

# *Gelenkversteifung in gebrauchsgünstiger Stellung*

**H.-T. Klemm, V. Wittchen,  
W. Willauschus, R. A. Fuhrmann &  
B. Hohendorff**

**Der Unfallchirurg**

Organ der Deutschen Gesellschaft für  
Unfallchirurgie

ISSN 0177-5537

Unfallchirurg

DOI 10.1007/s00113-020-00913-4



**Your article is protected by copyright and all rights are held exclusively by Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature. This e-offprint is for personal use only and shall not be self-archived in electronic repositories. If you wish to self-archive your article, please use the accepted manuscript version for posting on your own website. You may further deposit the accepted manuscript version in any repository, provided it is only made publicly available 12 months after official publication or later and provided acknowledgement is given to the original source of publication and a link is inserted to the published article on Springer's website. The link must be accompanied by the following text: "The final publication is available at [link.springer.com](http://link.springer.com)".**

Unfallchirurg

<https://doi.org/10.1007/s00113-020-00913-4>

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2020

**Redaktion**

W. Mutschler, München

J. Neu, Hannover

K.-G. Kanz, München

H.-T. Klemm<sup>1,2</sup> · V. Wittchen<sup>3</sup> · W. Willauschus<sup>2,4</sup> · R. A. Fuhrmann<sup>2,5</sup> · B. Hohendorff<sup>6</sup><sup>1</sup> Freies Institut für medizinische Begutachtungen, Bayreuth, Deutschland<sup>2</sup> Fachgesellschaft Interdisziplinäre Medizinische Begutachtung (FGIMB e. V.), Hamburg, Deutschland<sup>3</sup> Dr. Eick & Partner Rechtsanwälte Partnerschaft mbB, Hamm, Deutschland<sup>4</sup> alphaMED, Orthopädisch-unfallchirurgische Praxisklinik, Bamberg, Deutschland<sup>5</sup> Klinik für Fuß- und Sprunggelenkchirurgie, Rhön-Klinikum Campus Bad Neustadt, Neustadt, Deutschland<sup>6</sup> Handchirurgie, Abteilung Hand-, Ästhetische und Plastische Chirurgie, Elbe-Klinikum Stade, Stade, Deutschland

# Gelenkversteifung in gebrauchsgünstiger Stellung

## Überlegungen zur Invaliditätsbemessung in der privaten Unfallversicherung

### Zielstellung

Die Invaliditätsleistung ist das Herzstück der privaten Unfallversicherung. Sind die Bedingungen für den Eintritt des Versicherers zur Invaliditätsleistung erfüllt, und der ärztliche Sachverständige kann eine Beeinträchtigung der (hier körperlichen) Leistungsfähigkeit der versicherten Person nachweisen, so stellt sich die Frage, nach welchen Kriterien die Invalidität zu bemessen ist. Hierzu gibt der Versicherer in der sog. Gliedertaxe (Ziff. 2.1.2.2.1 AUB 2014) feste Invaliditätsgrade bei Verlust oder völliger Funktionsunfähigkeit bestimmter Körperteile vor. Diese pauschalierten Sätze der Gliedertaxe sind dabei für ihren Bereich abschließend und nicht einer individuellen Korrektur zugänglich [1]. Neben diesen Werten des Verlustes oder der vollständigen Funktionsunfähigkeit der Körperteile wird im Bedingungsmerk des Versicherers ausgeführt, dass bei Teilverlust oder teilweiser Funktionsbeeinträchtigung der entsprechende Teil der genannten Invaliditätsgrade gelte. Diesbezüglich kann der ärztliche Sachverständige auf anerkannte Bemessungsempfehlungen zurückgreifen, in denen entsprechende Invaliditätswerte für bestimmte Funktionseinschränkungen von Gelenken bis hin zur Versteifung vorge-

geben werden<sup>1</sup>. Dabei wird bei den Versteifungswerten eine gebrauchsgünstige Stellung zugrunde gelegt, ohne dass diese regelhaft näher definiert ist.

Die Autoren haben sich für die Überarbeitung der Bemessungsempfehlungen zur Invalidität die Aufgabe gestellt, diese gebrauchsgünstigen Stellungen möglichst nachvollziehbar an einer Literaturrecherche darzustellen, sodass sie die Grundlage der weiteren Überarbeitung der Bemessungsempfehlungen werden.

### Systematik der Gliedertaxe

Der Systematik der Gliedertaxe kann der um Verständnis der Versicherungsbedingungen bemühte Versicherte entnehmen, dass der Versicherer ihm für den Verlust einer Gliedmaße/eines Gliedmaßenteils oder einer völligen oder teilweisen Funktionsunfähigkeit eine Invaliditätsleistung verspricht. Dabei wird jedem abgegrenzten Teilbereich der Extremität ein fester Invaliditätsgrad zugeordnet (■ Tab. 1), der mit Rumpfnähe des Teilgliedes steigt.

Je rumpfnäher also der Verlust oder eine diesem gleichgestellte Funktionsstörung ist, desto höher ist auch die Invalidität zu bemessen.

Die Verlustwerte sind durch das Bedingungsmerk unverrückbar vorgegeben. Bei Verlust einer Gliedmaße oder eines Gliedmaßenteils bedarf es also nicht zwingend ärztlichen Sachverständigen, die geschuldete Invaliditätsleistung zu beziffern. Schwieriger gestaltet es sich nun aber für die Fragestellung, wie auf Grundlage dieser Verlustwerte ärztlich-gutachtlich ein Teilverlust oder eine teilweise Funktionsbeeinträchtigung mit einer Invalidität bemessen werden soll? Logischer Schluss ist, dass gewissermaßen die nächstniedrigere Invalidität nach dem Verlust/der völligen Funktionsunfähigkeit durch die Versteifung eines Gelenkes vorgegeben wird. Wie ist nun aber eine solche Versteifung mit einem Invaliditätseckwert zu bemessen, da doch völlig unterschiedliche Stellungen der an der Versteifung beteiligten Gelenkpartner denkbar sind? Ein Kniegelenk kann dementsprechend z. B. in Streckstellung versteift sein oder aber auch in einer 10°-Beugstellung oder vielleicht sogar im 90°-Winkel. Allen 3 z. T. natürlich nur theoretisch vorstellbaren Unfallverletzungsfolgen liegt eine Versteifung zugrunde, und alle 3 Betroffenen werden sich unterschiedlich

<sup>1</sup> Hier beispielhaft die am meisten verbreitete Bemessungsempfehlung: Schröter F, Ludolph E: Begutachtung – Bemessung der Invalidität auf Dauer nach der Gliedertaxe; Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie (2009) 147 (2) 130–135 [2]; mit geringfügigen Überarbeitungen/Aktualisierungen in: Thomann KD, Grosser V, Schröter F: Orthopädisch-unfallchirurgische Begutachtung. 3. Auflage, Elsevier [3].

**Tab. 1** Verlustwerte nach AUB-Musterbedingungen

Verlust von	Invaldität
Arm	70 %
Arm bis oberhalb des Ellenbogengelenks	65 %
Arm bis unterhalb des Ellenbogengelenks	60 %
Hand	55 %
Daumen	20 %
Zeigefinger	10 %
Andere Finger	5 %
Bein über der Mitte des Oberschenkels	70 %
Bein bis zur Mitte des Oberschenkels	60 %
Bein bis unterhalb des Knies	50 %
Bein bis zur Mitte des Unterschenkels	45 %
Fuß	40 %
Große Zehe	5 %
Andere Zehe	2 %

in ihrer Funktion eingeschränkt fühlen und auch sein.

