

# 1 Allgemeine Anatomie der Hand

Es ist unmöglich, die Hand als dynamischen Teil des Körpers wirklich zu verstehen, ohne zumindest eine gewisse Vorstellung von den Grundlagen ihrer anatomischen Beschaffenheit und Funktion zu haben. Auch allgemeinere Fragen nach der Beziehung zwischen Hand/Handfunktion und menschlicher Entwicklung sowie bestimmten Gehirnfunktionen können ohne anatomische Grundlagen kaum ausreichend beantwortet werden.

Nach der klassischen Oberflächenanatomie reicht die Hand vom Handgelenk bis zu den Fingerspitzen. Unter der Haut erweist sich diese Grenze jedoch als reine Abstraktion, die Kartographen gezogen haben und die keinen Hinweis darauf liefert, wie die Hand beschaffen ist oder wie sie funktioniert.

Aus der Sicht der „biochemischen“ Anatomie ist die Hand ein integraler Bestandteil des gesamten Arms, genauer, der spezialisierte Endabschnitt einer kranartigen Struktur, die an Hals und Schultergürtel aufgehängt ist.

Aus der Sicht der physiologischen oder funktionellen Anatomie wird die Definition nochmals komplizierter: Schon in der Antike beobachtete man, dass die Hand durch Verletzungen des Gehirns (Sturz oder Schlaganfall) oder durch Krankheiten Schaden nimmt. Sind die Gehirnregionen, die die Handfunktionen steuern, zur Hand dazuzurechnen?

Das dürfte reichen, um klarzumachen, dass eine exakte Definition der Hand nicht möglich ist. Trotz allem soll zu einem Spagat verführt werden, den Aufbau der Hand aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten.

Dazu werden sehr verschiedene Aspekte dargestellt, um „die“ Anatomie der Hand zu beschreiben – zunächst die klassische Anatomie.

## 1.1 Knochen

Die Hand (lat. manus) kann man nach dem Skelett problemlos in 3 Bereiche gliedern:

- Handwurzel (Carpus, gr. karpós = Handwurzel)
- Mittelhand (Metacarpus, gr. metá = inmitten, zwischen, nach)
- Finger (Digiti, lat. digitus = Finger, Zehe)

### 1.1.1 Knochen der Finger

Die 5 Finger bezeichnet man als:

- Daumen (Pollex = D1, lat. pollex = Daumen)
- Zeigefinger (Index = D2, lat. indicare = anzeigen)
- Mittelfinger (Digitus medius = D3)
- Ringfinger (Digitus annularis = D4, lat. anulus = Ring)
- Kleinfinger (Digitus minimus = D5)

Die lateinische Nomenklatur unterscheidet nicht zwischen Finger und Zehen. Sie benutzt einheitlich den Begriff „Digitus“. Nur aus dem Kontext ergibt sich, ob Hand oder Fuß gemeint ist.

Jeder Finger hat eine Phalanx proximalis (Grundglied), Phalanx media (Mittelglied) und eine Phalanx distalis (Endglied, Nagelphalanx). Sie sind unterschiedlich lang und dorsopalmar etwas plattgedrückt. Alle Phalangen weisen proximal eine Basis, im Mittelteil das Korpus und am distalen Ende ein Kaput auf. Am längsten sind die Phalangen des Mittelfingers, gefolgt von denen der Digiti II und IV, während die des Kleinfingers am kürzesten sind-

Grundsätzlich sind die *Grundglieder* länger als die der Mittelphalangen, und diese wiederum übertreffen in ihrer Länge die Endglieder.

In Längsrichtung ist der Schaft aller proximalen Phalangen nach palmar leicht konkav gebogen. Sowohl die dorsal konvexen, als auch die seitlichen Schaftflächen sind glatt geformt. Sie werden gegenüber der Palmarseite durch 2 aufgeraute Knochenkanten abgegrenzt, an denen das Ringband A2 der Beugesehnscheide festgeheftet ist.

Sieht man von der unterschiedlichen Gestaltung der interphalangealen Gelenkflächen ab, dann ähnelt die *Mittelphalanx* dem Grundglied im Aufbau.

Die Formgestaltung der *distalen Phalanx* weicht bis auf die Basis weitgehend von denen der übrigen Knochen ab. In palmarer Sicht erscheint die Basis als breitester Anteil des Knochens. Sie setzt sich über einen schmalen Schaft radial und ulnar von 2 nach proximal ausgerichteten Stacheln flankiert in den Nagelkranz (Tuberositas phalangis distalis) fort. Im Bereich dieser Tuberositas verankert sich das Bindegewebe der Fingerbeere.

## 1.1.2 Knochen des Daumens

Bei Daumen (und Großzehe) fehlt das Mittelglied im Vergleich zu den anderen Fingerknochen. Demnach unterscheidet man hier nur eine Phalanx proximalis und eine Phalanx distalis

## 1.1.3 Knochen der Mittelhand

Die 5 Mittelhandknochen sind typische Röhrenknochen. Man unterscheidet an ihnen – von proximal nach distal:

- Basis (Basis)
- Schaft (Corpus)
- Kopf (Caput)

---

Abb. \*.\*: Querschnitt durch einen Röhrenknochen [Foto „Spongiosa“]

---

Den Köpfen der Mittelhandknochen liegen palmar zum Teil *Sesambeine* an. Sesambeine sind in Sehnen eingeschaltet. Prinzipiell können im Bereich jedes Fingergelenks zwei Sesambeine liegen. Regelmäßig vorhanden sind die beiden Sesambeine des Daumens, meist vorhanden das ulnare des Kleinfingers und das radiale des Zeigefingers. Wegen ihrer typischen Lage und Form können sie im Röntgenbild kaum verwechselt werden.

Der Mittelhandknochen des Daumens ist auffallend kürzer und plumper als die Metakarpalia der Finger

---

Abb. \*.\*: Handskelett von palmar [Sobotta Abb. 314]

Abb. \*.\*: Handskelett von dorsal [Sobotta Abb. 315]

---

## 1.1.4 Handwurzelknochen

Die Handwurzelknochen, Carpalia, sind in zwei Reihen angeordnet. Jede setzt sich aus 4 Knochen zusammen.

### Proximale Reihe

- **Os scaphoideum** (früher Os naviculare, Kahnbein). Es liegt am weitesten lateral in Verlängerung des Radius. Auf seiner palmaren Seite erhebt sich das Tuberculum ossis scaphoidei.
- **Os lunatum**, Mondbein
- **Os triquetrum**, Dreieckeckbein, seine Gestalt ist etwa pyramidenförmig
- **Os pisiforme**, Erbsenbein. Das Os pisiforme ist ein Sesambein, das in die Sehne des M. flexor carpi ulnaris eingelagert und mit der palmaren Fläche des Os triquetrum gelenkig verbunden ist. Es beteiligt sich also nicht am proximalen Handgelenk.

## Distale Reihe

- **Os trapezium**, großes Vieleckbein. Dieser vieleckige trapezförmige Knochen besitzt ein nach palmar gerichtetes Tuberculum ossis trapezii und distal eine sattelförmige Gelenkfläche für die Basis des Os metacarpale I.
- **Os trapezoideum**, kleines Vieleckbein
- **Os capitatum**, Kopfbein. Es bildet das Zentrum der Handwurzel, ist der größte Handwurzelknochen und grenzt distal an das Os metacarpale III.
- **Os hamatum**, Hakenbein. Kennzeichnend ist der hakenförmige, palmar gelegene Fortsatz, Hamulus ossis hamati

Die Knochen sind so angeordnet, dass die proximale Reihe eine ovoide (ellipsoide) Gelenkfläche bildet, die mit der Facies articularis carpi des Radius korrespondiert, während die Grenzfläche zwischen ihr und der distalen Reihe wellenförmig verläuft. Auch liegen die Knochen nicht in einer Ebene, sondern sie bilden eine nach palmar konkave Wölbung. Sie wird durch die Eminentia carpalis radialis und Eminentia carpalis ulnaris zu einer tiefen Rinne, Sulcus carpi ergänzt. Die Eminentia carpalis radialis wird vom Tuberculum ossis scaphoidei und Tuberculum ossis trapezii gebildet, die Eminentia carpalis ulnaris von Os pisiforme und vom Hamulus ossis hamati.

---

Abb. \*.\*: Knochen der Hand von palmar [[Sobotta Abb. 313](#)]

---

## 1.2 Gelenke

### 1.2.1 Die Handgelenke

Hab' Geduld, alle Dinge sind schwierig, bevor sie leicht werden!

Die Gelenke der Handwurzel sind in 3 Hauptgelenke und viele Nebengelenke zu gliedern:

#### Radiokarpalgelenk

Articulatio radiocarpalis, proximales Handgelenk (☞ [Abb.](#) ). Dieses besitzt eine besondere klinische Bedeutung, da im Bereich des distalen Radius am häufigsten Frakturen auftreten – 25% des gesamten menschlichen Skeletts (☞ \*.\*).

Die Facies articularis carpalis und der dem Ulnakopf aufliegende Discus articularis (☞ [2.5.1](#)) bilden die Gelenkpfanne, die proximale Reihe der Handwurzelknochen bildet den Gelenkkopf. Der Form nach handelt es sich um ein Ellipsoidgelenk (Articulatio ovoidea, Eigelenk ☞ \*.\* ) mit 2 Freiheitsgraden. In der Normal- oder Mittelstellung steht die Längsachse des 3. Mittelhandknochen parallel mit Ulna und Radius. In dieser Stellung fügt sich in die Facies articularis carpalis das Skaphoid. Der Discus articularis (☞ \*.\* ) steht mit dem Lunatum und Triquetrum in Kontakt.

Die Gelenkkapsel ist an der Knorpelgrenze der beteiligten Knochen befestigt und mit dem

Diskus verwachsen. Sie wird durch straffe Bänder an der palmaren und radialen Seite befestigt.

---

Abb. \*.\*: Eigelenk; Articulatio ovoidea [Sobotta Abb. 19d]

---

## Mediokarpalgelenk

Articulatio mediocarpalis, distales Handgelenk (☞ Abb. ). Dieses Gelenk liegt zwischen der proximalen und der distalen Reihe der Handwurzelknochen. Der Gelenkspalt verläuft wellenförmig und steht mit dem der Interkarpalgelenke in Verbindung. Den „Wellenberg“ bilden das Kapitatum und das Hamatum. Die Gelenkkapsel ist an der Knorpelknochengrenze befestigt und auf der Palmarseite straff, auf der Dorsalseite jedoch weit. Man könnte ein solches Gelenk auch als verzahntes Scharniergelenk bezeichnen. Seine Bewegungsachse verläuft quer durch das Zentrum des Kapitatum. Um diese Achse werden als Bewegungen Dorsalextension und Palmarflexion ausgeführt.

## Interkarpalgelenke

Articulationes intercarpales (☞ Abb. ). Diese Bezeichnung führen die Gelenke zwischen den 4 Handwurzelknochen der proximalen Reihe – mit Ausnahme des Pisiforme und zwischen den 4 Handwurzelknochen der distalen Reihe. Ligamenta intercarpalia interossea verbinden die Knochen innerhalb jeder der beiden Reihen miteinander. Besonders straff sind die Verbindungen der distalen Reihe (Amphiarthrosen), weniger straff der proximalen Reihe, weshalb sich diese Knochen spürbar besser gegeneinander verschieben lassen (☞ \*.\* „Zehnerterst“). Die Gelenkspalten kommunizieren miteinander. Dies hat eine immense Bedeutung für die Ausbreitung von injizierten Medikamenten oder bei Infekten für Eiter (☞ \*.\*). Ein eigenes Gelenk bildet nur die Articulatio ossis pisiformis zwischen Triquetrum und Pisiforme.

## Karpometakarpalgelenke II–V

Articulatio carpometacarpales (☞ Abb. ). Die Reihe der distalen Handwurzelknochen 2–5 bildet mit den Basen der Mittelhandknochen II–V Amphiarthrosen, deren Gelenkhöhlen untereinander und mit denen der benachbarten Interkarpalgelenke kommunizieren. Die Gelenkkapsel, die an der Knorpelknochengrenze der beteiligten Skeletteile angeheftet ist, wird durch Bänder verstärkt („Bandhaft“).

## Karpometakarpalgelenk des Daumens (Daumensattelgelenk)

Articulatio carpometacarpalis pollicis, Daumensattelgelenk (☞ Abb. ). Hierbei handelt es sich um ein eigenes Gelenk. In ihm artikulieren das Os trapezium mit der Basis des Os metacarpale I. Dem Bau nach handelt es sich um ein Sattelgelenk (☞ \*.\*). Die Geometrie der Gelenkflächen mit dem wenig straffen Bandapparat lassen noch zusätzlich eine Drehung der Skelettanteile um ihre Längsachse in geringem Umfang zu. In diesem Gelenk sind im Gegensatz zu den Karpometakarpalgelenken 2–4 ausgedehnte Bewegungen möglich (☞ 2.2.2).

---

Abb. \*.\*: Sattelgelenk; Articulatio sellaris [Sobotta Abb. 19e]

---

## Erbsenbeingelenk

Das Erbsenbeingelenk, Articulatio pisiformis, zwischen Pisiforme und Triquetrum, besitzt wenig gewölbte Gelenkflächen, die von einem weiten „Kapselsack“ umgeben sind. Als Sesambein ist das Pisiforme eingelassen in die Sehne des M. flexor carpi ulnaris, die sich in

zwei Bänder fortsetzt: Das Lig. pisohamatum, das zum Hamulus ossis hamati zieht, und das Lig. pisometacarpale, das an den Basen der Metacarpalia IV und V ansetzt (☞ \*.\* [Sobotta Abb. 316]).

