

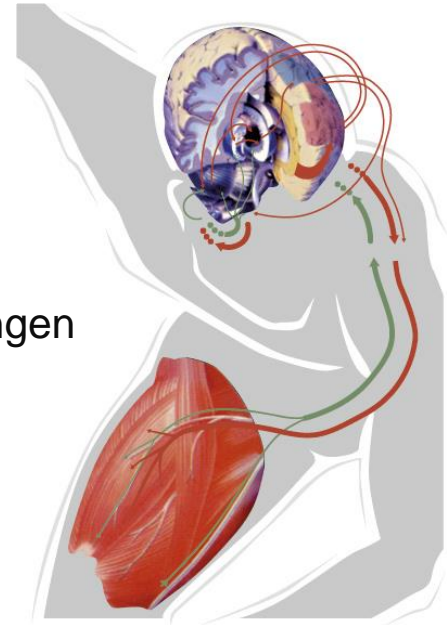


# Sensomotorische Therapie



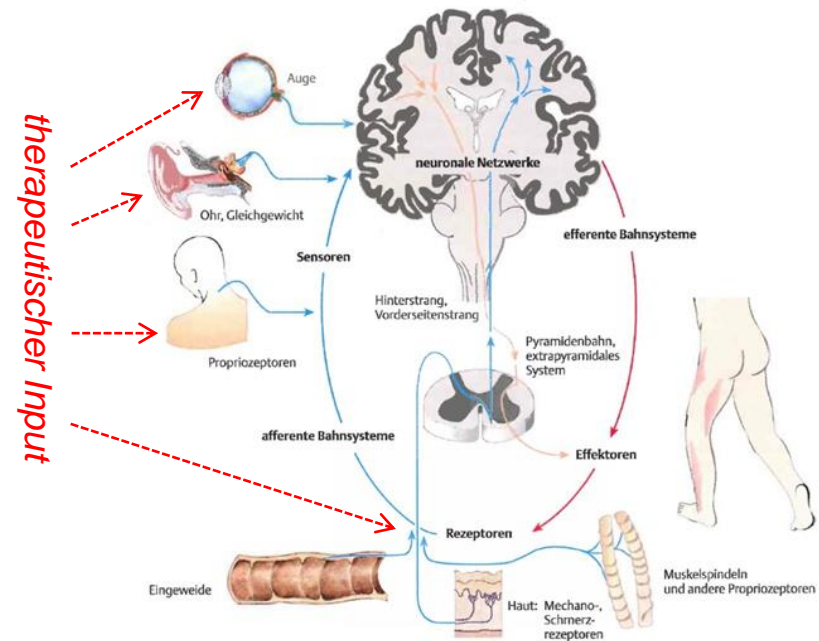
# Sensomotorik - Terminologie

- Sensorik: Gesamtheit der Sinneswahrnehmung
- Motorik: Bewegung
- Sensomotorik: Zusammenspiel sensorischer und motorischer Leistungen

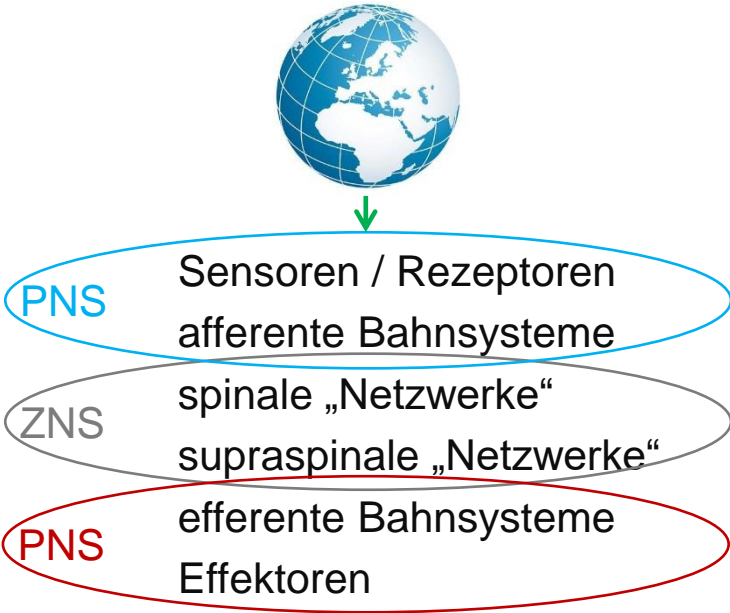


# Sensomotorische Therapie - SMT

Die SMT ist die Gesamtheit aller Maßnahmen zur Erzeugung und Manipulation sensorischer Informationen mit dem Ziel, die funktionsgestörte motorische Steuerung zu beheben.\*



