

Leseprobe aus:

Joachim Grifka

Die neue Knieschule



Mehr Informationen zum Buch finden Sie auf rowohlt.de.

Funktion eines Gelenks

Die meisten Knochen des menschlichen Körpers sind als bewegliche Gelenke miteinander verbunden. Die mechanische Funktion ist für ein Gelenk kennzeichnend. Die beiden Knochenenden, die aneinandergrenzen und das Gelenk bilden, sind gegeneinander beweglich. Gelenke können unterschiedliche Formen haben (z. B. ein Kugelgelenk bei der Hüfte oder ein Scharniergelenk an den Fingern).

Knöcherner Aufbau

Abbildung 1 zeigt den Typ eines Scharniergelenks. Die Form der Gelenkpartner passt exakt. Der an der Gelenkfläche gehöhlte Gelenkpartner kann gegen die Wölbung des anderen bewegt werden. Der Drehmittelpunkt liegt innerhalb des gewölbten Gelenkpartners.

Abb. 1
Beispiel eines Scharniergelenks.

Die Gelenkflächen des gewölbten und gehöhlten Gelenkpartners passen exakt zueinander. Das Gelenk ist von einer Kapsel (rot) umhüllt.

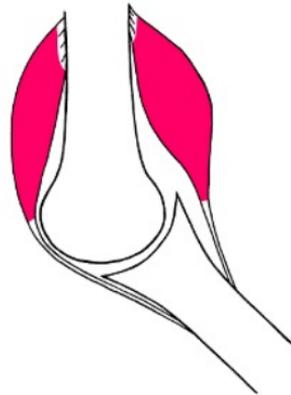
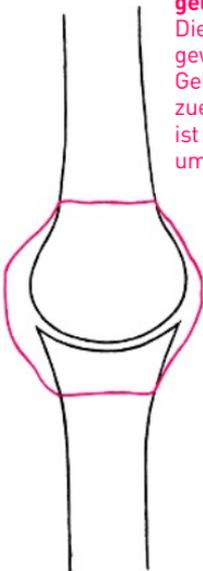


Abb. 2

Muskeln überspannen das Gelenk und setzen über Sehnen am Knochen an. Durch die Anspannung der Muskulatur auf der einen Seite wird die entspannte Muskulatur der anderen Seite gedehnt. Bei Anspannung beider Muskeln (Muskel und Gegenmuskel) wird das Gelenk muskulär stabilisiert.

Gelenkbänder zur passiven Stabilisierung

Um die beiden Gelenkpartner auch bei Bewegung in der richtigen Position zueinander zu halten, sind Bänder erforderlich. Verlaufen diese Bänder seitlich am Gelenk, so wird die volle Beweglichkeit nicht gehemmt, der untere Knochen kann sich weiträumig bewegen. Die Bänder sichern durch ihre Länge in jeder Bewegungsphase den Kontakt der Gelenkflächen.

Verlaufen Bänder in der Bewegungsrichtung des Gelenks, so können sie die mögliche Beweglichkeit hemmen. Dies kann z. B. den Zweck haben, dass ein Gelenk nicht über die gerade Stellung hinaus überstreckt werden kann. Eine solche Funktion haben beispielsweise die Kreuzbänder des Kniegelenks und die Bandzüge in der Kniekehle.

Einige Bandzüge sind mit der Gelenkkapsel verwachsen. Die Gelenkkapsel grenzt den Gelenkinnenraum gegen die Umgebung

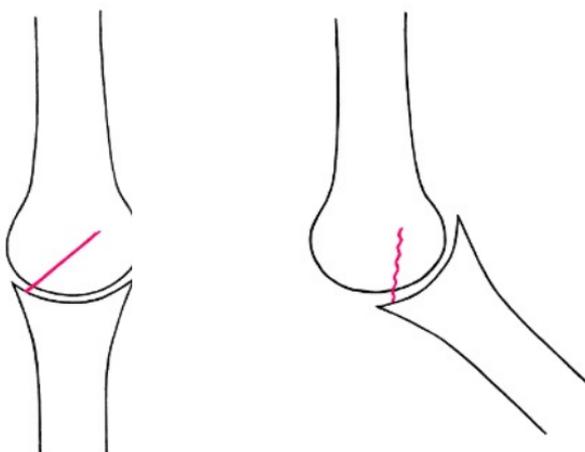


Abb. 3 + 4

Bandverspannung innerhalb eines Gelenks.

