Kennkräften ausgewertet für:

- **kleine/leichte** Personen (5.Perz. Frau),
- **mittelgroße/mittelschwere** Personen (50.Perz. Mann),
- **große/schwere** Personen (95.Perz. Mann).

Um die kombinierten elastischen Eigenschaften entsprechend einer realen Liegesituation erfassen zu können, werden diese Untersuchungen auf einem **Standard-Lattenrost** mit folgenden Spezifikationen durchgeführt:

Maße des Lattenrostes:	1960 mm x 900 mm
Maße der Federleisten (Standard):	45 mm breit, 8,5 mm dick, 5-fach verleimt
Rastermaß der Federleisten:	80 mm
Maße der Härtenverstelleisten:	38 mm breit, 8,5 mm dick, 5-fach verleimt.

2.3 Mikroklimatische Untersuchungen (Wärmeisolation, Feuchteableitung)

Im Rahmen der mikroklimatischen Untersuchungen sollen die Temperatur- und Feuchteverläufe in der Betthöhle während des Schlafs erfaßt werden.

Die zugehörigen Messungen werden mit einem sog. mikroklimatischen Simulationsmodell, also einer technisch-standardisierten Methode durchgeführt, die sich an den realen Bedingungen des liegenden Menschen orientiert (vgl. Abb. 6):

Ein sog. Klima-Torso gibt Wärme- und Feuchtigkeit in der Weise ab, wie es bei einem liegenden Menschen der Fall ist. Erfasst werden die Temperatur- und Feuchteverläufe in der Betthöhle.

Bei diesen Messungen der mikroklimatischen Matratzeigenschaften wird ein Standard-Deckbett (Deckbett aus silikonisierter Polyester-Hohlfaser mit Inlet aus 80 % Viscose und 20 % Polyamid, Größe 135 cm x 200 cm; Deckbett-Bezug aus 100 % Baumwolle) verwendet.

Die mikroklimatischen Untersuchungen mit Simulationsmodell werden unter den nachfolgend stichpunktartig zusammengefaßten **Versuchsbedingungen** durchgeführt:

- Prüf-Raumklima: 21°C, 50% rel. Feuchte, Luftbewegung < 0,05 m/s.
- Versuchsdauer: 7 Stunden.
- Versuchswiederholung: Es wird grundsätzlich ein Wiederholungsversuch unter den gleichen Versuchsbedingungen durchgeführt.

Zeigen die erzielten Meßergebnisse eine Abweichung von mehr als 0,3 K bzw. 1%-Punkt rel. Feuchte, dann werden so oft Versuchswiederholungen durchgeführt, bis die Abweichung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Versuchen $\leq 0,3$ K bzw. 1%-Punkt rel. Feuchte beträgt.

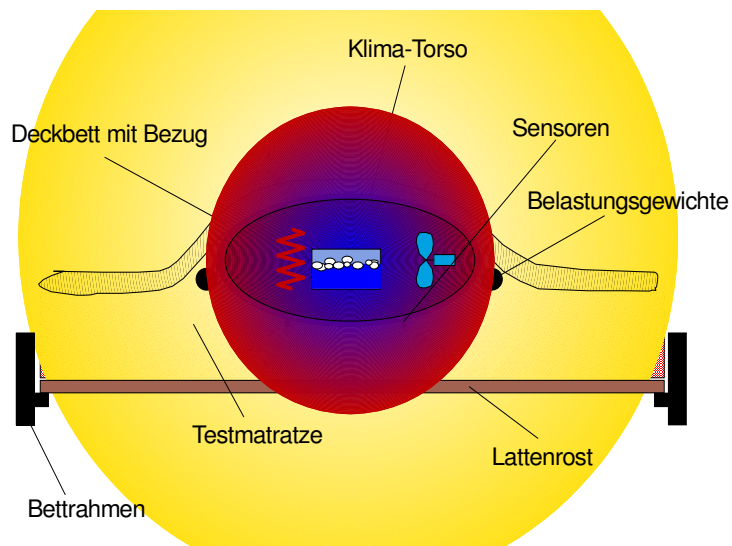


Abb.6: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus zur mikroklimatischen Untersuchung von Matratzen mit thermoregulatorischem Simulationsmodell

3. Prüfergebnisse

Bei den hier untersuchten ergonomischen Eigenschaften muß unterschieden werden zwischen Eigenschaften, die einen eher beschreibenden Charakter haben (Federelastizität, Wärmeisolation) und Eigenschaften, die quantitativ bewertbar sind (Biege- / Punktlastizität, Feuchteableitung etc.).

