

Dynamische Trainingssteuerung mittels Herzratenvariabilität im Vergleich mit einer fixen Trainingsplanung bei erfahrenen Athleten.

Eine Einzelfall-Längsschnittstudie an 6 Personen.

Mag. Bernhard Schimpl

Einführung - Der Faktor Trainingssteuerung ist eine Größe im Leistungssportlichen Training und auch im Hochleistungssport, die immer mehr an Bedeutung gewinnt. Dies gilt insbesondere auch bezogen auf die Tatsache, dass eine Individualisierung immer stärker in den Vordergrund tritt und eine Rahmenplanung keinesfalls dem Stand der Wissenschaft entspricht. Eine Möglichkeit den aktuellen Zustand - und somit die Belastbarkeit - einer Person erfassen zu können stellt die Herzratenvariabilität dar. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die singuläre Betrachtung diverser Kenngrößen der HRV nicht ausreicht um einen Gesamtüberblick über die neurovegetative Steuerung und somit die Belastung im Organismus zu erklären. Es müssen für eine Gesamtbeurteilung sowohl der Sympathikus als auch der Parasympathikus in ihrer Aktivität erfasst werden. Das Problem in der Trainingssteuerung ist jedoch, dass mit objektiv, statistischen Verfahren im Querschnitt keine Steuerung möglich ist. Der individualbasierte Längsschnitt – also eine Kalibration auf den einzelnen Organismus – ist hier die einzige Möglichkeit eine organische Steuerung des Leistungstrainings umzusetzen. Mit den Messergebnissen des Vitalmonitors wird dieser Situation durch die individuelle Kalibration von Regenerationszustand und Stresslage Rechnung getragen.

I. TESTDESIGN

Sechs leistungssportlich trainierende Athleten, die jeweils mehrere Trainingsjahre aufwiesen wurden nach ihrer Saisonpause (2-3 Wochen Dauer) einer Laktat-Leistungsdiagnostik unterzogen. Die Testung erfolgte dabei entweder auf dem Laufband (HP-Cosmos) oder auf dem eigenen Fahrrad mittels eines Bremsaggregates (Cyclus 2). Als Testprotokoll wurde jeweils das individuelle Protokoll verwendet, mit dem die Athleten schon seit einigen Jahren regelmäßig getestet wurden.

Das Testdesign wurde zu allen drei Testszeitpunkten der jeweiligen Person exakt gleich durchgeführt. Das Blut für die Laktatmessung wurde aus dem Ohrläppchen entnommen (20 Mykroliter) und mittels Biosen C-Line (EKF) ausgewertet. Aus der Diagnostik am Beginn wurde die individuelle anaerobe Schwelle errechnet (Freies-Freiburg Modell) und daraus individuelle Trainingszonen errechnet um das Training intensitätsbezogen steuern zu können. Die Trainingsbereiche waren: REG – regenerativer Trainingsbereich, G1 – Grundlagenausdauer extensiv, GA2 – Grundlagenausdauer intensiv, EB – Entwicklungs- oder Schwellenbereich und INT – Intervalltraining (jenseits der individuellen anaeroben Schwelle).

Der Eingangstest bildete die Grundlage für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit. Daraus wurde eine Trainingsplanung für 12 Wochen abgeleitet. Diese richtete sich nach der üblichen Zyklisierung von drei Belastungswochen und einer darauffolgenden Erholungswoche. Im Längsschnitt wurde eine auch schon bisher verwendete, individuelle Progression der Belastung (hauptsächlich Umfangsteigerung) durchgeführt. Danach wurde in der 12. Woche (Entlastungswoche) eine weitere, idente Leistungsdiagnostik durchgeführt, um die Veränderung durch das Training im ersten Abschnitt der Studie zu protokollieren.

