

Koffein

Klassifizierung

A Performance Supplement

Der Einsatz kann in spezifischen Situationen im Sport Sinn machen. Voraussetzung ist aber eine Nutzung, die auf die individuelle Situation massgeschneidert ist und auf den aktuellen Erkenntnissen der Forschung basiert. Bei unsachgemässer Nutzung eines A-Supplementes ohne Anpassung an die individuelle Situation wird das Supplement automatisch zu einem C-Supplement. Eine solche Nutzung ist daher nicht empfohlen.

Kein A-Supplement ist pauschal für alle Situationen, Personen oder Sportarten geeignet.

Allgemeine Beschreibung

Koffein ist ein natürlicher Wirkstoff der Kaffeebohne, der Kolanuss, der Mateblätter, der Guarana-Beere, der Kakaobohne und der Teepflanze (Schwarz- und Grüntee). Es zählt zu den ältesten Genuss- und Arzneimitteln der Welt. Verschiedene ursprüngliche Lebensmittel wie Kaffee oder Tee wie auch diverse Sportnahrungsmittel (z.B. Sportgetränke oder Gels) oder Energy-Drinks enthalten Koffein (Tabelle). Auch Kaugummis mit Koffein werden im Sport eingesetzt [1]. Zudem weisen auch einige Medikamente Koffein in Mengen von ca. 50-100 mg pro Dosis auf.

Lebensmittel	Portion	Koffeingehalt
Kaffee	150 ml	80-150 mg
Espresso	30 ml	30-80 mg
Schwarztee	1 Tasse	20-40 mg
Milchschokolade	100 g	15 mg
Koffeinierter Gel	1 Gel	50 mg*
Coca Cola	250 ml	25 mg
Red Bull	250 ml	80 mg

Diese Werte sind verschiedenen Quellen entnommen. Der Koffeingehalt der natürlichen Lebensmittel ist sehr variabel und kann ausserhalb der angegebenen Bereiche liegen. So mass man z.B. in einer Studie bei mit guten Maschinen hergestelltem Espresso in Abhängigkeit der Kaffeebohne Werte zwischen 115 und 200 mg/25 mL [2].

* Menge variiert bei verschiedenen Produkten.

Metabolismus, Funktion, allgemeine Wirkung

Koffein ist ein Aufputschmittel und hat eine allgemein anregende Wirkung. Es wird nach oraler Einnahme schnell und praktisch vollständig ins Blut aufgenommen. Die Konzentration im Blut steigt nach 15 Minuten an und erreicht innert 30-90 min ihren Höchstwert. Im Durchschnitt fällt die Blutkonzentration ca. 3-5 h nach der Einnahme auf die Hälfte des Höchstwertes zurück. Die leistungssteigernde Wirkung hält 3-6 h an. Der Abbau erfolgt hauptsächlich in der Leber, die Ausscheidung der Stoffwechselprodukte erfolgt über die Nieren [3]. Wie und ob die Wirkung von Koffein von genetischen Komponenten wie Genmutationen des

ADORA2A und des CYP1A2 Gen's abhängt, scheint noch nicht vollends geklärt [4-6].

Es ist zudem möglich, dass die Wirkung von Koffein durch eine positive Erwartungshaltung (Placeboeffekt) unterstützt wird [7].

Spezifische Wirkung auf die Leistungsfähigkeit

Koffein kann die körperliche Leistungsfähigkeit positiv beeinflussen. Es wirkt einerseits direkt auf das Gehirn und kann so die Wahrnehmung von Müdigkeit, Belastung und Schmerzen reduzieren. Andererseits spielen auch Effekte auf die Muskelzelle eine Rolle (z.B. erhöhte Muskelkontraktion) [8]. Koffein scheint zudem die Aufnahme von Kohlenhydraten im Darm zu erhöhen [9]. Ob Koffein zudem eine positive Auswirkung auf Trainingsadaptationen hat, ist noch ungeklärt [10].

In folgenden Situationen kann Koffein die Leistung positiv beeinflussen:

- Bei Ausdauerleistungen über 20 min [2, 3, 8, 11, 12]
- Bei hochintensiven Belastungen von 1-20 min Dauer [13, 14]
- Mentale und kognitive Leistung [15-17]
- Bei intensiven Intervallbelastungen (z.B. Teamsportarten) [14, 18]
- Bei Maximalkraftbelastungen [16, 19]

Zudem dient Koffein dem Wohlbefinden, der psychischen Aktivierung des Athleten oder es wird gegen Müdigkeit eingesetzt (z.B. an langen Wettkampftagen mit wiederholten Einsätzen) [18, 20, 21].

