

AUSGABE 02/2022 · EUR 9,90

L

LEISTUNGSLUST

FACHZEITSCHRIFT FÜR SPORT- UND FITNESS-TRAINER



HOT WHEELZ

Wenn sitzen stark macht!

AUTORENABDRUCK

April
2022

DAS TRAINING MIT DEM BAND

HOHE EFFEKTE BEI NIEDRIGER TRAININGSINTENSITÄT

Ein Beitrag von Patrick Hartmann

Muskuloskeletale Verletzungen haben häufig eine Kraftminderung und Muskelatrophie zur Folge. Ein Krafttraining bereits in der frühen Rehabilitationsphase kann dem entgegenwirken. Doch die erforderliche Belastbarkeit des heilenden Gewebes ist zu dieser Zeit noch nicht gegeben. Dafür bedarf es einer Intensität von mindestens 60 Prozent bei Anfängern, bei Sportlern sogar von mindestens 80 Prozent der Maximalkraft (1RM) (1). Ein Training mit geringerer Intensität führt nicht zu einem bedeutenden Kraft- und Muskelaufbau, es sei denn, es wird ein Blood Flow Restriction Training durchgeführt.

Warum ein Blood Flow Restriction Training? Das BFR-Training hat seinen Ursprung in Japan und das Interesse daran hat in den letzten zehn bis 15 Jahren unter Trainern und Physiotherapeuten stark zugenommen (2). Die zwischenzeitlich umfangreich zur Verfügung stehenden wissenschaftlichen Studien zu dieser Methode zeigen beeindruckende Ergebnisse.

gewöhnlichen Krafttraining mit 70 bis 85 % des 1RM. Das gilt für Menschen jeden Alters (3–9), speziell auch für Sportler (10–12). In jedem Fall ist es einem niedrigintensiven Krafttraining ohne Veränderung des arteriellen und venösen Blutflusses überlegen (13, 14). Selbst in Verbindung mit einem Ausdauertraining können durch die Restriktion des Blutflusses Kraft- und Umfangssteigerungen erzielt werden (15, 16).

Für Eilige

Das BFR-Training ist ein effektives Training, um mit geringer Intensität eine Kraft- und Muskelzunahme zu erzielen. Ist ein Krafttraining mit hoher Intensität dagegen möglich, ist dies für die Steigerung der Maximalkraft zu bevorzugen. Für das Hypertrophietraining ist das BFR-Training dagegen als echte Alternative oder zumindest als Ergänzung zu betrachten, nicht nur in der Reha.

Das Band, das beim BFR-Training um die zu trainierende Extremität gelegt wird, erzeugt einen Druck auf das darunterliegende Gewebe, der den arteriellen Blutfluss reduziert und den venösen unterbricht. Dadurch kann schon mit einer Trainingsintensität von 20 bis 50 % des 1RM eine ähnliche oder etwas geringere Steigerung der Maximalkraft erzielt werden, in jedem Fall eine vergleichbare Querschnittszunahme der Muskulatur, wie bei einem

Der entscheidende Vorteil des BFR-Trainings ist, dass die mechanische Belastung auf den Körper, allen voran auf das muskuloskeletale System, deutlich geringer ist, als bei einem gewöhnlichen Krafttraining. Daher eignet es sich insbesondere für Menschen, die aufgrund von Verletzungen oder Beschwerden eine reduzierte Belastbarkeit aufweisen, gleichzeitig aber auch eine Kraftminderung und Muskelatrophie, wie zum Beispiel nach einer vorderen Kreuzbandruptur oder bei einer Kniearthrose. Bei ihnen führt ein solches Training in der frühen Rehabilitationsphase darüber hinaus auch zur Schmerzlinderung (3, 6, 13, 17–26).



