

1.1

Einführung in die Sporternährung



▲ Abb. 1: Einflussfaktoren der sportlichen Leistungsfähigkeit

Seit vielen Jahren versuchen Sportler, Trainingswissenschaftler, Sportmediziner, Biomechaniker, Techniker u. v. a. m., die Leistungsfähigkeit der Sportler zu verbessern. Während die klassischen sportwissenschaftlichen Disziplinen (Trainingswissenschaften, Sportmedizin, Sportpsychologie, Sportsoziologie usw.) schon lange und umfassend erforscht werden, rückt das Feld der Sporternährung erst nach und nach in den Fokus. Sportler, Trainer und Wissenschaftler wittern in der Sporternährung eine Reserve zur Steigerung der sportlichen Leistungsfähigkeit.

Je professioneller der Sport betrieben wird, umso bedeutender wird auch das Puzzlestück der Ernährung für die Steigerung der sportlichen Leistungsfähigkeit.

Ernährung und Sport, stehen also in einer Wechselbeziehung und können sich positiv wie negativ beeinflussen.

Diese Sportler äußern ihre Erfahrungen zu dieser Thematik:

Tim (16), Schwimmer:
Wenn ich vor dem Training zu viel esse, bekomme ich Seitenstechen und mir wird schlecht. Nach dem Training habe ich meist so einen Hunger, dass ich zwei Pizzen verdrücken könnte.

Kira (17), Mittelstreckenläuferin:
Als ich an einem heißen Sommertag vor dem Training zu wenig getrunken habe, musste ich meinen Dauerlauf abbrechen. Mir wurde richtig schwindelig.

Maria (19), Kickboxerin:
Um die Gewichtsklasse für die Wettkämpfe zu erreichen, gehe ich vor dem Wiegen in die Sauna, trinke und esse sehr wenig. Bei uns heißt das „Gewichtsmachen“. So, wie ich mich dabei fühle, kann das nicht gesund sein.



Welche Erfahrungen zum gegenseitigen Einfluss von Ernährung und Sport hast du gemacht?



▲ Abb. 2 Einflussbereiche der Ernährung auf die sportliche Leistungsfähigkeit (nach Collins et al., British Journal of Sports Medicine, 2020)

1.3

Definition Sporternährung

Definition „Unter der Sporternährung versteht man eine auf sportliche Betätigung bzw. körperliche Belastung ausgerichtete Zufuhr von Nahrungsmitteln bzw. Flüssigkeit.“ (Raschka und Ruf, 2012)



Diese allgemein formulierte Definition lässt sich nach den jeweiligen

- Belastungsanforderungen der Sportart (vgl. Kapitel 6–8),
- Trainings-/Vorwettkampf-/Wettkampf-/Regenerationsphasen
- sowie nach dem Leistungsniveau des Sportlers

weiter präzisieren.

Das Schweizer Forum für Sporternährung hat eine Lebensmittelpyramide erstellt, die an die speziellen Bedürfnisse von Sportlern angepasst ist. Sie berücksichtigt einen erhöhten Energie-, Nährstoff- und Flüssigkeitsbedarf. Sie ist die Ernährungsgrundlage für gesunde erwachsene Sportler, die ca. 5 oder mehr Stunden Sport pro Woche betreiben. Diese Ernährungsvorgaben vollständig und richtig umzusetzen, ist eine große Herausforderung.



Ziel der Sportler sollte es sein, die 10 Regeln der DGE sowie die Lebensmittelpyramide für Sportler der SGE vollständig umzusetzen. Nahrungsergänzungsmittel und Spezialdiäten sind dann überflüssig.

Gelingt es dir immer, die Vielfalt der einzelnen Pyramidenebenen auszunutzen? Probiere doch anstatt Nudeln und Reis mal Quinoa, Amarant, Hirse oder Hülsenfrüchte. Wie bunt sieht dein Teller aus? Nutzt du die Farbvielfalt der Lebensmittel aus? Trinkst du täglich 2–3 Liter ungesüßte, kalorienarme Getränke?