---

Abb. \*.\*: Gelenke der Handwurzel [Sobotta Abb. 318]

---

## 1.2.2 Die Fingergelenke

### Metakarpophalangealgelenke II–V (Grundgelenke)

An diesen Gelenken sind die Köpfe der Mittelhandknochen und die Basen der Grundglieder beteiligt. Es sind Kugelgelenke (der Form nach Ellipsoidgelenke), deren Bewegungsumfang durch die Ligg. collateralia begrenzt sind. Die relativ weiten Gelenkkapseln sind an der Knorpelknochengrenze befestigt. Auf der Palmarseite werden sie durch Platten derber Faserzüge, Ligg. palmaria, verstärkt. Die Köpfe der einzelnen Mittelhandknochen II–V werden durch das Lig. metacarpale transversum profundum verbunden.

### Metakarpophalangealgelenk des Daumens (Daumengrundgelenk)

Nach neueren Untersuchungen von Reimann et. al. (1980) stellt das Daumengrundgelenk kein reines Scharniergelenk, sondern ein Eigelenk dar (☞ \*.\* Abb. \*.\*: Eigelenk; *Articulatio ovoidea* [Sobotta Abb. 19d]). Der Kopf des 1. Mittelhandknochens weist in dorsopalmarer Richtung eine wesentlich stärkere Krümmung auf als radioulnar; es ist wie eine an beiden Enden abgeschnittene Spindel geformt.

### Interphalangealgelenke

Sie sind als reine Scharniergelenke alle gleich gebaut. Der distale Gelenkkörper des Mittelgliedes stellt eine gekahlte Rolle dar, ähnlich wie die Trochlea humeri. Die proximalen Enden sind flache, mit einer Führungsleiste versehene Pfannen, die wesentlich kleiner sind als die Köpfe.

Alle Interphalangealgelenke haben kräftige Seitenbänder (Ligg. collateralia). Mittel- und Endgelenke werden dadurch zu reinen Scharniergelenken (☞ Abb. \*.\* 19.a + 323).

---

Abb. \*.\*: Scharniergelenk; *Articulatio cylindrica* [Sobotta Abb. 19.a]

---

---

Abb. \*.\*: Fingergelenke von lateral [Sobotta Abb. 321]

---

Abb. \*.\*: Fingergelenke von lateral (Sagittalschnitt) [Sobotta Abb. 323]

---

## 1.3 Bänder (ca. 3 S. - 2 Sobotta)

### 1.3.1 Kollateralbänder der Finger- und Handgelenke

Bei den Grundgelenken entspringen die Seitenbänder nicht im Drehmittelpunkt, sondern dorsal davon. Diese Seitenbänder sind daher bei gebeugtem Gelenk gespannt und bei gestrecktem Grundgelenk locker.

Bei den Mittel- und Endgelenken des 2. bis 5. Fingers – ebenso wie beim Daumengrundgelenk – sind die Kollateralbänder in Streckstellung gespannt (☞ \*.\*  
Fingergelenke von lateral [Sobotta Abb. 321]).

### 1.3.2 Palmar verstärkende Bandzüge

- Die palmare Wand der *Fingergelenke* ist durch eine derbfaserige Platte, Lig. palmare, verstärkt, die eine Gleitbahn für die Beugesehen darstellt.
- Die *Handwurzelknochen* sind derart von Bandzügen überspannt, dass kaum ein Knochen aus dieser Hülle heraus ragt. Die Bandzüge sind so geordnet, dass sie extreme Ausschläge in den Gelenken verhindern. Die Bedeutung etlicher Bandzüge ist nur umständlich zu erläutern. Aber es gibt formale Regeln für die Funktion der Bänder: So überbrücken im allgemeinen die kurzen und die langen Bänder senkrecht die Gelenkspalten und verhindern so ein Klaffen der Gelenke, ohne dass es zu einer flächigen Verschiebung kommt. Die am stärksten entwickelten Bänder verbinden vorragende Knochenpunkte.

An der Palmarseite, wo die größten Höcker sind, ist auch der Bandapparat am stärksten ausgebildet.

Am wenigsten eingespannt in das komplexe Bandsystem ist das Lunatum, das am leichtesten aus dem Verband luxieren kann. So zeigt es bei der Radial- oder Ulnarduktion auch die größte Bewegungsamplitude von bis zu 1 cm.

Umgekehrt ist das Kapitatum „der feste Kern im Gefüge“. Es ist durch ein vom Kopf nach allen Seiten ausstrahlendes Lig. carpi radiatum am besten verankert.

---

Abb. \*.\*: Bandzüge des Handgelenkes von palmar gesehen [Sobotta Abb. 316]

---

### 1.3.3 Dorsale verstärkende Bandzüge

- Die dorsale Wand der *Fingergelenke* ist mit der Dorsalaponeurose der Streckmuskeln versehen.
- Am *Handgelenk* hemmen einzelne Züge der Ligg. radiocarpale dorsale und et palmare beteiligen sich bei der Hemmung der radialen als auch der ulnaren Abduktion des Handgelenkes. Die Bänder hemmen außerdem die Flexion der Hand. Quer über den Handrücken spannen sich vom Skaphoid zum Triquetrum in bogenförmigem Verlauf die Ligg. intercarpalia dorsalia. Diese Bogenbänder halten den vom Kapitatum und Hamatum gebildeten Gelenkkopf der distalen Reihe nieder, wenn er bei der Palmarflexion versucht hervorzutreten. Zwischen erster und zweiter Karpalreihe gibt es dorsal nur wenige kurze Bänder.
- Die Gelenkspalten der des Karpometakarpalgelenkes werden durch die Ligg. carpometacarpalia palmaria et dorsalia überbrückt, von denen einige bereits im palmaren Lig. carpi radiatum enthalten sind.

---

Abb. \*.\*: Bandzüge des Handgelenkes von dorsal gesehen [Sobotta Abb. 317]

---

## 1.4 Sehnen

Eine Puppe, die Marionette, ahmt die Mechanik der Muskeln und Sehnen in unseren Armen und Händen nach. Aber Marionetten haben mehr zu bieten als eine Lektion über die Beseelung menschlicher Gliedmaßen: In der altgriechischen Bezeichnung (neuropastos) hat sich die Entdeckung alexandrinischer Anatomen niedergeschlagen, dass Muskeln vom Nervensystem gesteuert werden. Das altgriechische „neuron“ bedeutet Schnur oder Faden. Die Marionette war also eine Puppe, die „an Fäden gezogen wurde“. Zur Erläuterung: Bis zur Zeit von Hippokrates, rund 400 Jahre v.Chr., machte man keinen Unterschied zwischen Nerven, Sehnen und Bändern, die mit Knochen oder Muskeln verbunden waren. Denn „Eingriffe in das menschliche Fleisch“ waren in Griechenland mit strengen religiösen Tabus belegt.

Erst über 2000 Jahre später wurden Funktion und Wechselspiel von Nerven, Sehnen und Muskeln entwirrt. Dennoch kannten schon ägyptische Puppenspieler die Bedeutung von Agonist und Antagonist durch den Bau raffinierter Spielkreuze, die automatisch den Antagonisten sinken ließen, wenn an Agonisten gezogen wurde. Um 1900 wurde dieses Zusammenspiel der Neuronen im Rückenmark schließlich geklärt.

### 1.4.1 Sehnen der Finger

Entgegen der landläufigen Meinung, dass die Endbereiche der Fingerstreckmuskulatur als einheitliche Sehnenplatten ihren Ansatz am Finger erreichen ist falsch. Statt dieser einheitlichen Sehnenplatten erreichen komplexe Strukturen von miteinander verflochtenen Bindegewebszügeln die Ansätze.

In die „Strecksehnen“ strahlen Mm. interossei und Mm. lumbricales (☞ 1.4.3) ein. Nach dem Überqueren der Grundgelenke teilt sich die Sehne des M. extensor digitorum über dem proximalen Drittel des Grundgliedes in 3 Faserstränge auf. Von hier an spricht man auch von der sogenannten **Dorsalaponeurose** der Finger.

- In axialer Richtung zieht zentral der mittlere Teil (= Mittelzügel) des Tractus intermedius zu seinem Ansatz an der Basis von Mittelphalanx und Grundphalanx.
- Lateral vom Grundglied befinden sich die Seitenzügel des Tractus intermedius. Auf Höhe des Grundgliedkopfes vereinigen sie sich mit der Pars lateralis der Ansatzsehnen der Mm. interossei zu den seitlich befindlichen Tractus laterales.
- Beide Tractus laterales konvergieren über dem distalen Teil des Mittelgliedes und setzen als Tractus terminalis an der Basis des Endgliedes an.

•

---

Abb. \*.\*: Vereinfachtes Modell der Dorsalaponeurose eines Langfingers: 5: Mm. interossei; 7: Strecksehne; 10: Tractus intermedius; 12: Lamina triangularis; nicht sichtbar, palmar der Mm. interossei: Mm. lumbricales [Foto des Modells](#)

---

### Strecksehnen der Finger

Die Unterarmmuskeln sind zwanglos in 2 Gruppen zu trennen: die „Strecker“ und „die Beuger“. Die Streckmuskeln liegen am Unterarm radial und dorsal, die Beuger palmar und ulnar (☞ 1.5.).

Die Extensoren im eigentlichen Sinne entspringen vom Epicondylus lateralis (radialis).



- M. extensor digitorum (Fingerstrecker): zu den Dorsalaponeurosen der Finger 2–5. Am Handrücken treten die Sehnen bei Dorsalextension stark hervor. Die Sehnen werden zum Teil durch Sehnenbrücken (Connexus intertendinei) miteinander verbunden. Sie behindern so das isolierte Strecken einzelner Finger, besonders des Ringfingers. Dies ist der Grund für einige Pianisten, diese Sehnenbrücken operativ durchtrennen zu lassen.
- M. extensor digiti minimi (Kleinfingerstrecker): Der Kleinfinger erhält außer der Strecksehne des Fingerstreckers zusätzlich noch 1–2 Strecksehnen von einem eigenen Muskel.
- M. extensor indicis proprius (eigener Zeigefingerstrecker): als zusätzliche, zweite Sehne zur Dorsalaponeurose des Zeigefingers. Sie liegt ulnarseitig der Sehne, die vom Fingerstrecker stammt

Innervation der Extensoren i.e.S.: N. radialis

---

Abb. \*: Muskeln und Sehnen des Handrückens [Sobotta Abb. 379]

---

## Beugesehnen der Finger

Mittlere Schicht am Unterarm (gemeinsamer Ursprung vom Epicondylus medialis/ulnaris, der Elle und der Speiche)

- M. flexor digitorum superficialis (oberflächlicher Fingerbeuger): zu den Mittelgliedern der Finger 2–5.

Tiefe Schicht am Unterarm (Ursprung von Elle, Zwischenknochenmembran (Membrana interossea) und Speiche)

- M. flexor digitorum profundus (tiefer Fingerbeuger): zu den Endgliedern der Finger 2–5. Die Sehnen des Flexor digitorum profundus durchbohren im Bereich des Grundglieds die Sehnen des Flexor digitorum superficialis (☞ \*: **Sehnenansätze am Zeigefinger von lateral** [Sobotta Abb 385b, Foto Präparat?]).

Innervation der Finger-Flexoren: N. medianus

---

### ! Ausnahme:

M. flexor digitorum profundus für den 4. und 5. Finger: N. ulnaris

---



---

Abb. \*: Muskeln und Sehnen der Hohlhand [Sobotta Abb. 374]

Abb. \*: Sehnenansätze am Zeigefinger von lateral [Sobotta Abb 385b]

---

## 1.4.2 Sehnen des Daumens

### Strecksehnen des Daumens

Extensoren i.e.S.



- M. extensor pollicis longus: zum Endglied des Daumens
- M. extensor pollicis brevis: zum Grundglied des Daumens
- M. abductor pollicis longus: zum Mittelhandknochen des Daumens

Innervation: N. radialis

## Beugesehnen des Daumens

- M. flexor pollicis longus: beugt im Mittel- und Endgelenk, opponiert im Sattelgelenk des Daumens, Palmarflexion in den Handgelenken.
- M. flexor pollicis brevis: siehe Muskeln des Daumenballens (☞ 1.5.3)

Innervation: N. medianus

## 1.4.3 Intrinsische (kurze) Muskeln der Mittelhand

Als intrinsische oder kurze Handwurzeln bezeichnet man Muskeln, die an der Hand entspringen und ansetzen – im Gegensatz zu den von Ober- oder Unterarm kommenden langen Muskeln!

Nach ihrer Lage lassen sich die intrinsischen Muskeln in 3 Gruppen Unterteilen:

- Muskeln der Hohlhand
- Muskeln des Kleinfingerballens
- Muskeln des Daumens

Alle kurzen Handmuskeln werden entweder vom N. medianus oder vom N. ulnaris innerviert. Sie setzen damit die Beugergruppe des Unterarms fort.