Für die zweite Etappe von 12 Wochen wurde dann eine tägliche Trainingssteuerung auf Basis der Messergebnisse der Herzratenvariabilität realisiert. Als Einschätzung der Belastbarkeit wurde die Morgenmessung (sitzend, angelehnt, in Ruhe, kurz vor dem Frühstück) mittels Vitalmonitor durchgeführt. Für die Beurteilung der Belastbarkeit wurden die Faktoren „Regeneration“, „Stress“, „Herzfrequenz“ und „Herzratenvariabilität“ herangezogen und mit den Messungen nach dem Training (Abstand 30min) verglichen. Im Längsschnitt wurden diese dann zur Entscheidung über den Einsatz der einzelnen Trainingseinheiten verwendet. Es wurden prinzipiell die gleichen

Trainingsinhalte und Trainingseinheiten wie in der ersten Trainingsetappe eingesetzt. Der Unterschied lag hauptsächlich in der Abfolge der einzelnen Trainings, die auf Basis der HRV Messungen ausgewählt wurden. Dadurch konnte es natürlich auch zu Verschiebungen in der Verteilung der einzelnen Trainingsbereiche kommen. In der 24. Woche wurde der Abschlusstest durchgeführt und somit eine Endbeurteilung der Trainingswirkung vorgenommen.

II. ERGEBNISSE

Die einzelnen Sportler wurden ausschließlich in ihrer individuellen Längsschnittentwicklung betrachtet. Durch die 2-3 wöchigen Trainingspause vor dem Beginn der Studie kann von einer zuverlässigen Erholung für die Studie ausgegangen werden.

Person 1

Triathlet – Langdistanz (Bestzeit 8:43),
Trainingsalter: 16 Jahre, 30 Stunden Beruf

Die durchschnittliche Anzahl der Trainingseinheiten betrug während der gesamten Studie 9 Trainingseinheiten pro Woche. Der Durchschnitt der Trainingsstunden über die ersten 12 Wochen betrug 17,1 Stunden, durch die Vitalmonitor-Steuerung ergab sich eine geringfügige Erhöhung auf 17,4 Wochenstunden.

Bei der prozentuellen Verteilung der einzelnen Trainingsbereiche über die jeweiligen Trainingsetappen ergab sich jedoch eine deutliche Veränderung. Bei der Steuerung nach der Vitalmonitor-Methode kam es einerseits zu einer Intensivierung des Trainings (mehr G2-, EB- und INT-Anteile), andererseits jedoch auch zu einer starken Erhöhung im untersten Trainingsbereich (REG). Der regenerative Trainingsbereich stieg um 6%, Das G1-Training wurde jedoch deutlich zurückgedrängt (-8%). Es erfolgte hier also auf Basis der individuellen Steuerung eine eindeutige Polarisierung des Trainings.

Die Auswirkung im Rahmen der drei leistungsdiagnostischen Untersuchungen ist eindeutig erkennbar. Aus der Trainingspause kommend bedeutete die erste Etappe eine Ökonomisierung des Stoffwechsels. Das Absinken und die deutliche Rechtsverschiebung der Laktat-Leistungskurve liefern hier einen Beleg der Verbesserung. Durch die zweite Etappe der Steuerung mittels Herzratenvariabilität konnte vor allem im Bereich der Dauerleistungsgrenze (individuelle anaerobe Schwelle – Freiburg Modell) ein deutlicher Zugewinn erzielt werden (Einstiegstest 18,2km/h – Zwischentest 18,4km/h – Abschlusstest 18,8km/h). Eine weitere, deutliche Rechtsverschiebung im mittleren Kurvenbereich – also eine Verbesserung der spezifischen Kraftausdauerfähigkeit - ist ebenfalls erkennbar.