Wirkungsweise. In der Übersichtsarbeit von Lorenz et al. wird die Wirkungsweise des BFR-Trainings hinsichtlich der Kraft- und Umfangszunahme der Muskulatur zusammengefasst (3). Die Autoren schreiben, dass für eine Muskeladaptation eine Kombination aus mechanischer Spannung, muskulärer Mikroverletzung und metabolischem Stress erforderlich ist. Was genau für die Zunahme der Muskelkraft und des Muskelzuschnittes beim BFR-Training verantwortlich ist, ist noch nicht gänzlich geklärt. Es wird jedoch angenommen, dass die größere Ansammlung von Metaboliten (v. a. Laktat) und die verstärkt entstehende Hypoxie in der Muskulatur, im Vergleich zu einem Training gleicher Intensität, aber ohne Reduktion des Blutflusses, die bedeutendsten Rollen spielen. Beides führt zu einer früheren neuromuskulären Ermüdung und dadurch zu einer höheren Muskelaktivierung, was anabole Prozesse stimuliert und die Proteinsynthese fördert. Insbesondere kommt es früher zu einer zusätzlichen Rekrutierung von höherschweligen motorischen Einheiten der (Maximal-)Kraft liefernden FT-Fasern (fast-twitch-Fasern), um trotz der beschleunigten Ermüdung die erforderliche Muskelkraft für das Erreichen der angestrebten Wiederholungszahl einer Serie aufrechtzuerhalten. So wirkt sich der hypertrophe Stimulus des Trainings auf eine höhere Anzahl an Muskelfaser aus. Die Hypoxie führt zudem zur Aktivierung von Satellitenzellen und Angiogenese; die Ansammlung von Metaboliten zum Anstieg von Wachstumshormonen und der Produktion von Myokinen wie Interleukin-6, was zusätzlich die Aktivierung von Satellitenzellen fördert.

Kontraindikationen

Als Kontraindikation für ein BFR-Training gelten (3):

- vorhandene oder potenzielle Venenthrombose
- Blutgerinnungsstörungen
- beeinträchtigte Blutzirkulation
- Bluthochdruck
- beeinträchtigt Lymphsystem
- endotheliale Dysfunktion
- Krampfadern
- periphere Gefäßerkrankungen
- rasche Entstehung von Blutergüssen
- aktive Infektion
- Krebs
- Beeinträchtigungen der Niere
- Schwangerschaft
- sonstige Intoleranz für das BFR-Training

Bisher wurde kein genauer Zeitpunkt festgelegt, ab dem nach einer Verletzung oder Operation mit einem BFR-Training begonnen werden kann. In Untersuchungen wurde jedoch bereits nach zwei bis drei Wochen postoperativ ein solches Training erfolgreich begonnen (24, 33, 34).

Nebenwirkungen und Komplikationen. Bezüglich des BFR-Trainings wird immer wieder über Nebenwirkungen und resultierenden Komplikationen diskutiert. Dabei sind die Nebenwirkungen vergleichbar mit einem herkömmlichen Krafttraining. Am häufigsten treten eine akute Muskelermüdung, ein leichtes Unbehagen in der Muskulatur während und kurz nach dem Training sowie ein anschließender Muskelkater auf. Zudem kommt es zu einer kardialen Beanspruchung, die sich in einer gesteigerten Herzfrequenz, einem erhöhten Blutdruck und einem reduzierten Schlagvolumen zeigt. Wirklich relevante Komplikationen wie Taubheit oder Nervenverletzungen, Blutergüsse und ischämische Verletzungen, Schwindel und Ohnmacht, eine Thrombusbildung sowie Muskelschäden und die Rhabdomyolyse (Auflösung der quergestreiften Muskulatur) kommen dagegen kaum vor (3, 27, 28). Die kardiale Beanspruchung während des BFR-Trainings ist im Vergleich zu einem gewöhnlichen Krafttraining etwas höher; nach dem Training fällt der systolische und diastolische Blutdruck beim BFR-Training jedoch schneller ab (29).

