

# Spurensuche

**Risikoscreening im Sport** Sportverletzungen bremsen, sie ärgern und sind oft kompliziert. Ausschalten lässt sich das Risiko nicht, reduzieren hingegen schon. Wie das gelingt? Mit einem Risikoscreening, das Schwachstellen aufdeckt und relevante Faktoren identifiziert. Was folgt, sind präventive Maßnahmen und individualisierte Trainingsprogramme – strukturiert, zielgerichtet, progressiv und kontinuierlich.



➔ Sport birgt Verletzungsrisiken. Risiken, die oft nicht vorhersehbar sind. Und doch gibt es Wege, sie zu erkennen und zu reduzieren. Bewegungsanalysen und Risikoscreenings tragen einen wesentlichen Teil dazu bei. Doch können die Testergebnisse Verletzungen nur bedingt vorhersagen, wenn man bedenkt, dass vor allem akute Verletzungen komplex sind und die Aussagekraft einzelner Tests dieser Komplexität häufig nicht gerecht wird.

**Prävention reduziert Verletzungsrisiko** ➔ Verschiedene Testungen, Screenings oder Fragebögen (im Folgenden als „Tests“ bezeichnet) zeigen einen oder mehrere Risikofaktoren, die mit einem bestimm-

ten Verletzungsmuster vermutlich zusammenhängen. Dabei unterteilt man die Risikofaktoren in interne und externe sowie modifizierbare und nicht modifizierbare (☞ ABB. 1).

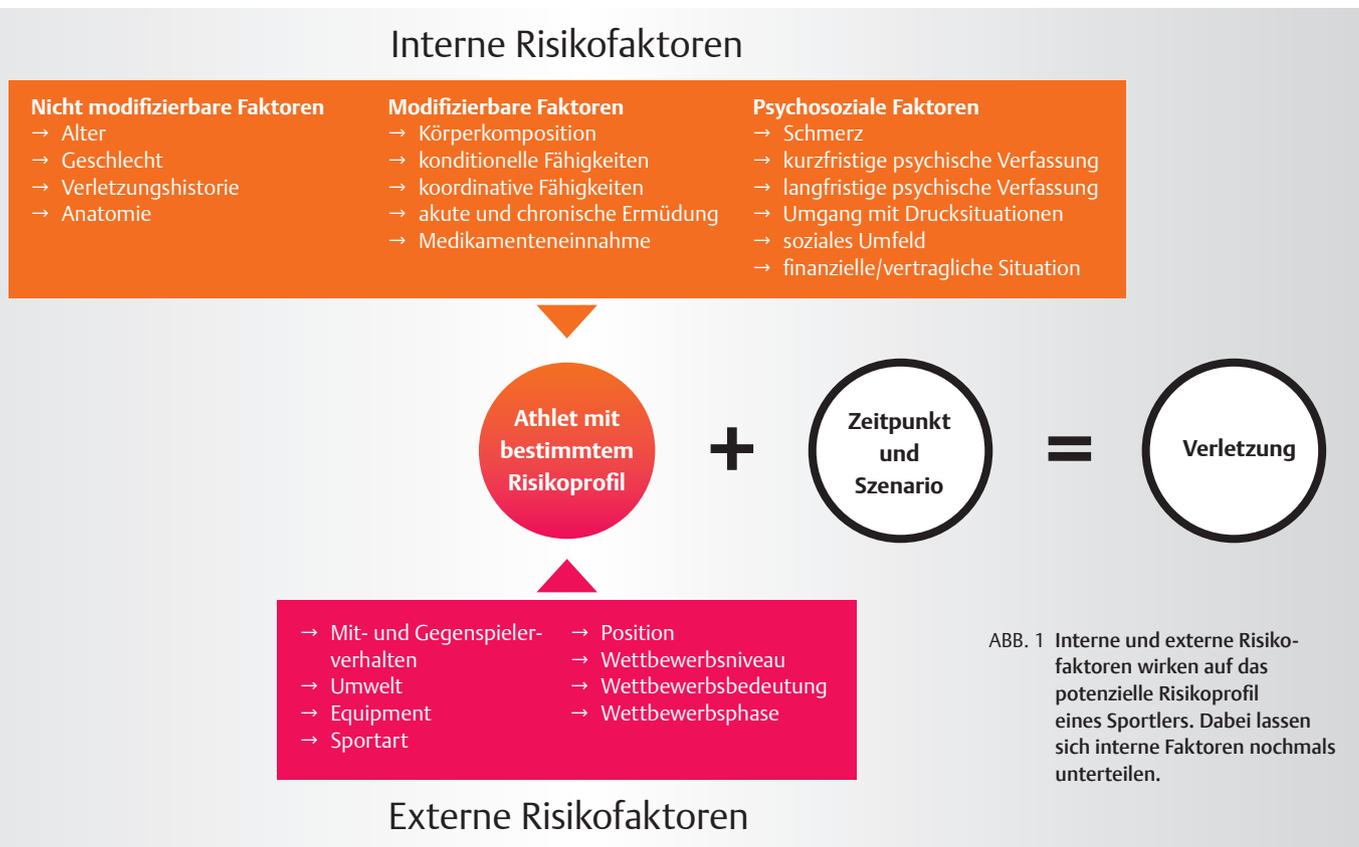
Anhand der Testergebnisse können Trainer und Therapeuten Präventionsmaßnahmen initiieren, bevor eine Verletzung stattfindet. Diese sollen helfen, unerwünschte Ereignisse abzuwenden, die mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit eintreffen könnten, wenn nichts getan würde. Klar ist aber: Verletzungen im Sport werden nie ganz ausbleiben, solange der Athlet am Trainings- und Wettkampfbetrieb teilnimmt. Präventionsinterventionen reduzieren im Idealfall lediglich die Verletzungswahrscheinlichkeit (☞ ABB. 2, S. 42).