Bei den letztgenannten Eigenschaften wird eine **Bewertung** anhand eines 100-Punkte-Schemas durchgeführt - die zugehörigen Einstufungstabellen finden sich im Anhang (vgl. Kap.4).

Die elastischen Funktionsprüfungen werden an Matratzen jeweils **ohne** und **mit Bezug** (im vorliegenden Fall 2 Bezugsvarianten) durchgeführt, da bekannt ist, daß das elastische Verhalten erheblich von den Bezugstoffeigenschaften beeinflusst wird.

3.1 Einfache elastische Eigenschaften (Feder-, Biege-, Punktlastizität)

- **Federelastizität**

Tabelle 1 gibt die **Eindrückwege** (s in mm) bei verschiedenen **Eindrückkräften** (100 N, 200 N, 300 N) wieder (**federelastische Prüfung**).

Diese Eindrückkräfte entsprechen derjenigen Belastung, die in der realen Liegesituation je nach Körperareal und individuellen Bedingungen (Körpergröße, Körpermasse) auf das Liegesystem ausgeübt werden.

Je niedriger der Eindrückweg bei einer bestimmten Eindrückkraft ist, desto härter ist die Matratze, je größer der Eindrückweg desto weicher.

Da die Federhärte eine beschreibende Größe ist, wird hier keine quantitative Bewertung vorgenommen.

- **Biegeelastizität**

In **Tabelle 2** sind die **Biegewege** (b in mm) bei festgelegten **Biegekräften** (50 N, 100 N, 150 N) ausgewiesen sowie die zugehörige Bewertungsnote (**biegeelastische Prüfung**). Grundsätzlich gilt: Je größer der Biegeweg bei einer bestimmten aufgebrachten Biegekraft ist, desto biegeelastischer reagiert eine Matratze.

- **Punktlastizität**

Tabelle 3 weist diejenigen **Spitzendruckwerte** (P_{\max} in N/cm²) aus, die an der prominentesten Fersenstelle bei Belastung der Prüfmatratzenoberfläche mit 14 N auftreten sowie die zugehörigen Bewertungsnoten (**punktlastische Prüfung**). Die Belastung von 14 N entspricht derjenigen Kraft, die eine mittelgroße, mittelschwere Person als anteilige Körpergewichtskraft des Fußes über die Ferse auf die Matratze überträgt.

Es gilt: Je niedriger die gemessenen Druckwerte bei dieser Kennkraft sind, desto punktlastischer reagiert eine Matratzenoberfläche.

Prüfinhalt Federelastizität

Tab.1: Bestimmung der **Federelastizität**: Gemessene **Eindrücke** (s in mm) bei verschiedenen Belastungen sowie daraus berechnete, gemittelte Federkonstante (C_{M-203} in N/mm).

Naturlatexmatratze 'SOFTRELAX' mit 2 verschiedenen Bezugvarianten sowie ohne Bezug;
Untersuchung auf **harter Unterlage**; Prüfstempel: d = 203 mm

Matratze		Meßbereich	Eindrucksweg s (in mm) bei Eindrückkraft			C_{M-203} (in N/mm)
			100 N	200 N	300 N	
'SOFT- RELAX'	mit Bezug 1	Schulterber.	37,6	65,4	83,7	3,1
		Lendenber.	34,1	61,2	79,3	3,3
		Beckenber.	36,4	64,5	82,2	3,2
		Fersenber.	35,2	62,1	81,2	3,3
	mit Bezug 2	Schulterber.	30,6	57,2	73,5	3,6
		Lendenber.	28,6	54,7	71,3	3,8
		Beckenber.	30,5	57,0	73,1	3,6
		Fersenber.	26,8	53,0	70,5	3,9
	ohne Bezug	Schulterber.	32,9	61,1	77,2	3,4
		Lendenber.	30,8	58,2	74,5	3,6
		Beckenber.	33,5	58,2	77,4	3,4
		Fersenber.	28,4	55,8	72,9	3,7

- Insgesamt ergibt sich eine im Bereich mittelhart liegende **Grundabstimmung**.
- Lenden- und Fersenbereich zeigen eine etwas größere Härte als Schulter- und Beckenbereich.
- **Bezug 1** bewirkt eine Erniedrigung der Gesamthärte um etwa 8%, **Bezug 2** eine Erhöhung der Härte um ca. 6% gegenüber der Kernhärte ohne Bezug.