### Funktionelle Betrachtungsweise

Würde man nun allein die Funktion eines Gelenkes anatomisch-funktionell betrachten, so müsste sich die Invaliditätsbemessung daran orientieren, wie viele durch das Gelenk leistbare Funktionen eingeschränkt sind? Dies wäre vorstellbar dergestalt, dass man die Gesamtbeweglichkeit des Gelenks in allen ihm möglichen Bewegungsebenen in Grad aufaddiert und danach vermeintlich mathematisch genau das Funktionsdefizit des Gelenks prozentual an der Einschränkung der Bewegungsgrade bemisst. Dies hätte zur Folge, dass ein versteiftes Gelenk völlig unabhängig von der Stellung der versteiften Gelenkpartner zueinander mit einem festen Invaliditätsgrad bemessen würde. Dies ist im Hinblick auf das oben dargestellte Beispiel der Kniegelenkversteifung für den Versicherten sicherlich nicht nachvollziehbar. Es entspricht auch nicht der korrekten Umsetzung der Unfallversicherungsbedingungen, denn dort wird allein auf die vollständige oder teilweise Funktionsbeeinträchtigung abgestellt und nicht auf eine rein anatomisch-funktionelle. Im Übrigen muss beachtet werden, dass aus juristischer Sicht Ausgangspunkt einer jeden Bemessung der Invalidität die Begrifflichkeit der in § 180

Satz 1 VVG legal definierten Invalidität sein muss. Demnach setzt die Invalidität voraus, dass die körperliche oder geistige Leistungsfähigkeit der versicherten Person unfallbedingt dauerhaft beeinträchtigt ist. Soweit der Versicherer mit seinem vertraglichen Leistungsversprechen und hiervon zugunsten des Versicherungsnehmers abweichenden vertraglichen Regelungen nicht von der gesetzlichen Begrifflichkeit des Dauerschadens abweicht, kann also rechtlich konstatiert werden, dass auch bei der Versteifung in gebrauchsgünstiger Stellung auf die jeweiligen Funktionsausfälle maßgeblich abzustellen ist (Knappmann, in: Prölss/Martin, VVG, 30. Auflage, § 180 VVG, Rdnr. 3 sowie Grimm, AUB, Ziffer 2 zu AUB 99, Rdnr. 3). Es ist also nicht die anatomisch-funktionelle Beeinträchtigung maßgebend zu bemessen, sondern die funktionelle Beeinträchtigung des Versicherten, wobei Vergleichsmaßstab der durchschnittliche Versicherte gleichen Alters und Geschlechts ist. Wirkt sich die Versteifung im Hinblick von verbleibenden Restfunktionen negativ auf andere Teiglieder und/oder Funktionen aus, sind auch derartige Funktionsdefizite zu bemessen. Insoweit ist aus juristischer Sicht hinsichtlich der Anforderungen an eine Bemessungsempfehlung zunächst die generell günstigste Versteifungsstellung des betroffenen Gliedes/Teigliedes gedanklich zu bemessen, was eine Versteifungssituation darstellt, die für den durchschnittlichen Versicherungsnehmer

mer gleichen Alters und gleichen Geschlechts die wenigsten funktionellen Defizite mit sich bringt. Subsumierend sind weitere negative Abweichungen von dieser „günstigsten“ Versteifungssituation in funktioneller Hinsicht zu berücksichtigen, wie z.B. Einschränkung der Abrollfunktion, hinkender Gang aufgrund einer Schrägstellung des verblieben Teigliedes und funktionelle Bewegungsbeeinträchtigung aufgrund der tatsächlich durchgeführten Versteifung z.B. in Schrägstellung (hierzu zuletzt: OLG Frankfurt, Urteil vom 03.04.2019 – 7 U 81/18 – rus 2020, 167–169). Hat eine konkrete Versteifung auf die körperliche Leistungsfähigkeit hingegen keinen Einfluss, ist also ein Funktionsdefizit konkret nicht festzustellen, wird auch der durchschnittliche Versicherungsnehmer verstehen müssen, dass insoweit eine Invaliditätsleistung nicht in Betracht kommt. Nur für objektiv festzustellende funktionelle und nicht lediglich anatomisch-funktionelle Defizite als Folge der unfallbedingten ersten konkreten Gesundheitsschädigung kann der Versicherungsnehmer Leistungen in Form einer Invalidität verlangen. Wenn folglich eine Versteifung funktionell keine Auswirkung auf die körperliche Leistungsfähigkeit hat, was bei lebensnaher Betrachtung kaum zu erwarten sein dürfte, ergibt sich bereits de lege lata kein Anspruch auf eine Invaliditätsentschädigung, jedenfalls soweit der bedingungsgemäße Leistungsanspruch des Versicherers nicht über die Legaldefinition in § 180 Satz 1 VVG abweicht, was selbstverständlich im Einzelfall einer Prüfung unterliegt.

Auch aus der Wertigkeit verschiedener Extremitätenteile (Verlustwerte) ergibt sich aus Sicht der Autoren für das Verständnis des durchschnittlichen Versicherten, dass es bei dem Versprechen der Invaliditätsleistung darum geht, welche Funktionen aufgrund der Unfallverletzungsfolgen verschlossen sind. Dabei ist auf den üblichen Bewegungsrahmen, also die Alltagskompetenz, abzustellen. Es spielt keine Rolle, ob der Versicherte z.B. für seine berufliche Tätigkeit selten abgerufene oder außer der Norm liegende Funktionen eines Extremitätengelenks abrufen will wie

## Zusammenfassung · Abstract

z. B. die künstlerische „Schlangenfrau“ gegenüber dem Verwaltungsangestellten. Es geht also nicht um eine besondere berufliche Betroffenheit. Es spielt aber sehr wohl – wie oben eingehend dargelegt – eine Rolle, wie die durchschnittliche Funktion (hier des Gelenks) tatsächlich eingeschränkt ist, mithin ist also auf die durchschnittliche Alltagsfunktion des Gelenks abzustellen. Insofern ist es zweifelsfrei richtig, bei der Angabe von Invaliditätseckwerten für versteifte Gelenke eine gebrauchsgünstige Stellung zu benennen. Dies erschließt sich auch aus dem logischen Verständnis des Gebrauchs der Extremität, da ein Betroffener mit einer Kniegelenkversteifung in 10°-Einbeuge im alltäglichen Leben zweifelsfrei deutlich weniger eingeschränkt ist als ein Patient mit Versteifung in Streckstellung oder hohem Beugewinkel.

Will man nun aber derartige Versteifungswerte in gebrauchsgünstiger Stellung definieren, so muss man sich im Klaren sein, welche Gelenkstellung damit überhaupt gemeint ist.

### Detektion einer gebrauchsgünstigen Arthrodesenstellung

In der heutigen Zeit findet man außer Hand- und Fußgelenke betreffend in der Literatur natürlich kaum noch Empfehlungen zur Versteifung von Gelenken, da diese in der Mehrzahl der Fälle durch die moderne Endoprothetik vermieden werden können. Auch ein Hüftgelenkresezierter kommt im Regelfall mit dieser Girdlestone-Situation besser zurecht als mit einer Versteifung des Gelenks. In aller Regel wird man also Empfehlungen zu Gelenkversteifungen – sieht man einmal von Hand- und Sprunggelenk ab – nur in lang zurückliegenden Literaturquellen finden, sodass bei hier vorliegender Fragestellung eine systematische Literaturrecherche nicht zu einem brauchbaren Ergebnis führen kann. Die Autoren haben deshalb vorzugsweise die neuere deutsch- und englischsprachige Literatur in *Google* und *LIVIVO* zu den Stichpunkten (Arthrodesen Handgelenk, Arthrodesen Ellbogengelenk, Arthrodesen Schultergelenk, Arthrodesen Sprunggelenk, Arthrodesen Kniegelenk, Arthrodesen Hüftgelenk,

Unfallchirurg <https://doi.org/10.1007/s00113-020-00913-4>  
© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2020

H.-T. Klemm · V. Wittchen · W. Willauschus · R. A. Fuhrmann · B. Hohendorff

## Gelenkversteifung in gebrauchsgünstiger Stellung. Überlegungen zur Invaliditätsbemessung in der privaten Unfallversicherung

### Zusammenfassung

Wenn nach einem Unfall eine Funktionsstörung verbleibt, die eine körperliche und/oder geistige Leistungsfähigkeit dauerhaft einschränkt, liegt eine Invalidität vor. In der privaten Unfallversicherung ist es die Aufgabe des ärztlichen Sachverständigen, diese Invalidität in Zusammenschau der Befunde aus der wissenschaftlichen Literatur im Abgleich mit den allgemein anerkannten Eckwerten zu bemessen. Die vorrangige Gliedertaxe definiert dabei zunächst Verlustwerte. Bei den „nächstniederen“ Invaliditätswerten zur Versteifung von Extremitätengelenken wird in den Bemessungsempfehlungen eine gebrauchsgünstige Stellung dem Wert zugrunde gelegt, ohne dass diese gebrauchsgünstige Stellung näher definiert wird.

In der folgenden Arbeit haben die Autoren im Spiegel der Literatur diese

gebrauchsgünstigen Stellungen definiert. Herangezogen wurden hier insbesondere die in der unfallchirurgisch-orthopädischen Literatur angeführten operativen günstigen Einstellungen einer jeweiligen Versteifung des betroffenen Gelenkes. Hierbei wurde naturgemäß auf die funktionelle Betrachtungsweise besonderen Wert gelegt. Eine Schwierigkeit dabei ist, dass aufgrund der modernen Endoprothetik der großen Gelenke Literatur zur Versteifung fast schon nur noch historischen Wert besitzt. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden dementsprechend mit den ärztlichen Erfahrungen abgeglichen und werden hier dargestellt.