**Unvorhersehbare Variablen ergänzen bekannte Risikofaktoren**

→ Hinzu kommt, dass Sportverletzungen multifaktoriell und komplex sind. Häufig geht man davon aus, dass sie dadurch entstehen, weil einzelne und bekannte Risikofaktoren linear und kausal zusammenhängen. Doch diese verhalten sich vielmehr in einem nicht-linearen Verhältnis zueinander, sodass einzelne Änderungen unvorhersehbare Konsequenzen nach sich ziehen könnten [1, 2]. Zudem steht quantifizierbaren Risikofaktoren immer eine unendliche Anzahl an physiologischen und psychologischen Variablen gegenüber, deren Einfluss auf die Verletzungswahrscheinlichkeit unerkannt bleibt. Somit ist fraglich, wie effizient eine Intervention anhand der Ergebnisse eines oder mehrerer Tests sein kann.

ruptur zu. Von den verglichenen biomechanischen Variablen zwischen den verletzten und nicht verletzten Spielerinnen hatte das maximale Knieabduktionsmoment während der Landung den größten Zusammenhang mit einer zukünftigen Verletzung. Die Autoren schlussfolgerten, dass dieser Risikofaktor Kreuzbandrupturen bestimmen kann, und das mit 78% Sensitivität (Zuverlässigkeit, mit der der Test diejenigen Spieler identifiziert, die sich verletzen werden) und 73% Spezifität (Zuverlässigkeit, mit der der Test diejenigen Spieler identifiziert, die sich nicht verletzen).

Die Problematik dieses Tests ist aber, dass die Ergebnisse der Knieabduktionsmomente zwischen den verletzten und nicht verletzten Spielerinnen sich so stark überschneiden, dass der Test keine



**Risikofaktoren lassen sich nicht isoliert betrachten** → Nach dem Prinzip des Reduktionismus [3] gibt es isolierte Merkmale, die linear mit einer Verletzung zusammenhängen und direkt dafür verantwortlich sind. Das heißt, dass eine Verletzung davon abhängig ist, wie ausgeprägt das isolierte Merkmal ist. Die Verletzung ist somit vorhersehbar [4]. So wird zum Beispiel häufig ein dynamischer Knievalgus bei Niedersprüngen als Indikator für eine Wahrscheinlichkeit einer Kreuzbandruptur angesehen. Das zumindest ist das Ergebnis einer Forschergruppe um Timothy Hewett. Die Forscher hatten mittels Niedersprungtest 205 Athletinnen prospektiv getestet [5]. In der nachfolgenden Saison zogen sich neun Spielerinnen eine Kreuzband-

klar unterschiedlichen Gruppen aufzeigen kann. Dies überrascht nicht, da ja der Großteil aller Tests, die die Verletzungswahrscheinlichkeit evaluieren, viele verschiedene Parameter der Kraft, Beweglichkeit, Balance oder Reaktionszeit einer Kohorte messen.