Subjektive Anstrengung. Die subjektiv empfundene Anstrengung ist beim BFR-Training etwas höher als bei einem gewöhnlichen Krafttraining (30, 31).



Abbildung 1: BFR-Training am Beinstrecker

Beispielsweise untersuchten Vieira et al. (32) diese bei zwei verschiedenen Trainingsmethode: bei einem hochintensiven Krafttraining mit einer Intensität von 80 % des 1RM und einem BFR-Training mit 50 % des 1RM. In jeder Einheit wurden drei Serien der Übung Bizeps-Curl bis zur vollständigen Ermüdung durchgeführt. Die Serienpause betrug jeweils eine Minute. Die Bewertung der Anstrengung erfolgte 30 Minuten nach dem Training. Obwohl beim BFR-Training insgesamt weniger Arbeit verrichtet wurde (192 vs. 301 kg), war die subjektive Anstrengung höher. Auf einer Skala von 0 bis 10 (keine bis sehr hohe Anstrengung) nannten die Probanden nach dem BFR-Training eine 9 im Vergleich zu einer 6 (32).

Welche Bänder können verwendet werden? Das BFR-Training lässt sich bereits mit einfachen Bändern kostengünstig durchführen. Die Zunahme der Muskelkraft und -hypertrophie, die Sicherheit des Trainings sowie der Trainingskomfort sind damit vergleichbar mit speziellem teurem Equipment (3, 13). Ob die Bänder bei gleichem Druck elastisch oder nicht elastisch sind, ist für die Restriktion des arteriellen Blutflusses in Ruhe nicht bedeutend. Viel entscheidender ist dagegen die Breite der Bänder. In Untersuchungen reicht diese von 3 bis 20 Zentimeter. Das einheitliche Ergebnis ist, dass breitere Bänder (z. B. 10 bis 12 Zentimeter) weniger fest angelegt werden müssen als schmalere (z. B. 5 Zentimeter), um den arteriellen Blutfluss gleichermaßen zu reduzieren (3, 35).

In der Untersuchung von Jessee et al. (36) war an der oberen Extremität mit einem fünf Zentimeter breiten Band ein Druck von 145 mmHg erforderlich, bis es zum Stillstand der arteriellen Durchblutung kam, dagegen mit einem 10 und 12 Zentimeter breiten nur von 123 und 120 mmHg. Zwischen den Probanden wurde der erforderliche Druck am deutlichsten vom Armumfang beeinflusst, zudem von der Armlänge, dem systolischen und diastolischen Blutdruck sowie vom Geschlecht. Männer benötigten einen etwas höheren Druck als Frauen (36). Ähnliches fanden Loenneke et al. (37) an der unteren Extremität heraus. Sie benötigten mit einem 5 Zentimeter breiten Band einen Druck von 235 mmHg und mit einem 13,5 Zentimeter breiten Band einen Druck von 144 mmHg bis zur vollständigen Unterbrechung des arteriellen Blutflusses. Auch hier beeinflusste der Oberschenkelumfang der Probanden den Okklusionsdruck am deutlichsten (37).

Bandbreite und die subjektive Anstrengung. Bei gleichem Okklusionsdruck kommt es bei breiten Bändern jedoch zu einer höheren subjektiven Anstrengung und mehr Muskelschmerzen. Dies gilt sowohl für den Zeitraum während als auch nach dem Training. Zudem können weniger Wiederholungen durchgeführt werden und die kardiovaskuläre Reaktion ist höher. Es kommt zu einem stärkeren Anstieg der Herzfrequenz und des Blutdrucks (38). Das gilt jedoch grundsätzlich für ein BFR-Training, verglichen mit einem Training gleicher Intensität ohne Band. Die Herzfrequenz bei einem niedrigintensiven BFR-Training ist vergleichbar mit einem mittelintensiven Training ohne Okklusion. Dagegen ist das Schlagvolumen des Herzens aufgrund des reduzierten venösen Rückflusses geringer (31, 39, 40).

