

# Klinischer Leitfaden

## Steuerungen für Elektro-Rollstühle



**LINX**<sup>®</sup>



# Inhalt

<b>Steuerungen</b> .....	<b>04</b>
a. Erforderliche Fähigkeiten für die Verwendung einer Steuerungseinheit .....	04
b. Steuerungen für Elektro-Rollstühle .....	09
c. Wichtigste Bestandteile des Steuerungssystems .....	12
d. Sondersteuerungen .....	13
e. Optionsauswahl .....	22
f. Beurteilung der Steuerungen .....	25
<b>Referenzen</b> .....	<b>26</b>

**Selbstbestimmung  
und Kontrolle**  
für den Fahrer des  
Elektro-Rollstuhls

## Hauptautor

**Sofie Vercaemer**  
Ergotherapeutin,  
Product Manager, Belgien

## Beiträge

**Rhona Moot**  
Ergotherapeutin,  
klinische Spezialistin, Europa

**Ezequiel Filipe Silva**  
Ergotherapeut, Group Product Manager  
Seating & Positioning, EMEA

**Samantha Hatchett**  
EMEA Marketing Communications  
Executive, Europa



# Steuerungen

► Für die Wahl einer **Steuerungseinheit für Elektro-Rollstühle** bietet der Markt eine Unmenge an Möglichkeiten. Es ist Aufgabe des Arztes, anhand der motorischen und kognitiven Fähigkeiten des Benutzers die richtige Steuerungseinheit auszuwählen. Dabei sind die Größe und Aktivierungsmethode der Oberfläche und die funktionellen Fähigkeiten der Person zu berücksichtigen.

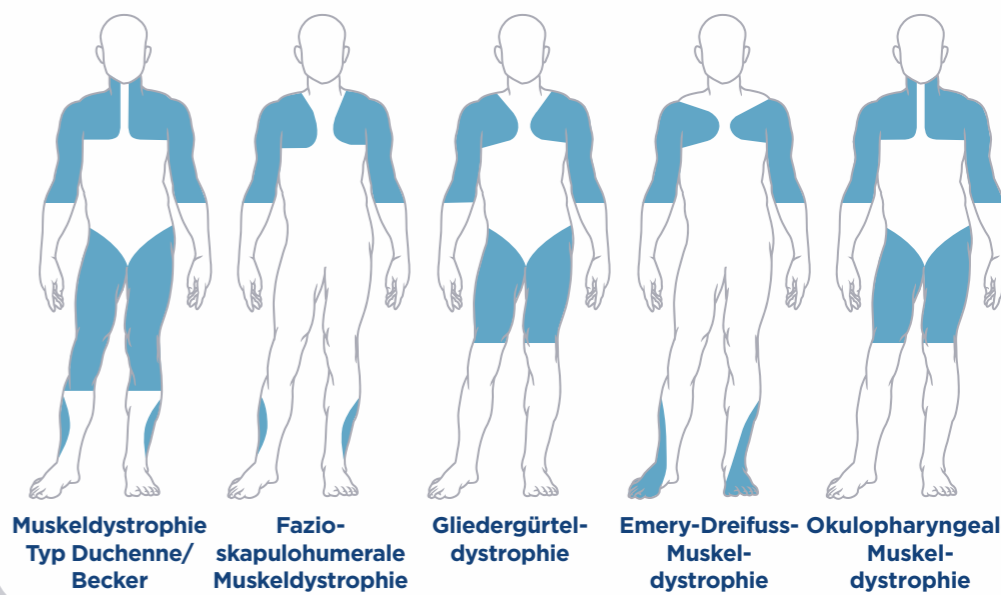
a

## Fähigkeiten zur Benutzung einer Steuerungseinheit

► Für die Auswahl und die ideale Bedienung der Steuerungseinheit müssen die funktionellen Fähigkeiten des Nutzers sowie die ideale Platzierung der Steuerung am Elektro-Rollstuhl ermittelt werden. Zu beachten sind:

1. **Motorische Kontrolle**
2. **Bewegungsbereich (ROM)**
3. **Kraft**
4. **Ausdauer**

## Arten der Muskeldystrophie und jeweils betroffene Bereiche



## Motorische Kontrolle

► Die motorische Kontrolle ist der Prozess, mit dem der Mensch mittels seiner kognitiven Fähigkeiten die Muskeln und Gliedmaßen aktiviert und koordiniert, die für die Durchführung einer motorischen Tätigkeit erforderlich sind. Diese Funktion beinhaltet präzise Bewegungen der Muskeln in der Absicht, bestimmte Handlungen auszuführen.

Die Feinmotorik ist die **Koordination von Muskeln, Knochen und Nerven** zur Durchführung kleiner, präziser Bewegungen. Ein Beispiel für die Feinmotorik ist das Aufheben eines Gegenstands mit Zeigefinger und Daumen. Der Gegensatz zur Feinmotorik ist die Grobmotorik. Ein Beispiel für Grobmotorik ist Winken mit dem Arm.

Bei Problemen mit dem Gehirn, dem Rückenmark, den peripheren Nerven, Muskeln oder Gelenken kann die Feinmotorik beeinträchtigt sein. Menschen mit **Parkinson** haben meist Schwierigkeiten mit dem Sprechen, Essen und Schreiben, weil sie keine Kontrolle mehr über ihre Feinmotorik haben.

Für die Kontrolle der Feinmotorik ist Folgendes vonnöten:

- **Bewusstsein und Planungsfähigkeit**
- **Koordinationsfähigkeit**
- **Muskelkraft**
- **gesunde Wahrnehmungsfunktionen**

Von den feinmotorischen Fähigkeiten des Rollstuhlnutzers hängt es ab, welche Bedienelemente oder Eingabemethoden er bedienen kann.

Bei bestimmten Arten der Muskeldystrophie, z. B. beim Typ Duchenne, sind die proximalen (rumpfnahen) Muskelgruppen betroffen, was im Laufe der Zeit zu Problemen mit den willkürlichen grobmotorischen Bewegungen des Arms führt. Da kleine distale (rumpferne) Bewegungen weiterhin möglich sind, ist eine Joystick-Option erforderlich, die diese kleinen Bewegungen unterstützt.

Der Standard-Joystick am Ende der Armlehne kann im Laufe der Zeit unter Umständen nutzlos werden. Um ihn weiter benutzen zu können, benötigt der Nutzer nicht nur feinmotorische Fähigkeiten, um den Joystick zu greifen, sondern auch grobmotorische Fähigkeiten, um den Joystick zu bedienen. Dazu muss der Arm angehoben, ausgestreckt und vielleicht auch weggeführt (abduziert) werden. Ein kleinerer Joystick jedoch, der weniger Kraftaufwand erfordert, kann lediglich mit Finger- und Handbewegungen gesteuert werden. Aber auch die Position des Joysticks ist entscheidend.

## Bewegungsbereich (Range of Motion, ROM)

► Der Bewegungsbereich ist der Winkel, in dem ein Gelenk bewegt werden kann. Ein Gelenk hat einen bestimmten Winkel, in dem es aktiv bewegt werden kann, und einen Winkel, in dem es sich passiv weiter bewegen lässt.

Körperteil	Gelenktyp	Bewegungstyp	Winkel (ca. Grade)	Primärmuskeln
<b>Ellbogen</b>	<b>Scharniergelenk</b>	<b>Flexion:</b> Biegen des Ellbogens, sodass sich der Unterarm Richtung Schultergelenk bewegt und die Hand auf Höhe der Schulter ist	150	M. biceps brachii, M. brachialis, M. brachioradialis
		<b>Extension:</b> Strecken des Ellbogens durch Herunterlassen des Unterarms	150	M. triceps brachii
<b>Unterarm</b>	<b>Drehgelenk</b>	<b>Supination:</b> Drehen des Unterarms, sodass die Handfläche nach oben zeigt	70-90	M. supinator, M. biceps brachii
		<b>Pronation:</b> Drehen des Unterarms, sodass die Handfläche nach unten zeigt	70-90	M. pronator teres, M. pronator quadratus
<b>Handgelenk</b>	<b>Eigelenk</b>	<b>Flexion:</b> Bewegen (Beugen) der Handfläche Richtung Innenseite des Unterarms	80-90	M. flexor carpi ulnaris, M. flexor carpi radialis
		<b>Extension:</b> Bewegen (Strecken) der Finger, sodass Finger, Hand und Unterarm eine Gerade bilden	80-90	M. extensor carpi ulnaris, M. extensor carpi radialis brevis, M. extensor carpi radialis longus
		<b>Hyperextension:</b> möglichst weites Heben (Überstrecken) der Hand in Richtung Außenseite des Unterarms	89-90	M. extensor carpi radialis brevis, M. extensor carpi radialis longus, M. extensor carpi ulnaris
		<b>Abduktion (Radialflexion):</b> seitliches Drehen des Handgelenks in Richtung Daumen	bis zu 30	M. flexor carpi radialis, M. extensor carpi radialis brevis, M. extensor carpi radialis longus
		<b>Adduktion (ulnare Flexion):</b> seitliches Drehen des Handgelenks in Richtung des kleinen Fingers	30-50	M. flexor carpi ulnaris, M. extensor carpi ulnaris
<b>Finger</b>	<b>Eigelenk/Scharniergelenk</b>	<b>Flexion:</b> Bilden einer Faust	90	Mm. lumbricales, Mm. interossei volares, Mm. interossei dorsales
		<b>Extension:</b> Strecken der Finger	90	M. extensor digiti quinti proprius, M. extensor digiti quinti proprius, M. extensor digitorum communis, M. extensor indicis proprius
		<b>Hyperextension:</b> Überstrecken der Finger in Richtung Handrücken	30-60	M. extensor digiti quinti proprius, M. extensor digitorum communis, M. extensor indicis proprius
		<b>Abduktion:</b> Spreizen der Finger	30	Mm. interossei dorsales
		<b>Adduktion:</b> Zusammenführen der Finger	30	Mm. interossei volares
<b>Daumen</b>	<b>Sattelgelenk</b>	<b>Flexion:</b> Bewegen des Daumens über die Handfläche	90	M. flexor pollicis brevis
		<b>Extension:</b> gerades Bewegen des Daumens von der Hand weg	90	M. extensor pollicis longus, M. extensor pollicis brevis
		<b>Abduktion:</b> Abspreizen des Daumens (meist dann, wenn sich die Finger in Abduktion und Adduktion befinden)	30	M. abductor pollicis brevis
		<b>Adduktion:</b> Zurückbewegen des Daumens in Richtung Hand	30	M. abductor pollicis obliquus, M. adductor pollicis transversus
		<b>Opposition:</b> mit dem Daumen jeden Finger derselben Hand berühren	30	M. opponens pollicis, M. opponens digiti minimi

Einige Aufgaben erfordern einen größeren Bewegungsbereich, z. B. das Bedienen der Greifreifen bei einem manuellen Rollstuhl, während andere Aufgaben einen kleineren Bewegungsbereich erfordern, z. B. der Umgang mit einem Joystick. Bei einigen Rollstuhlfahrern kann der Bewegungsbereich so eingeschränkt sein, dass auch die Verwendung eines Joysticks unmöglich ist.

### Bei der Bewertung des Bewegungsbereichs ist Folgendes zu berücksichtigen:

- **Arthrokinematik:** die relative Bewegung der Gelenkflächen zueinander
- **Dehnbarkeit des Gewebes:** die Länge und Bewegungsfähigkeit eines Muskels oder einer Sehne
- **Muskeltonus und Spastik**

**Spastiken** treten bei vielen unterschiedlichen Erkrankungen auf, z. B. bei der Zerebralparese, nach einem Schädel-Hirn-Trauma, Rückenmarksverletzungen, einem Schlaganfall und bei multipler Sklerose. Sie entstehen als Folge der Schädigung von Neuronenbündeln im Gehirn oder Rückenmark.

Im Laufe der Zeit kann eine Spastik zur **Muskelsteife, Atrophie und Fibrose** führen und den Bewegungsbereich in bestimmten Gelenken beeinträchtigen. Ist der Bewegungsbereich eingeschränkt, z. B. in den Extensoren/Flexoren der Finger und bei der Daumenopposition, kann der Patient keinen Standard-Joystick umfassen. Hier kann ein alternativer Joystick-Knopf die Lösung sein, weil die Muskelbewegungen weniger ausgeprägt sein müssen oder die erforderliche Bewegung von den Fingern auf die Handfläche verlagert wird. Liegt die Einschränkung des Bewegungsbereichs weiter proximal im Ellbogen oder Schultergelenk, kann der Patient den Joystick möglicherweise nicht vollständig auslenken. In diesem Fall könnte die Lösung darin bestehen, den Joystick näher am Körper oder der Mittellinie zu positionieren oder alternativ die Auslenkung des Joysticks umzuprogrammieren.