### Schlüsselwörter

Allgemeine Unfallversicherungsbedingungen · Private Unfallversicherung · Invalidität · Bemessungsempfehlungen · Begutachtung

## Joint arthrodesis in functionally favorable position. Considerations on measurement of disability in private accident insurance

### Abstract

If an accident results in a functional disorder that persists and permanently restricts physical and/or mental capacity, this is referred to as a disability. In private accident insurance it is the task of the medical expert to assess this disability by examining the medical findings and produce an assessment taking account of the literature and comparing against generally acknowledged guidance values. The priority dismemberment disability rating schedule initially provides loss values. For the “next lowest” disability levels for arthrodesis of extremity joints, the assessment recommendations are based on a functionally favorable position although this functionally favorable position is not more precisely defined.

In this article the authors have defined these functionally favorable positions based on

the information available in the literature. In particular, the operatively favorable settings for arthrodesis of the affected joint that are stated in the literature on trauma and orthopedic surgery were consulted. Of course, the functional perspective has been especially emphasized.

A difficulty in achieving this was that the literature on arthrodesis is now almost only of historical value due to modern endoprosthetics. The knowledge gained was checked against medical experience and is expounded here.

### Keywords


General accident insurance conditions · Private accident insurance · Disability · Assessment recommendations · Medical assessment

gebrauchsgünstige Stellung Arthrodesen Gelenkposition) gesichtet und mit den Lehrbüchern aus Orthopädie und Unfallchirurgie sowie den Operationslehren abgeglichen. Von 11.922 Arbeiten, die zur Abstract-Lesung kamen, konn-

ten aus 46 Volltextlesungen verwertbare Empfehlungen für Versteifungen von Schulter-, Ellenbogen-, Hand-, Hüft- und Kniegelenk detektiert werden.

Die Ergebnisse der Recherche sind in **Tab. 2** dargestellt; die Referenzstudien

**Tab. 2** Literaturquellen für Empfehlungen zu Gelenkversteifungen der Extremitätengelenke

Gelenk	Position	Literatur
Schulter	20° Abduktion, 20° Flexion, 45° Innenrotation	Klonz [18]
Schulter	20° Abduktion, 20–30° Anteversion, bis 60° Innenrotation	Freedman [19]; Moseley [20]
Schulter	Abduktion von 20°, Anteversion von 30°, Innenrotation von 40°	Rühmann [21]
Ellenbogen	Leichte Pronation, Beugung 90–100°	Lange [22]
Ellenbogen	70° oder 90° Beugung	Kälicke [23]
Ellenbogen	90° Beugung	O'Neill [24]
Ellenbogen	90° Beugung	Haselhuhn [25]
Handgelenk	10° Extension, minimale Ulnardeviation	Unglaub [26]
Handgelenk	15° Dorsalextension, 0–5° Ulnardeviation	Hastings [27]
Handgelenk	14° Extension, 8° ulnare Abduktion	Barbieri [28]
Hüfte	10° und 25° Beugung, neutrale Rotation bis geringe Außenrotation	Zeiler [29]; Ahlback [30]; Blasier [31]; Callaghan [32]; Lange [33]; Liechti [34]; Lindahl [35]; Lipscomp [36]; Murrell [37]; Nötzli [38]; Schneider [39]; Stewart [40]; White [41]
Hüfte	Flexion: 10–25°, Abduktion/Adduktion: neutral Beinverkürzung um 1,0–1,5 cm Neutrale rotatorische Einstellung	Strecker [42]
Knie	Flexion 15°, Valgus 3–7°, korrekte Einstellung der Rotation	Von Stein [43]
Knie	Flexion 5°, Valgus 5–7°	Klinger [44]
Knie	0° bis 10° Flexion bei Verkürzung bis 3 cm	Behr [45]; Puranen [46]
Knie	0–15° Flexion, 5–7° Valgus	Conway [47]
OSG	Als ideal wird für das OSG eine neutrale Plantar- bzw. Dorsalex-tensionseinstellung angesehen. Der Fuß sollte in etwa 5° valgisiert und 5–10° außenrotiert sein	Buck [48]
OSG	Valgisierung sollte an die kontralaterale Seite angepasst werden	Buck [48]; Morgan [49]; Holz [50]; Müller [51]
OSG	Angestrebt werden sollten eine plantigrade Fußstellung bis 5° Plantarflexion, 0–5° Valgisierung sowie eine Außenrotation des Fußes von 5(–10)° im Vergleich zur Gegenseite	Fuchs [52]; Jerosch [53]; Ramczykowski [54]; Trieb [55]; Zwipp 1994 [56]; Bertrand [57]; Buck [48]; Daniels [58]; deHeer [59]; Endres [60]
USG	Subtalar 0–5° Valgus Talonavikular alle Ebenen in Neutralstellung	Justifer [61]
Zehen	 <b>Abb. 7</b>	Coughlin [62]; Lewis [63]

OSG Oberes Sprunggelenk

zu Finger- und Fußgelenken sind im jeweiligen Abschnitt zitiert.

### Empfohlene Gelenkstellungen bei notwendiger operativer Versteifung von Extremitätengelenken – ein Überblick



Bei der Literaturrecherche wurde auf die als gebrauchsgünstig erachteten Einstellungen der Arthrodesen großer Gelenke zurückgegriffen. Auffällig ist hier, dass mehr Artikel bezüglich der häufig versteiften Gelenke wie Handgelenk oder Sprunggelenk existieren. Versteifungen des Ellenbogens, der Schulter, des Knie- oder Hüftgelenkes haben hier eher historischen Wert, wobei sich speziell am

Kniegelenk auch neue operative Verfahren als Rettungsverfahren („salvage procedure“) nach nichtbeherrschbarem Kniegelenksinfekt nach prothetischer Versorgung etabliert haben.

### Schultergelenk

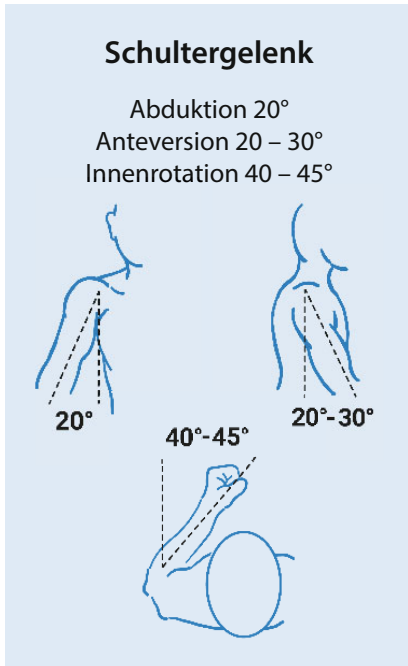
Seitens des Schultergelenkes orientiert sich die gebrauchsgünstige Stellung an der vorhandenen Tätigkeit. Dabei ist zu bemerken, dass es sich um eine Kombination aus einem sehr beweglichen Kugelgelenk sowie den Nebengelenken der Schulter handelt (Articulatio acromioclavicularis und Articulatio sternoclavicularis mit einer zusätzlichen skapulohorakalen Gleitbewegung). Bei der Versteifung des Schulterhauptgelenkes bleibt somit noch eine nichtunwesent-

liche Restbeweglichkeit erhalten. Dies erklärt aber auch, warum die operative Einstellung dieser Schultergelenkversteifung kaum Bezugsebenen für eine korrekte Durchführung der Operation hat.

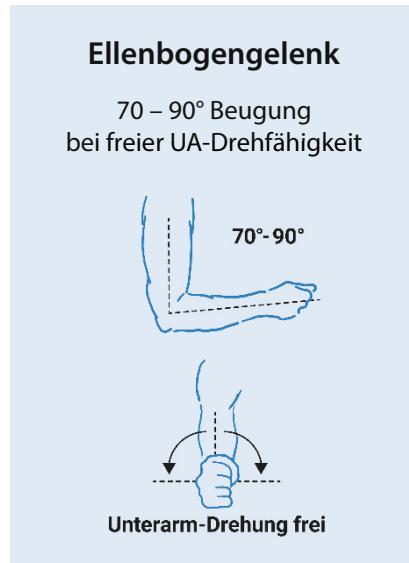
In Auswertung der Literatur in  **Tab. 2** können die in  **Abb. 1** aufgeführten Werte der Schulterhauptgelenkversteifung als gebrauchsgünstig einer Invaliditätsbeurteilung zugrunde gelegt werden.