Anlage des Bandes. Gewöhnlich wird das Band möglichst weit im proximalen Bereich der zu trainierenden Extremität angelegt, ohne dabei die Gelenkbeweglichkeit zu beeinträchtigen (16). Das bedeutet, am Bein nahe der Leiste, um den Quadriceps, die Hamstrings oder die Wade und am Arm, um den Bizeps oder M. Triceps brachii zu trainieren. Bei letzterer Anlage lassen sich aber auch eine Kraft- und Umfangssteigerung der Schulter- und Brustmuskulatur erzielen, also in den proximalen Muskel, vom Band aus betrachtet (41, 42). Auch wenn bisher nicht untersucht, könnte Gleiches für die Gesäßmuskulatur gelten, wenn das Band am proximalen Oberschenkel angelegt wird. Für die Rumpfmuskulatur ist ein BFR-Training nicht möglich. Grundsätzlich sollte das Band in der gleichen Körperposition angelegt werden, in der das Training absolviert wird, denn die Körperposition beeinflusst den Okklusionsdruck (3).

Kontinuierlich oder intermittierend? Soll das Band kontinuierlich über alle Serien hinweg angelegt bleiben, in den jeweiligen Serienpausen abgenommen oder der Druck reduziert werden? Sinclair et al. fanden heraus, dass es keinen bedeutenden Einfluss auf die Kraftsteigerung und empfundene Anstrengung hat (43). Schwiete et al. zeigten hingegen, dass es zwar zu einem vergleichbaren Kraft- und Muskelaufbau kommt, jedoch wird das intermittierende BFR-Training als angenehmer empfunden und geht mit einer geringeren muskulären Ermüdungserscheinung einher (44). Somit kann individuell entschieden werden. Aufgrund der größeren Datenlage könnte, wenn möglich, eine kontinuierliche Anlage bevorzugt werden.



Foto: Robert Weindl

Abbildung 2: BFR beim Bizeps-Curl

Bestimmung des Okklusionsdrucks. Der arterielle Okklusionsdruck wird von festen Faktoren wie dem systolischen und diastolischen Blutdruck, dem Umfang der Extremität und dem Geschlecht beeinflusst, aber auch von veränderbaren Faktoren wie der Körperposition und der Bandbreite (36, 45, 46).

Mit teurem Equipment kann ein genauer prozentualer arterieller Okklusionsdruck eingestellt werden, der während der Übungsdurchführung konstant bleibt. In den meisten Untersuchungen reicht dieser von 40 bis 80 Prozent. Allgemein sollte bei großem Umfang der Extremität (z. B. dem Bein eines Mannes) der Druck näher an 80 Prozent liegen und bei kleinem Umfang (z. B. dem Arm einer Frau) näher an 40 Prozent (3). Laurentino et al. (47) zeigten am Arm, dass es bei einem arteriellen Okklusionsdruck von 80 Prozent zu einer Reduktion des arteriellen Blutflusses von etwas über 60 Prozent kommt, unabhängig von der Bandbreite (5 oder 10 Zentimeter). Auch Mouser et al. (48) zeigten, dass sich bei gleichem arteriellen Okklusionsdruck (40 bis 90 Prozent) der prozentuale Blutfluss unabhängig von der Bandbreite (5, 10 und 12 Zentimeter) reduziert (48).

