

Wissenschaftliche Begründung zur Berufskrankheit Nummer 2112

„Gonarthrose durch eine Tätigkeit im Knien oder vergleichbarer Kniebelastung mit einer kumulativen Einwirkungsdauer während des Arbeitslebens von mindestens 13 000 Stunden und einer Mindesteinwirkungsdauer von insgesamt einer Stunde pro Schicht“

Bek. des BMGS vom 1. Oktober 2005 – 414-45222-2112/1
BArbBl. 10/2005, S. 46 ff.

Der Ärztliche Sachverständigenbeirat Sektion "Berufskrankheiten" beim Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung hat empfohlen, in die Anlage 1 zur Berufskrankheiten-Verordnung eine neue Berufskrankheit mit der vorgenannten Legaldefinition aufzunehmen.

Diese Empfehlung wird wie folgt begründet:

1. Gefahrenquellen

Unter einer Tätigkeit im Knien im Sinne dieser Berufskrankheit wird eine Arbeit verstanden, bei der der Körper durch das Knie und die Vorderseite des Unterschenkels abgestützt wird und der Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel etwa 90° beträgt. Dabei kann es sich um einseitiges oder beidseitiges Knien sowie um Knien mit oder ohne Abstützung des Oberkörpers durch die Hände handeln. Unter Tätigkeiten mit einer dem Knien vergleichbaren Kniebelastung werden einseitige oder beidseitige Arbeiten im Hocken oder im Fersensitz sowie Kriechen (Vierfüßlergang) verstanden. Unter einer Tätigkeit im Hocken im Sinne dieser Berufskrankheit wird eine Arbeit verstanden, bei der der Beschäftigte bei maximaler Beugung der Kniegelenke das Körpergewicht auf den Vorfußballen oder den Füßen abstützt. Beim Fersensitz liegen die Kniegelenke und die ventralen Anteile des Unterschenkels auf der Arbeitsfläche auf und der Beschäftigte sitzt bei maximaler Kniegelenksbeugung auf der Ferse. Beim Kriechen (Vierfüßlergang) handelt es sich um eine Fortbewegung im Knien, in dem ein Knie vor das andere Knie gesetzt wird (siehe Abbildung 1).

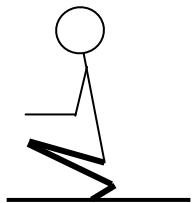
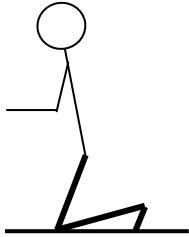
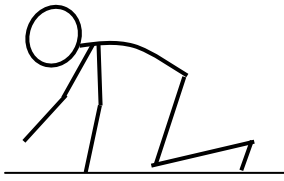
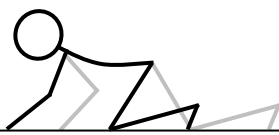
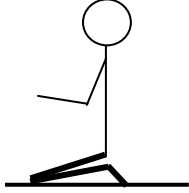
		
Hocken	Knien ohne abgestützte Oberkörper	Knien mit abgestütztem Oberkörper
		
Kriechen ("Vierfüßlergang")	Fersensitz	

Abbildung 1: Arbeiten im Knien, Hocken und Fersensitz sowie Kriechen

Tätigkeiten im Knien, Hocken, im Fersensitz oder im Kriechen kommen insbesondere bei folgenden Berufsgruppen und Tätigkeiten vor:

- Fliesenleger
- Bodenleger
- Teppichleger
- Parkettleger
- Natur- und Kunststeinleger
- Estrichleger
- Pflasterer
- Dachdecker
- Installateure
- Maler
- Betonbauer
- Bergleute im untertägigen Bergbau bei Tätigkeiten, die Arbeiten im Knien, Hocken, im Kriechen oder im Fersensitz erzwingen.

- Schweißer
- Schiffbauer
- Werftschlosser
- Gärtner
- Rangierer

Die kumulative Einwirkungsdauer während des Arbeitslebens durch eine Tätigkeit im Knien oder in vergleichbarer Kniebelastung muss mindestens 13.000 Stunden und die Mindesteinwirkungsdauer pro Schicht insgesamt eine Stunde betragen (zur Begründung s. Abschnitt 5).

2. Pathomechanismen

Mechanische Faktoren wie Kongruenzstörungen oder Dysfunktionen der Gelenke, die zu einer erhöhten Druckkraft auf den Gelenkknorpel führen, sind seit langer Zeit als Ursache für die Entwicklung einer Arthrose bekannt (Hackenbroch 2002). Als Ursache dieser neuen Berufskrankheit wird eine erhöhte Druckkraft während einer beruflichen Tätigkeit im Knien oder einer vergleichbaren Kniebelastung auf den Gelenkknorpel im Retropatellar- und Tibiofemoralgelenk angenommen. Biomechanische Studien sprechen für eine starke Druckerhöhung auf den Gelenkknorpel im Retropatellar- und Tibiofemoralgelenk bei der Kniegelenksbeugung im Stehen mit einem Maximum der Druckkraft bei dorsal gemessenen Beugewinkel von $< 110^\circ$ (Bandi 1951, Reilly et al. 1972). Biomechanische Untersuchungen über die Höhe der Druckkraft auf die Gelenkflächen im Retropatellar- und Tibiofemoralgelenk bei Arbeiten im Knien, im Hocken, im Fersensitz oder beim Kriechen liegen nicht vor.

Auch wenn konkurrierende Faktoren wie Adipositas und Zustand nach Meniskektomie vorliegen, die zu einer erhöhten Druckkraft auf den Gelenkknorpel führen, sind diese mit einem stark erhöhten Gonarthrosrisiko verbunden (s. Abschnitt 7), was die Bedeutung der erhöhten Druckkraft auf den Kniegelenksknorpel als pathophysiologisch relevantes Prinzip unterstreicht.

3. Epidemiologische Studien

In diesem Kapitel werden epidemiologische Studien zum Gonarthrosrisiko in verschiedenen Berufsgruppen wie Steinkohlebergleuten, Bauarbeitern und Werftarbeitern dar-

gestellt, bei denen es nach arbeitsmedizinischer Erkenntnis teilweise zu hohen Belastungen durch Arbeiten im Knien oder vergleichbaren Kniebelastungen kommt.

Tabelle 2: Gonarthroserisiko von Steinkohlebergleuten

Autoren	Jahr	Studienart ¹	Relatives Risiko	95%-Konfidenzintervall (Signifikanz) ²
Kellgren u. Lawrence	1952	Querschnittsstudie (84 S. 42 K.)	1,9 ³	k. A. (k. A.)
Lawrence	1955	Querschnittsstudie (221 S. 42 K.)	3,5 ^{3,4,6}	k. A. (p < 0,05)
Kellgren und Lawrence	1958	Querschnittsstudie (74 S. 81 K.)	2,1 ³	k. A. (p < 0,01)
Greinemann	1983, 1988, 1989	Querschnittsstudie (500 S. 500 K.)	3,5 ^{4,5,7}	k. A. (k. A.)
			13,0 ^{4,6,7}	k. A. (k. A.)

1 S. = Steinkohlebergleute, K. = Kontrollprobanden, 2 = k. A. = keine Angaben, 3 = relatives Risiko für eine radiologisch diagnostizierte Gonarthrose, 4 = Adjustiert für Alter, 5 = Retropatellararthrose, 6 = Tibiofemoralarthrose, 7 = relatives Risiko für eine klinisch und radiologisch diagnostizierte Gonarthrose

Tabelle 2 zeigt das Gonarthroserisiko von Steinkohlebergleuten. Steinkohlebergleute sind bei Arbeit vor Kohle mit einer Strebhöhe von < 150 cm, die das gebeugte Gehen nicht zulassen, einer häufigen Kniegelenksbelastung durch Arbeiten im Knien oder vergleichbaren Kniebelastungen ausgesetzt. Alle vier bislang zu diesem Thema durchgeführten Querschnittstudien waren positiv und zeigten ein um den Faktor 1,9 bis 13,0 erhöhtes Gonarthroserisiko bei untertätigen Steinkohlebergleuten. Bei der größten, bislang zu diesem Thema durchgeführten Studie handelt es sich um die Querschnittsstudie von Greinemann (1983), der 500 Steinkohlenbergleute aus dem Ruhrgebiet und 500 Kontrollprobanden röntgenologisch untersuchte und in Bezug auf Retropatellararthrose ein um den Faktor 3,6 erhöhtes Risiko und in Bezug auf eine Tibiofemoralarthrose ein um den Faktor 13,0 erhöhtes Risiko fand.

