

## Kapitel 2.14

# VKB-Revision



Führt eine VKB-Rekonstruktion nicht zum gewünschten Ergebnis, kann eine erneute Arthroskopie, evtl. auch eine erneute VKB-Rekonstruktion, erforderlich werden.

Aber auch bei einem sehr guten Ergebnis nach einer VKB-Rekonstruktion kann eine Revision notwendig werden, da die Patienten häufig wieder ihrer kompletten Freizeitaktivität, einschließlich extremer sportlicher Betätigung, nachgehen. Hierbei besteht das Risiko, sich das rekonstruierte VKB zu verletzen.

Revisionsoperationen können ein Problem darstellen, wenn:

- ▶ **schwerwiegende operationstechnische Fehler vorliegen,**
- ▶ **die Erfolgsaussichten der Revision als gering einzuschätzen sind,**
- ▶ **mehrere Operationen notwendig sind.**

Daher erscheint es wichtig, nochmals auf die Philosophie der Kreuzbandrekonstruktion einzugehen. Dies trifft zudem auch auf die HKB-Rekonstruktion zu (s. Kap. 2.15).

**MERKE** ▶ Zur VKB-Rekonstruktion sollte eine Technik gewählt werden, bei der evtl. auftretende Probleme gut zu beherrschen sind und eine evtl. notwendige Revision einfach und kontrolliert möglich ist.

Ursachen für eine Revision können sein:

- ▶ **Instabilität**  
(Insuffizienz, Ruptur, adäquates Trauma),
- ▶ **Bewegungseinschränkung,**
- ▶ **Blockaden,**
- ▶ **Schmerzen,**

- ▶ **Schwellung (Ergussbildung),**
- ▶ **Nicht adressierte assoziierte Verletzungen**  
(z. B. HKB-Läsion, periphere Instabilität),
- ▶ **Beinachsenfehlstellungen**  
(Varus-/Valgus-Malalignment).

**MERKE** ▶ Häufig sind mehrere Ursachen für die operative Revision verantwortlich.

Lässt sich die klinische Symptomatik durch einen einfachen Revisionseingriff nicht beseitigen oder mildern, kann es bei gravierenden operationstechnischen Fehlern, z. B. Fehlplatzierungen von Bohrkanälen, in einigen Fällen notwendig sein, den gesamten VKB-Ersatz zu entfernen (s. Kap. 2.14.6).

### 2.14.1 VKB-Insuffizienz – VKB-Reruptur

#### Ursache

Entscheidend ist, die Ursache der Insuffizienz bzw. Reruptur nach erfolgter VKB-Rekonstruktion zu analysieren. Daher sollte zunächst immer die Frage: „*Warum hat die erste VKB-Rekonstruktion versagt?*“ beantwortet werden. Dies ist jedoch meist nicht so einfach. Werden auf den Röntgenaufnahmen fehlplatzierte Bohrkanäle nachgewiesen, wird deren Fehllage oft für das Versagen der Rekonstruktion verantwortlich gemacht.

**MERKE** ▶ Es ist aber zu beobachten, dass zahlreiche Kniegelenke trotz gravierender Fehllage der Bohrkanäle stabil und die Patienten völlig beschwerdefrei sind. Es handelt sich demnach um einen komplexen Zusammenhang, der noch zahlreicher Untersuchungen bedarf, um eindeutig geklärt zu werden.

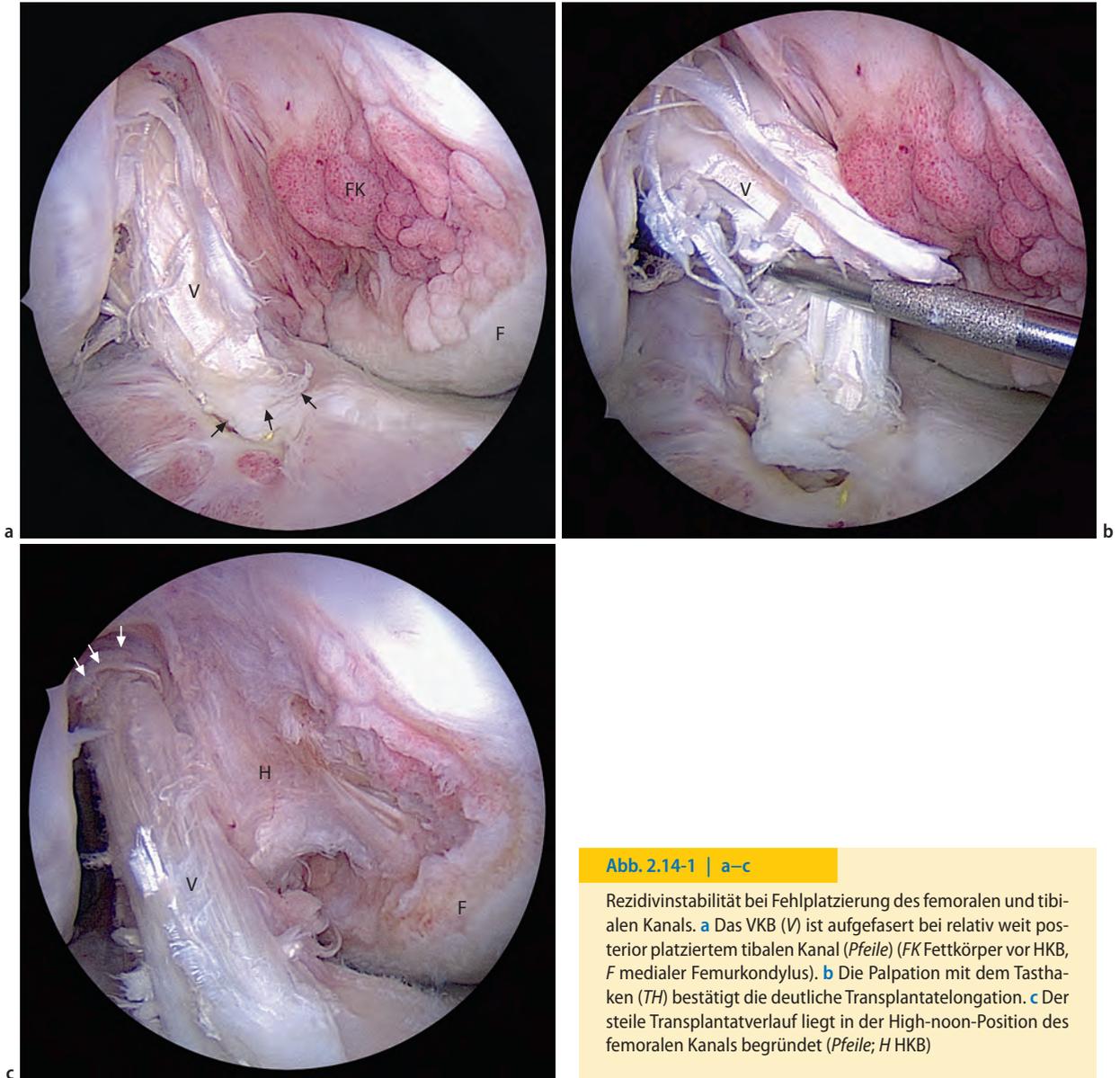


Abb. 2.14-1 | a–c

Rezidivinstabilität bei Fehlplatzierung des femoralen und tibialen Kanals. **a** Das VKB (V) ist aufgefasert bei relativ weit posterior platziertem tibialen Kanal (Pfeile) (FK Fettkörper vor HKB, F medialer Femurkondylus). **b** Die Palpation mit dem Tasthaken (TH) bestätigt die deutliche Transplantatelongation. **c** Der steile Transplantatverlauf liegt in der High-noon-Position des femoralen Kanals begründet (Pfeile; H HKB)

Für eine Insuffizienz bzw. Ruptur des Transplantats nach VKB-Rekonstruktion können verschiedene Gründe verantwortlich sein:

### 1. Fehlplatzierte Bohrkanäle

Die Transplantatinsuffizienz wegen nicht-anatomisch platzierter Kanäle ist die häufigste Ursache für Revisionsrekonstruktionen (Brown et al. 1999, Carson et al. 2004, Harilainen et al. 2001, Weiler et al. 2007). Ein Grund hierfür ist das bis vor einigen Jahren verfolgte Prinzip der isometrischen

Kanalposition. Allerdings liegt der Punkt der höchsten Isometrie außerhalb der femoralen Insertion und ist somit als nicht-anatomisch zu bewerten (Amis 1991, Amis 1998, Hefzy et al. 1989, Musahl et al. 2005, Sapega et al. 1990). Tunnelfehlagen können unterschiedlichste Positionen haben (Abb. 2.14-101 und 102).

**MERKE** Die häufigsten Fehlpositionen sind eine zu steile femorale Tunnelanlage und ein zu weit posterior platzierter tibialer Kanal. Diese typi-



Abb. 2.14-2 | a, b

Massive Hyperpression bei Fehlplatzierung des femoralen Kanals (BTB-Technik vor 18 Jahren). **a** Im p.-a.-Strahlengang zeigen sich massive arthrotische Veränderungen mit Gelenkspaltverschmälerung medial und lateral sowie eine massive Notchstenose. Die Sklerosierungszonen geben Hinweise auf den Verlauf und die Größe der Bohrkanäle (*gestrichelte und gepunktete Linie*). **b** Der femorale Kanal (*Pfeile*) liegt am Eingang der Fossa sehr weit anterior. Daraus resultiert eine zu kurze Transplantatlänge (*gestrichelte Linie*) im Vergleich zum nativen VKB-Verlauf (*gepunktete Linie*). Der Patient berichtete, dass er trotz intensiver Physiotherapie 2 Jahre benötigte, um eine Flexion von über 90° zu erreichen, zudem berichtete er über permanente Schmerzen in Flexion, die aber in Anbetracht der erreichten Stabilität vom Operateur auf eine unzureichende Physiotherapie geschoben wurden. Degenerative Ausziehungen in der Fossa intercondylaris anterior (*Pfeilspitzen*) sind für das Streckdefizit verantwortlich, was wiederum zur vermehrten Kompression im femoropatellaren Gelenk (*Pfeilspitzen*) führt. Auch hier zeigen sich massive degenerative Veränderungen

schen Kanalpositionen sind meist mit einer transtibialen Technik zur femoralen Kanalanlage assoziiert (s. Kap. 2.13.14.7).

Bei einer femoral steilen (High-noon-Position) und gleichzeitig zu anteriorer Platzierung ist zunächst ein Flexionsdefizit vorhanden. Durch physiotherapeutische Maßnahmen kann zwar eine Verbesserung der Beweglichkeit erreicht werden, allerdings ist diese immer mit einer plastischen Deformierung des Transplantats verbunden. Die Rezidivinstabilität ist unter diesen Voraussetzungen vorprogrammiert (**Abb. 2.14-1**). Derartige Fehlplatzierungen führen zudem zu einer massiven Hyperpression mit gravierenden arthrotischen Veränderungen (**Abb. 2.14-2**). Dies unterstreicht die Bedeutung der richtigen Kanalpositionierung.

Für die Revision ist entscheidend, wie weit die primären Kanäle von der anatomisch korrekten Lage abweichen (s. Kap. 2.14.5).

## 2. Biologisches Versagen

Eine inkomplette Einheilung des Transplantats ist insbesondere nach einer zu frühen und zu aggressiven Rehabilitation vorhanden. Auch eine falsche Transplantatspannung zum Zeitpunkt der Fixierung kann ein biologisches Versagen beeinflussen (Fixation in zu hoher Flexion). Bei einer nicht-anatomischen Kanalposition entstehen Mikrobewegungen des Transplantats im Kanal, die das Nicht-einheilen begünstigen (**Abb. 2.14-3**). Das Risiko des biologischen Versagens ist aufgrund der längeren ossären Integrationszeit bei Hamstringstransplantaten größer als bei BTB-Transplantaten (Weiler et al. 2000).