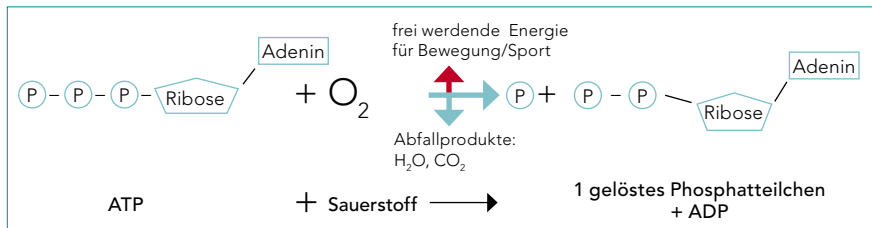
2.1

Grundlagen der Energiebereitstellung und Energiespeicherung

Adenosintriphosphat (ATP) und die Energiebereitstellung

Die Energiebereitstellung spielt im Sport eine große Rolle. Daher ist es wichtig, der Frage auf den Grund zu gehen, woher der menschliche Körper Energie bezieht. ATP spielt dabei eine besondere Rolle. ATP ist sozusagen die Währung, mit der die Energie bezahlt wird. Benötigt der menschliche Körper Energie, weil er z. B. sportlich aktiv ist, so wird diese Energie aus ATP gewonnen. ATP ist eine energiereiche Verbindung, bestehend aus Adenin (eine Nukleinbase), Ribose (ein Fünffachzucker) und 3 Phosphatteilchen (vgl. Abb. 1). ATP wird im Kraftwerk der Zelle, dem **Mitochondrium**, hergestellt.

Braucht der Körper also Energie für die Muskeltätigkeit oder Atmung, wird ATP mithilfe von Sauerstoff verbrannt. Die Energie wird frei. Es entsteht Adenosindiphosphat (ADP), sowie die Abfallprodukte Wasser (H_2O) und Kohlenstoffdioxid (CO_2).



▲ Abb. 1: Energiebereitstellung aus ATP

Da ATP nur in sehr begrenzter Menge in der Muskulatur vorhanden ist, muss es immer wieder aufgebaut (resynthetisiert) werden. Der Wiederaufbau von ADP zu ATP benötigt Energie. Diese Energie bezieht der Körper aus den Brennstoffen der Nahrung, insbesondere aus Kohlenhydraten und Fetten. In Ausnahmesituationen zieht der Körper zur Energiegewinnung Eiweiße heran.

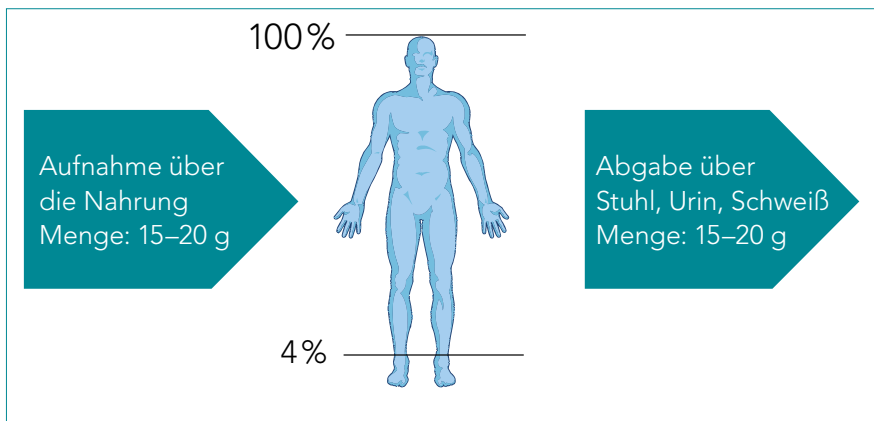
Aus welchem Brennstoff der Wiederaufbau von ATP stattfindet, ist von Dauer und Intensität der sportlichen Belastung abhängig (vgl. S. 27, Tabelle).

Anteil am Körpergewicht

Als Baustoffe machen Mineralstoffe ca. 4 % unseres Körpergewichts aus.

Aufnahme und Abgabe von Mineralstoffen

Über die Nahrung werden täglich ca. 15–20 g Mineralstoffe aufgenommen. Ebenso werden 15–20 g wieder über Stuhl, Urin und Schweiß ausgeschieden. Bei Sportlern können sich diese Aufnahme- und Abgabewerte aufgrund der gesteigerten Nahrungsaufnahme und der Schweißverluste vergrößern.

