Der IPN-Test®

Zusammenfassende Darstellung zu den Grundlagen, der Entwicklung und Anwendung des IPN-Test® sowie des darauf aufbauenden IPN-Trainingssystems.

In der Entwicklung der Menschheit war die körperliche Aktivität stets der bestimmende Faktor des Tagesablaufs. Waren noch zu Zeiten der industriellen Revolution 10 bis 12 Stunden körperlicher Arbeit die Regel, so steht heutzutage zunehmender Bewegungsmangel im Vordergrund. Da sich zudem - kalorisch gesehen - die Essgewohnheiten nicht adäquat anpassten, kommt es heute bei der Mehrheit der Bevölkerung zu einer unausgeglichenen Kalorienbilanz, die sich in unterschiedlichen Krankheits- und Beschwerdebildern, insbesondere dem metabolischen Syndrom widerspiegelt. Adipositas und Bewegungsmangel gelten heute als ursächliche Risikofaktoren für Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen.

Die tägliche Bewegungsdosis

Bereits 1978 definierten PAFFENBARGER et al. ein Mindestmaß an zusätzlicher körperlicher Aktivität für Menschen mit sitzenden Tätigkeiten, das mit wöchentlich 2000 bis 3000 kcal als Basisziel zur Gesunderhaltung veranschlagt wird. Die mittlerweile über Metaanalysen bestätigten Befunde machen ferner deutlich, dass ein höherer Energieverbrauch aus gesundheitlicher Sicht keine zusätzlichen positiven Effekte erwarten lässt. Sehr hohe oder gar extreme Belastungen können sogar zu einer Erhöhung gesundheitlicher Risiken führen (Abb. 1). Unter Berücksichtigung des Körpergewichts differenzierte LAGERSTRØM (1995) dieses Bewegungs-Tages-Soll. Daraus ergibt sich folgende Faustregel:

Bewegungs-Mindest-Soll: täglich 4 kcal pro Kilogramm Körpergewicht verbrennen

Bewegungs-Optimal-Soll: täglich 7 kcal pro Kilogramm Körpergewicht verbrennen

Gemäß dieser Empfehlung sollte eine 70 kg schwere Person täglich zwischen ca. 280 – 490 kcal durch körperliche Betätigung umzusetzen. Bezogen auf das Minimal-Soll entspricht dies z.B. 40 Minuten gemütlichen Fahrradfahrens oder 30 Minuten ruhigen Schwimmens, optimal wären hier 70 bzw. 55 Minuten.

Bewegung = Bewegung?

Gemeint sind körperliche Aktivitäten, die große Muskelgruppen über längere Zeit in einem mittleren (moderaten) Intensitätsbereich fordern. In erster Linie sind dies die klassischen Ausdauersportarten, aber auch körperlich fordernde Tätigkeiten des Alltags wie Treppensteigen oder Gartenarbeit tragen zur Gesunderhaltung bei.

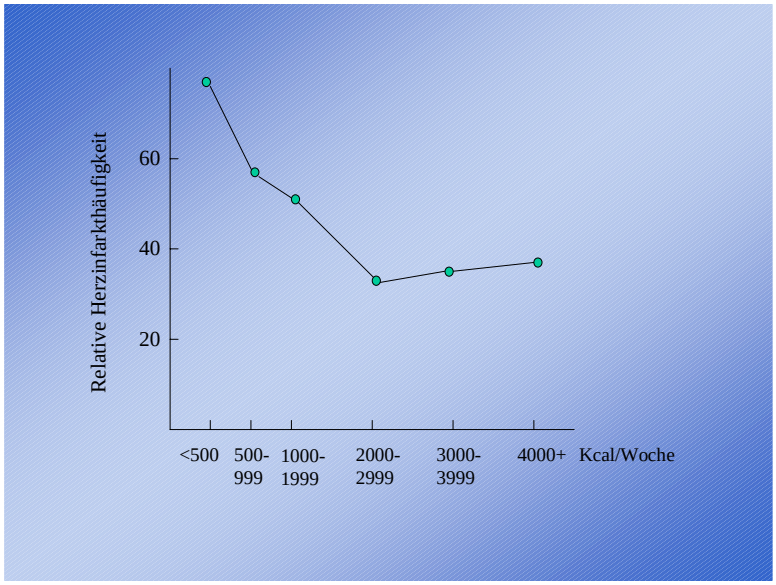

Abb. 1: Häufigkeit von Herzinfarkten in Abhängigkeit zur körperlichen Aktivität (PAFFENBARGER etal. 1978)