## 3. Elongation

Eine ausgeprägte Transplantatelongation führt oftmals zur erneuten Instabilität. Hierfür können sehr unterschiedliche Mechanismen verantwortlich sein:

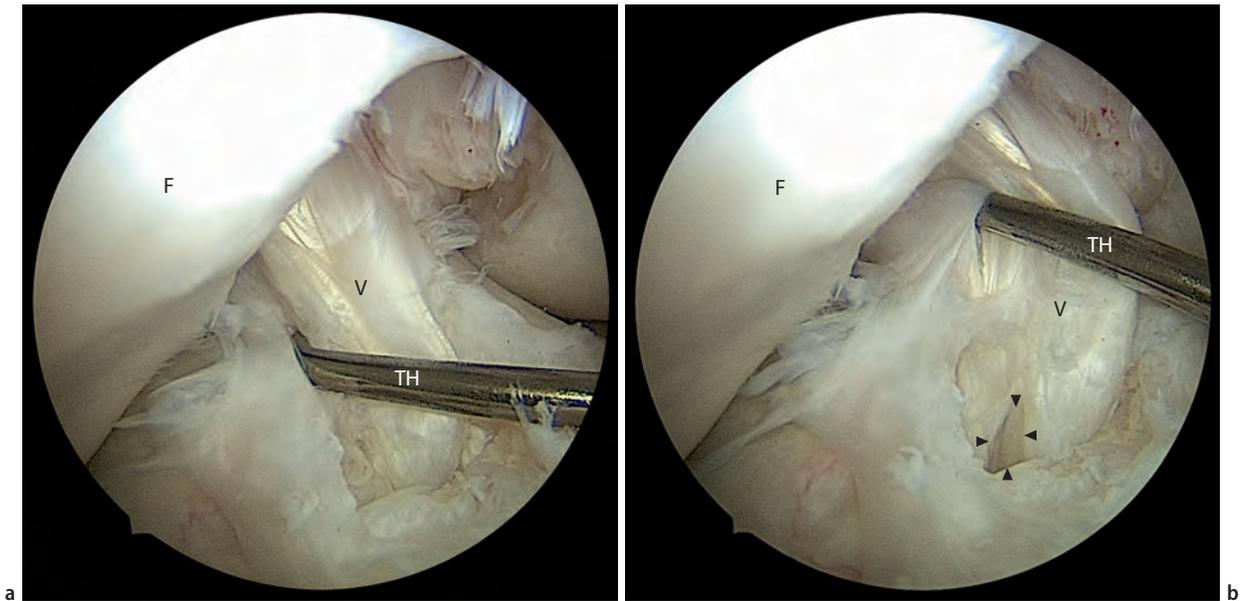


Abb. 2.14-3 | a, b

Inkomplette Transplantateinheilung. **a** Das VKB-Transplantat (V) wird mit dem Tasthaken (TH) nach anterior gezogen **b** und lässt sich aus dem tibialen Kanal hervorziehen. Der deutlicher Spalt ist zwischen Kanalwand und Transplantat erkennbar (Pfeile) (F lateraler Femurkondylus)

- ▶ **Pseudoelongation des VKB bei assoziierter hinterer Instabilität** (HKB-Insuffizienz)
- ▶ **Bohrkanalerweiterung**
- ▶ **Falsche Kanalposition**

**MERKE** ▶ Bei jeder Elongation des nativen VKBs oder eines VKB-Transplantats muss immer eine posteriore Instabilität ausgeschlossen werden (gehaltene hintere Aufnahmen, s. Kap. 2.15.6.1).

Durch die Kanalerweiterung nähern sich die Transplantatinsertionen einander an, was logischerweise zur Lockerung des Transplantates führt. Dies findet sich nach femoraler Fixation mit einem Fixationsbutton und gleichzeitig geringer Steifigkeit des Verbindungsmaterials (linkage material) zwischen Transplantat und Button. Aber auch bei Transfixationstechniken sind massive femorale Kanalerweiterungen anzutreffen (s. Kap. 2.13.7 und 2.13.12.8, **Abb. 2.14-7** und **-8**, Höher et. al 1998, Thomas et. al 2005).

4. **Mechanische Schädigung (z. B. durch zu große IFS)**  
Bei einer alleinigen IFS-Fixation wird empfohlen, diese 1–2 mm größer als den Kanaldurchmesser zu

wählen (Brand et al. 2000), um eine ausreichende Fixationskraft zu erlangen. Dies kann allerdings zu mechanischen Transplantatschädigung führen (Zantop et al. 2006).

#### 5. Unzureichende Fixation

Bei nicht ausreichender Fixation (zu geringe Struktureigenschaften des Transplantat-Fixation-Knochen-Komplexes) lockert sich das Transplantat von seiner Fixation und rutscht nach intraartikulär mit der Folge der Transplantatinsuffizienz. Eine Gefahr einer unzureichenden Fixation besteht bei einer Press-fit-Fixation von BTB-Transplantaten und einem zu großen Kanaldurchmesser im Vergleich zum Knochenblock.

Bei Hamstringrekonstruktionen werden teilweise individuelle Fixationssysteme ausprobiert, die keine ausreichende Fixationsstärke aufweisen (**Abb. 2.14-72**). Um strukturelle Stärken und Schwächen eines Fixationssystems zu evaluieren, bieten sich biomechanische In-vitro-Tests an. Diese sollten erfolgt sein, bevor das System am Patienten eingesetzt wird. Aber auch bei verbreiteten Fixationssystemen sind unzureichende Fixationseigenschaften zu beobachten (**Abb. 2.14-4**).



Abb. 2.14-4 | a, b

Gebrochener biodegradierbarer Transfixationspin (Biotransfix, Fa. Arthrex, Naples, USA). **a** Im MRT zeigt sich der gebrochene Fixationspin. **b** Ein Teil des Pins liegt posterior des Femurs (Pfeil) in den Weichteilen (Pfeilspitzen). Dies unterstreicht die potenzielle Gefährlichkeit dieser Fixationstechnik

## 6. Chronische Synovitiden

Abriebpartikel des alloplastischen Materials führen häufig zu chronischen Synovitiden (Gillquist 1992, Klein 1993; **Abb. 2.14-78**). Ein derartiger Materialabrieb ist für fast alle Kunstbandmaterialien beschrieben worden (Legnani et al. 2010, Rushton et al. 1983).

Aber auch bei Verwendung von autologem Material können, bedingt durch eine chronische Synovitis, rezidivierende Ergüsse entstehen. Die hierdurch freigesetzten zytotoxischen Enzyme schädigen wiederum nicht nur das Transplantat, sondern auch den Knorpel.

## 7. Forcierte Nachbehandlung

Die unkontrollierte Nachbehandlung mit exzessiver Quadrizepskräftigung im offenen System führt zu einer rezidivierenden Spannungsteigerung im Transplantat. Die Folge kann einerseits bei einer insuffizienten Fixation die Lockerung des Transplantats zwischen Kanalwand und Fixationsimplantat, andererseits die Transplantatelongation sein.

## 8. Ruptur bei erneutem Trauma

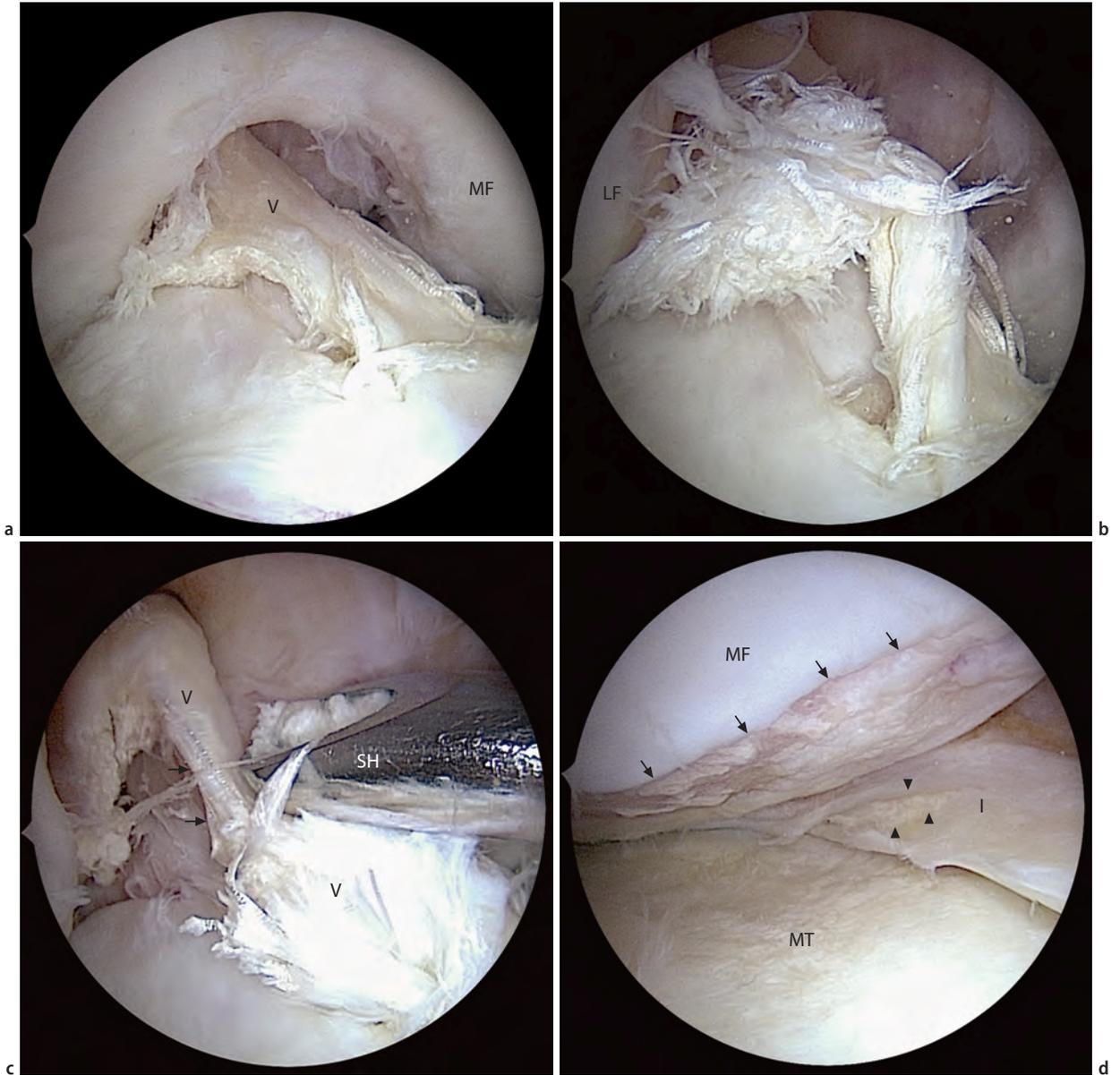
Bei einer Ruptur der VKB-Rekonstruktion handelt sich meist um Frühversager innerhalb des 1. Jahres

nach der Rekonstruktion. Das Risiko einer VKB-Ruptur nach dem ersten Jahr wird mit 12 % angegeben und ist nach den Angaben von Pinczewski et al. (2005) vergleichbar mit dem Risiko einer primären kontralateralen VKB-Ruptur (Salmon et al. 2005). Eine Rückkehr des Patienten nach VKB-Rekonstruktion zu Level-I- oder -II-Sportarten erhöht das Risiko einer VKB-Ruptur etwa um den Faktor 10 (**Abb. 2.14-5**; Salmon et al. 2005).

Auch wenn der Erstoperaeur gerne von einem erneuten „adäquaten Trauma“ ausgeht, so beschreiben viele Patienten kein erneutes Trauma. Bisweilen wird ein Trauma beschrieben, welches aber bei genauerer Analyse als nicht adäquat einzustufen ist. Hier handelt sich oft um ein „Kausalitätsbedürfnis“ des Patienten, der nach einer Erklärung für die Instabilität des Gelenks sucht. Oft wird nach Alltagsbewegungen ein plötzliches Anschwellen und/oder eine konsekutive Lockerung beschrieben.

## Symptomatik

Die Symptomatik der Transplantatruptur unterscheidet sich deutlich von der einer frischen VKB-Ruptur. Die Schmerzen sind meist wesentlich geringer aus-



**Abb. 2.14-5 | a–d**

Reruptur nach VKB-Rekonstruktion mit 4-fach-Strang-ST-Sehne. Der 26-jährige Patient klagte nach 6 Monaten post-OP beim Fussballspielen über ein plötzliches Schnappen und Knacken mit zunehmenden Reizzuständen. Vom Trainer wurde ihm geraten, das Training zu intensivieren. Wegen einer zunehmenden Streckhemmung und Instabilität erfolgte eine erneute Arthroskopie. **a** Rupturierte Fasern des vorderen Transplantatanteils (V), (MF medialer Femurkondylus). **b** Mit zunehmender Flexion zeigen sich mehr rupturierte Transplantatfasern (LF lateraler Femurkondylus). **c** Nach Entfernung der rupturierten Fasern mit dem Shaver verbleibt noch ein schmaler Strang (Pfeile). **d** Ausgedehnter Knorpelschaden (Chondromalazie III und IV) im medialen Kompartment (Pfeile). Auch am Innenmeniskus (I) sind Veränderungen erkennbar (Pfeilspitzen; T Tibiaplateau)

geprägt, wie meist auch der Erguss. Zudem wird das typische Reißgeräusch seltener beschrieben. Die akute Symptomatik klingt meist rasch ab, und die zunehmende Instabilität steht in der Folgezeit im Vordergrund des Beschwerdebildes.