### Ellenbogengelenk

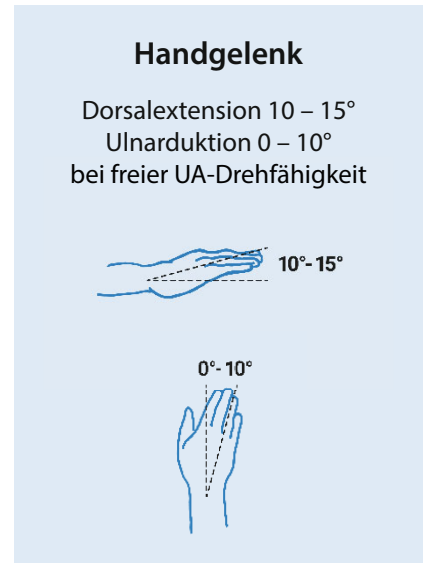
Für die Verrichtungen des täglichen Lebens im Sinne der Eigenhygiene ist eine Versteifung in 90 Grad fast schon als Kompromiss anzusehen. Man bedenke, wie weit man mit einem 90 Grad versteiften Ellbogengelenk seine Haare käm-



**Abb. 1** ▲ Gebrauchsgünstige Schulterhauptgelenksversteifung. (Mit freundlicher Genehmigung der Autoren, alle Rechte vorbehalten)



**Abb. 2** ▲ Gebrauchsgünstige Ellenbogenversteifung. (Mit freundlicher Genehmigung der Autoren, alle Rechte vorbehalten). UA Unterarmdrehung



**Abb. 3** ▲ Gebrauchsgünstige Handgelenksversteifung. (Mit freundlicher Genehmigung der Autoren, alle Rechte vorbehalten). UA Unterarmdrehung

men oder die tägliche Gesichtshygiene durchführen kann. Hingegen ist es mit einem 90 Grad versteiften Ellbogengelenk durchaus nicht einfach, vorhandene Tätigkeiten durchzuführen, welche das Strecken des Ellbogens verlangen. Hier bewährt sich dann eine Versteifung in ca. 70 Grad. Damit kann allerdings die Hand nicht mehr direkt zum Gesicht geführt werden.

Die Drehfähigkeit des Unterarmes sollte bei den Eckwerten zur Invaliditätsbemessung der Ellbogenversteifung nicht adressiert werden, da sie vorwiegend Auswirkungen auf die Handfunktion hat.

Aus der Literaturrecherche (Tab. 2) können die in Abb. 2 dargestellten Werte der Ellenbogengelenksversteifung als gebrauchsgünstig einer Invaliditätsbemessung zugrunde gelegt werden.

## Handgelenk

Was das Handgelenk anbelangt, sollte keine übermäßige Extensionsstellung vorliegen; bei den Arthrosen des Rheumatikers erfolgt häufig eine Einsteifung in 0 Grad oder sogar leichter Flexionsstellung. Als gebrauchsgünstig

werden hier in der Literatur allgemein 10 Grad Extension beschrieben. Hier sind Pro- und Supinationsfähigkeit bei der Einschätzung wichtig. Bei den hier zu definierenden Grundlagen einer Invaliditätsbemessung für eine gebrauchsgünstige Versteifungsstellung muss vom Erhalt der Unterarmdrehfähigkeit ausgegangen werden.

In Abb. 3 sind die Werte einer Gelenksversteifung am Handgelenk aufgeführt, die bei der Invaliditätsbemessung als gebrauchsgünstigste Stellung zu bezeichnen sind.

## Daumen- und Fingergelenke

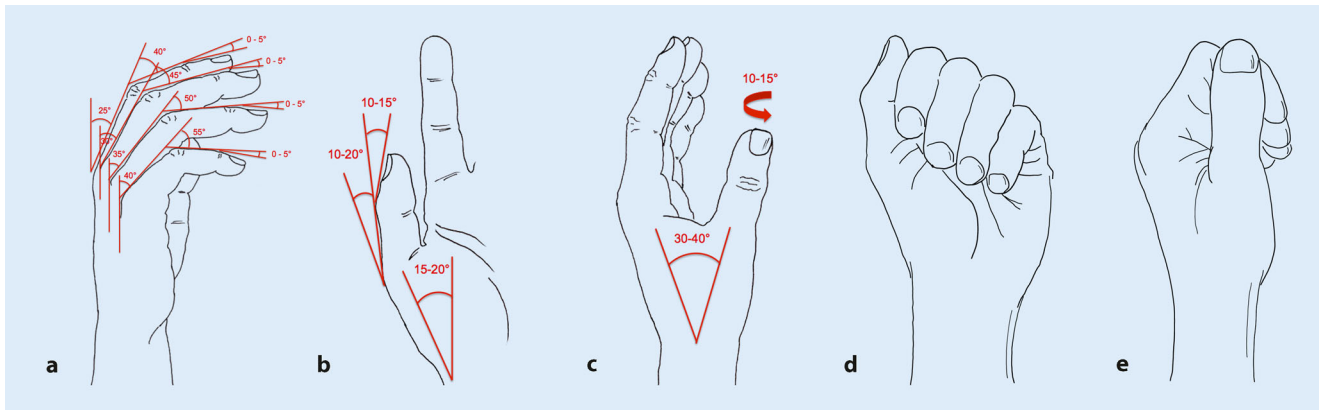
Als Grundlage für die Invaliditätsbemessung an Daumen und Fingern gelten hier zunächst auch die nach AUB vorgegebenen Verlustwerte von 20 % für den Daumen, 10 % für den Zeigefinger und 5 % für einen anderen Langfinger. Verlustwerte für Fingeranteile (z. B. Endglied oder End- mit Mittelglied) sind nicht vorgegeben, werden aber in der bisherigen Literatur relativ einheitlich bemessen.

Bei Verletzungsfolgen stehen als chirurgische Behandlungsoptionen die Resektionsarthroplastik, der künstliche

Gelenkersatz und die Versteifung (Arthrodese) zur Verfügung. Letztere hat gegenüber der Resektionsarthroplastik und dem künstlichen Gelenkersatz bei regulärem Heilungsverlauf die größte Wahrscheinlichkeit der postoperativen Schmerzfreiheit bei sicherer Stabilität, aber den Nachteil der dauerhaften Bewegungseinschränkung [4].

Die Stellung des zu versteifenden Gelenks ist so zu wählen, dass die Funktion der Hand sowohl in Streckstellung der Finger als auch beim Faustschluss so wenig wie möglich beeinträchtigt ist. Ein versteiftes Fingerendgelenk führt erfahrungsgemäß kaum, ein versteiftes Fingergrundgelenk hingegen zu erheblichen Behinderungen beim Einsatz der Hand. Dies lässt sich beispielsweise am Anziehen eines Handschuhs nachvollziehen. Während das Anziehen eines Handschuhs mit einem versteiften Fingerendgelenk mühelos gelingt, ist dies mit einem versteiften Fingergrundgelenk schwierig.

Als gebrauchsgünstige Arthrodesestellungen haben sich die in Abb. 4a-c dargestellten Winkel bewährt, die sich an der natürlichen Position der Gelenke in entspanntem Zustand der Hand – be-



**Abb. 4** ▲ a Arthrodese Winkel der Fingergrund-, -mittel- und -endgelenke. b, c Arthrodese Winkel der Daumengelenke inkl. 1. Mittelhandstrahl. d, e Beim Faustschluss auf der Mittelphalanx des Zeigefingers aufliegende distale Phalanx des Daumens. (Mit freundlicher Genehmigung der Autoren, alle Rechte vorbehalten)

dingt durch den Ruhetonus der Streck- und Beugemuskeln – orientiert. Das Zeigefingergrundgelenk ist hierbei 25°, das Zeigefingermittelgelenk 40° gebeugt. Die Beugestellung der Grund- und Mittelgelenke der angrenzenden Finger nimmt von radial nach ulnar um jeweils 5° zu [5, 6].

Abweichungen von diesen „idealen“ Arthrodesestellungen sind dann sinnvoll, wenn der Patient spezielle Ansprüche an seine Hand durch den Beruf oder Hobbys hat. Ein Uhrmacher wird ggf. eine etwas vermehrte Beugestellung im Zeigefingerendgelenk für feine Präzisionsarbeiten im Spitzgriff bevorzugen, was aber letztlich für die Invaliditätsbemessung keine Rolle spielen darf. Unter Umständen muss sich die Arthrodese nach dem noch vorhandenen Knochen richten, sofern kein zusätzliches Knochentransplantat verwendet wird. Zum Beispiel kann es nach Explantation einer Fingergelenkprothese schwierig sein, infolge des bereits vorhandenen Knochenverlustes und zusätzlicher Knochenresektion eine stabile Arthrodese in idealer Stellung herzustellen. Bestehen bereits relevante Einschränkungen angrenzender Finger, ist auch hier eine von der idealen Stellung abweichende operative Arthrodeseinstellung zu erwägen. Liegt beispielsweise ein steifer Daumen zusammen mit einem kontrakten Zeigefingergrundgelenk vor, ist der Arthrodese Winkel des Zeigefingermittel- und/oder Endgelenks so einzustellen, dass trotzdem ein Spitz-

griff zwischen Daumen und Zeigefinger möglich ist.