Tabelle 3 zeigt das Gonarthroserisiko bei Bauarbeitern. Fünf von sieben durchgeführten Studien zeigten ein signifikant erhöhtes Gonarthroserisiko bei den untersuchten Bauarbeitern. Kein wesentlich erhöhtes Gonarthroserisiko fand sich in der Studie von

Wickström et al. (1983), die 352 Betonbauer untersuchten und die Häufigkeit von Gonarthrose mit 231 Malern verglichen. Die Studie ist jedoch wenig aussagekräftig, weil beide Berufsgruppen ähnlich stark kniegelenksbelastend tätig waren. So betrug der Schichtanteil mit Arbeiten im Stehen mit gebeugten Knien 3% bei Betonbauern und 0% bei Malern sowie der Schichtanteil mit Arbeiten im Hocken 2% bei Betonbauern und 9% bei Malern. Die Studie ist in Bezug auf den hier in Frage stehenden Zusammenhang nicht bewertbar. Aus arbeitsmedizinischer Sicht sind die Studien von Elsner et al. (1996) sowie von Sandmark et al. (2000) zu kritisieren, weil der Begriff "Bauarbeiter" zu undifferenziert ist und keine Aussagen zur Art der beruflichen Tätigkeit zulässt. In der Studie von Kivimäki et al. (1992) fand sich bei Bodenlegern im Vergleich zur Kontrollgruppe eine um den Faktor 1,4 signifikant erhöhtes Risiko für Gonarthrose. Aus arbeitsmedizinischer Sicht ist an dieser Studie die Wahl der Kontrollgruppe, bei der es sich um Maler handelte, zu kritisieren. Dies begründet sich mit dem Umstand, dass Maler beim Streichen von Fußleisten, Heizkörpern sowie den unteren Anteilen der Wände und Türen ebenfalls eine Tätigkeit im Knien oder Hocken ausüben. In der Studie von Vingard et al. (1992) fand sich bei Bodenlegern und Malern im Vergleich zur Kontrollgruppe ein um den Faktor 23,1 signifikant erhöhtes Risiko für Frühberentung durch Gonarthrose. An der Studie ist zu kritisieren, dass die beiden Berufsgruppen, Bodenleger und Maler, zusammengefasst und nicht separat analysiert wurden. Am aussagekräftigsten in Bezug auf das Gonarthroserisiko von Bauarbeitern ist die Studie von Kirkeskov Jensen et al. (2000), die die Häufigkeit röntgenologisch feststellbarer Gonarthrose bei 133 Bodenlegern und 506 Zimmerleuten untersuchten

Tabelle 3: Gonarthroserisiko bei Bauarbeitern

Autoren	Jahr	Studienart ¹	Beruf	Relatives Risiko	95%-Konfidenzintervall ² (Signifikanz)
Wickström et al.	1983	Querschnittstudie (352 Betonbauer, 231 Maler)	Betonbauer	1,2 ³	k. A. (k. A.)
Vingard et al.	1991	Kohortenstudie (38.000 B: 91.000 K.)	Bauarbeiter	1,4 ⁴	1,1 - 1,8 (p < 0,05)
Vingard et al.	1992	Fall-Kontroll-Studie (181 F., 298 K.)	Bodenleger und Maler	23,1 ⁵	3,0 - 178,3 (p < 0,05)
Kivimäki et al.	1992	Querschnittstudie (168 Bodenleger, 146 Maler)	Bodenleger	1,4 ³	k. A., (p < 0,05)
Elsner et al.	1996	Fall-Kontroll-Studie (115 F., 95 K.)	Bauarbeiter	1,3 ⁶	0,6 - 3,0 (n. s.)
Sandmark et al.	2000	Fall-Kontroll-Studie (625 F., 548 K.)	Bauarbeiter	3,1 ⁷	1,5 - 6,4 (p < 0,05)
Kirkeskov Jensen et al.	2000	Querschnittstudie (133 Bodenleger, 506 Zimmerer, 327 Kontrollen)	Bodenleger Zimmerer	10,6 ⁶ 3,6 ⁶	k. A. (p < 0,05) k. A. (n. s.)

¹ B = Bauarbeiter, F = Fälle, K = Kontrollen, ² k. A. = keine Angaben, n. s. = nicht signifikant, ³ relatives Risiko für die Entwicklung einer radiologisch diagnostizierten Gonarthrose, ⁴ relatives Risiko für die Entwicklung einer Gonarthrose, die während einer stationären Behandlung diagnostiziert wurde, ⁵ relatives Risiko für Frühberentung wegen Gonarthrose, ⁶ relatives Risiko für die Entwicklung einer radiologisch diagnostizierten Gonarthrose mit Kniegelenksbeschwerden, ⁷ relatives Risiko für die Entwicklung einer Tibiofemoralarthrose, die zu einer endoprothetischen Versorgung führte.

und mit der Häufigkeit einer Kontrollgruppe von 327 beruflich nicht kniegelenksbelasteten Schriftsetzern verglichen. Bei der Teilgruppe der Beschäftigten über 50 Jahre fand sich ein im Vergleich zur Kontrollgruppe um den Faktor 10,6 signifikant erhöhtes Gonarthroserisiko bei Bodenlegern und ein um den Faktor 3,6 nicht signifikant erhöhtes Gonarthroserisiko von Zimmerleuten.

Tabelle 4 zeigt die Häufigkeit radiologisch diagnostizierter Gonarthrose bei Werftarbeitern. Dargestellt werden die Ergebnisse einer Querschnittstudie von Kasch (1985) bei 735 Werftarbeitern einer Werft in Stralsund, darunter 283 Wertschweißer, 171 Schiff-

bauer, 113 Rohrschlosser sowie einer Kontrollgruppe von 168 Beschäftigten ohne berufliche Einwirkung durch kniende oder hockende Tätigkeit sowie Heben oder Tragen schwerer Lasten. Die Häufigkeit von Kniegelenksbelastungen durch kniende oder hockende Tätigkeiten oder durch Heben oder Tragen schwerer Lasten konnte in der Studie nicht erhoben werden. Als indirektes Maß für die Kniegelenksbelastung wurde die Häufigkeit von Keratosen über der Tuberositas tibiae erfasst. Diese lag bei Schweißern bei 75%, bei Schiffbauern bei 30%, bei Rohrschlossern bei 10% und in der Kontrollgruppe bei 0%. Ferner wurde bei den untersuchten Probanden die Häufigkeit von Vorschäden mit prognostisch negativer Auswirkung auf das Kniegelenk wie Meniskopathie, Kniegelenksdistorsion oder -kontusion, Patellaluxation oder -dysplasie, Zustand nach Kniegelenksoperation, Kniegelenksfraktur, Kniegelenksentzündung oder Bänderschaden erfasst.