Die Patienten beschreiben Instabilität, Schwellungen und Bewegungseinschränkungen. Dabei gilt es abzuwägen, ob die entstandene Instabilität zu Schwellungen bzw. Schmerzen führt, oder ob primäre oder sekundäre assoziierte Läsionen (z. B. Knorpelläsionen) vorliegen und für diese Symptome verantwortlich sind (**Abb. 2.14-5**).

### Klinische Diagnostik

Neben dem Lachman-Test wird der Pivot-shift-Test geprüft (s. Kap. 2.13.5.3). Gleichfalls gilt es, assoziierte Instabilitätskomponenten (posterolaterale Instabilität) zu beachten. Daher wird die passive Außenrotation des Unterschenkels in verschiedenen Flexionsgraden im Vergleich zur Gegenseite geprüft. Die vermehrte Außenrotation weist auf eine Lockerung der posterolateralen Kapsel-Band-Strukturen hin. Gleichzeitig erfolgt die Prüfung der medialen und lateralen Aufklappbarkeit in Streckstellung und in leichter Flexion (s. Kap. 2.17).

Insbesondere ist neben den peripheren Instabilitäten (posterolaterale und posteromediale Instabilitäten) eine HKB-Läsion auszuschließen (Prüfung der palpatorischen hinteren Schublade, spontane hintere Schublade) (**Abb. 2.15-8**). Sollte der geringste Verdacht auf eine Mitbeteiligung des HKB bestehen, ist die Anfertigung gehaltener Röntgenaufnahmen obligat (s. Kap. 2.15.6.1).

### Röntgen

Kniegelenk in 2 Ebenen, wobei die a.-p.-Aufnahme als gestandene Röntgenaufnahme in der Rosenberg-Technik erfolgen kann (p.-a.-Strahlengang; Rosenberg et al. 1984). Die seitliche Röntgenaufnahme wird als gestandene Röntgenaufnahme in maximaler Streckstellung (Hyperextensionsaufnahme) oder als gehaltene Röntgenaufnahme für die vordere Schublade in extensionsnaher Stellung (radiologischer Lachman-Test) angefertigt (s. Kap. 2.13.6 und **Abb. 2.13-26**). Mit dieser Aufnahme wird das Ausmaß der anterioren Tibiaverschiebung erfasst und – falls Voraufnahmen vorliegen – mit dem Ausgangsbefund nach bzw. vor der ersten VKB-Operation verglichen.

Auf den Röntgenbildern werden verschiedene Parameter beurteilt:

- ▶ **Fixationsmaterialien** (Lokalisation, Typ) (**Abb. 2.14-6**)
- ▶ **Kanalposition** (tibial und femoral) (**Abb. 2.14-7**)
- ▶ **Kanalerweiterungen** (femoral, tibial) (**Abb. 2.14-7 und 8**)
- ▶ **degenerative Veränderungen** (**Abb. 2.14-2, Abb. 2.14-5 d**)
- ▶ **Verknöcherungen** (versprengte Knochenanteile nach tibialer Bohrkanalanlage, alte HKB-Läsion, alte mediale Seitenbandläsion)

Besteht der Verdacht einer HKB-Läsion, sind gehaltene Röntgenaufnahmen in 90°-Flexion für die hintere und vordere Schublade indiziert (Ausschluss einer fixierten hinteren Schublade) (Strobel et al. 2002, Schulz et al. 2005). Es ist zu bedenken, dass bei Patienten mit einer HKB-Läsion zahlreiche Operateure dazu verleitet werden können, das arthroskopisch diagnostizierte, gelockerte VKB als „VKB-Läsion“ einzustufen. Nicht selten wird bei diesen Patienten dann das VKB rekonstruiert, da das HKB „morphologisch“ intakt erscheint (s. **Abb. 2.15-43**). Daher ist es immer erforderlich, eine HKB-Läsion mittels gehaltener Röntgenaufnahmen sicher auszuschließen (s. Kap. 2.15.6.1).

### Computertomographie (CT)

Bei einer Rezidivinstabilität werden mit der CT wichtige Informationen gewonnen, die zur Planung des weiteren operativen Regimes von Bedeutung sind. So sind die Lage der Bohrkanäle und deren Durchmesser exakt darzustellen und zu beurteilen. Wegen der Schichtung und der Möglichkeit der 3D-Rekonstruktion besitzt die CT gegenüber den klassischen Röntgenaufnahmen deutliche Vorteile (**Abb. 2.14-8**).

**HINWEIS** ▶ Bei der Anforderung einer CT sollte der Radiologe immer nach dem Durchmesser der tibialen und femoralen Kanäle gefragt werden (**Abb. 2.14-9**). Die alleinige unspezifische radiologische Beurteilung, „dass es sich um einen wahrscheinlich erweiterten Kanal nach Kreuzband-OP handelt“, reicht als Erkenntnisgewinn nicht aus, zumal die Möglichkeit der exakten Größenausmessung in den verschiedenen Ebenen leicht möglich ist.

Die häufigste Ursache für das Versagen einer VKB-Rekonstruktion ist bekanntlich eine Fehlplatzierung der Bohrkanäle. Deren Lage lässt sich mit einer 3D-Rekonstruktion sehr gut beurteilen (**Abb. 2.14-10**). Lokal begrenzte Erweiterungen im Kanalverlauf werden dagegen besser auf den sagittalen und transversalen Re-



◀ Abb. 2.14-6 |

Streckdefizit nach VKB-Rekonstruktion. Der tibiale Kanal (Pfeile) wurde zu anterior platziert. Die zur femorale Fixation verwendete Metall-IFS (Pfeil) ragt über die Blumensaatlinae (gestrichelte Linie) vor, was bei hoher femoraler Kanalanlage (High-noon-Position) auf ein Überstehen der Schraube in die Fossa schließen lässt

▼ Abb. 2.14-7 | a, b

Steiler femoraler Kanalverlauf nach VKB-Rekonstruktion. **a** Femoraler Kanal in 1-Uhr-Position (gestrichelte Linie) und deutlich erweiterter tibialer Kanal (gestrichelte Linie). **b** Im seitlichen Strahlengang zeigt sich der deutlich erweiterte femorale Bohrkanal und 2 zirkuläre Verkalkungen (Pfeilspitzen) die auf die Fixationstechnik (Transfixationssystem, Rigid-fix, Fa. Mitek) schließen lassen. Der deutlich erweiterte tibiale Kanal (gestrichelte Linie) liegt sehr weit posterior. Diese Kanalkombination lässt auf eine transtibiale Anlagetechnik des femoralen Kanals schließen (s. Kap. 2.13.14.7)



a



b

konstruktionen dargestellt. Hierbei bietet sich an, die Kanalposition nach der von Stäubli und Rauschnig beschriebenen Technik zu quantifizieren (Stäubli u. Rauschnig 1994; Abb. 2.13-12).

**HINWEIS** ▶ Bei der Ausmessung wird vom Radiologen meist die lichte Weite des Kanals bestimmt. Bedenkt man aber, dass für eine effiziente Transplantat-Knochen-Verbindung die Kanalbegrenzungen, die auf den Röntgen- und CT-Bildern als hypermineralisierte Zonen erscheinen, durchbrochen bzw. abgetragen

werden müssen, sollten zu dem radiologischen Wert des Kanaldurchmessers 2 mm hinzugerechnet werden. Demnach beträgt der Durchmesser eines 10-mm-Kanals (radiologische Messung) nach der Anfrischung bzw. Abtragung der hypermineralisierten (eburnisierten) Kanalbegrenzungen 12 mm.

**HINWEIS** ▶ Die Ausdehnung der Kanalerweiterung ist auch bei der Abschätzung der benötigten Menge an Füllmaterial (meist Kombination von Eigen- und Spenderspongiosa, s. Abb. 2.14-17) zu berücksichtigen.

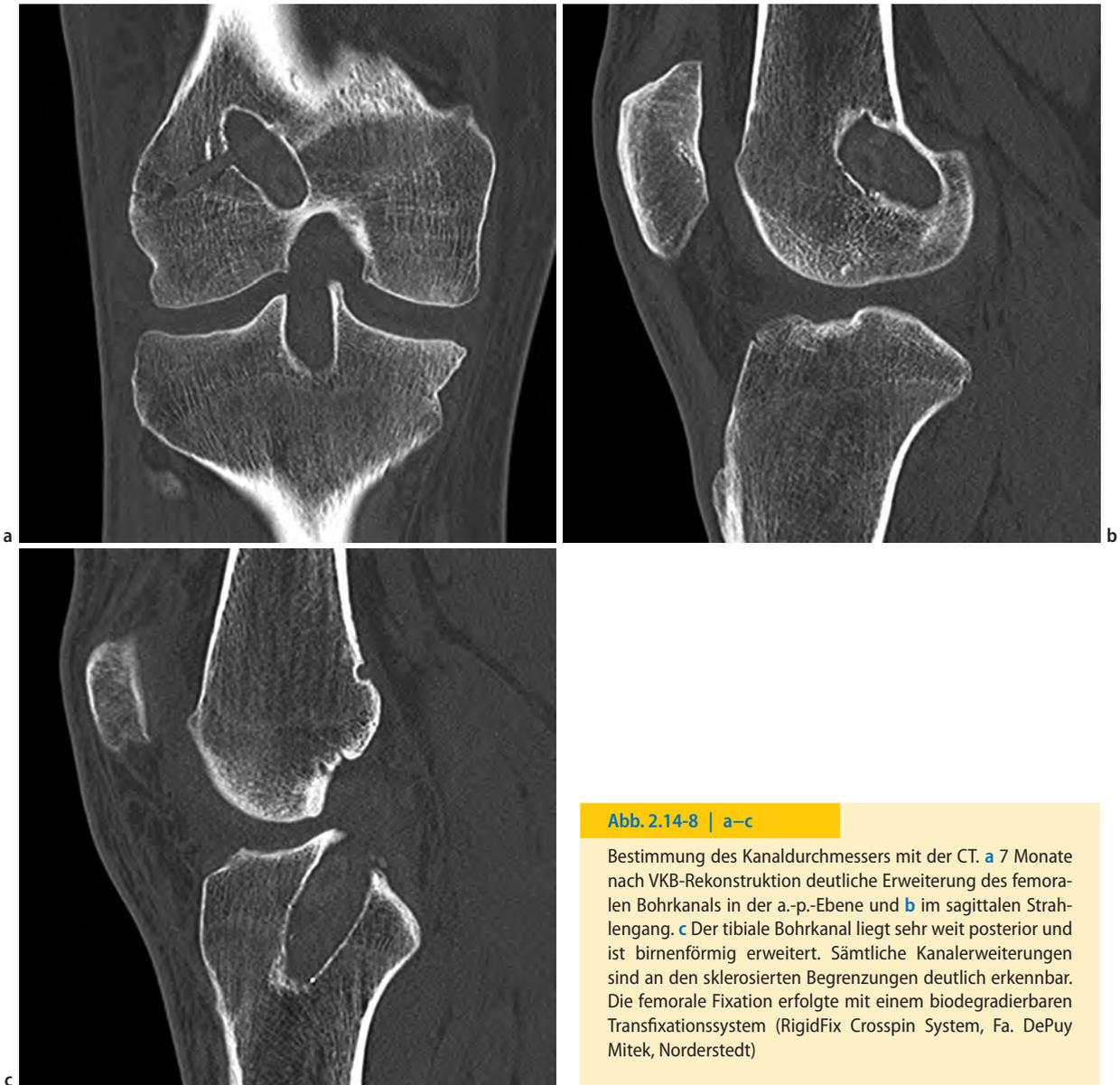


Abb. 2.14-8 | a–c

Bestimmung des Kanaldurchmessers mit der CT. **a** 7 Monate nach VKB-Rekonstruktion deutliche Erweiterung des femoralen Bohrkanals in der a.-p.-Ebene und **b** im sagittalen Strahlengang. **c** Der tibiale Bohrkanal liegt sehr weit posterior und ist birnenförmig erweitert. Sämtliche Kanalerweiterungen sind an den sklerosierten Begrenzungen deutlich erkennbar. Die femorale Fixation erfolgte mit einem biodegradierbaren Transfixationssystem (RigidFix Crosspin System, Fa. DePuy Mitek, Norderstedt)

## Kanallage

Es sind 3 Kanallagen zu unterscheiden:

**1. Anatomische Kanalposition.** Als kritische Größe der Tunnelaufweitung werden 10–12 mm angesehen. Unterhalb von 12 mm kann meist eine einzeitige Revision z. B. mit den Hamstringsehnen der Gegenseite oder der Quadrizepssehne erfolgen. Natürlich ist auch die Körpergröße und das Gewicht des Patienten zu berücksichtigen. Eine Tunnelweite von 11 mm bedeutet bei einer schlan-

ken 47 kg schweren Patientin etwas anderes als bei einem „2-Meter-Athleten“. Daher ist die Indikation zur Spongiosaauffüllung auch von diesen individuellen Faktoren abhängig.