## Muskeln der Hohlhand

- 4 Mm. lumbricales (Spulmuskeln, lat. lumbricus = Eigeweidewurm, Regenwurm): entspringen an den 4 Sehnen des tiefen Fingerbeugers in der Hohlhand und strahlen in die Dorsalaponeurose der Finger 2–5 ein.
- 4 Mm. interossei dorsales (rückseitige Zwischenknochenmuskulatur): von den Mittelhandknochen 1–5 aus den 4 Zwischenknochenräumen (Spatia interossea metacarpi) zu den Dorsalaponeurosen der Finger 2–4 (radial an den Zeigefinger, ulnar an an den Ringfinger und von beiden Seiten an den Mittelfinger). Der erste Muskel wölbt die Haut am Handrücken vor, wenn man den Daumen kräftig an den Zeigefinger anlegt.
- 3 Mm. interossei palmares (hohlhandseitige Zwischenknochenmuskulatur): von den Mittelhandknochen 2–5 aus den 3 Zwischenknochenräumen zu den Dorsalaponeurosen der Finger 2, 4 und 5 (ulnar an den Zeigefinger, radial an Ring- und Kleinfinger).

Innervation: N. ulnaris

Ausnahme: Mm. lumbricales I und II (die beiden radiale) N. medianus

## Muskeln des Kleinfingerballens

Die drei Muskeln entspringen am Halteband der Beugesehnen und seiner ulnaren Befestigung am Erbsenbein und am Hakenbein.

- M. abductor digiti minimi (Abspreizer des Kleinfingers): ulnar zum Grundglied des Kleinfingers
- M. flexor digiti minimi brevis (kurzer Beuger des Kleinfingers): radial zum Grundglied des Kleinfingers
- M. opponens digiti minimi (Gegenübersteller des Kleinfingers): zum fünften Mittelhandknochen

Innervation: N. ulnaris

## Muskeln des Daumenballens

Sofern es nicht anderes angegeben ist, entspringen die Daumenballenmuskeln vom Retinaculum flexorum bzw. seiner radialen Befestigung am Kahnbein und am Trapezbein. Sie setzen über die beiden Sesambeine des Daumens am Daumengrundglied an.

- M. abductor pollicis brevis (kurzer Daumenabspreizer): oberflächlichster Muskel des Daumenballens
- M. flexor pollicis brevis (kurzer Daumenbeuger): mit oberflächlichem und tiefem Kopf
- M. opponens pollicis (Gegenübersteller des Daumens): Ansatz abweichend von den anderen am Mittelhandknochen des Daumens
- M. adductor pollicis (Daumenanzieher): mit queren und schrägem Kopf. Der quere Kopf entspringt am dritten Mittelhandknochen

Innervation: N. medianus

Ausnahme: M. adductor pollicis und tiefer Kopf des M. flexor pollicis brevis: N. ulnaris

## 1.4.4 Sehnen in Höhe des Handgelenkes

### Strecksehnen und Strecksehnenfächer

Im Bereich des Handgelenkes bzw. der Hand würden sich die Sehnen der Strecker, also den Extensorensehnen, bei Dorsalextension abheben, würden sie nicht durch ein Halteband daran gehindert: Das *Retinaculum extensorum*. Damit sich die Sehnen nicht an diesem Halteband „wundreiben“, sind sie in Sehnenscheiden eingelagert. Das Retinaculum extensorum ist im Prinzip nichts anderes als ein durch Querzüge verstärkter Teil der Unterarmfaszie (Fascia antebrachii). Der Raum zwischen Halteband und Skelett ist durch Bindegewebssepten in 6 Kanäle gegliedert, in welchen jeweils eine Sehnenscheide liegt.

### 6 Strecksehnenfächer – von radial nach ulnar gezählt – enthalten die Sehnen der folgenden Muskeln:

- 1.) **M. abductor pollicis longus, M. extensor pollicis brevis** (letzterer liegt mehr dorsal. Es gibt zahlreiche Varianten hinsichtlich der Zahl und Dicke der Sehnen. Auch kann die eine oder andere Sehne in einem „Extra-Sehnenfach“, einem akzessorischen Sehnenfach liegen.
- 2.) **M. extensor carpi radialis** (longus/brevis). Letzterer Anteil liegt ulnar.
- 3.) **M. extensor pollicis longus**. Diese Sehne wird durch ein „Umlenkhöckerchen“, das Listersche Tuberkel (Tuberculum Listeri) aus seiner zunächst axialen Verlaufsrichtung nach radial umgelenkt.
- 4.) **3 Sehnen des M. extensor digitorum** (zu D 2, 3, 4), **M. extensor indicis proprius** (zu D2, ulnarseitig)
- 5.) **M. extensor digiti minimi**
- 6.) **M. extensor carpi ulnaris**

### Am Handrücken sichtbare Sehnen

- Beim Abspreizen und Rückstellen des Daumens treten über dem Kahnbein 2 Sehnenstränge stark hervor, zwischen denen die Haut zu einer Grube einsinkt. Die Grube nennt man **Tabatière** – „Schnupftabakdose“. Die Sehne des langen Daumenabspreizers (**M. abductor pollicis longus**) und des kurzen Daumenstreckers (**M. extensor pollicis brevis**) liegen radial. Die des langen Daumenstreckers (**M. extensor pollicis longus**) ulnar.

- Beim Faustschluss tritt ulnar neben der Tabatière die Sehne des kurzen speichenseitigen Handstreckers (**M. extensor carpi radialis brevis**) stark hervor. Die radial neben ihr liegende Sehne des langen speichenseitigen Handstreckers (**M. extensor carpi radialis longus**) wird durch die Sehne des langen Daumenstreckers (M. extensor pollicis longus) überlagert. Sie ist bei Opposition des Daumens zu tasten, weil dann die Sehne des M. pollicis longus radialwärts abgelenkt.
- Bei Dorsalflexion der Fingergrundgelenke treten die 4 Sehnen des **M. extensor digitorum communis** stark hervor. In Richtung Zeigefinger und Kleinfinger sind die zusätzlichen Sehnen des Zeigefingerstreckers (**M. extensor indicis proprius**) bzw. des Kleinfingerstreckers (**M. extensor digiti minimi**) zu sehen oder zumindest zu tasten. Bei abwechselndem Beugen und Strecken des Ringfingers kann man meist die Verbindungssehnen (**Connexus intertendinei**) zwischen den Strecksehnen hin- und hergleiten sehen oder tasten.
- An der ulnaren Handkante spannt sich distal des Ellenkopfes (Caput ulnae) beim Auseinanderspreizen der Finger die Sehne des ellenseitigen Handstreckers (**M. extensor carpi ulnaris**) an.

## Beugesehnen und Beugesehnenfächer

### 1.5 Muskeln

Klettern und Klavierspielen werden zumindest theoretisch mit dem gleichen physischen Apparat durchgeführt. Die Hand und insbesondere die Ansteuerung der Unterarmmuskulatur (☞ 1) kann diese beiden Aufgaben der Extreme bewältigen. Wie weit diese Extreme voneinander entfernt liegen, mag folgendes Beispiel verdeutlichen: Die Kraft, die nötig ist, um eine Klaviertaste niederzudrücken, beträgt weniger als ein zwanzigstel Kilogramm. Bei einer raschen musikalischen Passage liegt die Fingergeschwindigkeit bei ca. 20 Tasten pro Sekunde. Auf der anderen Seite können bei einem Kletterer bis zu 40 Sekunden lang 15 kg/cm<sup>2</sup> an den Gelenken zerren. Dies bedeutet eine Abweichung um einen Faktor 800 auf der Leistungsskala.

Angeborene Unterschiede, die durch Training verstärkt werden können, bewirken, dass Menschen derart unterschiedliche Hände besitzen.

#### 1.5.1 Muskelfunktion

Angesichts eines halben Hunderts auf die Hand wirkender Muskeln kann es zum Alptraum werden, von all diesen Muskeln die Funktion angeben zu können. Die Aufgabe wird jedoch dadurch sehr vereinfacht, dass die meisten Muskeln nach ihrer Hauptfunktion benannt sind. Im übrigen sei daran erinnert, dass man Muskelfunktionen niemals auswendig lernen, sondern aus der Vorstellung von Ursprung, Ansatz und Verlauf erarbeiten sollte.

#### 1.5.2 Unterarmmuskeln: Extensoren

Die Extensoren (Strecker) liegen am Unterarm radial und dorsal. Von den Flexoren (Beugern) werden sie durch die Ellenkante scharf getrennt. Die Gruppe der Strecker ist nicht nur eine funktionelle, sondern auch eine genetische Muskelgruppe. Diese Gruppe wird vom *N. radialis* innerviert.

#### Radiale Extensorengruppe (☞ Abb. \*.\* )

- M. brachioradialis (Oberarm-Speichen-Muskel): von der lateralen Seite des Humerus (Oberarm) zum Processus styloideus radii (Griffelfortsatz der Speiche). Er beugt im Ellbogengelenk, supiniert aus Pronation, proniert aus Supination, keine direkte Wirkung auf die Hand.

- M. extensor carpi radialis longus (langer speichenseitiger Handstrecker): von der lateralen Seite des Humerus zum zweiten Mittelhandknochen.  
Dorsalflexion und Radialduktion in den Handgelenken.
- M. extensor carpi radialis brevis (kurzer speichenseitiger Handstrecker): vom Epicondylus lateralis (radialis) zum dritten Mittelhandknochen.  
Dorsalflexion und Radialduktion in den Handgelenken.

## Extensorengruppe im eigentlichen Sinne

### Oberflächliche Schicht (☞ Abb. \*.\* )

- M. extensor digitorum (Fingerstrecker ☞ 1.4.1): zu den Dorsalaponeurosen der Finger 2–5. Am Handrücken treten die Sehnen bei Dorsalextension stark hervor. Die Sehnen werden zum Teil durch Sehnenbrücken (Connexus intertendinei) miteinander verbunden. Sie behindern so das isolierte Strecken einzelner Finger, besonders des Ringfingers. Dies ist der Grund für einige Pianisten, diese Sehnenbrücken operativ durchtrennen zu lassen. Dorsalextension in den Fingergrundgelenken 2–5, schwaches Strecken der Mittel- und Endgelenke, Dorsalextension der Handgelenke.
- M. extensor digiti minimi (Kleinfingerstrecker ☞ 1.4.1): Der Kleinfinger erhält außer der Strecksehne des Fingerstreckers zusätzlich noch 1–2 Strecksehnen von einem eigenen Muskel.  
Dorsalextension in den Fingergrundgelenken 2–5, schwaches Strecken der Mittel- und Endgelenke, Dorsalextension der Handgelenke.
- M. extensor carpi ulnaris (ellenseitiger Handstrecker): vom Epicondylus lateralis und von der Elle zum fünften Mittelhandknochen.  
Ulnarduktion und schwache Dorsalextension in den Handgelenken

### Tiefe Schicht (☞ Abb. \*.\* )

- M. supinator (Auswärtsdreher): proximal von der Elle schräg zur Speiche absteigend. Supination, keine direkte Wirkung auf die Hand.  
An den M. supinator schließen sich die Ursprünge der folgenden Muskeln an:
- M. abductor pollicis longus (langer Daumenabspreizer): zum Mittelhandknochen des Daumens.  
Abduktion und Reposition im Daumensattelgelenk, Radialduktion im proximalen Handgelenk.
- M. extensor pollicis brevis (kurzer Daumenstrecker): zum Grundglied des Daumens.  
Streckt im Daumengrundgelenk, sonst wie der M. abductor pollicis longus
- M. extensor pollicis longus (langer Daumenstrecker): zum Endglied des Daumens.  
Streckt im Grund- und Endgelenk des Daumens, reponiert im Daumensattelgelenk.
- M. extensor indicis (proprius) (eigener Zeigefingerstrecker): als zusätzliche Sehne zur Dorsalaponeurose des Zeigefingers.  
Dorsalextension im Fingergrundgelenk 2, schwaches Strecken des Mittel- und Endgelenkes, Dorsalextension der Handgelenke.

---

Abb. \*.\*: Radiale Extensorengruppe. Sobotta Abb. 362

Abb. \*.\*: Oberflächliche Schicht der Extensoren. Sobotta Abb. 363

---

---

Abb. \*: **M. supinator. Sobotta Abb. 365**

Abb. \*: **Tiefe Schicht der Extensoren. Sobotta Abb. 362**

---

### 1.5.3 Unterarmmuskeln: Flexoren

Praktisch alle Flexoren werden vom N. medianus innerviert. Es gibt jedoch folgende Ausnahmen: Der M. flexor carpi ulnaris sowie die Muskelbäuche für den 4. und 5. Finger des M. flexor digitorum profundus werden vom N. ulnaris innerviert.

#### **Oberflächliche Schicht (gemeinsamer Ursprung vom Epicondylus medialis (ulnaris))**

- M. pronator teres (runder Einwärtsdreher): zum lateralen Rand der Speiche. Beugt im Ellbogengelenk, proniert, keine direkte Wirkung auf die Hand.
- M. flexor carpi radialis (speichenseitiger Handbeuger): zum zweiten Mittelhandknochen. Palmarflexion und schwache Radialduktion in den Handgelenken, Pronation (früher auch „langer Pronator“ genannt).
- M. palmaris longus (langer Hohlhandsehnenspanner): oberflächlich über das Halteband der Beugesehnen (Retinaculum flexorum) zur Aponeurosis palmaris (Palmaraponeurose). Etwa jeder dritten Person fehlt der Muskel. Spannt die Hohlhandsehne beim Faustschluss, Palmarflexion in den Handgelenken.
- M. flexor carpi ulnaris (ellenseitiger Handbeuger): zum Erbsenbein und von dort zum Haken des Hakenbeins und zum fünften Mittelhandknochen. Das Erbsenbein ist als Sesambein in die Sehne eingelagert. Ulnarduktion und kräftigste Palmarflexion in den Handgelenken.

