Zeitschrift: Mobile : die Fachzeitschrift für Sport
Herausgeber: Bundesamt für Sport ; Schweizerischer Verband für Sport in der Schule
Band: 9 (2007)
Heft: 1

Artikel: In atemberaubenden Lagen
Autor: Aeberhard, Christin
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-991817

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

In atemberaubenden Lagen

Die Reaktionen des Körpers // Begeben wir uns in die Berge, passt sich unser Körper den vorherrschenden Bedingungen an, um mit diesen besser zurechtzukommen. Was das für Anpassungsmechanismen sind und wie sich Leistungssportler diese zu Nutze machen, erfahren Sie in folgendem Artikel.

Christin Aeberhard

▶ «Im Frühtau zu Berge wir gehen fallera, es grünen die Wälder und Höhn fallera, wir wandern ohne Sorgen, singend in den Morgen ...» Singend? Es geht steil bergauf und der Rucksack mit dem Picknick lastet auf den Schultern. Wem bleibt da noch Luft zum Singen? Die steilen Wege und die zusätzliche Last sind aber nicht die einzigen Gründe, warum wir in den Höhen der Berge vermehrt atmen und das Herz schneller schlägt.

Gegen den Sauerstoffmangel

Die oft besagte «dünne Bergluft» ist es vor allem, die uns zu schaffen macht und unsere aerobe Leistungsfähigkeit herabsetzt. Mit zunehmender Höhe nimmt aufgrund des sinkenden Luftdrucks auch die absolute Sauerstoffmenge stetig ab. So gelangt pro Atemzug weniger Sauerstoff in den Körper. Da für eine bestimmte Betätigung aber gleich viel Sauerstoff benötigt wird, beginnen wir automatisch schneller zu atmen. Auf diese Weise erhöht sich das Atemminutenvolumen (geatmete Menge Luft pro Minute). Der Körper verfügt über weitere akute Anpassungsmechanismen, um dem drohenden Sauerstoffmangel (Hypoxie) entgegenzuwirken. Die Herzfrequenz nimmt deutlich zu, so dass trotz der tieferen Sauerstoffsättigung des Blutes möglichst viel Sauerstoff in den Kreislauf gelangt. Nach ein bis zwei Tagen nimmt auch das Plasmavolumen des Blutes ab. Dadurch steigen der relative Hämatokritwert (% feste Blutbestandteile des Blutes: zu 99% rote Blutkörperchen, Erythrozyten genannt) und somit auch die Menge Sauerstoff, welche pro Herzschlag zur Muskulatur transportiert werden kann.

Ausgeklügelte Anpassungsmechanismen

Bei längeren Höhenaufenthalten werden weitere komplexe Anpassungsmechanismen ausgelöst, die uns helfen, besser mit dem verminderten Sauerstoffangebot umzugehen. Der Körper beginnt bereits nach wenigen Stunden vermehrt das Hormon Erythropoetin

Wissenswert

Was es zu beachten gilt

Der Aufenthalt in der Höhe stellt für den Organismus eine zusätzliche Belastung dar. Um den Körper nicht zu überfordern, ist es wichtig, einige Grundsätze zu beherzigen.

Bei submaximalen Belastungen ist die Herzfrequenz verglichen zum Flachland erhöht:

- Wird mit derselben Herzfrequenz trainiert wie im Flachland, so bleibt die Trainingsintensität (relative Belastung) gleich. Die Geschwindigkeit ist jedoch tiefer. Es ist sehr sinnvoll, gerade zu Beginn eines Höhentrainingsaufenthaltes den Puls während der Trainingseinheiten zu kontrollieren. Weil man sich recht langsam vorkommt, läuft man sonst Gefahr, permanent in einem zu hohen Intensitätsbereich zu trainieren.
- Die Laktatwerte sind bei extensiven Trainingseinheiten erhöht.
- Durch die geringeren Trainings-/ Bewegungsgeschwindigkeiten sind die neurale Reizung und die muskuläre Belastung geringer als im Flachland. Um das Nervensystem und die Muskulatur entsprechend reizen zu können und so dem Verlust von Muskelmasse vorzubeugen, eignen sich sehr schnelle Belastungen von maximal 15 Sekunden (anaerob-alaktazid) Länge.