Die Bewegung ist in die Bewegungsrichtung eingeschränkt, bei der das Band (rot) angespannt ist. (3) Die Bandverspannung kann das Gelenk stabilisieren. Die Bewegung in die entgegengesetzte Richtung ist frei; das Band ist dann entspannt. (4)

ab. Außerdem hat die Kapsel an ihrer Innenseite zum Gelenk hin einen Schleimhautüberzug (Synovialis), von dem die Gelenkflüssigkeit (Gelenkschmiere = Synovia) gebildet wird.

Damit sind die Strukturen beschrieben, die eine passive Gelenkfunktion ausmachen. Sie sorgen dafür, dass das Gelenk auch bei Bewegung in Stellung gehalten wird, und bestimmen das Ausmaß der Beweglichkeit.

Muskeln und Sehnen

Muskeln und Sehnen sind Voraussetzung für die aktive Bewegung des Kniegelenks. Außerdem kann ein Gelenk durch die Muskelanspannung stabilisiert werden. Die Muskeln bringen die Kraft für die Bewegung und Stabilisierung auf. Sie enden in Sehnen und sind durch sie mit dem Knochen verbunden. Die Sehnen funktionieren wie Seilzüge. Bei Anspannung verkürzen sich die Muskeln. Die Sehnenenden der Muskeln werden einander genähert. Dadurch werden die Knochen in die Richtung der Muskelanspannung bewegt.

Muskeln finden sich an allen Seiten, zu denen ein Gelenk bewegt werden kann. Beim Anspannen der Muskulatur auf der einen Seite wird jeweils eine Entspannung (Dehnung) der Muskulatur der Gegenseite bewirkt. Deshalb spricht man von Muskel (Agonist) und Gegenmuskel (Antagonist). Diese Begriffe werden wechselseitig gebraucht.

Durch den Muskelzug wird nicht nur die Bewegung bestimmt, sondern auch eine zusätzliche Stabilisierung durch dosierte Anspannung bewirkt. Das Gelenk wird dadurch zusätzlich in seiner Position gesichert.

Damit ist bereits die prinzipielle Funktion eines Gelenks erklärt. Das Kniegelenk hat nun einige Besonderheiten, die speziell erläutert werden müssen.

Spezielle Verhältnisse im Kniegelenk

Das Kniegelenk muss in besonderem Maße den Anforderungen an Beweglichkeit und Stabilität genügen. Zum Gehen und Sitzen muss es gut beweglich und zum Stehen stabil fixiert sein. Es muss das Körpergewicht tragen und zusätzlich die Krafteinwirkung durch die Geschwindigkeit der Bewegung. Außerdem sind die auf das Gelenk wirkenden Hebelkräfte wegen der Länge von Ober- und Unterschenkel besonders stark.

Das Kniegelenk ist das größte Gelenk des menschlichen Körpers. Es hat keine reine Scharnierfunktion wie unser schematisches Beispielgelenk. Das Knie lässt sich zwar wie ein Scharnier beugen und strecken, aber bei gebeugtem Knie können wir außerdem Unterschenkel und Fuß nach innen und außen stellen (Unterschenkelrotation).