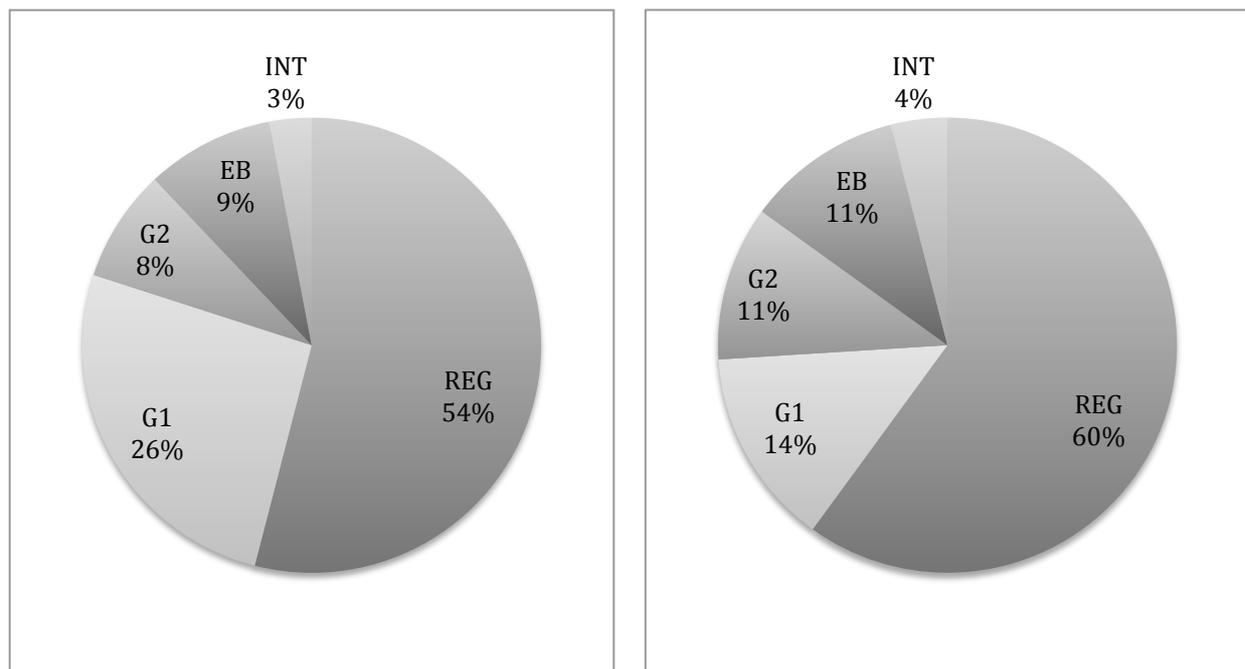


Abb. 1: Vergleich der Trainingsbereiche: links nach fixem Plan, rechts nach Vitalmonitor Steuerung