Intensität - der Schlüssel zum Erfolg

Grundsätzlich holt sich unser Körper stets diejenige Energie, die für die jeweilige Aufgabe am ökonomischsten greifbar ist. Während in Ruhe der Anteil von Fett- und Zuckerverbrennung etwa ausgeglichen ist (wir verbrennen also auch in Ruhe Fett!), hängt es bei körperlicher Belastung vornehmlich von der Intensität ab, welche Energiequelle herangezogen wird. Ist die Belastung hoch - wird also viel Energie pro Zeiteinheit benötigt - verbrennt der Körper vorwiegend Kohlenhydrate. Die Fettdepots, mit ca. 100.000 kcal unser mit Abstand größter Energiespeicher, können aufgrund ihrer langsamen Durchflussraten dagegen nur „angezapft“ werden, wenn die Belastungen leicht bis mittel schwer sind (Abb. 2).

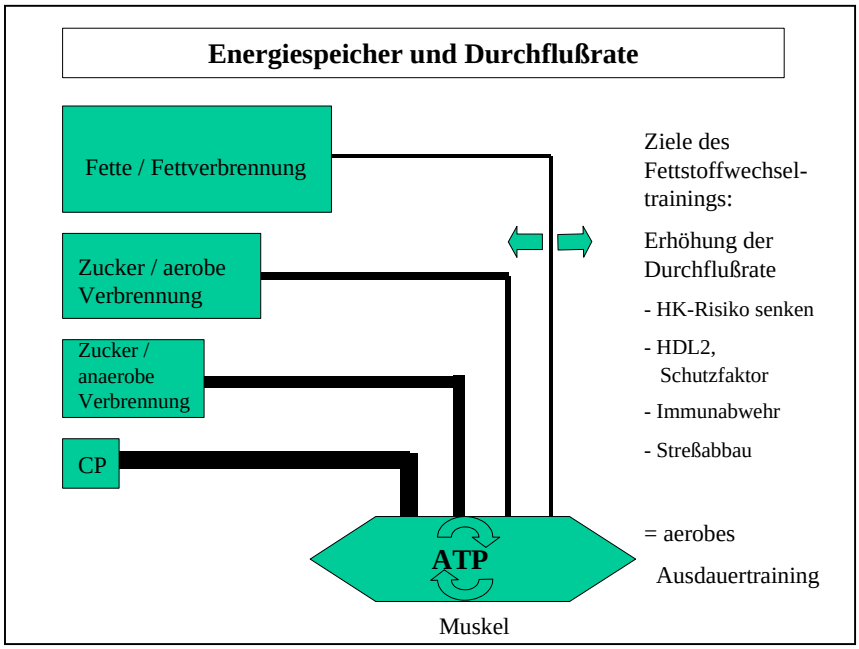

Abb. 2: Energiebereitstellung in Abhängigkeit von Belastungsintensität und Durchflussrate

Deshalb ist für Untrainierte das stramme Gehen bereits ein optimales Fatburner-Programm. Dabei kann der Anteil des Fettstoffwechsels gut und gerne 60-70 Prozent ausmachen, wie spiroergometrische Untersuchungen des Kölner Instituts für Prävention und Nachsorge bestätigen. Kommt man dagegen beim Trimmen außer Atem, ist dies ein sicheres Zeichen für ein zu intensives Training, bei dem vorwiegend Kohlenhydrate verbraucht werden. Ein wichtiges Trainingsziel des Gesundheitssports besteht deshalb darin, die Durchflussrate des Fettspeichers zu steigern. Durch ein moderates Ausdauertraining (z.B. im Bereich von ca. 1,5-2,0 mmol/L Blutlaktat) kann die “Zuleitung” erheblich “verbreitert” werden, wodurch höhere Fett-Energiemengen genutzt werden können (Abbildung 3).

