

Motion Lab – Projekt: „Doctor, when can I drive?“

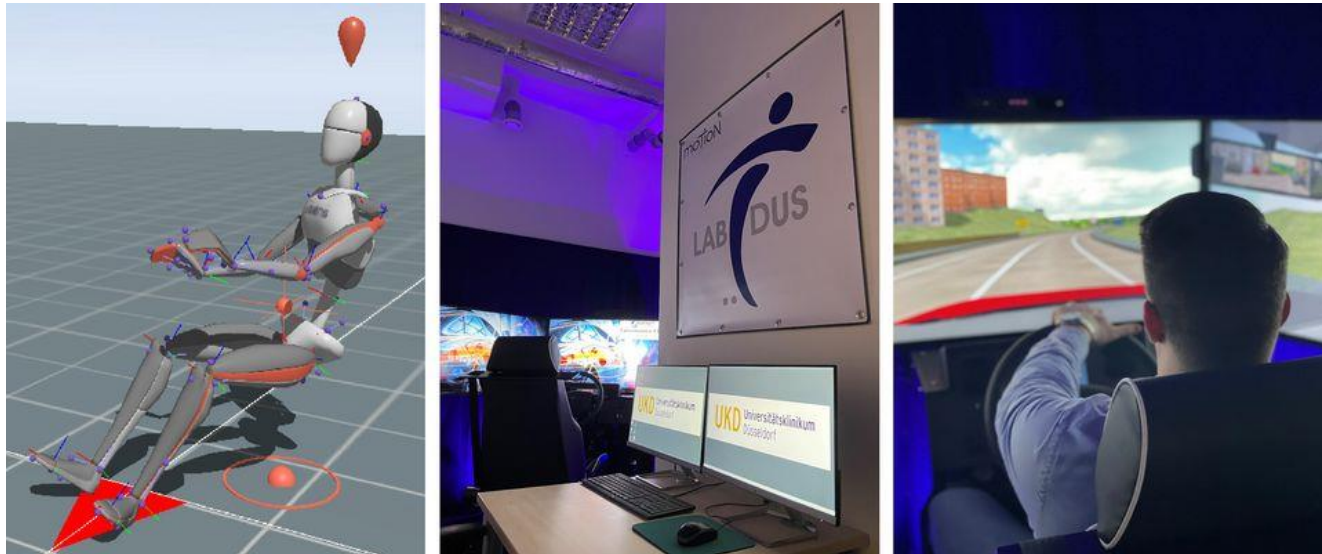
Dr. med. Dominique Schöps
Dr. med. Falk Hilsmann
Leitung:
PD Dr. med. David Latz



Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie
Universitätsklinikum Düsseldorf
Komm. Direktor: Univ. Prof. Dr. U. Maus

Es liegt kein Interessenskonflikt vor

Das Motion – Lab Universitätsklinikum Düsseldorf



- Elektrogoniometrisches Bewegungsanalysesystem der Firma Biometrics (Biometrics Ltd., United Kingdom)
- Motion Capturing System der Firma XSens (XSens, The Netherlands).
- Vollausgestatteter PKW Fahrsimulator der Firma Foerst (Foerst GmbH, Deutschland)

Das Team

Projektleitung



PD Dr. med David Latz



PD Dr. med Erik Schiffner



Dr. med. Falk Hilsmann
Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie



Dr. med. Dominique Schöps
Fachärztin für Orthopädie und Unfallchirurgie



Dr. med. Felix Nikolaus Lakomek
Assistenzarzt



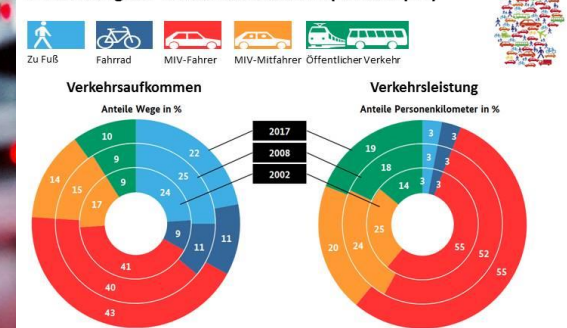
Dr. med. Max Prost
Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie

In Deutschland werden:

- **3/4** aller Personenkilometer mit dem motorisierten Individualverkehr zurückgelegt
- **2/3** aller Dienstwege mit dem PKW zurückgelegt.



Entwicklung der Verkehrsmittelwahl (Modal Split)



“Doctor, when can I drive...?”



MiD

Mobilität in Deutschland



DGOU

Deutsche Gesellschaft für
Orthopädie und Unfallchirurgie

→ Trotzdem gibt es bisher **keine klaren, transparenten und reproduzierbaren Leitlinien** für das Fachgebiet Orthopädie und Unfallchirurgie bei Patienten mit Beeinträchtigungen (Immobilisation, Kraftgradminderungen)

Definition

Fahreignung - Geeignet zum Führen von Kraftfahrzeugen ist, wer die notwendigen körperlichen und geistigen Anforderungen erfüllt und nicht erheblich oder nicht wiederholt gegen verkehrsrechtliche Vorschriften oder gegen Strafgesetze verstoßen hat

Fahrtüchtigkeit - Bezeichnet die **zeitliche** und **situationsabhängige** Fähigkeit zum Lenken eines Fahrzeuges im Straßenverkehr. Sie kann durch **physische** und psychische Faktoren beeinflusst werden.



Beurteilung der Fahreignung



Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung

bearbeitet von
Dr. med. Nicole Gräemann
Dr. med. Martina Albrecht
Bundesanstalt für Straßenwesen

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Mensch und Sicherheit Heft M 115

Gültig ab: 1. Februar 2000

3.3 Bewegungsbehinderungen

Auf Vorschlag des Verbandes der Technischen Überwachungsvereine (Merkblatt VdTÜV Kraftfahrwesen 745, Ausgabe 11.99 „Sicherheitsmaßnahmen bei körperbehinderten Kraftfahrern“) sind spezielle Anforderungen an die Anpassung am Fahrzeug oder an orthopädischen Hilfsmitteln zu stellen. Diese Anforderungen sind im Anhang B aufgeführt. Nach der FeV werden die medizinisch-psychologischen Untersuchungen in der Begutachtungsstelle für Fahreignung (§ 66 FeV), früher amtlich anerkannte Medizinisch-Psychologische Untersuchungsstelle, durchgeführt. Das fachärztlich-orthopädische oder chirurgische Gutachten soll Aussagen über Prothesenverträglichkeit, Stumpfverhältnisse, Belastbarkeit der betroffenen Gliedmaßen bzw. der Prothesen, eventuelle Auswirkungen bei Langzeitbelastung, Restfunktionen bei Teillähmung und dergleichen enthalten.

Bei der Beurteilung der Bewegungsbehinderungen sind auch die Kapitel 3.9.1 (Erkrankungen und Folgen von Verletzungen des Rückenmarks) bis 3.9.3 (Parkinsonsche Krankheit, Parkinsonismus und andere extrapyramidale Erkrankungen einschließlich zerebellarer Syndrome) zu beachten.

Im Zweifel:



+



Beurteilung Fahrtüchtigkeit - Wie sehen die Patienten das?