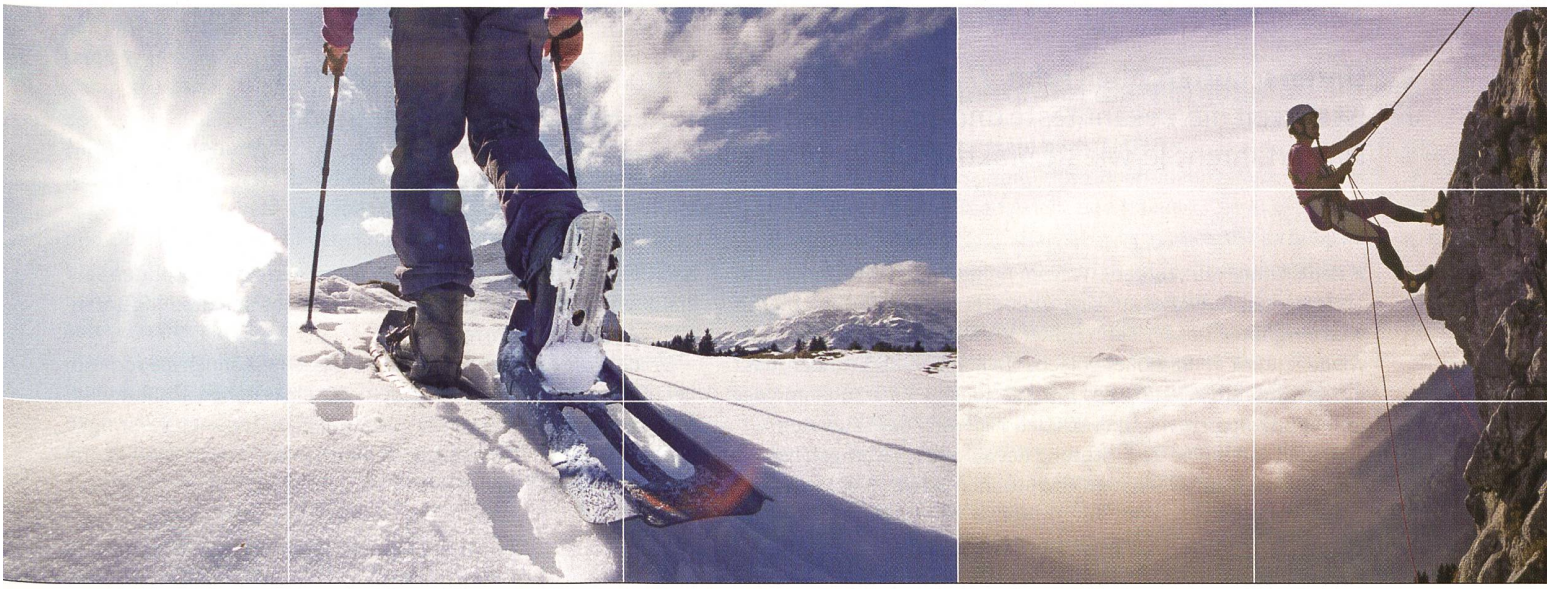
(EPO) auszuschütten, welches für die Produktion von Erythrozyten zuständig ist. Halten wir uns über drei bis vier Wochen in Lagen von 2500 Metern oder mehr auf, so erhöht sich die Menge der roten Blutkörperchen. Dadurch wird der Sauerstofftransport stetig verbessert. Zudem wird der Herzmuskel kräftiger und dadurch der vorhandene Sauerstoff ökonomischer genutzt.

Schwindende Muskelmasse

Auch in der Muskulatur finden chronische Adaptionsmechanismen statt. Wegen der verminderten aeroben Leistungsfähigkeit kann in der Höhe nicht mit den gleichen Bewegungsgeschwindigkeiten und damit absoluten Belastungsintensitäten trainiert werden wie im Flachland. Das hat verminderte nervale und mechanische Reize auf die Muskulatur zur Folge. Bei längeren Höhenaufenthalten kann das zu einem Verlust von Muskelmasse führen. Es besteht deshalb die Gefahr, dass die Kraftfähigkeiten gemeinsam mit der Muskelmasse schwinden.