# Funktions- und Strukturelemente des sensomotorischen Systems



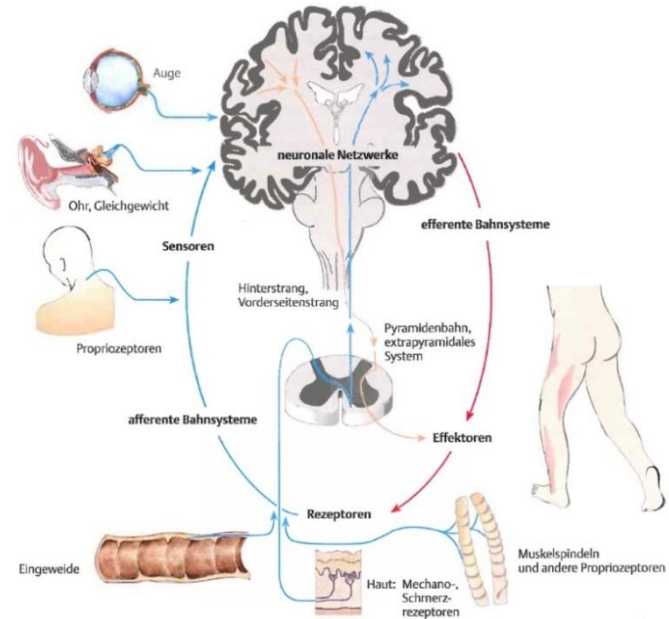
Umwelt

Sensorik

Integration

Motorik

kinästhetische  
Analysatoren  
n. Dahlinger 2000



# SMS – Rezeptoren des Körper- und Raumschemas

## Nahsinne für das Körperschema:

- Mechanosensoren der Haut (Exterozeption): Somästhesie („Oberflächensinn“ bzw. „Hautsinn“)  
→ Hautschema
- Mechanosensoren der Gelenke und Gleichgewichtssensoren (Enterozeption): Kinästhesie („Tiefensinn“ bzw. „Gelenksinn“ und „Gleichgewichtssinn“)  
→ Haltungs- und Bewegungsschema
- Nozizeptoren (mechano-, thermo- und chemosensibel): „Schmerzsinn“  
→ Schmerzschema

## Fernsinne für das Raumschema:

- Fotosensoren: „Sehsinn“  
→ visueller Raum
- Gehörsensoren: „Hörsinn“  
→ akustischer Raum

## „Rezeptororgane“ des SMS:

- pedales Rezeptororgan
- kraniozervikales Rezeptororgan (inkl. dem temporomandibulärem Rezeptororgan)

## Stützensensomotorik („posture“)

- Umfasst alle sensomotorischen Komponenten, mit denen Körperhaltung, Körperstellung und Körpergleichgewicht gewährleistet werden.

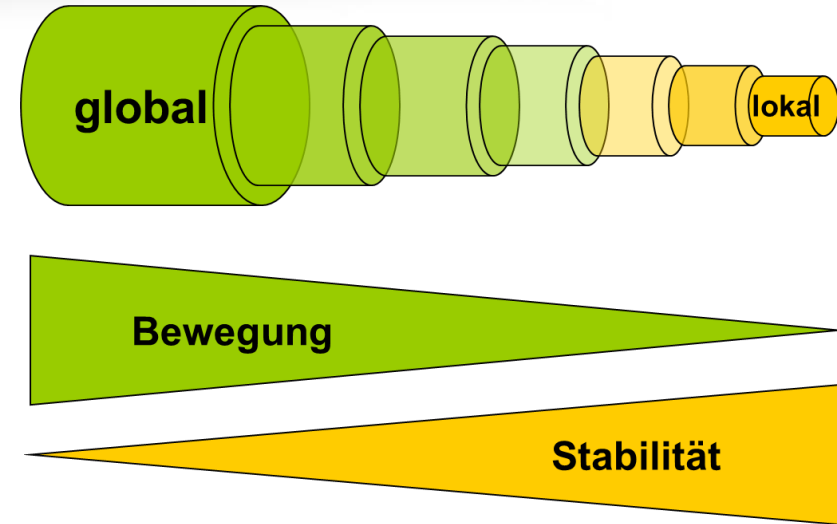
## Zielsensomotorik („phasis“)

- Umfasst alle sensomotorischen Komponenten, die der Zielstellung der Bewegungshandlung dienen.