- Unsicherheit bezüglich der aktuellen Rechtsgrundlage (60% aller Patienten)
- 55,6% denken die Entscheidungsverantwortung liegt beim behandelnden Arzt
- Nutzung des Kraftfahrzeuges trotz Immobilisation (Gips, Orthese etc.) aufgrund von beruflichen und privaten Verpflichtungen
- Bei Distorsionen & Bandverletzungen führen viele Patienten weiterhin das Kfz, bei schweren Verletzungen (Frakturen o.Ä.) wird dies eher vermieden

Doctor, when can I drive? Charakterisierung des Fahrverhaltens orthopädischer und unfallchirurgischer Patienten anhand einer prospektiven Fragebogenstudie

Felix Lakomek¹ · Falk Hilsmann¹ · Erik Schiffner¹ · Sebastian Gehrmann² · Dominique Schöps¹ · Max Prost¹ · Joachim Windolf¹ · David Latz¹

¹ Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

² Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Karl-Leisner-Klinikum Kleve, Kleve, Deutschland

MiD

Mobilität in Deutschland



DGOU

Deutsche Gesellschaft für
Orthopädie und Unfallchirurgie

→ Einheitliche Leitlinie fehlt

Erste Forschungsarbeit „Doctor, when can i drive?“

D. Latz · E. Schiffner¹ · J. Schneppendahl · B. H. Thalmann · P. Jungbluth ·
J. Grassmann · J. Windolf · S. V. Gehrmann

¹ Klinik für Unfall- und Handchirurgie, Universitätsklinikum Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

Empfehlungen zur Fahrtauglich- keit bei Erkrankungen des Bewegungs- und Stützapparates

Ein systematisches Review

Systematische Übersichtsarbeit

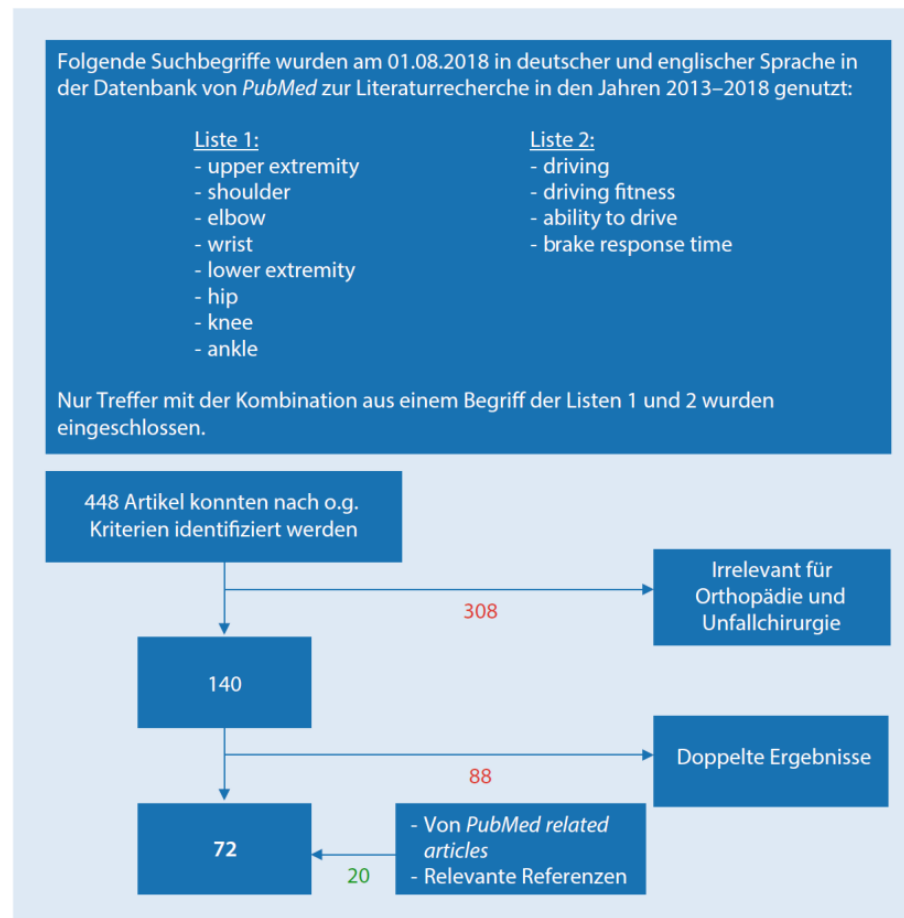


Abb. 1 ▲ Algorithmus zur Auswahl relevanter Studien des Reviews

Obere Extremität

- Keine klaren Empfehlungen
- Keine systematische Einteilung
- Keine standardisierten Tests
- Studien basieren auf retrospektiven Erfahrungswerten

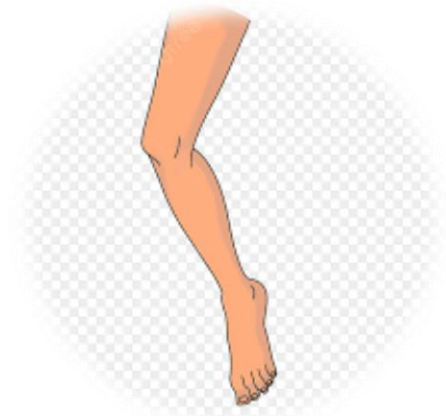


Obere Extremität	Fahrtauglichkeit
Schulterorthese	nicht empfohlen
Oberarmgips	nicht empfohlen
Unterarmgips	unklar, nicht empfohlen
Z.n. arthroskopischer Rotatorenmanschettennaht	unklar, Wochen-Monate*
Z.n. arthroskopischer subakromialer Dekompression	unklar, nach 4 Wochen*
Z.n. Schultertotalendoprothese	unklar, nach 3 Monaten*
Z.n. Karpaltunneldekompression	unklar, nach 9 Tagen*
Frakturen des Oberarms	unklar, nach 16 Wochen*
Frakturen des Unterarms	unklar, nach 7,5 Wochen*
Frakturen des Handgelenks	unklar, nach 6 Wochen*

Untere Extremität

Zur Beurteilung wird in der Regel genutzt:

- Bremsreaktionszeit (break response time, 750ms)
- Bremskraft (brake force, 100N)



Untere Extremität	Fahrtauglichkeit
Sprunggelenksbandage	möglich
Sprunggelenk stabilisierende Orthese	möglich
Walker mit einstellbarem Gelenk	nicht empfohlen
Kniebandage	möglich
Patellofemorale Bandage	möglich
Knie Hartrahmenorthese	nicht empfohlen
Hüftbandage	möglich
Hüftorthese	möglich
Oberschenkelgips	nicht empfohlen
Unterschenkelgips	nicht empfohlen
Arthrose Hüftgelenk	individuell
Arthrose Kniegelenk	individuell
Z.n. Hüft Totalendoprothese	nach 2-6 Wochen
Z.n. Knie Totalendoprothese	nach 2-6 Wochen
Z.n. Hüftarthroskopie	nach 2 Wochen
Z.n. Kniearthroskopie	nach 1 Woche
Z.n. Sprunggelenksarthroskopie	nach 2 Wochen
Z.n. Vorderer Kreuzbandplastik rechts	nach 3-6 Wochen
Z.n. Vorderer Kreuzbandplastik links	nach 2 Wochen
Z.n. Hallux Valgus OP	nach 8 Wochen
Schaft- und Gelenkfrakturen untere Extremität	6 Wochen nach Vollbelastung

MiD

Mobilität in Deutschland



DGOU

Deutsche Gesellschaft für
Orthopädie und Unfallchirurgie

→ **Einheitliche, transparente und reproduzierbare
Beurteilungskriterien müssen her ! Aber wie?**

In Analogie zum Gutachten:



Name: _____ Aktenzeichen: _____

Untersuchungstag: _____

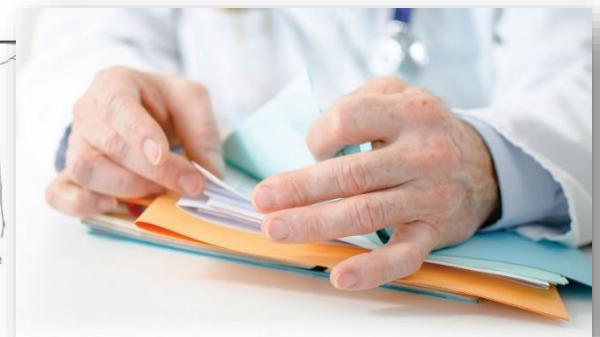
☐ Rechtshänder ☐ Linkshänder

Messblatt für obere Gliedmaßen (nach der Neutral - 0 - Methode)

