



KAFFEE

+ PHYSISCHE
LEISTUNGSFÄHIGKEIT



IMPRESSUM

Herausgeber: Deutsches Grünes Kreuz e. V., Biegenstraße 6, 35037 Marburg
Autoren: Dr. med. Wolfgang Grebe, Prof. Dr. Dr. med. Winfried Banzer
Redaktion: Dipl.-Biol. Heike Stahlhut
Quelle: ISIC: Institute for Scientific Information on Coffee
Layout: ideesign, Marburg
Bildnachweis: Cover: ©masterfile (oben), ©fotolia.com/lonely (unten)
Innen: fotolia.com-EcoPim-studio (1), fotolia.com-fovivafoto (2), iStock (3),
fotolia.com-sabine-hürdler (5), photocase.com-hasselblad15 (6),
photocase.com-peterblau (7), photocase.com-***DJ*** (8),
fotolia.com-Tomasz Zajda (9), fotolia.com-Syda Productions (10),
fotolia.com-psdesign1 (11), fotolia.com-BillionPhotos (12),
photocase.com-Gortincoiel (13), fotolia.com-Pixelot (14)
Druck: Jürgen Haas Print Consulting e. K., Gladenbach

3. überarbeitete Auflage 2016
© Deutsches Grünes Kreuz e. V., Marburg

Mit Unterstützung von





EINLEITUNG

☪ Kaffee ist das beliebteste Getränk in Deutschland und für die meisten Menschen ein täglicher Genuss. Dabei überzeugt viele nicht nur der Geschmack, sondern auch die wachmachenden, konzentrationssteigernden und stimmungsaufhellenden Eigenschaften des Kaffees werden sehr geschätzt.

Bei aktiven Sportlern oder Menschen, die regelmäßig Sport treiben, kommt oft noch ein weiterer Aspekt hinzu: Sie möchten den positiven Einfluss des Kaffees auf die körperliche Leistungsfähigkeit nutzen. Genau genommen geht es dabei um einen der wichtigsten Inhaltsstoffe des Getränkes: das Koffein. ☪

Koffein wird schon seit Jahrzehnten von professionellen Athleten und ambitionierten Freizeitsportlern zur Trainingsunterstützung und Leistungssteigerung bei Wettkämpfen eingesetzt. Manche Sportler versuchen auch, mit Koffein ihren Stoffwechsel anzuregen und dadurch überschüssiges Körperfett abzubauen. Tatsächlich stand Koffein früher auch einmal auf der Liste der verbotenen Substanzen der Welt-Anti-Doping-Agentur (WADA). Im Jahr 2004 wurde Koffein dann aber wieder von der Dopingliste gestrichen.

☪



Der damalige Grenzwert von 12 µg/ml im Urin war so hoch, dass man Unmengen hätte zu sich nehmen müssen, um diese Grenze zu erreichen – was allerdings mit Koffeintabletten durchaus möglich ist. Hinzu kam, dass Koffein in vielen Getränken und Produkten enthalten ist und somit nicht generell verboten oder der Grenzwert beliebig niedrig angesetzt werden konnte. Koffein ist also erlaubt, z. B. in Kaffee, Tee, Cola-Getränken und als Zusatz in zahlreichen Medikamenten, es steht aber neben anderen Substanzen auf der „Monitoring“-Liste der WADA. Dies bedeutet, dass der Konsum dieser Substanzen beobachtet wird, um einen möglichen Missbrauch zu erkennen. Die Beobachtung bezieht sich jedoch nur auf die Nutzung im Wettkampf.

Dies zeigt, dass das Interesse an der leistungsfördernden Wirkung von Kaffee beziehungsweise Koffein offenbar nicht unbegründet ist. Die vorliegende Broschüre informiert ausführlich darüber, was wissenschaftliche Studien über den Einfluss von Koffein auf das physische Leistungsvermögen sowie die zugrundeliegenden biochemischen und physiologischen Mechanismen herausgefunden haben.





KOFFEIN ist der entscheidende Faktor für den leistungssteigernden EFFEKT

Koffein (1,3,7-Trimethylxanthin) ist die pharmakologisch aktive Substanz, die weltweit am häufigsten konsumiert wird. Es handelt sich um ein Purin-Alkaloid, das nahe verwandt ist mit dem Theophyllin (im Tee) und dem Theobromin (im Kakao). Koffein ist ein Naturstoff, den man in Blättern, Früchten oder Samen von mehr als 100 Pflanzenarten finden kann. Unter den Nutzpflanzen weisen der Teestrauch, der Kaffeestrauch, Guarana, die Kolanuss sowie der Matestrauch die höchsten Koffeingehalte auf. Auch Kakao enthält neben Theobromin noch geringe Mengen Koffein (1).