- 2. Partiiell-anatomische Kanalposition.** Auch bei geringen Fehllagen (partiell anatomische Position des Tunnels) kann es notwendig sein, die Kanäle mit Spongiosa aufzufüllen, sogar wenn deren Durchmesser nur 8 oder 9 mm beträgt (Abb. 2.14-101 und -102).
- 3. Extra-anatomische Kanalposition.** Patienten mit ei-



Abb. 2.14-9 | ▲

Massive Erweiterung des tibialen Kanals mit einem Durchmesser von mehr als 26 mm nach 2-maliger VKB-Rekonstruktion. Nach der ersten VKB-Rekonstruktion erfolgte keine Spongiosaauffüllung des tibialen Kanals



Abb. 2.14-10 | a, b ▶

3D-Rekonstruktion zur Evaluation der Kanalpositionen nach VKB-Rekonstruktion. **a** Der femorale Kanal (*Pfeile*) wurde weit anterior nahe der High-noon-Position angelegt. Die richtige Position liegt weiter posterior (*gestrichelter Kreis*). **b** Sehr hohe Tunnelposition (*Pfeile*) in der High-noon-Position. Der adäquate femorale Tunnel liegt weiter posterior und distaler (*gestrichelter Kreis*)



ner extra-anatomischen Position können unabhängig, ob eine Kanalweitung vorliegt oder nicht, meist primär rekonstruiert werden (Abb. 2.14-11). Da der Tunnel außerhalb des nativen VKB-Ursprungs liegt, kann der neue Kanal an anatomischer Stelle platziert werden.

**HINWEIS** ▶ Bei Patienten mit großen tibialen Kanal-erweiterungen sollte unabhängig vom femoralen Kanal zunächst der tibiale Kanal mit Spongiosa- zu empfehlen ist die Kombination von Eigen- und Fremdspon-

giosa (s. Abb. 2.14-17 a) – aufgefüllt werden und erst sekundär die erneute VKB-Rekonstruktion erfolgen (s. Abb. 2.14-101 und -102). Nach der Spongiosaauffüllung sollten mindestens 3 Monate vergehen, bis die definitive Stabilisierung erfolgt.

**MERKE** ▶ Denkt der unschlüssige Operateur über eine Auffüllung erweiterter Kanäle nach, sollte er sich dazu entschließen. Die Revision gestaltet sich extrem problematisch, wenn z.B. ein dünnes Transplantat in einem großlumigen Kanal zu fixieren ist.

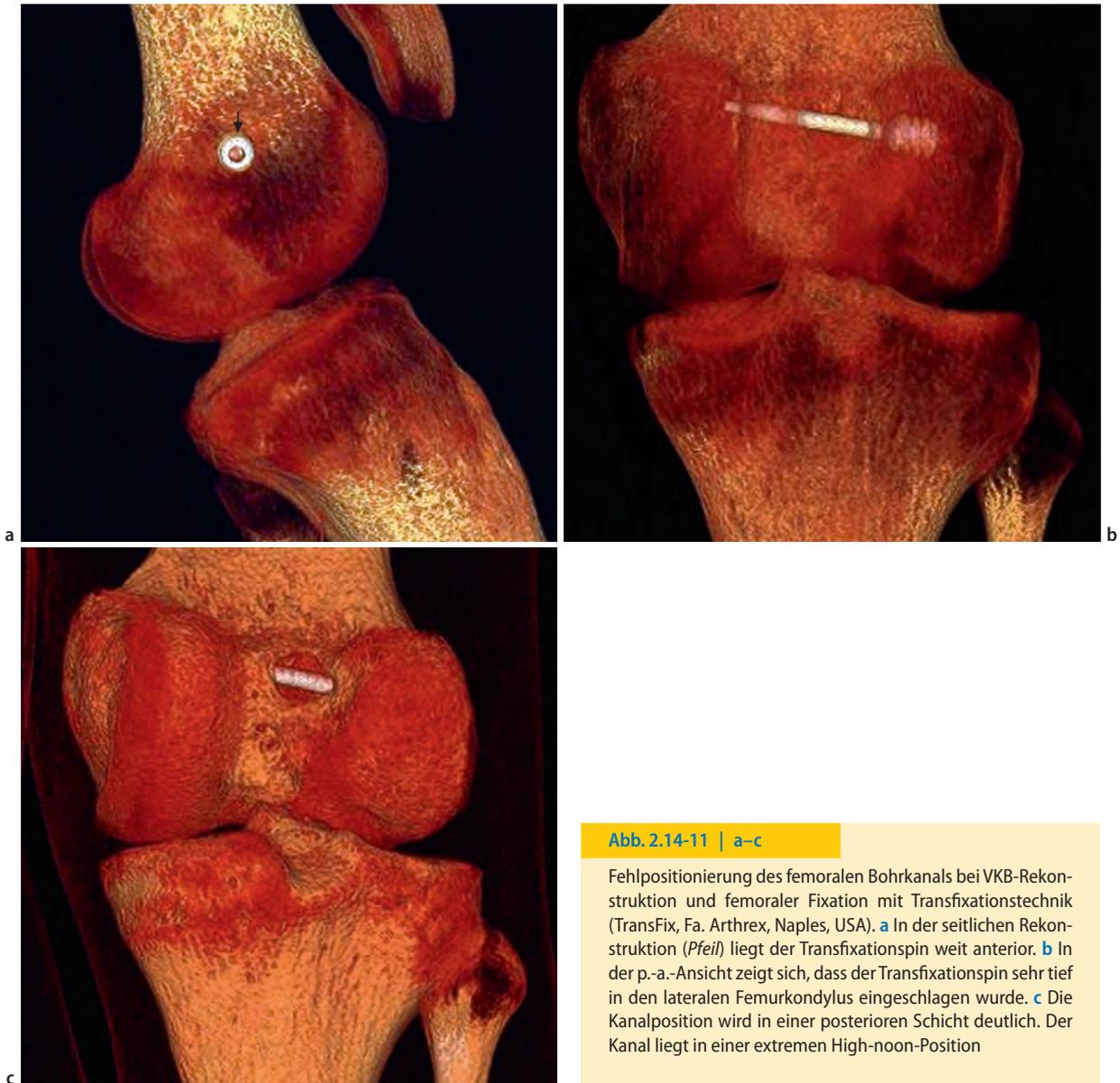


Abb. 2.14-11 | a-c

Fehlpositionierung des femoralen Bohrkanals bei VKB-Rekonstruktion und femoraler Fixation mit Transfixationstechnik (TransFix, Fa. Arthrex, Naples, USA). **a** In der seitlichen Rekonstruktion (*Pfeil*) liegt der Transfixationspin weit anterior. **b** In der p.-a.-Ansicht zeigt sich, dass der Transfixationspin sehr tief in den lateralen Femurkondylus eingeschlagen wurde. **c** Die Kanalposition wird in einer posterioren Schicht deutlich. Der Kanal liegt in einer extremen High-noon-Position

### Lage und Größe von Fixationsmaterialien

Die Verwendung einer großen IFS führt zur primären Tunnelweitung, da neben der Transplantatkompression auch eine Spongiosaverdrängung resultiert.

Bei Verwendung von IFS ist man nicht selten von der Ausdehnung der Bohrkanäle und der Größe der verwendeten Schrauben überrascht. Gleiches gilt für die Lokalisation von biodegradierbaren Transfixationsimplantaten (**Abb. 2.14-12**). Oft finden sich femorale Kanalerweiterungen bei einer Fehlpositionierung im Sinne einer High-noon-Position oder einer zu weit an-

terioren Platzierung. Klinisch ist eine derartige Kanalerweiterung für das weitere therapeutische Vorgehen dann jedoch von untergeordneter Bedeutung, wenn sich ein nicht-erweiterter femoraler Tunnel deutlich außerhalb des nativen VKB-Ursprungs befindet.

**MERKE** ▶ Wenn ein erweiterter tibialer Kanal gefüllt wird, sollte auch ein erweiterter femoraler Kanal gefüllt werden, selbst wenn dieser von der nativen femoralen VKB-Insertion entfernt liegt.

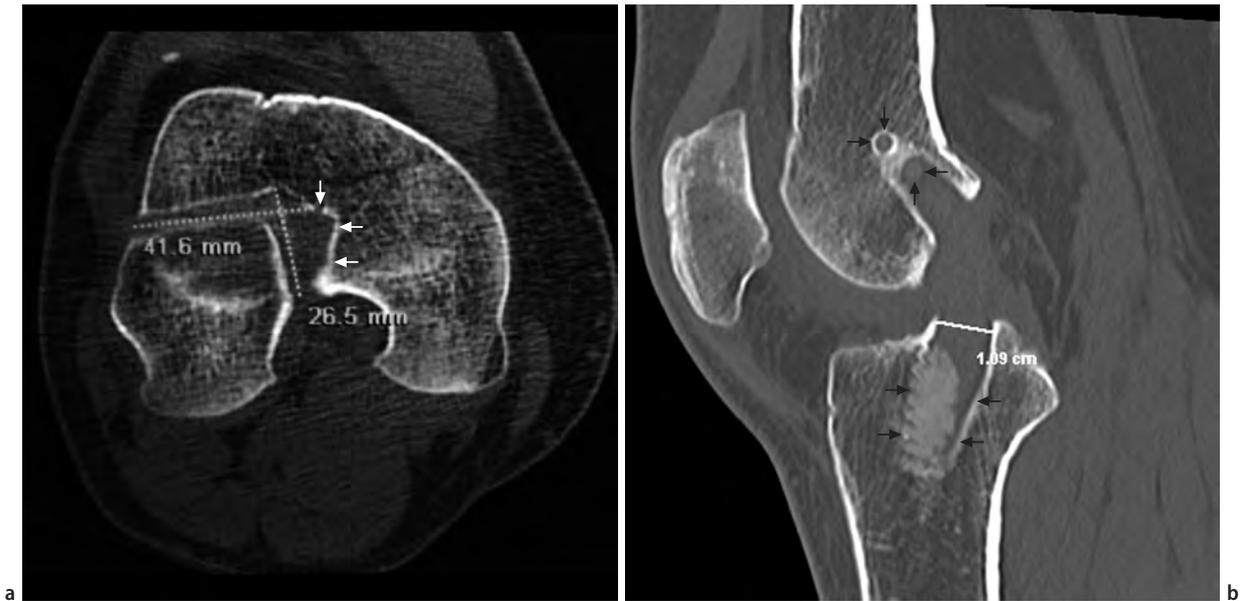


Abb. 2.14-12 | a, b

Lokalisation und Lage von Fixationsimplantaten. **a** Das von lateral eingebrachte Transfixationsimplantat hat zu einer birnenförmigen Erweiterung des femoralen Bohrkanals (*Pfeile*) geführt. **b** Im sehr posterior angelegten tibialen Kanal befindet eine große IFS (*Pfeile*). Die femorale Fixation erfolgte mit einem Transfixationssystem in der transtibialen Technik zur Anlage des femoralen Kanals (s. Kap. 2.13.14.7); die beiden Implantatkanäle (*Pfeile*) sind zu erkennen

### Kontrolle von Bohrkanälen nach Spongiosaauffüllung

Ist eine Spongiosaplastik der erweiterten Tunnel angezeigt, kann nach 3–4 Monaten die CT wiederholt werden, wenn Unsicherheit besteht, ob die Spongiosa ossär integriert ist (**Abb. 2.14-13**).

Wurden sehr große Kanäle aufgefüllt (Durchmesser >15–18 mm), ist die erneute CT-Kontrolle zu empfehlen. Somit wird vermieden, dass der Operateur bei der Revisionsrekonstruktion auf nicht ausreichend konsolidierte Verhältnisse trifft.

**MERKE** Bei jeder Revisionsrekonstruktion sollten optimale Voraussetzungen bestehen.

### MRT

Auch wenn mit dem MRT der Zustand des Transplantats morphologisch beschrieben werden kann, ergibt sich hieraus kaum eine Entscheidungshilfe für die Therapie. Die Indikation für das weitere therapeutische Vorgehen hängt primär von der klinischen Symptomatik und den Begleittläsionen ab. Dennoch liefert die MRT wichtige Zusatzinformationen (**Abb. 2.14-14** und **-15**). Nicht selten treten Knochenödeme („bone

bruises“) durch die Instabilität auf, die das weitere Vorgehen modifizieren können. Nach Voroperationen können Metallartefakte die Beurteilung des Transplantatverlaufs, insbesondere im Bereich der Bohrkanäle erschweren.