#### **Mittlere Schicht (Ursprung vom Epicondylus medialis, der Elle und Speiche)**

- M. flexor digitorum superficialis (oberflächlicher Fingerbeuger): zu den Mittelgliedern der Finger 2–5. Beugt die Fingermittelgelenke 2–5, Palmarflexion in den Fingergrund- und Handgelenken.

#### **Tiefe Schicht (Ursprung von Elle, Zwischenknochenmembran und Speiche)**

- M. flexor digitorum profundus (tiefer Fingerbeuger): zu den Endgliedern 2–5. Beugt die Fingerendgelenke 2–5, sonst wie M. flexor digitorum superficialis. Die Verkürzungsgröße der Fingerbeuger reicht für eine kräftige Beugung in allen übersprungenen Gelenken nicht aus (= aktive Muskelinsuffizienz).
- M. flexor pollicis longus (Langer Daumenbeuger): zum Daumenendglied. Beugt im Mittel- und Endgelenk, opponiert im Sattelgelenk des Daumens, Palmarflexion in den Handgelenken.
- M. pronator quadratus (viereckiger Einwärtsdreher): distal am Unterarm quer zwischen Elle und Speiche verlaufend. Pronation, keine direkte Wirkung auf die Hand.

•

---

Abb. \*.\*: **Oberflächliche Schicht der Flexoren. Sobotta Abb. 353**

Abb. \*.\*: **Mittlere Schicht der Flexoren. Sobotta Abb. 354**

Abb. \*.\*: **Tiefe Schicht der Flexoren. Sobotta Abb 355 und 356**

---

•

## 1.5.4 Muskeln der Hohlhand

- Mm. lumbricales (Spulmuskeln ↗ 1.4.3): beugen in den Grundgelenken, strecken in den Mittel- und Endgelenken der Finger 2–5.
- Mm. interossei dorsales (rückseitige Zwischenknochenmuskulatur ↗ 1.4.3): spreizen die Finger 2–4, sonst wie die Mm. lumbricales.
- Mm. interossei palmares (hohlhandseitige Zwischenknochenmuskulatur ↗ 1.4.3): adduzieren die Finger 2–5, sonst wie die Mm. lumbricales.

•

---

Abb. \*.\*: **Muskeln der Hohlhand. Sobotta Abb. 382, 383, 384**

---

•

## 1.5.5 Muskeln des Kleinfingerballens

- M. abductor digiti minimi (Abspreizer des Kleinfingers ↗ 1.4.3): abduziert und beugt (palmar) im Kleinfinger-Grundgelenk.
- M. flexor digiti minimi brevis (kurzer Beuger des Kleinfingers ↗ 1.4.3): beugt (palmar) im Kleinfinger-Grundgelenk.
- M. opponens digiti minimi (Gegenübersteller des Kleinfingers ↗ 1.4.3): opponiert im Handwurzel-Mittelhand-Gelenk des Kleinfingers

•

## 1.5.6 Muskeln des Daumenballens

- M. abductor pollicis brevis (kurzer Daumenabspreizer ↗ 1.4.3): abduziert und opponiert im Daumensattelgelenk, beugt im Daumengrundgelenk.
- M. flexor pollicis brevis (kurzer Daumenbeuger ↗ 1.4.3): opponiert im Daumensattelgelenk, beugt im Daumengrundgelenk.
- M. opponens pollicis (Gegenübersteller des Daumens ↗ \*.\*1.4.3): opponiert im Daumensattelgelenk.
- M. adductor pollicis (Daumenanzieher ↗ 1.4.3): adduziert und opponiert im Daumensattelgelenk, beugt im Daumengrundgelenk.

•

---

Abb. \*.\*: Muskeln der Hohlhand, des Daumen- und Kleinfingerballens. Sobotta Abb. 377

---

•

## 1.6 Haut

### 1.6.1 Die Haut der Hand und ihre Falten

#### Furchen der Hand

„Die Zeit schlägt Falten in die reinste Stirn“ [William Shakespeare]. Doch in Bezug auf die Hand würde Shakespeare irren. Die zahlreiche Furchen der Hohlhand sind nämlich nach neueren embryologischen Untersuchungen genetisch vorgebildet [Schmidt 2003]. Das Auftreten der Beugefurchen ist nicht von intrauterinen Handbewegungen abhängig. Sie fehlen, wenn das zugehörige Gelenk nicht angelegt ist. Ihre Ausprägung ist jedoch abhängig von der Funktion: Sie sind kaum sichtbar, wenn die Beweglichkeit im frühen Kindesalter verloren gegangen ist [Schmidt 2003].

Hautbänder (Retinacula cutis) und Bindegewebssepten fixieren die Oberhaut im Verlauf der Furchen. Daher werden sie auch als statische Linien bezeichnet [Buck-Gramcko 1981]. Distal der Rascetta (☞ Abb. \*.\* ) schließt sich an der Hohlhand die Thenarfurche (Linea vitalis, „Lebenslinie“) an. Letztere trennt den Daumenballen (Thenar) vom Kleinfingerwulst (Hypothenar).

Warum ist nun diese weitläufig unbekannt *Rascetta* eine besonders erwähnenswerte Falte? Sie ist die Trennlinie zwischen vollkommen verschiedenen Hauttypen: Die dünne Felderhaut des Unterarmes geht in die dickere Leistenhaut der Hohlhand über. Im ihrem Verlauf ist die Haut über straffe Retinacula cutis an die darunterliegende Palmaraponeurose und das Ligamentum carpi palmare verheftet. Daher kann die Falte in keiner Funktionsstellung der Hand verstreichen. Sie ist interindividuell sowohl in ihrer Form als auch ihrer Lage sehr variabel angelegt. Meist verläuft sie in Höhe des Mediokarpalgelenkes (☞ 1.2.1). Weitere Informationen finden sich in folgenden Kapiteln über die Relaxed-Skin-Tension-Lines (☞ 1.6.1)

---

Abb. \*.\*: Handlinien und Beugefurchen von palmar

Abb. \*.\*: Foto: Leistenhaut

Abb. \*.\*: Foto: Felderhaut

---

#### Relaxed Skin Tension Lines (RSTL)

Diese RSTL decken sich in diesem Bereich mit den mit zunehmendem Alter deutlicher werdenden Faltenlinien (Altersfalten). Am distalen palmaren Ende des Unterarmes verlaufen die „Relaxed Skin Tension Lines“ (RSTL) annähernd quer zur Längsachse des Armes [Borges 1984] (☞ Abb. \*.\*). Die RSTL ziehen von der Furche des Daumengrundgelenkes fächerartig auseinanderstrebend bis zur Thenarfurche (☞ \*.\* Foto Handinnenfläche). An der



übrigen Handinnenfläche verlaufen sie parallel zu den großen Stauchungsfurchen (☞ \*.\*). Die bereits genannten Faltenlinien treten an der Hohlhand im wesentlichen nur über dem Daumenballen auf.

Diese wiederum haben für die kosmetische optimale Narbenheilung eine große Bedeutung. In der aktuellen Literatur Plastischer Chirurgen werden die RSTL für Inzisionen empfohlen.

Nur noch medizinhistorisch interessant sind die *Langer-Spaltlinien*. Lange (und auch heute noch(!), hielt man sich bei Einschnitten in die Haut an den Verlauf dieser *Langerschen-Linien*. Sie verlaufen in Richtung der geringsten Hautdehnbarkeit senkrecht zu den sog. Hautspannungslinien (RSTL).

Sogar bis heute (!?) hält man sich bei Einschnitten in die Haut an den Verlauf dieser *Langer-Spaltlinien*, da „die Hautschnitte nicht auseinander klaffen“ – so das Argument. Allerdings sind die kosmetischen Ergebnisse. unterlegen (☞ \*.\* Foto eigene Hand) [Borges 1984].

*Das Neue (Anm.: „RSTL“) ist, eben, weil es neu ist, dasjenige, was am meisten überrascht [G. E. Lessing]*

(☞ Abb. \*.\* Handlinien und Beugefurchen von palmar)

---

Abb. \*.\*: Inzision entgegen der RSTL: deutlich sichtbare Narbe Foto eigene Hand

---

Abb. \*.\*: Inzision direkt in einer RSTL – hier: distale Hohlhandfurche Foto: Narbe nach RBS

---

■

- Inzisionen entlang der RSTL führen zu kosmetisch besseren Narben als Inzisionen entlang der *Langerschen-Spaltlinien* (nur noch historische Bedeutung letzterer) [Dirschka 2003].
- 

## Handinnenfläche

Die Handinnenfläche ist vollkommen frei von Haaren und Talgdrüsen. Dafür finden sich zahlreiche Schweißdrüsen (☞ \*.\* Leistenhaut, s.o.).

Auf der palmarren Seite der Finger wird die Leistenhaut der Hohlhand – nur durch die Grundgliedfurcha getrennt – fortgesetzt. Diese Haut ist wie die Haut der Hohlhand durch vertikal eingestellte Retinacula cutis mit dem Bewegungsapparat verheftet. Das Auftreten der Beugefurchen ist mit der genetisch vorgegebenen Bildung der Papillarleisten verkoppelt und nicht von intrauterinen Handbewegungen abhängig.

Die Papillarleisten, deren Muster zu polizeilichen Erkennungszwecken benutzt werden, sind charakteristisch für jedes Individuum. Überraschenderweise haben selbst eineiige Zwillinge verschiedene Papillarleistenmuster, sodass sie zumindest daran unterschieden werden können. Durch die auf den Leisten mündenden Schweißdrüsen wird das Greifvermögen durch Haftung der Hand und der Finger an glatten und trockenen Gegenständen wesentlich verbessert. Außerdem fällt auf, dass beim Spitzgriff immer einige der gebogenen Leisten an den Fingerkuppen senkrecht zu denen des Gegenfingers stehen. Neben dem besseren Erfassen und Halten von kleinen Gegenständen wird auch deren Erkennen begünstigt.

## Hautbänder

Die Haut ist am größten Teil des Körpers gut verschieblich. Dies ist nötig, um die Veränderungen der Körperoberfläche den Bewegungen des übrigen Körpers anpassen zu können.

An der Hohlhand wäre eine derartige Verschieblichkeit jedoch sehr unzweckmäßig. Um einen Gegenstand fest in der Hand halten zu können, darf keine Gleitschicht zwischen Skelett und Gegenstand liegen. Biologische bindegewebige Netzkonstruktion zeigen verblüffende Ähnlichkeit mit technischen Netzkonstruktionen. Viele konstruktive Details hat man erst aus der Erfahrung mit technischen Netzkonstruktionen verstanden bzw. umgekehrt in die Technik eingeführt (Abb. \*.\*).

---

#### Abb. \*.\*: Jägerzaun oder Scherengitterzaun

---

An den Fingern lassen sich mehrere Systeme von Hautbändern unterschiedlicher Lage, Stärke und Ausdehnung freilegen. Ihre funktionelle Bedeutung besteht in der Verklammerung der Haut mit tiefer gelegenen Bindegewebe- und Knochenstrukturen. Damit wird vor allem in der Handinnenfläche eine übermäßige Verschieblichkeit der Haut verhindert und das Greifvermögen verbessert. Außerdem zügeln die kutanen Bänder neurovaskuläre Leitungsbahnen. Die Haltebänder unterliegen interindividuellen Variationen. Bei einigen Menschen sind sie nur sehr zart und nicht in allen Teilen definierbar, während sie bei anderen als kräftige Bandstrukturen imponieren.

Nach der Regel „wo Sehnscheide, da Halteband“, kann man den Verlauf dieser geradezu konstruieren: Von der palmaren Seite der Beugesehnscheide des Fingers spannen sich Fasern zur Haut aus, die als **Grayson-Bänder** beschrieben werden [Milford 1968]. Sie verlaufen palmar vom Gefäß-Nerven-Bündel entweder im rechten Winkel zur Haut oder auch schräg, wobei sie sich über der digitalen Sehnscheide scherengitterartig durchflechten [Grayson 1941]. (☞ [Hautbänder, Kap.1.6.1.](#))

Ein solches Scherengitter ermöglicht eine besondere Stabilität, weshalb u.a. auch besonders stabile Stahlgittertüre scherengitterartig konstruiert werden. Im Rahmen des M. Dupuytren (☞ \*.\*.) sind die genannten Bänder vom fibroproliferativen Prozess betroffen [Voß 2003].

Dorsal von den Leitungsbahnen der Finger spannen sich die von Cleland 1878 beschriebenen Hautbänder aus. Sie bilden straffe septenähnliche Faserzüge, die von beiden Seiten des Fingerskeletts zur Haut ziehen. Das **Cleland-Fasersystem** bewirkt eine Abschottung des subkutanen Raumes in ein palmares und dorsales Fingerkompartiment. Daher spielt es klinisch eine so wichtige Rolle bei der Ausbreitung von Entzündungen oder Tumoren.