Die einfache Lösung. Bei der Verwendung von einfachen unelastischen oder elastischen Bändern ist der Okklusionsdruck subjektiv festzulegen. Er sollte so hoch sein, dass ein deutlicher Druck wahrgenommen wird, jedoch nicht so stark, dass bereits vor der Übungsdurchführung ein starkes Unbehagen entsteht (31, 49). Bei der Verwendung einer numerischen Bewertungsskala von 0 bis 10 (0 = kein Druck, 10 = intensiver Druck mit Schmerz) sollte der empfundene Druck bei 7 (moderater Druck ohne Schmerz) liegen. Wilson et al. (50) fanden heraus, dass es dabei in der Regel zu einer kompletten venösen, aber keiner arteriellen, Restriktion kommt. Bei einer angegebenen 10 zeigten hingegen etwa zwei Drittel der Probanden eine vollständige arterielle Restriktion (50, 51). Unabhängig vom subjektiven Gefühl des Trainierenden sollte nach Anlage des Bandes der distale Puls getastet werden, um sicherzugehen, dass es zu keiner vollständigen arteriellen Okklusion gekommen ist (15). Der Okklusionsdruck kann im Laufe eines Trainingsprogramms konstant bleiben und muss nicht im Sinne einer Progression ansteigen, um bessere Trainingsanpassungen auszulösen (52).

Okklusionsdruck und die subjektive Anstrengung. Wie ein breites Band geht auch ein höherer Okklusionsdruck mit einem größeren Unbehagen sowie einer stärkeren Ermüdung während und nach dem Training einher (36, 37). Ein niedrigerer Okklusionsdruck erfordert dagegen eine höhere Trainingsintensität, um bei gleichem Trainingsvolumen eine Steigerung der Maximalkraft und des Muskelumfangs zu erzielen (8, 38, 39). Gerade während der frühen Rehabilitation sollte darauf geachtet werden, dass der Okklusionsdruck hoch genug ist, um mit möglichst niedriger Trainingsintensität

positive Anpassungen auszulösen, gleichzeitig aber auch niedrig genug bleibt, damit das Training angenehm durchführbar ist.

In der frühen Phase der Rehabilitation ist die Maximalkraft (1RM) aufgrund der reduzierten Belastbarkeit des heilenden Gewebes nicht zu bestimmen. In diesem Fall wird die Intensität über die Wiederholungszahl gesteuert. Wenn diese mindestens 20 und in der ersten Serie maximal 40 bis 50 beträgt, dann ist die Intensität für ein BFR-Training passend. Über alle Serien hinweg sollten jedoch nicht mehr als 75 Wiederholungen pro Übung absolviert werden müssen, um in jeder Serien eine (nahezu) vollständige Muskelermüdung zu erzielen (3).

Ein häufig verwendetes Trainingsprotokoll besteht aus vier Serien mit 30 Wiederholungen in der ersten Serie und 15 Wiederholungen in den Serien zwei bis vier. Dazwischen befindet sich eine Serienpause von 30 Sekunden und die Intensität wird so gewählt, dass es in jeder Serie zu einer (nahezu) vollständigen Muskelermüdung kommt. Dieses Trainingsprotokoll ist anderen Protokollen bezüglich der Anpassungsreaktionen nicht überlegen, aber mit ihnen vergleichbar (3). So kann es als Alternative oder Ergänzung zu den obigen Parametern betrachtet werden.

Übungsauswahl. Zur Übungsauswahl ist wenig bekannt. In den meisten Studien wird das BFR-Training mit eingelenkigen isolierten Übungen, wie etwa dem Kniestrecke oder Bizeps-Curl durchgeführt. Vermutlich ist die Trainingsanpassung mit Komplexübungen geringer. Um das sicher behaupten zu können, benötigt es aber noch weitere Untersuchungen. ●

Empfohlene Trainingsparameter

Zur Steigerung der Maximalkraft und des Muskelquerschnitts werden beim BFR-Training die gleichen Trainingsparameter empfohlen (3, 16):

- **Intensität:** 20–40 % des 1RM
- **Serien:** 3–5 pro Übung
- **Wiederholungen:** 20–50 bis zur (nahezu) vollständigen Muskelermüdung
- **Serienpause:** 30–60 Sekunden → möglichst kurz, damit es zur starken Ansammlung von Metaboliten und Hypoxie im Muskel kommt (= hohe metabolische Belastung)
- **Bewegungsgeschwindigkeit:** 1-0-1 bis 2-0-2 (konzentrische Bewegung – Bewegungsumkehr – exzentrische Bewegung)
- **Frequenz:** 2 bis 3 × pro Woche