Mit der MRT sind ebenfalls Vernarbungen im vorderen Gelenkbereich, insbesondere im Bereich des Hoffa-Fettkörpers und Veränderungen im Lig. patellae festzustellen.

### Therapeutisches Management

Die Festlegung eines standardisierten therapeutischen Vorgehens ist schwierig. Erst nachdem die zuvor erfolgten Eingriffe analysiert wurden, kann die geeignete Operationstechnik ausgewählt werden. Auch wenn die einzeitige Revisions-Rekonstruktion angestrebt wird, ist deren Durchführung oft nicht möglich bzw. nicht sinnvoll. Es gilt zu beachten, dass das Risiko bei Revisionseingriffen minimiert werden sollte. Besteht nur der geringste Zweifel, sollte zweizeitig vorgegangen werden. Insbesondere wenn die Kanäle bei der ersten Operation nicht komplett falsch platziert wurden

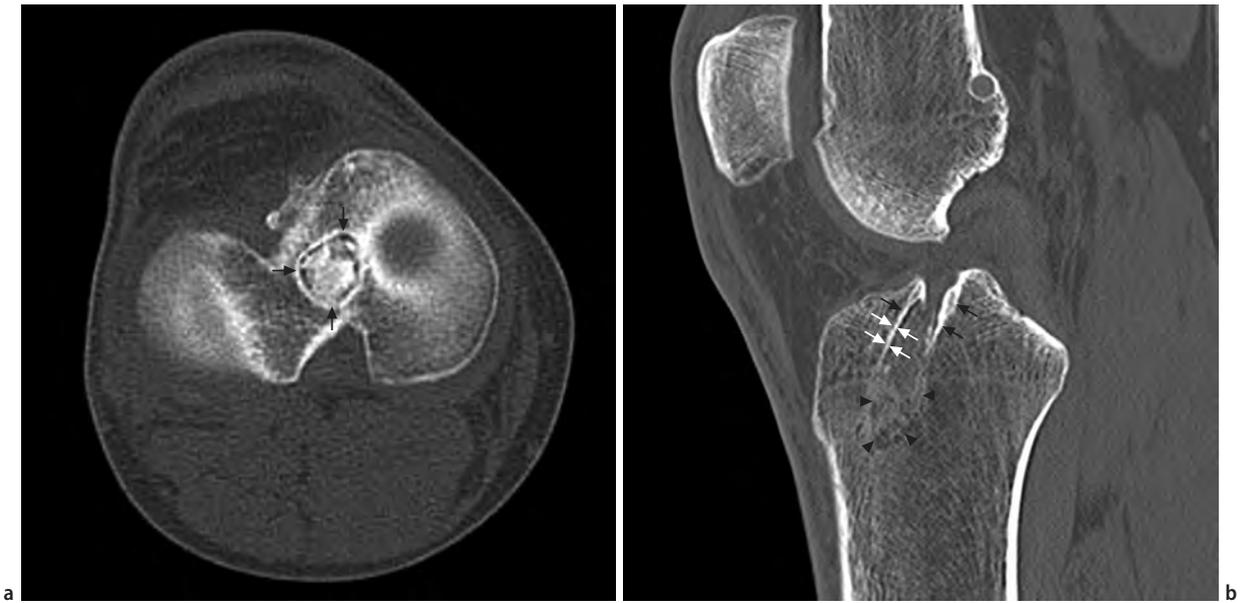


Abb. 2.14-13 | a, b

CT-Kontrolle nach Spongiosaplastik eines erweiterten tibialen Kanals. Es zeigt sich noch die sklerosierte Kanalbegrenzung (*Pfeile*). Zur Spongiosaplastik im Kanalzentrum besteht keine komplett Durchbauung. Dies unterstreicht die Bedeutung der intensiven Anfrischung und des konsequenten Durchbrechens der Skleroseschicht bei jeder Spongiosaauffüllung. **b** Im distalen Bereich des tibialen Kanals ist eine gute ossäre Integration der Spongiosaplastik erkennbar (*Pfeilspitzen*). An der gelenknahen Kanalöffnung finden sich noch die sklerosierten Kanalbegrenzungen (*Pfeile*). Hier ist es zu keinem suffizienten Kontakt zwischen Spongiosa und Kanalwand gekommen (*weiße Pfeile*), was wahrscheinlich an einer unzureichenden Anfrischung liegt

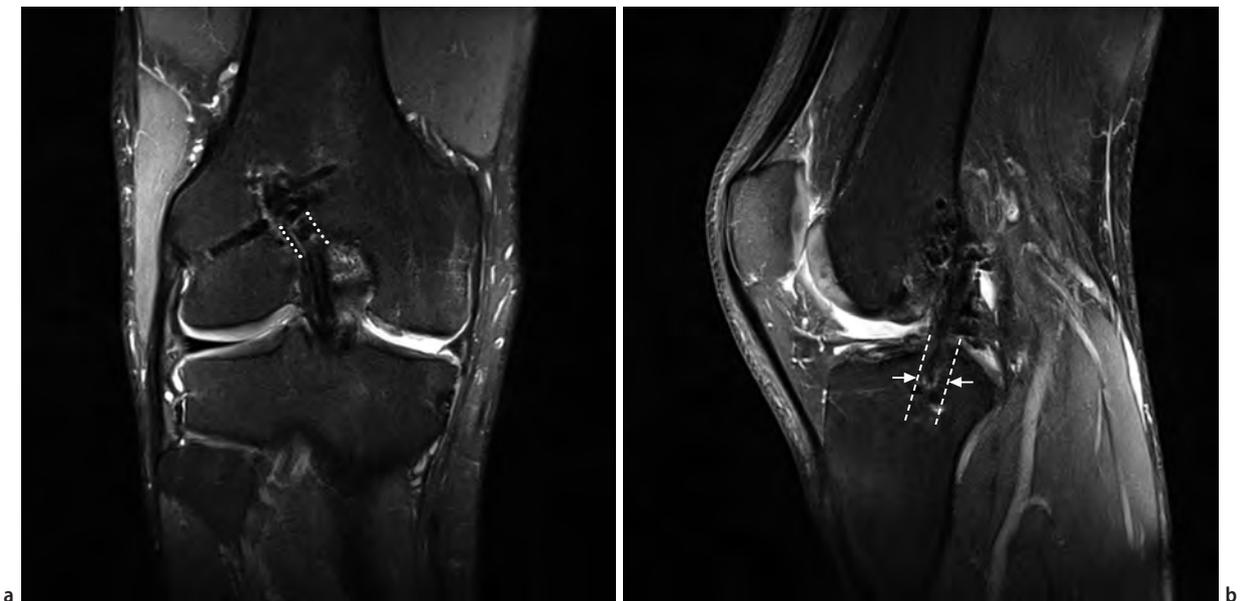


Abb. 2.14-14 | a, b

MRT zur Bestimmung der Kanalposition nach VKB-Rekonstruktion und femoraler Fixation mit Rigid-fix System. **a** Der femorale Kanal befindet sich in einer sehr hohen 11.30-Uhr-Position (*gepunktete Linie*). **b** Der tibiale Kanal ist sehr weit posterior lokalisiert (*gestrichelte Linie*)

(partiell-anatomische Lage) oder ausgedehnte Kanalerweiterungen vorliegen, empfiehlt sich das zweizeitige Vorgehen.

Folgende Faktoren werden analysiert, bevor die definitive Operationstechnik festgelegt werden kann:

### 1. Rekonstruktionsmaterial bei der Erstoperation

Von großer Bedeutung ist das primäre Rekonstruktionsmaterial (Operationsbericht anfordern, Analyse der Röntgen- und MRT-Aufnahmen, Narbeninspektion).

- ▶ **Autologes Material.** Wurde die BTB-Technik durchgeführt, bietet sich die ST-Sehne ggf. mit GT-Sehne der gleichen Seite an. Wurde die ST-Sehne verwendet, muss entschieden werden, ob die ST-Sehne der Gegenseite, das mittlere Drittel der Patellasehne der betroffenen Seite oder die Quadrizpesssehne verwendet wird.

Wegen der Voroperation muss oft mit erschwerten Bedingungen bei der Sehnenentnahme gerechnet werden. Zu beachten sind assoziierte Instabilitäten; hier muss ggf. auf die Gegenseite ausgewichen werden.

- ▶ **Alloplastisches Material.** Da verschiedene Materialien zur VKB-Rekonstruktion verwendet wurden, sollte präoperativ bekannt sein, welches Material eingebracht worden ist. Meist empfiehlt sich zunächst, das Kunstmaterial zu entfernen. Dies gilt nicht nur für die intraartikuläre Verlaufsstrecke des Bandes, sondern auch für die Bohrkanäle, insbesondere wenn diese an anatomisch richtiger Position platziert worden sind. Sind sie fehlplatziert, muss entschieden werden, ob das Material im Bohrkanaal verbleiben kann oder zu entfernen ist. Es sollte jedoch möglichst viel alloplastisches Material entfernt werden, da Abriebteile häufig zu chronischen Synovitiden führen (Gillquist 1992, Klein 1993; **Abb. 2.14-78**). Die resultierenden Reizergüsse wirken sich zudem ungünstig auf die folgende autologe VKB-Rekonstruktion aus (schädigende Zytokine). Die Entfernung des alloplastischen Materials kann viel Operationszeit beanspruchen, manchmal mehr als die VKB-Rekonstruktion. Gleichfalls werden Fixationsmaterialien des Kunstbandes entfernt, wenn diese die Neuplatzierung der Kanäle bzw. die Transplantatfixation behindern.

### 2. Position der Bohrkanäle

Für die Planung und Durchführung der Revisi-

onsoperation ist die Position der alten Kanäle von großer Bedeutung (s. oben, **Abb. 2.14-101** und **102**). Liegen diese an korrekter Position und weisen sie einen kleineren Durchmesser als 8 mm auf, ist die Rekonstruktion nach Entfernung der Fixationsmaterialien, z. B. mit der ST- und GT-Sehne, in einer Operation meist unproblematisch möglich.

**MERKE** ▶ Wird der „neue“ tibiale Kanal unmittelbar posterior des ersten angelegt, besteht die Gefahr, dass der erste Kanal beim Bohrvorgang oder bei Belastung (Zug am Transplantat) Kontakt zum „neuen“ Bohrkanaal erhält. Dies führt nicht nur zu einer zu weit anterioren Position des neuen Transplantates, sondern behindert auch dessen An- bzw. Einwachsen in den Kanal (**Abb. 2.14-9**). Mit einem Versagen der 2. VKB-Rekonstruktion ist zu rechnen. Daher sollte, besteht nur der geringste Zweifel, in 2 Sitzungen vorgegangen werden. Der anteriore Kanal wird mit Spongiosa aufgefüllt und die Rekonstruktion nach der knöchernen Konsolidierung (nach 3 Monaten) durchgeführt.

Bei der Platzierung des femoralen Kanals besteht eine identische Problematik. Auch hier kann der „neue“ posterior angelegte femorale Kanal in den alten Kanal einbrechen und zu einer unanatomischen Transplantatposition oder unzureichenden Fixation führen.

Nicht nur durch die damit verbundene Lockerung, sondern auch wegen des unisometrischen Verlaufs ist mit einem Versagen der 2. VKB-Rekonstruktion zu rechnen. Daher gilt es, mit größter Vorsicht vorzugehen (**Abb. 2.14-101** und **102**). Im Zweifelsfall erfolgt zunächst eine Anfrischung der Bohrkanaalwände und ggf. eine Spongiosaplastik, um den Kanal knöchern zu stabilisieren. Alternativ bietet es sich an, bei einem etwas zu weit anterior liegenden alten Kanal, posterior davon 2 femorale Kanäle (femorale Doppelbündel-Technik) anzulegen (s. Kap. 2.13.23).

**MERKE** ▶ Nicht nur die Lage, sondern auch der Verlauf des Kanals ist bei der Revision zu beachten (**Abb. 2.14-101** und **102**).