# Skelettmuskulatur als Effektor motorischer Programme

## Funktionell-anatomische-Einteilung

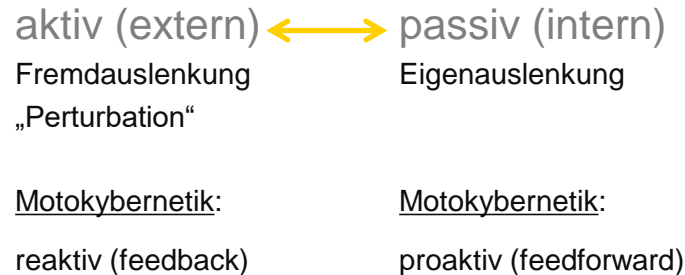
- segmentale Muskulatur (lokales System)
- polysegmentale Muskulatur (globales System)
  - kurze polysegmentale Muskulatur (sektoral)
  - lange polysegmentale Muskulatur (multisektoral)



- die Aktivierung ist Aktions- und Widerstandsabhängig (Lastarm / Gewicht)
- die Funktionsqualität ist von der Qualität motorischer Programme abhängig



# Sensomotorische Therapiegeräte – methodische Differenzierung der USF\*



- labil gepolsterte USF (gedämpft)
- labil flüssigkeitsgefüllte USF (gedämpft / ungedämpft)
- labil luftgefüllte USF (gedämpft / ungedämpft)
- labil gespannte USF (Feder- vs. Gummispannung)
- instabil kippende USF (gedämpft / ungedämpft)
  - einachsig (kleiner vs. großer Radius)
  - mehrachsig (kleiner vs. großer Radius)
- instabil verlagernde USF (gedämpft / ungedämpft)
  - pendelnd (unilateral vs. bilateral / kleiner vs. großer Hub)
  - gleitend (unilateral vs. bilateral / kleiner vs. großer Hub)
- Mischsysteme (z.B. Slackline, SlackNut®)

# Sensomotorische Strategien der posturalen Kontrolle

## Distale Strategien:

- Fußstrategie:
  - labile USF\* (LU)
- Sprunggelenkstrategie
  - instabil kippende USF (IKU)

## Proximale Strategien:

- Hüft-, Becken-, Lendenstrategie
  - instabil verlagernde USF (IVU)

\*USF = Unterstützungsfläche

# Vorbereitung der SMT: Bestmögliche allgemeine Körperhaltung



Bestmöglich allgemeine Körperhaltung im Zweibeinstand

Bestmöglich allgemeine Körperhaltung im Einbeinstand

# Vorbereitung der SMT: Neuromuskuläre Hemmung & Bahnung

- Grün: überwiegende Innervation aus großen „phasischen“  $\alpha$ -Motoneuronen
- Rot: überwiegende Innervation aus kleinen „tonischen“  $\alpha$ -Motoneuronen



# Effekte der SMT – Forschungsstand neuronale Anpassungen

- reduzierte spinale Erregbarkeit bei eigenausgelenkter USF\* (Taube 2012; Taube & Gollhofer 2012; Taube et al. 2009)
- erhöhte spinale Erregbarkeit bei fremdausgelenkter USF (Granacher et al. 2006)
- reduzierte kortikale Ansteuerung (Taube et al. 2008)

# Effekte der SMT – Forschungsstand neuromuskuläre Anpassungen

- reduzierte Ko-Kontraktion antagonistischer Muskelgruppen (Freyler et al. 2015; Ritzmann et al. 2014)
  - In der Unterschenkelmuskulatur durch alle Typen an USF\* (-23% LU/IKU vs. -19% IVU)
  - In der Unter- (-19%) und Oberschenkelmuskulatur (-17%) nur durch instabil verlagernde USF
- Anstieg der reaktiven Muskelaktivität in der Oberschenkelmuskulatur (Freyler et al. 2015; Ritzmann et al. 2014)
  - Kurz-latenz-Reflex M. rectus femoris: +46% LU/IKU vs. +60% IVU
  - Kurz-latenz-Reflex M. biceps femoris: +45% LU/IKU vs. +196% IVU
  - Mittel-latenz-Reflex M. biceps femoris: +42% LU/IKU vs. +151% IVU
  - Lang-latenz-Reflex M. biceps femoris: +0% LU/IKU vs. +125% IVU