Bei oraler Aufnahme wird Koffein schnell und vollständig vom menschlichen Körper aufgenommen. Die stimulierende Wirkung kann 15 bis 30 Minuten nach der Einnahme einsetzen und mehrere Stunden anhalten. Die Halbwertszeit von Koffein – die Zeit also, die der Körper benötigt, um 50 Prozent des Koffeins auszuscheiden – ist bei Erwachsenen starken Schwankungen unterworfen. Sie hängt von verschiedenen Faktoren ab wie z. B. Alter, Körpergewicht, einer eventuellen Schwangerschaft oder der Einnahme von Medikamenten. Bei gesunden Erwachsenen beträgt die durchschnittliche Halbwertszeit etwa vier Stunden mit einem Schwankungsbereich von zwei bis acht Stunden (2).

Koffein stimuliert das zentrale Nervensystem (ZNS), wodurch Wachheit, Aufmerksamkeit und Konzentrationsvermögen gesteigert werden. Die Abbauprodukte des Koffeins können die Blutgefäße erweitern, das Urinvolumen erhöhen (Theobromin), die glatte Muskulatur entspannen (Theophyllin) und die Lipolyse fördern (Paraxanthin). Über Koffein werden außerdem eine Steigerung der Sauerstoffaufnahme und der Catecholamin-Freisetzung vermittelt sowie eine Erhöhung der Stoffwechselrate (3, 4). Auch eine Verbesserung des Atemminutenvolumens konnte nachgewiesen werden (5).

Seit Jahrzehnten zeigen wissenschaftliche Studien immer wieder, dass diese positiven Effekte des Koffeins die körperliche Leistungsfähigkeit steigern können. Dabei macht sich die leistungssteigernde Wirkung besonders bei Ausdauerübungen bemerkbar (z. B. 6, 7).

Ob man dem Körper Koffein mit einem Kaffee oder als reines Koffein in Pulverform oder in Kapseln zuführt, scheint die leistungsfördernde Wirkung kaum zu beeinflussen (6). Allerdings wird Koffein am zügigsten resorbiert, wenn es in einer Flüssigkeit gelöst aufgenommen wird. Der leistungssteigernde Effekt tritt dann am schnellsten ein. Ob Koffein etwa 60 Minuten vor dem Training oder erst während des Trainings selbst eingenommen wird, scheint auf die leistungsfördernde Wirkung keinen wesentlichen Einfluss zu haben. Die Zufuhr sowohl vor als auch während des Sports ergibt eine leichte zusätzliche Leistungssteigerung (8, 9).

Laut Umfragen haben 65 Prozent der Ausdauersportler vor allem nach intensiven Belastungen Magen-Darm-Beschwerden wie Völlegefühl, Stuhldrang oder Sodbrennen (10). Die Ursachen dafür sind vielfältig. Beim Laufen können eine Druckerhöhung im Bauchraum und die Erschütterungen für die Beschwerden verantwortlich sein. Allerdings treten sie, etwas weniger häufig, auch bei anderen Sportarten wie z. B. Radfahren auf. Koffein und auch Kaffee können diese Beschwerden bei einzelnen Sportlern fördern, weshalb es ratsam ist, auszuprobieren, welche Koffeindosis gut vertragen wird.

Getränk / Lebensmittel	durchschnittlicher Koffeingehalt (mg)
1 Tasse Kaffee (150 ml)	50–100
1 Tasse Kaffee (entkoffeiniert, 150 ml)	3
1 Tasse Espresso (50 ml)	50–150
1 Tasse Instant-Kaffee (150 ml)	15–90
1 Tasse Tee (150 ml)	20–60
1 Tasse Kakao (150 ml)	2–8
Vollmilchschokolade (100 g)	ca. 20
Halbbitterschokolade (100 g)	ca. 75
Cola (330 ml)	32–60
Energy Drinks (250 ml)	ca. 80



KOFFEIN wirkt schon in moderaten Mengen LEISTUNGSSTEIGERND

Die Menge an Koffein, dessen Wirkung in den Studien untersucht wurde, bewegt sich in einem breiten Spektrum zwischen 1 und 13 mg pro kg Körpergewicht. Dabei zeigen schon moderate Dosen Koffein eine leistungssteigernde Wirkung, wie die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) bereits im Jahr 2011 feststellte. Das zuständige Gremium teilte mit, dass die Einnahme von 3 mg Koffein pro kg Körpergewicht (also etwa 200 bis 300 mg Koffein oder zwei bis drei Tassen Kaffee) die Ausdauerleistung verbessert (7).

Eine weitere Studie zeigte, dass 3 mg Koffein pro kg Körpergewicht die Leistung im Fahrradsport verbessert. Eine Verdoppelung der Dosis (6 mg Koffein pro kg Körpergewicht) hingegen brachte keine weiteren Vorteile bei gut trainierten Sportlern (11).