	Rechts	Links
Schultergelenke:		
Arm seitwärts / körperwärts (Abb. 1)		
Arm rückwärts / vorwärts (Abb. 2)		
Arm auswärts / einwärts drehen (Oberarm anliegend) (Abb. 3)		
Arm kopfwärts / fußwärts (Oberarm 90° seitwärts abgehoben) (Abb. 4)		
Ellenbogengelenke:		
Streckung / Beugung (Abb. 5)		
Unterarmdrehung:		
auswärts / einwärts (Abb. 6)		
Handgelenke:		
handrückenwärts / hohlhandwärts (Abb. 7)		
speichenwärts / ellenwärts (Abb. 8)		
Fingergelenke:		
Abstände in cm:		
Fingerkuppe von der queren Hohlhandbeugefalte (Abb. 9)		
Fingerkuppe von der verlängerten Handrückenebene (Abb. 10)		
Daumengelenke:		
Streckung / Beugung:		
Grundgelenk:		
Endgelenk:		
Abstreifung (Winkel zwischen 1. und 2. Mittelhandknochen)		
In der Handebene (Abb. 11)		
Rechtwinklig zur Handebene (Abb. 12)		
Arkreuzen, welche Langfingerkuppen mit der Daumenspitze erreicht werden können		
Handspanne:		
Größter Abstand in cm zwischen Daumen- und Kleinfingerkuppe		
Umfangsmasse in cm:		
(längster Arm)		
15 cm oberhalb äußerem Oberarmknorren		
Ellenbogengelenk		
10 cm unterhalb äußerem Oberarmknorren		
Handgelenk:		
Mittelhand (ohne Daumen)		
Armlänge in cm:		
Schulterhöhe / Speichenende		
Stumpflängen in cm:		
Schulterhöhe / Stumpfende		
Äußerer Oberarmknorren / Stumpfende		

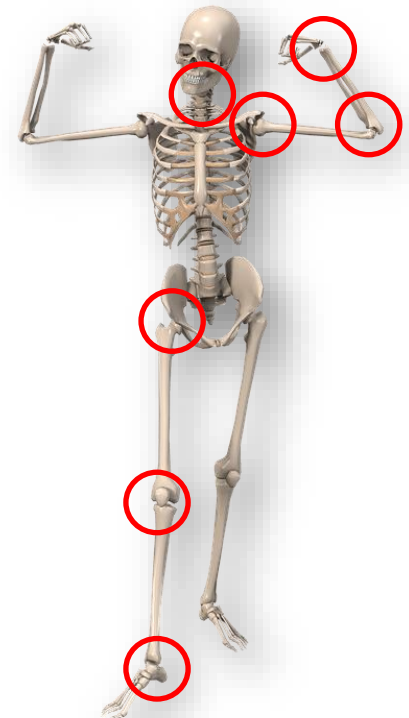
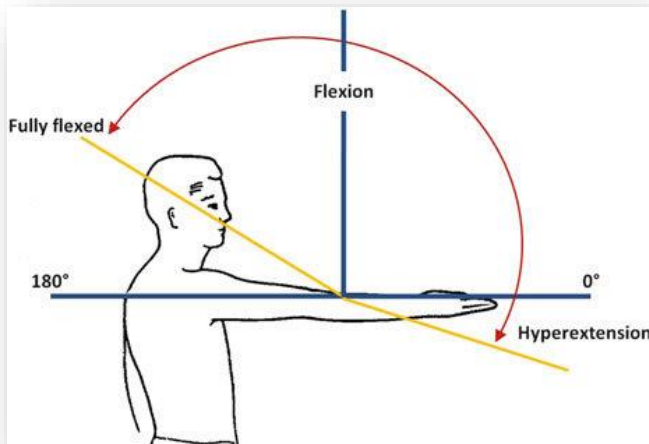
Abb. 1 bis 12: Diagramme zur Messung der oberen Gliedmaßen nach der Neutral-0-Methode.

F 4222 0117 Messblatt obere Gliedmaßen

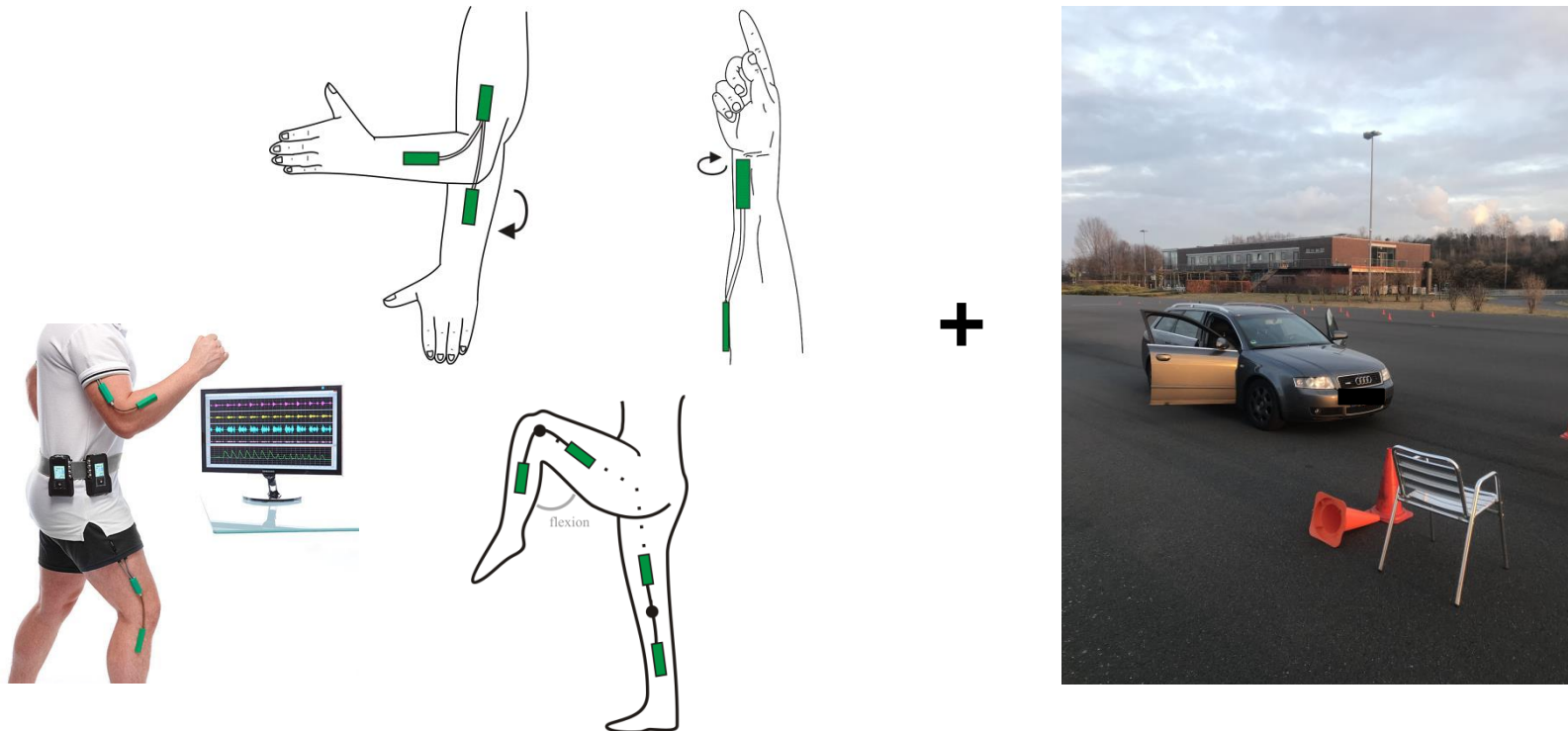


➔ Zur transparenten und reproduzierbaren Beurteilung der Fahreignung/Fahrtauglichkeit in der Orthopädie & Unfallchirurgie ist eine **Gelenkbezogene** Einteilung in die folgenden Kategorien sinnvoll:

- I) Bewegungsumfang
- II) Kraft

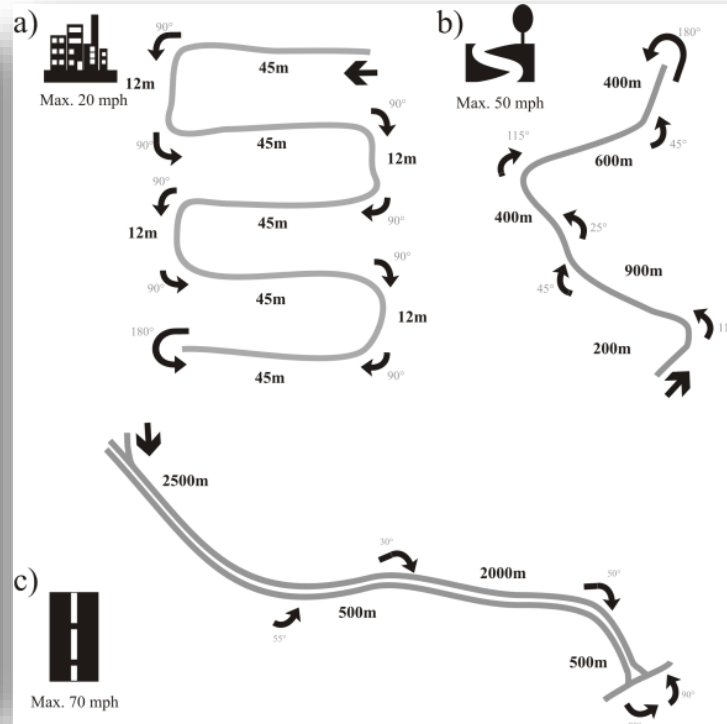
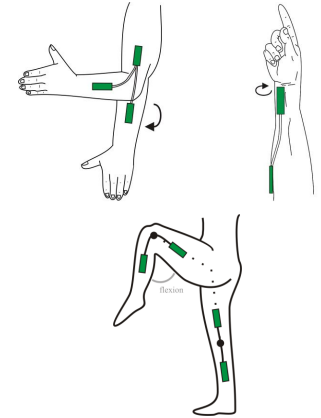


Elektrogoniometer zur „Real Time“ Bestimmung des Bewegungsumfangs während des Autofahrens



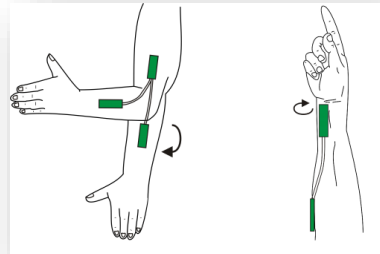
Grundlagen schaffen:

- gesunde Probanden
- kontinuierlich (50/s) Messung während des Autofahrens (Schaltgetriebe, Linkslenker-Fahrzeug)
- Stadtstraßen, II) Landstraßen und III) Autobahnen



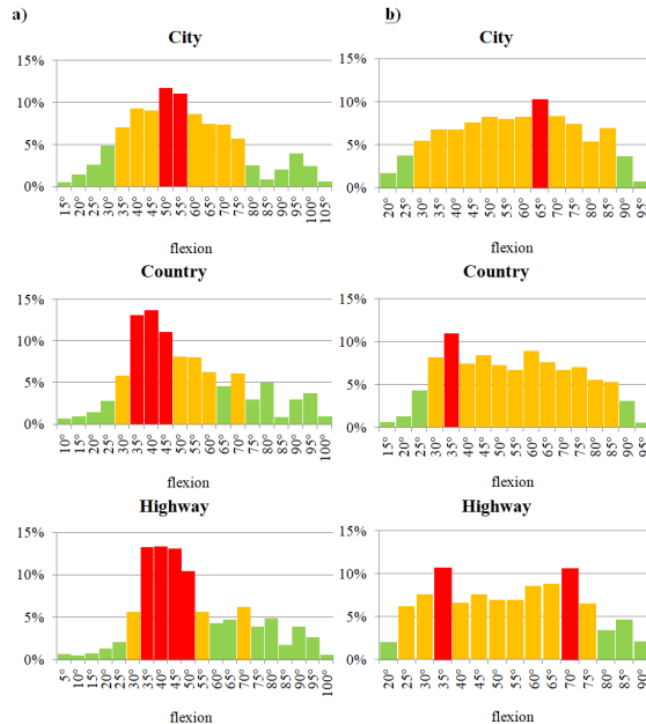
Ellenbogen

I. Bewegungsumfang

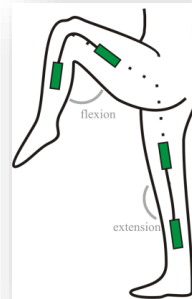


Extension / Flexion:
Rechts: **0-5-105°**; Links: **0-20-95°**

Supination / Pronation:
Rechts: **35-0-45°**, Links: **40-0-45°**



Kniegelenk

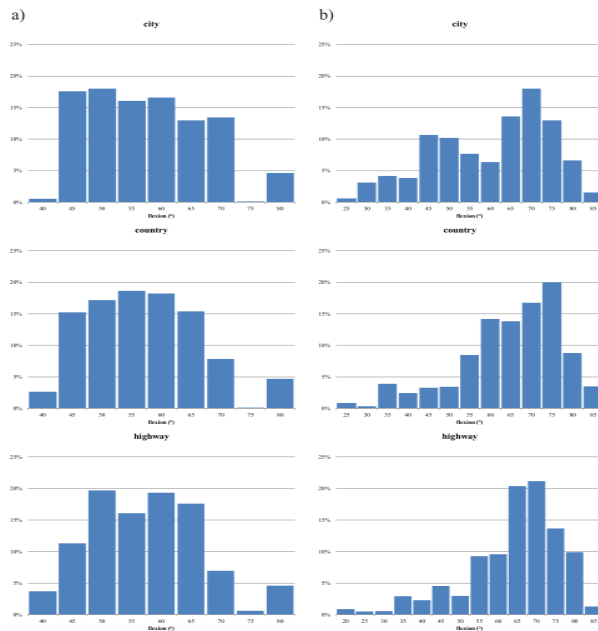


I. Bewegungsumfang

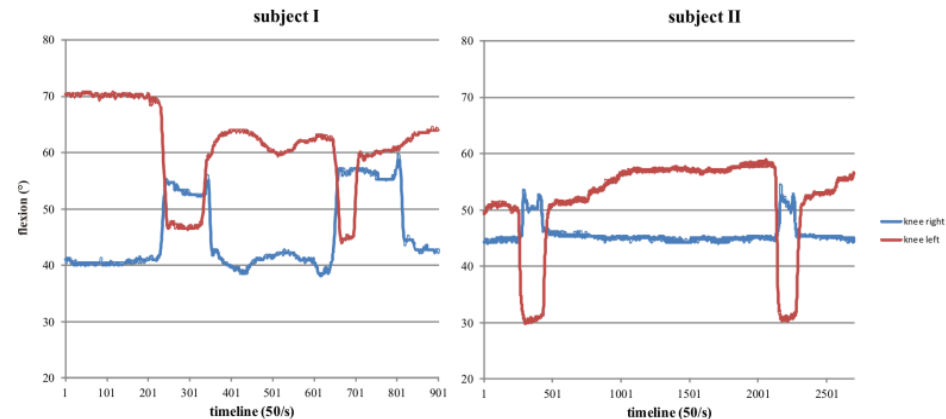
Flexion:

Rechts: **40 bis 80°**; Links: **20-85°**

II. Signifikant höhere Flexion und ein signifikant größeres Bewegungsausmaß im linken Kniegelenk (Nutzung der Kupplung)



Changing gear





Limitationen:

Grundlagenergebnisse sind nur quantitativ, daher die Frage:

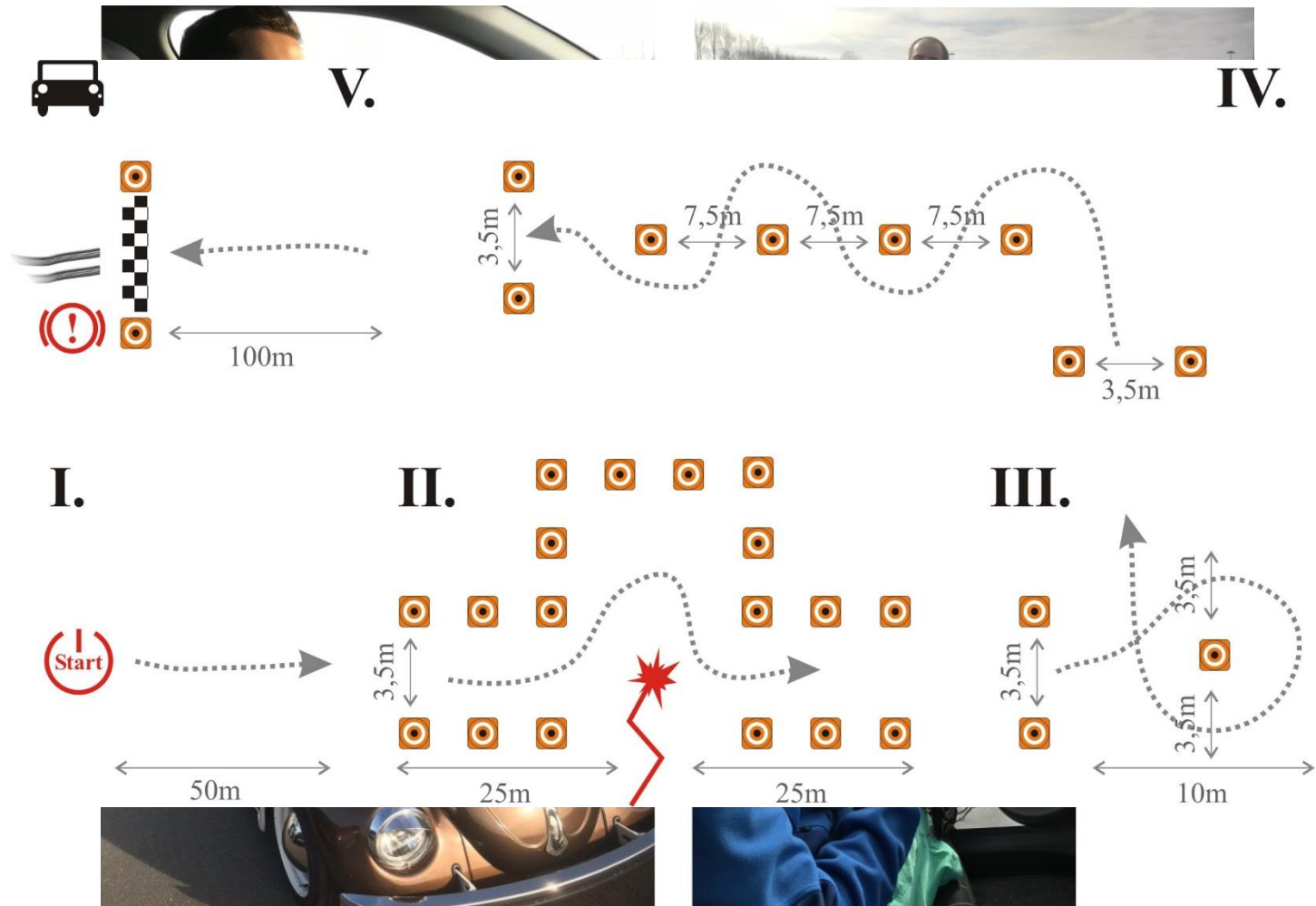
Welches Manöver ist für welches Bewegungsausmaß verantwortlich?



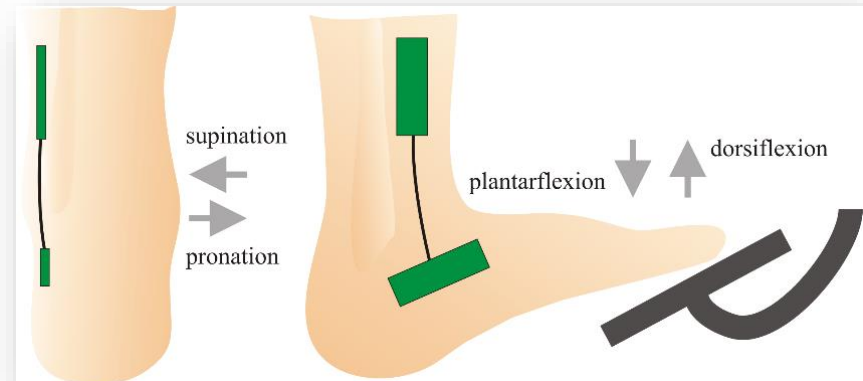
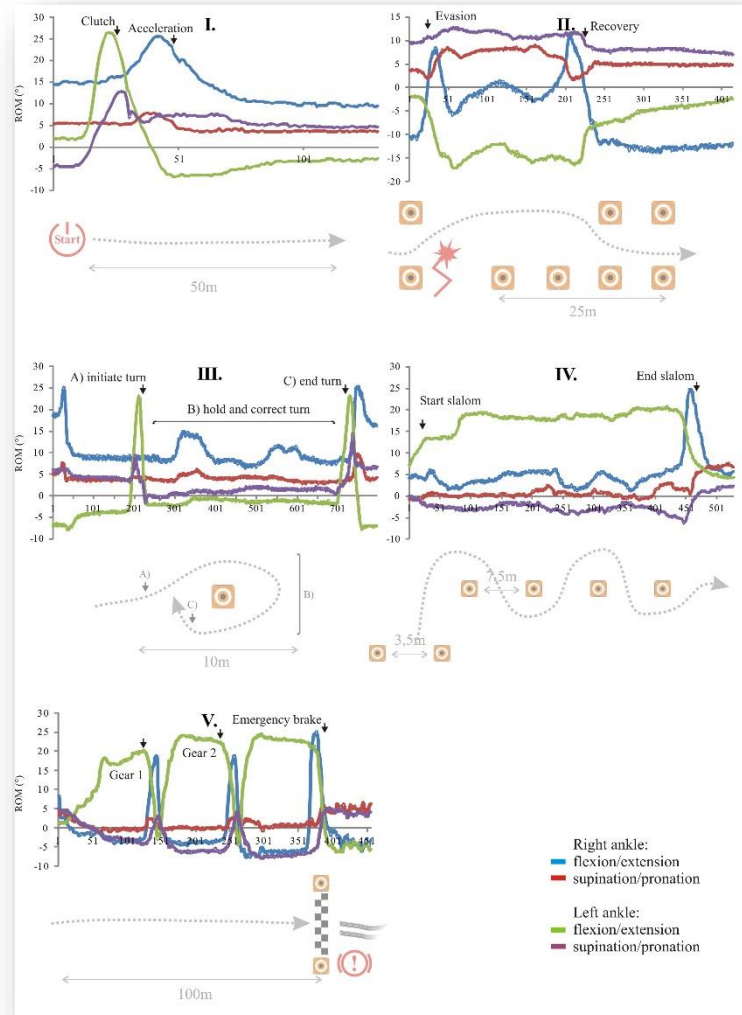
Weiter ins Detail gehen:



Weiter ins Detail gehen:



Sprunggelenk

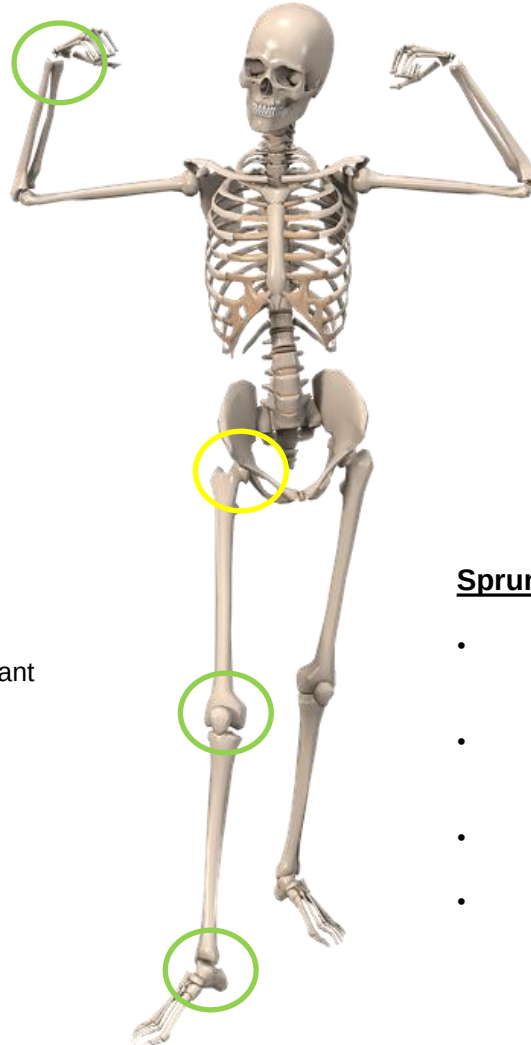


Handgelenk

- Bewegungsausmaß in den Hauptbewegungsachsen wird vollständig genutzt.
- Extrempositionen sind häufig
- Extension und Ulnarabduktion werden signifikant häufiger und über das aktive Bewegungsausmaß hinaus genutzt.

Kniegelenk

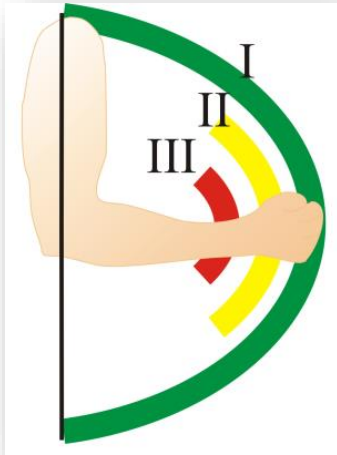
Signifikant höhere Flexion und ein signifikant größeres Bewegungsausmaß im linken Kniegelenk (Nutzung der Kupplung)



Sprunggelenk

- Signifikant höhere Extension rechts (Wechsel zwischen Gas und Bremspedal)
- Notwendigkeit einer freien Extension zum Führen eines Kraftfahrzeugs.
- Signifikant höhere Flexion
- signifikant größere Bewegungsausmaß links (Nutzung der Kupplung)

Kompensationsmöglichkeiten?



**Bewegungsausführung ist
immer ein Zusammenspiel
Einer kinematischen Kette →
Weiterentwicklung
Motion Lab**



Einzigartige Kombination aus



Aktuelle Studien

Arbeitsgruppen:

- 1) **TEAM-ROM** = simulierte Blockaden /
Bewegungskompensation / kinematische Ketten
- 2) **TEAM-KRAFT** = simulierte Kraftminderung /
Kompensation

Dissertationen:

- 1) Benötigen wir das linke Bein für Automatikautos?
 - 2) Leitungsanästhesie in der Zahnmedizin & MKG
-

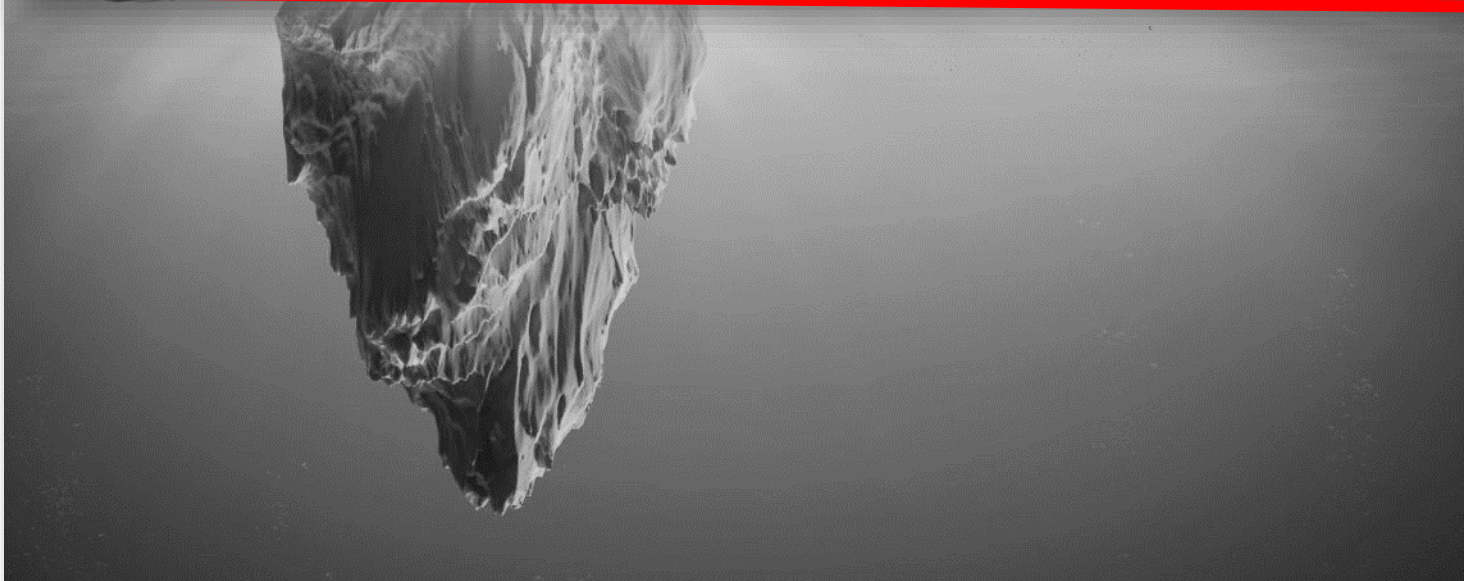
Einschlusskriterien je Studie:

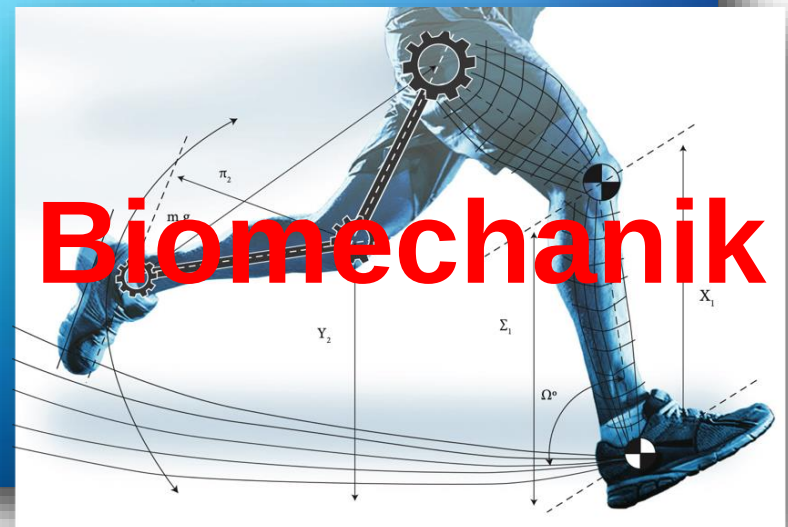
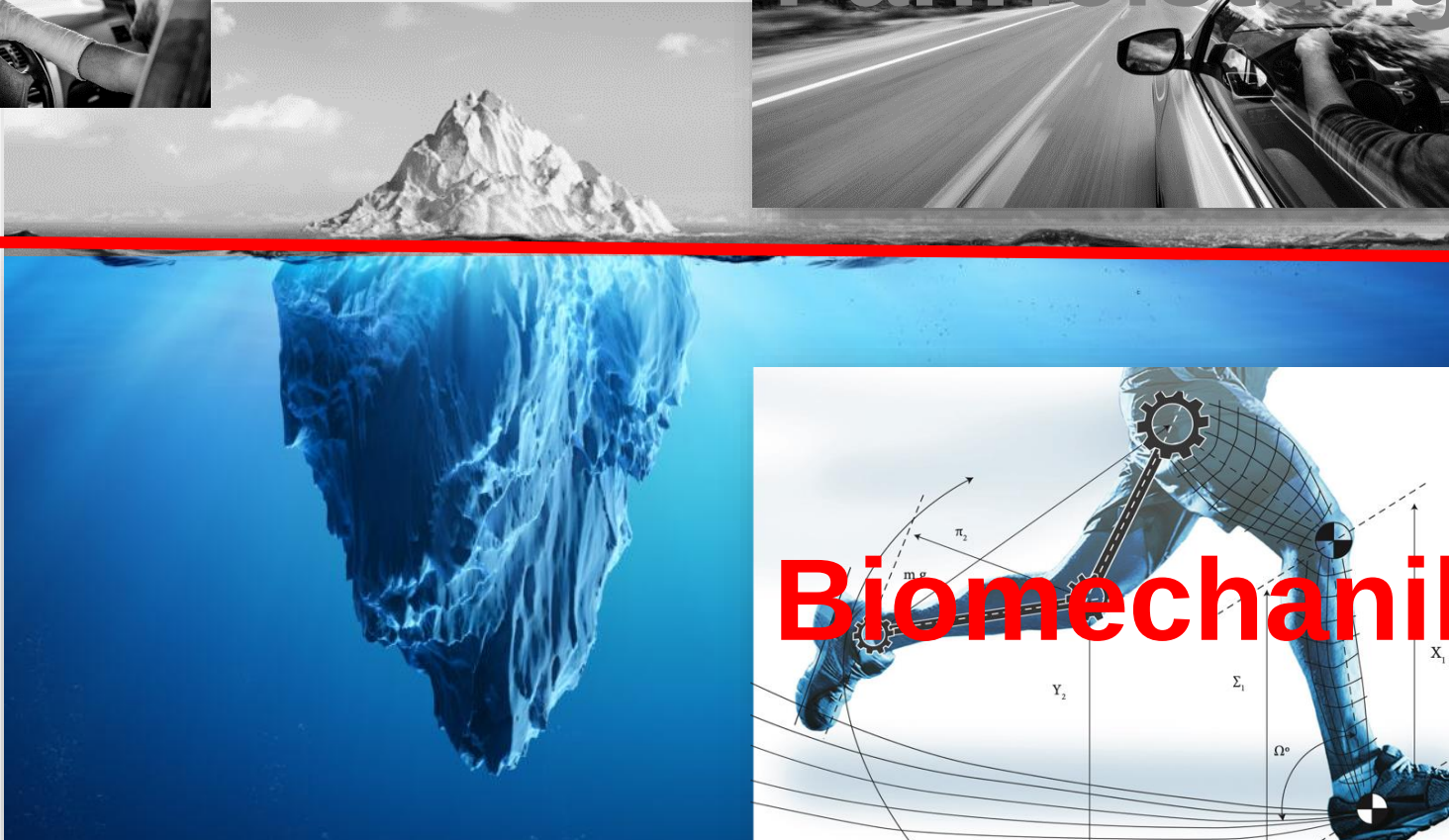
- **20 gesunde Probanden**
- **Führerscheinklasse B**
- **>5000 km/Jahr**
- **Rechtshänder**





Fahrleistung





Wie passen Fahrleistung und Biomechanik nun zusammen?

→ neue Studien zur weiteren Abklärung müssen her!





Messung der Biomechanik / Kompensation



**Range of motion aller
Gelenke**

Standardisierte Gelenkblockaden (rechts)

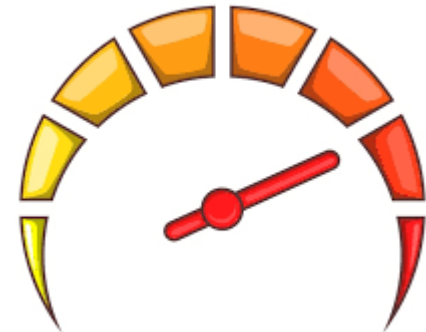


Messpunkte der Biomechanik/ Kompensation Studie:

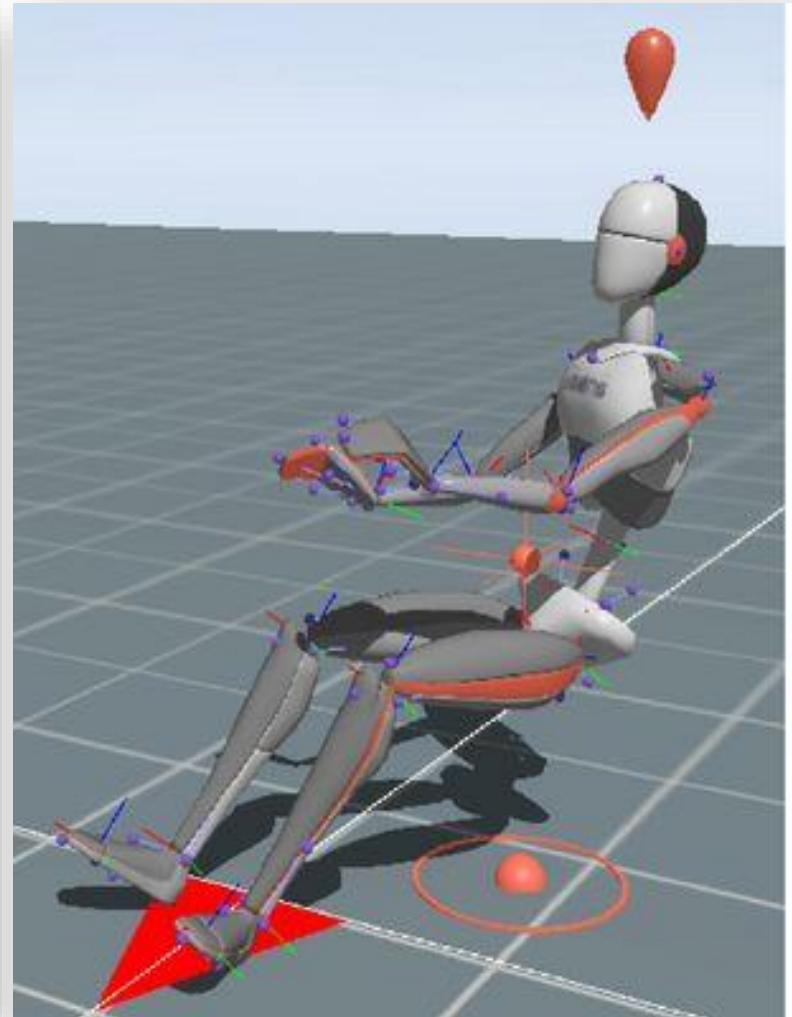
- Messung der Fahrleistung
 - Spurhalten
 - Geschwindigkeit
 - Schaltzeit