### Beispiele für Spastiken der oberen Extremitäten



### Kraft

Die Muskelkraft kann eingeschränkt, normal oder erhöht sein.

#### Eingeschränkte Kraft

► **Aufgrund einer Lähmung kann die Nutzung bestimmter Muskelgruppen eingeschränkt sein.** Eine Rückenmarksverletzung beispielsweise kann, je nach Höhe der Verletzung, eine Bewegung mit ganzer Kraft verhindern, weil bestimmte Muskeln ausfallen.

**Eine Parese oder Teillähmung** verhindert nicht die Bewegung, aber der Muskel ist geschwächt. Dasselbe gilt für Muskeln, die durch fehlende Betätigung oder geschädigte Versorgung Schwund aufweisen. Ist der Muskel auf diese Weise degeneriert, dann ist seine Funktion zwar noch vorhanden, aber nur mit reduzierter Kraft.

Die **Muskeldystrophie** führt schrittweise zu denselben Symptomen, wenngleich es sich um eine fortschreitende Erbkrankheit handelt, die durch einen Gendefekt verursacht wird.

Um die fehlende Kraft für das Bedienen des Joysticks auszugleichen, bietet der Markt Joysticks mit unterschiedlich hoher Kraftanforderung.

Alle Joysticks für die Fahrpulte des Invacare LiNX-Systems erfordern für die Bedienung eine Kraft von 1,9 N. Diese Kraftanforderung ist deutlich geringer als die von anderen Standard-Fahrpulten und eignet sich für ein breiteres Spektrum an Nutzern, sodass sie nicht auf alternative Joysticks mit noch geringerem Kraftaufwand ausweichen müssen.

Das Fahren mit einem proportionalen Joystick setzt voraus, dass die Nutzer einen Joystick kontrolliert bedienen können, denn der Elektro-Rollstuhl ändert seine Geschwindigkeit und Richtung durch Joystickbewegungen. Ist die Kraft des Nutzers jedoch stark eingeschränkt, ist das nicht immer möglich. In solchen Fällen kann der Joystick so programmiert werden, dass jede noch so kleine Kraftaufwendung zu einer Aktivierung des Rollstuhls führt.

#### Gesunder Bizeps

#### Muskeldystrophie



## Kraft

### Erhöhte Kraft

► Eine Verletzung des Gehirns oder Rückenmarks kann zu Veränderungen des Muskeltonus führen. Dies betrifft z. B. Menschen mit Zerebralparese, nach Schädel-Hirn-Trauma, Rückenmarksverletzungen, einem Schlaganfall, mit multipler Sklerose oder ALS. Eine Verminderung des Muskeltonus kann Schläffheit, Spastiken oder Steifheit verursachen. Ein geringer Muskeltonus wird als Schläffheit oder Hypotonie bezeichnet. Ein erhöhter Muskeltonus wird als Hypertonie oder Spastik bezeichnet. Sowohl bei Muskelschläffheit als auch bei Spastiken besteht zwischen den Muskelgruppen ein Tonus-Ungleichgewicht. Der aktive Muskel (Agonist) bewirkt die Bewegung durch Kontraktion; der Antagonist setzt sich dieser Bewegung entgegen, indem er sie verlangsamt und damit kontrolliert.

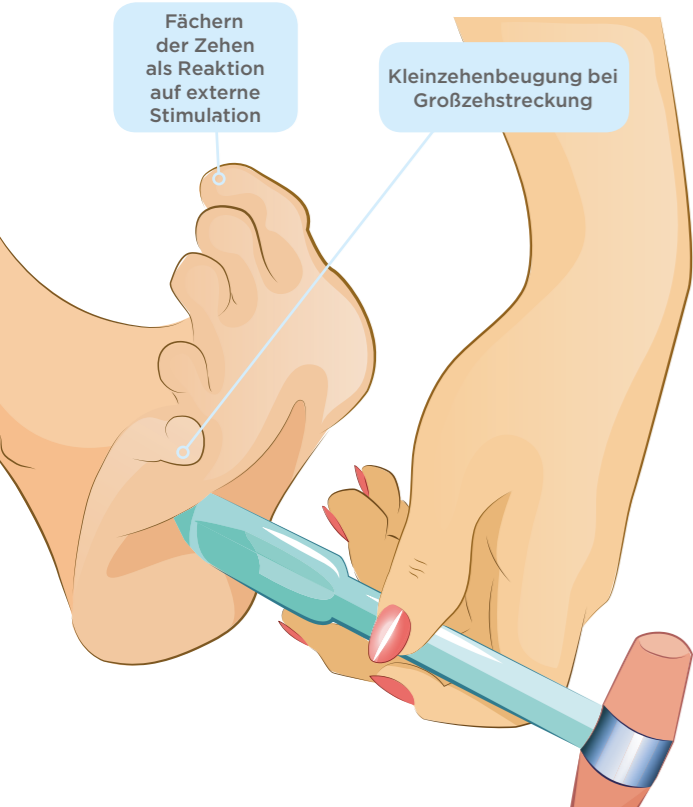
Ist der Muskeltonus sowohl beim Agonisten als auch beim Antagonisten erhöht, spricht man von Muskelsteife („Rigor“). Bei einer Muskelsteife ist selbst der passive Bewegungsbereich deutlich eingeschränkt.

### Babinski-Reflex

Fächern der Zehen als Reaktion auf externe Stimulation

### Plantarreflex bei Erwachsenen

Kleinzehenbeugung bei Großzehenstreckung

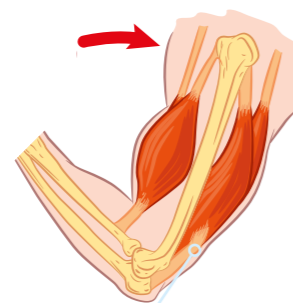


► Im Laufe der Zeit führt die Spastik zu muskulären Veränderungen: Verhärtung, Verkürzung oder Versteifung der Muskeln, verringerter Gelenkbeweglichkeit, dauerhafter Fixierung oder Kontraktur und Ankylosen (Gelenksteife).

Die dauerhafte Kontraktion der „spastischen Muskeln“ lässt die Antagonisten inaktiv werden, was zur Entwicklung einer Muskelatrophie durch verminderte Beanspruchung führt. Diese Auswirkungen verursachen wiederum eine starke Ermüdung des Betroffenen und schränken seine Alltagsaktivitäten gravierend ein. Ein hoher Muskeltonus oder spastische Bewegungen können nicht nur für das Fahren, sondern auch für die Sitzposition im Elektro-Rollstuhl eine Herausforderung darstellen. Für Menschen in Rollstühlen ist daher die richtige Haltung und Positionierung zur Verringerung von Spasmen wichtig.

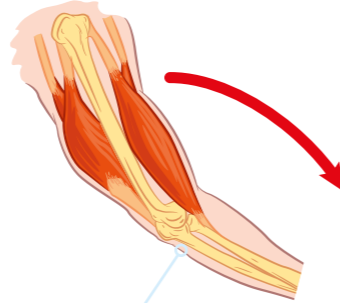
Durch die Position des Joysticks können Auslöser für Spastiken vermieden werden. So lassen sich z. B. bestimmte Gelenkpositionen vermeiden, um eine Hyperreflexie zu verhindern. Es können aber auch willkürliche Bewegungen in unterschiedliche Richtungen induziert werden, um unwillkürliche Bewegungen auszugleichen, sodass eine pendelartige Bewegung hin zum gewünschten Ziel resultiert.

### Agonist



Bei der Beugung des Ellbogens wird der M. biceps brachii kontrahiert (verkürzt).

### Antagonist



Beim Strecken des Ellbogens verlängert sich der M. biceps brachii, sodass eine kontrollierte Bewegung entsteht.

Eine **Spastik** ist nur einer von mehreren Bestandteilen der Motoneuron-Erkrankung, die durch eine muskuläre Überaktivität gekennzeichnet ist. Weitere Komponenten können sein:

- Sehnenhyperreflexie: hyperaktive oder hyperreaktive Reflexe
- Klonus: unwillkürliche, rhythmische Muskelkontraktionen
- Taschenmesserphänomen:
- plötzliches Nachlassen des anfänglich zunehmenden Widerstands bei passiver Beugung einer spastisch gelähmten Extremität (z. B. Extensoren der oberen Gliedmaßen)
- Flexor- und Extensorspasmen
- Babinski-Zeichen
- Spastische Dystonie

### Ausdauer

► Ausdauer bezieht sich auf die Fähigkeit, eine Kraft über einen bestimmten Zeitraum hinweg aufrechtzuerhalten, z. B. beim Fahren den Joystick gedrückt zu halten, aber auch die Fähigkeit, eine Aktion mehrmals am Tag durchzuführen.

Manchmal liegt die Kraft anfangs im Normalbereich, aber nach mehrfacher Wiederholung der Aktion lässt die Leistung kontinuierlich nach, bis sie schließlich ganz erschöpft ist.

Das anhaltende Gefühl einer Antriebslosigkeit, Erschöpfung und Müdigkeit („Fatigue“) kann viele Ursachen haben: vom psychischen Zustand bis hin zu mangelnder Blutzufuhr oder Stoffwechselkrankheiten. Wie oben beschrieben, kann eine Spastik höchst ermüdend sein und die Leistung der Person im Laufe eines Tages beeinträchtigen. Eine schlechte Positionierung oder die Unfähigkeit, die Position zu verändern, kann ebenfalls zur Erschöpfung führen.

Auch Schmerzen können den Ausdauergrad einer Person beeinträchtigen. Diese Schmerzen können durchgehend sein oder sich im Laufe eines Tages entsprechend den Aktivitäten verändern. Zum Ausgleich der fehlenden Ausdauer für die Bedienung eines Elektro-Rollstuhls eignet sich ein Joystick mit weniger Kraftaufwand, da er zur Aktivierung weniger weit ausgelenkt werden muss.

Eine weitere Option kann die Aktivierung des „Latched-Modus“ sein. In diesem Antriebsmodus reicht zur Aktivierung eine anfängliche Eingabe aus, woraufhin die Bewegung des Rollstuhls gestartet wird, bis mit einer zweiten Eingabe eine andere Geschwindigkeit gewählt oder der Rollstuhl angehalten wird. Dies ist z. B. dann besonders hilfreich, wenn eine Saug-Blas-Steuerung gewählt wird. Andernfalls müsste der Benutzer durchgehend blasen und wäre nach wenigen Minuten außer Atem. Der Latched-Modus ist auf jeder Steuerungseinheit anwendbar, solange auch die Sicherheit berücksichtigt wird. Der Nutzer muss jederzeit in der Lage sein, die Aktion oder das



Fahren zu beenden. Für diese Aktion wird die Verwendung eines Fahrstop-Schalters empfohlen. Unter bestimmten Umständen kann aber auch ein Näherungsschalter gewählt werden. Nutzer einer Saug-Blas-Steuerung können beispielsweise einen Näherungsschalter nahe am Mund positionieren, sodass der Rollstuhl auch dann, wenn die Steuerung außer Reichweite des Benutzers gerät, deaktiviert und angehalten werden kann.

Das LinX-Steuerungssystem von Invacare bietet 6 Latched-Fahrmodi: Tempomat, 1, 3 oder 5 Schritte aufwärts und 3 oder 5 Schritte auf- / abwärts. Damit hat der Nutzer die Möglichkeit, das Fahren und den Übergang zwischen den Fahrgeschwindigkeiten so weich wie möglich zu gestalten.

Auf Grundlage der Fähigkeiten des Nutzers muss der Arzt/Therapeut die beste Position für eine Steuerung definieren. Jeder Hersteller von Elektro-Rollstühlen bietet für die Fahrpulte diverse Optionen an, darunter auch Sondersteuerungen.

Um den Findungsprozess für die geeignete Steuerungseinheit zu erleichtern, hat Invacare eine Anwendung entwickelt, bei der Ärzte die Fähigkeiten des Nutzers und den gewünschten anatomischen Bereich für die Bedienung auswählen können. Daraufhin wird ein Vorschlag für eine Steuerungseinheit (mit Bild und Beschreibung) zusammen mit Programmierhinweisen gegeben.

In unserer Orientierungs-App für Steuerungen von Elektro-Rollstühlen finden Sie Empfehlungen und Hilfestellungen zur Auswahl der Steuerung, die sich am besten für den Nutzer eignet: [www.linx4you.com](http://www.linx4you.com). Diese App steht im Apple App Store und Google Play Store für den kostenlosen Download zur Verfügung.