In Sportlerkreisen werden häufig Mengen von bis zu 6 mg Koffein pro kg Körpergewicht verwendet. In diesem Bereich bildet sich ein Plateau der Leistungssteigerung. Noch höhere Dosierungen führen nicht zu einer weiteren Leistungssteigerung (12–14).





AUSDAUERSPORTLER profitieren besonders vom leistungssteigernden Effekt

Koffein erweist sich beim Ausdauertraining als besonders wirkungsvoll. Die positive Wirkung zeigt sich also vor allem bei den Sportarten, bei denen länger andauernde, kontinuierliche Belastungen erfolgen wie beispielsweise beim Radfahren, Schwimmen, Langlauf oder Triathlon. Eine Vielzahl von Studien zeigt, dass Koffein hier die Ausdauerleistung erhöht (3, 6, 7, 15–19).

So wurde in einer Meta-Analyse aus dem Jahr 2004 versucht, den Koffein-Effekt sowohl auf die Ausdauerleistung bis zur Erschöpfung als auch auf kurzzeitige, hochintensive Trainingsprotokolle zu quantifizieren (20). Bereits hier zeigte sich, dass Koffein die Ausdauerleistung in höherem Maße verbessert als das Kurzzeit-Leistungsvermögen. Im Unterschied zum Ausdauersport, bei dem die Energie überwiegend über aerobe Stoffwechselwege zur Verfügung gestellt wird, erfolgt die Energiezufuhr bei kurzzeitigen körperlichen Höchstleistungen anaerob. Vielleicht sind diese Mechanismen für den unterschiedlichen Effekt verantwortlich.

Amerikanische Wissenschaftler fassten den Forschungsstand 2009 in einem Review zusammen. Im Mittelpunkt stand die Ausdauerleistung beim Laufen, Radfahren und Rudern. Dabei fokussierten sich die Forscher auf die Zeit, die benötigt wurde, eine festgelegte Distanz zurückzulegen. 21 Studien mit insgesamt 33 Untersuchungen flossen in das Review ein. 30 davon zeigten eine Leistungssteigerung durch Koffein, wobei die Stärke des Effektes stark schwankte. Doch die Forscher waren sich sicher: Koffein, in moderaten Mengen konsumiert (in diesem Fall: 3 bis 6 mg pro kg Körpergewicht), kann die Ausdauerleistung verbessern (21).



Koffein verbessert nicht nur bei RADFAHRERN und LANGLÄUFERN die Leistung

Während die Datenlage beim Ausdauertraining eindeutig für einen positiven Einfluss von Koffein auf die Leistungsfähigkeit spricht, ist die Situation bei kurzzeitigen Höchstleistungen weniger klar. Frühere Studien zu den Effekten von Koffein auf anaerobe, also auf kurzzeitige Höchstbelastungen ausgelegte Sportarten wie **Sprint**, **Mannschaftsspiele** und Krafttraining, kamen zu uneinheitlichen Ergebnissen.

Ein Review aus dem Jahr 2008 offenbarte, dass die Wirkung von Koffein auf hochintensive Trainingsübungen mit einer Dauer von unter drei Minuten in den vorhandenen Studien unterschiedlich bewertet wird (22).

Ein Jahr später erschien ein weiteres Review (23). Die Forscher hatten dafür insgesamt 29 Studien zu diesem Thema begutachtet. Elf von 17 miteinander verglichene Studien belegten signifikante Leistungsverbesserungen bei mannschafts- und kraftbasierten Sportarten. Dabei fiel auf, dass diese Effekte besonders deutlich bei Spitzensportlern zutage traten, die Koffein nur unregelmäßig zu sich nahmen. Sechs von elf Studien zeigten einen positiven Effekt bei Kraftsportlern, bei einigen Untersuchungen war allerdings ein gegenteiliger Effekt beobachtet worden.

Neuere Studien hingegen bekräftigen die Vermutung, dass Koffein die Leistungsfähigkeit auch von **Kraftsportlern** steigern kann. So beispielsweise eine 2011 veröffentlichte Untersuchung: Die Forscher hatten 13 wenig trainierte Männer Gewichte beim Bankdrücken stemmen lassen. Teilnehmer, die vor der Belastung Koffein (5 mg pro kg Körpergewicht) eingenommen hatten, konnten nicht

nur mehr Wiederholungen ausführen, sondern vermochten auch deutlich größere Gewichte zu stemmen. Dabei fühlten sich die Versuchspersonen mit Koffein subjektiv kräftiger und ermüdeten weniger rasch als in der Vergleichsgruppe, die nur ein Placebo erhalten hatte (24).

Einen positiven Effekt des Koffeins fanden Wissenschaftler auch in einer aktuellen Studie aus 2015: Sie untersuchten die neuromuskuläre Funktion des vorderen Oberschenkelmuskels. Im Ergebnis zeigte sich eine Verbesserung der Muskelkontraktionen und damit der Kraft nach Koffeineinnahme (25). Eine Verbesserung der maximalen Kontraktionskraft verschiedener Muskelgruppen fanden auch britische Forscher bei trainierten Kraftsportlern, wenn sie vorher Koffein zu sich genommen hatten (26).