Körperreaktionen ausnutzen

Wenn wir ins Flachland zurückkehren, können wir noch vier bis fünf Wochen von diesen Akklimatisationseffekten profitieren. Hier steht, verglichen zur Luft in 2000 bis 3000 Metern Höhe, nämlich wieder mehr Sauerstoff zur Verfügung. Mehr Sauerstoff und mehr Hämoglobin – die Muskulatur wird also bestmöglich mit Sauerstoff versorgt! Durch Höhentrainingslager provozieren Leistungssportler diese natürlichen Anpassungsmechanismen systematisch, um ihre persönliche Leistungsfähigkeit nochmals erhöhen zu können. //



Der Körper muss sich an die veränderten Bedingungen gewöhnen:

- Immer ausgeruht und austrainiert ins Höhentrainingslager reisen.
- In den ersten zwei bis drei Tagen braucht der Körper Zeit, um sich zu akklimatisieren. Es wird nur mit tiefer Intensität trainiert.
- Das Trainingsvolumen wird im Vergleich zum Flachland reduziert (Beispiel 2000 m: 1. Woche 20 %, 2. und 3. Woche 10 %).
- In der ersten Woche sollte die Trainingsintensität nur moderat sein.
- Ab der zweiten Woche können auch intensive Sequenzen mit anaerobem Anteil integriert werden.
- Für eine optimale Blutbildung müssen die Eisenwerte (Ferritin) genügend hoch sein (Herren >50 ng/ ml, Frauen >40 ng/ ml).

Die absolute Ausdauerleistungsfähigkeit sinkt pro 1000 Meter zunehmender Höhe um fünf bis sieben Prozent:

- Betroffen ist vor allem die aerobe Leistungsfähigkeit. Bei Belastungen, die länger als zwei Minuten andauern, ist die Leistungsfähigkeit am stärksten eingeschränkt.
- Bei intensiven Trainingseinheiten müssen die Intervalldurchgangszeiten entsprechend nach oben korrigiert werden (5–7 %). Auch die Pausen zwischen den Intervallen werden ausgedehnt (1. Woche verdoppelt, 2. und 3. um die Hälfte erhöht). Ideal ist, wenn intensive Sequenzen in tieferen Lagen (1000 Meter) absolviert werden können.
- Die maximale Pulsfrequenz erhöht sich verglichen mit derjenigen im Flachland nicht, weil der Herzmuskel nicht schneller arbeiten kann.
- Die Laktatwerte bei maximaler Belastung sind meist ähnlich wie im Flachland.

In der Höhe verliert der Körper mehr Flüssigkeit, verbraucht mehr Energie, und die Immunabwehr ist geschwächt:

- Pro 1000 Meter zusätzlicher Höhe sollte pro Tag ungefähr ein Liter mehr Flüssigkeit getrunken werden.
- Eine ausgewogene und kohlenhydratreiche Ernährung ist unerlässlich.
- Der Regeneration ist aufgrund der verlängerten Erholungszeit grosse Bedeutung beizumessen (genügend Schlaf, Faulenzen, Massage etc.).
- Um Infektionen zu vermeiden, ist auf Körperhygiene zu achten.
- Nach den Trainingseinheiten sofort trockene Kleidung anziehen.

