

# ZUSAMMENFASSUNG

---

## Olympiastützpunkt Freiburg



### Thema:

In dieser Pilotstudie verglich man die Kaltwasserkühlung durch icebein mit einer aktiven Regenerationsmethode. Dabei wurde untersucht, welche Methode Muskelschmerzen nach dem Sport besser verhindert und wann sich die Sportler erholter fühlen.

### Zusammenfassung:

Eine Kaltwasserkühlung beeinflusst die Muskeldurchblutung und den Muskelstoffwechsel. Durch die entstehende Vasokonstriktion werden Entzündungen und Schwellungen verringert. Die durch das Radsprintprotokoll verursachten Muskelschmerzen nahmen bei der icebein-Gruppe bereits nach einer Stunde ab und waren nach drei Tagen fast vollständig abgeklungen. Hingegen war der Muskelschmerz nach der aktiven Regeneration stärker und länger spürbar. Hier begannen diese erst nach 48 Stunden deutlich zu sinken.

### Ergebnisse:

1. Das icebein-System führt zu einer homogenen Kälteverteilung und damit -applikation auf der gesamten Oberfläche der cooling pads.
2. Die Temperatur des chillers entspricht absolut der im Display angezeigten, konstanten Temperatur auf den chillern.
3. Das Rad-Protokoll war hinsichtlich der Effekte auf den Muskel bzw. Muskelschmerz DOMS statistisch relevant.
4. Die DOMS (Delayed onset muscle soreness) Kurve ist sowohl verkürzt als auch flacher gegenüber der Kontrollgruppe mit normaler aktiver Regeneration. Nach einem Tag ist der gefühlte Schmerz geringer und wird dann schneller besser als in der Kontrollgruppe.
5. Alle Probanden zogen daher icebein der normalen, aktiven Erholung vor.

---

## Olympiazentrum Innsbruck



### **Thema:**

Auch in dieser Studie wurde icebein mit einem aktiven Cool-Down am Radergometer verglichen. Hierzu fragte man die Probanden nach ihren subjektiven Muskelschmerzen und ihrem generellen Erholungsempfinden.

### **Ergebnis:**

Die Athleten der icebein-Gruppe hatten sowohl 24 als auch 48 Stunden nach dem Sport weniger starken Schmerzen als die Radergometer-Gruppe. Ebenfalls konnte bestätigt werden, dass sich die Sportler durch die icebein-Anwendung besser regeneriert fühlten als nach dem Radergometer.

### **Zusammenfassung:**

Die Studie konnte zeigen, dass icebein zu einer schnelleren und besseren Regeneration verhilft. Die Sportler fühlen sich durch die Kaltwasseranwendung erholter.

# ORIGINALBERICHTE

© Website [www.icebein.com/de/wissenschaftlicheergebnisse](http://www.icebein.com/de/wissenschaftlicheergebnisse)

## Pilotstudie icebein mit dem Olympia Stützpunkt Freiburg



### Was ist Kryotherapie?

Die Kaltwasserkühlung der unteren Extremitäten ist eine Form der Regeneration nach sportlicher Belastung. Zunehmend wird diese Methode von Spitzensportlern genutzt, um Schmerzen in der Muskulatur zu minimieren und die Erholung nach dem Training zu beschleunigen. Eine beschleunigte Kurzzeiterholung (Stunden bis Tage) kann die Wettkampfleistung verbessern, ermöglicht höhere Trainingsbelastungen oder verstärkt den Effekt einer vorangegangenen Trainingsbelastung. In diesem Zusammenhang wird Kryotherapie der Bezeichnung gerecht, sobald das Wasser Temperaturen von unter 15 Grad Celsius erreicht hat.

### Aktive oder passive Regeneration?

Vor diesem Hintergrund wurde in Zusammenarbeit mit dem Olympiastützpunkt Freiburg-Schwarzwald eine Pilotstudie konzipiert und durchgeführt, die eine Annäherung an den richtigen Kühlungsprozess darstellen und die Frage beantworten soll, ob es einen Unterschied zwischen der Kaltwasserkühlung durch **icebein** und der „aktiven“ Regeneration gibt. Untersucht wurden die abhängigen Variablen subjektive Muskelschmerzen, die Regeneration und die sportliche Leistungsfähigkeit. Die nach Ein- und Ausschlusskriterien randomisiert in zwei Gruppen zugeteilten Teilnehmer sind sportlich aktive Männer im Alter von 19 – 26 Jahren ohne geistige oder gesundheitliche Einschränkungen. Die beiden Interventionsgruppen sind in einem Cross-Over Design einer **icebein** und einer „aktiven“-Regenerationsgruppe zugeteilt, sodass jeder Teilnehmer jede Bedingung durchläuft und somit auch beide Regenerationsarten miteinander vergleichen konnte.