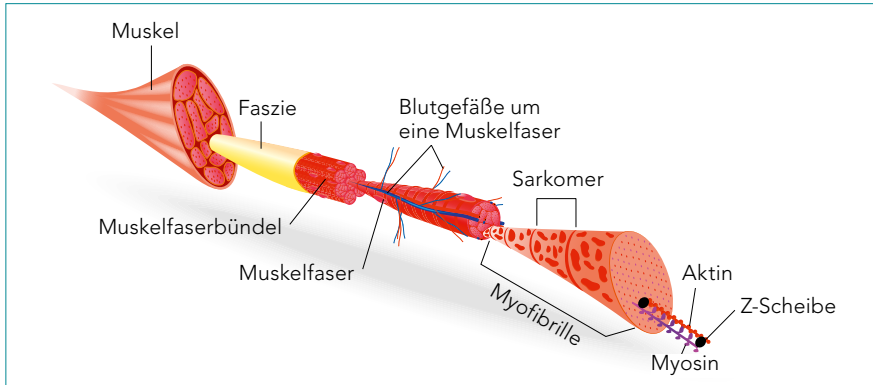


▲ Abb. 9: Mineralstoffanteil am Körpergewicht, Aufnahme und Abgabe von Mineralstoffen

Aufgaben im menschlichen Körper

Alle 22 essenziellen Mineralstoffe erfüllen eine Vielzahl an physikalischen, biochemischen und körpersubstanzbildenden Funktionen, die Grundvoraussetzung für das menschliche Überleben und die sportliche Leistungsfähigkeit sind. Einige Beispiele:

- **Kalzium** baut Knochen und Zähne auf, reguliert die Muskelkontraktion und aktiviert Enzyme für den Stoffwechsel.
- **Magnesium** ist an der Muskelkontraktion, am Kohlenhydrat- und Eiweißstoffwechsel als Enzymaktivator beteiligt. Zudem mindert es das Risiko für Muskelkrämpfe.
- **Kalium** (in den Zellen) reguliert gemeinsam mit Natrium (außerhalb der Zellen) den Wasserhaushalt. Kalium ist auch am Körpereiwießaufbau und der Glykogenspeicherung beteiligt.



▲ Abb. 2: Aufbau der Muskulatur

Wie in Abb. 2 zu erkennen ist, sind die kleinsten Bestandteile eines Skelettmuskels die Eiweiße Aktin und Myosin sowie die Z-Scheiben, an denen die Aktinteilchen anhaften. Empfängt der Muskel vom Gehirn das Signal, dass er eine Bewegung ausführen soll, dann ziehen sich Aktin und Myosin unter Energieverbrauch zusammen. Der Agonist-Muskel verkürzt und bewegt sich. Aktin, Myosin und die Z-Scheiben bilden die kleinste funktionale Einheit des Muskels namens Sarkomer. Viele aneinandergereihte Sarkomere bilden eine Myofibrille. Ein Bündel an Myofibrillen wiederum bildet eine Muskelfaser.

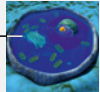
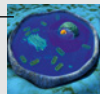
Man unterscheidet grundsätzlich zwei Muskelfasertypen:

- **Schnell zuckende Fasern:** auch Fast-Twitch-Fasern (FT), sind helle, dicke Fasern. Sie können sich sehr schnell zusammenziehen und sind von ihren Stoffwechselfähigkeiten sehr gut für die **anaerobe Energiegewinnung** ausgerüstet. Die sehr gute anaerobe Stoffwechselfähigkeit ist begründet in der Enzymausstattung und den vorhandenen Energiereserven aus Kreatinphosphat und Glykogen im Muskel. Schnell zuckende Fasern werden hauptsächlich bei schnellkräftigen, hoch intensiven Belastungen eingesetzt.
- **Langsam zuckende Fasern:** auch Slow-Twitch-Fasern (ST), sind rötlich dunkle, dünne Fasern. Sie ziehen sich eher langsam zusammen und sind von ihren Stoffwechselfähigkeiten bezogen auf die Enzymausstattung und die Energiegewinnung aus Glykogen und Fettsäuren optimal für den **aeroben Stoffwechsel** ausgerüstet, also für ausdauernde, niedrig intensive Belastungen.

5.1

Flüssigkeitsverteilung im menschlichen Körper

Wasser ist die Lebensgrundlage für den Menschen. 50–65% des ausgewachsenen Körpers bestehen aus Wasser. Je älter der Mensch wird, desto geringer ist sein Körperwasseranteil.