## b

### Bedienoberflächen

► Hersteller von Elektro-Rollstühlen bieten unterschiedliche Standard-Steuerungen an. Deshalb ist es hilfreich, die Unterschiede zu kennen und zu erkennen.

Im Jahr 2016 führte Invacare ein vollkommen neues Steuerungssystem ein, das, wie in zahlreichen Tests bewiesen, dem Nutzer die Kontrolle und ein verbessertes Fahrerlebnis ermöglicht und zudem von Fachpersonal einfach und leicht programmiert werden kann. Mit der Simple-Smart-Technologie wurde ein ganzes Spektrum an möglichen Steuerungseinheiten eingeführt, die unterschiedlichen Bedürfnissen entsprechen.

### Standard-Fahrpulte – die Bedienoberfläche

► Die Gruppe der Elemente (Tasten, Schalter oder Joystick) auf einem Standard-Fahrpult ermöglicht Eingaben zur Steuerung des Elektro-Rollstuhls.

Mit dem Joystick werden die Bewegungen nach vorwärts, rückwärts, rechts und links ermöglicht. Andere Tasten auf dem Fahrpult geben direkten Zugriff auf andere Funktionen, z. B. die Sitzverstellung



**Physikalische Eigenschaften** der Steuerung sind:

- ▶ Größe, Gewicht und Oberflächenstruktur des Fahrpults und Härtegrad der Tasten / des Joysticks.
- ▶ Klare und deutliche Lesbarkeit des Displays.

▶ Die mechanische Kraft, die zur Bedienung der Oberfläche erforderlich ist; nicht nur der Tasten, sondern auch des Joysticks

**Joystick für geringen Kraftaufwand (1,9 N)**

**Maße**

▶ **Die Maße des Fahrpults – die Anzahl der Tasten und der Abstand zwischen ihnen – spielen eine wichtige Rolle bei der Auswahl der Oberfläche.** Tasten mit großem Abstand, eine geringere Anzahl von Tasten oder sogar nur eine Taste, eignen sich gut für Menschen mit großem Bewegungsbereich, aber eingeschränkter Feinmotorik. Eng beieinander liegende Tasten eignen sich für Menschen mit eingeschränktem Bewegungsbereich, für die ein geringerer Abstand zwischen den Tasten erforderlich ist.

Für die Entwicklung unserer neuen LiNX-Plattform wurden die Bedienoberflächen von 76 Benutzern mit unterschiedlichster körperlicher Verfassung getestet, um ihre jeweils bevorzugte Methode zur Bedienung der Steuerelemente im Zusammenhang mit ihrem jeweiligen krankheitsbedingten Bewegungsbereich zu ermitteln.

Bei dieser Untersuchung zeigte sich, dass die Position der Ein-/Aus-Taste und des Joysticks am wichtigsten war, eng gefolgt von der Zugänglichkeit des Geschwindigkeitsreglers und der Leichtigkeit, mit der beides bedient werden konnte.

**Aktivierung**

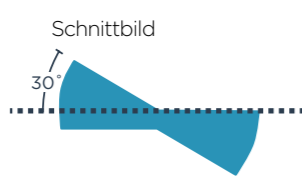
▶ Die Art der Aktivierung einer Steuerung kann unterschiedlich sein, nicht nur hinsichtlich der Art der Steuerung, sondern auch hinsichtlich des Kraftaufwands für die Aktivierung, d. h. für das Bewegen oder Drücken des Joysticks oder der Taste.

Das REM216-Fahrpult wurde im Hinblick auf eine einfache und intuitive Bedienung entwickelt.

Der benötigte Kraftaufwand für den Standard-Joystick an allen **LiNX-Steuerungen** beträgt 1,9 N, viel weniger als für andere erhältliche Standardjoysticks von Invacare, weshalb sich der Joystick für eine Vielzahl von Benutzern eignet.

Der zentral positionierte Geschwindigkeitsregler lässt sich sowohl mit grob- als auch mit feinmotorischen Handbewegungen bedienen. Die Tasten sind so positioniert, dass keine Möglichkeit besteht, versehentlich zwei Tasten gleichzeitig zu betätigen. Um den Zugang zum Joystick frei zu halten, wurden direkt davor keine Tasten angebracht.

Taktile Einschränkungen (Verlust der Tastempfindlichkeit) und eine mangelnde Wahrnehmung für exaktes kinästhetisches Feedback können die Fähigkeit, Objekte zu greifen und zu bedienen, behindern. **Der Tastsinn spielt eine entscheidende Rolle bei der Erkennung, Übertragung und Ausführung von Greifbefehlen, weshalb die richtige Auswahl der Tasten entscheidend sein kann.** Der Kraftaufwand für die Aktivierung einer Drucktaste darf nicht zu gering sein, damit eine versehentliche Betätigung verhindert wird. Der empfohlene Widerstand für eine Taste ist 3,1 N. Bei Verwendung eines Wippschalters muss der Weg des Schalters bis zur Aktivierung 30° betragen.



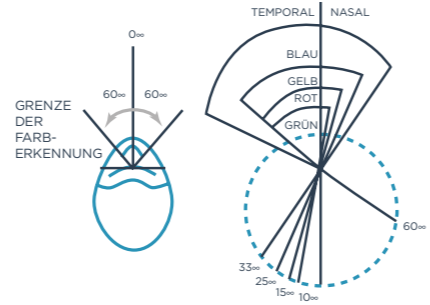
**Sensorisch**

▶ **Bei jeder ausgeführten Handlung erhält man sensorisches Feedback von der Umgebung.** Dies gilt ebenso für die Bedienung eines Fahrpults. Das Auslenken des Joysticks bewirkt die Vorwärtsbewegung. Wenn nicht, muss die Programmierung überprüft werden. Die Beleuchtung des Fahrpults oder die Akku-Anzeige liefern uns relevante Informationen über das, was wir tun oder tun sollten.

Bei Standard-Fahrpulten ist das sensorische Feedback meist visueller Art. Wenn Schalter oder eine Sondersteuerung verwendet werden, erfolgt das visuelle Feedback über das Display am Fahrpult. Ist die Sehkraft des Benutzers stark eingeschränkt, kann er durch hörbare Klickgeräusche durch das Menü geführt werden. Bei 90 % der Menschen mit Seheinschränkungen besteht noch ein Rest Sehvermögen.

Unsere Augen nehmen zwar Farben wahr, aber nicht alle Farben gleichermaßen stark. Die Sehkraft wirkt sich auch auf die Unterscheidung der Farben aus. Ob Menschen mit Gesichtsfeldverlust die Steuerung richtig bedienen können hängt essentiell von der Wahl des richtigen Displays und seiner Positionierung ab.

Rote Objekte werden im zentralen Gesichtsfeld eher erkannt, weshalb ein roter Gegenstand für Personen mit peripherem Gesichtsfeldverlust besser sichtbar sein kann. Umgekehrt kann ein Objekt, das näher am blauen Anteil des Spektrums liegt, für jemanden mit zentralem Gesichtsfeldverlust und intaktem peripherem Sehvermögen besser zu erkennen sein.



Hat jemand eine verringerte Sehkraft, sind bestimmte Dinge zu berücksichtigen:

- ▶ **Verwenden Sie Farben mit möglichst wenig Unterschied in der Helligkeit.**
- ▶ **Vermeiden Sie Farben vom Rande des Farbspektrums (Violett und Rot).**
- ▶ **Vermeiden Sie Weiß oder Grau zusammen mit anderen Farben desselben Helligkeitsgrads.**
- ▶ **Vermeiden Sie Farben, die im Farbspektrum direkt nebeneinander liegen.**
- ▶ **Vermeiden Sie die Verwendung von Pastellfarben.**
- ▶ **Berücksichtigen Sie Abstände.**

Wellenlänge (mm)  
400 500 600 700

**Die Steuerungen Invacare LiNX REM400 und REM500** sind mit interaktiven 3,5-Zoll-Farb-Touchscreens ausgestattet und wurden so weit wie möglich auch für Menschen mit Seheinschränkungen entwickelt:

- ▶ Die Helligkeit des Touchscreens kann nach Wahl des Benutzers oder auch automatisch angepasst werden. Diese Funktion stellt sicher, dass sich der Bildschirm an die Helligkeitsbedingungen in Räumen oder in Außenbereichen mit hellem Sonnenlicht anpasst.
- ▶ Das Display hat drei Haupt-Farbpaletten für die Funktionen Fahren (grün), Sitzverstellungen (orange) und Konnektivität (blau). Die Farbpaletten unterscheiden sich deutlich voneinander: Die Farben für die Akkustand-Anzeige besitzen eine andere Tonalität als die für das Display. Alle Farben innerhalb einer Farbpalette ergänzen einander und stehen im Kontrast zu den Farben einer anderen Farbpalette.
- ▶ Alle verwendeten Farben wurden auf verschiedene Arten der Farbblindheit geprüft.
- ▶ Der Hintergrund des Displays ist weiß, weil Schwarz stärker spiegelt und die Reflexe den Inhalt der Anzeige überstrahlen würden. Das ist deshalb besonders wichtig, weil nicht jeder Benutzer seine Kopfhaltung verändern kann.
- ▶ Der weiße Hintergrund liefert einen besseren Kontrast zu Orange, Grün und Blau.
- ▶ Die auf dem Display verwendeten Farben lenken nicht die Aufmerksamkeit von Menschen auf sich. Das ist auch so gewollt. Rollstuhlbenutzer möchten kein Display, das den ganzen Tag ihre Aufmerksamkeit beansprucht.
- ▶ Invacare hat sich entschieden, mit weißen Buchstaben auf farbigen Hintergründen zu arbeiten, da sie einen besseren Kontrast bieten als Schwarz auf Farben wie Orange oder Blau.

**Die Invacare LiNX-Plattform hat derzeit drei Fahrpulte im Portfolio:**



▶ **REM216** Dieses Fahrpult ist ausgestattet mit einer Ein- / Ausschalttaste, einem Geschwindigkeitsregler, einer Hupe, einer Akku-Anzeige sowie mit zwei Wippschaltern für den Zugriff auf verschiedene Fahr- und Sitzfunktionen und die Konnektivität. Es bietet außerdem Tasten zur Bedienung von Licht, Blinkern und Hupe.



▶ **REM400** Dieses Fahrpult besitzt ein 3,5-Zoll-Touchscreen-Farbdisplay zum Navigieren durch das Menü durch Wischen oder Tippen. Sofern bevorzugt, können zur Navigation durch die Liste der Untermenüs der Joystick oder die Tasten verwendet werden.



▶ **REM500** Dieses Steuerpult ist ein eigenständiges Display mit denselben Funktionen wie das REM400, allerdings ohne Joystick. An seiner Stelle kann eine Sondersteuerung gewählt werden.

## Wichtigste Komponenten des Steuerungssystems

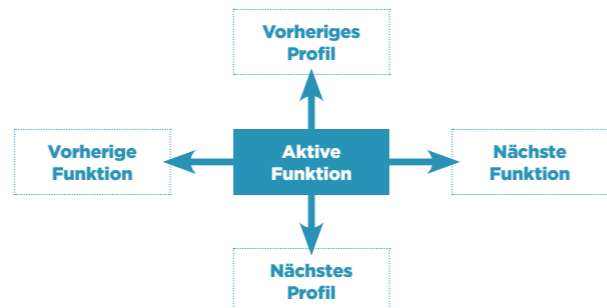
C

### Befehle

▶ Bei einem Elektro-Rollstuhl sind die grundlegenden Befehle „Vorwärts“, „Rückwärts“, „Rechts“ und „Links“, aber es gibt noch andere Befehle wie z. B. „Sitz- oder Rückenwinkelverstellungen“, „Lichtanlage“ oder „Hupe“. Je mehr Befehle das System bietet, desto mehr Flexibilität erhält der Nutzer. Entsprechend komplexer wird allerdings auch das System.

