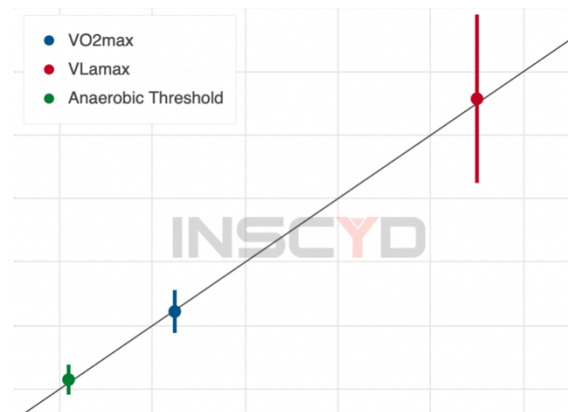


Die Verlässlichkeit des Tests

Was den Test sehr speziell macht, ist nicht nur das Testen der **Schwelle**, das können viele Systeme, sondern:

1. Das Erkennen der **VLamax**
2. Die laborgenaue Bestimmung der **VO2max**
3. Das „interne“ Validieren jedes dieser 3 Parameter

Messe ich jeden Parameter einzeln und erhalte diese dann auch einzeln, bleibt immer noch die Unsicherheit, dass ein Test einen Fehler beinhaltet (außer man macht dies in kostspieligen und aufwändigen Labortests mit Spiro und Laktat, diese sind auch sehr genau, werden aber nur von wenigen Instituten in der nötigen Weise gemacht). INSCYD erkennt, ob die Werte logisch zueinanderstehen und ob die gemessene Schwelle tatsächlich mit der jeweiligen VO2max und VLamax möglich ist. Bzw. auch, ob der gemessene Schwellenwert mit der gemessenen VLamax die gemessene VO2max ergeben kann, usw. Das System berechnet dann die Werte, die stimmig sind, so, dass die gemessenen alle möglichst nahe an dieser „logischen Linie“ liegen. Liegen alle drei Parameter auf der Linie, sind die gemessenen Werte sehr stimmig und es liegt ein robustes Ergebnis vor.



Im besten Fall liegen alle Punkte auf der Linie und somit entsprechen die gemessenen Werten (y-Achse) den berechneten Werten (x-Achse). Wäre dies nicht der Fall, kann ich das vorab sehen und in etwa einschätzen, wo der Fehler liegen könnte bzw. welches Intervall wahrscheinlich nicht 100% gefahren wurde.

Die Parameter in aller Kürze

VO₂max

Die maximale Sauerstoffaufnahme ist die Menge an Sauerstoff, die in deinem System verwertet wird. Im Ausdauersport ist dies ein sehr leistungsentscheidender Parameter. Je mehr Sauerstoff du aufnehmen kannst, desto mehr Energie kannst du auf aerobem Weg erzeugen. Durchschnittsmenschen haben Werte um die 40-45ml/kg/min, Weltklasseathleten bis 90ml/kg/min. Die Absolutaufnahme wird dabei immer gegen das Körpergewicht gerechnet, um es vergleichbar zu machen. Denn ein 80kg schwerer Sportler hat durch mehr Muskelmasse potentiell eine höhere absolute Aufnahme als ein 60kg schwerer Sportler. Bezieht man es auf das Körpergewicht, können die Werte dann verglichen werden (selbiges trifft auf den Schwellenwert zu, der auch in Absolut- und Relativwert dargestellt ist)

VLamax

Die maximale Laktatbildungsgeschwindigkeit sagt erstmal, wie schnell in deinem Energiebereitstellungsprozess Laktat gebildet wird. Je schneller, desto mehr Energie kommt aus dem anaeroben System und desto mehr Energie pro Zeit kannst du auch generieren. D.h. automatisch, du kannst hohe Leistungswerte in kurzer Zeit erzeugen.

Je nachdem, welches Ziel du verfolgst, kann das gewollt sein oder nicht. Für Fahrer, deren Ziel längere Strecken sind ist eine niedrige VLamax das Ziel. Eine hohe VLamax ist deshalb problematisch, weil dies ja das anaerobe System widerspiegelt, was automatisch heißt, dass ständig (auch bei niedrigen Intensitäten) ein gewisser Anteil an Energie aus dem anaeroben Kohlenhydratstoffwechsel kommt. Da die Kohlenhydrate nur begrenzt verfügbar sind, ist das quasi Energieverschwendung, denn der Langstreckenfahrer braucht ja keine hohen Energiewerte in kurzer Zeit. Nimmt man die gleiche Menge an Kohlenhydraten und verwertet sie aerob, dann liefern sie in Summe ca. 16mal mehr Energie als aus der derselben Menge anaerob verstoffwechselt. Zwar erhält man die Energie nicht so schnell, aber das ist für einen Langstreckenfahrer irrelevant.