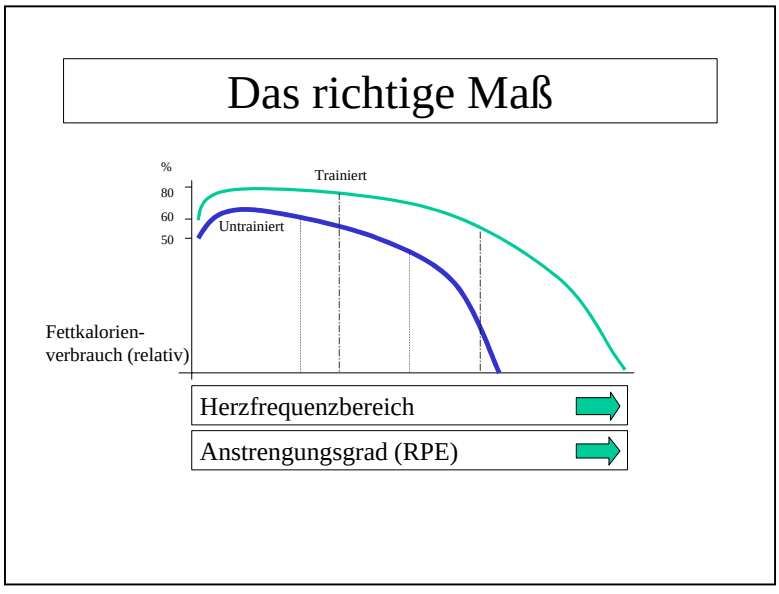

Abb. 3: Relativer Anteil der Fettverbrennung bei Untrainierten und Trainierten

Liegt das Maximum des **relativen Anteils der Fettverbrennung** (größter Anteil der Fette an der Energiebereitstellung, Abb. 3) noch interindividuell vergleichsweise konstant ungefähr bei einer Geschwindigkeit des gemütlichen Gehens, so besteht für das Maximum der absoluten Fettverbrennung (Belastung, bei der die meisten Fettkalorien verbrannt werden, Abb. 4) eine deutliche Abhängigkeit von der Ausdauerleistungsfähigkeit des Einzelnen.
Mit Zunahme der Ausdauerleistungsfähigkeit können Fette sowohl bei höheren Intensitäten, als auch in größerem Ausmaß als Energiequelle genutzt werden (MADER et al. 1986).

Unter dem Strich also ein doppelter Effekt für gut Ausdauertrainierte.

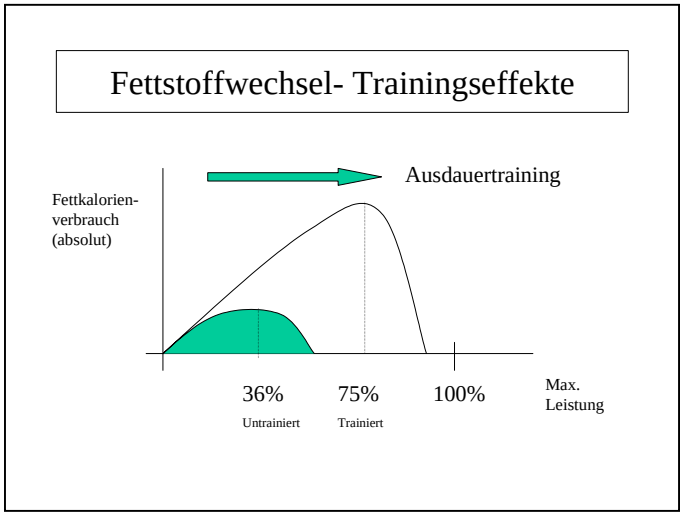

Abb. 4: Absoluter Anteil der Fettverbrennung in Abhängigkeit vom Trainingszustand