Knöcherner Aufbau

Der Kniegelenkbereich wird von vier Knochen gebildet (Abb. 5):

1. Vom unteren Teil des Oberschenkelknochens, der Oberschenkelrolle
2. Vom oberen Teil des Schienbeins, der Schienbeinkopfgelenkfläche
3. Vom Wadenbeinköpfchen (hat keinen Anteil an der Kniegelenkfunktion)
4. Von der Kniescheibe, die mit ihrer Rückfläche auf der Oberschenkelrolle gleitet

Die Gewichtsbelastung des Kniegelenks geht von der Oberschenkelrolle auf den Schienbeinkopf.

Das Wadenbeinköpfchen hat keine Bewegungsfunktion für das Kniegelenk und hat keine Gewicht tragende Funktion. Es kann an der Außenseite des Kniegelenks getastet werden (Abb. 6).

Die Kniescheibe – ein Knochen in einer Sehne

Die Kniescheibe (Patella), die wir an der Vorderseite des Kniegelenks tasten können, bewegt sich bei Beugung und Streckung des Kniegelenks. Beim Strecken scheint sie entlang der Oberschenkelrolle mehr nach oben zu wandern, beim Beugen nach unten (Abb. 7, 8). Tatsächlich ist sie eine knöcherne Einlagerung in der Sehne des vierköpfigen Oberschenkelmuskels (Musculus quadrizeps), dem kräftigsten Muskel an der Oberschenkelvorderseite. Wenn wir das Bein ganz gestreckt hinlegen und den Muskel der Oberschenkelvorderseite entspannen, kann die Kniescheibe mit der Hand seitlich hin und her bewegt werden. Sobald das Kniegelenk in einer leichten Beugung gehalten wird, spannen wir auch den vorderen Oberschenkelmuskel an, und die Kniescheibe kann

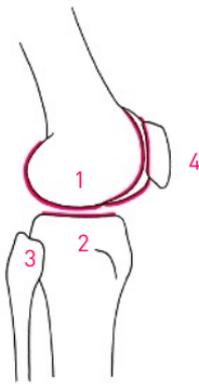


Abb. 5
Knöcherne Anteile des Kniegelenks.

1. Oberschenkelknochen
2. Schienbeinknochen
3. Wadenbeinknochen
4. Kniescheibe

Oberschenkelknochen (1) und Schienbeinknochen (2) bestimmen die Gelenkfunktion und tragen die Gewichtsbelastung.



Abb. 6
Wadenbeinköpfchen.

Es ist an der Außenseite des Kniegelenks zur Kniekehle hin zu tasten

nicht bewegt werden. Sie wird nun durch die Muskelspannung mehr oder weniger fest gehalten, und eine seitliche Bewegung der Kniescheibe wird dadurch verhindert.

Solche knöchernen Einlagerungen in Sehnen sind an den Stellen des Körpers ausgebildet, an denen die Muskelkraft in ihrer Wirkrichtung umgelenkt werden muss. Ohne die Einlagerung der Kniescheibe müsste die Sehne des Oberschenkelmuskels stets über den Knochen der Oberschenkelrolle ziehen. Der Effekt wäre so, als wenn ein Faden über einer Tischkante hin und her gezogen und schon nach kurzer Zeit aufgerieben würde. Durch die Ausbildung der Kniescheibe wird die Kraft der Muskeln nun über zwei gleichartige (knöcherne) Partner übertragen.

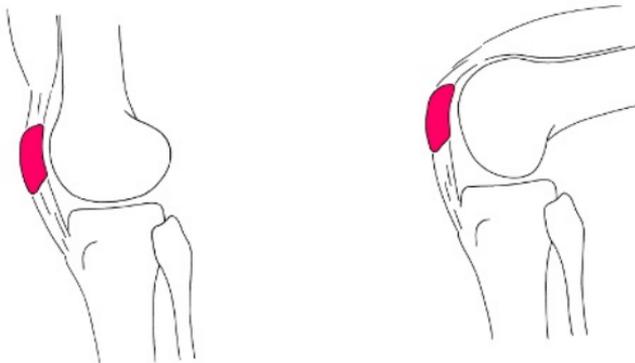


Abb. 7 + 8

Lageveränderung der Kniescheibe bei Bewegung.