Bei den Fahrpulten **LiNX REM400** und **REM500** können die ausgewählten Befehle nach Bedarf des Nutzers sortiert werden. Jeder Mensch hat andere Bedürfnisse, wünscht sich aber eine einfache Bedienung. Deshalb ist es von großem Vorteil, wenn die Möglichkeit besteht, Befehle dem Bedarf des Nutzers entsprechend anzupassen. Ein Beispiel: „Die Sitzwinkelverstellung verwende ich am häufigsten, deshalb soll sie leicht zugänglich sein. Zudem benötige ich schnellen Zugriff auf meine Profile für den Innen- und Außenbereich.“

Mit dem **REM400/500**-Fahrpult ist der Nutzer immer nur einen Schritt von der nächsten Funktion entfernt, sodass er nicht das ganze Menü durchblättern muss:



- ▶ **Der Übergang von einer Funktion zur nächsten erfolgt entweder durch Wischen, durch Tippen, eine Joystick-Bewegung, Drücken einer Taste oder über eine Sondersteuerung.**
- ▶ **Die Zielfunktion ist aufgrund der Anordnung der Funktionen und des definierten Profils vollständig vorhersagbar.**
- ▶ **Die Anordnung der Funktionen und Profile kann dem Bedarf des Nutzers entsprechend konfiguriert werden.**
- ▶ **Ein Übergang kann aufgrund eines Systemstatus oder anderer Bedingungen blockiert werden.**
- ▶ **Die Eingabeoperation des Nutzers wird von der Funktion bestimmt.**

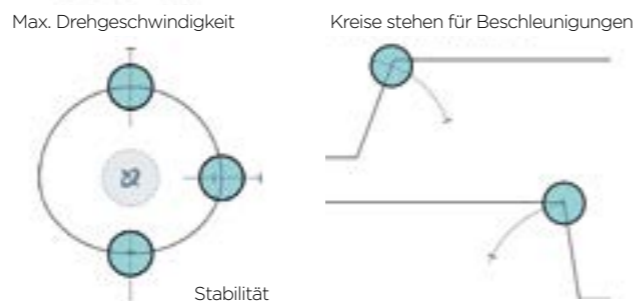
### Steuerungsparameter

▶ Die Steuerungsparameter in **LiNX** ermöglichen individuelle Anpassungen des Systems. So kann zum Beispiel die Vorwärts- oder die Rückwärtsgeschwindigkeit angepasst werden. Die Steuerungsparameter ermöglichen außerdem das Umschalten zwischen unterschiedlichen Anwendungen, z. B. die Verwendung des Joysticks zur Steuerung eines Kommunikationsgeräts. Wie für die Befehle gilt auch hier, dass mit zunehmender Anzahl der änderbaren Parameter auch das System komplexer wird. Hier muss ein gutes Gleichgewicht zwischen Flexibilität und leichter Bedienbarkeit gefunden werden.

Durch Einstellung der Fahrparameter eines Elektro-Rollstuhls werden auch seine Geschwindigkeit und Reaktionsfreudigkeit beeinflusst. Die Einstellung der Parameter ist deshalb so wichtig, weil damit die Fahreffizienz erhöht und ein benutzerdefiniertes Fahrerlebnis erreicht wird.

### Welche allgemeinen Parameter können im LiNX-System eingestellt werden?

- ▶ **Geschwindigkeit:** vorwärts, rückwärts und Drehungen
- ▶ **Beschleunigung:** wie schnell erreicht der Rollstuhl seine volle Geschwindigkeit
- ▶ **Abbremsen:** wie schnell kommt der Rollstuhl zum Halt
- ▶ **Drehmoment:** Erhöhen der Kraft ohne Erhöhung der Geschwindigkeit, z. B. auf Teppichen
- ▶ **Empfindlichkeit des Joysticks:** Reaktionsempfindlichkeit des Joysticks, z. B. Tremordämpfung
- ▶ **Auslenkung des Joysticks:** Verkürzen des Wegs bis zum Erreichen der vollen Geschwindigkeit oder zur Aktivierung
- ▶ **Neutralstellung des Joysticks:** Ändern der Werte für die "Neutralstellung" des Joysticks
- ▶ **Fahrrichtung:** Ändern der Funktion einer Richtung oder Deaktivieren von Richtungen
- ▶ **Proportionalität:** Zwischen Proportionalität und Nicht-Proportionalität des Joysticks kann hin- und hergeschaltet werden



### Daten

Während der Benutzung des Elektro-Rollstuhls können mit **LiNX** Informationen erfasst und gespeichert werden. Bei einer Erweiterung des Rollstuhls mit einer neuen **LiNX**-Steuerung wird das Gerät vom System erkannt und eine Standard-Programmeinstellung empfohlen, sodass der Händler mit der Programmierung nicht bei null beginnen muss. Diese Aktion geht nicht vom Nutzer oder Händler, sondern von den internen Systemdaten aus.

**Die Leistung des Elektro-Rollstuhls, d. h. die Aktivitäten, die er für den Benutzer ausführt, lassen sich in folgende Parameter fassen:**

- ▶ **Stärke:** Hat der Rollstuhl genug Drehmoment oder Kraft, um z. B. die Auffahrt hochzukommen?
- ▶ **Präzision:** Ist der Lastausgleich exakt an meine Situation angepasst?
- ▶ **Flexibilität:** Ist das System im Laufe der Zeit erweiterbar?

## Sondersteuerungen

d

- ▶ Wenn ein Standard-Fahrpult für den Benutzer ungeeignet ist, muss eine alternative Steuerungsmöglichkeit verwendet werden.

Eine Sondersteuerung ist jede Steuerung, die sich von der Standardausführung unterscheidet. Man kann sie auch als sekundäre Steuerung bezeichnen, da sie eine Erweiterung zur Standardsteuerung darstellt. Ein Grund für das Ausweichen auf eine Sondersteuerung kann sein, dass die Position der Steuerung oder der anatomische Bereich über ein Standard-Fahrpult schwer zu erreichen ist, oder dass ein standardmäßiger, proportionaler Joystick nicht bedient werden kann, auch nicht durch Anpassen der Parameter.

Zwischen dem Benutzer und dem Elektro-Rollstuhl selbst werden Informationen ausgetauscht. An der Schnittstelle zwischen Nutzer und Technologie werden die Informationen ausgetauscht bzw. wird der Elektro-Rollstuhl gesteuert.

Zwei Faktoren beeinflussen die Transaktion der Informationen. Diese versucht man anzupassen, um den Prozess so reibungslos wie möglich zu gestalten:

1. **Anatomischer Bereich:** Der Teil des Körpers, der zur Steuerung eines Geräts eingesetzt werden kann.
2. **Bedienoberfläche oder (in diesem Kapitel) Sondersteuerung:** Das Gerät, das zum Steuern des Rollstuhls verwendet wird. Die Bedienoberfläche kann vorrangig zur Aktivierung des Systems eingesetzt werden, sodass der Rollstuhl fahren kann; sie lässt sich aber auch für die Interaktion mit weiteren Technologien einsetzen, z. B. mit Kommunikationsgeräten oder Umfeldsteuerungen.

### Der anatomische Bereich

▶ Ein anatomischer Bereich des Körpers, der zum Ausführen einer Reihe von Bewegungen oder Aktionen in der Lage ist, sodass der Benutzer den Elektro-Rollstuhl bedienen kann. Der Arzt hat in Zusammenarbeit mit dem Therapeuten die Aufgabe, den Bereich des Körpers zu ermitteln, der eine selbstbestimmte Steuerung am zuverlässigsten ermöglicht. Für die Interaktion zwischen Nutzer und Elektro-Rollstuhl ist eine gewisse Feinmotorik notwendig. Bevorzugter anatomischer Bereich sind Hand und Finger, da diese am häufigsten zur Durchführung von Aufgaben verwendet werden. Selbst bei eingeschränkter Handfunktion kann die Steuerung die begrenzte feinmotorische Kontrolle ausgleichen, indem am Standard-Fahrpult das Steuerungssystem programmiert oder der Joystick angepasst wird.

Wenn die eingeschränkte Feinmotorik die Benutzung der Hand für das Standard-Fahrpult oder jede alternative Handsteuerung in mehreren Richtungen nicht zulässt, ist der Kopf als anatomischer Bereich eine Option. Dem Kopf sind meist verschiedene Bewegungen möglich, und über die Kopfbewegungen, z. B. seitliches Neigen, Vorwärts- und Rückwärtsbewegungen des Kopfes kann eine relativ präzise Steuerung erreicht werden. Die Bedienoberfläche ist nicht auf die herkömmliche, nicht proportionale Kopfsteuerung beschränkt, sondern lässt sich bei Bedarf auch auf Kinn oder Stirn anwenden. Ein weiterer möglicher Steuerungsbereich, an dem verschiedene Bewegungen möglich sind – auch wenn dies nicht sehr häufig vorkommt – sind die Füße. Zum Fahren eines Elektro-Rollstuhls ist die Fußsteuerung weniger wünschenswert, da keine Sichtkontrolle möglich ist und der Fuß im Allgemeinen nicht dieselbe Feinkontrolle besitzt wie die Hand. Einige Menschen sind jedoch in der Lage, auch mit dem Fuß eine gute Feinkontrolle zu entwickeln. Nachdem über den anatomischen Bereich entschieden wurde, zieht der Arzt zunächst stets alle Möglichkeiten für proportionale Joysticks in Betracht. Wird keine geeignete Option gefunden, sucht man weiter unter den nicht-proportionalen Schaltern.

d

### Optionen für Sondersteuerungen

- ▶ Die Bedienoberflächen, die für den Zugriff auf das System des Elektro-Rollstuhls eingesetzt werden, lassen sich in die Kategorien „proportional“ und „nicht-proportional“ einteilen.

**d** Proportionale Steuerungen

Mit einer proportionalen Steuerung erhält der Nutzer für alle Fahrrichtungen die beste Kontrolle über den Elektro-Rollstuhl. Die Aktivierung ist von dem Druck oder der Kraft abhängig, der bzw. die auf die Steuerung angewandt wird. Die häufigsten proportionalen Steuerungen sind:

- ▶ Standard-Joystick
- ▶ proportionaler Mini-Joystick oder Joystick mit minimaler Auslenkung
- ▶ diverse unterschiedlich konfigurierte proportionale Joysticks

Joysticks werden nach der Kraft in Pfund oder Gramm oder in Newtonschen Druckeinheiten klassifiziert. Je geringer der erforderliche Druck, desto weniger Kraft muss der Nutzer aufbringen, um den Elektro-Rollstuhl zu bewegen oder eine andere Funktion auszuüben, die in der Schnittstelle programmiert ist. Ein proportionales Eingabegerät kann praktisch überall positioniert werden, solange der Nutzer die Möglichkeit hat, mindestens drei Fahrrichtungen zu bedienen – vorwärts/rückwärts, links, rechts – oder idealerweise vier, um den vollständigen Zugriff zu haben.

Es wird empfohlen, vor dem Ausweichen auf nicht-proportionale Steuerungen Anpassungen an der Programmierung der nachstehenden Funktionen vorzunehmen, da die bestehenden Probleme so möglicherweise behoben werden können:

- ▶ Tremordämpfung
- ▶ proportionale Steuerung in drei Richtungen
- ▶ Auslenkung des Joysticks
- ▶ Neutralstellung des Joysticks
- ▶ Neuordnung von Richtungen



Wenn der Joystick an einem Standard-Fahrpult nur aufgrund seiner Form nicht zugänglich ist, können auch andere Joystick-Aufsätze verwendet werden. Gängige Joystickformen sind:

- ▶ **Standardmäßiger konischer Aufsatz:** Unterarm in mittlerer Pronation, der Joystick wird mit der relativ weit geöffneten Hand zwischen Daumen und Zeigefinger bewegt.
- ▶ **Vertikaler schlanker Aufsatz:** mittlere Pronation, größere Greifoberfläche für die Hand.
- ▶ **T-Griff:** Unterarm in Pronation.
- ▶ **U-Griff:** Unterarm in Pronation, aber die Enden des T-Griffs nach oben gerichtet, um die Hand in Position zu halten.
- ▶ **Schaumstoffball:** offenere Greifstellung der Hand.
- ▶ **Armstütze:** bessere Unterstützung des Unterarms beim Halten des Joysticks.



▶ Auch die Position des Fahrpults ist entscheidend, wenn der Joystick seine Funktion erfüllen soll. Für einige Nutzer kann z. B. das Erreichen einer vollständigen Pronation erschwert sein, oder der Ellbogen ragt dabei heraus, sodass die Unterstützung des Unterarms auf der Armlehne fehlt. Deshalb kann es manchmal notwendig sein, die Position des Fahrpults in der vertikalen oder horizontalen Achse oder auch im Winkel zu verändern.

▶ Das Fahrpult muss nicht unbedingt an der Armlehne positioniert werden. Viele Patienten sind vielleicht gar nicht in der Lage, das Fahrpult über eine Standard-Armlehne zu erreichen, geschweige denn, es in irgendeiner Weise zu bedienen. Betrachten wir es einmal so: Wenn Sie mit Ihrer Hand eine kontrollierte Bewegung ausführen – ganz gleich, was für eine Aktivität – wann befindet sich die Hand jemals in diesem perfekten 90°-Winkel vor Ihnen?