Verteilung des Körperwassers				
Flüssigkeitsbereich im Körper	Einteilung	Beschreibung	Anteil am Gesamtwasser (60 %)	Grafik
Extrazellularraum (EZR)	Intrazellularraum (IZR)	Wasser in den Körperzellen	40 %	IZR 
	Interzellularraum	Wasser zwischen den Körperzellen	15 %	EZR 
	Intravasalraum	Wasser in den Blutgefäßen	5 %	

Wasser übernimmt in den drei genannten Körperbereichen wichtige Aufgaben. Im Intrazellularraum werden z. B. die Brennstoffe bei der Energiegewinnung mithilfe von Wasser verstoffwechselt. Außerhalb der Zellen hält das Wasser z. B. das Blut flüssig und kann so Transportaufgaben ausüben. Auch der Flüssigkeitsbereich um die Körperzellen herum muss funktionsfähig sein, sodass Nährstoffe in die Zellen und Stoffwechselendprodukte aus den Zellen herausgelangen können.

Da Mineralstoffe über osmotische Anziehungskräfte die Flüssigkeitsverteilung im Körper regulieren und auch gemeinsam verloren gehen (über Schweiß, Urin usw.), ist der Wasserhaushalt immer in Verbindung mit dem Mineralstoffhaushalt zu betrachten.

6.2

Bedeutung der Hauptnährstoffgruppen für Ausdauersportler

Kohlenhydrate

- Kohlenhydrate liefern gemeinsam mit den Fetten die für den Sport und die Alltagsaktivitäten notwendige Energie. Bei Ausdauersportarten hängt die Leistungsfähigkeit eng mit den Kohlenhydratreserven und damit mit der optimalen Kohlenhydratversorgung zusammen.
- Kohlenhydrate können vom Körper nicht gespeichert werden, daher wandelt der Körper die Kohlenhydrate in Glykogen um und speichert diese mithilfe von Wasser und Kalium in Leber und Muskeln. Ca. 3 g Wasser werden von 1 g Glykogen gebunden. Bei hohen Intensitäten liefern die Glykogenspeicher Energie für ca. 90 Minuten Belastung. Die Größe der Glykogenspeicher vergrößert sich mit dem Ausdauertraining.
- Fällt der Blutzuckerspiegel ab, weil der Sportler lange nichts gegessen hat oder einer sportlichen Belastung ausgesetzt ist, werden Glykogenreserven abgebaut und zur Energiegewinnung genutzt.
- Aufgefüllte Glykogenspeicher sind zwingend notwendig, um im Wettkampf (v. a. im KZA-, MZA-, LZA-1- und -2-Bereich) maximale Leistung erbringen zu können. Bei noch längeren Belastungen müssen Kohlenhydrate durch z. B. Energieriegel zugeführt werden. Bei Belastungen von mehr als 2 Stunden sollten 60–90 g Kohlenhydrate / Stunde aufgenommen werden.



Die Energieaufnahme während der sportlichen Belastung kann und sollte trainiert werden.

Spitzensportlern gelingt es so auch im Wettkampf bis zu 120 g Kohlenhydrate pro kg Körpergewicht aufzunehmen.

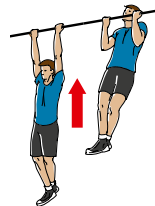
Das Training der Nahrungsaufnahme während der sportlichen Belastung wird auch als **Training the gut** bezeichnet.

Selbstverständlich gibt es eine Vielzahl von Abwandlungen dieser Trainingsmethoden, z. B. das German Volume Training (GVT), das High Intensity Interval Training (HIIT) oder Supersätze. Dabei werden die Ausführungsgeschwindigkeiten der exzentrischen und/oder konzentrischen Phasen (vgl. Abb. 4) verändert, die Pausenzeiten verändert, oder nach und nach bis zum Muskelversagen die Intensität, z. B. durch weniger Gewicht, verringert. Die physiologischen Anpassungen sind jedoch gleich bis sehr ähnlich wie in den grundsätzlichen Trainingsmethoden des Maximalkraft-, Kraftausdauer- und Schnellkrafttrainings.