Die Bewegung der Kniescheibe entlang der Oberschenkelrolle bei Beugung und Streckung des Kniegelenks ist zu sehen und zu tasten.

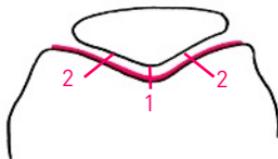


Abb. 9

Querschnittsbild durch Kniescheibe und Oberschenkelrolle an der Vorderseite.

Die Oberschenkelrolle hat ein Gleitlager (rot) mit Vertiefung, in dem die Kniescheibe mit ihrer dicksten Stelle, dem First (1), und den beiden Kniescheibenflächen, den Facetten (2), geführt wird.

Durch die spezielle Form von Kniescheibenrückfläche und Oberschenkelrolle wird die Kniescheibe außerdem noch knöchern geführt. Zum Gelenk hin hat die Kniescheibe eine Verdickung in der Mitte (First) und zwei seitliche Flächen. Passend hierzu ist vorne an der Oberschenkelrolle ein Gleitlager für die Kniescheibe ausgebildet. Das Gleitlager hat mittig eine Führungsrinne, in der der Kniescheibenfirst und die beiden Kniescheibenflächen (Facetten) geführt werden (Abb. 9). Bei einer fehlerhaften knöchernen Anlage (Patelladysplasie) kann es zu Fehlstellungen der Kniescheibe bis zur Kniescheibenverrenkung (Patellaluxation) kommen.

Oberschenkelrolle und Schienbeinkopf – zwei Knochen passen nicht zueinander

Die Gelenkflächen von Oberschenkelrolle und Schienbeinkopf, also die großen, Last tragenden Gelenkflächen des Kniegelenks, müssen besonders betrachtet werden: In der seitlichen Ansicht zeigt sich die Rundung der Oberschenkelrolle. Nach hinten hin hat die Rolle einen immer kleiner werdenden Krümmungsradius, ähnlich dem Krümmungsverlauf einer Schnecke. Diese Rundung der Oberschenkelrolle passt nicht zur Form der Gelenkfläche des Schienbeinkopfes.

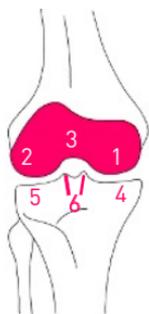


Abb. 10
Frontansicht des Kniegelenks.

Die Oberschenkelgelenkfläche zeigt einen innenseitigen (1) und außenseitigen (2) Rollenanteil, zwischen dem eine Grube (3) ausgebildet ist. Die Schienbeinkopf- fläche ist innenseitig (4) und außenseitig (5) nur wenig gehöhlt. In der Mitte zeigt sie zwei knöchernen Ausziehungen (6) als Ansatzpunkte für die Kreuzbänder. Rot: Vorderer Anteil der Gelenkfläche des Oberschenkels

In der Ansicht von vorne (Abb. 10) lassen sich ein innenseitiger (medialer, 1) und außenseitiger (lateral, 2) Rollenanteil unterscheiden. Die Schienbeinkopffläche hat in den Anteilen, die der innenseitigen und außenseitigen Rolle gegenüberliegen (4, 5), eine weniger ausgeprägte Höhlung. Zwischen den beiden Anteilen der Oberschenkelrolle ist eine Grube (Fossa, 3) ausgebildet.

Die Gelenkpartner Oberschenkelrolle und Schienbeinkopf passen also in beiden Ansichten – von vorn und von der Seite – nicht exakt aufeinander, und der Kontakt der Gelenkflächen von Oberschenkel und Unterschenkel ist jeweils nur an zwei Punkten gegeben. Dadurch ist die knöchernen Gelenkführung unzureichend. Eine weitere Konsequenz dieser knöchernen Ungleichheit wäre eine maximale Belastung der Kontaktpunkte, wenn nicht eine andere Struktur Ausgleich schaffen würde.