Gesundheitliche Wertigkeit - Aufbau von Schutzfaktoren

Dass Bewegung Stress abbaut ist allgemein bekannt, dass jedoch durch körperliche Aktivität auch Schutzfaktoren aufgebaut werden können, ist weniger geläufig. Als Mittel der Wahl werden in erster Linie Aktivitäten empfohlen, die zur Verbesserung der Ausdauer beitragen. Unter gesundheitlichen Aspekten kommt dem Fettstoffwechsel beim Aufbau protektiver Faktoren zur Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen besondere Bedeutung zu. So kann regelmäßige Bewegung zur Erhöhung des HDL_2-Fraktion des Cholesterins führen und insgesamt den HDL/LDL-Quotienten günstig beeinflussen. Weitere möglich Effekte liegen in der Erhöhung der Stressresistenz bzw. der Stabilisierung der Immunabwehr (Abb. 5).

Da der Fettstoffwechsel heutzutage sowohl im Alltag als auch im Berufsleben immer weniger gefordert ist, bieten sich durch regelmäßige körperliche Aktivität umso größere Verbesserungs-Ressourcen.

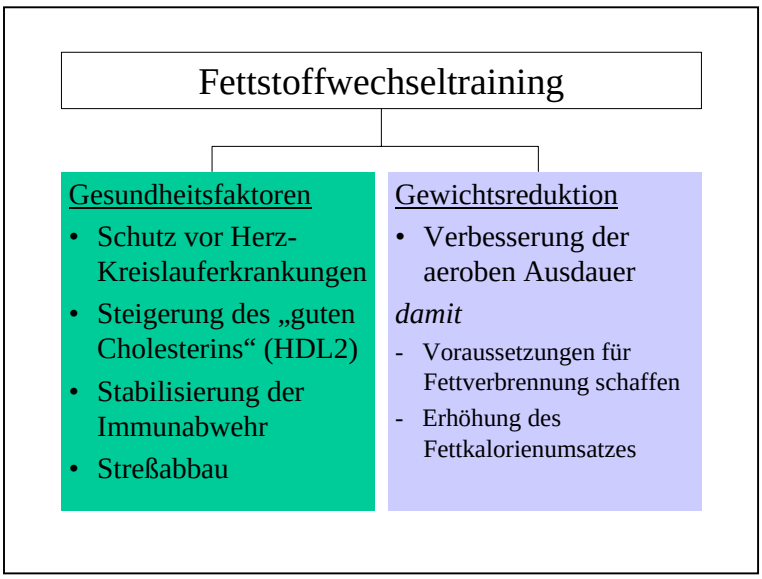

Abb. 5: Angestrebte gesundheitliche Effekte des aeroben Ausdauer- bzw. Fettstoffwechseltrainings

Trainingssteuerung nach dem IPN-Test®

Die Arbeitsgruppen um Dr. Dieter Lagerstrøm beschäftigen sich seit den 80er Jahren mit der Entwicklung geeigneter Tests für den Gesundheitssport- und Fitnessbereich. Die wissenschaftlichen Untersuchungen führten u.a. 1990 zur **Etablierung des 2- bzw. 4-Stufentests** (LAGERSTRØM et al.1990). Diese und die nachfolgenden Ausdauertests basieren auf einer einheitlichen Norm-Soll-Leistungtabelle. Ausgangspunkt dieser Datenbank ist die Erwartung, wonach ein gesunder, 30 jähriger Mann eine maximale Leistungsfähigkeit von (mindestens) 3 Watt/kg Körpergewicht bewältigen sollte, während der entsprechende Wert für Frauen bei 2 Watt/kg Körpergewicht angesetzt werden (ROST/HOLLMANN 1982). Mit zunehmendem Lebensalter werden physiologisch bedingte Abschläge berücksichtigt. Für das **aerobe Training** werden diese Daten für Normaltrainierte als **“Zwei-Drittel-Leistung”** herangezogen, also gegenüber den Maximalleistungen um ein Drittel reduziert.