# Effekte der SMT – Forschungsstand funktionelle Anpassungen

- **Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit** (Ringel 2016; Freyler et al. 2015; Ritzmann et al. 2014; Gusi et al. 2012; Granacher et al. 2011 [1]; Granacher et al. 2010 [1]; Granacher et al. 2010 [3])
  - **Reduktion des COP-Schwankweges, insbesondere medio-lateral** (Ringel 2016; Freyler et al. 2015; Ritzmann et al. 2014)
- **Verbesserung der Kraftfähigkeit** (Granacher et al. 2007; Taube et al. 2007; Gruber & Gollhofer 2004; Bruhn et al. 2004; Heitkamp et al. 2001; Bruhn et al. 2001; Kollmitzer et al. 2000; Williams et al. 1997)
  - **Zunahme der Sprunghöhe um +6% (LU/IKU) und +13% (IVU)** (Ritzmann et al. 2014)
- **Reduzierung der Winkelgeschwindigkeit im OSG (-3% LU/IKU vs. -10% IVU)** (Freyler et al. 2015; Ritzmann et al. 2014)
- **erhöhte Amplitude im Kniegelenk (+14% LU/IKU vs. +17% IVU)** (Freyler et al. 2015; Ritzmann et al. 2014)

# Effekte der SMT – Forschungsstand motorische Kontrolle

## Motorische Kontrolle auf drei Ebenen:

1. **intramuskuläre Koordination** ↑ → **Kraftentfaltung** (Ringel 2016; Stehle 2009; Granacher 2007; Gruber & Gollhofer 2004; Taube 2007)
2. **intermuskuläre Koordination** ↑ → **Gelenkstiffness** (Freyler et al. 2015; Ritzmann et al. 2014; Nagai et al. 2012)
3. **intersegmentale Koordination** ↑ → **posturale Kontrolle** (Freyler et al. 2015; Ritzmann et al. 2014; Stehle 2009)

## Motorische Kontrolle auf Stolpersituationen:

- **Reflexaktivität der Muskeln** ↑ (Granacher et al. 2006; Granacher et al. 2009 [2]; Oliveira et al. 2013)
- **Gelenkwinkelgeschwindigkeit** ↓ (Granacher et al. 2006; Oliveira et al. 2013)
- **kürzere Latenz** (Granacher et al. 2006; Oliveira et al. 2013; Hu et al. 1994)





# Allgemeine evidenzbasierte Indikationen einer SMT

- **erhöhtes Sturzrisiko älterer Menschen** (Granacher et al. 2012; Bieryla & Madigan 2011; Granacher et al. 2011 [2]; Granacher et al. 2010 [2]; Granacher et al. 2009 [1]; Granacher et al. 2009 [2]; Mansfield et al. 2007; Obuchi et al. 2004; Böer et al. 2010 [2])
- **mangelnde posturale Kontrolle** (Freyler et al. 2015; Ritzmann et al. 2014; Melzer & Oddson 2013; Strang et al. 2011; Granacher et al. 2009 [2])
- **mangelnde Gleichgewichtsfähigkeit** (Ringel 2016; Freyler et al. 2015; Ritzmann et al. 2014; Gussy et al. 2012; Taube 2012; Granacher et al. 2010 [1]; Granacher et al. 2010 [2]; Korsten et al. 2008; Böer et al. 2010 [2])
- **Beckenbodeninsuffizienz** (Heydenreich 2016 [1, 2]; Schulte-Frei 2006)
- **mangelnde Krafftähigkeit** (Granacher et al. 2007; Gruber & Gollhofer 2004; Taube et al. 2007; Bruhn et al. 2006; Williams et al. 1997; Korsten et al. 2008)
- **Defizit in der explosiven Kraftentwicklung** (Gruber & Gollhofer 2004; Granacher et al. 2007; Ritzmann et al. 2014; Korsten et al. 2008)
- **erhöhte muskuläre Ko-Kontraktion / mangelnde intermuskuläre Koordination** (Freyler et al. 2015; Ritzmann et al. 2014)
- **Prävention altersbedingter Degenerationsprozesse** (Hall et al. 2002)
- **Therapie der nicht betroffenen Seite („Lateralitätstransfer“)** (Ritzmann et al. 2014)