An der ulnaren Seite des Kleinfingers liegt regelmäßig ein in Längsrichtung verlaufender Bandzug – der sog. **Abduktorstrang** (digital cord). Dieser Faserstrang entspringt aus dem Ansatzgebiet des M. abductor minimi und den ulnaren Austrahlungen des Lig. natatorium. Das digitale Band ist etwa 40–65 mm lang und erreicht mit den distalen Cleland-Bandzügen das Endglied. Bei der Dupuytren-Kontraktur kann das System der Hautbänder in unterschiedlichem Ausmaß befallen sein. Hierbei finden sich fast immer Veränderungen im digitalen Bandzug des Kleinfingers [Barton 1984]. Zur Pathomechanik ist hervorzuheben, dass hauptsächlich die *längs* verlaufenden Anteile des Systems von dieser Fibromatose (☞ \*.\*.) befallen werden.

## 1.6.2 Die Nagelanlage

Die nächste noch makroskopisch fassbare Struktur ist die Nagelanlage, das größte Hautanhangsgebilde der Hand. Die Nägel sind von der Oberhaut gebildete Hornplatten, die den Krallen oder Hufen bei anderen Wirbeltieren entsprechen. Nach ihrer Entstehung sind sie mit den Haaren verwandt. Sie dienen nicht nur dem Kratzen, sondern bieten der weichen Fingerbeere ein Widerlager und ermöglichen so eine feinere Tastempfindung.

### Aufbau der Nagelanlage

Seitlich ist der Fingernagel von Hautwülsten umgeben, die auch proximal die Nagelwurzel bedecken – dem *Nagelwall*. Die unter dem Nagel liegende Haut wird *Nagelbett* genannt.

Gebildet wird der Nagel von der *Matrix*, dem proximalen Teil des Nagelbettes. Der vor der Matrix liegende Teil des Nagelbettes wird *Hyponychium* (gr. ónychos = Nagel) genannt. Am bekanntesten wird wohl das *Eponychium* sein, die auf dem Nagel liegende Hornschicht des Nagelwalls, die bei der Nagelpflege zurück geschoben wird. Die weißliche Sichel proximal des Nagels, die nicht sichtbar sein muss, nennt man *Lunula* (lat. luna = Mond).

---

Abb. \*.\*: **Fingerendglied, Sagittalschnitt. Sobotta Abb. 58**

---

## Wachstum der Nagelanlage

Die Bildung des Nagels erfolgt durch das Nagelbett, und zwar nur von seinem proximalen Abschnitt (Matrix). Der Nagel wächst pro Woche 1–3 mm. Bei Durchblutungsstörungen, bei schweren Erkrankungen, ist die Nagelbildung beeinträchtigt. Es entstehen dann quere Linien und Verfärbungen am Nagel, die entsprechend dem Nagelwachstum allmählich vorgeschoben werden. Die Längsrillung des Nagels ist normal. Bei Beschädigung des Nagelbettes wird der Nagel abgestoßen und ein neuer Nagel von der Matrix gebildet, der sacht nach vorn wächst.

## 1.6.3 Histologie der Haut

Die Haut besteht entwicklungsgeschichtlich aus einem ektodermalen (Epidermis und Melanozytensystem) und einem mesodermalen (Korium = Dermis = Lederhaut) Anteil. Die Epidermis ist eine epitheliale Schicht, die keine eigene Gefäßversorgung hat, sondern durch Diffusion aus den korialen Blutgefäßen ernährt wird.

### Schichten der Epidermis

Die Epidermis ist ein vielschichtiges, verhornendes Plattenepithel. Die einzelnen Epithelschichten werden in den verschiedenen Schichten nach ihrem Aussehen unterschiedlich benannt:

- Die **unterste Schicht** bilden die zylindrischen **Basalzellen**, die mit sog. Hemidesmosomen in der darunter liegenden Basalmembran (☞ 1.7.1) des Koriums verankert sind. Auf die Basalzellschicht folgen 4–8 Schichten Stachelzellen, polygonale Zellen, die in der Nähe der Basalschicht rundlich, in den oberen Schichten abgeplattet sind (☞ Abb. \*.\*).
- In ihrem **oberflächennahen Anteil** beginnen die **Stachelzellen** basophile Körnchen einzulagern (= Keratohyalingranula). Diese reichern sich stark in der nachfolgenden **Körnerzelle** an, die abgeplattet spindelförmig den Übergang zur kernlosen **Hornzelle** bildet. Diese normale Verhornung unter Verlust des Zellkernes wird Orthokeratose bezeichnet.
- Außerdem liegen in der Epidermis **neuroektodermale Zellen** verstreut zwischen den Keratinozyten: Melanozyten und mesodermale Langerhans-Zellen (Monozyten-Makrophagen-System ☞ 1.5.2.5). Melanozyten synthetisieren das lichtschützende Melaninpigment und geben es über die Fortsätze an die unpigmentierten Basalzellen weiter. Hier wird es als Polkappe distal des Zellkernes abgelagert und schützt die Erbsubstanz der Zelle vor der mutagenen Wirkung ultravioletter Strahlung.

•

---

Abb. \*.\*: **Schnitt durch die Haut, Sobotta Abb. 55**

---

## 1.6.4 Funktionen der Haut

### Mechanischer Schutz

Bei mechanischer Beanspruchung treten Druck-, Zug- und Scherkräfte auf. Um diese zu kompensieren, verfügt die Haut über verschiedene Fasersysteme

- Die Epidermiszellen sind untereinander durch sog. Tonofilamente und eine intraepidermale „Kittsubstanz“ mechanisch verbunden. Dadurch wird Festigkeit der Epidermis erreicht.
- Der Zusammenhalt der Dermis wird durch drei Komponenten gesichert – die Verbindung der Bindegewebsfasern untereinander, ihre Umhüllung mit Gitterfasern sowie ein Netz aus elastischen Fasern.
- Damit die Epidermis mit ihrer bindegewebigen Unterlage fest verbunden bleibt, greifen einerseits Epidermis und Papillen des Koriums (Papillarkörper) ineinander, Andererseits sind Basalzellen mittels Hemidesmosomen (= „Zellbrücken“) an der Basalmembran fest verankert.

### Strahlenschutz

Die Haut muss insbesondere durch Einwirkung von ultravioletter (UV)-Strahlung induzierbare Schäden abwenden. UV-Licht schädigt sowohl Proteine als auch die Erbsubstanz und kann zu Behinderungen und Fehlern der Zellteilung führen. Versagt der Reparaturmechanismus der Erbsubstanz oder ist er überfordert, kann es zu einem vermehrten Auftreten von Plattenepithelkarzinomen, Basaliomen und malignen Melanomen kommen.

Der Strahlenschutz der Haut betrifft hauptsächlich Bereiche des UV-Lichts mit einer Wellenlänge  $\leq 400$  nm. Wellenlängen  $\leq 350$  nm wirken sicher karzinogen auf alle Zellen der Haut. Die Schutzmechanismen der Haut sind komplex, so filtern, streuen und reflektieren die Epidermiszellen die UV-Strahlung. Außerdem kann das Lichtschutzpigment Melanin UV-Strahlung reflektieren und absorbieren.

### Chemischer Schutz

Auf die Haut auftretende Substanzen sollten von der intakten Haut abgewiesen werden. Dafür wird die Haut von einem Schutzfilm überzogen, der von den epidermalen Anhangsdrüsen gebildet wird. Die Hornhaut (Stratum corneum, kernlose Hornzellen) stellt auf Grund ihres stark lipophilen Charakters und eines Wassergehaltes von nur 5–15 % eine besondere Barriere für das Eindringen verschiedener Substanzen dar. Die Steuerung dieses Wassergehaltes geschieht durch die sog. Natural moisturizing factors, auf die noch näher eingegangen wird (☞ \*.\*).

Für die Barriereeigenschaften der Hornschicht sind weniger die ziegelsteinähnlich angeordneten Keratinozyten, als die etwa 20% des gesamten Hornschichtvolumens ausmachenden Lipide verantwortlich. Hierzu zählen:

- Ceramide (ca. 40% der Lipide)
- Freie Fettsäuren (ca. 25%)
- Cholesterol (ca. 25%)
- Cholesterylsulfat (ca. 6%)
- Triglyceride (nahezu der Rest)
- Fast vollständige Abwesenheit von Phospholipiden, wodurch sich die Hornschicht von anderen Biomembranen unterscheidet
- Änderungen der Zusammensetzung oder dem Gehalt an Lipiden bzw. des Wassergehaltes korrelieren mit regionalen Barriere- und Permeabilitätsunterschieden (☞ \*.\*)

### Thermoregulation

Die Körpertemperatur wird von der Haut auf zwei Arten geregelt: Das subkutane Fettgewebe isoliert passiv gegen das Absinken der Körpertemperatur. Darüber hinaus kann die Haut aktiv die Wärmeabgabe ändern: Bei Erhöhung der Temperatur sezerniert sie Schweiß, der auf der Oberfläche verdunstet und der Haut Wärme entzieht. Bei niedriger Umgebungstemperatur werden die oberflächlichen Gefäße enggestellt und somit der Blutfluss und die Wärmeabgabe gedrosselt.

## Sinneswahrnehmung

Die Haut als Sinnesorgan kann sehr differente Empfindungen wahrnehmen. Dafür gibt es viele unterschiedliche Rezeptoren in unterschiedlichen Etagen der Haut:

- Freie Nervenendigungen – mechanische, thermische und Schmerzempfindungen
- Merkelzellen (Druckrezeptoren)
- Meißner-Tastkörperchen – Berührungsempfindern mit einer hohen Dichte in Finger- und Zehenspitzen
- Vater-Pacini-Lamellenkörperchen – Vibrationsempfindern. Sie können bereits mit bloßem Auge bei einer Länge von 4 mm und der Form eines Reiskorns erkannt werden. Sie liegen in der Subkutis der Hand meist in der Nähe von (Inter-)Digitalnerven.
- Ruffini-Körperchen – langsam adaptierende Dehnungsrezeptoren in der unbehaarten Haut und direkt an Haaren
- Die Nervenfasern (☞ Kap. 1.7) der Nervenendkörperchen sind zumeist markscheidenführende Fasern vom A $\beta$ -Typ. Der weitaus größte Teil der Nervenfasern der Haut gehört aber dem markscheidenfreien C-Typ an.
- Exogene Noxen werden häufig als Schmerzempfindungen oder Juckreiz wahrgenommen. Die Berührungsempfindung der Haut spielt eine große Rolle für dieses Organ als Kommunikationssystem.

## Immunreaktion

- Die Haut spielt eine wichtige Rolle in der Erkennung und Auseinandersetzung mit körperfremden Stoffen (Antigenen). Dies geschieht durch T-Zellen mit Homing-Rezeptoren für die Epidermis, die immer wieder in das Hautorgan rezirkulieren, sowie durch monozytäre Zellen, die sowohl in der Epidermis als auch in der Dermis liegen. Diese dendritischen Makrophagen innerhalb der Epidermis sind die **Langerhans-Zellen**. Sie fangen Fremdartigen ab, verarbeiten es soweit, dass es den immunkompetenten Lymphozyten präsentiert werden kann und durch die dann eine Immunreaktion ausgelöst wird.

## 1.7 Bindegewebe

Das Binde- und Stützgewebe kommt ubiquitär im Organismus vor und wird aus kollagenen und elastischen Fasern sowie aus Proteoglykanen aufgebaut. Neben der eigentlichen Rolle als Binde- und Stützgewebe stellt das Bindegewebe das Reparatur- und Ersatzgewebe im Organismus dar. Es kann den Abgrenzungswall gegenüber entzündlichen Reizen, Tumoren etc. bilden und dient auch dem Stoffaustausch.

### 1.7.1 Bindegewebszellen

#### Spezifische Bindegewebszellen

##### Mesenchymzellen

Mesenchymzellen sind fortsatzreich und amöboid beweglich. Sie haben einen ovalen Kern mit deutlichem Nukleolus. Die Zellen bilden ein lockeres dreidimensionales Netzwerk. Die Zellfortsätze stehen durch veränderliche Haftung miteinander in Verbindung. Die Interzellularsubstanz ist amorph und solartig. Fasern fehlen.

## Fibrozyten

Fibrozyten sind flache, spindelförmige Zellen mit langen, membranartig ausgezogenen äußerst dünnen Enden, die verzweigt sein können. Der Zellkern ist abgeplattet und erscheint in der Aufsicht ellipsoid, im Profil spindelförmig. Im Zytoplasma kommen nur wenig raues endoplasmatisches Retikulum (RER), wenige Mitochondrien und ein unbedeutender Golgi-Apparat vor. In Gewebekulturen sind Fibrozyten sehr teilungsfreudig, in vivo werden dagegen selten Zellteilungen gefunden (Ausnahme: Wundheilung).