### Bedeutung der Regeneration

Sportliche Aktivität ist geprägt von Faktoren der Belastungsart, -dauer und -intensität. Abhängig vom Umfang dieser Faktoren und der damit verbundenen Erholungszeit entstehen Schädigungen an der Muskulatur, Entzündungs- und Ermüdungserscheinungen

im Nervensystem, ebenso kommt es zum Energiesubstratabbau. Gerade im Leistungssport erfolgen durch enge Trainings- und Wettkampfzyklen vermehrt physische Belastungen, die sich negativ auf die Muskelfunktion und -empfinden und folglich auch übergreifend auf die Performance auswirken. Daher ist eine schnelle Regeneration umso bedeutsamer geworden. Nach der Metaanalyse von Bleakley et al. 2012 ist die Kaltwasserkühlung die meist angewandte Regenerationsmethode nach sportlicher Aktivität, um die „Delayed Onset Muscle Soreness“ (DOMS) hinauszuzögern.

### Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)

Die DOMS sind mikroskopisch kleine Risse im Muskelgewebe, die als trainingsinduzierte Muskelschäden bezeichnet werden und zu einem verzögert auftretenden Muskelkater führen können. DOMS erreichen ihren Höhepunkt üblicherweise zwischen 24 und 48 Stunden – teilweise auch bis zu 72 Stunden – nach dem Training und sind gekennzeichnet durch Muskelverkürzung, erhöhte passive Steifigkeit, Schwellung, Abnahme von Kraft und Leistung, lokalisierten Muskelkater und veränderte Propriozeption.

### Wirkungsweise Kryotherapie

Der physiologische Hintergrund der Kryotherapie basiert auf der Abfuhr von Körperwärme durch die Verringerung der Gewebstemperatur. Diese zeigt sich in einer verringerten Muskelschmerzwahrnehmung, sodass sich der Körper nach dem Training „wacher“ anfühlt und ein geringeres Ermüdungsgefühl verursacht. Darüber hinaus senkt der Körper aufgrund der Kälte die Herzfrequenz und das Herzzeitvolumen und induziert eine Vasokonstriktion. Resultate sind kleinere Gefäßdurchmesser, ein reduziertes Auftreten von Ödemen und eine verbesserte Sauerstoffversorgung der Zellen. Um die Kerntemperatur des Körpers aufrechtzuerhalten steigt zusätzlich der zentrale Stoffwechsel an, was den Transport von Abfallprodukten begünstigt. All diese Effekte könnten in Kombination die durch körperliche Betätigung verursachten Entzündungen verringern, indem sie den Tod oder die Schädigung hypoxischer Zellen mindern und durch Verringerung der Infiltration von Leukozyten und Monozyten die Schädigung des Sekundärgewebes minimieren.

Die ersten Kontaktminuten mit dem kalten Wasser verursachen eine Hautkühlung und anschließend eine neuromuskuläre Abkühlung. Nach ca. 20 Minuten mit Kaltwasserkontakt spricht man von einer Langzeimmersion und der tiefen Gewebekühlung. Die Kühlung des tiefen Gewebes ist allerdings kontraproduktiv für sportliche Aktivität, da sie zu einer Nervenblockade und somit zu Dysfunktion der Muskulatur und peripherer Lähmung beiträgt. Dies bedeutet, dass extreme von unter 10 Grad Wassertemperatur zu Kontraindikationen beitragen und die Regeneration und daher auch im Umkehrschluss die Performance schmälern (können).

### Die Pilotstudie

Einige Studien konnten bereits beweisen, dass unter der Voraussetzung der richtigen Durchführung der Kaltwasserkühlung, das Eintauchen in kaltes Wasser eine Möglichkeit ist, schneller zu regenerieren. Dabei konnte bereits beobachtet werden, dass es erst nach zehn Minuten in kaltem Wasser, zu einer Veränderung im Blut kommt. Deshalb wurden auch bei der Pilotstudie in Freiburg zahlreiche Faktoren wie Dauer der Kühlung (mindestens