Koffein kann die Freisetzung von Fettsäuren aus dem Fettgewebe und in spezifischen Laborsituationen die Fettverbrennung leicht erhöhen. Allerdings konnte gezeigt werden, dass Koffein keinen relevanten Effekt auf die Fettverbrennung im Sport hat [22, 23].

Die Leistungseffekte von Koffein scheinen bei nicht Koffein gewohnten Personen (kein regelmässiger Kaffee- und Teekonsum) etwas grösser zu sein und länger anzudauern als bei Koffein Gewohnten (regelmässige Kaffeetrinker) [16, 21]. Ob sich deshalb Kaffeetrinker vor einem Wettkampf entwöhnen sollen, ist nicht schlüssig zu beantworten, da Entzugserscheinungen wie Müdigkeit, Kopfschmerzen, Konzentrationsstörungen und Schlafproblemen auftreten können [14] und damit die Leistungsfähigkeit beeinträchtigen. Durch eine gezielte Dosisreduktion (ca. eine Woche vor einem wichtigen Wettkampf) können diese Entzugserscheinungen am Tag „X“ reduziert werden [24].

Ob Koffein auch bei heissen Temperaturen eine Leistungssteigerung bewirkt, kann aufgrund der fehlenden Datenlage noch nicht abschliessend beurteilt werden.

Nebenwirkungen und Wechselwirkungen

Es scheint, als sei eine moderate Dosierung von ~3 mg/kg pro Tag über einen längeren Zeitraum unproblematisch für die meisten Athleten¹⁶. Jedoch erzeugen individuelle Faktoren grosse Unterschiede in der optimalen Dosierung, sowie im Timing und in der chronischen Zufuhr (Gewöhnung) sowie in den Symptomen bei Aussetzen der gewohnten Koffeinzufuhr.

Mögliche Nebenwirkungen, vor allem bei nicht Koffein gewohnten Personen, sind Herzrasen, Zittern, Schlafstörungen, Kopfschmerzen und unregelmässiger Puls.

Koffein wird häufig eine (auf alten Studien beruhende) dehydrierende (=harntreibende) Wirkung nachgesagt. Bei nicht Koffein gewohnten Personen kann zwar tatsächlich eine leichte harntreibende Wirkung auftreten. Bei Koffein gewohnten Personen tritt diese Wirkung jedoch nicht mehr auf und es sind keine Beeinträchtigungen des Flüssigkeitshaushalts zu erwarten [25].

Koffein kann den Schlaf und somit die Erholung des Athleten beeinträchtigen [26]. So reduzieren sich gemäss einer Meta-Analyse die Schlafdauer um 45 min und die Schlaffeffizienz um 7%, wobei sich die Einschlafzeit um 9 min und die Wachstadien während dem Schlaf um 12 min verlängern [26]. Damit diese Verschlechterung der Schlafqualität und -dauer vermieden werden kann, schlägt der Artikel vor, mindestens 8.8 h vor dem Einschlafen kein Koffein mehr zu konsumieren. Werden gar höhere Dosierungen als ein Kaffee (Bsp. 200 mg Koffein als pre-workout Supplement) eingenommen, so wird ein Stopp 13.2 h vor der Schlafenszeit empfohlen.

Die Kombination von Koffein und Kreatin kann evtl. die leistungssteigernden Effekte von Kreatin vermindern (siehe Infoblatt zum Kreatin) [27, 28].

Bei heissen Umgebungsbedingungen könnte Koffein ebenfalls leistungsrelevante Effekte haben, wobei auch die Körperkern-temperatur leicht stärker ansteigt im Vergleich zu Placebo [29, 30].

Anwendung und Dosierung

Koffein wird im Verhältnis zum Körpergewicht dosiert. In früheren Studien kam meistens 5-6 mg Koffein pro kg Körpergewicht zum Einsatz. In späteren Untersuchungen wurde festgestellt, dass Dosierungen um 3 mg pro kg gleich wirksam sind wie 6 mg pro kg. Auch geringere Dosierungen zwischen 1 bis 3 mg pro kg können leistungssteigernde Effekte aufweisen [31]. Klassischerweise wurde Koffein dabei 1 h vor Belastung eingenommen, damit zu Beginn der Belastung die maximale Blutkonzentration erreicht war¹¹. Koffeindosen über 6 mg pro kg Körpergewicht können zu einer Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit führen.