Tabelle 4: Gonarthrosehäufigkeit bei Werftarbeitern (nach Kasch 1985)

Beruf	Vorschaden	Tibiofemoralarthrose (%) ¹	Retropatellararthrose (%) ¹
Werftschweißer (n = 283)	OVS ² (n = 173)	55,5	57,8
	MVS ³ (n = 110)	66,4	70,0
Schiffbauer (n = 171)	OVS ² (n = 107)	38,3	42,1
	MVS ³ (n = 64)	67,2	70,3
Rohrschlosser (n = 113)	OVS ² (n = 77)	48,1	48,1
	MVS ³ (n = 36)	66,7	69,4
Kontrollgruppe (n = 168)	OVS ² (n = 116)	13,8	13,8
	MVS ³ (n = 52)	40,4	44,2

¹ = Röntgenologische Veränderungen jeweils im linken Kniegelenk (die Zahlen für das rechte Kniegelenk sind vergleichbar), ² = ohne Vorschäden, ³ = mit Vorschäden (Meniskopathie, Kniegelenksdistorsion, -kontusion, Patellaluxation, Fraktur, Bänderschäden, Zustand nach Operation, Zustand nach Kniegelenksentzündung, Patelladysplasie)

Tabelle 4 zeigt, dass bei den exponierten Beschäftigten ohne die genannten Vorschäden die Prävalenz sowohl der Tibiofemoralarthrose als auch der Retropatellararthrose deutlich höher lag als bei der Kontrollgruppe. Das trifft auch auf Werftarbeiter mit den genannten Vorschäden zu, in diesem Fall sind die Unterschiede zur Kontrollgruppe weniger ausgeprägt. Die Interpretation der Studie von Kasch (1985) wird dadurch

erschwert, dass die untersuchten Kontrollprobanden deutlich älter waren als die übrigen exponierten Beschäftigten. Der Anteil der über 45-jährigen Beschäftigten, auf die ein Großteil der Kniegelenksbefunde entfällt, lag bei der Kontrollgruppe bei 49,5%, bei Werftschweißern bei 36,8%, bei Schiffbauern bei 25,2% und bei Rohrschlossern bei 40,7%. Eine für diese Altersunterschiede adjustierte Prävalenz der oben beschriebenen Angaben in Tabelle 4 wurde von Kasch (1985) nicht berechnet. Aufgrund der bereits oben beschriebenen Zunahme von Gonarthrose mit steigendem Alter ist davon auszugehen, dass bei einer altersadjustierten Darstellung die Unterschiede zwischen exponierten Beschäftigten und Kontrollgruppe noch deutlicher ausgefallen wären als in Tabelle 4 dargestellt.

Kasch und Enderlein (1986) fassten die Ergebnisse der röntgenologischen und klinischen Kniegelenksuntersuchung in einem Ausprägungsgrad des Kniegelenksverschleißes zusammen und stellten diesen in verschiedenen Altersgruppen dar (Abb. 2). Die Darstellung zeigt, dass in identischen Altersgruppen der mittlere Ausprägungsgrad degenerativer Kniegelenksbefunde bei Werftschweißern am höchsten ist, gefolgt von Schiffsbauern und Rohrschlossern und bei der Kontrollgruppe am niedrigsten ist. Ein identischer Ausprägungsgrad degenerativer Kniegelenksbefunde von 0,6 findet sich bei 64-jährigen Kontrollprobanden, bei 49-jährigen Rohrschlossern, bei 36-jährigen Schiffbauern und bei 32-jährigen Werftschweißern. Es kommt somit zu einer ausgeprägten Vorverlegung degenerativer Kniegelenksbefunde im Vergleich zu Kontrollprobanden um 15 bis 32 Jahre (sog. Linksverschiebung).

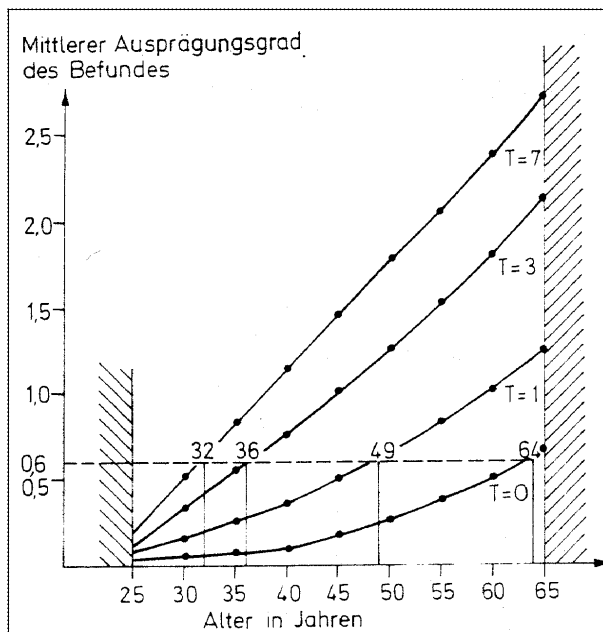


Abb 2: Mittlerer Ausprägungsgrad der klinisch und röntgenologisch diagnostizierten Gonarthrose bei Werftarbeitern dargestellt als quadratische Regressionsfunktion (T0 = Nicht Exponierte, T1 = Rohrschlosser, T3 = Schiffbauer, T7 = Werftschweißer)(nach Kasch und Enderlein 1986)

Nauwald (1986) untersuchte 101 Rohrschlosser einer Werft in Wismar und verglich die Häufigkeit von röntgenologischen Hinweisen für Gonarthrose mit 74 Kontrollprobanden, die keiner Kniegelenksbelastung ausgesetzt waren. Das relative Risiko von Rohrschlossern für Gonarthrose aller Schweregrade war um den Faktor 1,4 im Vergleich zur Kontrollgruppe erhöht, das Risiko für ausgeprägte Gonarthrose um den Faktor 3,9. Das Risiko für Retropatellararthrose bei Rohrschlossern war um den Faktor 1,7 erhöht. Eine Signifikanzprüfung fand nicht statt.

Lindberg und Montgomery (1987) beschrieben eine Querschnittsstudie bei 332 Werftarbeitern in Schweden, darunter 75 Werftschweißer sowie einer Kontrollgruppe von 790 Beschäftigten ohne wesentlichen Kniegelenksbelastung. Von beiden Gruppen wurden röntgenologische Aufnahmen der Kniegelenke in mehreren Röntgenarchiven erfasst und standardisiert ausgewertet. Dabei fand sich ein signifikant erhöhtes Gonarthrosrisiko der Wertfarbeiter (Prävalenzratio 2,6, $p < 0,05$).

Anderson und Felson (1988) erfassten in einer Querschnittsstudie bei 5.193 Amerikanern berufliche Belastungen durch Knien, Hocken oder Kriechen. Männliche Beschäftigte in der höchsten Altersgruppe (55 - 64 Jahre), die diesen Belastungen während der

beruflichen Tätigkeit ausgesetzt waren, wiesen im Vergleich zu der Kontrollgruppe ohne diese Belastung ein um den Faktor 2,5 signifikant erhöhtes und für Gewicht, Ausbildungslevel und Hautfarbe adjustiertes relatives Risiko für radiologisch diagnostizierte Gonarthrose auf. Bei Frauen lag das relative Risiko bei 3,5 und war ebenfalls signifikant erhöht. Dagegen fand sich in den beiden unteren Altersgruppen der 35-44-jährigen und der 45-54-jährigen kein signifikant erhöhtes Risiko für Kniegelenksarthrose durch die genannten Kniegelenksbelastungen.

Felson et al. (1991) kamen in einer Kohortenstudie bei 1.376 Probanden der Framingham-Studie zu dem Ergebnis, dass Beschäftigte mit einem Beruf, der als kniegelenksbelastend durch Tätigkeiten im Knien, Hocken oder Kriechen sowie durch häufiges Heben und Tragen von Lastgewichten von mindestens 11 kg eingestuft wurde, ein relatives Risiko für röntgenologisch diagnostizierte Gonarthrose (Stadium 2 - 4 nach Kellgren et al. 1963) von 2,2 ($p < 0,05$), das für Alter, relatives Körpergewicht, Rauchen und Kniegelenksverletzungen adjustiert war, aufweisen. Bei Frauen fand sich dieser Zusammenhang nicht, allerdings war die Fallzahl mit $N = 3$ äußerst gering.

Cooper et al. (1994 a) kamen in einer Fall-Kontroll-Studie bei 109 Patienten mit röntgenologisch verifizierter Gonarthrose (Stadium 3 + 4 nach Kellgren et al. 1963) mit Kniegelenksbeschwerden und einer Kontrollgruppe von 218 nach Alter und Geschlecht vergleichbaren Probanden aus der allgemeinen Wohnbevölkerung ohne Kniegelenksbeschwerden und röntgenologische Hinweise für Gonarthrose zu dem Ergebnis, dass Beschäftigte, die pro Tag mindestens einer 30-minütigen Kniegelenksbelastung durch Arbeiten im Knien ausgesetzt waren, ein signifikant um den Faktor 3,4 erhöhtes Gonarthrosrisiko hatten, welches für Alter, Geschlecht und Körpergewicht adjustiert war.