Das Daumenendgelenk wird üblicherweise in 10°- bis 15°-Beugung versteift. Yao et al. [7] untersuchten bei 4 Patienten mit einer mittels Schiene simulierten Daumenendgelenkarthrodese die Frage, ob die Arthrodeseinstellung von mehr als 15° Beugung im Hinblick auf die Benutzung eines Smartphones günstiger sei. Es fanden sich jedoch keine Unterschiede zwischen 10° und 30° simulierter Arthrodeseinstellung.

Am Daumengrundgelenk haben sich eine Beugestellung von 10–20° und eine geringe Pronationsstellung zum besseren Schlüssel- und Spitzgriff bewährt [8]. Steiger und Segmüller [9] fanden in einer retrospektiven Studie bei 41 nachuntersuchten Patienten 15° Beugung und 10° Pronation ideal. Bei mehr als 20° Beugung war die Spitzgriffkraft, bei weniger als 10° Beugung die Daumenopposition zu Ring- und Kleinfinger beeinträchtigt. Eine Pronation von 10° ist für eine ausreichend große Kontaktfläche zwischen Daumen und Zeigefinger beim Spitzgriff essenziell [9].

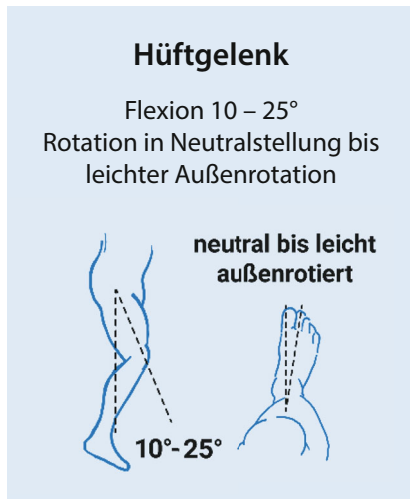
Bei einer heutzutage nur noch selten durchgeführten Daumensattelgelenkarthrodese – z. B. als Rettungsoperation nach gescheiterter Daumensattelgelenkprothese – werden für die Stellung des ersten Mittelhandknochens zur Längsachse der Hand eine Radialabduktion von 15–20°, eine Palmarabduktion von 30–40° und eine Pronation von 10–15° empfohlen [10]. Bei geschlossener Faust

soll die distale Phalanx des Daumens auf der Mittelphalanx des Zeigefingers aufliegen (Abb. 4d; [11]).

Der Verlust an Beweglichkeit im Daumensattelgelenk wird durch die angrenzenden Gelenke teilweise kompensiert. Diese Gelenke sollten daher unbedingt arthrosefrei und in vollem Umfang beweglich sein. Das Gelenk zum Os trapezoideum ist straff ausgebildet und ermöglicht normalerweise allenfalls Wackelbewegungen. Aus diesem Grund ist die Retroversion – das Herausführen des Daumens in die Ebene der Mittelhand – nach einer Daumensattelgelenkarthrodese erschwert [11]. Der Arthrodese des Daumensattelgelenks werden in der Literatur sehr gute Ergebnisse bescheinigt [11–13]. Hervorgehoben werden die große Stabilität und Kraftentwicklung bei anhaltender Schmerzreduktion. Die Patientenzufriedenheit ist hoch und liegt je nach Studie zwischen 60 und 100%. Die sich aus der Versteifung ergebende Bewegungseinschränkung scheint für die meisten Patienten kein Problem zu sein. Darüber hinaus zeigen einzelne Studien insbesondere für das scaphotrapezoidale Gelenk erstaunliche Bewegungsumfänge [11, 12]. Stören kann hingegen die Unfähigkeit, die Hand flach aufzulegen [11].

Die Fingerendgelenke werden üblicherweise in 0°- bis 5°-Beugestellung versteift. Spies et al. [14] untersuchten 17 von 32 Patienten mit einer Fingerendgelenkversteifung mittels Doppelgewindeschraube nach mindestens 14 Mona-

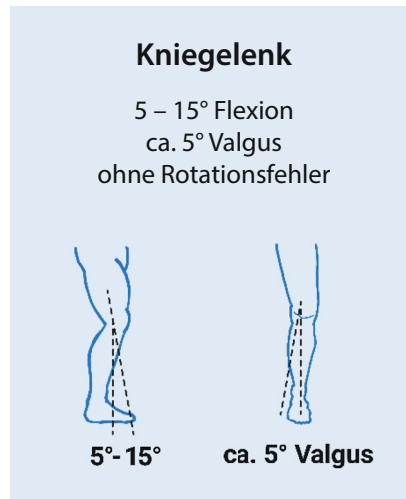




**Abb. 5** ▲ Gebrauchsgünstige Hüftgelenkversteifung. (Mit freundlicher Genehmigung der Autoren, alle Rechte vorbehalten)

ten, wobei 15 dieser Patienten sehr zufrieden waren und sich dieser Operation erneut unterzogen hätten. Mühlendorfer-Fodor et al. [15] untersuchten 10 Patienten mit isolierter Endgelenkversteifung des Zeige- ( $n=2$ ) oder Mittelfingers ( $n=8$ ) bei posttraumatischer Arthrose und ohne sonstige pathologische Veränderungen nach durchschnittlich 55 Monaten mittels Manographie. Bei einer Endgelenkarthrodese des Mittelfingers war die Kraft des betroffenen Strahls reduziert, die Gesamtkraft war aber durch eine Adaptation des Zeigefingers, z. T. auch des Kleinfingers, weitestgehend ausgeglichen. Die 2 Patienten mit der Zeigefingerendgelenkarthrodese sparten den Zeigefinger beim Greifen deutlich aus und hatten eine relativ schwache Gesamtkraft.

Hohendorff et al. [4] versteiften bei 16 Patienten ein Fingermittefgelenk mittels Zuggurtungsosteosynthese. 15 Patienten (5 berufstätig und 10 berentet) konnten nach durchschnittlich 31 Monaten klinisch nachuntersucht werden. Alle Arthrodesen waren stabil verheilt. Kein Patient fühlte sich durch das steife Mittelgelenk im Alltag relevant beeinträchtigt. Die Patienten erreichten mit der betroffenen Hand eine durchschnittliche Griffkraft – gemessen mit einem Jamar-Dynamometer auf der Stufe 3 – von 29 kg, 7% kräftiger im Vergleich zur kontralateralen Hand. Diese Beobachtung belegt, dass die Arthrodese eines Fingermittel-



**Abb. 6** ▲ Gebrauchsgünstige Kniegelenkversteifung. (Mit freundlicher Genehmigung der Autoren, alle Rechte vorbehalten)

gelenks zwar zum Verlust der Beweglichkeit führt, dennoch durch Stabilität und Schmerzfreiheit schlussendlich die Funktion der Hand wieder verbessert [4].

Aussagekräftige Ergebnisse nach Arthrodese des Fingergrundgelenks wurden bisher nicht veröffentlicht. Dies mag daran liegen, dass eine Fingergrundgelenkversteifung wegen der erheblichen Funktionsbeeinträchtigung der Hand vermutlich nur selten durchgeführt wird und mit der Fingergrundgelenkprothese oder dem flexiblen Silikonplatzhalter nach Swanson [16] sinnvollere Alternativen zur Verfügung stehen. Als Rettungsoperation, z. B. bei Versagen einer Prothese, ist die Fingergrundgelenkarthrodese jedoch eine wichtige Behandlungsoption.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Arthrodese von Fingergelenken und/oder Gelenken des Daumens in gebrauchsgünstiger Stellung von Patienten trotz dauerhaftem Bewegungsverlust sehr gut angenommen wird. Schmerzfreiheit und Stabilität führen postoperativ scheinbar sogar zu einer verbesserten Funktion der gesamten Hand im Vergleich zum präoperativen Zustand.