Prüfinhalt Biegeelastizität

Tab. 2: Bewertung der **Biegeelastizität**: Gemessene **Biege**wege (b in mm) bei verschiedenen Belastungen sowie zugehörige Bewertung in Punkten - Abstufung der Bewertung vgl. Anhang;

Naturlatexmatratze 'SOFTRELAX' mit 2 verschiedenen Bezugvarianten sowie ohne Bezug;
Untersuchung auf **geteilter Unterlage**; Prüfstempel: Biegestempel

Matratze		Biegeweg b (in mm) bei Biegekraft			Bewertung: (Punkte)
		50 N	100 N	150 N	
'SOFTRELAX'	mit Bezug 1	6,5	18,1	29,5	93
	mit Bezug 2	9,5	23,6	34,9	100
	ohne Bezug	12,2	29,7	43,3	100

- Die **biegeelastischen Eigenschaften** liegen auf einem gehobenen Bewertungsniveau.
- **Bezug 1** schwächt die biegeelastischen Eigenschaften um 7 Bewertungspunkte ab, **Bezug 2** wirkt sich hinsichtlich der biegeelastischen Punktbewertung nicht nachteilig aus.

Prüfinhalt Punkt elastizität

Tab. 3: Bewertung der **Punkt elastizität**: Gemessene **Spitzendruckwerte** (P_{\max} in N/cm^2) bei einer Belastung mit 14 N sowie zugehörige Bewertung in Punkten - Abstufung der Bewertung vgl. Anhang;
Natur latexmatratze 'SOFTRELAX' mit 2 verschiedenen Bezugvarianten sowie ohne Bezug;
 Untersuchung auf **harter Unterlage**; Prüf stempel: Fersenprüf stempel

Matratze		Meßbereich	Spitzendruck Pmax (in N/cm^2)	Bewertung: (Punkte)
'SOFTRELAX'	mit Bezug 1	Schulterber.	1,1	97
		Lendenber.	1,4	87
		Beckenber.	1,3	90
		Fersenber.	1,4	87
				90
	mit Bezug 2	Schulterber.	0,8	100
		Lendenber.	1,1	97
		Beckenber.	0,9	100
		Fersenber.	0,9	100
				99
	ohne Bezug	Schulterber.	0,9	100
		Lendenber.	1,0	100
		Beckenber.	0,9	100
		Fersenber.	0,9	100
				100

- Die **punkt elastischen Eigenschaften** liegen insgesamt auf einem gehobenen Bewertungsniveau.
- **Bezug 1** schwächt die punkt elastische Oberflächenwirkung um 10 Bewertungspunkte ab, **Bezug 2** übt nahezu keinen nachteiligen Einfluß aus.

3.2 Kombinierte elastische Eigenschaften (Schulterzonenwirkung, Körperzonenstützung)

Die beiden kombinierten elastischen Eigenschaften `Schulterzonenwirkung` und `Körperzonenstützung` werden jeweils in Verbindung mit dem Standard-Lattenrost (vgl. Kap. 2.2) erfaßt. Simuliert werden bei diesen Untersuchungen der kombinierten elastischen Eigenschaften jeweils **drei Personengruppen**.

• Schulterzonenwirkung

In **Tabelle 4** sind die **Einsinkungen** der Schulterpartie bei Simulation `Rückenlage` und Simulation `Seitenlage` sowie die sich daraus ergebenden **Einsinkdifferenzen** zusammengefaßt.