### 3. Erweiterung der Bohrkanäle (Tunnel-Enlargement)

Kanalerweiterungen nach VKB-Rekonstruktion sind ein bekanntes Phänomen (L'Insalata et al. 1997, Kohn 2000). Nach der Rekonstruktion mit der BTB-Technik treten diese bevorzugt tibial auf (s. **Abb. 2.13-114**). Bei der ST-Technik und alleiniger Fixation mit einem femoralem Fixationsbutton (s. Kap. 2.13.12.5) oder den verschiedenen Transfixationstechniken (s. Kap. 2.13.12.7 und 2.13.12.8)

sind Tunnelerweiterungen bevorzugt femoral anzutreffen (**Abb. 2.14-7 bis -9**) (Thomas et al. 2005). Kanalerweiterungen sind dann von klinischer Bedeutung, wenn sie zur Auslockerung bzw. Insuffizienz des Transplantats führen oder wenn – aus welchen Gründen auch immer – eine erneute Rekonstruktion notwendig wird.

Bei der operativen Planung wird differenziert vorgegangen

### 3.1 Bestimmung der Kanalparameter

Vor der operativen Revision wird das Ausmaß möglicher Kanalveränderungen möglichst mit der CT bestimmt (**Abb. 2.14-8 bis -11**). Mit der MRT ist dies nicht eindeutig möglich, zudem können Metallartefakte die Bildbeurteilung erheblich stören (Marchant et al. 2010).

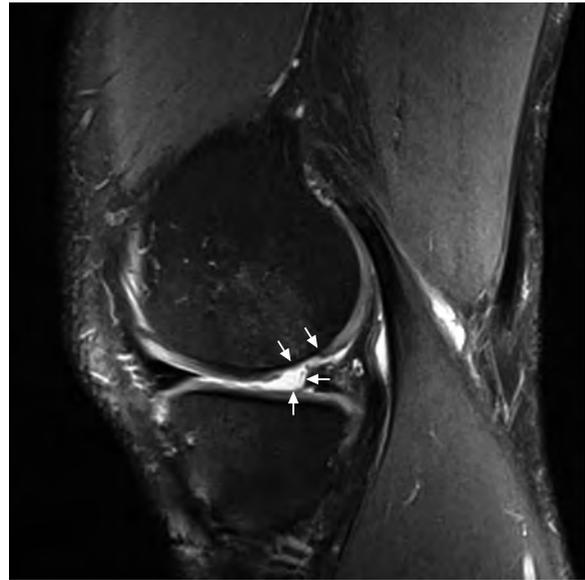
Die entscheidende Frage ist: *Ist eine Spongiosaplastik notwendig?*

Ob eine Spongiosaplastik erforderlich ist oder nicht, hängt nicht nur allein vom Durchmesser, sondern auch von der Lage und vom Verlauf des Kanals sowie von möglicherweise vorhandenen zystischen Erweiterungen ab.

► **Kanalweite.** Beträgt der Kanaldurchmesser mehr als 10–12 mm, muss in Abhängigkeit von der Kanallage und Körpergröße des Patienten eine Spongiosaauffüllung erwogen werden. Bei einem 1,95 m großen Patienten ist ein 10-mm-Tunnel normal, bei einer z. B. 1,50 m großen Patientin ist er als erweitert einzustufen. Bei Durchmessern >15 mm ist unabhängig von der Körpergröße zur Spongiosaauffüllung zu raten.

► **Kanallage.** Liegt ein nicht erweiterter Kanal in einer anatomischen Position, wird er angeeßelt (s. Kap. 2.14.5.1), um den Durchmesser etwas zu reduzieren. Sind im Kanalverlauf jedoch zystische Erweiterungen vorhanden, ist eine Spongiosaplastik trotz optimaler anatomischer Lage zu empfehlen. Befindet sich der Kanal in suboptimaler Lage, kann dieser, wenn der neue Kanal an anatomischer Position platziert wird, mit dem alten Kanal in Verbindung treten: Ein Gesamtkanaldurchmesser von >16 mm kann so entstehen.

**HINWEIS** ► Suboptimal (partiell-anatomisch) angelegte Kanäle sollten mit Spongiosa aufgefüllt werden, selbst wenn sie keine oder nur eine relativ geringe Kanalerweiterung aufweisen (z. B. 9 mm).



**Abb. 2.14-15** |

Ausgeprägter Knorpelschaden am medialen Femurkondylus (Pfeile). Da der Knorpel den Druck nicht mehr verteilen kann, wird dieser direkt in den Knochen geleitet, was zu einem intrasären Ödem führen kann

Befindet sich ein großer Kanal z. B. mit einem Durchmesser von 14 oder 16 mm in extra-anatomischer Position, ist nicht unbedingt eine Auffüllung notwendig, da der neue Kanal so platziert werden kann, als wenn ein primärer VKB-Ersatz erfolgt. Derartig große Kanäle finden sich bevorzugt femoral in der High-noon-Position (s. **Abb. 2.14-53 und -100**).

► **Kanalverlauf.** Der Verlauf des Kanals ist ein oft vernachlässigter Faktor bei Revisions Eingriffen. Dies gilt besonders für einen femoralen Kanal, der schon beim Ersteingriff in der medialen Portaltechnik angelegt wurde (s. Kap. 2.13.14.8).

Werden der neue und alte Kanal relativ nah vom jeweiligen Kanalbeginn parallel zueinander angelegt, ist das Risiko, dass die Kanäle über eine längere Strecke in Kontakt geraten, deutlich erhöht. Ist sich der Operateur dieser Problematik bewusst, wählt er im Revisions eingriff eine zum alten Kanal divergierenden Verlauf. So findet sich dann entweder lediglich am Kanalbeginn eine

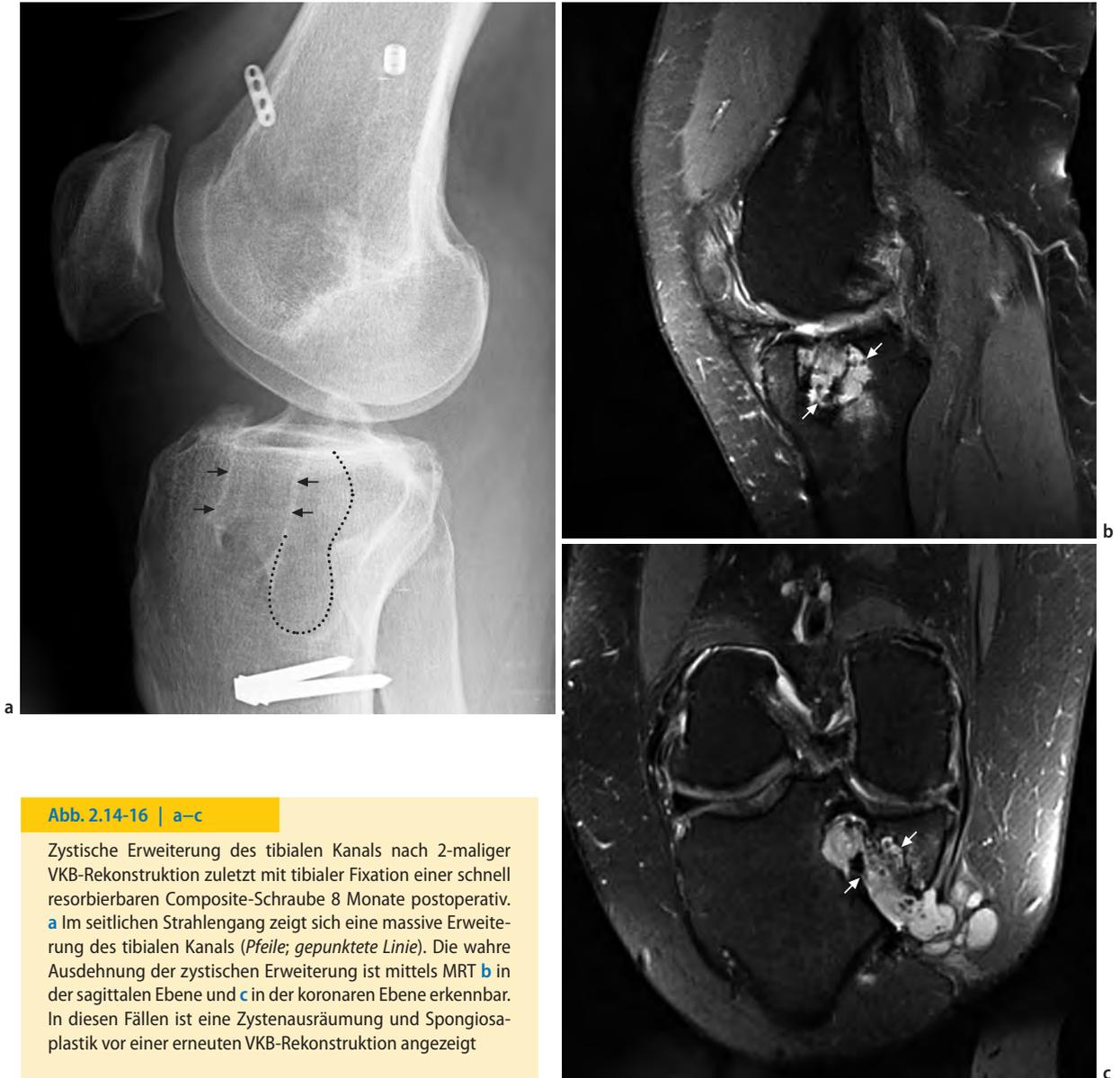


Abb. 2.14-16 | a–c

Zystische Erweiterung des tibialen Kanals nach 2-maliger VKB-Rekonstruktion zuletzt mit tibialer Fixation einer schnell resorbierbaren Composite-Schraube 8 Monate postoperativ. **a** Im seitlichen Strahlengang zeigt sich eine massive Erweiterung des tibialen Kanals (Pfeile; gepunktete Linie). Die wahre Ausdehnung der zystischen Erweiterung ist mittels MRT **b** in der sagittalen Ebene und **c** in der koronaren Ebene erkennbar. In diesen Fällen ist eine Zystenausräumung und Spongiosaplastik vor einer erneuten VKB-Rekonstruktion angezeigt

sehr kurze gemeinsame Verlaufstrecke oder der alte Kanal wird vorher z. B. mit einer IFS stabilisiert (s. Kap. 2.14.5.4).

- ▶ **Zystische Erweiterungen.** Durch Resorptionsvorgänge bei z. B. schnell resorbierenden Composite-IFS können – wenn auch selten – Osteolysen entstehen (s. **Abb. 2.13-168** und **2.14-16**). Ebenso verursachen sehr überdimensionierte „pseudoresorbierbare“ PLLA-Schrauben lokale Kanalerweiterungen (**Abb. 2.14-12b**). Diese lokalen Verände-

rungen sollten ebenfalls Berücksichtigung finden, da der Durchmesser des Bohrkanales bzw. -ausgangs durchaus nur 10 oder 11 mm betragen kann, im Kanalverlauf aber zystische Veränderungen den Durchmesser auf 14, 18 oder sogar 25 mm erhöhen können. Auch in diesem Fall ist eine Auffüllung des Kanals mit Spongiosa indiziert.

**MERKE** ▶ Zur Auffüllung derart großer Kanalerweiterungen reichen ein Spongiosazylinder oder ein kortikospongioser Span nicht aus.



Abb. 2.14-17 | a, b

Sterile Humanspongiosa in verschiedenen Applikationsformen. **a** Korticospongiöse Chips (Spierings-Chips, Größe 2–5 mm). **b** Spongiosawürfel und Zylinder in verschiedenen Größen und Formen (DIZG, Deutsches Institut für Zell- und Gewebeersatz, Berlin)

Vielmehr ist es notwendig, die zystischen Erweiterungen mit autologen Spongiosachips zu füllen. Bei allen ausgedehnten Erweiterungen hat sich zusätzlich die Verwendung von steriler Humanspongiosa bewährt (**Abb. 2.14-17**).

**HINWEIS** ► Bei der 3D-CT-Rekonstruktion wird der Eingangs- und Ausgangsbereich des Bohrkanals dargestellt. Position und Verlauf des Bohrkanals lassen sich zwar beurteilen, zystische Erweiterungen entgehen aber leicht der Betrachtung, sodass immer die einzelnen Schnittbilder analysiert werden müssen, um lokale Kanalerweiterungen nicht zu übersehen.

### 3.2 Spongiosaplastik

Die Spongiosa aus dem ipsilateralen Beckenkamm ist wegen ihrer Qualität am besten geeignet. Auch wenn dies den größeren Eingriff als die Verwendung von Knochenersatzstoffen darstellt, lassen sich nicht immer ausreichende Spongiosamengen zum Auffüllen großer Kanalerweiterungen gewinnen.

Bei sehr großen Kanalerweiterungen bietet sich sterile Humanspongiosa in Kombination mit der eigenen Spongiosa des Patienten an.