Eine 2014 erschienene Studie belegte einen positiven Effekt bei Kraftsportlern, die mit maximal möglicher Geschwindigkeit Gewichte stemmen sollten. Diese Geschwindigkeit nimmt im Laufe der Übung mit zunehmender Erschöpfung ab. Bei Athleten, die 60 Minuten vor der Übung 6 mg Koffein pro kg Körpergewicht eingenommen hatten, zeigte sich, dass der Muntermacher diesem Geschwindigkeitsabfall entgegenwirken kann (27).

Ein ebenfalls 2014 erschienenes Review bekräftigte nun: Koffein hat eine leistungssteigernde Wirkung nicht nur bei Kraftsportlern, sondern auch in Sportarten wie Fußball, Rugby oder Volleyball – und dies schon bei moderaten (etwa 3 mg Koffein pro kg Körpergewicht) oder sogar geringen Koffeindosen (28).





Beeinflusst eine GEWÖHNUNG an Koffein den leistungssteigernden Effekt?

Insgesamt zeigt sich, dass nicht jeder Mensch in Bezug auf die Leistungssteigerung in gleicher Weise auf Koffein reagiert. Der Grund für die unterschiedlichen Reaktionen ist noch nicht klar ersichtlich (29–34). Ein möglicher Mechanismus, der dabei eine Rolle spielen könnte und in der Literatur diskutiert wird, ist die Gewöhnung an die Koffeinwirkung bei regelmäßigen Kaffeetrinkern bzw. Koffeinverwendern. Schwankungen der Leistungssteigerung wären dann auf die individuelle Gewöhnung an Koffein zurückzuführen (23, 35, 36).

Einerseits kamen frühere Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass die Unterschiede zwischen regelmäßigen und sporadischen Kaffeetrinkern nur sehr gering sind (37, 38). Eine Studie aus dem Jahr 2011 bekräftigte dies: Die Wissenschaftler untersuchten Athleten, die gewohnheitsmäßig Koffein konsumierten und für die Tests ein intensives Ausdauertraining absolvierten. Einige Sportler sollten vor den Tests vier Tage lang auf Koffein verzichten, die anderen nicht. Das Ergebnis zeigte, dass 3 mg Koffein pro kg Körpergewicht die Leistung signifikant steigerte, und zwar unabhängig davon, ob eine Koffeinabstinenz erfolgte oder nicht (39).

Andererseits geben die Autoren eines Reviews aus dem Jahr 2009 den Rat, sieben Tage lang auf Koffein zu verzichten, um danach einen optimalen leistungssteigernden Effekt durch den Muntermacher zu erreichen (21).



Die Antwort auf die Frage, ob Gewöhnung die leistungssteigernde Wirkung des Koffeins beeinträchtigt, bleibt also weiterhin offen. Hier steht eine abschließende Bewertung noch aus.



Welcher Mechanismus liegt der LEISTUNGSSTEIGERNDEN WIRKUNG von Koffein zugrunde?

Als mögliche Erklärung für die ergogene Wirkung des Koffeins wurde von Fachleuten in den vergangenen Jahren unter anderem Folgendes angegeben:

- a) Koffein induziert eine erhöhte Mobilisierung von intrazellulärem Kalzium,
- b) Koffein stimuliert die Oxidation freier Fettsäuren,
- c) Koffein fungiert als Adenosin-Rezeptor-Antagonist im Zentralnervensystem.

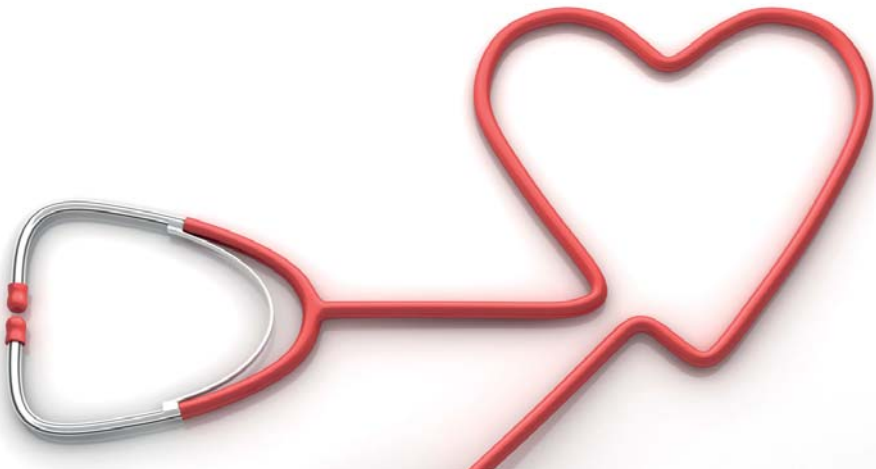
Neuere Untersuchungen und Reviews kommen allerdings zu dem Ergebnis, dass eine Änderung im Fettstoffwechsel wohl kaum eine Rolle spielt. In der Hauptsache ist es vielmehr der antagonistische Effekt von Koffein auf die Adenosin-Rezeptoren im Gehirn, der die Leistungssteigerung bewirkt (3, 6, 40–43). Über diesen Weg könnte Koffein dafür sorgen, dass die Erschöpfung später einsetzt und so die subjektive Bewertung der Anstrengung positiv beeinflussen (6, 19). Anstrengung würde dann nicht so stark wahrgenommen werden. Außerdem werden nachweislich Wachheit, Aufmerksamkeit und Stimmung beim Training verbessert (19, 28, 44). Dies alles trägt zur Verbesserung des Leistungsvermögens bei.