Die Menisci – Verbesserung der Kraftübertragung und Stabilisierung

Der Ausgleich dieser je nach Gelenkstellung veränderlichen Ungleichheit der Gelenkpartner wird durch die halbmondförmigen Menisci geschaffen (Abb. 11). Entsprechend der Form der Knochenpartner hat das Kniegelenk einen Innenmeniskus und einen etwas kleineren Außenmeniskus. Die Menisci sind Knorpelscheiben. Sie bestehen aus einem Geflecht von Fasern. Im Querschnitt durch einen Meniskus zeigt sich zum Knieinneren hin ein schmaler werdender Rand. Nach außen hin (Meniskusbasis) ist der Meniskus breiter, und nur dort wird er von Blutgefäßen ernährt.

Die Menisci gleichen die Form der Gelenkpartner aus, sie vermeiden eine punktuelle Druckbelastung, sorgen für gleichmäßige Kraftübertragung und Stabilisation des Gelenks. Durch ihre Form verhindern sie, dass Oberschenkel und Unterschenkel gegeneinander nach vorne, hinten oder zur Seite gleiten. Dies bezeichnet man auch als Bremsschuhfunktion, vergleichbar dem Bremsschuh an einem Rad.

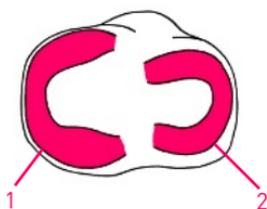


Abb. 11
Aufsicht auf die Schienbeinkopfge-
lenkfläche mit Menisci (rot).

Der Innenmeniskus (1) ist größer als
 der Außenmeniskus (2).

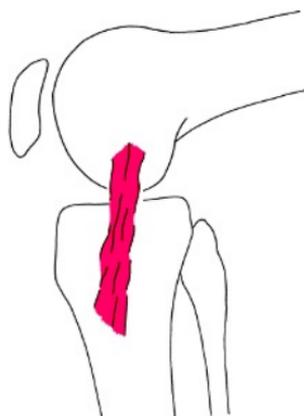
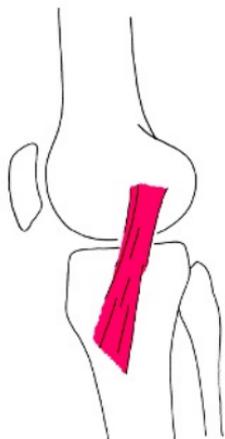


Abb. 12 + 13
Ansicht von der Innenseite.

Die Seitenbänder sind bei voller Streckung gespannt. (Inneres Seitenband rot) Bei Beugung sind sie entspannt, sodass Rotationsbewegungen des Unterschenkels möglich werden.

Bänder in alle Richtungen

Die Bandverspannung des Kniegelenks lässt sich in drei Gruppen unterteilen:

1. Seitenbänder
2. Kreuzbänder
3. Bandverspannung der Kapsel

1. Seitenbänder zur seitlichen Führung

Die Schemazeichnung (Abb. 14) zeigt den Verlauf der Seitenbänder. Zum einen sind sie am Oberschenkelknochen befestigt, zum anderen am Unterschenkel, und zwar innenseitig am Schienbein und außenseitig am Wadenbeinköpfchen. Das innenseitige (mediale, 1) Seitenband ist außerdem mit der Gelenkkapsel und dadurch auch mit dem Innenmeniskus verwachsen.