Bei extrem großen Kanälen und sehr kleinen Patienten kann die alleinige Auffüllung mit steriler Humanspongiosa erfolgen. Diese ist in verschiedenen Größen und Mengen erhältlich (**Abb. 2.14-17**).

Gleichzeitig sollten große „pseudo-biodegradierbare“ Schrauben (PLLA-Schrauben) entfernt werden, wenn sie einen Durchmesser von mehr als 10 mm aufweisen. Da bei der alleinigen Schraubenfixation im tibialen Kanal oft Schrauben empfohlen werden, die größer sind als der tibiale Kanaldurchmesser, sind dort häufig Schraubendurchmesser von mehr als 11 oder 12 mm anzutreffen. Entsprechend ausgedehnt ist der Knochendefekt nach Entfernung dieser Fixationsmaterialien. Zudem muss immer die sklerosierte Kanalbegrenzung durchbrochen werden, um optimale Voraussetzungen für das Einheilen der Spongiosa zu schaffen (s. Kap. 2.14.5)

### 3.3 Wartezeit

Nach einer Spongiosaplastik sollten mindestens 3 Monate bis zur VKB-Rekonstruktion vergehen. Zuvor wird der Knochenzustand



Abb. 2.14-18 |

Patella infera nach Akutarthroskopie (2 Tage nach komplexem Knie Trauma)

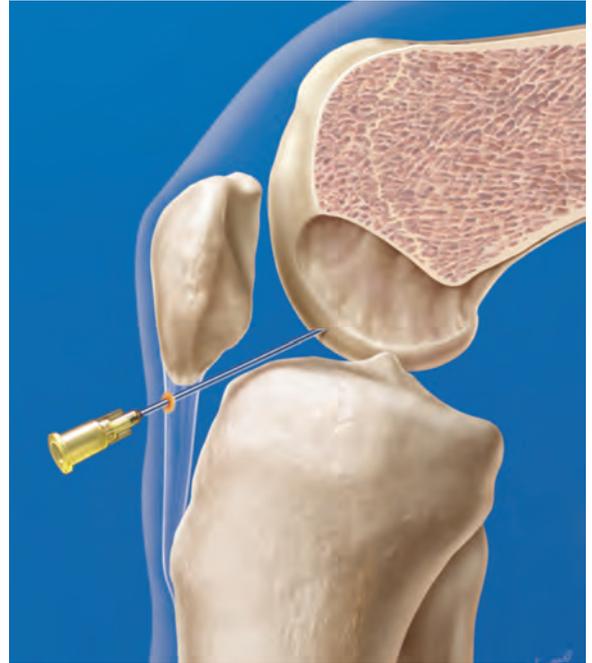


Abb. 2.14-19 |

Die Positionierung der Zugangswege ist bei einer Patella infera wesentlich schwieriger. Die Orientierung erfolgt nicht an der Patellaspitze, sondern der Zugang wird mehr lateral und proximal der Patellaspitze platziert

röntgenologisch kontrolliert, um die Einheilung der Spongiosaauffüllung (autologe und sterile Humanspongiosa) zu dokumentieren. Im Zweifelsfall ist eine erneute CT nach Auffüllung sehr großer Kanäle zu empfehlen (Abb. 2.14-13).

#### 4. Weichteilzustand

Narben aus Voroperationen sind ebenso zu berücksichtigen wie ein Patellatiefstand (Patella infera) oder Vernarbungen des Hoffa-Fettkörpers, wie sie nicht selten nach VKB-Rekonstruktionen mit der BTB-Technik auftreten (Paulos et al. 1987; Abb. 2.14-18). In dieser Situation wird das Sehnenmaterial von der Gegenseite entnommen, um die Entnahmemorbidität auf der betroffenen Seite zu minimieren. Zudem ist dieser Zustand bei der Anlage der Zugangswege zu berücksichtigen (Abb. 2.14-19).

Bei ausgedehnten Verletzungen der unteren Extremität oder einem Polytrauma sind oft Gefäßrekonstruktionen, plastische Deckungen von großen Gewebedefekten einschließlich Hauttransplantationen notwendig, um die Extremität zu erhalten.

Manchmal finden sich großflächige Narbenareale nach offenen Knieverletzungen oder -luxationen. Diese Narbenbereiche, insbesondere bei unzureichenden subkutanen Weichteilstrukturen sind operationsstrategisch zu berücksichtigen. Daher kann zunächst eine Narbenkorrektur oder plastisch-rekonstruktive Maßnahme sinnvoll sein, um eine bessere Weichteilsituation zu schaffen. Alternativ besteht die Möglichkeit, einen Narbenbereich durch eine Modifikation der Operationstechnik zu umgehen.

#### 5. Fixationsmaterial

Ein wesentlicher Punkt, der nicht nur die Operationszeit verlängert, sondern auch die Möglichkeit einer VKB-Rekonstruktion in gleicher Sitzung terminiert, ist das bei der Erstoperation eingebrachte Fixationsmaterial.

##### 5.1 Femoraler Fixationsbutton

Bei dieser Fixationstechnik gibt es keine Probleme. Wird befürchtet, dass der Kanalausgang am lateralen Femurkondylus in Kontakt mit dem alten femoralen Kanal gerät, bietet sich ein



Abb. 2.14-20 |

Vorstehende femorale IFS (Pfeil) über die Blumensaatlinie (gepunktete Linie) hinaus. Die Schraube muss bei einer Revision entfernt werden



Abb. 2.14-21 |

Sehr tief eingedrehte tibiale IFS (Pfeilspitzen). Das Auffinden der Schraube gelingt, wenn sie mehrere Jahre in situ liegt, oft nur mit Hilfe des Bildwändlers

spezieller Revisionsbutton an. Dieser ist länger als der klassische Button (**Abb. 2.14-148**).

### 5.2 Femorale Fixation mit IFS

Zunächst muss entschieden werden, ob die Schraube verbleiben kann oder entfernt werden muss. Behindert sie den Weg des neu zu platzierenden Kanals oder steht in den Gelenkraum vor (**Abb. 2.1-20**), wird sie entfernt. Dies kann sich schwierig gestalten:

- ▶ **Schraubenmaterial.** Titan besitzt eine sehr gute Knochenaffinität, sodass sich das Herausdrehen schwierig gestaltet, da sehr viel Knochen mit der Schraube fest verbunden ist.
- ▶ **Schwierig zu finden** (**Abb. 2.14-21** und **-22**). Wurde die Schraube sehr tief eingedreht, ist sie schwierig zu finden und manchmal nur mit Hilfe eines Bildwändlers zu lokalisieren.
- ▶ **Risiko von Instrumentenbeschädigung.** Zunächst muss die Schraube, auch wenn sie nicht tief eingedreht ist, gefunden werden. Reseziert man das Narbengewebe mit dem

Shaver (Synoviaresektor), kann das Shaverblade durch eine vorstehende Schraube beschädigt oder sogar unbrauchbar gemacht werden. Zur Freilegung des Schraubenkopfes empfiehlt sich daher das HF-Messer oder ein älterer Meißel.

- ▶ **Unterschiedliche Imbusdurchmesser.** Abhängig vom Hersteller der IFS sind verschiedene Schraubendreher (Imbusdurchmesser) zur Entfernung erforderlich. Bei Revisionseingriffen ist ein spezielles Schraubendreher-set hilfreich (**Abb. 2.14-25**). Es ist extrem frustrierend, die IFS zwar darzustellen, sie aber wegen des fehlenden, passenden Schraubenziehers nicht entfernen zu können und die Operation erfolglos beenden zu müssen.

**CAVE** ▶ Durch einen nicht optimal passenden Schraubenzieher kann das Imbusgewinde sehr beschädigt werden. Die Entfernung der Schraube ist dann nur mit sehr hohem instrumentellem und zeitlichem



Abb. 2.14-22 | a, b

Sehr tief eingedrehte femorale IFS. Bei dem Patienten erfolgten 2 VKB-Rekonstruktionen. **a** Die tibiale und femorale Schraube wurden sehr tief eingedreht. **b** Die Schraubenlage und die Lage der Kanäle ist besser auf der seitlichen Aufnahme zu erkennen. Die tibiale IFS aus der 1. Operation wurde belassen, da der Kanal sehr weit anterior platziert wurde. Der zweite tibiale Kanal wurde dagegen zu weit posterior (*Pfeile*) platziert. Die femorale IFS liegt knapp proximal der Blumensaatlinie, aber relativ weit anterior, sodass sie bei Neuanlage des femoralen Kanals belassen werden kann. Sollten nach der erneuten Rekonstruktion Probleme auftreten, muss bei Anfertigung eines MRT wegen der in situ liegenden Schrauben mit einer deutlichen Artefaktbildung gerechnet werden

Aufwand möglich. Gegebenenfalls muss sie zur Entfernung mit einer Hohlfräse überbohrt werden (Abb. 2.14-36).

- ▶ **Schraubendreher schwer zu platzieren.** Wurde die femorale IFS durch den Entnahmedefekt bei der BTB-Technik (s. Kap. 2.13.11.2) oder, was sehr selten der Fall ist, durch den tibialen Kanal eingedreht, kann es schwierig sein, den Schraubendreher zu platzieren. Häufig ist dann ein zusätzlicher Instrumentenzugang notwendig.
- ▶ **Geringe Bewegungsfreiheit im vorderen Gelenkbereich.** Wurde die Schraube sehr weit anterior platziert und ist sie gleichzeitig sehr lang (Abb. 2.14-20), bereitet das Herausdrehen Probleme, da die gesamte Schraubenlänge im vorderen Gelenkraum kaum „unterzubringen“ ist.
- ▶ **Verlieren der Schraube.** Bei Vernarbungen oder einer Synovitis im vorderen Gelenkbe-

reich kann die Schraube intraartikulär oder bei der Extraktion im Subkutangewebe verloren gehen.

- ▶ **Schraubenkanal.** Nach Herausdrehen der Schraube verbleibt ein unterschiedlich großer Schraubenkanal, der neben dem primären femoralen Kanal liegt. Befindet sich dieser an suboptimaler Position, ist für die Revision ein Problem vorprogrammiert. Wird der neue Kanal an anatomischer Stelle platziert, besteht die Gefahr, dass er in den alten Schraubenkanal einbricht. Dadurch erhält das Transplantat eine zu anteriore Position. Somit steht der Operateur auch bei primär optimal positioniertem Bohrkanaal vor der Entscheidung, ob in der gleichen Sitzung eine VKB-Rekonstruktion möglich und sinnvoll ist.

Die gleiche Problematik besteht beim tibialen Kanal. Auch hier können IFS sehr

tief eingedreht sein (**Abb. 2.14-21**). In Betracht des kurzen tibialen Kanals ist die Entfernung aber meist ohne größere Probleme möglich. Dennoch ist zu berücksichtigen, dass die Entfernung einer IFS zu einem Schraubenkanal führt, der in unmittelbarer Nähe zum neuen tibialen Bohrkanal liegt.

**HINWEIS** ▶ Ist die Metallentfernung und VKB-Rekonstruktion in einer Sitzung geplant, gilt generell Folgendes: Die Entfernung von Fixationsimplantaten erfolgt immer zuerst. Erst danach wird das Transplantat für die Revisions-Rekonstruktion entnommen.

**MERKE** ▶ Sehr problematisch wird es, wenn das Transplantat zum erneuten VKB-Ersatz zuvor entnommen worden ist, sich bei der Entfernung des Fixationsmaterials aber gravierende Probleme einstellen (s. Kap. 2.14.3).

### 6. Staging-Arthroskopie

Um periphere Instabilitäten und intraartikuläre Begleitläsionen eindeutig zu erfassen, empfiehlt sich eine Staging-Arthroskopie (s. Kap. 2.14.11).

## 2.14.2 Vorbereitende Maßnahmen bei VKB-Insuffizienz nach Rekonstruktion

Bevor ein erneuter VKB-Ersatz erfolgen kann, sind verschiedene vorbereitende Maßnahmen erforderlich. Ziel ist es, das Gelenk in einen Zustand zu bringen, in dem der erneute VKB-Ersatz unter optimalen Bedingungen durchgeführt werden kann.

**MERKE** ▶ Revisionseingriffe setzen eine standardisierte präoperative Planung und ein differenziertes Management voraus. Daher werden verbliebene Implantate der Erstoperation entfernt, falls sie stören oder stören könnten. Gleiches gilt für implantierte Kunstbänder.

**MERKE** ▶ Die größten klinischen Katastrophen nach Kreuzbandoperationen resultieren aus

1. **Selbstüberschätzung des Operateurs,**
2. **unzureichende operative Möglichkeiten,**
3. **insuffiziente Planung,**
4. **unzureichendes oder fehlendes Instrumentarium.**

Folgende Maßnahmen, die oft parallel erfolgen, können notwendig sein:

### 1. Alte Fixationsimplantate

Das alte Fixationsimplantat ist immer präoperativ zu beurteilen, um über die intraoperative Vorgehensweise zu entscheiden.