# Allgemeine Kontraindikationen einer SMT

- Entzündungen der belasteten/beanspruchten Gelenke und ihrer Weichteilstrukturen
- unklare Schmerzen (v.a. der belasteten/beanspruchten Gelenke und ihrer Weichteilstrukturen)
- unklare neurologische Symptome
- Spastizität der belasteten/beanspruchten Muskulatur
- starker Defekt des Vestibularapparates (z.B. M. Menière)
- schwere Funktionspathologien

relativ:

- mangelnde Vorbereitung auf die SMT
- Polyneuropathie

# Evidenzbasierte Indikationen einer SMT auf labilen und instabil kippenden USF

- mangelnde aktive und passive Sprunggelenkstabilisation (Lohrer et al. 2000; Korsten et al. 2008)
- mangelnde aktive und passive Kniegelenkstabilisation (mit extern fixiertem OSG\*) (Lohrer et al. 2000)

# Evidenzbas. Indikationen einer SMT auf instabil verlagernden USF

- mangelnde Standsicherheit ohne vestibuläre oder peripher strukturelle Störungen (Lohrer et al. 2000)
- mangelnde aktive und passive Sprunggelenkstabilisation (auch mit Sprunggelenksorthesen o.ä. möglich) (Lohrer et al. 2000; Granacher et al. 2009 [2])
- mangelnde aktive und passive Kniegelenkstabilisation (Lohrer et al. 2000)
- degenerative Hüftgelenkserkrankungen (Böer et al. 2010 [2])
- Totalendoprothese (TEP) des Hüftgelenkes (Böer et al. 2010 [2])
- chronisch, unspezifische LWS-Beschwerden („Low Back Pain“) (Ganz 2011)
- Beckenbodeninsuffizienz (Schulte-Frei 2006)
  
- zunehmendes Alter (Böer et al. 2010 [2])

# Evidenzbasierte Indikationen einer SMT mittels Perturbation / externer Provokation

- **erhöhtes Sturzrisiko älterer Menschen** (Yang & Pai 2013; Granacher et al. 2012; Bieryla & Madigan 2011; Granacher et al. 2011 [2]; Mansfield et al. 2007; Obuchi et al. 2004)
- **mangelnde Gleichgewichtsfähigkeit (hoch signifikant)** (Freyler et al. 2015; Ritzmann et al. 2014)
- **Defizit in der explosiven Kraftentwicklung** (Freyler et al. 2015; Ritzmann et al. 2014; Gruber & Gollhofer 2004; Granacher et al. 2007)
- **instabile posturale Kontrolle** (Freyler et al. 2015; Ritzmann et al. 2014)
- **Instabilität des Gangbildes** (Yang & Pai 2013)
- **erhöhte muskuläre Ko-Kontraktion, insbesondere in der OS-Muskulatur** (Freyler et al. 2015; Ritzmann et al. 2014)
- **Knieschmerzen und Knieinstabilitäten im Rahmen einer Gonarthrose** (Choudhary & Kishor 2013)
- **Prävention altersbedingter Degenerationsprozesse** (Hall & Jensen 2002)