Tatsächlich passiert Koffein die Blut-Hirn-Schranke ungehindert. Koffein ähnelt in seiner chemischen Struktur dem körpereigenen Adenosin. Es entfaltet seine anregende Wirkung im Gehirn, indem es die Adenosin-Rezeptoren A1 und A2A besetzt. Damit verhindert es den Zutritt von Adenosin zum Rezeptor und schwächt so dessen drosselnde Wirkung ab: Neurotransmitter wie zum Beispiel Dopamin werden (weiterhin) ausgeschüttet und die Erregungsweiterleitung von Impulsen erleichtert (40, 45).

Schon lange ist zudem bekannt, dass Koffein schmerzlindernde Eigenschaften besitzt. Auch dies spielt laut Experten eine Rolle: Athleten, die vor einem intensiven Ausdauertraining Koffein zu sich genommen hatten, klagten während und nach der Übung seltener über Muskelschmerz als die Teilnehmer, die lediglich ein Placebo erhalten hatten (46, 47, 48). Die Verringerung von Schmerzen könne zu anhaltend kräftigeren Muskelkontraktionen führen und somit die Leistung verbessern.

Unterstützt wird diese Hypothese durch eine neuere Studie, bei der die Testpersonen intensives Gewichtstemmen absolvieren sollten. Teilnehmer, die zuvor Koffein eingenommen hatten, zeigten nicht nur bessere Leistungen, sie nahmen auch die Anstrengung und Muskelschmerzen weniger wahr als Personen in der Kontrollgruppe ohne Koffein (49).

Interessant ist das Ergebnis einer Studie, die darauf hinweist, dass die schmerzlindernde Wirkung auf stark beanspruchte Muskelgruppen nach einem intensiven Training bis zu drei Tage anhalten kann (50).





Wirken Kaffee oder Koffein ENTWÄSSERND?

Die Flüssigkeitsbilanz ist besonders für Spitzenathleten, aber auch für Freizeitsportler ein wichtiges Thema, denn eine Dehydrierung führt zu einer Leistungsverminderung. Kaffee galt lange Zeit fälschlicherweise als „entwässernd“. Sportler waren verunsichert, ob der Genuss von Kaffee oder die Einnahme von Koffein vor oder während des Trainings nachteilig sein könnte. Doch dieser Mythos wurde inzwischen widerlegt.

Laut Berufsverband Deutscher Internisten e. V. (BDI) haben Studien gezeigt, dass sich die Wirkung von Kaffee auf den Wasserhaushalt kaum von der von Wasser unterscheidet (Meldung der „Internisten im Netz“ vom 29.9.2008, herausgegeben vom BDI). Wer Kaffee trinkt, scheidet demnach bis zu 84 Prozent der aufgenommenen Flüssigkeit innerhalb eines Tages wieder über den Urin aus. Wer reines Wasser trinkt, scheidet bis zu 81 Prozent aus – ein vernachlässigbarer Unterschied. Kurzzeitig erhöht Koffein zwar die Filterfunktion der Nieren, sodass mehr Urin gebildet wird. Dieser Effekt lässt aber schnell wieder nach. Koffeinhaltige Getränke können laut BDI durchaus in die tägliche Flüssigkeitsbilanz miteinbezogen werden.

Eine Studie aus dem Jahr 2014, die blutphysiologische Parameter wie den Natrium- und Kaliumhaushalt, Osmolalität im Serum oder Hämatokrit untersuchte, bestätigte, dass bei moderatem Kaffeegenuss die Flüssigkeitsbilanz ausgeglichen bleibt (51).