## Myozyten

Muskelgewebe besteht aus hochdifferenzierten, langgestreckten Muskelzellen, die in ihrem Zytoplasma die kontraktilen Proteine Aktin und Myosin enthalten, die gemeinsam Myofibrillen bilden. Außerdem verfügen Muskelzellen über Myoglobin, das die typische rote Muskelfarbe hervorruft. Funktionell zeichnen sich Muskelzellen dadurch aus, dass sie sich verkürzen und Spannung entwickeln sowie chemische Energie direkt in mechanische verwandeln können. Sie sind in der Lage Kraft zu entfalten. Unter Berücksichtigung morphologischer und funktioneller Gesichtspunkte werden unterschieden:

- glatte Muskulatur
- quergestreifte Muskulatur (Skelettmuskulatur und Herzmuskulatur)

•

Die Muskelzellen der Skelettmuskulatur werden als Muskelfasern bezeichnet. Der auffälligste Unterschied zwischen glatter und quergestreifter Muskulatur besteht darin, dass die kontraktilen Myofibrillen in der quergestreiften Muskulatur mikroskopisch eine Querstreifung aufweisen, die in der glatten Muskulatur fehlt. Außerdem wird die glatte Muskulatur nur vom vegetativen Nervensystem, die Skelettmuskulatur überwiegend vom somatischen Nervensystem innerviert. Deswegen erfolgen die Kontraktionen der glatten Muskulatur unwillkürlich, während die Skelettmuskulatur willkürlich betätigt werden kann. Die Kontraktionen der glatten Muskulatur verlaufen langsam, die der quergestreiften schnell. Eine Sonderstellung nimmt die Herzmuskulatur ein, die zwar quergestreift ist, aber doch vom vegetativen Nervensystem innerviert wird und autonom tätig ist.

Kontraktile Zellen kommen nicht nur im Verband der Muskulatur vor, sondern auch als:

- Myoepithelzellen in exokrinen Drüsen
- Myofibroblasten, z.B. in den Alveolarsepten der Lunge
- Perizyten in den Kapillarwänden

## Generelle Bindegewebszellen

### Histiozyten

Im lockeren Bindegewebe werden ortsständige Makrophagen als Histiozyten, ruhende Wanderzellen, bezeichnet. Histiozyten können abgerundet, aber auch spindel- oder sternförmig sein. Sie haben einen mittleren Durchmesser von 10–20 µm. Ihr Kern ist etwas kleiner und dichter als der von Fibrozyten. Das Zytoplasma enthält zahlreiche Granula und Vakuolen. Da sie zum Monozyten-Makrophagen-System (früher: „Retikuloendotheliales System“) gehören, sind sie phagozytoseaktiv. Ferner sind diese Zellen für die Immunregulation und Synthese verschiedener Lymphozytenaktivierender Faktoren verantwortlich.

### Plasmazellen

Obwohl die Plasmazellen zu den weißen Blutkörperchen gehören, kommen sie in der Regel nicht in der Blutbahn vor. Sie befinden sich im Mark der Lymphknoten, in der Milz, im Knochenmark, in der Darmmukosa, in der Tränendrüse und in chronischen Entzündungsherden. Plasmazellen können Antikörper ausscheiden, die sich in den Körperflüssigkeiten meistens mit gelösten oder auch mit zellgebundenen Antigenen



verbinden. Diese Antigene müssen eine genau zum Antikörper passende Aminosäuresequenz aufweisen. Der resultierende Antigen-Antikörper-Komplex wird u.a. von Makrophagen durch Phagozytose eliminiert.

## Mastzellen

Mastzellen sind im lockeren Bindegewebe weit verbreitet und liegen besonders in der Nähe kleiner Blutgefäße. Sie gehören zu den Hilfszellen des Abwehrsystems. Charakteristisch für die relativ großen Mastzellen sind dicht liegende Granula im Zytoplasma. Die Granula enthalten Heparin und Chondroitinsulfat; beide sind stark saure Proteoglykane (☞ 1.7.4). Heparin wirkt der Blutgerinnung entgegen. Außerdem enthalten Mastzellen Histamin (☞ 13.1.2, DMSO), das die Gefäße erweitert und z.B. bei Entzündungen und allergischen Erkrankungen freigesetzt wird.

## Kollagene

Die durchaus differenzierte Werbung für Antifalten-Cremes lässt nicht einmal erahnen, wie komplex die Kollagen-Chemie ist. An dieser Stelle sei nur ein kurzer Überblick gezeigt:

Die verschiedenen Kollagene stellen die quantitativ häufigsten Proteine des Körpers dar und sind die wichtigsten Skleroproteine der Binde- und Stützgewebe. Zur Zeit sind 28 verschiedene Kollagentypen bekannt (Typ I bis XXVIII). Zusätzlich sind mindestens zehn weitere Proteine mit kollagenähnlichen Domänen zu verzeichnen. Alle Kollagene haben gemein, dass sie aus drei Polypeptidketten aufgebaut sind, die man als  $\alpha$ -Ketten bezeichnet und die in Form einer Tripelhelix umeinander gewunden sind. Jede  $\alpha$ -Kette kann in Abhängigkeit des Kollagentyps aus 600 bis 3000 Aminosäuren zusammengesetzt sein und ist mit großen Domänen ausgestattet, die aus sich wiederholenden (repetitiven) G-x-y-Sequenzen aufgebaut sind. Definitionsgemäß werden nur tripelhelikale Moleküle der extrazellulären Matrix (EZM) als Kollagene bezeichnet. Die Kollagene werden in mehrere Untergruppen unterteilt. In der folgenden Zusammenstellung sind einige Mitglieder der Kollagenfamilie aufgeführt.

- Fibrilläre Kollagene: Kollagene des Typs I, II, III, V und XI
- Netzbildende Kollagene: Kollagene des Typs IV (Lamina densa der Basalmembran), VIII und X
- Fibrillenassoziierte Kollagene (FACIT): Kollagene des Typs IX, XII, XIV, XXII
- Perlenschnurartige Kollagene: Kollagen Typ VI
- Verankerungsfibrillen: Kollagen Typ VII
- Kollagene mit Transmembrandomänen: Kollagene des Typs XIII, XVII, XXIII und XXV

Das Kollagen ist aufgrund seines hohen Elastizitätsmoduls fast undehnbar. Es ist mit den elastischen Fasern sowie den Proteoglykanen (☞ 1.7.4) vergesellschaftet und deshalb für mechanische Belastungen geeignet. Kollagene haben folgende Funktionen:

- **Mechanische Belastung:** Die Hauptrolle des Kollagens besteht deshalb im Auffangen von Scherkräften (z.B. Epidermis), Stützfunktion (z.B. Knochen), Verschiebeschicht (z.B. Serosa) und Zugübertragung (z.B. Sehne).
- **Zellverankerung:** Alle Zellarten benötigen für ihr Wachstum und ihre Regeneration spezielle Glykoproteine. Dazu gehört auch das Kollagen. Fibroblasten kleben und gedeihen auf allen Kollagentypen, Chondrozyten nur auf Kollagen Typ II und die Epithel- und Endothelzellen nur auf Kollagen Typ IV. Die Klebesubstanz zwischen den Zellen und dem Kollagen sind das Fibronectin und das Laminin.
- **Entzündung:** Auch beim Entzündungsgeschehen spielt das Kollagen eine wichtige Rolle: Es unterstützt die Blutgerinnung (Kollagen Typ III) und die Demarkation von Entzündungsherden.
- **Stoffaustausch:** Schließlich dient das Kollagen (Typ IV und V) in Form der Basalmembran auch dem Stoffaustausch.



## Kollagenbiosynthese

- Die Kollagenbiosynthese findet in großem Umfang in den Bindegewebszellen statt: Osteozyt, Chondrozyt, Fibrozyt und Leiomyozyt (glatte Muskelzelle) statt.
- In den kollagenbildenden Zellen werden die an Glycin-, Prolin-, Glutaminsäure-, Alanin- und Argininresten reichen **Protokollagen**-Peptidketten posttranslatorisch durch Hydroxylierung der Prolin- und Lysinreste und Glykosilierung einiger Hydroxylysinreste modifiziert. Als Tropokollagen gelangen sie in den Extrazellulärraum und aggregieren nach proteolytischer Abspaltung C- und N-terminaler Peptide zu Fibrillen mit einem Durchmesser von 0,2–0,5 µm. bestimmte Lysin- und Hydroxylysinreste werden von der Lysyloxidase oxidiert, so dass die inter- und intramolekulare Vernetzung des Kollagens durch spontane Kondensationsreaktionen erfolgt.
- Das Kollagen der Haut, der Sehnen und des Knochens wird als Typ I, das Kollagen des hyalinen Knorpels mit Typ II bezeichnet. Die Typ-III-Kollagene sind oft mit Typ-I-Kollagen vergesellschaftet.

## Basalmembran

Die Basalmembranen sind ein spezialisierter Teil der extrazellulären Matrix. Sie stellen meist Grenzflächen dar, wie z.B. zwischen endothelialen und epithelialen Zellen des Nierenglomerulus, zwischen alveolären und endothelialen Zellen der Lunge sowie zwischen Epidermis und Dermis. Im späteren Leben und bei krankhaften Störungen wird Basalmembranmaterial überwiegend von den anliegenden epithelialen Zellen gebildet und aufrechterhalten. Basalmembranen erfüllen vielfältige Funktionen: Indem sie Zellen eine Haftfläche bieten, beeinflussen sie einerseits deren Wachstums-, Regenerations- und Differenzierungsverhalten und wirken andererseits aufgrund ihrer selektiven Durchlässigkeit als Filtrationsschranke.

In ihrer Gesamtdicke variieren Basalmembranen je nach Organ, Lokalisation und Alter des Menschen zwischen 30 und 300 nm. Der Basalmembranumsatz schwankt zwischen 40 Tagen im Kolon und mehr als 2 Jahren in der Haut. Er kann unter krankhaften Bedingungen auf 20–40 Tage verkürzt sein.

Grundsätzlich bestehen Basalmembranen aus kollagenen und nichtkollagenen Glykoproteinbestandteilen:

- **Kollagene Bestandteile:** Alle Basalmembranen enthalten einen spezifischen Kollagentyp IV, der die wesentliche strukturelle Komponente darstellt. Dieser Kollagentyp enthält als wesentliche strukturelle Besonderheit verglichen mit anderen Kollagentypen sehr häufig unterbrochene Peptidketten, was zu einer erhöhten Flexibilität und Elastizität des Moleküls wie auch zu einer vermehrten proteolytischen Anfälligkeit führt. Ein weiterer Kollagentyp (V) kommt in einigen, jedoch nicht in allen Basalmembranen vor. Man findet ihn besonders in der kornealen DESCemet-Membran.
- **Nichtkollagene Bestandteile:** Basalmembranen enthalten einen wesentlichen Anteil an nichtkollagenen Glykoproteinen. In verschiedenen Geweben enthalten die Basalmembranen einen nichtkollagenen Proteinanteil von 10–50% (bezogen auf den Hydroxyprolinanteil der Matrix). Diese Glykoproteine der extrazellulären Matrix regulieren die Adhäsion von Zellen, die der Basalmembran aufsitzen. Sie steuern deren biologische Aktivität und regulieren damit selbst die Bildung der Matrix. Diese setzt sich u.a. aus Laminin, Heparansulfat-Proteoglykanen, Fibronectin, Entakin und Nidogen zusammen.

### 1.7.2 Elastin

Das Protein, das sich Frauen bis ans Lebensende in unveränderter Funktion wünschen.

Das Elastin ist ein Biopolymer mit kautschukähnlicher Elastizität und kommt im Organismus in folgenden Formen vor:

- **Elastische Fasern** aggregieren teilweise zu membranartigen Strukturen (Gefäßwandelastika) oder durchziehen als breite Faserbündel besonders elastische Gewebe (Ohrknorpel, Nackenbänder) oder sind als feine elastische Fäden in die faserhaltige Interzellulärsubstanz elastischer Gewebe (Lunge, Haut) eingebaut (☞ 3.1.2).
- **Elauninfasern** sind dünner als die elastischen Fasern. Sie dienen der Verankerung von Epithelien, u.U. auch von Endothelien mit der bindegewebigen Unterlage, indem sie von den breiten elastischen Fasern ausgehend in die epitheliale Basalmembran einstrahlen.
- **Oxytalanfasern** scheinen die unreifsten Elastinstrukturen zu sein. Sie kommen in mechanisch belasteten oder sklerosierten Bindegeweben vor. Sie bestehen aus einem Mikrofibrillenfilz mit vornehmlich längsparalleler Fibrillenordnung.
- Eine einmal gebildete elastische Faser bleibt lange bestehen, es sei denn, sie wird infolge eines Krankheitsprozesses abgebaut.

### 1.7.3 Proteoglykane

Proteoglykane sind Biopolymere, die für die Organisation der Interzellulärsubstanz des Binde- und Stützgewebes wichtig sind. Ihre physiologische Rolle erklärt sich durch ihr hohes hydrodynamisches Volumen, ihre Kationenbindungsfähigkeit und ihre spezifische Wechselwirkung zu Partnermolekülen.

Die Proteoglykane besitzen eine charakteristische chemische Struktur. Mit dem zentralen Proteinskelett (Proteincore) sind in variabler Zahl Seitenketten aus *Glykosaminoglykanen* (ältere Bezeichnung = Mukopolysaccharide) zu einem Makromolekül verknüpft. Die Proteoglykane der verschiedenen Gewebe unterscheiden sich in Glykosaminoglykan-Seitenketten, in ihrem Proteinskelett und in der Proteinbindungsregion der Glykosaminoglykane.