In einer relativ homogenen Gruppe (Sportart, Geschlecht, Alter) verfolgt die Ausprägung des getesteten Merkmals üblicherweise eine Normalverteilung. Obwohl der Unterschied zwischen verletzten und nicht verletzten Athleten häufig statistisch signifikant ist, ergibt sich daraus trotzdem keine bedeutende klinische Relevanz. Der Niedersprung als Test für die Verletzungswahrscheinlichkeit einer Kreuzbandruptur wurde von anderen Gruppen und in unterschiedlichen

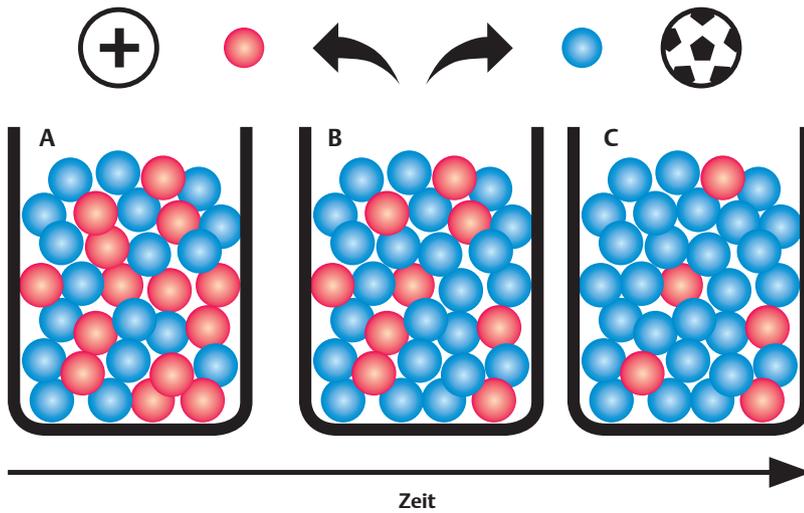


ABB. 2 Wahrscheinlichkeit einer Verletzung: In jeder potenziellen Situation, der der Sportler ausgesetzt ist und die zu einer Verletzung führen kann, wird neu „gelöst“. Die Grafik zeigt den Unterschied der Verletzungswahrscheinlichkeit eines Athleten zu drei verschiedenen Zeitpunkten (A, B, C) unter kontinuierlicher, progressiver, strukturierter und zielgerichteter Durchführung bestimmter evidenzbasierter Trainingsmaßnahmen. Die Möglichkeit einer Verletzung bei Sportteilnahme bleibt jedoch ständig bestehen.

● Verletzung  
● Abwesenheit einer Verletzung

Kohorten wiederholt, konnte allerdings keinen Zusammenhang zwischen dem Knieabduktionsmoment und einer Verletzung aufzeigen [6, 7]. Dabei ist die Untersuchung von Krosshaug und Kollegen hervorzuheben, die über 700 Athletinnen nach dem gleichen Studiendesign wie Hewett [5] getestet haben. Die Analyse der 42 verletzten Spielerinnen stellte keinen statistischen Zusammenhang mit dem Knieabduktionsmoment während der Landung fest. Dafür zeigten die Forscher, dass Spielerinnen mit einer größeren medialen Knieverschiebung während des Bodenkontakts eine statistisch höhere Verletzungswahrscheinlichkeit aufweisen, jedoch nur, wenn vorher am Kreuzband verletzte Spielerinnen in die Analyse aufgenommen wurden. Allerdings beträgt der statistische Unterschied zwischen verletzten und nicht verletzten Spielerinnen 5 mm – ein Unterschied, der zwar statistisch signifikant ist, aber klinisch irrelevant bleibt.

**Kausale versus komplexe Entstehung** → Obwohl eine statistische Signifikanz eine kausale Verbindung vermuten lässt, ist es praktisch nicht möglich, einzelne Athleten zu identifizieren, die eine höhere Verletzungswahrscheinlichkeit aufweisen. Egal welches isolierte Merkmal getestet wird, bleibt dies immer nur ein alleinstehendes Teilmerkmal, welches die Komplexität der biologischen Prozesse nicht widerspiegelt, die mit Verletzungen im Sport einhergehen. Zwar können mit dem reduktionistischen Ansatz Zusammenhänge identifiziert werden, diese sind für die Praxis allerdings wenig relevant. Denn der Ansatz missachtet multifaktorielle und voneinander abhängige Einflussfaktoren. Eindimensionale und kausale Zusammenhänge als Vorhersage einer Verletzung sind immer kritisch zu betrachten.

**Wechselwirkung von Risikofaktoren beachten** → Im Gegensatz zum reduktionistischen Ansatz steht der komplexe. Dem zufolge stehen einzelne Risikofaktoren in einer multifaktoriellen Wechselwirkung zueinander [8]. Das heißt, dass sich verschiedene Merkmale gegenseitig beeinflussen und/oder dass dabei neue und unvorhersehbare Merkmale entstehen können [9]. Wenn zum Beispiel Merkmal A und B miteinander interagieren, verhält sich A in Gegen-

wart von B anders, als wenn A allein wäre. Sportler sind komplexe Systeme. Entsprechende Zusammenhänge zwischen allen relevanten Merkmalen (biomechanische, physische, physiologische, psychologische und soziokulturelle Faktoren) sowie deren Bedeutung auf die Verletzungswahrscheinlichkeit sollten Trainer und Therapeuten möglichst miteinbeziehen. Dies ist allerdings mit dem heutigen Wissensstand und der verfügbaren Technologie nur unzureichend möglich.