Die Auswirkung von Koffein wurde auch speziell in Bezug auf Sportler untersucht. In einer Studie wurde nachgewiesen, dass es zu keinem erhöhten Flüssigkeitsverlust beim Sport durch die Einnahme von Koffein kommt (52). Eine weitere Studie zeigte, dass, in moderaten Mengen genossen, weder Koffein noch Kaffee eine Auswirkung auf den Wasserhaushalt oder die Wärmeregulation von Sportlern hat (53). Ein Review aus dem Jahr 2002 kam zu dem Schluss, dass die Einnahme von 300 mg Koffein am Tag (das entspricht etwa der Menge von zwei bis drei Tassen Kaffee) keinen negativen Einfluss auf die Flüssigkeitsbilanz hat. Die Studienautoren führten aus, dass sich Koffein selbst in heißen Klimata, in denen der Flüssigkeitsverlust maximal ist, nicht nachteilig auf die Leistung auswirkt (54).

Die „International Society of Sports Nutrition“ hat schließlich 2010 zur Anwendung von Koffein bei Sportlern Stellung genommen. In ihrem aufwendigen Positionspapier kommt die Gesellschaft zu dem Schluss, dass die wissenschaftliche Literatur keinen Hinweis darauf gibt, dass Koffein während sportlicher Tätigkeit dem Körper Wasser entzieht oder die Flüssigkeitsbalance stört (55).

Eine Metaanalyse aus 2014 bestätigte dies: Koffein hatte zwar einen minimalen diuretischen Effekt, der aber durch das Training aufgehoben wurde. Bedenken wegen eines Flüssigkeitsverlustes sind unberechtigt, so die Studienautoren, besonders dann, wenn die Koffeinaufnahme vor dem Training stattfindet (56).





FAZIT



- Sportler schätzen schon seit Langem die leistungssteigernde Wirkung von Kaffee beim Training oder im Wettkampf.
- Forscher sind sich einig, dass vor allem das im Kaffee enthaltene Koffein für die ergogenen Effekte verantwortlich ist.
- Die leistungssteigernde Wirkung macht sich besonders im Ausdauersport bemerkbar, was weithin bekannt ist.
- Neuere Forschungsergebnisse weisen aber darauf hin, dass Koffein auch bei kurzen, intensiven sportlichen Anstrengungen wie Krafttraining oder im Mannschaftssport zu einer Leistungssteigerung führen kann.
- Laut Studien reichen moderate Dosen (= 3 mg Koffein pro kg Körpergewicht, also etwa 200 bis 300 mg Koffein oder zwei bis drei Tassen Kaffee) aus, um einen leistungssteigernden Effekt zu erzielen.
- Ob das Koffein in Form eines Kaffeegetränkes oder z. B. als Kaffeetablette eingenommen wird, scheint keinen großen Einfluss auf die Stärke der Wirksamkeit zu haben.
- Es ist noch offen, wodurch genau es zu Schwankungen in der leistungssteigernden Wirkung von Koffein kommt. Möglicherweise spielen hierbei verschiedene Faktoren eine Rolle, wie die Gewöhnung an Koffein oder die Tageszeit der Einnahme und des Trainings.
- Sportler, die in moderaten Mengen Kaffee oder Koffein zu sich nehmen, brauchen nicht zu befürchten, dass dem Körper dadurch Wasser entzogen oder die Flüssigkeitsbalance gestört würde.