### Hüftgelenk

Bezüglich der Arthrodese der Hüfte kann nur auf ältere Literatur zurückgegriffen werden. Diese stammt meist aus der Zeit der bakteriellen Hüftgelenkinfektionen

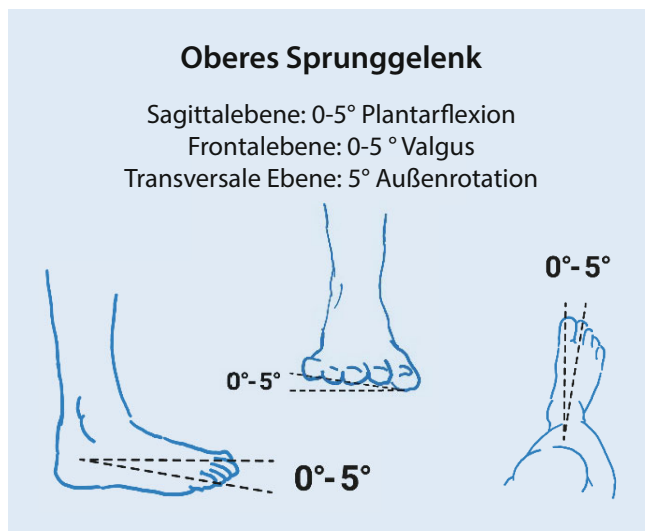
und insbesondere der Tuberkulose. Hier werden eine Flexion zwischen 10 und 25 Grad und eine neutrale Abduktion/Adduktion bevorzugt. Die Rotation sollte neutral sein. Nach Möglichkeit wird auch eine Beinverkürzung um 1,0–1,5 cm angestrebt, damit die Beinschwungphase nicht behindert ist.

In Auswertung der Literatur (Tab. 2) sind in Abb. 5 aufgeführte Werte der Hüftgelenkversteifung als gebrauchsgünstig einer Invaliditätsbemessung zugrunde zu legen.

### Kniegelenk

Die Indikation zur primären Kniegelenkarthrodese wird heutzutage so gut wie nie gestellt. Bei erheblichen Gelenkdestruktionen z. B. durch einen anders nicht beherrschbaren Infekt oder folgenschwere anderweitig nicht beherrschbare Kniegelenkinstabilitäten und nicht zuletzt bei Kniegelenktumoren mit großen knöchernen Defekten muss die Arthrodese mit in die Differenzialtherapie einbezogen werden. Eine sekundäre Kniegelenkarthrodese wird heutzutage als „Rettungsoperation“ bei nicht mehr beherrschbarem Infekt und erheblicher Lockerung einer Endoprothese durchgeführt. Die Zahlen sind auch in größeren Kliniken pro Jahr einstellig [17]. Als Osteosyntheseverfahren kommen Fixateure, Platten, Marknägel und modulare Stabsysteme zur Anwendung. Eine Verkürzung von mehr als 4–5 cm im Vergleich zur Gegenseite sollte vermieden werden. Eine moderate Verkürzung von 1 bis 2 cm ist allerdings erwünscht, weil hierdurch das Durchschwingen des versteiften Beines erleichtert wird. Weiterhin werden ein physiologischer Valguswinkel von 3–7° sowie eine leichte Beugstellung bis 15° angestrebt. Letzte erleichtert das Sitzen und verbessert auch das Gangbild und die Effizienz der umgreifenden Muskeln. Beachtet werden sollte allerdings, dass eine Beugung von mehr als 15° mit einer weiteren Beinverkürzung einhergeht. Die korrekte Einstellung der Rotation ist obligatorisch [43].

Nach Literaturrecherche (Tab. 2) gelangt man zur Empfehlung, die in Abb. 6 genannten Werte der Knie-



**Abb. 7** ◀ Gebrauchsgünstige Sprunggelenkversteifung. (Mit freundlicher Genehmigung der Autoren, alle Rechte vorbehalten)

gelenkversteifung als gebrauchsgünstig einzuordnen.

## Oberes Sprunggelenk

Die Versteifung des oberen Sprunggelenks stellt neben dem endoprothetischen Gelenkersatz die Standardtherapie zur Behandlung einer symptomatischen fortgeschrittenen Arthrose dar. Seltener Indikationen sind neurologisch determinierte Fußdeformitäten oder der Rückzug nach Versagen einer Endoprothese.

Bei der Versteifung des oberen Sprunggelenks ist die dreidimensionale Positionierung des Rückfußes in der Knöchelgabel entscheidend für die Funktion des Fußes.

### Frontalebene: 0–5° Valgus

Ein varisch orientierter Rückfuß führt zu einer asymmetrischen Beanspruchung des Subtalargelenks mit vermehrter Belastung der lateralen Fußsäule und einer supinatorischen Verdrehung des Vorfußes. Hierdurch kommt es zu einer Blockierung der Tarsal- und Mittelfußgelenke mit Limitierung der Ausgleichsbewegungen.

Eine Valgusposition des Rückfußes bei versteiftem oberem Sprunggelenk ist zwar funktionell günstiger als die varische Fehlstellung, allerdings kann es zu einem allmählichen Kollaps der medialen Längswölbung kommen.

### Sagittalebene: 0–5° Plantarflexion

In der sagittalen Ebene ist eine Neutralstellung anzustreben. Bei einer Versteifung in Dorsalextension („Hackenfuß“) ist ein Abrollen des Fußes nicht mehr möglich. Auch die Standsicherheit ist beeinträchtigt. Eine geringe Plantarflexion ist orthopädiesschuhtechnisch (Absatzerhöhung) besser auszugleichen. Allerdings besteht das Risiko einer Rekursion des Kniegelenks und einer Beeinträchtigung der Fußwurzelbeweglichkeit. In der seitlichen Röntgenaufnahme kann die sagittale Ausrichtung quantitativ bestimmt werden (Taluslängsachse in Relation zur Längsachse der distalen Tibia; Normalwert 113°).

Die früher empfohlene Rückversetzung des Fußes ist aus biomechanischen Gründen nicht mehr zu empfehlen. Vielmehr sollte das Rotationszentrum des Talus (oberhalb des Processus lateralis tali) in Verlängerung der Längsachse des Unterschenkels liegen.

### Transversale Ebene: 5° Außenrotation

Die Außenrotation des Fußes lässt sich klinisch bei orthograd ausgerichtetem Knie- und Sprunggelenk beurteilen. Bei einer Außenrotation des Fußes über 10° kommt es zu einer vermehrten Belastung der medialen Fußsäule mit der Gefahr der Dekompensation.

In **Abb. 7** sind die Werte aufgeführt, die einer Invaliditätsbemessung für das versteifte obere Sprunggelenk als ge-

brauchsgünstig zugrunde gelegt werden können.

## Unteres Sprunggelenk

### Subtalargelenk (hinteres unteres Sprunggelenk)

Die Versteifung des Subtalargelenks ist bei isolierter Arthrose (meist posttraumatisch) oder im Rahmen komplexer Rekonstruktionen des unteren Sprunggelenks indiziert. Die Ausrichtung der Ferse in Relation zum Talus und der Knöchelgabel ist für die postoperative Gebrauchsfähigkeit des Fußes von entscheidender Bedeutung.

### Frontalebene: 0–5° Valgus

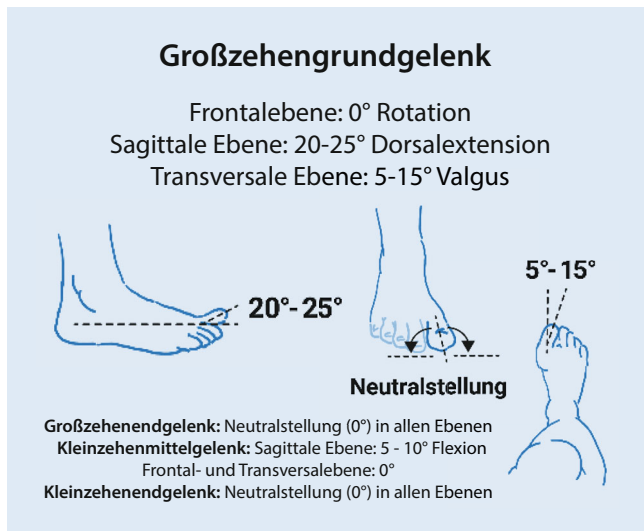
Die orthograde Einstellung der Ferse ist die Voraussetzung für eine physiologische Abrollung des Fußes. Eine vermehrte varische Einstellung des Fersenbeins führt zu einer Überlastung der lateralen Fußsäule und mittelfristig zu einer lateralen Instabilität des Rückfußes. Eine valgische Orientierung der Ferse kann zu einer Instabilität des medialen Bandapparats und einem strukturellen lateralen Impingement zwischen Fersenbein und Außenknöchelspitze führen.

Klinisch kann die Ferseneinstellung in Relation zur Unterschenkelachse gut in Bauchlage des Patienten abgeschätzt werden. Röntgenologisch ist über spezielle Projektionen eine quantitative Bestimmung der Fersenposition in Relation zur Unterschenkelachse möglich.

Der Fersenauftrittswinkel (Ausrichtung des Tuber calcanei zur Aufttrittsfläche) beträgt am gesunden Fuß ca. 30°, kann jedoch nach Kalkaneusfrakturen erheblich abgeflacht sein. Eine vollständige Rekonstruktion im Rahmen der subtalaren Arthrodese ist trotz ausgehnter Knocheninterposition oft nicht möglich. Die Folgen sind veränderte Hebelverhältnisse am Rückfuß, die das Gangbild ungünstig beeinflussen.