Es gibt drei **Arbeitsweisen der Muskulatur**, die sich wie folgt unterscheiden lassen:

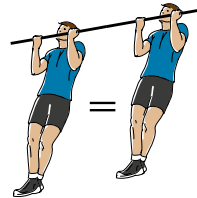
Konzentrisch: überwindend, die Muskulatur zieht sich zusammen und wird verkürzt.

Beispiel: Sportler zieht sich beim Klimmzug hoch.



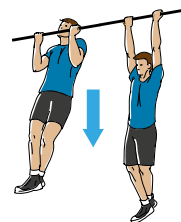
Isometrisch: statisch-haltend, es kommt zu keiner Längenänderung der Muskulatur.

Beispiel: Sportler hält sich im Klimmzug.



Exzentrisch: nachgebend, die Muskulatur arbeitet, wird jedoch auseinandergezogen.

Beispiel: Sportler geht aus dem Klimmzug wieder in die hängende Ausgangsposition.



▲ Abb. 4: Arbeitsweise der Muskulatur am Beispiel des Klimmzugs

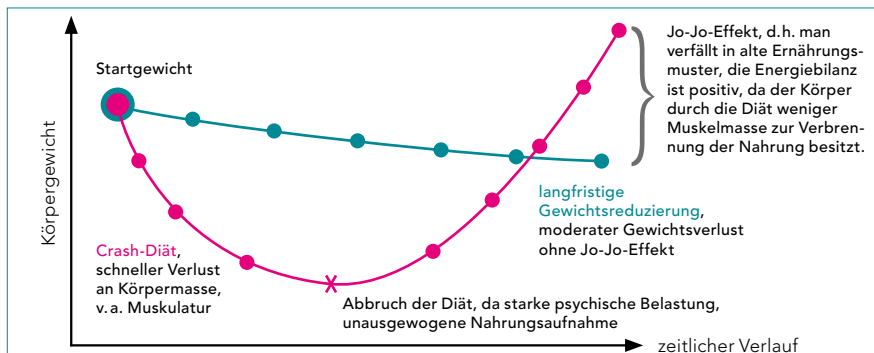
Ernährungstipps – Qualität vor Quantität

Wie bei jeder Gewichtsreduktion besteht auch bei der langfristigen Gewichtsreduktion die Gefahr des Nährstoffmangels. Eine drastische Leistungsminderung wäre die Folge. Ziel ist es daher, trotz Energiedefizit alle sechs lebensnotwendigen Hauptnährstoffgruppen in ausreichender Menge aufzunehmen (vgl. Kap. 2).

Es gilt der Grundsatz: **Qualität vor Quantität!**

- Achte auf eine hohe Nährstoffdichte, d. h., die Lebensmittel sollten wenig Energie (kcal), dafür viele essenzielle Nährstoffe enthalten.
- Achte auf einen ausgeglichenen Wasserhaushalt. Gerade durch energiefreie Getränke wie Wasser und Tee lässt sich die Energiezufuhr einschränken.
- Auf deinem Speiseplan sollten stehen:
 - viel Gemüse und Obst,
 - Eiweiß mit hoher biologischer Wertigkeit (vgl. S. 34), z. B. Putenfleisch, Kartoffeln mit Ei,
 - essenzielle Fettsäuren (Omega-3-/Omega-6-Fettsäuren) aus Fischen und pflanzlichen Ölen,
 - komplexe, langkettige Kohlenhydrate (Vollkornprodukte, Getreide)
- Streiche keine „ungesunden“ Lebensmittel vom Ernährungsplan. Wenn du große Lust auf Snacks oder Süßes hast, dann greif **maßvoll** zu. Der Genussfaktor der Ernährung trägt zum psychischen und physischen Wohlbefinden bei.

Halte dich fern von sogenannten Crash-Diäten. Sie mögen anfangs erfolgreich die Pfunde purzeln lassen, entsprechen jedoch weder einer ausgewogenen Ernährung noch sind sie über einen langen Zeitraum aufrechtzuerhalten.



▲ Abb. 10: Crash-Diät mit Jo-Jo-Effekt versus langfristige Gewichtsreduktion

8.3

Ernährung in verschiedenen Phasen rund um den Wettkampf in Sportsportarten

Trainingsphase

Während der Trainingsphase in den Sportsportarten, also z. B. in der Saisonvorbereitung, in der Übergangsphase zwischen zwei wichtigen Turnieren, aber auch zwischen den Spieltagen in der Saison, stellen die zahlreichen Trainingseinheiten Anforderungen an die Ernährung der Sportsportler. Die Ernährung wird an die Ziele der Trainingsphasen angepasst. Ausgangspunkt und gleichzeitig anzustrebendes Ernährungsziel bleibt die Ernährungspyramide für Sportler (vgl. S. 15).