Wenn man sich von der Armlehne weg orientiert, ist es oft leichter, ein alternatives Fahrpult oder einen alternativen Joystick zu wählen. Da diese meist kleiner ist, ist die Anbringung einfacher, und der Zugang zum Rollstuhl nach vorne bleibt offen, was für Transfers hilfreich ist.

Häufige Gründe für alternative Steuerungsmöglichkeiten sind ein erhöhter Muskeltonus, verringerte motorische Kontrolle, Muskelschwäche oder Lähmung. Das bedeutet, dass die Flexoren und Extensoren nicht ausgewogen arbeiten oder die Kraft und die Reichweite der Bewegung in allen Richtungen nicht abgestuft werden kann. Auch Erschöpfungszustände im Tagesverlauf können ein variabler Faktor sein.

Für Nutzer von Sondersteuerungen kann eine mittige Montage der Steuerungseinheit angeboten werden, da sie sich häufig intuitiver anfühlt und einen deutlichen Vorteil bietet. Hierbei wird der Joystick mehr ins Sichtfeld gerückt. Außerdem wird der Körper zentriert, und der Benutzer muss sich nicht auf eine Seite lehnen, um den Joystick zu erreichen, der an der Armlehne montiert ist.

So verbessert sich auch die Druckverteilung, und es werden langfristig Skelettdeformationen wie eine Skoliose vermieden. Die mittige Anbringung kann verschrieben werden, wenn der Benutzer über einen eingeschränkten Bewegungsbereich verfügt, oder um eine Verschlechterung von Haltungproblemen zu verhindern.



**d**





## Alternative proportionale Steuerungsoptionen für Invacare LiNX



### ► Kompaktsteuerungen (DLX-CR400/DLX-CR400F)

Kompakt-Joystick mit Zugriff auf mehrere Profile und Funktionen, ideal für Nutzer mit eingeschränktem Bewegungsbereich, auch als Joystick-Version mit geringer Kraftanforderung (Low-Force-Ausführung) erhältlich. Diese Form der Steuerung hat eine ähnliche Beschaffenheit wie das REM216-Fahrpult.

## Alternative Joystick-Optionen für Invacare LiNX



### ► Joystick (ASL138)

Joystick mit sehr kleinem Profil und Widerstand von nur ca. 1/3 eines Standard-Joysticks. Ideal für die Kinnsteuerung, da die Außenhülle resistent gegenüber Speichel und anderen Fremdstoffen ist. Eine Kopfstütze und ein eiförmiger Schalter für das Umschalten zwischen den Funktionen und Profilen sind enthalten.



### ► MEC-Joystick (ASL130)

Für Patienten mit Muskelschwäche oder nur feinmotorischen Fähigkeiten, die einen Joystick mit geringer Kraftanforderung erforderlich machen. Lässt sich auch bei eingeschränktem Bewegungsbereich bedienen. Mit integrierter Modusänderungsfunktion und einer Auswahl an Joystick-Aufsätzen und Anbringungsmöglichkeiten.



### ► Heavy-Duty-Joystick (ASL133)

Ein Joystick mit besonderer Form und Größe, der leichter zu greifen und zu bewegen ist. Er verfügt über einen einfachen Funktionsschalter. Die Kappe des Joysticks ist an die Basis angepasst, ideal für Patienten mit hohem Muskeltonus und/oder unkontrollierten Bewegungen.



### ► Pädiatrischer Kompakt-Joystick (ASL132)

Ein Kompakt-Joystick für pädiatrische Benutzer. Dank seiner flachen Basis ist er ideal für eine mittige Montage.

## Nicht-proportionale Sondersteuerungen

► Wenn proportionale Steuerungen nicht geeignet sind, sind nicht-proportionale Ausführungen – also Schalter oder Sensoren – empfehlenswert, die ohne progressive Abstufungen nur zwischen dem Ein- und Aus-Status schalten. Bei Aktivierung eines Schalters fährt der Elektro-Rollstuhl in eine bestimmte Richtung, beim Loslassen des Schalters wird der Rollstuhl gestoppt: eine nicht-proportionale Steuerung.

Schalter sind nicht-proportional, d. h. wenn der Schalter aktiviert wird, fährt der Elektro-Rollstuhl mit voller Geschwindigkeit; sobald der Schalter nicht mehr betätigt wird, stoppt der Rollstuhl umgehend.

Erhöhung oder Verringerung der Geschwindigkeit durch die Stärke der Auslenkung des Joysticks.

Der Vorteil von Schaltern hingegen liegt darin, dass sie oft an Stellen angebracht werden können, wo ein Gerät des proportionalen Typs nicht anzubringen ist. Dies ist ideal für Benutzer mit einem definierten anatomischen Bereich und ohne großen Spielraum für diesen einen Zugangspunkt. Einige Beispiele für geschaltete Eingaben sind Kopfsteuerungen, mechanische oder elektrische Schalter (einfach oder mehrfach) sowie die Saug-Blas-Steuerung.

Änderung des Sensorstatus oder die Aktivierung von Funktionen in progressiveren und kleineren Abständen ermöglichen. Wird beispielsweise ein Schalter aktiviert, so fährt der Elektro-Rollstuhl mit der Geschwindigkeit, die im Fahrprofil programmiert ist. Es gibt vier Steuerrichtungen – vorwärts, rückwärts, rechts und links –, wobei jeder Richtung ein Schalter zugeordnet ist. Drehungen werden oft durch die gleichzeitige Aktivierung von zwei Schaltern erzielt, wodurch der Elektro-Rollstuhl z. B. nach rechts vorwärts fährt.

Wenn eine geschaltete Steuerung gewählt werden soll, sind folgende physikalische Aspekte des Schalters zu berücksichtigen:



Geschwindigkeit und Richtung sind natürlich programmierbar. Proportionale Steuerungssysteme, z. B. Joysticks, ermöglichen dem Nutzer die allmähliche

Einige nicht-proportionale Steuerungen verhalten sich wie eine semiproportionale Steuerung, da sie dem Nutzer die

- Der für die Aktivierung des Schalters erforderliche Druck: Dieser muss entsprechend der Muskelkraft und dem Muskeltonus des Patienten ausgewählt werden.
- Die Größe des Schalters: Diese ist von der Bewegung abhängig, die zu seiner Aktivierung durchgeführt werden muss. Grundsätzlich gilt: Je kleiner die Bewegung, desto kleiner der benötigte Schalter.
- Die Form des Schalters: Diese ist von dem Körperteil abhängig, mit dem er bedient wird.
- Das sensorische Feedback des Schalters, z. B. ein hörbares Klickgeräusch. Für Nutzer, die den Schalter ständig um des Feedbacks willen und nicht zur Steuerung des Geräts aktivieren würden, sind Schalter ohne Feedback zu erwägen.
- Robustheit des Schalters.
- Taktile Wahrnehmbarkeit des Schalters und seine Stabilität.

Auch darf die Aktivierung des Schalters keine starke Veränderung der Beckenposition bewirken, da sich damit auch die Haltung des restlichen Körpers ändern würde.

Zu den verfügbaren Schalteroptionen gehören:

- mechanische Schalter
- elektronische Schalter
  - Näherungsschalter
  - faseroptische Schalter

► Entscheidend für den Prozess ist die Positionierung des Schalters. Ein Schalter am falschen Platz kann für jeden Nutzer äußerst frustrierend sein. Daher muss ein gleichbleibender Ort für den Schalter gefunden werden. Dies ist unser Rat zur Ermittlung der **idealen Schalterposition:**

- Berücksichtigen Sie die **Wünsche** und Äußerungen des Patienten. Er kennt seinen eigenen Körper und seine motorischen Fähigkeiten am allerbesten. Darüber hinaus können auch soziale Aspekte entscheiden, wo ein Schalter platziert werden sollte, z. B. bei einem Schalter in der Kopfnähe.
- Die Position des Schalters darf nicht zur **Ermüdung** führen. Die Steuerung ist nur dann funktional, wenn sie oft wiederholt werden kann. Durch die Auswahl eines Schalters, der weniger Kraftaufwand erfordert, wie z. B. faseroptische Schalter, kann die Nutzungsdauer im Tagesverlauf verlängert werden.
- Der Schalter darf keine Erhöhung des **Muskeltonus** bewirken. Ein erhöhter Muskeltonus würde die Präzision und die Geschwindigkeit bei der Bedienung des Schalters verringern.
- Der Schalter darf keine **abnormalen Reflexe** verwenden oder hervorrufen, solange eine andere Option zur Verfügung steht.

Die Verwendung eines asymmetrischen tonischen Nackenreflexes für die Aktivierung kann die Genauigkeit, die Geschwindigkeit und den Blickkontakt mit der Steuerung beeinträchtigen, da sich die Augen in die Richtung des Reflexes bewegen und die Fähigkeit, den Schalter loszulassen, behindern können. AOTA-Artikel zur kontinuierlichen Fortbildung, "Assistive Technology and Switch Access: Occupational Therapy Evaluation", von Michelle L. Lange, OTR, ABDA, ATP, Februar 2002.

### Mechanische Schalter

► **Dieser Schaltertyp muss physikalisch aktiviert werden, um einen Steuerbefehl auszulösen.** Der Nutzer muss auf eine Oberfläche drücken, um den Schalter zu aktivieren. Ein mechanischer Schalter kann aus mehreren Gründen angemessen sein, z. B. wenn ein taktiles Feedback benötigt wird, damit sich der Nutzer vergewissern kann, dass der Schalter gedrückt wurde. Zusätzlich kann es ein Vorteil sein, Schalter in mehreren Farben zu haben, um die Funktionen der einzelnen Schalter zu erlernen bzw. sich an sie erinnern zu können. Dies kann besonders hilfreich sein, wenn der Nutzer erfolgreich die Farben Rot für vorwärts, Schwarz für rückwärts und Gelb für Neustart/ Funktionsänderungen oder beliebige Kombinationen der verfügbaren Farben identifizieren kann.



### Elektronische Schalter

► **Diese erfordern eine Stromversorgung für die Bedienung. Dafür muss kein Schalter umgelegt werden.** Für die Aktivierung ist keine Kraft und kein Kontakt erforderlich, nur die Bewegung über ein Feld, einen Lichtstrahl oder Sensor. Daher sind elektronische Schalter hilfreich für Personen, die Schwierigkeiten mit der Aktivierungskraft oder dem Loslassen eines mechanischen Schalters haben. Dies kann der Fall sein, wenn die Bewegungen und/oder die Kraft eingeschränkt sind. Beispiele für elektronische Schalter sind Näherungsschalter und Faseroptikschalter.

### Näherungsschalter

► **Bei Näherungsschaltern muss ein Körperteil über das Feld des Schalters bewegt werden.** Sie können an allen Orten positioniert werden, die der Nutzer erreichen kann, und funktionieren durch die meisten Materialien hindurch, wenn diese nicht zu dick sind. Näherungsschalter erfordern keinen Kraftaufwand (Druck) für die Aktivierung. Der Nutzer muss nur einen Körperteil in die Nähe des Schalters bringen, um ihn zu aktivieren. Zum Beispiel können diese Schalter an der Unterseite eines Therapietisches angebracht werden, sodass nur die Hand über den Tisch von Schalter zu Schalter bewegt werden muss, um den Rollstuhl zu bedienen.

**d** Eine schöne Anwendung von Näherungsschaltern ist bei den ASL-Kopfsteuerungen zu finden:

## ASL ATOM Kopfsteuerung (ASL104)

► In die Kopfstütze sind drei innovative Näherungssensoren integriert, die dem Nutzer eine leichte Richtungssteuerung des Elektro-Rollstuhls ermöglichen.

- **In der Kopfstütze** = vorwärts (oder vorwärts und rückwärts, je nach Programmierung des Rollstuhls)
- **Linker Seitenflügel** = nach links;
- **Rechter Seitenflügel** = nach rechts

Wenn mehr als fünf Funktionen benötigt werden (einschließlich der drei in der Kopfstütze), ist ein zusätzlicher Schalter erforderlich.

Die ASL PROTON-Kopfsteuerung (ASL104P) enthält ebenfalls Näherungsschalter, besitzt aber einstellbare Seitenflügel, die eine bessere Funktionalität ermöglichen:

- **Verlängern und Verkürzen**
- **Bewegung der Seitenflügel**
- **Positionierung näher am Kopf oder weiter weg**
- **Drehung der Seitenflügel**
- **Wegklappen der Seitenflügel für Transfers**

Ein wesentlicher Vorteil von Sensoren gegenüber Schaltern in der ATOM-Kopfsteuerung ist die hervorragende Reaktion auf die proportionale Eingabe, die ein sehr viel intuitiveres Fahren sicherstellt, wenn der Nutzer z. B. durch eine belebte Straße fährt und ständig die Richtung ändern muss. Auch das Drehen wird leichter möglich, indem der Sensor in der Hinterkopfstütze zusammen mit dem rechten oder linken Sensor aktiviert wird.