In der Fall-Kontroll-Studie von Elsner et al. (1996) hatten Männer, die beruflich praktisch immer oder häufig einer Kniegelenksbelastung durch Arbeiten im Knien ausgesetzt waren ein signifikant um den Faktor 2,2 erhöhtes relatives Risiko für die Entwicklung einer Gonarthrose, die zu radiologischen Veränderungen und Kniegelenksbeschwerden führte. Bei Frauen war das relative Risiko ebenfalls um den Faktor 2,2 bei der gleich definierten Kniegelenksbelastung erhöht, welches jedoch nicht signifikant war. Beruflichen Belastungen durch Arbeiten im Hocken, welches häufig oder praktisch immer ausgeübt wurde, war mit einem nicht signifikant um den Faktor 1,8 bei Männern bzw. 2,0 bei Frauen erhöhten Gonarthrosrisiko verbunden.

Lau et al. (2000) kam in einer Fall-Kontroll-Studie zu dem Ergebnis, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer Arbeit im Knien oder Hocken für mindestens 1 Stunde pro Tag und der Entwicklung einer radiologisch diagnostizierten Gonarthrose, die zu stationärer Behandlung führte, besteht. Das relative Risiko lag bei 1,2 bzw. 1,4 bei Männern und 1,1 bzw. 0,9 bei Frauen und war jeweils nicht signifikant erhöht. An der Studie ist zu kritisieren, dass kein Versuch unternommen wurde, die Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der Dauer der beruflichen Arbeit im Knien oder Hocken bzw. der kumulativen Tätigkeitsdauer während des Arbeitslebens und dem Gonarthrosrisiko zu überprüfen.

Abb. 3 zeigt die Ergebnisse der Fall-Kontroll-Studie von Sandmark et al. (2000), der mit 625 Fällen und 548 Kontrollen bislang größten Fall-Kontroll-Studie zu diesem Thema. Bei den Fällen handelt es sich um Patienten, die zwischen 1991 und 1995 dem landesweiten Register für implantierte Kniegelenksendoprothesen gemeldet wurden. Bei den Kontrollprobanden handelt es sich um Personen aus der allgemeinen Wohnbevölkerung, die nach Alter und Geschlecht mit den Fällen vergleichbar waren. Bei Männern mit hoher beruflicher Exposition durch knieende oder hockende Tätigkeit fand sich ein um den Faktor 2,1 bzw. 2,9 signifikant erhöhtes relatives Risiko für die Entwicklung einer Gonarthrose, die zu endoprothetischer Versorgung geführt hat. Als hohe berufliche Einwirkung durch knieende Tätigkeit galt in der Studie eine kumulative Einwirkungsdauer während des gesamten Arbeitslebens zwischen 162×10^3 und 1.434×10^3 Minuten in knieender Tätigkeit, entsprechend 1,5 - 13,6 Jahren Tätigkeit mit reiner Arbeit im Knien (8 h/d, 220 d/J) bzw. einer Häufigkeit von Arbeiten im Hocken von 70×10^3 - 312×10^3 Hockvorgängen während des Arbeitslebens. Diese Belastungen entsprachen dem 4. Quartil der Belastungsnennungen in der Kontrollgruppe. Bei Frauen war das Gonarthrosrisiko bei hoher Einwirkung um den Faktor 1,5 bzw. 1,1 nicht signifikant erhöht. Als hohe berufliche Einwirkung wurde eine knieende Tätigkeit mit einer Dauer zwischen 170×10^3 - 1.264×10^3 Minuten, entsprechend 1,6 - 12,0 Jahren mit reiner knieenden Tätigkeit bzw. einer Häufigkeit von Arbeiten im Hocken von 59×10^3 - 236×10^3 Hockvorgängen während des Arbeitslebens, entsprechend des 4. Quartils der Belastungsnennung in der Kontrollgruppe, eingestuft. Bei Frauen war somit die Expositionshäufigkeit durch Arbeiten im Hocken niedriger als bei Männern.

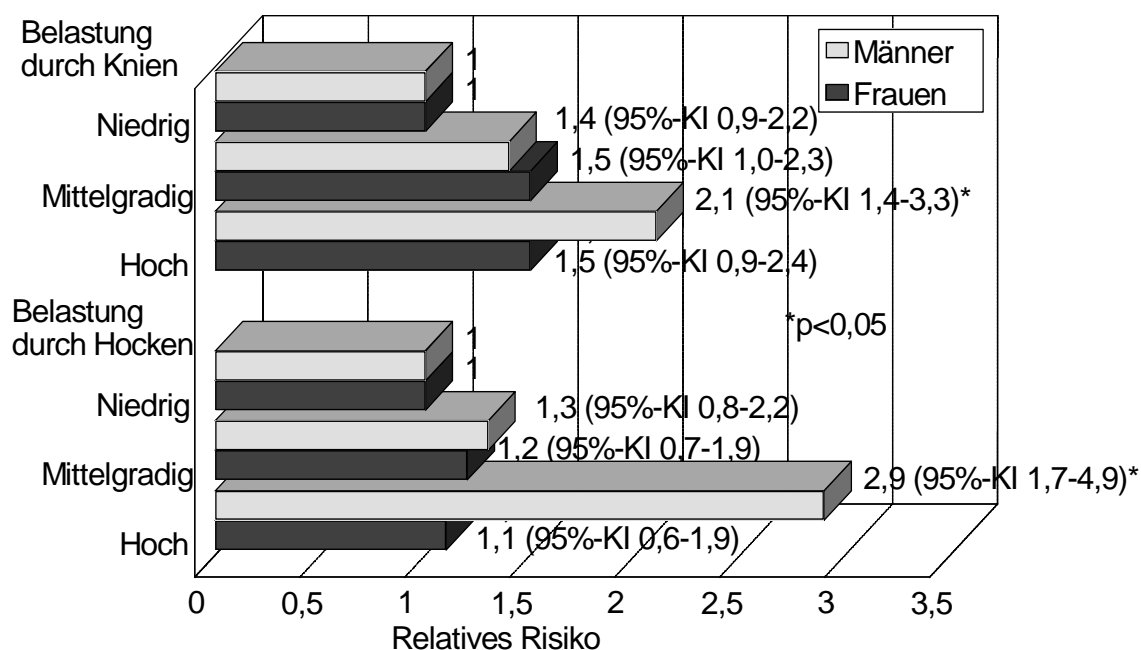


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Arbeiten im Knien oder Hocken und dem Gonarthrosrisiko, adjustiert für Alter, body mass-Index (BMI), Rauchen und Sport (nach Sandmark et al. 2000)

Coggon et al. (2000) führten eine Fall-Kontroll-Studie bei 518 Patienten mit klinisch und radiologisch diagnostizierter Gonarthrose, die deswegen auf einer Warteliste für eine Kniegelenks-Operation standen, und einer gleich großen Gruppe von Populationskontrollen durch. Knien und Hocken für mindestens eine Stunde pro Tag für mindestens ein Jahr war mit einem signifikant um den Faktor 1,8 bzw. 2,3 erhöhten Gonarthrosrisiko verbunden, das für Alter, Geschlecht, Body mass-Index und Heberden-Knoten adjustiert war. Ein Zusammenhang zwischen der Expositionsdauer und dem Gonarthrosrisiko fand sich nicht.

Seidler et al. (2001) beschrieb in einer Fall-Kontroll-Studie nach mindestens 10-jähriger, täglicher beruflicher Einwirkung durch Arbeiten im Knien ein um den Faktor 2,2 nicht signifikant erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer Gonarthrose mit radiologischen Veränderungen und Kniegelenksbeschwerden bei Männern. Bei mindestens 10-jähriger, täglicher Einwirkung durch Arbeiten im Hocken war das Gonarthrosrisiko bei Männern ebenfalls nicht signifikant um den Faktor 2 erhöht. Bei Beschränkung der Auswertung auf Gonarthrosepatienten mit Kostenträger Krankenversicherung sowie Bevölkerungskontrollen änderten sich diese relativen Risiken nicht wesentlich.