### Talonavikulargelenk (vorderes unteres Sprunggelenk)

Zur Versteifung des Talonavikulargelenks müssen Kahnbein und Talus anatomisch korrekt ausgerichtet werden, da deren Stellung Einfluss auf die Längswöl-



**Abb. 8** ◀ Gebrauchsgünstige Zehengelenkversteifung. (Mit freundlicher Genehmigung der Autoren, alle Rechte vorbehalten)

achse des Grundglieds (**Abb. 8**). Eine vermehrte Dorsalextension geht mit einer gesteigerten Druckbelastung unter dem ersten Mittelfußkopf und Problemen beim Tragen von geschlossenem Schuhwerk (subunguales Hämatom) einher. Eine zu geringe Dorsalextension erschwert durch den verlängerten Hebel das Abrollen des Fußes.

### Transversale Ebene: 5–15° Valgus

Die Ausrichtung der Großzehe in der transversalen Ebene sollte 5–15° Valgus betragen. Klinisch empfiehlt sich die Orientierung der Großzehenausrichtung an der zweiten Zehe. Eine parallele Einstellung mit 1–3 mm interdigitalem Abstand ist anzustreben (**Abb. 8**). Eine vermehrt valgische Einstellung führt oft zu druckbedingten Beschwerden an der benachbarten zweiten Zehe. Eine varische Großzehenausrichtung bedingt nahezu regelhaft einen Schuhkonflikt.

Die Versteifung der Kleinzehengelenke (End- und Mittelgelenke) erfolgt unter funktionellen Gesichtspunkten. Die Zehenendgelenke (auch das Großzehenendgelenk) müssen in allen 3 Ebenen in einer neutralen Stellung versteift werden, um druckbedingte Beschwerden an der Zehenkuppe (Folge einer vermehrten Flexion) oder den benachbarten Zehen (bei varisch/valgischer Fehlposition) zu vermeiden.

Voraussetzung für eine Versteifung der Kleinzehenmittelgelenke ist eine physiologische Stellung der Zehengrundgelenke. Die angestrebte Positionierung in Höhe der Mittelgelenke ist eine Flexion von 5–10° (**Abb. 8**). Entscheidend ist, dass die Kleinzehe nach der Versteifung suffizienten Bodenkontakt hat. Eine Überstreckung im Zehenmittelgelenk führt zu druckbedingten Beschwerden unter dem Grundgliedkopf, während eine übermäßige Flexion zu einer Überbelastung der Zehenkuppe führt.

### Ausblick

Es gilt nun, in einem zweiten Schritt die Wertigkeit der Gelenke einer Extremität zu bestimmen. Ist also das versteifte Kniegelenk funktionell einschneidender als die Versteifung des Hüftgelenks und gleichartig am Arm die Versteifung des

bus sowie die Orientierung des Vor- und Mittelfußes (Abduktion/Adduktion; Pronation/Supination) hat.

### Frontalebene: Neutralstellung 0°

Es ist eine neutrale Rotation (0°) im Chopart-Gelenk anzustreben. Eine fixierte supinatorische Verdrehung des Vor- und Mittelfußes führt zu einer Mehrbelastung der lateralen Fußsäule. Eine flexible Fehlstellung kann klinisch als vermehrte Abduktion des Vorfußes imponieren und sogar zu einem sekundären Rückfußvalgus führen. Bei einer pronatorischen Fehlstellung wird die mediale Fußsäule mehr belastet, was zu einer Abflachung der Längswölbung mit konsekutiver Hallux-valgus-Fehlstellung führen kann.

### Sagittalebene: Neutralstellung 0°

Auch in der Sagittalebene muss die talonavikulare Versteifung in der Neutralstellung erfolgen. Klinisch kann die Orientierung des Talonavikulargelenks in der Sagittalebene durch Beurteilung der Längswölbung abgeschätzt werden. Röntgenologisch sollte die Taluslängsachse in Verlängerung der Längsachse des ersten Metatarsale verlaufen (Normalwert 0°).

### Transversale Ebene: Neutralstellung 0°

Ein ausgeglichenes Längenverhältnis zwischen der medialen und lateralen Fußsäule ist gerade bei einer talonavikularen Versteifung wichtig. Eine Verlängerung der medialen Säule führt zur

Abduktion des Fußes, während eine Verkürzung der medialen Säule eine Adduktion des Mittelfußes bewirkt. Röntgenologisch ist das Ausmaß der Adduktion oder Abduktion durch Bestimmung des Winkels zwischen der Längsachse des Talus und des ersten Mittelfußstrahls möglich.

### Zehengelenke

Die Versteifung des Großzehengrundgelenks stellt den Goldstandard in der Behandlung des fortgeschrittenen Hallux rigidus dar. Um ein störungsfreies Abrollen des Fußes zu ermöglichen, muss die Position des versteiften Großzehengrundgelenks in allen Ebenen exakt eingestellt sein.

### Frontalebene: Neutralstellung 0° Rotation

Eine neutrale Stellung der Großzehe in der Frontalebene (**Abb. 8**) ist zur Vermeidung von druckbedingten Nagelentzündungen erforderlich. Die rotatorische Einstellung der Großzehe lässt sich klinisch anhand der Ausrichtung des Zehennagels überprüfen.

### Sagittale Ebene: 20–25° Dorsalextension

Die Einstellung der Dorsalextension im Großzehengrundgelenk ist entscheidend für die Abrollfähigkeit des Fußes. Anzustreben ist eine Dorsalextension von 20–25°, gemessen zwischen der Belastungsebene des Fußes und der Längs-

Ellenbogengelenks höherwertig als die des Schultergelenks? Dafür ist bereits eine Expertenrunde an die Arbeit gegangen, mit dem weiteren Ziel, letztlich die aktuell anerkannten Invaliditätswerte von Schröter und Ludolph.

## Korrespondenzadresse

### Dr. H.-T. Klemm

Freies Institut für medizinische Begutachtungen  
Ludwigstraße 25, 95444 Bayreuth, Deutschland  
dr.klemm@fimb.de

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** H.-T. Klemm, V. Wittchen, W. Wilauschus, R.A. Fuhrmann und B. Hohendorff geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

## Anhang

Ergebnisse der Literaturrecherche sind in

▣ **Tab. 2** dargestellt.