Die kniekehlenwärts kleiner werdende Gelenkrolle des Oberschenkels sorgt dafür, dass die Seitenbänder nur bei voller Streckung des Gelenks angespannt sind (Abb. 12, 13). Mit zunehmender Beugung des Kniegelenks schwindet die Anspannung der Seitenbänder, und das Kniegelenk wird für Seitenbewegung (z. B. Unterschenkelrotation) lockerer. Bei gebeugtem Kniegelenk kann der Unterschenkel nach innen und außen gedreht werden. Dies wird erkennbar durch die Stellung des Fußes nach innen oder außen. Ist ein Seitenband verletzt (überdehnt oder zerrissen), so hat das Kniegelenk bei Streckung keinen ausreichenden seitlichen Halt und kann zur Seite wegknicken (Abb. 15).

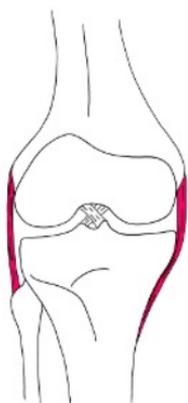


Abb. 14
Seitenbänder.

Die Seitenbänder (rot) verlaufen innenseitig (1) zum Schienbeinkopf und außenseitig (2) zum Wadenbeinköpfchen und zum Schienbeinkopf. Sie dienen der seitlichen Stabilität bei gestrecktem Kniegelenk.

2. Zwei Kreuzbänder sichern

Zur Sicherung des Kniegelenks gegen Verrenkungen nach vorne und hinten sind im Gelenk zwei Kreuzbänder. In der Ansicht von vorne ist der Verlauf dieser Bänder kreuzförmig (Abb. 16). Das vordere Kreuzband verläuft von der Innenseite der äußeren Oberschenkelrolle zu einer innenseitigen Erhebung am Schienbeinkopf. Das hintere Kreuzband hat die entgegengesetzte Verlaufsrichtung. Es verläuft von der innenseitigen Oberschenkelrolle zu einer etwas mehr nach außen und hinten liegenden Erhebung am Schienbeinkopf.

Durch ihren speziellen Verlauf sichern die Kreuzbänder nicht nur die Bewegung des Schienbeinkopfs nach vorne und hinten und verhindern dadurch eine Verrenkung (Luxation) und Instabilität des Kniegelenks, sondern sie sichern auch die Rotationsbewegungen des Unterschenkels.

Bei Verlust der Kreuzbänder kommt es zu einer Unsicherheit bei Verdrehpositionen des Kniegelenks.

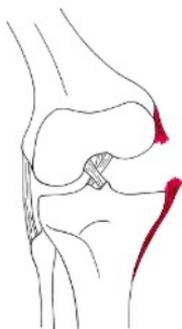


Abb. 15
Seitenbandriss

Ist ein Seitenband gerissen (rot), so verliert das Kniegelenk den seitlichen Halt. In Streckstellung kann das Kniegelenk seitlich wegnicken.



Abb. 16
Frontansicht des Kreuzbandverlaufs.

Vorderes (1) und hinteres (2) Kreuzband (rot) verlaufen in der Frontansicht kreuzförmig zueinander.

3. Bandzüge der Kapsel haben ergänzende Funktion

Eine zusätzliche Sicherung gegen Rotation bei Streckung und leichter Beugung bewirken die bandartigen Kapselzüge (dorsale Kapselschale) der Kniekehle (Abb. 17). Sie sorgen dafür, dass der Schienbeinkopf bei Drehbewegung nicht nach vorne verrenkt (luxiert). Sie haben allerdings nur eine schwache Haltefunktion und können lediglich die Stabilität des übrigen Bandapparats ergänzen. Der Innenmeniskus ist mit den Kapselzügen verwachsen. Dies ist für die Verletzungsanfälligkeit entscheidend. Der kleinere Außenmeniskus kann sich ohne Fixierung durch ein Seitenband bei Drehbewegungen in eine freie Position bringen, der teilweise fixierte Innenmeniskus kann dies nicht schnell genug oder nicht ausreichend tun. Dadurch kann es zu einer Einklemmung des Innenmeniskus zwischen Oberschenkelrolle und Schienbeinkopf und Rissbildung kommen.