4. Diskussion der epidemiologischen Studien

Evans (1976) forderte für die Annahme einer kausalen Beziehung zwischen einer Exposition und einer Erkrankung folgende Bedingungen:

- Die Prävalenz der Erkrankung ist in Querschnittsstudien bei Exponierten höher als bei nicht exponierten Kontrollprobanden.
- Die Exposition ist in Fall-Kontroll-Studien bei Fällen mit der Erkrankung häufiger als bei Kontrollgruppen ohne die Erkrankung.
- Die Inzidenz der Erkrankung ist in Kohortenstudien bei Exponierten höher als bei nicht exponierten Kontrollprobanden.
- Die Exposition geht der Erkrankung voraus.
- Zwischen der Höhe der Exposition und der Häufigkeit der Erkrankung findet sich eine positive Dosis-Wirkungs-Beziehung.
- Es besteht eine biologische Plausibilität zwischen Exposition und Erkrankung.
- Eine Senkung der Exposition in Interventionsstudien führt zu einer Senkung der Erkrankungshäufigkeit.

Der Zusammenhang zwischen einer beruflichen Einwirkung durch Arbeiten im Knien oder vergleichbarer Kniebelastung sowie einem signifikant erhöhten Gonarthrosrisiko ließ sich nach der obigen Literaturübersicht sowohl in Querschnitts- als auch Fall-Kontroll- und Kohortenstudien nachweisen. Für diesen Zusammenhang sprechen Querschnittsstudien bei Berufsgruppen, die einer Kniegelenksbelastung durch Arbeiten im Knien oder Hocken ausgesetzt sind, beispielsweise untertägige Steinkohlebergleute (Lawrence 1955, Kellgren und Lawrence 1958), Bodenleger und Maler (Vingard et al. 1992, Kirkeskov Jensen et al. 2000) sowie Werftschweißer und Schiffsbauer (Kasch und Enderlein 1986, Lindberg und Montgomery 1987). Ferner wurde in der Querschnittsstudie von Anderson und Felson (1988) und in 4 Fall-Kontroll-Studien der Zusammenhang zwischen einer beruflichen Einwirkung durch Arbeiten im Knien oder vergleichbarer Kniebelastung und einem signifikant erhöhten Gonarthrosrisiko bestätigt (Anderson und Felson 1988, Cooper et al. 1994a, Elsner et al. 1996, Sandmark et

al. 2000, Coggon et al. 2000). In der Studie von Sandmark et al. (2000) ließ sich bei Männern eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der Höhe beruflicher Belastungen durch Arbeiten im Knien und Hocken sowie dem Gonarthrosrisiko nachweisen. Eine ähnliche Beziehung fand sich bei den Frauen nicht, die diesbezüglich generell niedriger exponiert waren.

In der einzigen, bislang durchgeführten Kohortenstudie von Felson et al. (1991) fand sich bei Beschäftigten mit einem Beruf, der als kniegelenksbelastend durch Tätigkeiten in Knien Hocken oder Kriechen sowie durch häufiges Heben und Tragen von Lastgewichten von mindestens 11 kg eingestuft wurde, ein signifikant erhöhtes Gonarthrosrisiko.

Aus den durchgeführten 4 Fall-Kontroll-Studien und der einen Kohortenstudie lässt sich ableiten, dass die berufliche Kniegelenksbelastung der Gonarthrose voraus ging.

Tierexperimentelle Studien über den Zusammenhang zwischen Arbeiten im Knien oder vergleichbare Kniebelastung in bezug auf das Gonarthrosrisiko liegen nicht vor und sind aufgrund von methodischen Schwierigkeiten auch nicht praktikabel, weil sich diese Arbeitsplatzwirkungen im Tierversuch nicht simulieren lassen. Arbeiten im Knien oder vergleichbare Kniegelenksbelastung führen zu einer erhöhten Druckkraft auf Teile des Gelenkknorpels im Kniegelenk (siehe Kapitel 2). Die pathophysiologische Vorstellung, dass eine langjährige und häufig wiederkehrende Druckerhöhung auf den Gelenkknorpel des Kniegelenkes zu einer Degeneration des Gelenkknorpels und Ausbildung einer Gonarthrose führt ist biologisch plausibel. Für diese biologische Plausibilität spricht auch, dass andere Faktoren, die zu einer Erhöhung der Druckkraft auf den Gelenkknorpel des Kniegelenks führen, beispielsweise Zustand nach Menishektomie (Greinemann 1983, Cooper et al. 1994 a) oder Adipositas (Hartz et al. 1986, Schouten et al. 1992, Manninen et al. 1996, Oliveria et al. 1999, Stürmer et al. 2000, Coggon et al. 2000) ebenfalls mit einem erhöhten Gonarthrosrisiko verbunden sind (siehe Kapitel 7).

Interventionsstudien, die nach einer Senkung der beruflichen Kniegelenksbelastung durch Arbeiten im Knien oder vergleichbarer Kniebelastung eine Senkung des Gonarthrosrisikos nachwiesen, sind aus methodischen Gründen problematisch. Dies begründet sich mit dem Umstand, dass zwischen Beginn der beruflichen Kniegelenks-

belastung und der Diagnose einer Gonarthrose in der Regel eine lange Latenzzeit von meist 20 - 30 Jahren verstreicht, was die Durchführung einer Interventionsstudie erschwert. Interventionsstudien liegen bei den wenigsten Berufskrankheiten vor.

Die insgesamt 11 epidemiologischen Studien mit signifikant erhöhtem Gonarthrosrisiko nach Arbeiten im Knien oder vergleichbarer Kniegelenksbelastung sowie die biologische Plausibilität sprechen für das Vorliegen einer kausalen Beziehung zwischen einer langjährigen und intensiven beruflichen Kniegelenksbelastung durch Arbeiten im Knien oder vergleichbarer Kniebelastung und der Entwicklung einer Gonarthrose. In einer Übersichtsarbeit kamen Maetzel et al. (1997) zu dem Ergebnis, dass die bisherigen Studien eine "konsistent positive Beziehung" zwischen Arbeiten im Knien und vergleichbarer Kniegelenksbelastung und Gonarthrose zeigen. Cooper und Coggon (1999) sowie Coggon et al. (2000) vertraten die Auffassung, dass bei Beschäftigten, die langjährig einer beruflichen Einwirkung durch Knien oder Hocken ausgesetzt sind, eine Gonarthrose als Berufskrankheit anerkannt werden sollte.

5. Personengruppe im Sinne des § 9 Abs. 1 SGB VII

Als besondere Personengruppe im Sinne des § 9 Abs. 1 SGB VII werden Personen mit einer Tätigkeit im Knien oder vergleichbarer Kniebelastung mit einer kumulativen Einwirkungsdauer während des Arbeitslebens von mindestens 13.000 Stunden und einer Mindesteinwirkungsdauer von insgesamt einer Stunde pro Schicht angenommen. Nach der Studie von Sandmark et al. (2000) fand sich bei Männern mit hoher beruflicher Exposition durch Arbeiten im Knien mit einer kumulativen Einwirkungsdauer zwischen 162×10^3 und 1.434×10^3 Minuten ein um den Faktor 2,1 signifikant erhöhtes Gonarthrosrisiko. Dabei handelt es sich bei der Einwirkungsvariable um das oberste Quartil der beruflichen Einwirkung der Kontrollgruppe. Der Mittelwert dieses Quartils liegt bei 798×10^3 Minuten, entsprechend einer kumulativen Belastungsdauer während des Arbeitslebens von 13.300 Stunden, abgerundet 13.000 Stunden.

Die Forderung einer mindestens einstündigen Kniegelenksbelastung pro Schicht durch Arbeiten im Knien oder vergleichbarer Kniebelastung geht zurück auf die Studie von Cooper et al. (1994 a), welche nach einer mindestens 30-minütigen Kniegelenksbelastung pro Schicht durch Arbeiten im Knien ein signifikant um den Faktor 3,4 erhöhtes Gonarthrosrisiko beschrieb, welches für Alter, Geschlecht und Körpergewicht

adjustiert war und die Studie von Coggon et al. (2000), die bei Normalgewichtigen (Body mass-Index < 25 kg/m²) nach einer beruflichen Belastung durch Knien oder Hocken für mehr als 1 Stunde pro Tag für mehr als 1 Jahr ein signifikant um den Faktor 2,2 erhöhtes Gonarthrosrisiko nachwies.