Seit 2004 ist das Koffein von der Liste der verbotenen Substanzen der World Antidoping Agency (WADA) gestrichen. Bei Dopingkontrollen wird jedoch routinemässig die Koffeinkonzentration im Urin gemessen, um den Einsatz des Supplements im Wettkampf zu überwachen.

Bei längeren Ausdauerbelastungen kann Koffein auch erst während des Wettkampfs eingenommen werden. Beispielsweise können 1-2 mg pro kg Koffein mindestens 60-30 min vor Ende eines ca. dreistündigen Wettkampfs eingenommen gleich wirk-

sam sein wie 6 mg pro kg Koffein 1 h vor Belastung⁶. Diese kleinen Koffeinemengen können über Sportnahrungsmittel, Sportgetränke oder geschütteltes Cola (z.B. 2 x ca. 350 ml) aufgenommen werden. Das Koffein kann auch auf mehrere Dosen über die gesamte Wettkampfdauer aufgeteilt werden. Folgende Einnahmeprotokolle werden je nach Belastungsdauer bzw. -intensität oder Sportart empfohlen:

- 3-6 mg pro kg Körpergewicht 1 h vor Belastung
- 3-6 mg pro kg in Dosen à 0.3 - 1.0 mg pro kg Körpergewicht über die gesamte Wettkampfdauer verteilt
- 1-2 mg pro kg Körpergewicht spätestens 30 min vor Wettkampfbeginn

Die Koffeinkonzentration im Blut steigt nach Einnahme von Koffein oder Kaffee gleichermassen an. Die Leistung scheint von der Art der Koffeinzufuhr nicht abhängig zu sein [32].

Da der Koffeingehalt in Kaffee aufgrund der natürlichen Variation kaum geschätzt werden kann, sollten für den Einsatz von Koffein als Supplement Produkte mit genau definiertem Koffeingehalt eingesetzt werden.

Zudem wäre es beim gezielten Einsatz von Koffein an Wettkämpfen sinnvoll, die Koffeinaufnahme über Kaffee, Energydrinks, Cola-Getränke usw. möglichst auf den Wettkampf abzustimmen. Bei Schlafproblemen nach Koffeineinnahme ist der Einsatz von Koffein bei Abendwettkämpfen gut zu planen, um die Erholung nicht zu beeinträchtigen.

Generell gilt, die Koffein-Strategie individuell auszutesten und zu verfeinern, um die unerwünschten Nebeneffekte zu minimieren²⁰.

Quellen

1. Barreto, G., et al., *Effects of caffeine chewing gum supplementation on exercise performance: A systematic review and meta-analysis*. Eur J Sport Sci, 2023. **23**(5): p. 714-725.
2. Caprioli, G., et al., *Quantification of caffeine, trigonelline and nicotinic acid in espresso coffee: the influence of espresso machines and coffee cultivars*. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 2014. **65**(4): p. 465-9.
3. Magkos, F. and S.A. Kavouras, *Caffeine use in sports, pharmacokinetics in man, and cellular mechanisms of action*. Crit Rev Food Sci Nutr, 2005. **45**(7-8): p. 535-62.
4. Pickering, C. and J. Grgic, *Caffeine and Exercise: What Next?* Sports Med, 2019. **49**(7): p. 1007-1030.
5. Glaister, M., et al., *Caffeine, exercise physiology, and time-trial performance: no effect of*. Appl Physiol Nutr Metab, 2021. **46**(6): p. 541-551.
6. Grgic, J., et al., *CYP1A2 genotype and acute ergogenic effects of caffeine intake on exercise performance: a systematic review*. Eur J Nutr, 2021. **60**(3): p. 1181-1195.
7. Shabir, A., et al., *The Influence of Caffeine Expectancies on Sport, Exercise, and Cognitive Performance*. Nutrients, 2018. **10**(10).
8. Fredholm, B.B., *On the mechanism of action of theophylline and caffeine*. Acta Med Scand, 1985. **217**(2): p. 149-53.