#### 1.1 Implantatentfernung

Fixationsimplantate können stören, wenn sie im Bereich der neu anzulegenden Bohrkanäle liegen oder deren Anlage mechanisch behindern. Gleichzeitig gilt es, auch biodegradierbare Implantate zu entfernen, wenn diese zu einer Kanalerweiterung oder sonstigen Störungen geführt haben. Hierbei muss vorsichtig vorgegangen werden, um nicht unnötig eine weitere Kanalerweiterung zu provozieren. Besonders tückisch sind IFS aus Titan, da dieses Material eine sehr hohe Knochenaffinität aufweist. Nicht selten brechen bei der Entfernung Knochenanteile aus, was zur Erweiterung des Bohr- bzw. Schraubenkanals führen kann.

Ein großer knöcherner Defekt oder ein erweiterter Bohrkanal wird in gleicher Sitzung mit einer Spongiosaplastik gefüllt (s. Kap. 2.14.5). Extra-anatomisch liegende Fixationsimplantate können belassen werden.

**MERKE** ▶ Wurden Fixationsimplantate von extraartikulär und/oder intraartikulär eingebracht, kann sich die Entfernung aufwendig gestalten. Zudem muss immer bedacht werden, dass Metallimplantate hierbei nicht so beschädigt werden dürfen, dass ihre Entfernung nicht mehr oder nur noch unter sehr großem Aufwand möglich ist.

Folgende Schwierigkeiten können bei der Schraubenentfernung auftreten:

- ▶ **Nicht vorhandener oder nicht passender Schraubenzieher.** Wurde der Patient z. B. im Ausland operiert, kann ein nicht bekannter Schraubentyp, z. B. mit einem Kreuzschlitz oder einem Imbusgewinde, von nicht bekannten Durchmesser vorliegen.
- ▶ **Ausbruch eines größeren knöchernen Fragments.** Bei sehr lange im Knochen liegenden Titanschrauben ist mit einer erschwerten Entfernung zu rechnen. Gleiches gilt für die Entfernung von Knochenklammern (Staple).
- ▶ **Zerstörter Schraubenkopf.** In diesen Fällen muss die Schraube mit einem Hohlfräsesystem überbohrt werden, was zu größeren Knochendefekten führt.
- ▶ **Abgebrochene Schraube.**

- **Abgebrochener Schraubendreher.** Bricht die Schraubendreherspitze im Schraubenkopf ab, ist ein normales Herausdrehen nicht mehr möglich. Als einzige Möglichkeit bietet sich ein Überbohren der IFS an (s. **Abb. 2.14-36**).

Auch biodegradierbare Implantate müssen manchmal entfernt werden, wenn sie mechanisch behindern oder zu ausgedehnten Kanalerweiterungen geführt haben (**Abb. 2.14-61 bis -65**).

### 1.2 Überbohren des Implantats

In situ liegende biodegradierbare IFS können vorsichtig überbohrt werden. Meist handelt es sich um „pseudoresorbierbare“ PLLA-Schrauben (s. Kap. 2.13.12.3). Wenn diese beim Bohrvorgang zerbrechen und zerbröseln, müssen die entstehenden Schraubenbrösel anschließend aus dem Gelenkraum entfernt werden. Dies kann sich mühsam gestalten, da auch die dorsomedialen und posterolateralen Gelenkbe- reiche adäquat zu säubern sind.

### 1.3 Dilatation zur Seite

Tangiert ein Metallimplantat einen dünnen Bohrkanal (z. B. 6-mm-Kanal) ist zu erwarten, dass dadurch das weitere Überbohren behindert bzw. der Bohrer beschädigt wird. Besteht keine Möglichkeit einer kontrollierten Entfernung, sollte der Kanal nicht weiter aufgebohrt werden. In diesem Fall bietet sich die Dilatation an. Mit dem Dilatator (s. **Abb. 2.13-310**) wird das Implantat in die weichere Spongiosa gedrückt.

**MERKE** ► Die Dilatation erfolgt immer mit einem Führungsdraht, um nicht versehentlich vom Implantat in die „falsche Richtung“ abgelenkt zu werden.

**MERKE** ► Das Implantat soll zur Seite dilatiert werden; der neue Kanal darf nicht durch das Implantat in eine andere Richtung gelenkt werden.

### 1.4 Belassen des Implantats

Liegt das Implantat „extra-anatomisch“ d. h. außerhalb des neuen Kanals, kann es belassen werden (**Abb. 2.14-22**). Es gilt aber immer zu bedenken, dass eine spätere Entfernung des Implantats wahrscheinlich kaum mehr möglich ist. Zudem ist zu berücksichtigen, dass Metallimplantate durch Artefaktbildung spätere MR-Untersuchungen erheblich beeinträchtigen.

**HINWEIS** ► Wenn eine Implantatentfernung mit realistischem Aufwand vertretbar ist, soll-

te sie erfolgen (**Abb. 2.14-27 bis -36**). Andernfalls ist bei später auftretenden Problemen eine MRT unter sinnvollen Bedingungen wegen der Artefakte diagnostisch nicht hilfreich.

### 2. Entfernung/Durchtrennung des Transplantats bzw. alloplastischen Bandes

Das alte Bandgewebe sollte bei der Revision, wenn möglich, komplett entfernt werden, wenn die primären Kanäle im Zielbereich der neuen Kanäle liegen. Gleiches gilt, wenn die erste VKB-Rekonstruktion mit einem Kunstband (alloplastisches Material) erfolgte. In gleicher Sitzung ist oft eine Auffüllung der erweiterten Bohrkanäle sowie die Entfernung der Fixationsimplantate angezeigt (s. Kap. 2.14.5).

### 3. Verkleinerung/Auffüllung erweiterter Kanäle

Um erweiterte Bohrkanäle zu verkleinern, kann eine Anmeißelung erfolgen (s. Kap. 2.14.5.1). Meist wird der Kanal jedoch mit Spongiosa, die aus dem ipsilateralen Beckenkamm entnommen wird, aufgefüllt. Je nach Lage und Größe der Kanäle kann dies sowohl femoral als auch tibial erforderlich sein. Bei größeren Defekten kann die körpereigene Spongiosa mit steriler Spongiosa von der Menge her unzureichend sein. Daher hat sich die Kombination von autologer und steriler Humanspongiosa bewährt. Durch diese Kombination wird nicht nur die Entnahmemorbidity deutlich reduziert, da nur 1 bis 3 cm<sup>3</sup> Spongiosa aus dem Beckenkamm entnommen werden müssen, sondern es steht immer eine ausreichende Spongiosamenge zur Verfügung, um selbst größere Kanäle komplett aufzufüllen.

**MERKE** ► Bei einem sehr weichem Knochen sollte wenn möglich sterile Spenderspongiosa bevorzugt werden (s. **Abb. 2.14-17**), da diese nach dem Einwachsen (3 bis 4 Monate) zu einem sehr stabilen Knochenareal führt.

### 4. Erfassung von BegleitleSIONen

Bei nicht diagnostizierten oder nicht adressierten peripheren Instabilitäten wirken größere Kräfte auf das Transplantat, was zu einem Transplantatversagen führen kann (Kanamori et al. 2000). Daher sollten vor dem Folgeeingriff unbedingt periphere Instabilitäten ausgeschlossen werden (**Abb. 2.14-23**). Bei der Staging-Arthrooskopie kann nicht nur zwischen medialer und lateraler Instabilität differenziert werden, sondern es können auch BegleitleSIONen beurteilt werden, die die Erfolgsaussichten der erneuten VKB-Rekonstruktion einschränken (**Abb. 2.14-24**; s. Kap. 2.14.11).

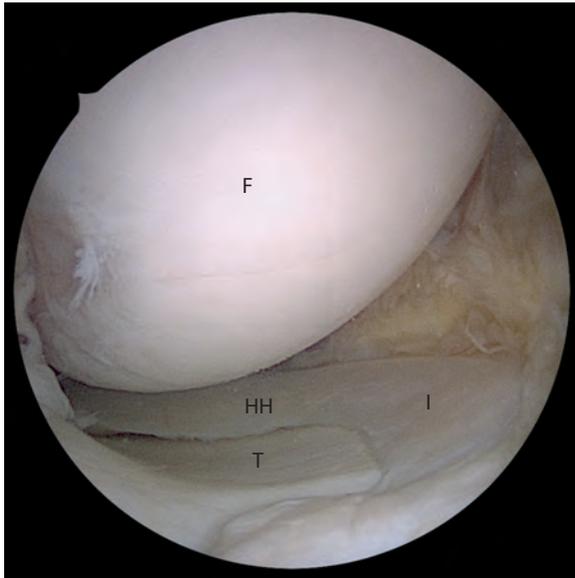


Abb. 2.14-23 |

Deutliche mediale Instabilität bei leichter medialer Aufklappung. Das gesamte posteriore Meniskusdrittel (HH) des Innenmeniskus (I) ist einzusehen (F medialer Femurkondylus, T mediales Tibiaplateau).

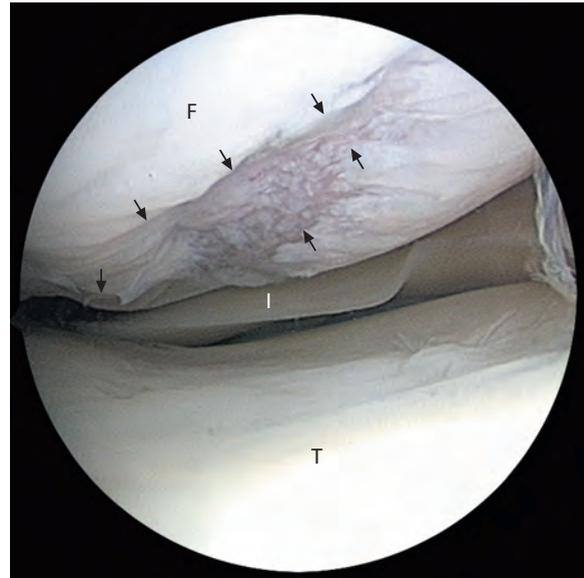


Abb. 2.14-24 |

Ausgedehnter Knorpelschaden am medialen Femurkondylus (F, Pfeile) bei fehlgeschlagener VKB-Rekonstruktion (I Innenmeniskus, T Tibiaplateau)

### 2.14.3 Entfernung von Fixationsimplantaten

Nach VKB-Rekonstruktionen befinden sich oftmals verschiedenste Fixationsimplantate in Bereichen, in denen die neuen Bohrkanäle angelegt werden. Daher müssen die Implantate zuvor entfernt werden.

Die Entfernung von Fixationsimplantaten kann nicht nur aus Gründen einer erneuten Instabilität notwendig sein. Auch Fixationsimplantate selbst können für Beschwerden verantwortlich sein, wenn sie z. B. aus dem Knochen herausragen.

#### 2.14.3.1 Entfernung einer femoralen Metall-IFS

Das Vorgehen hängt davon ab, ob die VKB-Rekonstruktion suffizient ist oder nicht. Ist sie suffizient, wird möglichst schonend vorgegangen, um das intakte Transplantat nicht zu beschädigen. Ist der VKB-Ersatz insuffizient oder rupturiert, kann evtl. in gleicher Sitzung die erneute VKB-Rekonstruktion angestrebt werden.

Je nach Größe und Hersteller haben IFS unterschiedliche Imbusgrößen und -formen im Schrauben-

kopf. Zur Schraubenentfernung sollte ein Revisionsset mit verschiedenen Schraubendreheransätzen vorhanden sein, um jede IFS entfernen zu können (Abb. 2.14-25). Das Set sollte auch einen geraden und kleinen spitzen Meißel oder Mikrofrakturmeißel enthalten, um den Schraubenkopf freilegen und den Imbus von eingewachsenem Knochen befreien zu können.

#### 1. Inspektion

Inspektorisch ist die IFS meist nicht zu erkennen, da sie von Bandgewebe und Knochen überlagert ist.

#### 2. Instrumentenzugang

Es ist zunächst zu analysieren, aus welcher Position die Schraube bei der Erstoperation eingedreht worden ist (siehe alten OP-Bericht). Bisweilen kann anhand des Röntgenbildes oder der Narben darauf geschlossen werden (Abb. 2.14-26).

**HINWEIS** Der Instrumentenzugang darf nicht zu weit medial angelegt werden, da sonst die Instrumente vom medialen Femurkondylus abgedrängt werden und die Innenseite des lateralen Femurkondylus nicht erreichen können.