6. Krankheitsbild

Beim Kniegelenk handelt es sich um ein komplex aufgebautes Gelenk, bestehend aus dem Tibiofemoralgelenk (sog. Kniehauptgelenk) sowie dem Retropatellargelenk. Die Arthrose des Kniegelenks (Gonarthrose) ist gekennzeichnet durch Knorpelabbau, subchondralen Knochenumbau mit Sklerose, subchondralen Knochenzysten, Osteophytenbildung im Bereich der beteiligten Knochen, Bewegungseinschränkungen im Bereich der Beugung und Streckung des Kniegelenkes sowie Schmerzen im Kniegelenk (Wirth 1986, Debrunner 1994, Hackenbroch 2002).

Die Diagnose einer Gonarthrose setzt eine klinische und röntgenologische Untersuchung des Kniegelenks voraus. Nach einer verbreiteten Klassifikation werden Veränderungen im Röntgenbild und anderen bildgebenden Verfahren in folgende vier Stadien, je nach Ausmaß der degenerativen Veränderungen, eingeteilt (Kellgren et al. 1963):

- Grad 1: fragliche Verschmälerung des Kniegelenkspalts und mögliche Osteophytenbildung
- Grad 2: definitive Osteophyten und mögliche Verschmälerung des Kniegelenkspalts
- Grad 3: multiple Osteophyten und definitive Verschmälerung des Kniegelenkspalts, Sklerose und mögliche Verformung der Tibia und des Femurs.
- Grad 4: ausgeprägte Osteophyten, starke Verschmälerung des Kniegelenkspalts, ausgeprägte Sklerose und definitive Verformung der Tibia und des Femurs

Die Diagnose einer Gonarthrose im Sinne dieser Berufskrankheit hat folgende Voraussetzungen:

- chronische Kniegelenksbeschwerden
- Funktionsstörungen bei der orthopädischen Untersuchung in Form einer eingeschränkten Streckung oder Beugung im Kniegelenk
- die röntgenologische Diagnose einer Gonarthrose entsprechend Grad 2-4 der Klassifikation von Kellgren et al. (1963).

Die überwiegende Zahl der in Kapitel 3 diskutierten epidemiologischen Studien verwendeten als Krankheitsdefinition eine röntgenologisch verifizierte Gonarthrose (Kellgren und Lawrence 1952, Lawrence 1955, Kasch 1985, Nauwald 1986, Lindberg und Montgomery 1987, Anderson und Felson 1988, Felson et al. 1991, Kirkeskow Jensen et al. 2000). In einer Reihe von Studien wurde eine Gonarthrose nach dem radiologischen und klinischen Befund definiert (Greinemann 1983, 1988, 1989, Kasch und Enderlein 1986), in anderen Studien nach Vorliegen radiologischer Veränderungen und Kniegelenksbeschwerden (Cooper et al. 1994a+b, Elsner et al. 1996, Seidler et al. 2001). In zwei Studien wurden Patienten mit Zustand nach bzw. vor implantierter Kniegelenksendoprothese als Fälle verwendet (Sandmark et al. 2000, Coggon et al. 2000). Bei Patienten mit Zustand nach oder vor Kniegelenksendoprothese liegen sowohl chronische Kniegelenksbeschwerden, Funktionsstörungen im Kniegelenk als auch röntgenologische Veränderungen einer Gonarthrose vor.

Bei beidseitigem Knien und vergleichbarer Kniebelastung tritt die Gonarthrose in der Regel beidseitig auf. Sofern die Kniegelenksbelastung jedoch überwiegend einseitig erfolgt, wird auch eine einseitige Gonarthrose in dem belasteten Kniegelenk beobachtet.

Die Chondropathia patellae, die überwiegend bei jugendlichen Patienten auftritt, ist keine Erkrankung im Sinne dieser Berufskrankheit und stellt auch keine Frühform der Gonarthrose dar (Debrunner 1994). Auch die Chondromalacia patellae mit herdförmigen Veränderungen des Patellarknorpels stellt keine Retropatellararthrose im Sinne dieser Berufskrankheit dar. In schwereren Fällen geht die Chondromalacia patellae mit der Zeit jedoch in eine Retropatellararthrose über (Debrunner 1994).

7. Konkurrierende Faktoren

Übergewicht stellt einen außerberuflichen Risikofaktor für die Entwicklung einer Gonarthrose dar (Hartz et al. 1986, Manninen et al. 1996, Sahlström und Montgomery 1997, Oliveria et al. 1999, Stürmer et al. 2000, Lau et al. 2000, Coggon et al. 2000). In der Studie von Stürmer et al. (2000) fand sich bei übergewichtigen Männern und Frauen ($BMI > 25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} < 30 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) ein um den Faktor 5,9 und bei adipösen Männern und Frauen ($BMI > 30 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) ein um den Faktor 8,1 signifikant erhöhtes Gonarthrosrisiko.

Unterschiedliche Angaben gibt es in der Literatur zur Bewertung des Genu varum (O-Beine) und des Genu valgum (X-Beine). Während Debrunner (1994) X- und O-Beine als präarthrotische Deformität in Bezug auf die Entwicklung einer Gonarthrose ansieht, kam Greinemann (1983 und 1988) in einer epidemiologischen Studie bei 500 Beschäftigten im untertätigen Steinkohlenbergbau und einer gleich großen nach Alter vergleichbaren Kontrollgruppe ohne kniegelenksbelastende Tätigkeit zu dem Ergebnis, dass O- und X-Beine nicht zur Kniegelenksarthrose prädestinieren. Ebenso nicht als präarthrotische Deformität anzusehen seien die verschiedenen von Wieberg und Baumgartl klassifizierten Kniescheibentypen. Nur die Patella alta (Schienbeinhochstand) sei als präarthrotische Deformität für die Entwicklung einer Retropatellararthrose als auch einer Tibiofemoralarthrose anzusehen. Diese Aussagen von Greinemann (1983 und 1988) beschränken sich wegen der Zusammensetzung der Untersuchungsgruppe auf untertägige Beschäftigte im Steinkohlenbergbau.

Umgekehrt kann eine mediale Gonarthrose langfristig auch zu einer O-Fehlstellung und eine laterale Gonarthrose zu einer X-Fehlstellung führen (Debrunner 1994).

Weitere konkurrierende Faktoren sind Inkongruenzen und Instabilitäten nach Kniegelenkstraumen, die Osteochondrosis dissecans sowie entzündliche Kniegelenksarthritiden (z.B. bei chronischer Polyarthritis) (Debrunner 1994) sowie ein Zustand nach Meniskektomie, eine Kreuzbandinsuffizienz, eine Kniegelenksverletzung sowie eine Familienanamnese für Kniegelenksarthrose (Jacobsen 1977, Greinemann 1983, Neyret et al. 1993, Cooper et al. 1994 b, Sahlström und Montgomery 1997, Lau et al. 2000, Manninen et al. 2001). Bei Beschäftigten mit Meniskopathie, Zustand nach Meniskektomie und anerkannter Berufskrankheit 2102 ist zu prüfen, ob eine später aufgetretene Gonarthrose im Sinne der Verschlimmerung der Berufskrankheit 2102 anerkannt werden kann. Tabelle 5 ist das Gonarthroserisiko bei Vorliegen einiger der diskutierten konkurrierenden Faktoren zu entnehmen.