Für Fahrer, die Kriterien als Ziel haben oder Sprinter sind, ist eine mittlere bis hohe VLamax notwendig, damit sie schnell beschleunigen können.

Anaerobe Schwelle

Wie bei vielen anderen Tests wird auch hier die Schwelle bestimmt. Schwelle ist ein etwas unsauberer Begriff, denn erstens gibt es nie eine ganz konkrete Grenze, wo alles umschlägt, sondern es ist eher als Zone zu verstehen. Und zweitens, weil FTP, anaerobe Schwelle, Laktatschwelle, ventilatorische Schwelle zwar meist dasselbe meinen, aber unterschiedlich hergeleitet werden. INSCYD gibt deine Stoffwechselsituation wieder, was auch wichtig ist, denn nur so kann man erkennen, woran man am besten arbeiten soll, um bestmögliche Ergebnisse zu erzielen. Es gibt mehrere sehr genaue Möglichkeiten dies zu bestimmen (der FTP gehört nicht dazu), jedoch verrät INSCYD noch deutlich mehr.

Die *Schwelle* hat immer den Zweck, dir zu sagen, bei welcher Intensität du dich noch dauerhaft bewegen kannst, sodass sich die körperlichen Systeme gerade noch im Gleichgewicht befinden. Bei dem Gleichgewicht handelt es sich um das Laktat-Steady-State, der Punkt, wo sich Aufbau und Abbau gerade noch die Waage halten. Dies wird dann als Dauerleistungsgrenze definiert und diese Leistung kann dann irgendwo um die 45-70min gehalten werden (in diese Angabe fließen noch andere Faktoren mit ein wie Ernährung, Ermüdung, Trainingszustand, Motivation, usw.). Knapp darüber baut man ständig mehr Laktat auf als man abbauen kann und die Belastung muss früh abgebrochen werden aufgrund des angehäuften Laktats (so die etwas vereinfachte Erklärung).

Unterschied zur FTP

Beim klassischen 20min-FTP-Test hat man keine Ahnung wieviel Energie aus dem anaeroben Stoffwechsel kommt. Dies wäre aber wichtig, denn in der kurzen Zeit (oder noch kürzeren Varianten) ist es einem möglich, relativ viel aus diesem System beizusteuern. Ist das aber denn so wichtig? Ja, weil die einzelnen Trainingszonen stark davon abhängen, weil sie stupide als %FTP angegeben werden. Ist der anaerobe Anteil beispielsweise hoch und man erhält einen höheren Wert für die Schwelle als das die Stoffwechselschwelle es hergeben würde, dann sind auch die aeroben Zonen zu hoch berechnet und man trainiert zu viel in seinem anaeroben Stoffwechsel, anstatt aerob deutlich besser zu werden. Ein weiterer Vorteil von INSCYD, hier werden die Trainingszonen nicht aufgrund eines Parameters wie der Schwelle bestimmt, sondern immer von demjenigen, der stoffwechselfähig für diese Trainingszone „hauptverantwortlich“ ist (*das ist auch der Grund, warum sich Trainingszonen überschneiden können*).

Fatmax

Die Fatmax ist der Bereich, wo absolut betrachtet am meisten Fettsäuren verstoffwechselt werden. Dies ist eine sehr interessante Zone, weil einerseits mit der richtigen Zufuhr sehr lang darin gefahren werden kann, als auch dies die Zone ist, wo am meisten Laktat verstoffwechselt werden kann, weil das aerobe Potential hier am größten ist (s.u.). Das Ziel für längere Distanzen ist es, diese Zone weit nach rechts zu verschieben, dazu muss man aber auch gewisse Intensitäten fahren bzw. gut kombinieren, eine niedrige VLamax haben und die Ernährung sollte im Training berücksichtigt werden (bei ständig hoher Kohlenhydratverfügbarkeit gibt es für den Körper keine Veranlassung auf Fettsäuren zurückzugreifen).

Ist die aerobe Leistungsfähigkeit sehr gut, unterscheidet sich die Zone z.B. auch deutlicher vom hier definierten Grundlagenbereich (base) als wenn diese noch ausbaufähig ist.

Carbmax

...ist die Wattstufe, die mit 90g Kohlenhydratzufuhr pro Stunde gefahren werden kann. 90g/h gilt bei guter Zuckerkombination derzeit als maximal über die Darmwand aufnehmbar. Es gibt auch Untersuchungen über höhere Zufuhr, allerdings ist das nicht für jeden gut verträglich.