Das dreidimensionale Netzwerk des hydratisierten Proteoglykanmoleküls selbst hat im Körper die Funktion eines Molekularsiebes zur Trennung von Molekülen verschiedener Größe und Gestalt. Darauf beruht z.B. die Durchlässigkeit der Gefäßwand. Aufgrund der Proteoglykan-Hyaluronat-Komplexe mit dem Kollagen, Elastin, Fibronectin und Laminin übernehmen die Proteoglykane auch die Funktion eines viskoelastischen Auffangsystems. Dabei wird die mechanische Zugbelastung der Kollagenfasern auf die elastisch verformbaren Proteoglykankomplexe übertragen, so dass die Zellen mechanisch nicht gequetscht werden (☞ 3.1.2).

### 1.7.4 Glykosaminoglykane („GAG“)

Der frühere Name, Mukopolysaccharide ist zugunsten der Bezeichnung Glykane aufgegeben worden. Die Glykanfäden sind sehr lang, flexibel und häufig über Glykoproteine an andere Substanzen gebunden.

- Die **Hyaluronsäure** (oder: „vom Rinderauge zum Anti-Faltenmittel“) nimmt eine Sonderstellung unter den Glykosaminoglykanen ein. Sie ist ein besonders großes Molekül. Sie wird als eine der ersten interzellulären Substanzen im embryonalen Mesenchym gebildet und ist auch im erwachsenen Organismus in vielen Geweben vorhanden (☞ 3.1.2). In der Synovialflüssigkeit der Gelenke ist sie wegen ihrer viskösen Eigenschaften für die „Schmierwirkung“ und die Herabsetzung des Reibungswiderstandes zwischen den Gelenkflächen verantwortlich.

Erstmals 1934 wurde die Hyaluronsäure aus Rinderaugen isoliert. Gelenke von Rennpferden wurden ab 1970 mit dieser Substanz behandelt, 4 Jahre später traute man sich an menschliche Kniegelenke, ohne dass eine Medizinprodukt-Zulassung vorlag. Die Zulassung folgte für die Orthopädie erst 1996. Später dann die Zulassung als injizierbarer „Falten- und Lippenfüller“.

Weitere GAG sind:

- Chondroitinsulfat – Vorkommen: Knorpel, Knochen, Kornea, Haut

- Dermatansulfat – Vorkommen: Haut, Sehne, Aorta
- Karatansulfat – Vorkommen: Knorpel
- Heparin – Vorkommen: Leber, Lunge, Haut
- Heparansulfat – Vorkommen: Aorta, Lunge, Basallamina
- Im erwachsenen Menschen sind ca. 20 g Glykosaminoglykane enthalten. Die maximale Halbwertszeit dieser Substanzen beträgt ungefähr 20 Tage. Durch das Fehlen abbauender Enzyme werden vermehrt Glykosaminoglykane im Gewebe eingelagert und mit dem Urin ausgeschieden. Bei diesen Speicherkrankheiten findet man Veränderungen am Skelett, an den inneren Organen und Hornhauttrübungen

## 1.8 Nerven (3 Seiten 2 Sobotta)

Die größeren Nerven und Gefäße folgen am Oberarm einer Hauptstraße und mehreren Nebenwegen.

### 1.8.1 Nervus medianus

Dieser Nerv liegt in der Hauptversorgungsstraße in der medialen Bizepsrinne. Er folgt der Armschlagader (A. brachialis) von der Achselgegend bis zur Ellenbeuge. Erst dort löst er sich von ihr und durchbohrt den M. pronator teres. Man kann den N. medianus problemlos neben der A. brachialis tasten. Proximal liegt er lateral von ihr. Etwas oberhalb der Ellenbeuge überkreuzt er die Arterie zur Medialseite. Im Bereich der Kreuzung ist er auf der Arterie hin- und herzurollen. Am Oberarm gibt der Nerv keine Äste ab. Erzieht dann zwischen oberflächlichem und tiefem Fingerbeuger distalwärts. Dabei gibt er Äste zur Mehrzahl der Muskeln der Flexorengruppe ab. Im distalen Unterarmbereich liegt er unter der Sehne des M. palmaris longus. Fehlt dieser Muskel als Normvariante, so kann der Nerv ulnar neben der Sehne des M. flexor carpiradialis oberflächlich liegen und auch getastet werden. Ertritt schließlich mit den Sehnen der Fingerbeuger in den Karpaltunnel ein.

In der Hohlhand gibt der N. medianus motorische Äste zu einem Teil der Daumenballenmuskeln und der Mm. lumbricales ab. Sein stärkerer sensibler Teil zweigt sich wie der N. ulnaris in gemeinsame und eigentliche Fingernerven auf.

#### Ramus palmaris nervi mediani

Dies ist ein kleiner sensibler palmar liegender Ast aus dem unteren Drittel des N. medianus zur Haut über der Handwurzel und dem Daumenballen. Dieser Ast kann bei Karpaltunneloperationen verletzt werden.

### 1.8.2 Nervus radialis

Dieser Nerv liegt in der dorsalen Versorgungsstraße. Der Speichennerv entspringt aus dem dorsalen Faszikel und liegt in der Achselhöhle dorsal der Hauptschlagader. Distal der Sehne des breitesten Rückenmuskels (M. latissimus dorsi; bildet die hintere Achselfalte) löst er sich von der Hauptversorgungsstraße und verläuft in einer Schraubenwindung dorsal um den Humerus. Ertrennt dabei die Ursprünge des lateralen und medialen Kopfes des M. biceps brachii. Im distalen Oberarmbereich durchbohrt er die laterale Muskelscheidewand und gelangt zwischen M. brachialis und M. brachioradialis in der Ellenbeuge auf die Vorderseite des Arms. Am Oberarm gibt der N. radialis motorische Äste zu den 3 Köpfen des M. triceps brachii ab. Der Hauptstamm des Nervs ist etwa eine handbreit proximal des Epicondylus humeri radialis in der lateralen Bizepsrinne zu tasten. Diese Ort ist klinisch aus mehreren Gründen interessant: Man kann den Nerv tasten und ihn so gezielt betäuben. Weiterhin kann

er hier bei Unfällen (Oberarmbruch) leicht verletzt werden. Der N. radialis teilt sich in der Ellenbeuge in seine beiden Endäste auf.

### **Ramus superficialis nervi radialis**

Dieser oberflächliche Ast ist sensibel. Er zieht mit der A. radialis am medialen Rand des M. brachioradialis zur Hand. Proximal der Radialispulsgrube trennt er sich von ihr. Er begibt sich oberflächlich zu den Sehnen der Tabatière auf den Handrücken. 2–3 Äste sind meist auf der Sehne des M. pollicis longus ganz leicht zu tasten: man streicht auf der Sehne mit der Fingerspitze hin und her. Dabei fühlt man, wie die Nervenäste (etwa bleistiftminendick) dem tastenden Finger ausweichen.

### **Ramus profundus nervi radialis**

Der tiefe Ast ist motorisch. Er biegt um den Speichenhals dorsalwärts und innerviert die Extensoren.

## **1.8.3 Nervus ulnaris**

Dieser Nerv liegt in einer „Nebenstraße“. Der Ellennerv löst sich in der Mitte des Oberarms von der Armschlagader, durchbohrt die mediale Muskelscheidewand und zieht dann dorsal um den Epicondylus medialis (ulnaris) in „der Rinne des Ellennervs“ (Sulcus nervi ulnaris). Am Unterarm gelangt er wieder auf die Palmarseite. Der N. ulnaris gibt am Oberarm keine Äste ab. Er tritt unter den M. flexor carpi ulnaris und zieht bedeckt von ihm distalwärts. In der Mitte des Unterarms gesellt sich ihm die A. ulnaris zu. Die beiden erreichen dann radial neben dem Erbsenbein oberflächlich des Retinaculum flexorum die Hand. Der N. ulnaris gibt am Unterarm Äste zum M. flexor carpi ulnaris sowie zu den beiden Bäuchen des M. flexor digitorum profundus (für Ringfinger und Kleinfinger) ab.

### **Ramus dorsalis nervi ulnaris**

Im distalen Unterarmbereich teilt sich der Ellennerv und u.a. in einen Ast zum Handrücken, anastomosiert mit dem R. superficialis des N. radialis und gibt die Nn. digitales dorsales zur sensiblen Innervation der ulnaren 2 ½ Finger im Bereich des jeweiligen Grund- und Mittelgliedes ab; die Endglieder werden von palmar aus versorgt.

### **Ramus profundus nervi ulnaris**

Dieser tiefe Ast versorgt:

- Alle Kleinfingerballenmuskeln,
- alle Zwischenknochenmuskeln,
- die beiden ulnaren Mm. lumbricales,
- vom Daumenballen den Daumenanzieher und den tiefen Kopf des kurzen Daumenbeugers

---

Abb. \*.\*: [Nerven des Arms. Übersicht. Sobotta Abb. 387](#)

---

## **1.8.4 Dermatome im Bereich der Hand**

Diese sind sensibel versorgte Hautareale mit Bezug zum Rückenmarksegment und den zugehörigen Spinalnerven. Sie haben keinen unmittelbaren Bezug zu den oben genannten peripheren Nerven. So kann ein Dermatome z.B. von zwei peripheren Nerven

---

Abb. \*.\*: **Dermatome der oberen Extremität (von ventral). Sobotta Abb. 388**

Abb. \*.\*: **Dermatome der oberen Extremität (von dorsal). Sobotta Abb. 389**

---

## 1.9 Gefäße (3 Seiten 2 Sobotta)

### 1.9.1 Arteria radialis

#### Der tiefe Hohlhandbogen

Im tiefen Hohlhandbogen (Arcus palmaris profundus) vereinigen sich der vom Handrücken zur Hohlhand zurückkehrende Endast der A. radialis und der tiefe Ast der A. ulnaris etwa auf Höhe des distalen Endes des Karpaltunnels. Aus dem tiefen Hohlhandbogen entspringen die palmaren Mittelhandarterien, die meist mit den gemeinsamen Fingerarterien anastomosieren. Dadurch beteiligt sich auch der tiefe Hohlhandbogen an der Blutversorgung der Finger. Der tiefe Hohlhandbogen liegt unterhalb der Beugesehnen der Finger

---

Abb. \*.\*: **Die Arterien der oberen Extremität Sobotta Abb. 406**

---

### 1.9.2 Arteria mediana

Nur 8% der Individuen besitzen eine A. mediana, die am Unterarm bestehen bleibt. Sie existiert nur während der frühen Embryonalperiode als kräftiger Gefäßstamm.

### 1.9.3 Arteria ulnaris

#### Der oberflächliche Hohlhandbogen

Im oberflächlichen Hohlhandbogen (Arcus palmaris superficialis) verbindet sich der Endast der A. ulnaris mit dem R. palmaris superficialis der A. radialis (☞ Abb.\*.\*). Die A. ulnaris erreicht zusammen mit dem N. ulnaris oberflächlich zum Retinaculum flexorum die Hohlhand. Ihr Puls ist radial neben dem Pisiforme zu tasten. Sie gibt den R. palmaris profundus zum tiefen Hohlhandbogen ab und biegt dann etwa auf Höhe der Hautfalte zwischen Daumen und Zeigefinger daumenwärts um und vereinigt sich dort mit dem oberflächlichen Hohlhandast der A. radialis. Dieser geht am distalen Ende der Radialispulsgrube von der A. radialis ab, bevor sich diese zum Handrücken wendet. Er zieht oberflächlich oder durch die Daumenballenmuskeln zum mittleren Hohlhandbereich.

### 1.9.4 Die Arterien der Finger

Aus dem oberflächlichen Hohlhandbogen entspringen die gemeinsamen Fingerschlagadern (Aa. digitales palmares communes). Diese ziehen in Richtung der Zwischenräume zwischen 2 Fingern distalwärts (☞ Abb.\*.\*). Auf Höhe der Fingergrundgelenke teilen sie sich jeweils in 2 eigentliche Fingerschlagadern (Aa. digitales palmares propriae), die jeweils an der ulnaren und radialen Seite zweier benachbarter Finger bis zu deren Endglied durchlaufen. In der

Klinik werden die palmaren Fingerarterien der Einfachheit halber durchnummeriert. So heißt die radiale Daumenarterie A1, die ulnare A2, die radiale Zeigefingerarterie A3 usw.

---

Abb. \*.\*: **Arterien der Handfläche. Sobotta Abb. 432**

---

## 1.9.5 Die Venen der Finger und Hand

Auf der Streckseite der Hand befindet sich das Rete venosum dorsale manus, ein venöses Netz auf der Streckseite des Handrückens mit zahlreichen Verbindungen zu tiefen und anderen oberflächlichen Armvenen, insbesondere zur V. cephalica und V. basilica. In einem Arcus venosus palmaris superficialis wird das Blut aus der Hohlhand gesammelt.

---

Abb. \*.\*: **Venen des Handrückens. Sobotta Abb. 439**

---

## 1.10 Anatomie in vivo

Mit dem Wort „Anatomie“ assoziieren nicht nur Laien in der Regel prompt „Leichen“. Das Zergliedern von Leichen ist der klassische Zugang zum Verständnis des Körperbaus. Eine therapeutisch tätige Person kann aber dem Patienten nur nützen, wenn die klassisch erworbenen Kenntnisse auf den lebenden Menschen übertragen werden können. In der herkömmlichen Ausbildung kann so eine Lücke klaffen. In der Ausbildung wird an Bildern, Modellen (und Leichen) gelernt. In der Berufspraxis werden Kranke untersucht. Die natürliche Zwischenstufe müsste das Studium des gesunden lebenden Menschen sein. In der Schulzeit hat sich der Schüler daran gewöhnt, sich mit Gegenständen zu befassen, die ihn selbst nicht unmittelbar berühren. Die Anatomie in vivo soll helfen, Anatomie als etwas zu erleben, das nicht nur im Buch steht, sondern das man auch selbst hat. Z.B. erwartet man vom Sportwissenschaftler, dass er selbst Sport treibt. Auch bei der Anatomie geht ein tieferes Verständnis nur über die Erfahrung des eigenen Körpers.