Darüber hinaus gibt es die ASL-Schaltersteuerung mit Näherungssensoren (ASL106), bei der vier Näherungsschalter in ein Bedienfeld integriert werden, sodass der Patient den Elektro-Rollstuhl bei begrenztem Bewegungsbereich und ohne Kraftaufwand bedienen kann.



Es ist wünschenswert, mehrere Schalterpositionen zur Verfügung zu haben, da jeder Position eine Funktion zugeordnet werden kann.

► **Faseroptikschalter sind dünne transparente (Kunststoff-) Fasern, die einen unsichtbaren Lichtstrahl aussenden (durch Innenreflektion). Dieser kann zur Aktivierung des Schalters mit einem Körperteil unterbrochen werden.** Ein Faseroptikschalter wäre für die Bedienung eines Optionsauswahl-Systems mit Einzelschalter geeignet.

Häufige Positionen für einen Faseroptikschalter sind der Kinnbereich und die Oberfläche des Therapietisches. Zum Beispiel könnte der Therapietisch mit Bohrungen versehen werden, aus denen die Lichtstrahlen nach oben gerichtet werden.

Der Patient bewegt dann einen Finger über das Loch, entsprechend der Richtung, in der der Rollstuhl bewegt werden soll. Fahrrichtung und Geschwindigkeit sind definiert, können aber geändert werden.

Der Arzt beurteilt, welche Einzelbewegungen der Patient mit seinem Körper ausführen kann.

Mit der Bewegung muss der gewählte Schalter aktiviert werden können. Folgende Positionen für Steuerungen sind möglich:

- **Hand:** In einem Winkel positionierte Schalter sind oft leichter zu aktivieren als solche in horizontaler Position.
- **Kopf:** Sensor-Kopfsteuerungen oder Aufsätze an der Kopfstütze des Rollstuhls.
- **Mund:** z. B. Saug-Blas-Steuerung
- **Andere Positionen an den oberen Extremitäten:** Aktivierung durch Grobbewegungen mit dem Arm; der Schalter kann an mehreren Positionen am Rollstuhl oder dem Therapietisch angebracht werden.

- **Fuß:** Anbringung an der Fuß- oder Beinstütze.
- **Andere Positionen an den unteren Extremitäten:** Knie-Abduktion/-Adduktion, Hüftflexion - Anbringung unter dem Therapietisch.

Es ist wünschenswert, mehrere Schalterpositionen zur Verfügung zu haben, da jeder Position eine Funktion zugeordnet werden kann. Bei Verwendung von Schaltern erfolgt die Steuerung langsamer als mit einem proportionalen Joystick. Stehen nur eine oder zwei Positionen für Schalter zur Verfügung, muss der Nutzer vermutlich ein Auswahloptionssystem verwenden, bei dem er von einer Funktion zur nächsten geht.

**d** Eine Kombination aus mechanischen und elektronischen Schaltern, die mit LiNX verfügbar ist, ist die ASL-Saug-Blas-Steuerung.

## ASL-Kopfsteuerung mit Saug-Blas-Steuerung (ASL109)

► Die Saug-Blas-Steuerung mit Kopfsteuerung ist eine Sondersteuerung für den Elektro-Rollstuhl für Personen ohne Funktion in den oberen und unteren Extremitäten und unzureichender Kopfkontrolle, die aber zu seitlichen Kopfbewegungen und einem gewissen kontrollierten Atemvolumen fähig sind.

Bei der Saug-Blas-Steuerung kann jedes Blasen einem Vorwärts-Befehl zugeordnet werden, jedes Saugen einem Rückwärts-Befehl, während Rechts- und Linksdrehungen von Näherungssensoren gesteuert werden, die sich in den Seitenflügeln der Kopfsteuerung befinden. Saug-Blas-Steuerungen ohne Kopfsteuerungen beruhen auf unterschiedlich festen und sanften Saug- und Blas-Impulsen für die Steuerung in alle vier Richtungen.

Der Lippenschalter wird zur Änderung der Funktion oder des Profils am Elektro-Rollstuhl verwendet. So bedeutet z. B. kurzes Drücken eine Funktionsänderung und langes Drücken eine Profiländerung.

Diese Einstellung ermöglicht intuitives Steuern und Drehen, das durch Drehen des Kopfes zum Sensor innerhalb des rechten oder linken Seitenflügels erreicht wird. Die Vorwärtsrichtung ist auf "Latched-Modus" eingerichtet.

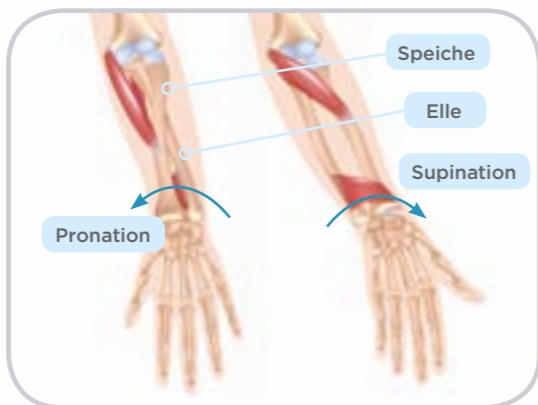


**Für jede mögliche kontrollierte Bewegung gibt es Schalteroptionen. Einige Beispiele:**

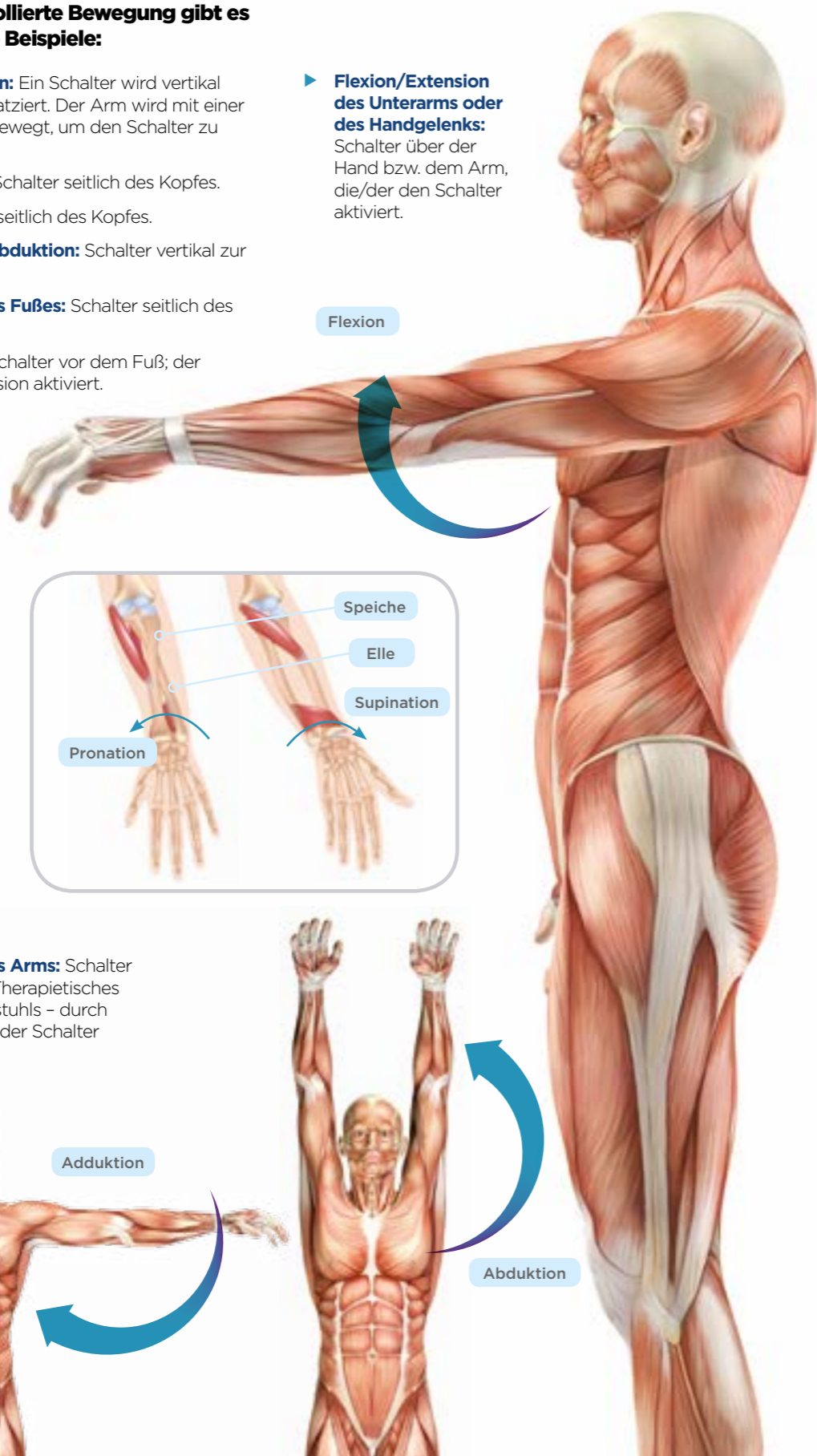
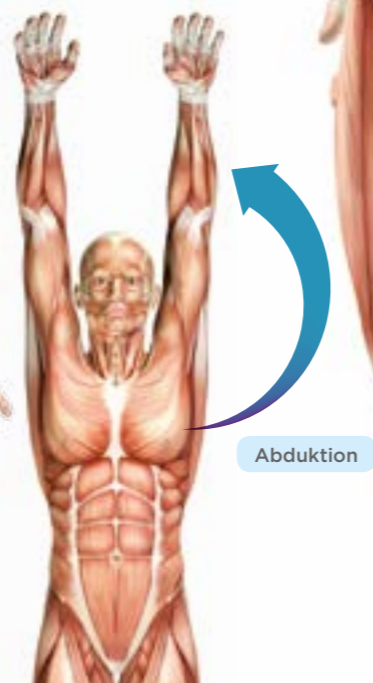
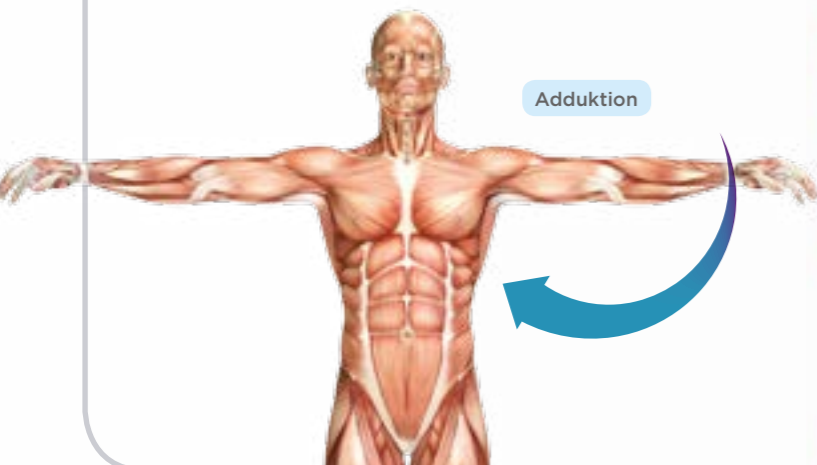
- ▶ **Schulterflexion/-extension:** Ein Schalter wird vertikal vor der ruhenden Hand platziert. Der Arm wird mit einer Schulterflexion vorwärts bewegt, um den Schalter zu aktivieren.
- ▶ **Seitliche Nackenflexion:** Schalter seitlich des Kopfes.
- ▶ **Nackenrotation:** Schalter seitlich des Kopfes.
- ▶ **Hüft-/Knie-Adduktion/-Abduktion:** Schalter vertikal zur Außenseite des Knies.
- ▶ **Adduktion/Abduktion des Fußes:** Schalter seitlich des Fußes.
- ▶ **Knieflexion/-extension:** Schalter vor dem Fuß; der Schalter wird durch Extension aktiviert.

- ▶ **Flexion/Extension des Unterarms oder des Handgelenks:** Schalter über der Hand bzw. dem Arm, die/der den Schalter aktiviert.