Die Berechnungsgrundlagen

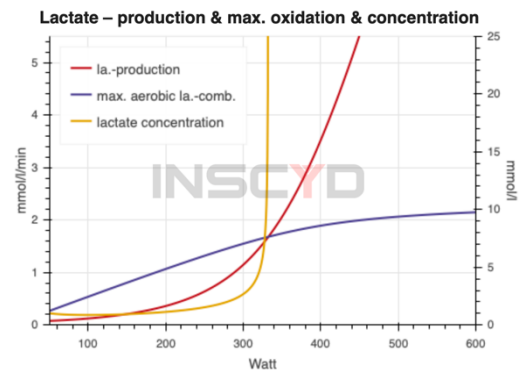
Laktat

Warum wir über Laktat reden, obwohl es nicht gemessen wurde:

Der Stoffwechsel ist relativ stabil berechenbar.

Sobald die maximale Laktatbildungsrate (pro Zeiteinheit angegeben) und die maximale Sauerstoffaufnahme bestimmt sind, kann für jede Wattleistung errechnet werden, wie sich der Stoffwechsel verhält. Somit kann diese Grafik hier errechnet werden (dies wurde auch über Jahre hinweg validiert und – wissenschaftlich begleitet –

abgesichert). Daraus lässt sich relativ einfach die mögliche Laktatverstoffwechslung für jede Wattstufe bestimmen.



VLamax

Die maximale Laktatbildungsgeschwindigkeit lässt sich über den Sprinttest bestimmen. Es macht einen Unterschied in der Höhe und im Verlauf der Sprintleistung wie die einzelnen energieliefernden Systeme ausgeprägt sind (anaerob alaktazides und anaerob laktazides System). Daraus lässt sich die VLamax sehr verlässlich ableiten.

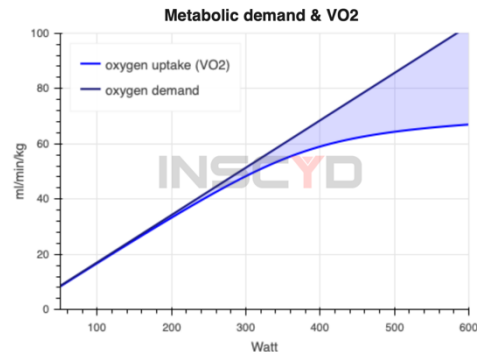
VO₂max

Der Vorteil beim Radfahren ist, dass die Bewegung sehr „starr“ ist, in dem Sinne, dass es keine großen Ökonomieverluste gibt. Die Forschung zeigt, dass im Schnitt für jedes Watt ca. 12ml Sauerstoff pro Minute aufgewendet werden muss. Daher kann man für jede Leistung die aerobe Notwendigkeit (wieviel Sauerstoff notwendig ist) berechnen. Allerdings ist auch vollkommen klar, dass das System nicht ewig rein aerob Leistung erbringen kann.

Hier kommt das Laktat ins Spiel. Neben dem aeroben System nutzen wir zur Energiegewinnung ja auch das anaerobe System. Auch hier besteht ein wissenschaftlich erforschter Zusammenhang und wir wissen, dass pro (1mmol/l/min) gebildetem Laktat ca. 2,5ml/kg/min Sauerstoff umgesetzt werden. Dieser Aufwand ersetzt somit einen Teil des

aeroben Systems und so kann für jede Leistungsstufe berechnet werden, wie groß der aerobe Aufwand ist und wie groß der anaerobe.

Dies ist ersichtlich in dieser Grafik, wo die dunkelblaue Linie den theoretisch aeroben Aufwand darstellt und die hellblaue den tatsächlich möglichen. Die maximale Sauerstoffaufnahme zeigt, wieviel Sauerstoffaufnahme möglich ist und die blaue Fläche nach oben hin ist der anaerobe Anteil, der die Differenz zur dunkelblauen Linie kompensieren muss.



Das laborgenaue Erkennen der VO₂max liegt darin, dass über das (ca.) 3min Intervall die maximale Sauerstoffaufnahme gut abgeschätzt aber nur mittels VLamax auch der anaerobe Anteil berücksichtigt werden kann.

Fatmax:

Ist der Stoffwechsel somit "entschlüsselt", ergeben sich alle anderen Zusammenhänge wie der maximale Fettstoffwechselbereich, welcher den größten Abstand zwischen Sauerstoffaufnahme und Laktatbildung darstellt.

Anaerobe Schwelle:

Mit derselben Methodik lässt sich der Schnittpunkt des aeroben und anaeroben Systems bestimmen, wo die Laktatproduktion die Laktatverwertungsmöglichkeit zu übersteigen beginnt.

Die Schwelle lässt sich außerdem noch über eine Power Duration Curve bestimmen, in welcher die gefahrenen Intervalle als Funktion (Leistung über die Zeit) dargestellt werden. Daraus lässt sich eine Kurve modellieren, woraus die Schwelle abgeleitet werden kann.

Damit wir auch ganz sicher wissen, dass die Ergebnisse verlässlich sind, werden die Ergebnisse (wie oben bereits beschrieben) gegeneinander verglichen, ob diese Werte zueinander logisch sind. Das System validiert sich sozusagen selbst.