Die Personengruppen-bezogenen Kennkräfte für die Belastung der Schulterzonenprüfstempel entsprechen in etwa der Masse der jeweiligen Schulterpartie, nämlich

- **100 N** für **kleine/leichte** Personen (5.Perz. Frau),
- **200 N** für **mittelgroße/mittelschwere** Personen (50.Perz. Mann),
- **250 N** für **große/schwere** Personen (95.Perz. Mann).

Es gilt: Je größer die Einsinkdifferenz zwischen Seitenlagen- und Rückenlagen-Simulation ist, desto besser ist die selektive Schulterzonenwirkung.

• Körperzonenstützung

Tabelle 5 gibt die Qualität der **Körperzonenstützung** in Rückenlage - gekennzeichnet durch die **Höhe der Lordosenstützkraft** - für die Prüfmatratze (in Verbindung mit dem Standard-Lattenrost in unterschiedlichen Einstellungen der Lattenhärten im Lendenbereich) und Simulation der drei Personengruppen wieder.

Die Personengruppen-bezogenen Kennkräfte für die Gesamtbelastung des Körperzonenprüfstempels entsprechen in etwa der jeweiligen Oberkörper- sowie anteiligen Extremitätenmasse, nämlich

- **350 N** für **kleine/leichte** Personen (5.Perz. Frau),
- **450 N** für **mittelgroße/mittelschwere** Personen (50.Perz. Mann),
- **500 N** für **große/schwere** Personen (95.Perz. Mann).

Grundsätzlich gilt: Je höher die resultierende Lordosenstützkraft ist, desto besser ist die Qualität der Körperzonenstützung.

Prüfinhalt Schulterzonenwirkung

Tab. 4: Bewertung der **Schulterzonenwirkung**: Differenzwerte (D in mm) der Einsinkung bei Rückenlagen- (R in mm) und Seitenlagen-Simulation (S in mm) verschiedener Personengruppen sowie zugehörige Bewertung in Punkten. - Abstufung der Bewertung vgl. Anhang;

Matratze 'SOFTRELAX' mit 2 verschiedenen Bezugsvarianten (B1 und B2) sowie ohne Bezug (oB);
Untersuchung auf einem Standard-Lattenrost; Prüfstempel: Rückenlagen-(R) und Seitenlagen-(S) Stempel

Matratze	Schulterzonenwirkung									Mittel	
	5. Perz. Frau			50. Perz. Mann			95. Perz. Mann				
	R	S	D	R	S	D	R	S	D		
Einsinkwerte (in mm)											
'SOFTRELAX'	B 1	26,5	55,2	28,7	48,4	90,3	41,9	58,6	103,0	44,4	
	B 2	19,2	50,0	30,8	40,8	84,4	43,6	51,1	96,5	45,4	
	oB	20,1	53,2	33,1	43,3	89,1	45,8	53,7	101,2	47,5	
Bewertung (Punkte)											
'SOFTRELAX'	B 1	96			100			89			95
	B 2	100			100			91			97
	oB	100			100			95			98

- Die **Schulterzonenwirkung** liegt im Mittel auf einem gehobenen Bewertungsniveau.
- Hinsichtlich der 3 simulierten **Personengruppen** ergibt sich ein tendenzieller Eignungsschwerpunkt für kleine/leichte bis mittelgroße/mittelschwere Personen.
- Beide **Bezugsvarianten** schränken die Schulterzonenwirkung im Mittel nur geringfügig (**Bezug 1** um 3 Bewertungspunkte; **Bezug 2** um 1 Bewertungspunkt) ein.

Prüfinhalt Körperzonenstützung

Tab. 5: Bewertung der **Körperzonenstützung** in Rückenlage: Gemessene **Lordosenstützkraft** (F in N) bei Belastungssimulation verschiedener Personengruppen sowie zugehörige Bewertung in Punkten - Abstufung der Bewertung vgl. Anhang;

Naturlatexmatratze 'SOFTRELAX' mit 2 verschiedenen Bezugsvarianten sowie ohne Bezug;

Untersuchung auf Standard-Lattenrost in unterschiedlicher Einstellung der Lattenhärten im Lendenbereich (**ohne / mit** Lordosenunterstützung). Prüfstempel: Körperzonenstempel