- Bewegungsausmaße der oberen Extremität, Hüftgelenk und der Wirbelsäule

- Mögliche Kompensationsmechanismen



Synchronisierte Messung



Standardisierte Fahrmanöver im Simulator für **Obere Extremität**



I. Schaltung



II. Linkskurven



III. Rechtskurven

Take home Handgelenk

- Fahrleistung nicht beeinträchtigt
- Richtung der Kurve bestimmt Kompensation
- Schaltung wird durch eine veränderte Haltung der rechten Schulter, des rechten Ellenbogengelenkes und der Wirbelsäule kompensiert



Take home Ellenbogengelenk

- Fahrleistung bei Rechtskurven signifikant langsamer
- Kurvenfahrten werden über die rechte Schulter kompensiert
- Schaltung zeigt eine Kompensation über den linken Ellenbogen und beide Schultern



Take home Schultergelenk

- Schlangenlinie zur Gegenseite (!) beim Schalten (bei gleichem Tempo)
- Rechtskurven signifikant langsamer und Rechtsdrang.
- Versuch der Kompensation über Haltungsänderung:
 - Wirbelsäule, Hüftgelenk, rechtes Handgelenk sowie beider Ellenbogen



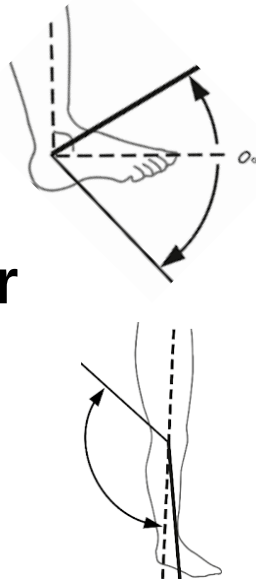
Messpunkte der Biomechanik unter Kraftgradminderung der unteren Extremität

- Fahrleistung
 - Gefahrenbremsung
 - Abstand halten
 - Bewegungsausmaße der unteren Extremität
 - mögliche Kompensationsmechanismen
-

Standardisierte Kraftminderung (rechts)

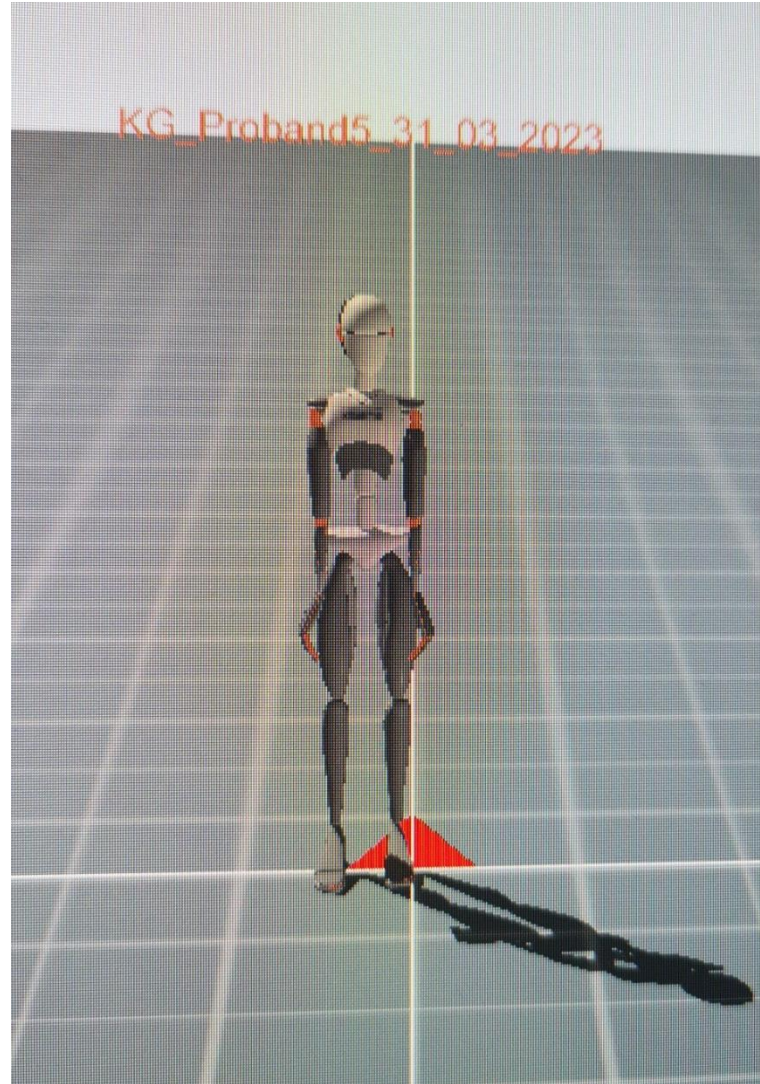
- 1) Fußheber
- 2) Fußsenker

- 3) Kniebeuger
- 4) Kniestrecker



Kraftgrade nach Janda:
<3/5, 3/5, 5/5

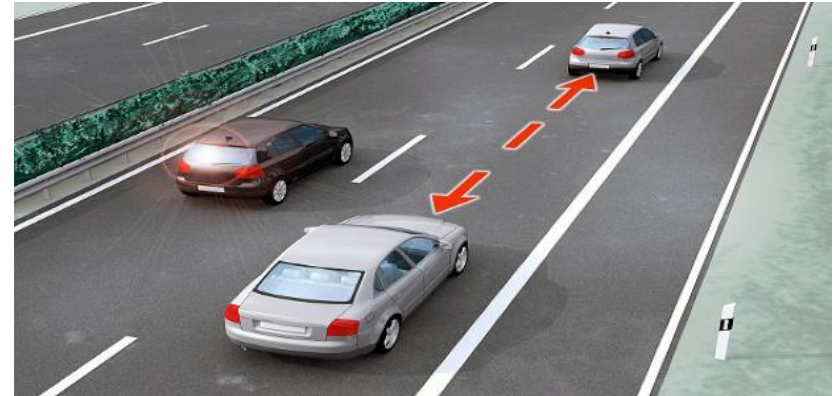




Standardisierte Fahrmanöver im Simulator für **untere Extremität** **Simulation Fahren mit einem Bandscheibenvorfall**



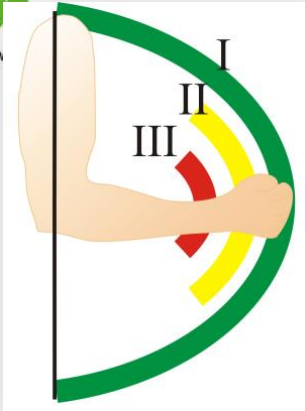
I. Gefahrenbremsung



II. Stop & Go

Take Home Kraft untere Extremität

- Fußsenkerschwäche beeinträchtigt die Fahrleistung bei Stop & Go Fahrten
 - Fußheberschwäche beeinträchtigt die Fahrleistung sowohl beim Notbremsmanöver als auch bei Stop & Go Fahrten
 - Evaluation der Kompensationsmechanismen aktuell in der Auswertung
-



Ausblick



Fahrtraining



**Treffen Sie uns
am Live-Stand
14.00-14.45 Uhr
und ab 16.30 Uhr**