Tabelle 5: Gonarthroserisiko bei Vorliegen konkurrierenden Faktoren

Konkurrierender Faktor	Relatives Gonarthroserisiko	Literatur
Adipositas (BMI ¹ >30 kg/m ²)	8,1 ²	3
Z. n. Menishektomie	7,0 ²	4
Z. n. Menishektomie	9,7 ²	5
Z. n. Kniegelenkstrauma	2,9 ²	6
Unbehandelte Kreuzbandruptur	9,6	4
Positive Familienanamnese	2,3 ²	4

¹Body mass-Index, ²p<0,05, ³Stürmer et al. (2000), ⁴Cooper et al. (1994b), ⁵Sahlström und Montgomery (1997), ⁶Neyret et al. (1993)

Widersprüchliche Angaben liegen über den Zusammenhang zwischen der Ausübung bestimmter kniegelenksbelastender Sportarten und dem Gonarthroserisiko vor, beispielsweise bei Fußballspielern (Müller 1979, Klünder et al. 1980, Roos et al. 1994). Die Studien leiden jedoch unter einer geringen statistischen Power. Eine Studie bei Personen, die Australian football spielten, zeigte ein stark erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer Gonarthrose (Deacon et al. 1997). Eine umfangreiche Studie bei 2.049 finnischen Elitesportlern, deren Gonarthroserisiko über 21 Jahre mit dem landesweiten Krankenhausentlassungsregister überprüft wurde, zeigte eine erhöhte Häufigkeit von stationärer Behandlung wegen Gonarthrose von 2,5% bei Ausdauersportlern (Langstreckenlauf und Skilanglauf), von 3,0% bei Kraftsportlern (Boxen, Ringen, Gewichtheben etc.) sowie von 1,9% bei Ballsportlern. In der Kontrollgruppe lag die Häufigkeit bei 1,3%. Eine Signifikanzprüfung wurde nicht durchgeführt (Kujala et al. 1994). In der Studie von Lau et al. (2000) fand sich von 5 geprüften Sportarten (Laufen, Badminton, Fußball, Gymnastik und Kung Fu) nur bei regelmäßiger Ausübung von Gymnastik und Kung Fu bei Frauen ein signifikanter Zusammenhang mit Gonarthrose. Nach Manninen et al. (2001) dagegen besteht eine inverse Beziehung zwischen der Dauer körperlicher Belastungen durch Sport während der Freizeit und dem Gonarthroserisiko.

8. Zusammenwirken zwischen beruflichen und außerberuflichen Ursachen

Coggon et al. (2000) zeigten in der bereits beschriebenen Fall-Kontroll-Studie, dass ein nahezu multiplikatives, d. h. voneinander unabhängiges Zusammenwirken zwischen Adipositas und beruflicher Einwirkung durch Arbeiten im Knien oder Hocken bestand (Tab. 6).

Tab. 6: Zusammenwirken zwischen Körpergewicht und Arbeiten im Knien oder Hocken (nach Coggon et al. 2000)

BMI ¹ (kg/m ²)	Berufliche Belastung durch Arbeiten im Knien für mindestens 1h/d und einer Expositionsdauer von mindestens 1 Jahr			
	Nein		Ja	
	Fälle (n)	OR ² (95%-KI) ³	Fälle (n)	OR ² (95%-KI) ³
< 25	68	1	29	2,2 (1,1-4,5)
25 - < 30	158	3,4 (2,2-5,2)	87	6,1 (3,4-10,9)
30 und mehr	107	8,2 (4,6-14,4)	69	14,7 (7,2-30,2)

¹ Body mass-Index, ² Odds Ratio (relatives Risiko), ³ 95%-Konfidenzintervall

Das Zusammenwirken zwischen beruflichen Einwirkungen im Sinne dieser Berufskrankheit und den übrigen in Kapitel 7 genannten konkurrierenden Faktoren ist nicht bekannt.

9. Begutachtung

Die Begutachtung dieser Berufskrankheit erfordert eine Stellungnahme des technischen Aufsichtsdienstes des Unfallversicherungsträgers zum Vorliegen der erforderlichen beruflichen Einwirkung (s. Kapitel 5) sowie eine Untersuchung und Befragung des Erkrankten mit Erhebung der Beschwerdeanamnese, des klinischen Befundes sowie einer Bewertung von Röntgenbildern der Kniegelenke in 2 Ebenen oder der Ergebnisse anderer bildgebender Verfahren (s. Kapitel 6). Der medizinische Gutachter hat die Frage zu beantworten, ob ein für die Berufskrankheit typisches Krankheitsbild im Sinne von Kapitel 6 sowie konkurrierende Faktoren im Sinne von Kapitel 7 vorliegen. Beim Vorliegen der beruflichen Voraussetzungen und eines geeigneten Krankheitsbildes ohne das Bestehen von konkurrierenden Faktoren ist diese Berufskrankheit

anzuerkennen. Dies gilt auch bei Vorliegen einer Adipositas, weil zwischen beruflicher Einwirkung im Sinne dieser Berufskrankheit und Adipositas ein multiplikatives Zusammenwirken in Bezug auf das relative Gonarthrosrisiko besteht (s. Tabelle 5), d.h., dass auch beim Adipösen die berufliche Einwirkung das Gonarthrosrisiko in etwa verdoppelt. Somit ist diese Berufskrankheit bei Vorliegen der beruflichen Voraussetzung und des geeigneten Krankheitsbildes auch bei Adipösen anzuerkennen. Das Zusammenwirken zwischen beruflichen Einwirkungen im Sinne dieser Berufskrankheit und anderen konkurrierenden Faktoren wie Zustand nach Meniskektomie bei außerberuflich bedingter Meniskopathie, Zustand nach außerberuflichem Kniegelenkstrauma oder unbehandelter außerberuflicher Kreuzbandruptur in Bezug auf das Gonarthrosrisiko ist unbekannt (s. Kapitel 8). Im Rahmen einer Einzelfallprüfung ist in Abhängigkeit vom Ausmaß des konkurrierenden Faktors (z.B. Größe des resezierten Meniskusanteils, Art des Kniegelenktraumas etc.) und der Höhe der beruflichen Einwirkungen vom medizinischen Sachverständigen im Rahmen der Theorie der wesentlichen Bedingung festzustellen, ob die Anerkennung einer Berufskrankheit wahrscheinlich gemacht werden kann oder nicht. Wegen des besonders stark erhöhten Gonarthrosrisikos bei Zustand nach außerberuflich bedingter Meniskektomie oder unbehandelter außerberuflich bedingter Kreuzbandruptur wird bei Vorliegen dieser außerberuflich bedingten konkurrierenden Faktoren auch bei gegebenen beruflichen Voraussetzungen wegen fehlender Hinweise für ein multiplikatives Zusammenwirken zwischen den genannten außerberuflichen Faktoren und der beruflichen Einwirkung in Bezug auf die Entwicklung einer Gonarthrose i.d.R. kein Raum sein für die Anerkennung einer Gonarthrose als Berufskrankheit.

10. Literatur

Anderson, J.J., Felson, D.T.: Factors associated with osteoarthritis of the knee in the first national health and nutrition examination survey (Hanes I). *Am J. Epidemiol.* 128 (1988) 179 - 189

Bandi, W.: Über die Ätiologie der Osteochondritis dissecans. *Helvetica Chirurgica Acta* 3 (1951) 221 - 247

Coggon, D., Croft, P., Kellingray, S., Barrett, D., McLaren, M., Copper, C.: Occupational physical activities and osteoarthritis of the knee. *Arthr. Rheum.* 43 (2000) 1443-1449.