Matratze	Körperzonenstützung			Mittel	
	5. Perz. Frau	50. Perz. Mann	95. Perz. Mann		
Lordosenstützkraft (F in N)					
`SOFTRELAX`	mit Bezug 1	82,0 / 84,7	108,6 / 111,4	121,2 / 123,9	
	mit Bezug 2	85,7 / 88,5	112,9 / 114,3	125,8 / 127,8	
	ohne Bezug	88,0 / 89,8	115,5 / 118,5	128,8 / 132,5	
Bewertung (Punkte)					
`SOFTRELAX`	mit Bezug 1	85 / 90	88 / 93	84 / 89	86 / 90
	mit Bezug 2	91 / 96	95 / 97	92 / 95	93 / 96
	ohne Bezug	95 / 98	99 / 100	97 / 100	97 / 99

- Die **Körperzonenstützung** liegt bei den Aufbauvarianten `ohne Bezug` und `mit Bezug 2` auf einem gehobenen Bewertungsniveau, bei der Aufbauvariante mit Bezug 1 im Übergabsbereich mittleres bis gehobenes Niveau.
- Hinsichtlich der 3 simulierten **Personengruppen** ergibt sich ein insgesamt recht ausgeglichenes Bewertungsniveau.
- **Bezug 1** schwächt die Körperzonenstützung deutlicher (um 10 Bewertungspunkte), **Bezug 2** dagegen geringfügiger (um ca. 4 Bewertungspunkte) ab.

3.3 Mikroklimatische Eigenschaften (Wärmeisolation, Feuchteableitung)

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der mikroklimatischen Untersuchungen dargestellt.

Ausgewiesen sind die Temperatur- und Feuchtwerte - gemittelt aus den 2 zwischen Klima-Torso und Matratze angebrachten Sensoren - ab der 3. Versuchsstunde. Zu diesem Zeitpunkt sind die regelungstechnischen / Simulationsgerät-bezogenen und die Prüfmaterial-bedingten **Einschwingvorgänge** in der Regel abgeschlossen. Dargestellt sind jeweils die Stundenwerte, die sich aus der Mittelung von je 5 Minutenwerten ergeben.

Das **Wärmeisolationsverhalten** stellt eine **beschreibende** Größe dar. Hierbei gilt folgende Zuordnung für die nach 7-stündiger Versuchsdauer erreichten Endtemperaturen:

- niedriges Isolationsvermögen: < 35,8°C
- mittleres Isolationsvermögen: 35,8°C bis 36,2°C
- hohes Isolationsvermögen: >36,2°C.

Die **Feuchteableitung** wird dagegen **bewertet**, da prinzipiell gilt: Je größer die Feuchteableitung, desto günstiger in Hinblick auf die Vermeidung eines Feuchtestaus.

Prüfinhalt Mikroklima

Tab.6: **Temperatur- und Feuchtemeßwerte** an der Kontaktfläche Klima-Torso / Prüfmatratze zu verschiedenen Versuchszeitpunkten (Mittelwerte aus Versuch und Versuchswiederholung) sowie zugehörige Bewertung in Punkten für die Feuchteableitung - Abstufung der Bewertung vgl. Anhang.

Naturlatexmatratze 'SOFTRELAX' mit 2 verschiedenen Bezugvarianten;
weitere Spezifikation des Versuchsaufbaus vgl. Kap. 2.3

Matratze	Meßgröße	Versuchszeitpunkt					Bewertung: (Punkte)	
		3h	4h	5h	6h	7h		
`SOFTRELAX`	Bezug 1	T (in °C)	35,7	35,9	36,0	36,1	36,1	---
		r.F. (in %)	54,5	53,8	53,5	53,0	52,9	90
	Bezug 2	T (in °C)	35,7	35,9	35,9	36,0	36,0	---
		r.F. (in %)	54,1	53,4	53,1	52,7	52,6	91

- Die Naturlatexmatratze `SOFTRELAX` verfügt mit beiden Bezugvarianten über ein **mittleres Wärmeisolationsverhalten** sowie **feuchteableitende Eigenschaften auf gehobenem Niveau**.