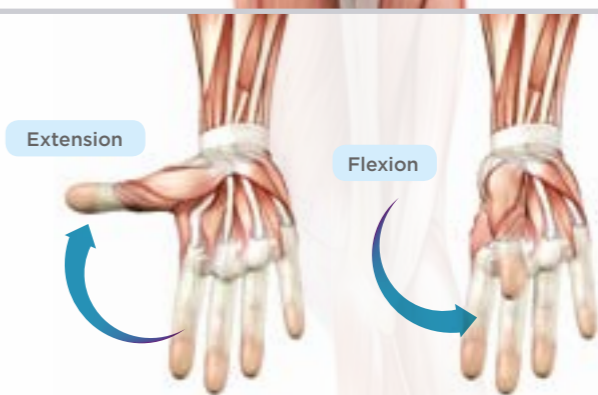
- ▶ **Pronation/Supination des Unterarms:** Schalter seitlich der Hand, Handfläche nach unten (oder in mittlerer Pronation), durch Drehen der Handfläche nach oben wird der Schalter aktiviert.



- ▶ **Abduktion/Adduktion des Arms:** Schalter vertikal an der Kante des Therapietisches oder an der Seite des Rollstuhls - durch Abduktion des Arms wird der Schalter aktiviert.



- ▶ **Daumenextension/-flexion:** Hand liegt auf dem Therapietisch, ein Faseroptischalter befindet sich auf dem Tisch an der Daumenseite der Hand; durch Extension des Daumens wird der Schalter aktiviert/deaktiviert.



## Scan-Systemsteuerung

e

- ▶ Wenn eine proportionale oder nicht-proportionale Steuerung mit mehreren Schaltern nicht infrage kommt, aber Zugang zu einem oder mehreren Schaltern besteht, kann eine sogenannte Scan-Systemsteuerung eingerichtet werden.

Die Steuerung eines Elektro-Rollstuhls über eine Scan-Programmierung ist gewissermaßen aufwendig, da eine Funktion gesucht, ausgewählt und dann aktiviert werden muss, danach die nächste Funktion

usw. Dies ist ein zeitraubender Vorgang. Stellen Sie sich nur vor, Sie würden auf diese Weise Auto fahren. Jede Abweichung von einer geraden Linie wäre eine neue Richtung/Funktion.

Im Gegensatz dazu erleichtert das Scan-System den Ablauf: Hier erscheinen alle verfügbaren Funktionen nacheinander auf dem Display und werden entsprechend hervorgehoben. Wenn die gewünschte Funktion erreicht ist, aktiviert der Benutzer den Schalter. Die Darstellung des Scan-Formats kann je nach Bedürfnissen des Benutzers variieren.

Der Vorteil des Scan-Systemsteuerung besteht darin, dass für die Auswahl nur sehr geringe motorische Kontrolle notwendig ist und ein Schalter leicht an jedem beliebigen Ort angebracht werden kann.

### Fähigkeiten:

#### ▶ Gutes visuelles Verfolgungssystem

- Das Display muss sich im Sichtfeld des Nutzers befinden, darf aber beim Fahren nicht die Sicht behindern.
- Der Nutzer muss in allen Umgebungen in der Lage sein, die Optionen auf dem Display zu verfolgen.

#### ▶ Ein hoher Grad an Aufmerksamkeit ist gefordert.

- ▶ **Fähigkeit, rechtzeitig zu reagieren:** Der Nutzer muss den Schalter zur richtigen Zeit aktivieren können. Alles hängt am richtigen Timing. In den meisten Fällen ist eine Schulung unabdingbar. Die Dauer der jeweiligen Hervorhebungen ist programmierbar.

- ▶ **Position halten:** Der Nutzer muss dabei zwar nur eine Bewegung ausführen, sollte aber in der Lage sein, diese durchgängig halten und den Schalter in Notfallsituationen auch loslassen zu können.

### Optimierung der Anzeigendauer:

Ist die Dauer der einzelnen Hervorhebungen zu kurz, kann der Nutzer keine genauen Auswahlen treffen.

Ist sie zu lang, kann es für den Patienten höchst frustrierend sein, den Rollstuhl unter seinem ihm möglichen Tempo zu bedienen.

Eine zuverlässige und systematische Methode für die Wahl der optimalen Anzeigendauer für die Scan-Systemsteuerung mit nur einem Schalter ist die „0,65-Regel“ (Simpson et al., 2006):

#### Reaktionszeit des Benutzers / 0,65 = Aktivierungszeit

Beispiel: Die Reaktionszeit für das Betätigen eines Schalters (diese lässt sich problemlos messen) beträgt zwei Sekunden.

**2 Sekunden / 0,65 = 1,3 Aktivierungszeit**

### Scan-Systemsteuerung mit LiNX REM400 und REM500

Für die Verwendung der Scan-Programmierung ist die Wahl der geeigneten Steuerelemente wichtig. Mit dem neuen LiNX-Steuerungssystem haben wir Funktionen geschaffen, mit denen sich die Verwendung der Scan-Systemsteuerung weniger zeitraubend und einfacher gestalten lässt.



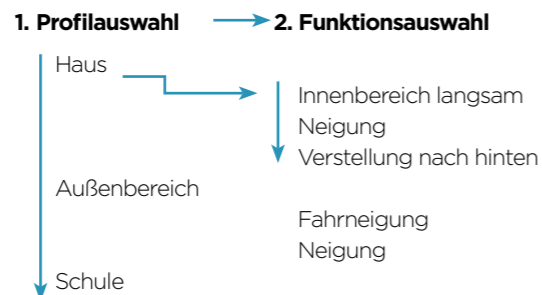
### Display

► Bei der Entwicklung des Farbdisplays für REM400 und 500 wurden viel Forschungsarbeit und viele Überlegungen darin investiert, die richtigen Farben und gute Sichtbarkeit unter allen Bedingungen zu erreichen.

Abgesehen von den Standardsymbolen, die zur Visualisierung der Funktionen auf dem Display angezeigt werden, hat der Benutzer auch Zugriff auf eine **Navigation durch Untermenüs**. Das Durchsuchen der Ebenen wird durch eine Drop-down-Liste vereinfacht.

Beispiel: Es gibt drei Profile – **Haus, Außenbereich und Schule**.

Zunächst werden die Profile durchsucht und das gewünschte Profil ausgewählt. Danach werden die unterschiedlichen Funktionen in diesem Profil durchsucht.



Das Durchsuchen kann so programmiert werden, dass immer oben in der Liste begonnen wird, oder dort, wo die Liste zuvor beendet wurde. Es gibt auch die Option, je nach Benutzerbedarf Profile hinzuzufügen oder zu löschen.

### Einrichtung von Profilen

► Die Standardprofile für Fahren und Sitzverstellungen sind nicht mehr festgelegt. Dies ist der Fähigkeit von LiNX zu verdanken, die Steuerungen für Fahren, Sitzverstellungen und Umfeldsteuerungen zu kombinieren und einander anzupassen. In der folgenden Tabelle sind die verfügbaren Optionen aufgeführt:

#### Beispiel 1

**Profile:** Fahren 1  
Fahren 2  
Fahren 3  
**Funktionen:** Sitzwinkelverstellung  
Rückenwinkelverstellung  
Sitzlifter  
Beinstützen (z.B.: LNX)

Die Profile können auch über optionale Fahrpulve festgelegt werden, also durch Kopf- oder Kinnsteuerung oder einer Steuerung durch die Begleitperson. Zudem kann der Name eines Profils in einen einprägsameren Namen geändert werden.

Für die Scan-Funktion bedeutet dies, dass jedes Profil einzeln konfiguriert werden kann – Funktionen, die in einer bestimmten Umgebung nicht verwendet werden, können ausgeblendet werden. Eines der Profile könnte z.B. „Mein Haus“ heißen. Die Funktionen darin können nach Belieben des Nutzers konfiguriert werden.

Ein Beispiel: Sie nähern sich Ihrem Haus und verringern die Geschwindigkeit. Um zur Tür zu kommen, müssen Sie eine Rampe herunterfahren. Dafür neigen Sie den Rollstuhl immer nach hinten. Nachdem Sie das Haus betreten haben, stellen Sie die Neigung wieder hoch und fahren zum Computer, um Ihre E-Mails zu checken.

#### Beispiel 2

**Profile:** *Innenbereich* Langsame Fahrgeschwindigkeit  
Sitzwinkelverstellung  
Rückenwinkelverstellung  
Beinstützen  
*Außenbereich* Maximale Fahrgeschwindigkeit  
Sitzlifter  
Sitzwinkelverstellung

Die Konfiguration des Profils „Haus“ kann folgendermaßen aussehen:

- Fahren bei geringer Geschwindigkeit – **Innenbereich langsam**
- Anpassen des Sitzwinkels, um die Rampe zu befahren – **Sitzwinkelverstellung**
- Die Rampe befahren – **Innenbereich langsam**
- Sitzwinkel nach Befahren der Rampe zurückstellen – **Sitzwinkelverstellung**
- Zum Computer fahren – **Innenbereich langsam**
- Auf den Computer zugreifen – **Konnektivität**

Funktionen können zum selben Profil hinzugefügt oder wiederholt werden, d. h. bei der Scan-Auswahl kann die Reihenfolge der Funktionsabfolgen personalisiert werden, sodass nicht sämtliche Sitzverstellungs- oder Fahrfunktionen durchsucht werden müssen.

## Beurteilung der Steuerungen

► Die Wahl der idealen Steuerung richtet sich nach den körperlichen, mentalen und emotionalen Fähigkeiten des Nutzers.

Ziel der Bewertung der Körperfunktionen ist es, die optimale Position für die Person zu ermitteln und ihre Fähigkeit zu bestimmen, eigenständig auf die Steuerung des Rollstuhls zuzugreifen.



### Was muss beurteilt werden?

- **Motorische Kontrolle: Fähigkeiten zur Fein- und Grobmotorik**
- **Bewegungsbereich: sowohl passiver als auch aktiver Bewegungsbereich**
- **Muskelkraft**
- **Ausdauer**
- **Muskeltonus und Vorhandensein von Primitivreflexen und Reaktionen**

Es ist zu beachten, dass das Vorliegen einer neurologischen Störung sowohl den Bewegungsbereich als auch die Körperkraft beeinträchtigt. Dies kann die „Standard“-Verfahren für die Bewertung beeinflussen, denn die Position der Person wirkt sich auf den Muskeltonus und damit auf ihren Bewegungsbereich und ihre Kraft aus. Der Muskeltonus und das Vorhandensein der obligatorischen Bewegungen sind wichtige Aspekte für Personen mit neurologischen Störungen. Die Position der

Person beeinflusst die möglichen Bewegungen. Der Muskeltonus muss in verschiedenen funktionalen Positionen eingeschätzt werden, z. B. in Bauch- und in Rückenlage und im Sitzen.

Auch die Reflexe und obligatorischen Bewegungen müssen beurteilt werden, um zu ermitteln, inwiefern sie die Bewegungen oder Funktionen beeinflussen.