Mitte der 90er Jahre wurde dieser Test dann auf die gängigen Stufentestverfahren WHO und HOLLMANN-VENRATH adaptiert (LAGERSTRØM, TRUNZ 1997), um die Voraussetzungen für eine uneingeschränkte Anwendbarkeit zu sichern und die etablierten Schemata zu nutzen. So entstand der **IPN-Fahrradergometer-Ausdauertest**, bekannt auch unter dem geschützten Begriff **IPN-Test®**. Der wesentliche Unterschied dieses Tests zu anderen Verfahren, insbesondere den PWC-Tests, besteht in der Definition der **individuellen Zielherzfrequenz** (=Abbruchfrequenz) für die aerobe Norm-Soll-Leistung, um bereits anhand einer Voreinstufung den relevanten Belastungsbereich anzupeilen und zu treffen.

Dieser Zielherzfrequenzbereich soll beim IPN-Test® möglichst nicht vor bzw. im Bereich der 4 Belastungsstufe erreicht werden. Aus dieser Anforderung ergibt sich auch die **Zuteilung des jeweiligen Belastungsschemas**: da beim HOLLMANN-VENRATH-Schema ab der 4. Stufe 150 Watt bewältigt werden müssen, kommt dies nur für Personen in Frage, denen per Voreinstufung eine Belastbarkeit von mindestens 150 W zugemessen wird. In allen anderen Fällen kommt das WHO-Schema zur Anwendung. Insgesamt fließen also eine ganze Reihe von Parametern in die Testplanung, -durchführung und –auswertung ein, die in Abbildung 4 schematisch zusammengefasst sind (Abb. 6)

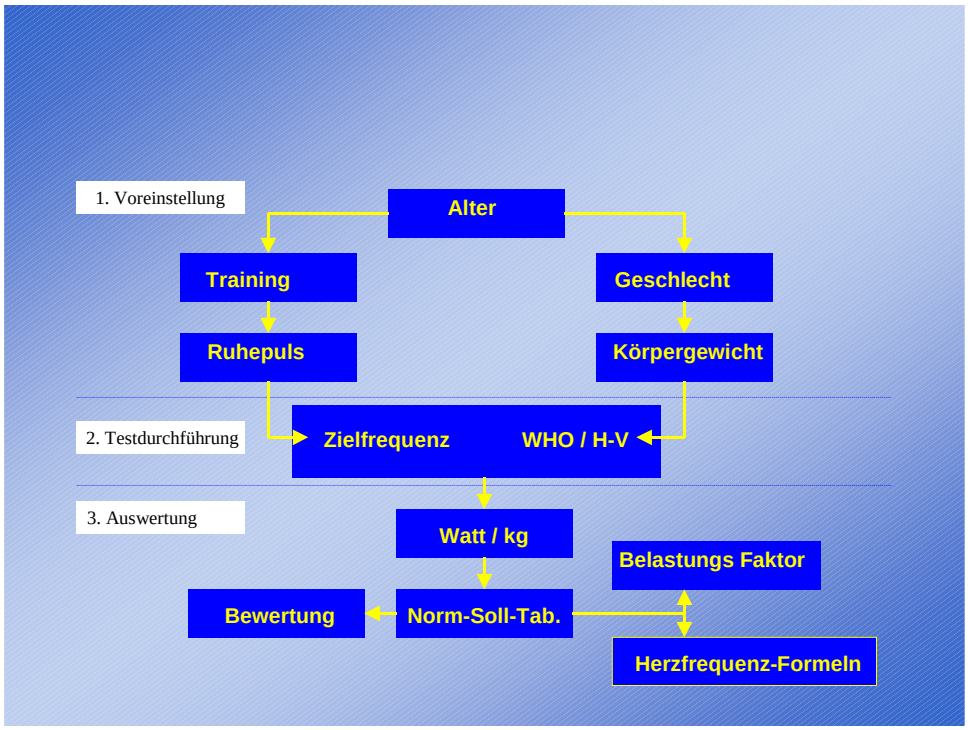

Abb. 6: Einflussparameter und Ablaufdiagramm des IPN-Test®

Das Ergebnis des IPN-Test® auf der letzten Belastungsstufe wird dann mit der **Norm-Soll-Leistungstabelle** verglichen. Dieses Vorgehen erlaubt zum einen die Überprüfung des “normalen” Leistungsniveaus (damit kann auch die Voreinstufung überprüft und ggf. korrigiert werden). Zum anderen wird über das Testergebnis ein **individueller Belastungsfaktor** bestimmt, der – neben Ruheherzfrequenz und Lebensalter - in die Formel zur Berechnung der empfohlenen Trainingsherzfrequenz (Abbildung 7) eingeht. Diese Empfehlung bezieht sich auf das **Training im aeroben Bereich**. Dass hierbei in den meisten Fällen eine zuverlässige Empfehlung ausgesprochen werden kann, zeigen übereinstimmend mehrere Kontrollstudien unter Einbezug der Laktatdiagnostik (LAGERSTRØM et al. 1993, HERBORT 1996, GRUNDMANN 2000).