# SMT mit Schwingstäben: Methodik

Stab- module	Schwingfrequenz	1. niedrige Frequenz 2. hohe Frequenz	Körper- module	Fassart	1. beidhändig 2. einhändig	
	Schwingweite	1. kleine Amplitude 2. große Amplitude		Armhaltung	1. gebeugt 2. gestreckt	
	Schwingverhalten	1. symmetrisch 2. asymmetrisch		Körperhaltung	1. optimal aufgerichtet 2. optimal gebeugt	
	Stabhaltehöhe	1. sterno-symphysal 2. sternal 3. suprasternal		Körperaumlage	1. vertikal 2. vertiko-horizantal 3. horizontal	
	Schwingebene	1. Schwingebene 1 2. Schwingebene 2		Raubewegung	1. ohne Wegstrecke 2. mit Wegstrecke	
	Raubewegung	1. ohne Wegstrecke 2. mit Wegstrecke		Kontroll- module	Fremdkontrolle	1. visuell 2. taktil 3. verbal
	Raumebenen	1. eine Ebene 2. zwei Ebenen 3. drei Ebenen			Selbstkontrolle	1. visuell 2. taktil
	Stabanzahl	1. ein Stab 2. zwei Stäbe		Zeit- module	Einzelübung	1. <15 Sek. 2. >15 Sek.
Boden- module	Stand	1. beidbeinig 2. einbeinig	Übungspausen		1. 5 bis 10 Sek. 2. <5 Sek.	
	Unterstützungsfläche	1. Größe 2. Ausrichtung	Übungswiederholungen		1. 1 bis 5 Einzelübung(en) 2. 5 bis 10 Einzelübungen	
	Unterlage	1. stabil 2. instabil / labil	Übungszyklus		1. < 15 Min. 2. > 15 Min.	

	Propriomed	1	2	100
Stufe 1		3,0 Hz	4,0 Hz	4,8 Hz
Stufe 2		3,2 Hz	4,2 Hz	
Stufe 3		3,4 Hz	4,4 Hz	
Stufe 4		3,6 Hz	4,6 Hz	5,8 Hz
Stufe 5		3,8 Hz	5,0 Hz	
Stufe 6		4,0 Hz	5,2 Hz	6,0 Hz

„Ein koordinatives Training mit Erlernen variabler Antworten auf angebotene Störungen verlangt [...] zwingend die Anwendung unterschiedlicher Schwingungsfrequenzen.“  
(Anders et al. 2008 [3])

# Evidenzbasierte Indikationen einer SMT mit Schwingstäben

- Harninkontinenz nach radikaler Prostatektomie (Heydenreich 2016 [1, 2])
- Multiple Sklerose (MS) (Belsey 2014)
- gestörte Rumpfmuskelkoordination nach lumbalen Bandscheibenoperationen (Thiel 2010)
- subacromiales Schmerzsyndrom (Periarthropatia humeroscapularis) (Jerosch & Wüstner 2000)

Zuverlässige Aktivierung folgender Muskeln (beidhändig vertikal und horizontal, 3.0 bis 4.5 Hz):

- M. rectus abdominis
- M. obliquus internus abdominis
- M. obliquus externus abdominis
- M. multifidus lumbalis
- M. longissimus
- M. biceps femoris
- M. rectus femoris

(Tutzschke et al. 2014; Anders et al. 2008 [1, 2, 3])

# Belastungsnormative der SMT (Auswahl)

Lohrer et al. 2000

- 16 TE (4/Woche) je ca. 30 Min.
- 4 Trainingsübungen mit 5 Min. Pause
- 4 Trainingsserien
- 20'' Belastung einbeinig / 20'' Pause
- Gerätereihenfolge: Kippbretchen, Sportkreisler, Posturomed, Balance-Pad

Ganz 2011

- 6 TE (2/Woche) je ca. 15 Min.
- 1 Trainingsserie
- 3 Trainingsübungen zu je 5 Min.:
  - Einbeinstand, Ball fangen
  - Einbeinstand, Ball werfen & fangen
  - Einbeinstand, Rumpfrotation re./li.

Korsten et al. 2008

- 12 TE (3/Woche) ja ca. 45 Min.
- Training auf labilen und inst. Unterlagen

Ritzmann et al. 2014

- 12 TE (3/Woche) je ca. 20 Min.
- 4 Trainingsserien zu je 5 Min.
- 40'' Belastung einbeinig / 20'' Pause
- Sukzessive Steigerung:
  1. Komplexitätsniveau (Kognition)
  2. Beschaffenheit der USF
  3. Augenschluß

Granacher et al. 2009 [2]

- 36 TE (3/Woche) je ca. 40 Min.
- Training auf Matten, Kippbrettern und Therapiekreiseln

Heydenreich 2016

- 15 TE (5/Woche) ja ca. 15 Min.
- Training mit Propriomed 170



→ Bislang fehlen Belastungsnormative für das pro- und reaktive „Balancetraining“ (Lesinski et al. 2014).



Literatur unter [www.bioswing.de/therapiesysteme/downloads](http://www.bioswing.de/therapiesysteme/downloads)