4. Anhang – Ergonomisches Bewertungsschema

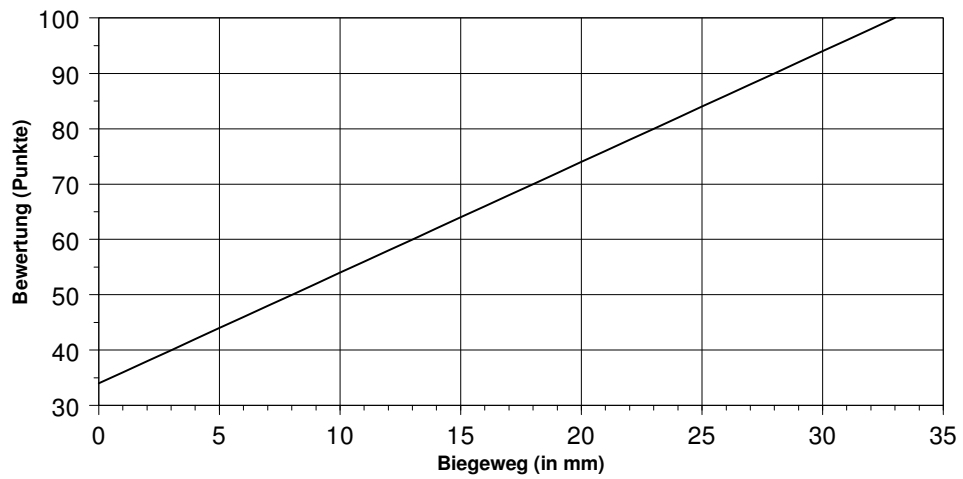


Abb.A1: Bewertungsschema zur Einordnung der **Biegeelastizität** von Matratzen

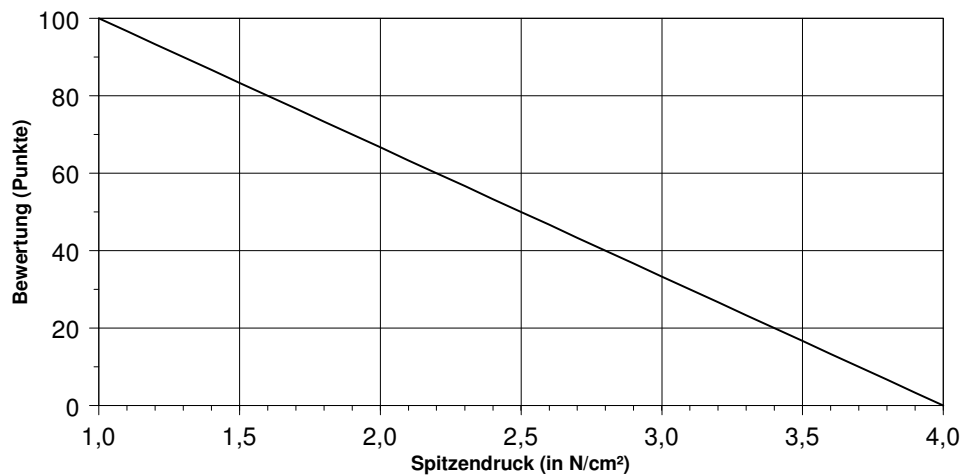


Abb.A2: Bewertungsschema zur Einordnung der **Punktlastizität** von Matratzen

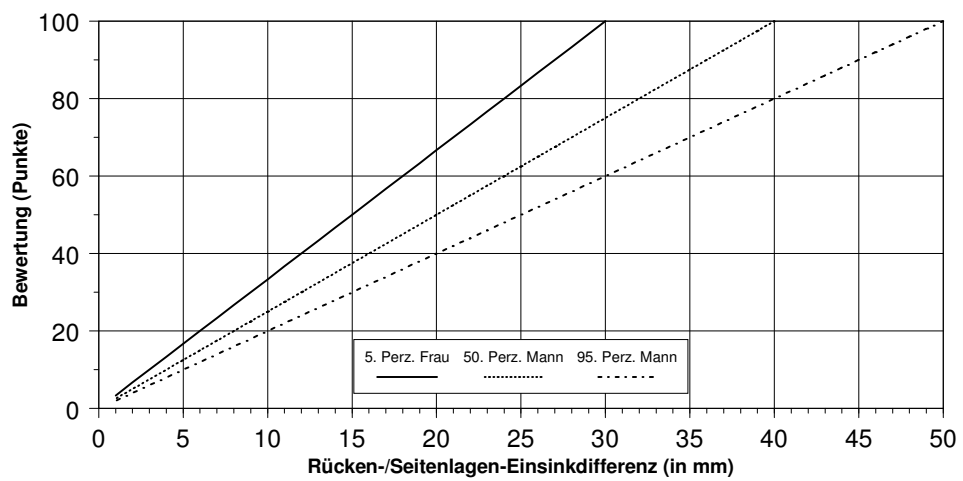


Abb.A3: Bewertungsschema zur Einordnung der **Schulterzonewirkung** von Matratzen-/Rahmensystemen