9. Hulston, C.J. and A.E. Jeukendrup, *Substrate metabolism and exercise performance with caffeine and carbohydrate intake*. Med Sci Sports Exerc, 2008. **40**(12): p. 2096-104.
10. Rothschild, J.A. and D.J. Bishop, *Effects of Dietary Supplements on Adaptations to Endurance Training*. Sports Med, 2020. **50**(1): p. 25-53.
11. Southward, K., K.J. Rutherford-Markwick, and A. Ali, *The Effect of Acute Caffeine Ingestion on Endurance Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis*. Sports Med, 2018. **48**(8): p. 1913-1928.
12. Glaister, M. and C. Gissane, *Caffeine and Physiological Responses to Submaximal Exercise: A Meta-Analysis*. Int J Sports Physiol Perform, 2018. **13**(4): p. 402-411.
13. Wang, Z., et al., *Effects of Caffeine Intake on Endurance Running Performance and Time to Exhaustion: A Systematic Review and Meta-Analysis*. Nutrients, 2022. **15**(1).
14. Juliano, L.M. and R.R. Griffiths, *A critical review of caffeine withdrawal: empirical validation of symptoms and signs, incidence, severity, and associated features*. Psychopharmacology (Berl), 2004. **176**(1): p. 1-29.
15. Hack, B., et al., *Effect of Guarana* (Nutrients, 2023. **15**(2).
16. Guest, N.S., et al., *International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance*. J Int Soc Sports Nutr, 2021. **18**(1): p. 1.
17. Kennedy, D.O. and E.L. Wightman, *Mental Performance and Sport: Caffeine and Co-consumed Bioactive Ingredients*. Sports Med, 2022. **52**(Suppl 1): p. 69-90.
18. Burke, L.M., *Caffeine and sports performance*. Appl Physiol Nutr Metab, 2008. **33**(6): p. 1319-34.
19. Grgic, J., *Effects of Caffeine on Resistance Exercise: A Review of Recent Research*. Sports Med, 2021. **51**(11): p. 2281-2298.
20. Cristina-Souza, G., et al., *Caffeine Increases Endurance Performance via Changes in Neural and Muscular Determinants of Performance Fatigability*. Med Sci Sports Exerc, 2022. **54**(9): p. 1591-1603.
21. Goldstein, E.R., et al., *International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance*. J Int Soc Sports Nutr, 2010. **7**(1): p. 5.
22. Graham, T.E., et al., *Caffeine ingestion does not alter carbohydrate or fat metabolism in human skeletal muscle during exercise*. J Physiol, 2000. **529 Pt 3**(Pt 3): p. 837-47.
23. Collado-Mateo, D., et al., *Effect of Acute Caffeine Intake on the Fat Oxidation Rate during Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis*. Nutrients, 2020. **12**(12).
24. Beaumont, R., et al., *Chronic ingestion of a low dose of caffeine induces tolerance to the performance benefits of caffeine*. J Sports Sci, 2017. **35**(19): p. 1920-1927.
25. Zhang, Y., et al., *Caffeine and diuresis during rest and exercise: A meta-analysis*. Journal of Science and Medicine in Sport, 2015. **18**(5): p. 569-74.
26. Gardiner, C., et al., *The effect of caffeine on subsequent sleep: A systematic review and meta-analysis*. Sleep Med Rev, 2023. **69**: p. 101764.
27. Trexler, E.T. and A.E. Smith-Ryan, *Creatine and Caffeine: Considerations for Concurrent Supplementation*. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2015. **25**(6): p. 607-23.
28. Elosegui, S., et al., *Interaction Between Caffeine and Creatine When Used as Concurrent Ergogenic Supplements: A Systematic Review*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2022. **32**(4): p. 285-295.
29. Naulleau, C., et al., *Effect of Pre-Exercise Caffeine Intake on Endurance Performance and Core Temperature Regulation During Exercise in the Heat: A Systematic Review with Meta-Analysis*, in *Sports Med*. 2022, © 2022. The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature Switzerland AG.: New Zealand. p. 2431-2445.
30. Peel, J.S., et al., *The Effect of Dietary Supplements on Endurance Exercise Performance and Core Temperature in Hot Environments: A Meta-analysis and Meta-regression*. Sports Med, 2021. **51**(11): p. 2351-2371.
31. Grgic, J., *Exploring the minimum ergogenic dose of caffeine on resistance exercise performance: A meta-analytic approach*. Nutrition, 2022. **97**: p. 111604.
32. Hodgson, A.B., R.K. Randell, and A.E. Jeukendrup, *The metabolic and performance effects of caffeine compared to coffee during endurance exercise*. PLoS One, 2013. **8**(4): p. e59561.

Update:	Dr. Joëlle Flück
Review:	AG Supplementguide der SSNS
Datum:	September 2023, Version 4.0
Gültigkeit:	September 2026