LITERATUR

1. Barone JJ and Roberts HR (1996) Caffeine consumption. *Food Chem Toxicol* (England) 34(1): 119–129
2. EFSA erklärt Risikobewertung: Koffein; Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA), 2015; abrufbar unter www.efsa.europa.eu/de/corporate/pub/efsaexplainscaffeine150527
3. Graham TE (2001) Caffeine and exercise: Metabolism, endurance, and performance. *Sports Med* 31: 785–807
4. Engels HJ, Wirth JC, Celik S, and Dorsey JL (1999) Influence of caffeine on metabolic and cardiovascular functions during sustained light intensity cycling and at rest. *Int J Sports Nutr* 9: 61–370
5. Karapetian GK et al. (2012) Effect of caffeine on LT, VT and HRVT. *Int J Sports Med*, 33, 507–513, 2012
6. Hodgson AB et al. (2013) The metabolic and performance effects of caffeine compared to coffee during endurance exercise. *PLoS One*. 8(4):e59561
7. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) (2011). Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to caffeine and increase in physical performance during short-term high-intensity exercise (ID 737, 1486, 1489), increase in endurance performance (ID 737, 1486), increase in endurance capacity (ID 1488) and reduction in the rated perceived exertion/effort during exercise (ID 1488, 1490) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA Journal*;9(4):2053. doi:10.2903/j.efsa.2011.2053
8. Conway KJ, Orr R and Stannard SR (2003) Effect of divides caffeine dose on endurance cycling performance, postexercise urinary caffeine concentration, and plasma paraxanthine. *J Appl Physiol* 94: 1557–1562
9. Cox GR, Desbrow B, Montgomery PG, Anderson ME, Bruce CR, Macrides TA, Martin DT, Moquin A, Roberts A, Hawley JA and Burke LM (2002) Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. *J Appl Physiol* (United States) 93(3): 990–999
10. Deibert P, Koenig D, Dickhuth H H and Berg A (2005) The gastrointestinal system: The relationship between an athlete's health and sport performance. *International Sportmed Journal*, 6, 130–140
11. Desbrow B et al. (2012) The effects of different doses of caffeine in endurance cycling time trial performance. *J Sports Sci.*, 30(2):115–20
12. Bruce CR et al. (2000) Enhancement of 2000-m rowing performance after caffeine ingestion. *Med Sci Sports Exerc* 32: 1958–1963
13. Graham TE and Spriet LL (1995) Metabolic, catecholamine, and exercise performance responses to various doses of caffeine. *J Appl Physiol* 78: 867–874
14. Pasman WJ et al. (1995) The effect of different dosages of caffeine on endurance performance time. *Int J Sports Med* 16(4): 225–230
15. Burke LM (2008) Caffeine and sports performance. *Appl Physiol Nutr Metab* 33: 1319–1334
16. Cox GR, Desbrow B, Montgomery PG et al. (2002) Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. *J Appl Physiol* (United States) 93(3): 990–999
17. Doherty B and Smith PM (2005) Effects of caffeine ingestion on rating of perceived exertion during and after exercise: A meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports* 15: 69–78
18. Goldstein ER et al. (2010) International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *Journal of the International Society of Sports and Nutrition* 7:5, doi: 10.1186/1550-2783-7-5
19. Backhouse SH et al. (2011) Appetite. DOI: 10.1016/j.appet.2011.05.304
20. Doherty M and Smith PM (2004) Effects of caffeine ingestion on exercise testing: a meta-analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 14: 626–648
21. Ganio MS et al. (2009) Effect of Caffeine on Sport-Specific Endurance Performance: A Systematic Review. *Strength and Conditioning Research* www.nsca.jsrc.org
22. Sökmen B et al. (2008) Caffeine use in sports: consideration for the athlete. *J Strength Cond Res* 22: 978–986
23. Astorino TA and Roberson DW (2009) Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: a systematic review. *J Strength Cond Res*
24. Duncan MJ, Oxford SW (2011) J Strength Cond Res Duncan MJ; Oxford SW. The effect of caffeine ingestion on mood state and bench press performance to failure. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25(1): 178–185
25. Behrens M (2015) Caffeine-induced increase in voluntary activation and strength of the quadriceps muscle during isometric, concentric and eccentric contractions. *Nature Scientific Reports* 5, Article number: 10209, doi:10.1038/srep10209
26. Timmins TD & Saunders DH (2014) Effect of Caffeine Ingestion on Maximal Voluntary Contraction Strength in Upper and Lower Body Muscle Groups. *Journal of Strength and Conditioning Research Publish Ahead of Print* DOI: 10.1519/JSC.0000000000000447