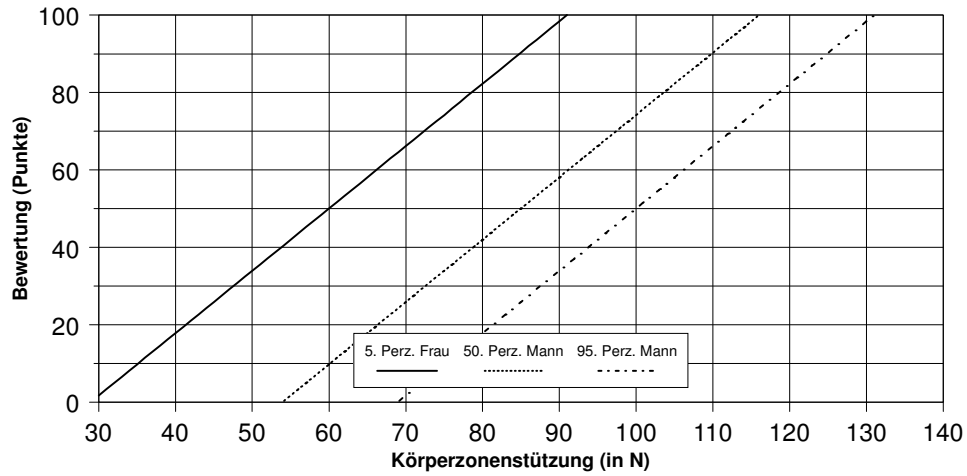


Abb.A4: Bewertungsschema zur Einordnung der **Körperzonenstützung** von Matratzen-/ Rahmensystemen

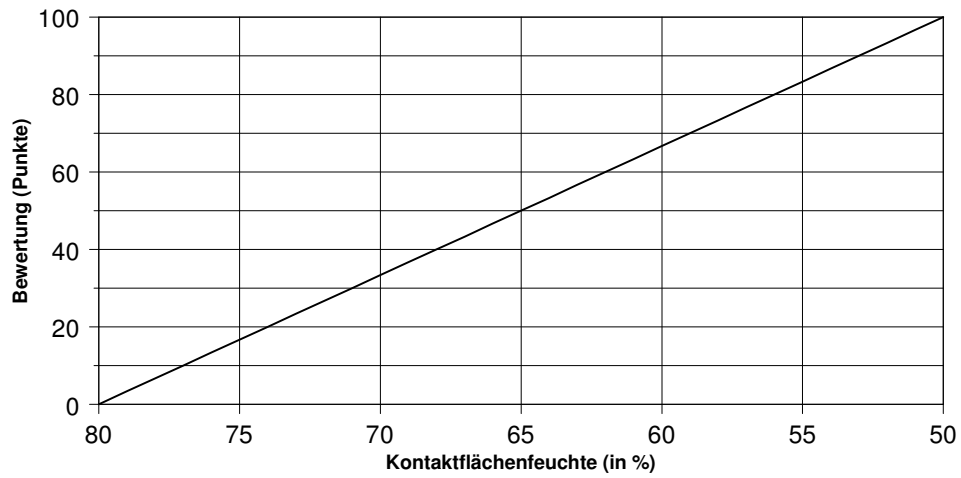


Abb.A5: Bewertungsschema zur Einordnung der **feuchteableitenden Eigenschaften** von Matratzen (Untersuchung mit Klima-Torso III bei Raumklima 21°C / 50% r.F., Standard-Deckbett)