Werden hochintensive Trainingseinheiten in den Anforderungsbereichen Kraft und Ausdauer oder mehrere Trainingseinheiten am Tag trainiert, benötigt der Sportler mehr Energie. Diese Energie sollte im Vorfeld der Trainingseinheiten in Form von langkettigen Kohlenhydraten aufgenommen werden, ergänzt mit ausreichend Flüssigkeit/Sportgetränk. Die Kohlenhydratreserven, die im Training zur Energiegewinnung genutzt werden, sind nur dann gut gefüllt.

Wenn Probleme mit der Verträglichkeit bestehen, kann auf leicht verdauliche Stärketräger zurückgegriffen werden, z. B. Haferflocken oder Schmelzflocken. Wird hingegen ein niedrigintensives, technisch-taktisch orientiertes Training durchgeführt, entsteht kaum ein Mehrbedarf an Energie – die Basisernährung reicht aus.

Vorwettkampfphase

Vor dem Wettkampf liegt das Hauptaugenmerk der Ernährung auf dem Auffüllen der Glykogenspeicher. Gerade in laufintensiven Sportsportarten mit hohen, kurzzeitigen Belastungsspitzen mit anaerober Stoffwechsellage (z. B. Sprintduelle um den Ball) spielt die Energiebereitstellung aus Kohlenhydraten die entscheidende Rolle.

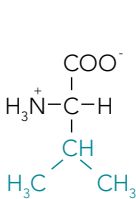
Nur diejenigen Sportsportler, die im Vorfeld des Wettkampfs ihre Glykogenspeicher maximal aufgefüllt haben, sind in der Lage bis zum Ende der Spielzeit und bei eventuellen Verlängerungen die maximale Leistungsfähigkeit abzurufen.

10.3.4 Verzweigtkettige Aminosäuren (BCAA – **B**ranched-**c**hain **A**mino **A**cids)

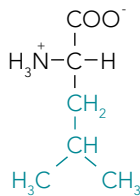
Nahrungsergänzungsmittel mit verzweigtkettigen Aminosäuren sind in den letzten Jahren im Sport zu sehr beliebten Produkten geworden.

Aufbau und Vorkommen

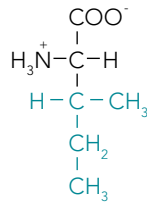
Die Aminosäuren **Valin**, **Leucin** und **Isoleucin** bilden die Gruppe der verzweigtkettigen Aminosäuren. Ihnen gemeinsam ist, dass sie hydrophobe (wasserabweisende) verzweigte Seitenketten haben. Diese Aminosäuren sind essenziell. Ihr Abbau erfolgt, im Gegensatz zu den anderen Aminosäuren, überwiegend **direkt im Zielgewebe**, sie werden nicht in der Leber um- oder abgebaut.



Valin



Leucin



Isoleucin

In natürlichen Lebensmitteln kommen sie vermehrt in Fleisch, Fisch, Vollmilch und Hülsenfrüchten immer in Verbindung mit weiteren Aminosäuren vor. Insbesondere **Molkenprotein**, Bestandteil der Vollmilch, enthält diese Aminosäuren in großen Mengen.

BCAA werden auch **isoliert** als Nahrungsergänzungsmittel im Handel angeboten. Sie können einzeln oder als BCAA-Verbund in Form von Riegeln, Tabletten, Drinks oder Shakes aufgenommen werden.

Erhoffte Wirkung bei Sportlern

Unsere Skelettmuskulatur besteht zu etwas mehr als ein Drittel aus diesen drei essenziellen Aminosäuren. Bei Trainings- und Wettkampfbelastungen werden die verzweigtkettigen Aminosäuren als Bausteine unserer Muskeleiweiße beansprucht.

Die Zufuhr von BCAAs soll bei Langzeitausdauerbelastungen die Tryptophanabgabe im Gehirn reduzieren und so zu geringeren Ermüdungserscheinungen führen.