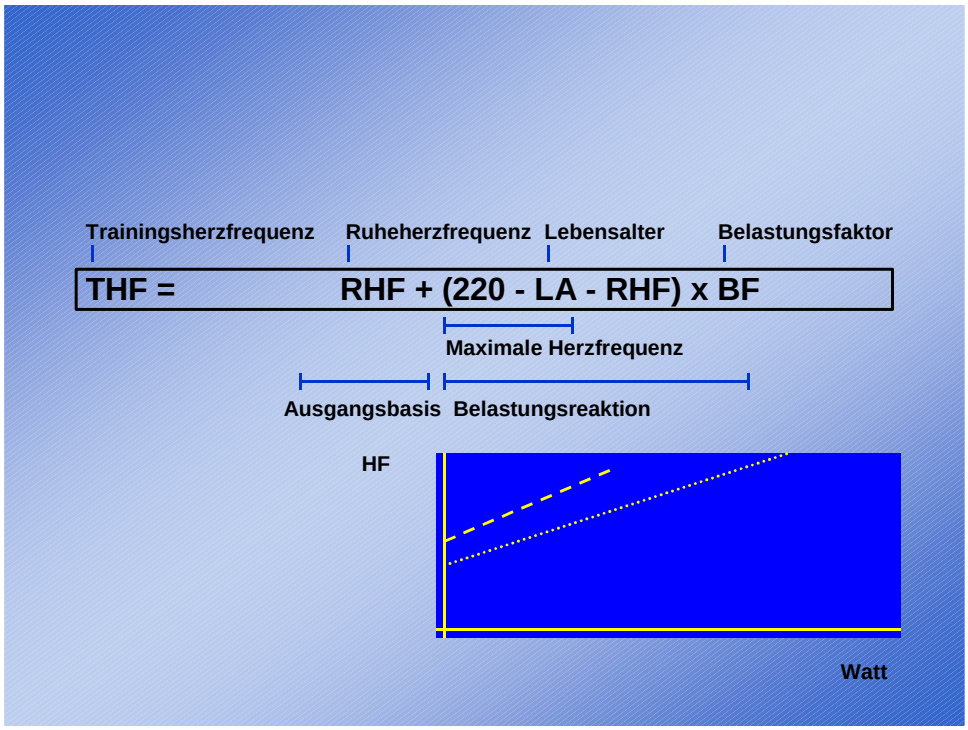

Abb. 7: Ableitung der individuellen Trainingsherzfrquenz nach dem IPN-Test®

Die Bestimmung der individuellen Herzfrequenz setzt sich – schematisch gesehen – aus 2 Bereichen zusammen: die Herztätigkeit unter Ruhebedingungen sowie die Herzaktivität unter Belastungsbedingungen. Der Klammerausdruck berechnet die um die Ruheherzfrequenz reduzierte Maximalfrequenz. Das Ergebnis wird dann mit dem aus dem IPN-Test® ermittelten Belastungsfaktor (als Kennwert für die aerobe Leistungsfähigkeit) multipliziert. Damit erhält man den belastungsinduzierten Wert der nun mit der Ruheherzfrequenz als Ausgangsbasis addiert wird.

Untersuchungen des Instituts für Prävention und Nachsorge zeigen, dass der Weg über den IPN-Test auch gute Möglichkeiten zur **Ansteuerung des Fettstoffwechsels** zulässt. Während 10 spirometrisch getestete männliche Probanden bei ihrer ermittelten Trainingsherzfrequenz sämtlich unterhalb von 4 mmol/L Laktat lagen (ø 2,4), ergab eine Reduzierung dieser Empfehlung um 10 Schläge Laktatkonzentrationen im Bereich von ca. 2 mmol/L (ø 1,83), ein Beleg für eine effektive Ansteuerung der Fettverbrennung. Diese Vorgehensweise sollte bei entsprechender Zielsetzung berücksichtigt werden.