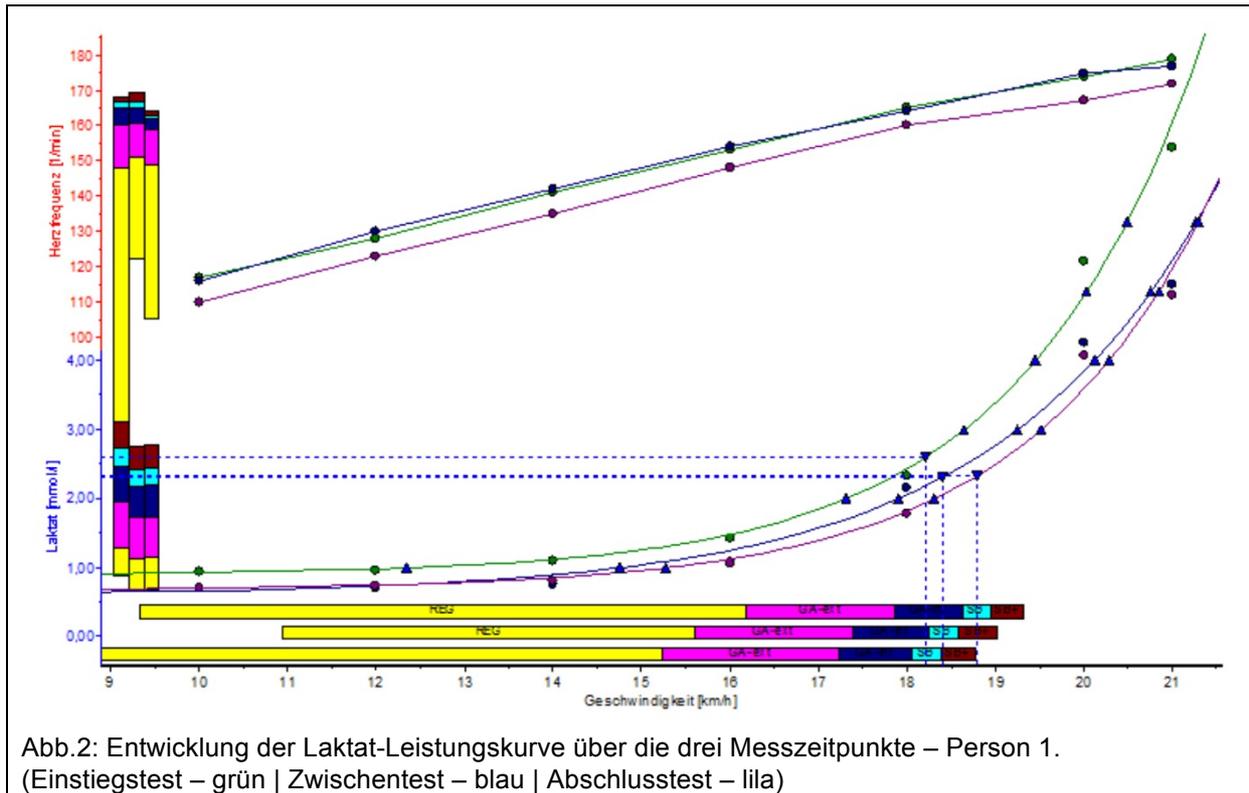


Abb.2: Entwicklung der Laktat-Leistungskurve über die drei Messzeitpunkte – Person 1. (Einstiegstest – grün | Zwischentest – blau | Abschlusstest – lila)

Person 2

Mountainbike – Marathon, Trainingsalter: 5 Jahre, nationale Spitze in der Altersgruppe, 40 Stunden Schichtdienst

Die durchschnittliche Anzahl der Trainingseinheiten betrug während der gesamten Studie je nach Schichtdienst 7-8 Trainingseinheiten pro Woche. Der Durchschnitt der Trainingsstunden über die ersten 12 Wochen betrug 14,4 Stunden, durch die Vitalmonitor-Steuerung ergab sich eine geringfügige Erhöhung auf 14,5 Wochenstunden. Bei der prozentuellen Verteilung der einzelnen Trainingsbereiche über die jeweiligen Trainingsetappen ergab sich eine sehr starke Veränderung, ähnlich wie bei Person 1. Bei der Steuerung nach der Vitalmonitor-Methode entstand einerseits eine starke Intensivierung des Trainings (5% mehr EB- und 4% mehr INT-Anteile), jedoch auch

ein extremer Anstieg im untersten Trainingsbereich (+21%). Die Trainingsbereiche G1 (-26%) und G2 (-4%) wurden jedoch deutlich zurückgedrängt. Es erfolgte hier also auf Basis der individuellen Steuerung ebenfalls eine sehr starke Polarisierung des Trainings.

Die Auswirkung im Rahmen der drei leistungsdiagnostischen Untersuchungen ist auch hier eindeutig erkennbar. Aus der Trainingspause kommend bedeutete die erste Etappe eine geringfügige Verbesserung der Laktat-Leistungskurve. Erst die individuelle Steuerung nach der Herzratenvariabilität liefert eine deutliche Erhöhung der Leistungsfähigkeit (Rechtsverschiebung) Die Schwellenleistung entwickelte sich folgendermaßen: Einstiegstest 3,7W/kg – Zwischentest 3,8W/kg – Abschlusstest 4,0W/kg.