Fotos: Keystone / Photopress Christian Perret, Arno Balzarin, Eddy Risch

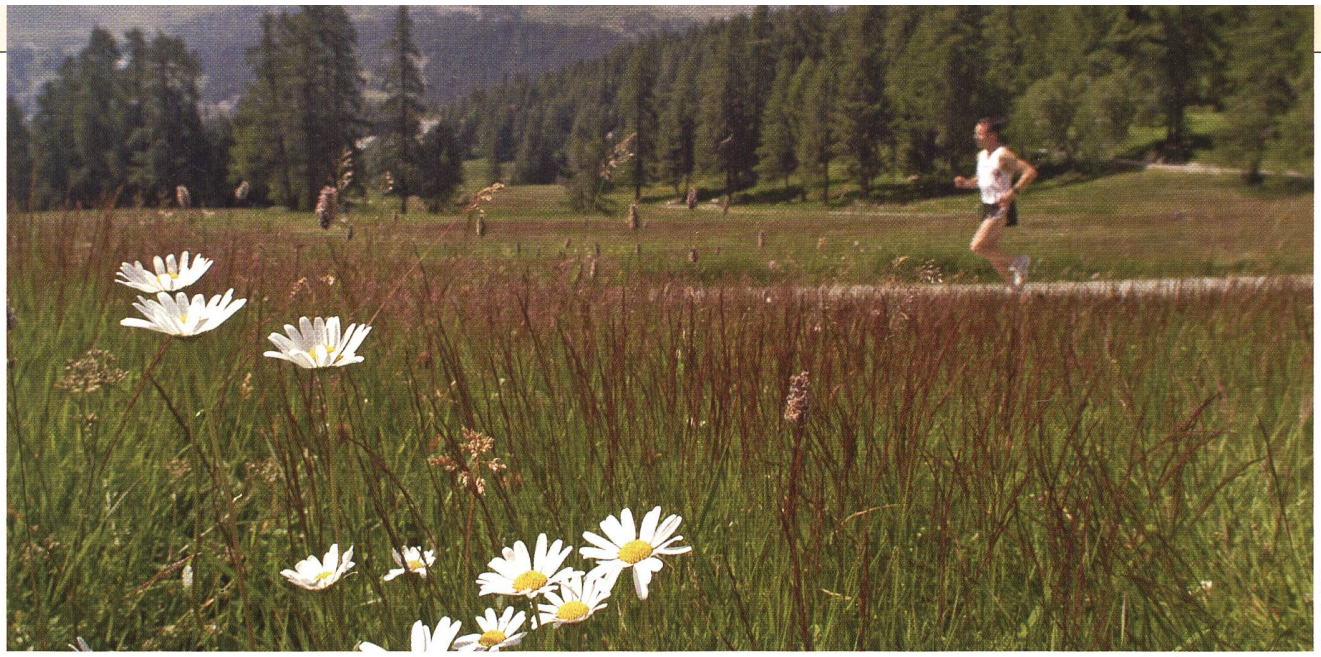


Foto: Rolf Neeser

Leben auf dem Gipfel, trainieren im Tal

Unten schuften, oben ruhn // Der Name ist Programm: «live high – train low» (LHTL) ist derzeit die bekannteste und am meisten verbreitete Höhentrainingsmethode. Hier erfahren Sie, wie sie praktisch umgesetzt wird.

▶ Rauf, runter, rauf, runter ... Warum nehmen die Athletinnen und Athleten den Aufwand auf sich, über drei bis vier Wochen täglich vom Berghotel mit der Bahn runter ins Tal zu fahren und abends wieder zurück in die Höhe? Forscher haben herausgefunden, dass die gewünschte Wirkung des Höhentrainings – die Zunahme der roten Blutkörperchen und die Ökonomisierung der Sauerstoffnutzung und somit eine Verbesserung der aeroben Leistungsfähigkeit – nur dann eintritt, wenn rund 400 Stunden in einer Höhe von 2300 bis 2600 Metern verbracht werden. Durch den tiefen absoluten Sauerstoffgehalt der Luft ist in dieser Höhe die absolute Trainingsintensität (Watt oder km/h) reduziert.

Pendeln die Athleten zwischen Berg und Tal, können sie vom Höheneffekt profitieren und trotzdem mit einer hohen absoluten Intensität trainieren. Um auf die 400 Stunden zu kommen, verbringen Leistungssportler über drei bis vier Wochen täglich zwischen 14 und 19 Stunden in der Höhe.

Nachgefragt

Wer profitiert von der dünnen Luft?

▶ **«mobile»: Für wen macht Höhentraining Sinn? Jon Wehrlin:** Wenn Wettkämpfe in der Höhe stattfinden, ist es für alle Teilnehmer sinnvoll. Denn der Körper muss sich an die Bedingungen in höheren Lagen akklimatisieren, damit dieser die bestmögliche Leistung erbringen kann. Ein Höhentraining als Vorbereitung für einen Wettkampf im Flachland würde ich primär für austrainierte Athleten empfehlen, die mit den klassischen Trainingsmethoden ein hohes Niveau erreicht haben und die mit herkömmlichem Training keine Fortschritte mehr erzielen. Durch diesen speziellen Reiz können sie ihre Leistung noch verbessern.

Weniger austrainierte Sportlerinnen und Sportler können doch auch von diesen Akklimatisationseffekten profitieren. Ja, natürlich. Aber ein Höhentrainingslager ist kostspielig, und die finanziellen Mittel der Verbände sind meist beschränkt. Deshalb würde ich vor allem die besten Athleten unterstützen, deren Potenzial schon recht ausgereizt ist. Weniger austrainierte Athleten machen auch durch gezieltes Training im Flachland noch Fortschritte.