Cooper, C., McAlindon, T., Coggon, D., Egger, P., Dieppe, P.: Occupational activity and osteoarthritis of the knee. *Ann. Rheum. Dis.* 53 (1994 a) 90 - 93

Cooper, C., McAlindon, T., Snow, S. et al: Mechanical and constitutional risk factors for symptomatic knee osteoarthritis: Differences between tibiofemoral and patellofemoral disease. *J. Rheumatol.* 21 (1994 b) 307 - 313

Cooper, C., Coggon, D.: Physical activity and knee osteoarthritis. *Lancet* 353 (1999) 2177 - 2178

Deacon, A., Bennell, K., Kiss, Z.S., Crossley, K., Brukner, P.: Osteoarthritis of the knee in retired, elite Australians rules footballers. *M.J.A.* 166 (1997) 187 - 190

Debrunner, M.: Orthopädie, orthopädische Chirurgie, Bern, Huber-Verlag, 1994

Elsner, G., Nienhaus, A., Beck, W.: Kniegelenksarthrose und arbeitsbedingte Faktoren. *Soz. Präventivmed* 41 (1996) 98 - 106

Evans, A.S.: Causation and disease: The Henle-Koch postulates revisited; *J. Biol. Med.* 49 (1976) 175-195

Felson, D.T., Hannan, M.T., Naimark, A., Berkeley, J., Gordon, G., Wilson, P.W.F., Anderson, J.: Occupational physical demands, knee bending, and knee osteoarthritis: results from the Framingham study. *J. Rheumatol.* 18 (1991) 1587 - 1592

Greinemann, H.: Prädestinieren Kniescheibenhochstand, Knie- und Kniescheibenfehlformen sowie Beinachsenfehlstellungen bei kniebelasteten Berufen zu vorzeitigen Verschleißschäden ? Herausgegeben von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Bremerhaven, Wirtschaftsverlag, 1983

Greinemann, H.: Argumente gegen die Anerkennung von Kniegelenksarthrose nach Berufsbelastung als Berufskrankheit. *Unfallchirurg* 91 (1988) 374 - 389

Greinemann, H.: Ist die Kniegelenksarthrose nach Berufsbelastung eine Berufskrankheit? *Kompaß* (1989) Nr. 5, 262 - 268

Hackenbroch, M.H.: Arthrosen, Basiswissen zu Klinik, Diagnostik und Therapie, Stuttgart, Thieme-Verlag, 2002

Hartz, A.J., Fischer, M.E., Bril, G., Kelber, S., Rupley jr., D., Oken, B., Rimm, A.A.: The association of obesity with joint pain and osteoarthritis in the Hanes data. *J. Chron. Dis.* 39 (1986) 311 - 319

Jacobsen, K.: Osteoarthrosis following insufficiency of the cruciate ligaments in man, a clinical study. *Acta Orthop. Scand.* 48 (1977) 520-526.

Kasch, J.: Zum Knorpelschaden des Kniegelenks - ein röntgenologisch-klinisch-experimenteller Beitrag zum Femoropatellargelenk sowie epidemiologische Untersuchungen im Schiffbau, medizinische Dissertation, Berlin, 1985

Kasch, J., Enderlein, G.: Kniegelenksschäden im Schiffsbau. *Beitr. Orthop. Traumatol.* 33 (1986) 487 - 491

Kellgren, J.H., Lawrence, J.S.: Rheumatism in miners, Part II: X-Ray-Study. *Brit. J. Industr. Med.* 9 (1952) 197 - 207

Kellgren, J.H., Lawrence, J.S.: Osteoarthrosis and disk degeneration in an urban population. *Ann. Rheum. Dis.* 17 (1958) 388-397

Kellgren, J.H., Jeffrey, M.R., Ball, J.: Atlas of standard radiographs of arthritis. Vol II. the epidemiology of chronic rheumatism. Oxford Blackwell Scientific, 1963

Kirkeskov Jensen, L., Mikkelsen, S., Loft, I.P., Eenberg, W., Bergmann, I., Løgager, V.: Radiographic knee osteoarthritis in floorlayers and carpenters. *Scand. J. Work Environ. Health* 26 (2000) 257 - 262

Kivimäki, J., Riihimäki, H., Hanien, K: Knee disorders in carpet and floor layers and painters. *Scand J. Work Environ Health* 18 (1992) 310 - 316

Klünder, K.B., Hansen, B.R., Hansen, J.: Osteoarthritis of the hip and knee joint in retired football players. *Acta Orthop. Scand.* 51 (1980) 925-927

Kujala, U.M., Kaprio, J., Sarna, S.: Osteoarthritis of weight bearing joints of lower limbs in former elite male athletes. *Brit. Med. J.* 308 (1994) 231 - 234

Lau, E.C., Cooper, C., Chan, V.N.H., Tsang, K.K., Sham, A.: Factors associated with osteoarthritis of the hip and knee in Hong Kong Chinese: obesity, joint injury, and occupational activities. *Am. J. Epid.* 152 (2000) 855 - 862

Lawrence, J.S.: Rheumatism in coal miners. Part III: occupational factors. *Brit. J. Industr. Med.* 12 (1955) 249 - 261

Lindberg, H., Montgomery, F.: Heavy labor and the occurrence of gonarthrosis. *Clin. Orthop. Rel. Res.* 214 (1987) 235 - 236

Maetzel, A., Mäkelä, M., Hawker, G., Bombardier, C.: Osteoarthritis of the hip and knee and mechanical occupational exposure - a systematic overview of the evidence. *J. Rheumatol.* 24 (1997) 1599 - 1607

Manninen, P., Riihimäki, H., Heliövaara, M., Mäkelä, P.: Overweight, gender and knee osteoarthritis. *Int. J. Obesity* 20 (1996) 595 - 597

Manninen, P., Heliövaara, M., Riihimäki, H., Suomalainen, O.: Physical exercise and risk of severe knee osteoarthritis requiring arthroplasty. *Rheumatology* 40 (2001) 432 - 437

Müller, H.U.: Vergleichende Röntgenuntersuchungen der Knie- und Sprunggelenke bei ehemaligen Fußballspielern und Werkträgern mit schwerer bzw. leichter körperlicher Arbeit. *Medizin und Sport* 19 (1979) 313 - 315

Nauwald, G.: Untersuchungen zur Häufigkeit professioneller Kniegelenkerkrankungen bei älteren Rohrschlossern im Hochseeschiffbau. *Beitr. Orthop. Traumatol.* 33 (1986) 124 - 128

Neyret, P., Donnell, S.T., Dejour, H.: Results of partial meniscectomy related to the state of the anterior cruciate ligament, review at 20 to 35 years. *J. Bone Joint Surg. (Br)* 75B (1993) 36-40

Oliveria, S.A., Felson, D.T., Cirillo, P.A., Reed, J.I., Walker, A.M.: Body weight, body mass index, and incident symptomatic osteoarthritis of the hand, hip and knee. *Epidemiology* 10 (1999) 161 - 166

Reilly, D.T., Martens, M.: Experimental analysis of the quadriceps muscle force and patello-femoral joint reaction force for various activities. *Acta Orthop. Scand.* 43 (1972) 126 - 137

Roos, H., Lindberg, H., Gärdsell, P., Lohmander, St., Wingstrand, H.: The prevalence of gonarthrosis and its relation to meniscectomy in former soccer players. *Am. J. Sports Med* 22 (1994) 219 - 222

Sahlström, A. & Montgomery, F.: Risk analysis of occupational factors influencing the development of arthrosis of the knee. *Europ. J. Epid.* 13 (1997) 675 - 679

Sandmark, H., Hogstedt, C., Vingard, E.: Primary osteoarthritis of the knee in men and women as a result of lifelong physical load from work. *Scand. J. Work Environ Health* 26 (2000) 20 - 25

Seidler, A., Hornung, J., Heiskel, H., Börner, M., Elsner, G.: Gonarthrose als Berufskrankheit? *Zbl. Arbeitsmed.* (2001) 106 - 117

Stürmer, T., Günther, K.P., Brenner, H.: Obesity, overweight and patterns of osteoarthritis: The Ulm Osteoarthritis Study. *J. Clin. Epidemiology* 53 (2000) 307 - 313

Vingard, E., Alfredsson, L., Goldie, I., Hogstedt, C.: Occupation and Osteoarthrosis of the hip and knee, a register-based cohort study. *Int. J. Epidemiol.* 20 (1991) 1025-1031

Vingard, E., Alfredsson, L., Fellenius, E., Hogstedt, C.: Disability pensions due to musculo-skeletal disorders among men in heavy occupations. *Scand. J. Soc. Med.* 20 (1992) 31-36

Wickström, G., Hänninen, K., Mattison, T., Niskanen, T., Riihimäki, H., Waris, P., Zitting, A.: Knee degeneration in concrete reinforcement workers. *British Journal of Industrial Medicine* 40 (1983) 216 - 219

Wirth, C.J.: Kniegelenk, In: Jäger, M., Wirth, C.J. (Hg): Praxis der Orthopädie, Stuttgart, Thieme-Verlag, 1986, S. 943 - 987