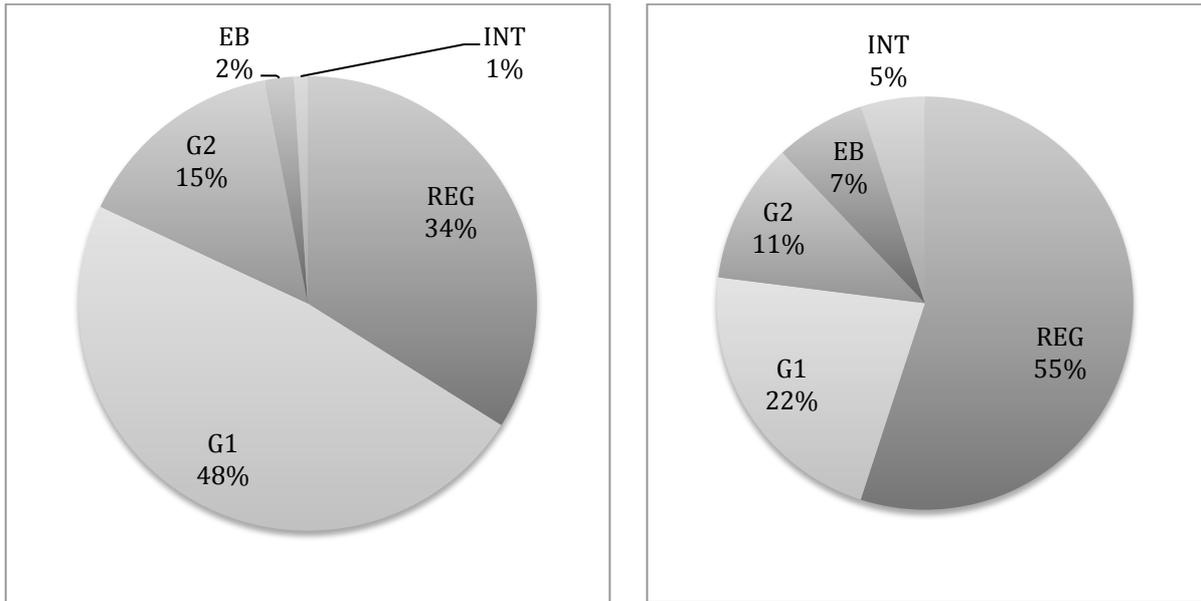
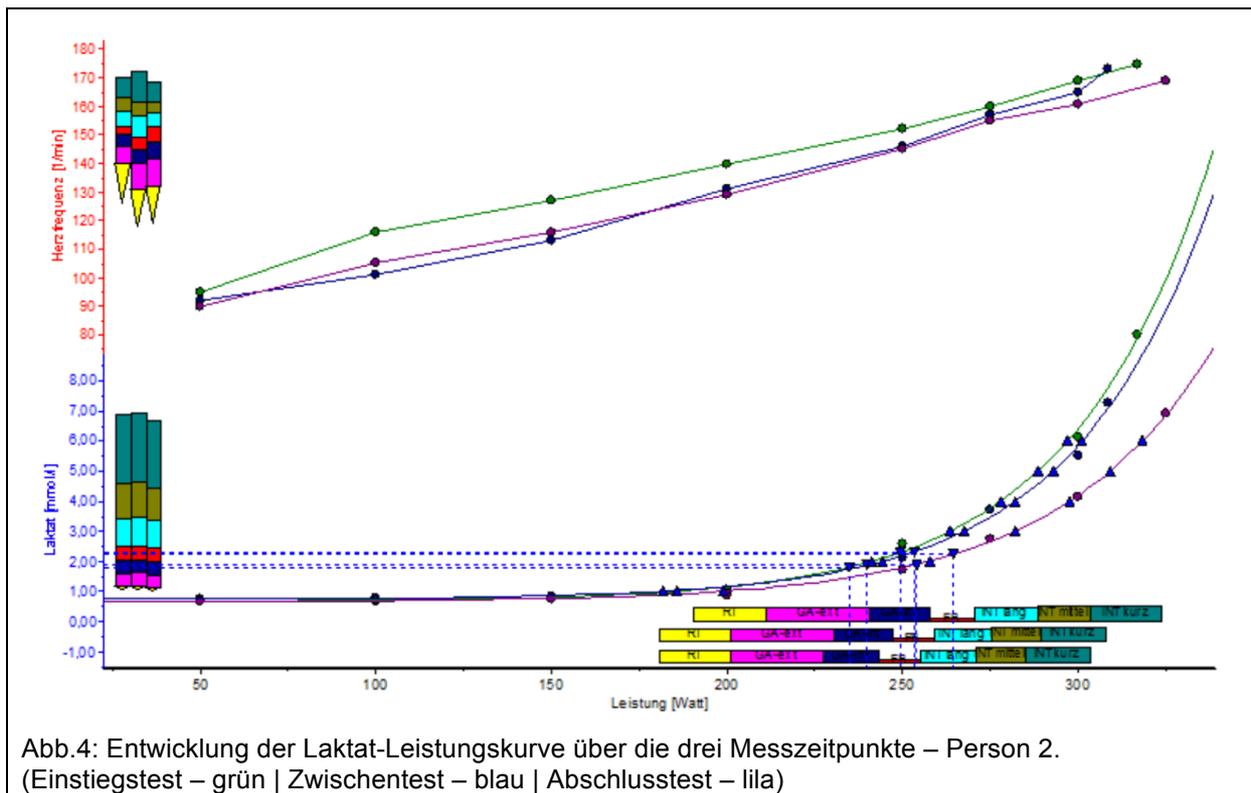