LITERATUR

1. Ratamess N. et al. 2009. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. [ll.rpv.media/4f7](#). Zugriff am 09.02.2022
 2. Patterson SD. et al. 2018. The role of blood flow restriction training for applied practitioners: A questionnaire-based survey. [ll.rpv.media/4f8](#). Zugriff am 09.02.2022
 3. Lorenz D.S. et al. 2021. Blood Flow Restriction Training. [ll.rpv.media/4f9](#). Zugriff am 09.02.2022
 4. Rodrigo-Mallorca D. et al. 2021. Resistance Training with Blood Flow Restriction Compared to Traditional Resistance Training on Strength and Muscle Mass in Non-Active Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. [ll.rpv.media/4fa](#). Zugriff am 09.02.2022
 5. Grønfeldt BM. et al. 2020. Effect of blood-flow restricted vs heavy-load strength training on muscle strength: Systematic review and meta-analysis. [ll.rpv.media/4fb](#). Zugriff am 09.02.2022
 6. Baker BS. et al. 2020. Does Blood Flow Restriction Therapy in Patients Older Than Age 50 Result in Muscle Hypertrophy, Increased Strength, or Greater Physical Function? [ll.rpv.media/4fc](#). Zugriff am 09.02.2022
 7. Centner C. et al. 2019. Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. [ll.rpv.media/4fd](#). Zugriff am 09.02.2022
 8. Lixandrão ME. et al. 2018. Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A Systematic Review and Meta-Analysis. [ll.rpv.media/4fe](#). Zugriff am 09.02.2022
 9. Slys J. et al. 2016. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. [ll.rpv.media/4ff](#). Zugriff am 09.02.2022
 10. Pignanelli C. et al. 2021. Blood flow restriction training and the high-performance athlete: science to application. [ll.rpv.media/4fg](#). Zugriff am 09.02.2022
 11. Wortman RJ. et al. 2021. Blood Flow Restriction Training for Athletes: A Systematic Review. [ll.rpv.media/4fh](#). Zugriff am 09.02.2022
 12. Scott BR. et al. 2016. Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. [ll.rpv.media/4fi](#). Zugriff am 09.02.2022
 13. Hughes L. et al. 2017. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. [ll.rpv.media/4fj](#). Zugriff am 09.02.2022
 14. Loenneke JP. et al. 2012. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. [ll.rpv.media/4fk](#). Zugriff am 09.02.2022
 15. Scott BR. et al. 2015. Exercise with Blood Flow Restriction: An Updated Evidence-Based Approach for Enhanced Muscular Development. [ll.rpv.media/4fl](#). Zugriff am 09.02.2022
 16. Patterson SD. et al. 2019. Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. [ll.rpv.media/4fm](#). Zugriff am 09.02.2022
 17. Wengle L. et al. 2021. The Effects of Blood Flow Restriction in Patients Undergoing Knee Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. [ll.rpv.media/4fn](#). Zugriff am 09.02.2022
 18. Charles D. et al. 2020. A Systematic Review of the Effects of Blood Flow Restriction Training on Quadriceps Muscle Atrophy and Circumference Post ACL Reconstruction. [ll.rpv.media/4fo](#). Zugriff am 09.02.2022
 19. Bobes Álvarez C. et al. 2020. Comparison of Blood Flow Restriction Training versus Non-Occlusive Training in Patients with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction or Knee Osteoarthritis: A Systematic Review. [ll.rpv.media/4fp](#). Zugriff am 09.02.2022
 20. Li S. et al. 2021. Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscle Strength and Pain in Patients With Knee Injuries: A Meta-Analysis. [ll.rpv.media/4fq](#). Zugriff am 09.02.2022
- Das vollständige Literaturverzeichnis kann beim Verlag angefordert werden.