Die Schleimhaut – Innenauskleidung der Kniegelenkkapsel, Grundlage für Ernährung wie auch Entzündung

Die Kniegelenkkapsel umschließt das Gelenk und grenzt es gegen die Umgebung ab. Zum Oberschenkel hin und zur Innen- und Außenseite befinden sich Ausstülpungen (Rezessus). Die Kap-



Abb. 17
Bandverspannung der Kapsel.
Die bandartigen Kapselzüge (rot) in der Kniekehle sorgen für eine zusätzliche Stabilität des Gelenks.

sel ist innenseitig mit einer Schleimhaut (Synovialis) ausgekleidet, die die Kniegelenkflüssigkeit (Synovia) produziert. Diese Gelenkschmiere dient zur Ernährung der im Gelenk gelegenen Strukturen (Menisci, Knorpel), da im Gelenk selbst keine Blutgefäße verlaufen. Nur die Schleimhaut hat als Innenauskleidung der Gelenkhöhle Blutgefäße.

An der Schleimhaut können Reizungen und Entzündungen auftreten: Dann ist die Schleimhaut vermehrt durchblutet, und es bilden sich zusätzliche Blutgefäße aus. Die Schleimhaut erscheint dann gerötet, mitunter auch verdickt. Durch übermäßige Blutgefäße der Schleimhaut wird vermehrt Flüssigkeit in das Gelenk abgesondert; es bildet sich ein Erguss.

Der Kniegelenkerguss – die Schwellung im Knie

Bei einem Erguss erscheint das Kniegelenk insgesamt verdickt und unförmig (Abb. 18). Die Kniescheibe ist von ihrem Gleitlager abgehoben. Der Kniegelenkerguss wird vom Patienten oft als Spannung und Schwellung beschrieben. Er kann im Vergleich zum gesunden anderen Kniegelenk leicht erkannt werden und ist gut dadurch zu tasten, dass die Kniescheibe nicht unmittelbar auf der Oberschenkelrolle anliegt, sondern durch die Flüssigkeit herabgedrückt werden muss. Dieses Herunterdrücken wird als «Tan-

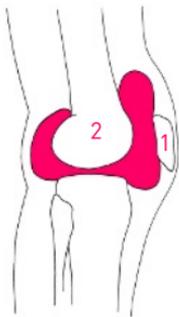


Abb. 18
Kniegelenkerguss.

Durch die Schwellung des inneren Kniegelenkraums wird die Kniescheibe (1) von der Oberschenkelrolle (2) abgehoben. (Kniegelenkerguss: rot) Bei leichtem Druck auf die Kniescheibe merkt man, wie die Kniescheibe durch den leichten Widerstand der Flüssigkeit hindurch gegen die Oberschenkelrolle gedrückt werden kann und bei Nachlassen des äußeren Drucks wieder von der Kniegelenkflüssigkeit nach oben bewegt wird (Tanzen der Patella).

zen der Patella» bezeichnet. Schmerzt das Kniegelenk, und ist es außer der Schwellung auch noch gerötet und überwärmt, so sind schon äußerlich alle Zeichen einer Entzündung festzustellen.

Knorpel für die Bewegung – Bewegung für den Knorpel

Ein wichtiger Faktor für die nahezu reibungsfreie Bewegung des Kniegelenks ist der Knorpelüberzug der Gelenkflächen. Durch den Knorpel erscheint die Gelenkfläche glänzend weißlich und glatt. Die Ernährung erfolgt durch eine Durchsaftung mit Gelenkschmiere. Bei Bewegung und Wechsel der Druckbelastung wird Gelenkflüssigkeit an den Knorpel gepumpt. Gleichzeitig werden Stoffwechselabfallprodukte (Schlacken) abtransportiert. Dieser Ernährungsvorgang durch Wechseldruckbelastung ohne Durchblutung wird auch Diffusion genannt. Für die Knorpelernährung sind also sowohl die Gelenkschmiere als auch die Bewegung wichtig.