Die wichtigsten zu beurteilenden Tonusreflexe sind:

- asymmetrische und symmetrische tonische Nackenreflexe
- tonischer Labyrinthreflex
- Extensorstoß
- Beißreflexe
- Greifreflexe

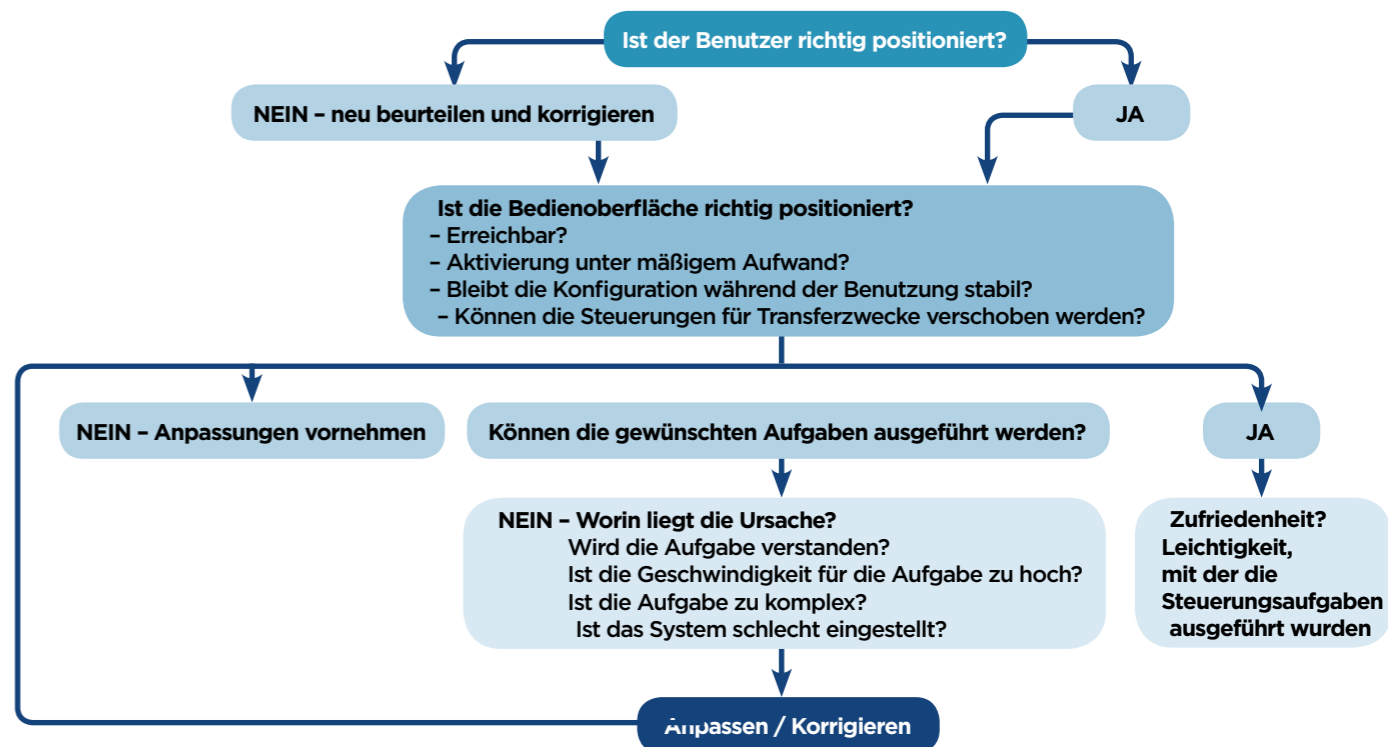
Die Fähigkeit, bei einer Bewegung aus der Vertikalen den Kopf aufzurichten, seitlich oder in anteriorer/posteriorer Ebene, ist

eine weitere Komponente. Die Haltungskontrolle ist eine verwandte Komponente, die sich auf die Fähigkeit bezieht, den Rumpf vertikal auszurichten.

Bei der Durchführung einer Untersuchung zur Bestimmung der Funktion in verschiedenen Positionen ist es wichtig, richtig mit dem Benutzer umzugehen und das Gleichgewicht und die Haltungskontrolle herauszufordern, sodass der Grad der Unterstützung bestimmt werden kann, der für die Arbeit in einer bestimmten Position und die in dieser Position möglichen Bewegungen benötigt wird.

Zur Beurteilung der Fein- und Grobmotorik werden grundsätzlich die allgemeinen motorischen Fähigkeiten untersucht. Zu den Tests der grobmotorischen Fähigkeiten gehören Gleichgewichtstests mit symmetrischen und asymmetrischen Bewegungen und Koordinationstests.

### Bewertung der Effektivität der Steuerungskonfiguration



# Referenzen

- > Access to Independence Assistive Technology Solutions for People with Disabilities – Resources at [www.atilange.com](http://www.atilange.com)
- > ACE Centre North. Switch Assessment and Planning Framework for Individuals with Physical Disabilities – [acecentre.org.uk/Websites/aceoldham/images/InfoSheets/SwAssessmentFramework](http://acecentre.org.uk/Websites/aceoldham/images/InfoSheets/SwAssessmentFramework)
- > Albert, M., Cook, J. & Miller, P. Assistive Technologies Principles & Practices – 4th edition. 2015.
- > Arledge, S., Armstrong, W., Babinec, M., Dicianno, B.E., Digiiovine, C., Dyson-Hudson, T., Pederson, J., Piriano, J., Plummer, T., Rosen, L., Schmeler, M., Shea, M. & Stogner, J. The RESNA Wheelchair Service Provision Guide. Arlington. RESNA2011.
- > Barker, M.R. & Cook, A.M. A systematic approach to evaluating physical ability for control of assistive devices. Proc 4th Ann Conf Rehabil Eng. Pp. 287-289. 1982.
- > Brad, E., Dicianno, M.D., Rory, A. & Coltellaro, M.S. Joystick Control for Powered Mobility: Current State of Technology and Future Directions – Phys Med Rehabil Clin N Am. 21(1): 79-86. 2010.
- > Brown, L. & Messenger, R.W. Respiratory implication of seating and positioning systems. Clinical corner DIRECTIONS. Vol. 3 p56-59. 2012.
- > Burns, S.P. & Betz, K.L. Seating pressures with conventional and dynamic wheelchair cushions in tetraplegia. Arch Phys Med Rehabil. Vol 80 (5): 566-71. 1999.
- > Carden, N. Powered Mobility empowering participation – Cerebral Palsy Alliance. 2009.
- > Christiansen, C & Baum, C. Occupational Therapy Performance, Participation, and Well-Being – 3rd edition. 2005.
- > Cowan, R., Fregly, B., Boninger, M., Chan, L., Rodgers, M. & Reinkensmeyer, D. Recent trends in assistive technology for mobility – Journal Of Neuroengineering And Rehabilitation. 2012.
- > Ding, D., Cooper R.A. & Kaminski B.A. Integrated control and related technology of assistive devices, Assist Technol 15(2): 89-97. 2003.
- > EnableNSW and Lifetime Care & Support Authority. Guidelines for the prescription of a seated wheelchair or mobility scooter for people with a traumatic brain injury or spinal cord injury. EnableNSW and LTCSA Editor. 2011.
- > Giesbrecht, E.M., Ethans, K.D. & Staley, D. Measuring the effect of incremental angles of wheelchair tilt on interface pressure among individuals with spinal cord injury. Spinal Cord. Vol 49, p827-831. 2011.
- > Gray, D., Gould, M. & Bickenbach, J. Environmental barriers and disability. Journal of Architectural and Planning Research, 20, 29-37. 2003.
- > Hardy, P. Powered wheelchair mobility: An occupational performance evaluation perspective. Australian Occupational Therapy Journal, 51, 34 -42. 2004.
- > Harvey, P. Introduction to occupation: the art and science of living. Reed Business. 2012.
- > Hobson, D. Comparative effects of posture on pressure and shear at the body-seat interface. Journal of Rehabilitation Research and Development. Vol 29: 4, 21-31. 1992.
- > Huhn, K., Guarrera-Bowlby, P. & Deutsch, J.E. The clinical decision-making process of prescribing power mobility for a child with cerebral palsy. Pediatric Physical Therapy, 19, 254 -260. 2007.
- > Hunt, P.C., Boninger, M.L., Cooper, R.A., Zafonte, R.D., Fitzgerald, S.G. & Schmeler, M.R. Demographic and socioeconomic factors associated with disparity in wheelchair customizability among people with traumatic spinal cord injury. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 1859-64. 2004.
- > Isaacson, M. Best practices by occupational and physical therapists performing seating and mobility evaluations. RESNA-Assistive Technology Journal, 23, 1. 2011.
- > Iezzoni, L.I. & O'Day, B. L. More than ramps: A guide to improving health care quality and access for people with disabilities. NY: Oxford Press. 2006.
- > Keyser, J., Jones, R., Gosset, A., & Morgan, E. Development of the home and community environment (HACE) instrument. Journal of Rehabilitation Medicine, 37(1), 37-44. 2006.
- > Kielhofner, G. Model of Human Occupation Theory and Application. 4th edition. 2008.
- > Kilkens, O.J.E., Post, M.W.M., Dallmeijer, A.J., Seelen, H.A.M. & Van Der Woude, L.H.V. Wheelchair skills tests: a systematic review. Clinical Rehabilitation, 17, 418-430. 2003.
- > Kiresuk, T.J., & Sherman, R.E. Goal attainment scaling: A general method for evaluating comprehensive community mental health programmes. Community Mental Health Journal, 443-453. 1968.
- > Lange, M. Interfacing Assistive Technology with Power Wheelchairs: Introduction to Interfacing. 1999.
- > Muratori, L., Lamberg, E., Quinn, L. & Duff, S. Applying principles of motor learning and control to upper extremity rehabilitation – NIH Public Access J Hand Ther, 26(2): 94-103. 2013.
- > McMillan, Ian R. & Carin-Levy, G. Tyldesley & Grieve's Muscles, nerves and movement in Human Occupation – 4th edition. 2015.
- > Minkel, J.L. Seating and Mobility Considerations for People with Spinal Cord Injury. Physical Therapy, 701-9. 2000.
- > Mortensen W.B. & Miller W.C. The wheelchair procurement process: perspectives of clients and prescribers. Canadian Journal of Occupational Therapy, 167-75. 2008.
- > Mortensen, W., Miller, W., Boiley, J., Steele, B., Crawford, E., & Deharnais, G. Overarching principles and salient findings for inclusion in guidelines for powered mobility use within residential care facilities. Journal of Rehabilitation Research and Development, 43(2). 2006.
- > Mukherjee, A. & Chakravarty, A. Spasticity Mechanisms for the clinician. Department of Neurology, Vivekananda Institute of Medical Sciences, Kolkata, India – Frontiers in Neurology. 2010.
- > Nilsson, I. M. Driving to learn: powered wheelchair training for those with cognitive disabilities. International Journal of Therapy and Rehabilitation, 13(11), 517-527. 2006.
- > Nilsson, L. & Durkin, J. Assessment of learning powered mobility use—Applying grounded theory to occupational performance. Division of Occupational Therapy and Occupational Science, Department of Health Sciences, Lund University, Lund, Sweden; 2Independent Researcher, East Sussex, United Kingdom. JRRD Volume 51, Number 6. 2014.
- > RESNA. Position on the Application of Tilt, Recline, and Elevating Legrests for Wheelchairs Literature Update. 2015.
- > RESNA. Position on the Application of Tilt, Recline and Elevating Legrests for Wheelchairs. 2008.
- > Routhier, F., Vincent, C., Desrosiers, J. & Nadeau, S. Mobility of wheelchair users: a proposed performance assessment framework – Disability And Rehabilitation. 2003.
- > Shinohara, K., Yamada, T., Kobayashi, N. & Forsyth, K. The Model of Human Occupation-Based Intervention for Patients with Stroke: A Randomised Trial. Hong Kong Journal of Occupational Therapy 22, 60-69. 2012.
- > Sprigle, S., Lenker, J. & Searcy, K. Activities of suppliers and technicians during the provision of complex and standard wheeled mobility devices. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, 219-225. 2012.
- > Stavness, C. The effect of positioning for children with cerebral palsy on upper extremity function: a review of the evidence. Physical & Occupational Therapy in Pediatrics. Vol. 26 (3), p 39-53. 2006.
- > Undzisz, M.F., Zoltan, B. & Pedretti, L.W. Evaluation of motor control. Occupational therapy: Practice skills for physical dysfunction, St. Louis. 1996.
- > Vaisbuch, N., Meyer, S. & Weiss, P. L. Effect of seated posture on interface pressure in children who are able-bodied and who have myelomeningocele. Disabil Rehabil. Vol 22(17), 749-755. 2000.
- > Weiss, P.L. Mechanical characteristics of microswitches adapted for the physically disabled. J Biomed Eng 12:398-402. 1990.
- > Wheelchair Skills Program (WSP) version 4.1 – Wheelchair Skills Training Program (WSTP) Manual – [www.wheelchairskillsprogramme.ca](http://www.wheelchairskillsprogramme.ca)



**Invacare GmbH**

Am Achener Hof 8

88316 Isny

Deutschland

Telefon +49 7562 700-0

[kontakt@invacare.com](mailto:kontakt@invacare.com)[www.invacare.de](http://www.invacare.de)**Invacare Austria GmbH**

Herzog-Odilo-Straße 101

5310 Mondsee

Österreich

Telefon +43 6232 553-50

Fax +43 6232 553-54

[info-austria@invacare.com](mailto:info-austria@invacare.com)[www.invacare.at](http://www.invacare.at)**Invacare AG**

Benkenstrasse 260

4108 Witterswil

Schweiz

Telefon +41 61 48770-80

Fax +41 61 48770-81

[switzerland@invacare.com](mailto:switzerland@invacare.com)[www.invacare.ch](http://www.invacare.ch)

© 2017 Invacare International Sàrl. Alle Rechte vorbehalten. Die Angaben entsprechen bei Drucklegung dem aktuellsten Stand. Technische Änderungen unserer Produkte behalten wir uns vor. Stand 08/2017 Art.-Nr. 1606871

[www.invacarelinx.com](http://www.invacarelinx.com)[www.invacareUlm.com](http://www.invacareUlm.com)[www.linx4you.com](http://www.linx4you.com)**Yes, you can.®**