27. Mora-Rodríguez R et al. (2014) Improvements on neuromuscular performance with caffeine ingestion depend on the time-of-day. *J Sci Med Sport* (2014), doi.org/10.1016/j.jsams.2014.04.010
28. Spriet LL (2014) Exercise and Sport Performance with Low Doses of Caffeine. *Sports Med* (2014) 44 (Suppl 2):S175–S184 DOI 10.1007/s40279-014-0257-8
29. Doherty M et al. (2002) Caffeine is ergogenic following supplementation of oral creatine monohydrate. *Med Sci Sports Exerc* 34: 1785–1792
30. Doherty M et al. (2004) Caffeine lowers perceptual response and increases power output during high-intensity cycling. *J Sports Sci* 22: 637–643
31. Wiles JD et al. (2006) The effects of caffeine ingestion on performance time, speed and power during a laboratory-based 1 km cycling time-trial. *J Sports Sci* 24: 1165–1171
32. Hudson GM et al. (2007) Effects of caffeine and aspirin on resistance training performance, RPE and pain perception. *Med Sci Sports Exerc* 39: S248
33. Plaskett CJ and Cafarelli E (2001) Caffeine increases endurance and attenuates force sensation during maximal isometric contractions. *J ApplPhysiol* 91: 1535–1544
34. Maridakis V et al. (2007) Caffeine attenuates delayed-onset muscle pain and force loss following eccentric exercise. *J Pain* 8: 237–243
35. Van Soeren MH and Graham TE (1998) Effect of caffeine on metabolism, exercise endurance, and catecholamine responses after withdrawal. *J ApplPhysiol* 85: 1493–1501
36. Bell DG and McLellan TM (2002) Exercise endurance 1, 3 and 6 h after caffeine ingestion in caffeine users and non-users. *J ApplPhysiol* 93: 1227–1234
37. McLellan TM and Bell DG (2004) The impact of prior coffee consumption on the subsequent ergogenic effect of anhydrous caffeine. *Int J Sport NutrExercMetab* 14: 698–708
38. Dodd SL et al. (1991) The effects of caffeine on graded exercise performance in caffeine naive versus habituated subjects. *Eur J ApplPhysiolOccupPhysiol* 62: 424–429
39. Irwin C et al. (2011) Caffeine withdrawal and high-intensity endurance cycling performance. *J Sports Sci*, Mar 29(5):509–15.
40. Davis JM et al. (2003) Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. *Am J Physiol-RegulIntegr Comp Physiol* 284: R399–R404
41. Kalmár JM and Cafarelli E (2004) Caffeine: a valuable tool to study central fatigue in humans? *Exerc Sport Sci Rev* 32: 144–147.
42. Keisler BD and Armsey TD (2006) Caffeine as an ergogenic aid. *Curr Sports Med Rep* 5: 215–219
43. Paluska SA (2003) Caffeine and exercise. *Curr Sports Med Rep* 2: 213–219
44. Judelson DA et al. (2005) Effect of chronic caffeine intake on choice reaction time, mood, and visual vigilance. *PhysiolBehav* 85: 629–634
45. Biaggioni I et al. (1991) Caffeine and theophylline as adenosine receptor antagonists in humans. *J PharmacolExpTher* 258: 588–593
46. Gliottoni RC et al. (2009) Effect of caffeine on quadriceps muscle pain during acute cycling exercise in low versus high caffeine consumers. *Int J Sport NutrExercMetab* 2009 Apr;19(2): 150–161
47. Bellar D et al. (2011) The effects of low-dose caffeine on perceived pain during a grip to exhaustion task. *J Strength Cond Res* 25 (5): 1225–1228
48. Davis J.K. et al. (2009) Caffeine and Anaerobic Performance – Ergogenic Value and Mechanisms of Action. *Sports Medicine*, 39, 813–832
49. Duncan MJ et al. (2012) Acute caffeine ingestion enhances performance and dampens muscle pain following resistance exercise to failure. *J Sports Med Phy Fitness*. Vol 52 (3):280–57
50. Hurley CF et al. (2013) The effect of caffeine ingestion on delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res*. Vol 27 (11) 3101–9
51. Killer S et al. (2014) No Evidence of Dehydration with Moderate Daily Coffee Intake: A Counterbalanced Cross-Over Study in a Free-Living Population. *Public Library of Science (PLOS one)*
52. Wemple RD, Lamb DR, McKeever KH (1997) Caffeine vs caffeine-free sports drinks: effects on urine production at rest and during prolonged exercise. *Int J Sports Med (Germany)* 18(1): 40–46
53. Armstrong et al. (2007) Caffeine, fluid-electrolyte balance, temperature regulation, and exercise-heat tolerance. *Exerc Sport Sci Rev* 35: 135–140
54. Armstrong LE (2002) Caffeine, body fluid-electrolyte balance, and exercise performance. *Int J Sport Nutr and ExercMeta.b*, 12, 205–222
55. Goldstein E et al. (2010) International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 7(1): 5
56. Zhang Y et al. (2014) Caffeine and diuresis during rest and exercise: A meta-analysis. *J Sci Med Sport*, S1440–2440(14)

In dieser Reihe sind auch folgende Broschüren erhältlich:



„Kaffee - Wirkungen auf die Gesundheit“

(5. Auflage 2014), 16 Seiten

Richtet sich an Verbraucher und gibt einen ersten Einblick ins Thema.

Stichwort bei Bestellung: Kaffee – Verbraucher



„Kaffee - Wirkungen auf die Gesundheit.

Was sagt die Wissenschaft?“

(4. Auflage 2013), 80 Seiten

Fasst die Studienergebnisse zusammen und richtet sich in erster Linie an medizinisches Fachpersonal.

Stichwort bei Bestellung: Kaffee – Wissenschaft



„Kaffee + Gesundheit - Antworten auf häufige Fragen“

(1. Auflage 2014), 12 Seiten

Kurz und prägnant werden sieben häufig gestellte Fragen zu Kaffee und seinen Wirkungen beantwortet.

Stichwort bei Bestellung: Kaffee + Gesundheit

Die Broschüren können unter Angabe des Stichworts kostenlos bestellt werden:

Deutsches Grünes Kreuz e. V.

Stichwort _____

Biegenstraße 6

35037 Marburg

Sie benötigen größere Stückzahlen?

Wenden Sie sich bitte an

Heike Schuch

Tel.: 0 64 21 / 293 - 129

Fax: 0 64 21 / 293 - 729

E-Mail: heike.schuch@dgk.de

www.kaffee-wirkungen.de/informationmaterial

Weitere Informationen und aktuelle Meldungen
zum Thema „Kaffee und Gesundheit“
finden Sie auf folgender Internetseite:

www.kaffee-wirkungen.de