zehn Minuten), Wassertemperatur, Art und Intensität des Trainings sowie der Zeitpunkt zwischen Trainings- und Erholungssitzungen berücksichtigt und wissenschaftlich untersucht. Dies erfolgte durch objektive Kriterien und subjektive Fragebögen. Vor dem Hintergrund, dass es kein allgemeingültiges Konzept für eine optimale Regeneration gibt, wurde hinsichtlich Dauer, Temperatur und Abstand zwischen der Belastung und Regeneration ein Setting erstellt, das auf Basis des bisherigen Forschungsstandes den größtmöglichen Erfolg verspricht. Die Konzeption sah vor, dass gleich nach einem Radsprintprotokoll die **icebein** oder alternativ die „aktive“-Regeneration durchgeführt wurde. Nach dem bisherigen Forschungsstand sollte sie möglichst zeitnah (0-3 Stunden) nach der Belastung erfolgen, um eine Auswirkung auf die physiologischen Prozesse zu erzielen.

Die Teilnehmer der **icebein**-Gruppe setzten sich bei einer Temperatur von 10 Grad Celsius für 15 Minuten in die Eishose. Da der Körper nach Anstrengung mehr Wärme produziert und ausstößt, musste die Temperatur nach einem Probedurchlauf um zwei Grad Celsius nach unten reguliert werden (8 Grad Celsius), um während der gesamten 15 Minuten eine konstante Kühlung bei zehn Grad Celsius zu ermöglichen. Die „Aktive“ Regeneration fand in Anlehnung an das Protokoll von Lane und Wenger (2004) statt. Hier wurde anhand des Körpergewichts der zu überwindende Widerstand (in Watt) ermittelt, bei dem dann zwischen 65 und 85 Umdrehungen pro Minute geradelt werden musste. Die Teilnehmer konnten ihre Leistung auf dem Fahrrad stets über einen Monitor verfolgen und korrigieren.

Alle Teilnehmer mussten nach einem standardisierten Aufwärmprogramm identische Radprogramme absolvieren und dieses nach 24 Stunden wiederholen. Auch die Rahmenbedingungen für die Erholungsphasen **icebein** (Kleidung, Dauer, Wassertemperatur) und aktive Regeneration (Dauer, Widerstand) waren vorgegeben. Nach einer einwöchigen „Auswaschphase“ (zur Vermeidung von Überhangeffekten) wurde das Radprogramm wiederholt, jedoch die Regenerationsart gewechselt. Mithilfe begleitender Fragebögen wurden diverse Daten rund um den Muskelzustand, das Körpergefühl und den Schlaf erhoben.

## Fazit

In dieser Pilotstudie wurde die Auswirkung von **icebein** und „Aktiver“-Regeneration auf die Schmerzen in der Muskulatur, die subjektive Regeneration und die Gesamtarbeit (in Kj) nach einem hochintensiven Radsprintprotokoll untersucht. Dabei konnte ein signifikanter Anstieg der Schmerzen in der Muskulatur beobachtet werden, und dies bereits eine Stunde nach dem Radsprintprotokoll.

Die Kaltwasser-Intervention durch die **icebein**-Anwendung stimuliert die Kälterezeptoren und verursacht eine Vasokonstriktion der peripheren Blutgefäße, wodurch das Blut in den wärmeren Kern umgeleitet wird. Es wird angenommen, dass die Muskeldurchblutung und der Muskelstoffwechsel reduziert werden, was dazu beiträgt, Entzündungsreaktionen wie zum Beispiel Ödeme oder lysosomale Aktivität zu reduzieren. Der Peak der Muskelschmerzen ist bereits eine Stunde nach dem Radsprintprotokoll erreicht und sinkt über die folgenden 24, 48 und 72 Stunden kontinuierlich ab. Hingegen zeigte die „Aktive“-Regeneration das typische Bild des verzögerten Muskelkaters. Der Peak der

Muskelschmerzen wird erst 24 Stunden nach dem Radsprintprotokoll erreicht und hält sich bis zu 48 Stunden danach auf ähnlichem Niveau. Die **icebein**-Intervention erleichterte folglich den Erholungsprozess.

Zudem zogen alle Probanden die kryotherapeutische Anwendung mit **icebein** der normalen, aktiven Erholung vor. Ebenso konnte gezeigt werden, dass die Kälteverteilung auf der Hose überall gleichmässig verteilt und genau auf der Höhe der angezeigten Temperatur lag.

Die gesamte **icebein** Recovery Family bedankt sich beim Olympia Stützpunkt Freiburg und besonders bei Frau Raphaela Lamprecht für die gute Zusammenarbeit.