Die körperliche Belastung wäre für Hobbysportler nicht zu gross? Die Gefahr von Übertraining besteht immer. Werden die Trainingsinhalte aber angepasst und der Erholung genügend Zeit eingeräumt, stellt ein Höhenaufenthalt auch für Hobbysportler kein Problem dar. Oft haben Spitzenathleten jedoch das bessere Körpergefühl und spüren besser, was sie verkraften und was zu viel des Guten ist.

Eignet sich Höhentraining auch für junge Athleten? Im Prinzip schon. Aber auch hier kommt wieder der finanzielle Aspekt ins Spiel. Zudem sind diese meist auch noch nicht an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt. Positiv daran ist allerdings, dass Sportler, die bereits in jungen Jahren mit Höhentraining in Kontakt kommen, Erfahrungen sammeln können. Sie lernen, wie ihr Körper auf die Höhenexposition reagiert und können bei einem nächsten Aufenthalt in der Höhe ihr Training weiter optimieren. Zudem passt sich der Körper auch schneller an die veränderten Bedingungen an.

In welchen Sportarten wird Höhentraining als Vorbereitung für Wettkämpfe im Flachland eingesetzt? Am meisten profitieren Athleten aus Sportarten, bei denen eine gute aerobe Ausdauer leistungsbestimmend ist, wie bei Langstreckenläufen, im Langlauf oder im Radsport. Bei anderen Disziplinen wie Spielsportarten oder Kampfsportarten spielt eine gute Ausdauerleistungsfähigkeit auch eine Rolle, ist aber nur ein Faktor

Der kleine, aber feine Unterschied

Ein Höhentraining kann im Vergleich zu einem «normalen» Training um ein bis drei Prozent Leistungssteigerung bringen. Und genau diese ein bis drei Prozent können im Spitzensport über Sieg oder Niederlage entscheiden. Alle Athletinnen und Athleten trainieren viel, hart und professionell. Um am Schluss einen Tick besser zu sein als die Mitstreiter, setzen die Leistungssportler genau solche spezifischen Trainingsreize wie ein Höhentrainingslager ein.

Vielfältig einsetzbar

Die Leistungssportler bereiten sich mit der Höhentrainingsmethode «live high – train low» sowohl für Wettkämpfe im Flachland wie auch für Wettkämpfe in der Höhe vor. Die Trainingseinheiten werden idealerweise auf derselben Höhe absolviert, auf welcher der Wettkampf später ausgetragen wird. LHTL kann aber auch während des Trainingsaufbaus eingesetzt werden. Ein Trainingslager nach LHTL durchzuführen, wird vor allem Athletinnen und Athleten aus Sportarten empfohlen, bei welchen eine hohe Ausdauerleistungsfähigkeit (Läufer, Langläufer, Radfahrer, Schwimmer, Ruderer etc.) gefragt ist. Aber auch Athleten aus anderen Sportarten mit aeroben und anaeroben Anforderungen (Mannschaftsspielsportarten oder Kampfsportarten) profitieren von einem Aufenthalt in der Höhe.

Minutiöse Planung

Nebst der richtigen «Höhendosis» müssen auch die Trainingsinhalte genau geplant werden (siehe S. 35). Der Grat zwischen Belastung und Überlastung wird in der Höhe noch schmaler als im üblichen Hochleistungstraining. Der Körper muss zusätzlich zu den Trainingsreizen den Sauerstoffmangel sowie die kältere und trockenere Luft verkraften.

Eine weitere Knacknuss stellt die Phase nach dem Höhentrainingsaufenthalt dar. Die positiven Akklimatisationseffekte sind nach vier bis sechs Wochen wieder verschwunden. Der Zeitpunkt des Höhentrainingslagers muss also so gewählt werden, dass der wichtige Wettkampf im ersten Monat nach diesem stattfindet. «Period of poor performance» wird die Zeitspanne zwischen Tag drei und zehn nach der Höhenexposition bezeichnet. Laut Fachliteratur sind die Leistungen in dieser Phase instabil, deshalb wird vor Wettkämpfen abgeraten. Die ersten zwei Tage und die Tage 16 bis 24 nach dem Höhentrainingslager sind die Zeitpunkte der besten Leistungsfähigkeit. Dies zeigen die Erfahrungen des Sportwissenschafters Jon Wehrlin vom Bundesamt für Sport. Die Erkenntnisse dienen aber bloss als Richtlinie. In der Praxis können diese Phasen von Athlet zu Athlet differieren. Aufgrund dieser individuellen Unterschiede sollte vor wichtigen Wettkämpfen mindestens schon ein Höhentrainingslager durchgeführt werden, um das persönliche Timing bestimmen zu können. //