### 1.10.1 Finger, Daumen und Mittelhand

Mittelhand- und Fingerknochen sind auf der Rückseite in ganzer Länge zu tasten. Lediglich an den Fingerendgliedern wird ein Teil durch den Nagel bedeckt. Zu den Mittelhandknochen kann man in der Hohlhand wegen deren Matratzenkonstruktion, der Beugesehen und der Muskeln des Daumen- und Kleinfingerballens nicht vordringen. Seitlich kann man alle Fingerknochen tasten. Der Mittelhandknochen des Daumens ist außen und innen, der des Zeigefingers nur auf der Speichenseite und der des Kleinfingers nur auf der Ellenseite zugänglich. Beim Beugen in den Fingergrundgelenken 2–5 treten die Köpfe der Mittelhandknochen stark hervor. Etwa 1–1,5 cm distal der Rundung tastet man auf der Rückseite den Gelenkspalt des Fingergrundgelenks. Dann folgen in Richtung Fingermittelgelenk die breite Basis (Metaphyse), der schlankere Schaft (Diaphyse) und die wieder breitere Rolle (Kopf, Epiphyse) des Grundglieds. Bei starker Beugung im Fingermittelgelenk kann man den Einschnitt in der Rolle des Fingergrundglieds leicht fühlen. Der Gelenkspalt des Fingermittelgelenks liegt viel näher (ca. 0,5 cm) an der Rundung als beim Fingergrundgelenk. Es folgen dann Basis, Schaft und Rolle des Mittelgliedes ähnlich wie beim Grundglied, nur etwas kleiner. Das Endglied ist wegen des Nagels und der prallen



Haut des Fingerballens schlecht zu beurteilen. Der Gelenkspalt des Finger endgelenks liegt nur etwa 2,5 mm distal der Rundung der Mittelgliedrolle.

## 1.10.2 Handwurzel

Die Handwurzel (Carpus) enthält acht kurze Knochen. Obwohl sie sehr unregelmäßig geformt sind, weisen sie charakteristische Merkmale auf, die eine systematische Zuordnung im Handskelett erleichtern.

Die Knochen sind in zwei Reihen angeordnet, einer proximalen und einer distalen.

**Proximal** liegen von radial nach ulnar:

- **Os scaphoideum** (Skaphoid, Kahnbein; gr. skáphe = Trog, Wanne, Kahn) Offiziell wird die ältere Bezeichnung „Os naviculare“ mit Verabschiedung der Nomina anatomica 1955 nicht mehr verwendet. Das Navikulare dient ausschließlich zur Bezeichnung des Kahnbeins des Fußes!
- **Os lunatum** (Lunatum, Mondbein; lat. luna = Mond)
- **Os triquetrum** (Triquetrum, Dreieckbein; lat. triquetrus = dreieckig)
- **Os pisiforme** (Pisiforme, Erbsenbein; lat. pisum = Erbse)

**Distal** liegen von radial nach ulnar:

- **Os trapezium** (Trapezium, großes Vieleckbein; gr. Trapézios = Tischchen. Früher: Multangulum maior)
- **Os trapezoideum** (Trapezoideum, kleines Vieleckbein, Trapezoidbein. Früher: Multangulum minor)
- **Os capitatum** (Kapitatum, Kopfbein; lat. caput = Kopf)
- **Os hamatum** (Hamatum, Hakenbein; lat. hamus = Haken)

Neben diesen regelmäßig vorhandenen 8 Handwurzelknochen kann man gelegentlich noch weitere beobachten. Es gibt etwa 20 verschiedene Typen „überzähliger Handwurzelknochen“. Sie entstehen als funktionell belanglose Varianten aus akzessorischen Knochenkernen. Im Röntgenbild wird ihretwegen gelegentlich ein Handwurzelknochenbruch irrtümlich diagnostiziert. Davor schützt nur der sorgfältige Vergleich mit typischen Bildreihen [Schmidt 2003].

---

Abb. \*.\*: **Das Handskelett von dorsal gesehen [Sobotta Abb. 315]**

---

---

Abb. \*.\*: **Knochen der Hand von palmar [Sobotta Abb. 313]**

---

### ■ Eselbrücke zu den 8 Handwurzelknochen:

„Ein Kahn, der fährt im Mondenschein im Dreieck um das Erbsenbein. Vieleck groß, Vieleck klein, der Kopf, der muss beim Haken sein.“

.....

Beide Reihen der Handwurzelknochen formieren sich zu einer Längs- und Querwölbung. Die beiden Reihen sind U-förmig gekrümmt, so dass eine Höhlung auf der Hohlhandseite entsteht. Skaphoid und Trapezium springen radial, Erbsenbein und Haken de Hakenbeines



ulnar vor. Diese beiden Vorsprünge werden durch ein kräftiges Band verbunden. Dadurch wird die Knochenrinne zu einem Kanal geschlossen (Canalis carpi, in der Klinik „**Karpaltunnel**“ genannt [Schmidt 2003]. Durch diesen Kanal ziehen die Beugesehnen. Das quere Band hält die Beugesehnen im Karpaltunnel, damit sie bei Palmarflexion nicht aus dem Kanal treten

Im Karpaltunnel liegen 9 Sehnen – je 4 des oberflächlichen und des tiefen Fingerbeugers sowie die des langen Daumenbeugers – eng mit dem N. medianus zusammen

Die Hand bewegt sich gegenüber dem Unterarm in einer Vielzahl von neben- und hintereinander geschalteten Gelenken.

Nach konventioneller Ansicht stellt der Karpus einen unverformbaren Block – sozusagen einen Monolithen dar, der durch das mediokarpale Gelenk (distales Handgelenk) in zwei Teile getrennt wird. Nach dieser Vorstellung artikuliert dann allein die proximale Reihe der Handwurzelknochen mit einer Pfanne am Unterarm, wobei die distale Knochenreihe amphiarthrotisch mit den Mittelhandknochen verbunden ist. Letztere Vorstellung stimmt zu einem gewissen Teil, insbesondere die Mittelhandknochen zwei und drei sind durch sehr straffe Bandzüge mit der distalen Reihe verbunden.

Nach neueren Untersuchungen, d.h. ab 1943 (!) weist der Karpus jedoch eine variable Geometrie auf [Gilford 1943, Schmidt 2003]. Bei allen Stellungsänderungen im Raum wechselt er ständig seine Form, wobei jeder Knochen spezifische Bewegungen durchführt. Vor allem die proximale Reihe der Handwurzelknochen als so genanntes zwischengeschaltetes (= intercalated) Segment stellt einen sinnvollen Abstand zwischen der Gelenkpfanne am Unterarm und der distalen Knochenreihe her. Durch komplexe Eigenbewegungen der proximalen Reihe wird dieses zwischengeschaltete Segment zu den korrespondierenden Gelenkpartnern allen Stellungs- und Belastungsänderungen angepasst. So wird Stabilität bei großer Mobilität gesichert.

In speziellen und wichtigen Beispielen wird hierauf noch eingegangen (☞ 2.6).

## Oberflächenanatomie der Karpalia

Die folgende Aufzählung der Handwurzelknochen folgt nicht der konventionellen topographischen Aufzählung, sondern praktisch der Oberfläche:

- **Os pisiforme** (Erbsenbein): Es ist am leichtesten von allen Handwurzelknochen zu finden: Streicht man vom Kleinfinger ausgehend über die Hohlhand in Richtung Unterarm, so fühlt man auf Höhe zwischen Rascetta und Restricta (☞ 1.5.1.1) einen rundlichen Knochenvorsprung. Man kann ihn zwischen Daumen und Zeigefinger mit einem Schlüsselgriff fassen. Beugt man die Hand, kann man den Knochen bis etwa 1 cm in Querrichtung hin- und herbewegen. Man prüft so die Beweglichkeit des Erbsenbeingelenks (Articulatio ossis pisiformis) zwischen Erbsenbein und Dreieckbein.
- **Os triquetrum** (Dreieckbein): Es liegt dorsalseitig vom Erbsenbein und ist daher nicht zu verwechseln.
- **Os hamatum** (Hakenbein): Geht man an der ulnaren Handkante von der Elle zum fünften Mittelhandknochen, so fühlt man vier Vorwölbungen, die durch drei Einschnitte getrennt werden: Die Vorwölbungen sind der Ellenkopf (Caput ulnae), das Dreieckbein, das Hakenbein und die Basis des Mittelhandknochens. Die Einschnitte entsprechen dem proximalen und distalen Handgelenk (Articulatio ulnocarpalis und Art. mediocarpalis) sowie dem Handwurzel-Mittelhandgelenk. Das Hakenbein verdankt seinen Namen dem auf der Hohlhandseite vorspringenden Haken (Hamulus ossis hamati). Man tastet ihn palmarseitig etwa zwei Fingerbreit vom Erbsenbein entfernt. In der Praxis legt man den ipsilateralen Ringfinger des Untersuchers auf die Haut über das Erbsenbein des Patienten und stellt dann Ringfinger, Mittelfinger sowie Zeigefinger zu einer Linie in Richtung auf den Mittelfinger auf. Mit kreisenden Bewegungen des Zeigefingers drückt man nun seine Kuppe in die Tiefe der Hohlhand. Es ist ein Widerstand zu fühlen. Der Druck kann von einem Schmerz begleitet sein und unter der kreisenden Kuppe springt ein Strang zur Seite: Der N. ulnaris.

- **Os trapezium** (Trapezium, Trapezbein, Multangulum major, großes Vieleckbein): Stellt man den Daumen dem Kleinfinger gegenüber, so kann man die drei Knochen (Endglied, Mittelglied, Mittelhandknochen) des Daumens besonders leicht abgrenzen. Dann tastet man nach proximal den Gelenkspalt des Daumensattelgelenkes und schließlich die Rundung des Trapezbeins.
- **Os scaphoideum** (Kahnbein der Hand, bis 1955: Os naviculare manus): Der Knochen ist in der Neutralnullstellung in der Tiefe der Tabatière (zwischen den Sehnen des kurzen und langen Daumenstreckers) verborgen. Auf der Palmarseite ist das Tuberculum scaphoidei am distalen Ende der Sehne des M. flexor carpi radialis insbesondere bei Radialduktion zu tasten.
- **Os trapezoideum** (Trapezoid, Trapezoidbein, Multangulum minor, kleines Vieleckbein): Geht man am Handrücken zwischen Daumen und Zeigefinger unterarmwärts. Schließlich trifft man auf den Spalt zwischen zwei Knochen: In Fortsetzung des Daumens liegt das große Vieleckbein, in Fortsetzung des Zeigefingers das kleine. Hierbei muss man den Gelenkspalt zwischen der breiten Mittelhandknochenbasis und Trapezoid finden.
- **Os capitatum** (Kapitatum, Kopfbein): Ist man in der oben genannten Reihenfolge vorgegangen, so bleiben nur noch die in Fortsetzung des Mittelfingers liegenden beiden Handwurzelknochen übrig. Bei Beugung im Handgelenk wölbt der Kopf des Kopfbeines häufig die Haut vor. Bei abwechselndem speichen- und ellenseitigem Abspreizen der Hand bewegt sich die vorspringende Rundung jeweils in die Gegenrichtung.
- **Os lunatum** (Lunatum, Mondbein): Für das Mondbein bleibt nur noch der freie Raum zwischen dem Kopfbein und der Speiche übrig. Bei manchen Individuen tritt beim Beugen statt des Kopfbeines das Mondbein auf der Dorsalseite stärker hervor.

•

## Literatur

Barton, N.J.: Dupuytren's disease arising from the abductor digiti minimi. J. Hand Surg. 9 (1984) 265–270

Borges, A.F.: Relaxed skin tension lines (RSTL) versus other skin lines. Plast. Reconstr. Surg. 73 (1984) 144–150

Buck-Gramcko, D.: Funktionelle Anatomie. In: Handchirurgie. 1. Bd.: Allgemeine Wahloperationen. Hrsg. H. Nigst, D. Buck-Gramcko u. H. Millesi. Thieme, Stuttgart 1981

Cleland, J.: On the cutaneous ligaments of the phalanges. J. Anat. Physiol. 12 (1878) 526–527

Dirschka, Th., Sommer, B. Usmani J. (Hrsg.): Leitfaden Ästhetische Medizin Urban & Fischer, München, Jena 2003

Grayson, J.: The cutaneous ligaments of the digits. J. Anat. 75 (1941) 164–165

Milford, L.W.: Retaining ligaments of the digits of the hand. W.B. Saunders, Philadelphia 1968

Schmidt, H.-M., Lanz, U.: Chirurgische Anatomie der Hand. Thieme, Stuttgart, New York 2003

Voß, H.J., Martini, A.-K.: Morbus Dupuytren. In: Martini, A.-K. (Hrsg.) Orthopädie und Orthopädische Chirurgie. Ellenbogen, Unterarm, Hand. Thieme, Stuttgart, New York 2003