**Risikofaktoren nicht quantifizierbar** → Tritt eine Verletzung ein, so trifft eine Vielzahl von verschiedenen Kombinationen einzelner Merkmale aufeinander. Diese Kombinationen sind abhängig vom Verletzungszeitpunkt und Szenario. Die Verletzung ist also nicht die Summe einzelner Merkmale, diese stehen nicht proportional zueinander [4]. Das heißt: Vergrößert sich ein Risikofaktor deutlich, kann er in gewissen Situationen nur einen marginalen Effekt auf die Verletzung haben. Und eine vermeintlich unbedeutende Vergrößerung eines Merkmals kann einen unerwartet hohen Einfluss haben [10]. Möchte man die Verletzungswahrscheinlichkeit einschätzen, so ist dies, bedingt durch ihre unvorhersehbare Wechselwirkung, nicht möglich, indem man einen oder mehrere Faktoren quantifiziert [1].

Zudem passen sich durch jede Verletzung oder Adaptation ein oder mehrere Merkmale an, woraus ein veränderter Zustand des biologischen Systems entsteht [11]. Verletzungen führen also zu einer unvorhersehbaren Änderung der vorherigen Risikofaktoren und deren Wechselwirkung [12]. So haben Møller und Kollegen [13] 679 Nachwuchshandballspieler über 31 Wochen hinweg verfolgt, um den Einfluss verschiedener Faktoren und deren Auswirkung auf Schulterpathologien zu quantifizieren. Risikofaktoren waren: die wöchentliche Trainingsbelastung, isometrische Kraftfähigkeit der Innen- und Außenrotation sowie Abduktion, Bewegungsausmaß der Innen- und Außenrotation und Skapulakontrolle [14].

Sie stellten eine signifikant erhöhte Verletzungsrate der Schulter fest, wenn 1. die wöchentliche Trainingsbelastung um mehr als 60% anstieg, 2. die wöchentliche Belastung um mehr als 60% anstieg und die Kraftfähigkeit der Außenrotation vermindert war, 3. die wöchent-

liche Belastung um 20–60% anstieg und die Kraftfähigkeit der Außenrotation vermindert war und 4. die wöchentliche Belastung um 20–60% anstieg und eine verringerte Skapulakontrolle präsent war. Die Kraftfähigkeit der Innenrotation und Abduktion und das Bewegungsausmaß hatten keinen Einfluss auf die Verletzungsrate, obwohl diese in anderen Untersuchungen als Risikofaktor dargestellt wurden, wenn man sie dort isoliert betrachtete [15–19]. Der komplexe Ansatz erschwert die Rechtfertigung für oder gegen bestimmte Interventionen zur Reduzierung der Verletzungswahrscheinlichkeit im Gegensatz zum reduktionistischen, gibt aber die Realität genauer wieder.

**Risikofaktoren verändern sich im Laufe der Zeit** → Wenn Forscher wissenschaftliche Untersuchungen über die Ätiologie verschiedener Verletzungsmuster durchführen, dann testen sie eine Kohorte zu einem bestimmten Zeitpunkt und beobachten sie anschließend über Wochen bzw. Monate. Risikofaktoren sind allerdings temporär – sie variieren im Laufe der Zeit. Indem Athleten regelmäßig an sportspezifischem Training und Wettbewerb teilnehmen, passt sich ihr Körper unweigerlich den stetig ausgesetzten Reizen an. Konditionelle Fähigkeiten adaptieren sich, und zu Beginn der Vorbereitung festgestellte Risikofaktoren können mit steigender Trainingsbelastung ihr Ausmaß verändern. Deshalb sind regelmäßige Testungen notwendig, um Veränderung festzustellen und entsprechende Interventionen zu rechtfertigen.