**Anmerkung zur Vollständigkeit:**

Aufgrund der geringen Stichprobengröße und der methodischen Limitation kann dieser Datensatz noch keine kausalen beziehungsweise endgültigen Aussagen über den Unterschied der beiden Regenerationsarten liefern. Diese Studie dient vielmehr der Erkenntnisgewinnung und Effektstärken-Ermittlung, um die Grundlage für ein weiterführendes Forschungsprojekt zu liefern.

---

# Pilotstudie mit dem Olympiazentrum Innsbruck



**Einfluss einer Kältetherapie mittels *icebein* auf das subjektive Regenerationsempfinden nach einer exzentrisch/konzentrisch kombinierten Maximalbelastung bei **Spitzensportlern**:**

Im Rahmen einer Pilotstudie am Olympiazentrum in Innsbruck wurden zwei unterschiedliche Regenerationsarten miteinander verglichen. Dabei wurde überprüft, ob die aktive Kaltwasserkühlung durch **icebein** einem aktiven Abwärmen am Radergometer überlegen ist. Hierzu wurde das subjektive Schmerzempfinden (DOMS) und das generelle subjektive Regenerationsempfinden der Probanden mittels eines standardisierten Fragebogens abgefragt.

Insgesamt sechs Spitzenathleten aus dem Snowboard- und Ski-Sport nahmen an dieser ersten Pilotstudie teil. In einem Crossover Design begannen die Athlet\*innen mit Kniebeugen auf dem sog. Flywheel (Trainingsgerät). Mit diesem wird eine hohezentrische Belastung, welche in vier Serien zu je 30 Sekunden wiederholt wurde, quantifiziert. Die einzelnen Wiederholungen sollten dabei immer mit maximalem Krafteinsatz ausgeführt werden. Zwischen den Serien machten die Sportler\*innen eine Pause von zwei Minuten – die sie sitzend verbrachten.

Unmittelbar nach der Belastung begannen die Teilnehmer mit der zugeteilten Regenerationsmethode. Die Kaltwasserkühlung durch **icebein** erfolgte über einen Zeitraum von 15min bei einer konstanten Temperatur von 10° C, da aktuelle wissenschaftliche Studien den größten Erfolg in diesem Temperaturbereich implizieren. Zudem weisen die Untersuchungen darauf hin, dass es erst ab einer "Cooltime" von 10 Minuten zu physiologischen Veränderungen im Blut kommt. Die zweite Gruppe hingegen pedalierte für 15min auf einem Radergometer bei einer Intensität von 1,5W/kg.

Das subjektive Schmerzempfinden wurde zunächst vor der Belastung und anschließend jeweils eine, 24 und 48 Stunden nach der Belastung anhand die DOMS-Skala quantifiziert.

Eine Stunde nach der Belastung zeigte sich bei beiden Gruppen ein ähnlicher Anstieg der Muskelschmerzen. Jedoch berichteten die Athleten der **icebein**-Gruppe sowohl 24 als auch 48 Stunden nach der Belastung von weniger starken Schmerzen als diejenigen, die auf dem Ergometer regenerierten.

Das allgemeine Regenerationsempfinden wurde wiederum mittels RPE-Skala erfragt. Die erfassten Werte bestätigten ebenfalls, dass sich die Sportler durch die **icebein**-Anwendung besser regeneriert fühlten als nach dem Radergometer.

Obwohl statistisch keine signifikanten Ergebnisse nachgewiesen werden konnten, ist der deutlich erkennbare Trend nicht zu vernachlässigen. Beide erhobenen Parametern zeigten, dass die **icebein**-Gruppe nach der Belastung bessere Werte als die Ergometer-Gruppe aufweist. Dies lässt auf eine schnellere und bessere Regeneration durch **icebein** schließen. Die Sportler scheinen sich durch die Kaltwasseranwendung erholter zu fühlen, was vor allem bei einem dichten Wettkampfkalender enorme Vorteile mit sich bringt. **icebein** stellt somit eine effektive Regenerationsmethode dar und zeigt tendenziell bessere Erfolge als ein Cool-Down auf dem Fahrradergometer.

Die gesamte **icebein** Recovery Family bedankt sich bei der Universität und dem Olympiazentrum Innsbruck für die gute Zusammenarbeit.

**Anmerkung zur Vollständigkeit:**

Aufgrund der geringen Stichprobengröße und der methodischen Limitation kann dieser Datensatz noch keine kausalen beziehungsweise endgültigen Aussagen über den Unterschied der beiden Regenerationsarten liefern. Diese Studie dient vielmehr der Erkenntnisgewinnung und Effektstärken-Ermittlung, um die Grundlage für ein weiterführendes Forschungsprojekt zu liefern.