Bei der **Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Ausdauergeräte** (bzw. Sportarten) müssen – neben den individuellen Voraussetzungen - die spezifischen Belastungsbedingungen berücksichtigt werden. Diese ergeben sich zusammenfassend aus a) dem Anteil der eingesetzten Muskulatur, b) der Arbeitsweise der Muskulatur (statisch/dynamisch) sowie c) nicht zuletzt den koordinativen Anforderungen am jeweiligen Gerät. Letztere machen sich offenbar vor allem bemerkbar, wenn Bewegungsabläufe (noch) nicht automatisiert sind, indem bei gegebener Herzfrequenz vergleichsweise geringere Leistungen bewältigt werden. Denn eine schlechtere Bewegungsökonomie führt zu erhöhter Muskelaktivität, entsprechend größerer Arbeit und höheren Herzfrequenzen.

Um eine gerätebezogene Differenzierung der Trainingspuls-Empfehlungen zu ermöglichen, wurden vom IPN umfangreiche Spiroergometrische Untersuchungen durchgeführt. Die hieraus resultierenden Empfehlungen für die unterschiedliche Aktivitäten bzw. Trainingsgeräte lauten:

Fahrrad, Rudergerät,

THF = RHF + {(220 – LA – RHF) x BF}

Laufband, Stepper, Climber, Crosstrainer

THF = RHF + {(220 – ¾ LA – RHF) x BF}

Recumbent

THF = (RHF – 10) + {(220 – ¾ LA – RHF) x BF}

Oberkörperergometer

THF = (RHF – 15) + {(220 – ¾ LA – RHF) x BF}

THF: Trainingsherzfrequenz RHF: Ruheherzfrequenz LA: Lebensalter
BF: Belastungsfaktor, (0.6: Einsteiger, 0.65: unregelmäßig Trainierende, 0.70: regelmäßig Trainierende, 0.75: Leistungssportler).

Wer das Training in den optimalen Bereich der Fettverbrennung verlagern will, sollte vom jeweiligen Ergebnis ca. 10 Schläge abziehen. Zur groben Orientierung eignen sich zudem einfache Kontrollformeln wie “laufen ohne zu schnaufen”.

IPN-Trainingssystem als übergeordnetes Trainingskonzept

Alle in diesem Beitrag dargestellten Faktoren ergeben ein in sich geschlossenes Konzept, das über das IPN-Trainingssystem gesteuert und verwaltet wird. Dabei werden sowohl qualitative als auch quantitative Komponenten berücksichtigt. Der IPN-Test® regelt die Bestimmung der Belastungsintensität als wesentliche Steuergröße für ein individuelles, herzfrequenzkontrolliertes Training (qualitative Komponente). Hierbei erfolgt eine Differenzierung je nach Gerät bzw. Sportart. Das aus gesundheitlicher Sicht empfehlenswerte Trainingspensum ergibt sich auf dieser Basis aus den Daten von PAFFENBARGER bzw. deren Modifizierung nach LAGERSTRØM (quantitative Komponente).

Auf diese Weise soll sicher gestellt werden, dass die Trainierenden ein Optimum an Trainingseffizienz erreichen: Training im individuell richtigen Belastungsbereich über eine definierte Dauer, die optimale gesundheitliche Effekte erwarten lässt. Die in der Praxis notwendige Flexibilität wird erreicht, indem Betätigungen des Alltags sowie sportliche Aktivitäten außerhalb der Trainings-/Therapieeinrichtung erfasst und berücksichtigt werden.

Literatur

Lagerstrøm, D: Grundlagen der Sporttherapie bei koronarer Herzkrankheit. Echo Verlag, Köln (1994)

Paffenbarger, R.S., A.L. Wing, R.T. Hyde: Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. Am. J. Epidemiol. 108 (1978): S. 161-175