Ein weiterer Aspekt bei der Interpretation der Testergebnisse ist die Frage, ob sich tatsächliche Änderungen der konditionellen Fähigkeiten linear in den Veränderungen der Testergebnisse widerspiegeln oder ob der Sportler einfach nur „lernt“, einen bestimmten Test effektiver durchzuführen. Diesen Faktor ignorieren die meisten Untersuchungen. So stellten Forscher fest, dass ein mehrwöchiges Krafttraining zu keinen überlegenen Verbesserungen der Maximalkraft im Vergleich zu einem ausschließlichen und regelmäßigen Durchführen des Maximalkrafttests bei untrainierten und trainierten Probanden führt [20, 21]. Der Athlet muss also mit den einzelnen Tests vorab vertraut sein, um den Lerneffekt kontinuierlich auszuschließen. Erst dann lässt sich eine tatsächliche Veränderung der konditionellen Fähigkeiten feststellen.

**Tests decken bestehende Probleme auf** → Obwohl kein bekannter Test zukünftige Verletzungen mit einer ausreichenden Genauigkeit vorhersagen kann, sollte man sie trotzdem regelmäßig durchführen, da sie bestehende muskuloskelettale Probleme erkennen. Eine Untersuchung stellte zum Beispiel dar, dass in einer Kohorte von über 550 professionellen Fußballspielern in Europa die Mehrheit mindestens eine medizinische Auffälligkeit offenbarte und ein Drittel muskuloskelettale Beschwerden hatte, die einer Behandlung bedurften [22].

**Tests erfassen Ist-Zustand eines Athleten** → Außerdem erfassen Tests den Ist-Zustand eines gesunden Athleten, um im Fall einer Verletzung den „Return to Play“-Prozess optimieren. Und sie dienen

dazu, nicht nur mit den Athleten, sondern mit dem gesamten medizinischen und sportwissenschaftlichen Stab eine Beziehung aufzubauen und somit gemeinsame Ziele zu vereinbaren.

**Strukturiertes Training nicht nur für Risikoathleten entwickeln** → Sportverletzungen sind also immer eine komplexe Kombination aus unzähligen Aspekten und selbst eine Erfassung einer oder mehrerer Risikofaktoren ermöglicht keine aussagekräftige Vorhersage. Um die Verletzungswahrscheinlichkeit trotzdem effektiv zu reduzieren, wird empfohlen, nicht nur mit vermeintlichen „Risikoathleten“ bestimmte Interventionen durchzuführen, sondern allen Athleten einer „Risiko-sportart“ ein strukturiertes und zielgerichtetes Training zu bieten. Dabei ist es wichtig zu verstehen, welches Verletzungsmuster dominant in der jeweiligen Sportart vorkommt, um zielgerichtete Maßnahmen einzuleiten. Für die mitgliedstärksten Mannschaftsportarten in Deutschland gibt es eine detaillierte Auflistung der

Verletzungsereignisse im Jahresbericht der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VGB, [bit.ly/VBG\\_Bericht](http://bit.ly/VBG_Bericht)).

Um die Wirksamkeit der Interventionen weiter zu optimieren, ist eine Individualisierung der Trainingsinhalte basierend auf der Verletzungshistorie des einzelnen Athleten zu empfehlen. Eine vorherige

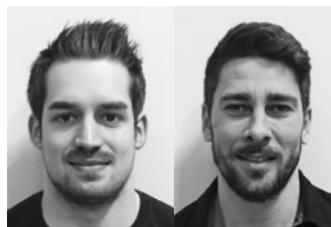
Verletzung scheint dabei einen bedeutenden Einfluss auf die zukünftige Verletzungswahrscheinlichkeit desselben Verletzungsmusters zu haben [23, 24]. Um diese kontinuierlich zu minimieren, sollte man die Belastungstoleranz der betreffenden Strukturen zielgerichtet optimieren. Somit sollten alle Athleten einer Risikosportart und unabhängig von ihren Testergebnissen zu 75% dieselben Trainingsinhalte – im Rahmen des „Präventionstrainings“ – absolvieren, die spezifisch auf das dominante Verletzungsmuster in der Sportart ausgerichtet sind. Die übrigen 25% werden dann individuell bezogen auf die Verletzungshistorie ausgewählt. Die Einteilung ist nicht endgültig, sondern dient vielmehr dazu, bestimmte Trainingsinhalte zu rechtfertigen.

Daniel Kadlec und David Gröger

#### 📖 Literaturverzeichnis

[www.thieme-connect.de/products/physiopraxis](http://www.thieme-connect.de/products/physiopraxis) > „Ausgabe 1/20“

#### ✍️ Autoren



**Daniel Kadlec** ist derzeit Doktorand an der Edith-Cowan-University in Perth, Australien, im Bereich Sportwissenschaft und Biomechanik und arbeitet als Athletiktrainer für eine AFL-Mannschaft. **David Gröger** ist Bundestrainer Athletik für den deutschen Handballbund und

Gründer von Plus D Sports in Solingen. Außerdem ist er zertifizierter DOSB Athletiktrainer.