## Literatur

- Langheid/Rixecker/Rixecker, 6. Aufl. 2019, VVG § 186 Rn. 1-14
- Schröter F, Ludolph E (2009) Begutachtung – Bemessung der Invalidität auf Dauer nach der Gliedertaxe. *Z Orthop Unfall* 147(2):130–135
- Thomann KD, Grosser V, Schröter F (2019) Orthopädisch-unfallchirurgische Begutachtung, 3. Aufl. Elsevier, München
- Hohendorff B, Franke J, Spies CK et al (2017) Arthrodesis of the proximal interphalangeal joint of fingers with tension band wire. *Oper Orthop Traumatol* 29:385–394
- Amadio PC, Shin AY (2011) Arthrodesis and arthroplasty of small joints of the hand. In: Wolfe SW, Hotchkiss RN, Pederson WC, Kozin SH (Hrsg) *Green's operative hand surgery*, 6. Aufl. Bd. 1. Elsevier, Philadelphia, S 389–406
- Beldner S, Polatsch DB (2016) Arthrodesis of the metacarpophalangeal and interphalangeal joints of the hand: current concepts. *J Am Acad Orthop Surg* 24:290–297
- Yao J, Park MJ, Davis D et al (2012) Ideal position for thumb interphalangeal arthrodesis in the era of smartphones and text communication. *Orthopedics* 35:955–957
- Langer MF, Oeckenpöhler S, Lötters E et al (2016) Treatment of instability of the metacarpophalangeal and trapeziometacarpal joints of the thumb. *Unfallchirurg* 119:993–999
- Steiger R, Segmüller G (1989) Arthrodesis of the metacarpophalangeal joint of the thumb. Indications, technic, arthrodesis angle and functional effect. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 21:18–22
- Amadio PC, Shin AY (2011) Arthrodesis and arthroplasty of small joints of the hand. In: Wolfe SW, Hotchkiss RN, Pederson WC, Kozin SH (Hrsg) *Green's operative hand surgery*, 6. Aufl. Bd. 1. Elsevier, Philadelphia, S 389–406
- Pillukat T, Mühldorfer-Fodor M, Fuhrmann R et al (2017) Arthrodesis of the trapeziometacarpal joint. *Oper Orthop Traumatol* 29:395–408
- Kenniston JA, Bozentka DJ (2009) Treatment of advanced carpometacarpal joint disease: arthrodesis. *Hand Clin* 24:285–294
- Rizzo M, Moran SL, Shin AY (2009) Long-term outcomes of trapeziometacarpal arthrodesis in the management of trapeziometacarpal arthritis. *J Hand Surg Am* 34:20–26
- Spies CK, Hohendorff B, Löw S et al (2017) Arthrodesis of the distal interphalangeal joint using the headless compression screw. *Oper Orthop Traumatol* 29:374–384
- Mühldorfer-Fodor M, Reger A, Pillukat T et al (2018) Effect of distal interphalangeal joint fusion of the index or middle finger on the grip or finger force and load distribution in the hand. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 50:174–183
- Swanson AB (1972) Flexible implant arthroplasty for arthritic finger joints: rationale, technique, and results of treatment. *J Bone Joint Surg Am* 54:435–455
- Christie MJ, DeBoer DK, McQueen DA et al (2003) Salvage procedures for failed total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 85-A(Suppl 1):58–61
- Klonz A, Habermeyer P (2007) Schulterarthrodesis: Hochstabile und weichteilschonende Technik durch eingeschobene winkelstabile Platte in der Fossa supraspinata. *Unfallchirurg* 110:891–895
- Freedman L, Munro RR (1966) Abduction of the arm in the scapular plane: scapular and glenohumeral movements. A roentgenographic study. *J Bone Joint Surg Am* 48-A:1503–1510
- Moseley HF (1964) Arthrodesis of the shoulder in the adult. *Clin Orthop* 20:156–162
- Rühmann O, Schmolke S, Bohnsack M, Kirsch L, Wirth CJ (2004) Schulterarthrodesis Indikation, Technik, Ergebnisse, Komplikationen. *Orthopade* 33:1061–1082
- Lange M (1951) Orthopädisch-Chirurgische Operationslehre. J.F. Bergmann, München
- Källicke T, Weber O, Backhaus M, Muhr G, Citak M (2010) Salvage Procedures am Ellenbogen – Alternativen zur Ellenbogenendoprothetik. *Unfallchirurg* 113:990–995
- O'Neill OR, Morrey BF, Tanaka S, An KN (1992) Compensatory motion in the upper extremity after elbow arthrodesis. *Clin Orthop Relat Res* 281:89–96
- Haselhuhn KD (2015) Einsteifung nach Ellenbogenverletzung. *Trauma Berufskrankh* 17(Suppl 1):140–147
- Unglaub F, Langer MF, Unglaub JM et al (2017) (Teil) Arthrodesen am Handgelenk. *Unfallchirurg* 120:513–526
- Hastings H, Weiss AP, Strickland JW (1993) Arthrodesis of the wrist. Indication, technique and functional consequences for the hand and wrist. *Orthopade* 22:86–91
- Barbieri CH, Mazzer N, Elui VMC, Fonseca MCR (2002) Functional results of wrist arthrodesis. *Acta Ortop Bras*. <https://doi.org/10.1590/S1413-78522002000100003>
- Zeiler G, Schuh A (2004) Die Arthrodesis des Hüftgelenks und ihre Remobilisation. *Orthopade* 33:939–958
- Ahlback SO, Lindahl O (1966) Hip arthrodesis. The connection between function and position. *Acta Orthop Scand* 37:77–87
- Blasier RB, Holmes JR (1990) Intraoperative positioning for arthrodesis of the hip with the double beanbag technique. *J Bone Joint Surg Am* 72:766–769
- Callaghan JJ, Brand RA, Pedersen DR (1985) Hip arthrodesis. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 67:1328–1335
- Lange M (1958) Arthrodesis of the hip. Review of a series of more than five hundred cases. *J Int Coll Surg* 29:638–643
- Liechti R (1978) Hip arthrodesis and associated problems. Springer, Berlin, Heidelberg, New York
- Lindahl O (1966) Hip-joint arthrodesis: to find the best position. *Acta Orthop Scand* 37:317–327
- Lipscomb PR, McCaslin FE Jr (1961) Arthrodesis of the hip. Review of 371 cases. *J Bone Joint Surg Am* 43:923–979
- Murrell GA, Fitch RD (1994) Hip fusion in young adults. Using a medial displacement osteotomy and cobra plate. *Clin Orthop* 300:147–154
- Nötzli HP, Klaue K, Ganz R (1994) Verbleibende Indikation und Resultate der Hüftarthrodesis. In: Stuhler T (Hrsg) *Arthrodesen*. Thieme, Stuttgart
- Schneider CA, Brooks AL, Wagner M, McFayden B, Shiavi R (1985) Positioning the arthrodesed hip. *Orthop Rev* 14:424–428
- Stewart MJ, Coker TP Jr (1969) Arthrodesis of the hip. A review of 109 patients. *Clin Orthop* 62:136–150
- White RE Jr (1990) Arthrodesis of the hip. Proceedings of the twelfth open scientific meeting of the hip society. Mosby, St. Louis, S 54–67
- Strecker W, Suger G, Schulte M (2010) Das destruierte Hüftgelenk: Arthrodesis vs. Endoprothese. *Trauma Berufskrankh* 12(Suppl 2):132–141
- Von Stein T, Gollwitzer H, Krus C et al (2006) Arthrodesis nach Knieendoprothetik am Beispiel der septischen Lockerung. *Orthopade* 35:946–955
- Klinger H, Spahn G, Schultz W et al (2006) Arthrodesis of the knee after failed infected total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14:447–453
- Behr JT, Chmell SJ, Schwartz CM (1985) Knee arthrodesis for failed total knee arthroplasty. *Arch Surg* 120(3):350–354
- Puranen J, Kortelainen P, Jalovaara P (1990) Arthrodesis of the knee with intramedullary nail fixation. *J Bone Joint Surg* 72:433–442
- Conway JD, Mont MA, Bezwada HP (2004) Arthrodesis of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 86(4):835–848
- Buck P, Morrey B, Chao E (1987) The optimum position of arthrodesis of the ankle. A gait study of the knee and ankle. *J Bone Joint Surg Am* 69(7):1052–1062
- Morgan C, Henke J, Bailey R, Kaufer H (1985) Long-term results of tibiotalar arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 67(4):546–550
- Holz U (2006) Posttraumatische Arthrose: Arthrodesis/Endoprothese. *Trauma Berufskrankh* 8:20–25
- Müller E, Wick M, Muhr G (1999) Surgical management of posttraumatic mal-alignments and arthroses in the ankle. *Orthopade* 28(6):529–537
- Fuchs S, Sandmann C, Skwara A, Chylarecki C (2003) Quality of life 20 years after arthrodesis of the ankle. *J Bone Joint Surg Br* 85(7):994–998

53. Jerosch J, Vollmert O (2005) Arthrodeseverfahren am oberen Sprunggelenk. *Trauma Berufskrankh* 7(S01):S78–S84
54. Ramczykowski T, Schildhauer TA (2014) Sprunggelenks- und Rückfußarthrodesen. *Trauma Berufskrankh* 16(4):264–270
55. Trieb K, Wirtz DC, Dürr HR, König DP (2005) Ergebnisse nach Arthrodesese des oberen Sprunggelenks. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 143(2):222–226
56. Zwipp H (1994) *Chirurgie des Fußes*. Springer, Wien
57. Bertrand M, Charissoux JL, Mabit C, Arnaud JP (2001) Étude de la tolérance à long terme de l'arthrodèse talocrurale. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 87:677–684
58. Daniels TR, Mokhimer MM (2009) What is the best treatment for end-stage ankle arthritis? In: Wright JG (Hrsg) *Evidence-based orthopaedics*, 1. Aufl. Saunders, Philadelphia, S 453–461
59. DeHeer PA (2012) Ankle arthrodesis. A literature review. *Clin Podiatr Med Surg* 29:509–527
60. Endres T, Zwipp H (2016) OSG-4-Schrauben-Arthrodesese. In: Hamel J, Zwipp H (Hrsg) *Sprunggelenk und Rückfuß*. Springer, Berlin, Heidelberg, S 121–129
61. Justifer JR, Gustafson PA, Gorman RR (2013) Subtalar arthrodesis alignment: the effect on ankle biomechanics. *Foot Ankle Int* 34:244–250
62. Coughlin MJ, Shurnas PS (2004) Hallux rigidus: surgical techniques (cheilectomy and arthrodesis). *J Bone Joint Surg Am* 86:119–130
63. Lewis JT, Hanselman AE, Lalli TAJ, Daigre JL, Santrock RD (2014) Effect of dorsal plate positioning on dorsiflexion angle in arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint: a cadaveric study. *Foot Ankle Int* 35:802–808