unter vielen. Hier muss abgewogen werden, wie gross die Vor- und Nachteile eines Höhentrainingslagers sind. Fehlen entsprechende Infrastruktur oder Trainingspartner, um auch Sportarten spezifisch qualitativ gut trainieren zu können, ist ein Aufenthalt in der Höhe nicht sinnvoll. Ein Schwimmer ohne Schwimmbecken, ein Judoka ohne Gegner, ein Orientierungsläufer ohne Wald: Das geht einfach nicht! //

› Jon Wehrlin ist Leiter des Bereichs Ausdauer im Ressort Leistungssport der EHSM (eidgenössischen Fachhochschule für Sport Magglingen) und Experte für Höhenphysiologie.
Kontakt: jon.wehrlin@baspo.admin.ch

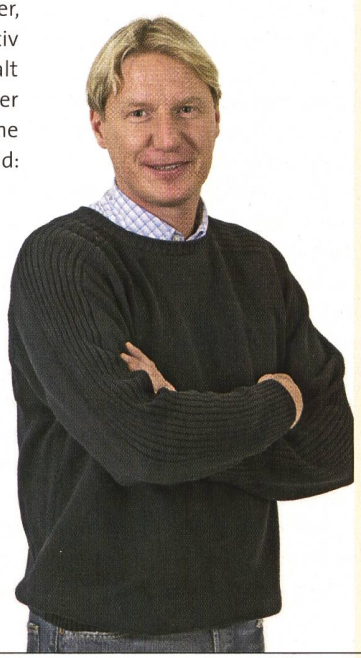


Foto: Philipp Reinmann

Wissenswert

Das Ziel bestimmt die Methode

▶ Live high – train high (LHTH)

Wie? Die ursprüngliche Höhentrainingsform. Es wird in erhöhter Lage gelebt und trainiert. Die Akklimatisationszeit für Spielsportarten beträgt ca. sieben bis zehn Tage, für Ausdauersportarten sind zehn bis vierzehn Tage sinnvoll.

Physiologische Effekte: Der Körper kann sich an die Bedingungen auf Wettkampfhöhe anpassen. Je nach gewählter Höhe, verschieden ausgeprägte positive Akklimatisationseffekte (siehe S. 34).

Wozu? Als Vorbereitung für Wettkämpfe in der Höhe und falls in der Höhe trainiert werden muss (zum Beispiel Schneetraining im Sommer).

▶ Live low – train high (Hypoxietraining)

Wie? Die 20 bis 120 Minuten dauernden Trainingseinheiten werden in der Höhe (2000 bis 3000 Meter) absolviert. Die trainingsfreie Zeit wird auf Normalhöhe verbracht. Es werden wöchentlich zwei bis drei solcher Hypoxie-Einheiten über drei bis sechs Wochen durchgeführt. Es können je nach Zielsetzungen verschiedene Methoden eingesetzt werden (Dauermethode, Intervallformen, Schwellentrainigs etc.) Hypoxie-Training ist sehr belastend. Darum werden neben diesen Einheiten keine weiteren intensiven Trainings durchgeführt.

Physiologische Effekte: Hypoxietraining wirkt vor allem auf die im Training beanspruchte Muskulatur. Die Muskulatur wird effizienter und vermehrt mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt. Der Kohlenhydratstoffwechsel wird verstärkt aktiviert.

Wozu? Die anaerobe Leistungsfähigkeit wird verbessert. Hypoxietraining empfiehlt sich vor allem für Sportarten, bei welchen Stehvermögen (Ski alpin, Mannschaftsspielsportarten, Mittelstreckenläufe etc.) bedeutend ist. Es wird eingesetzt während intensiver oder spezifischer Phasen im Trainingaufbau oder als Vorbereitung für Wettkämpfe und Trainingsaufenthalte in der Höhe. //