Abb. 3: Vergleich der Trainingsbereiche: links nach fixem Plan, rechts nach Vitalmonitor Steuerung



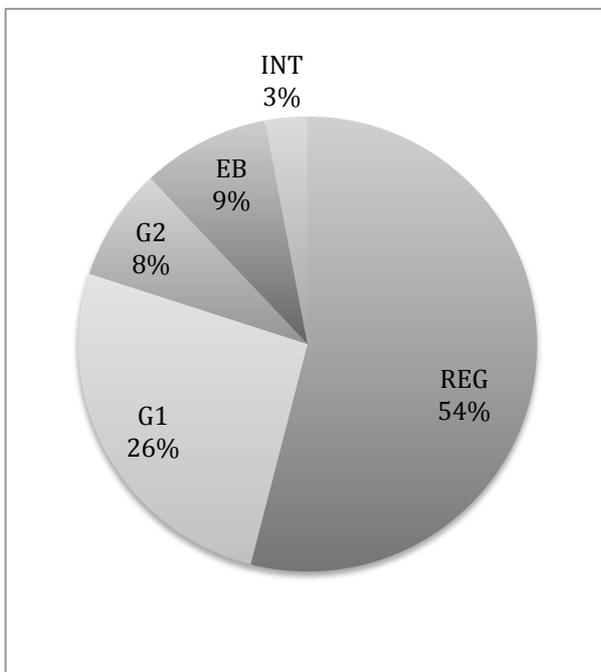
Person 3

Radsport – Straße U23, Trainingsalter: 5 Jahre, nationale Spitze in der Altersgruppe, Profi

Die durchschnittliche Anzahl der Trainingseinheiten betrug während der gesamten Studie 7 Trainingseinheiten pro Woche. Der Durchschnitt der Trainingsstunden über die ersten 12 Wochen betrug 20,2 Stunden, durch die Vitalmonitor-Steuerung ergab sich eine Verringerung auf 19,6 Wochenstunden.

Bei der prozentuellen Verteilung der einzelnen Trainingsbereiche über die jeweiligen Trainingsetappen ergab sich auch bei dieser Person eine deutliche Veränderung. Bei der Steuerung nach der Vitalmonitor-Methode entstand einerseits eine deutliche Intensivierung des Trainings (6% mehr EB- und 2% mehr G2-Anteile), der INT-Bereich blieb bei dieser Person aber gleich. Wie bei Person 1 und 2 stieg auch hier der Anteil im Trainingsbereich REG (+12%). Der Trainingsbereiche G1 wurden auch ebenfalls deutlich zurückgedrängt (-20%). Die Intensivierung und vor allem Polarisierung des Trainings fiel bei Person 3 allerdings nicht so deutlich aus.

Bei den drei leistungsdiagnostischen Untersuchungen zeigte sich bei Person 3 eine sehr extreme – auf diesem Leistungsniveau nicht zu erwartende - Leistungsverbesserung. Aus der Trainingspause kommend bedeutete die erste Etappe eine deutliche Leistungssteigerung durch eine starke Rechtsverschiebung der Laktat Leistungskurve. Die Schwellenleistung stieg hier bereits innerhalb der 12 Wochen von 3,8W/kg auf 4,1W/kg an. Die individuelle Steuerung nach der Herzratenvariabilität lieferte dann bei Person 3 regelrecht eine Leistungsexplosion. Eine extreme Rechtsverschiebung der Laktat-Leistungskurve bedeutete eine Entwicklung an der individuellen Schwelle (Freiburg-Schwelle) auf 4,8W/kg. Diese exzellente Verbesserung konnte auch in den Rennergebnissen und weiteren leistungsdiagnostischen Untersuchungen danach bestätigt werden.



nach fixem Plan, rechts

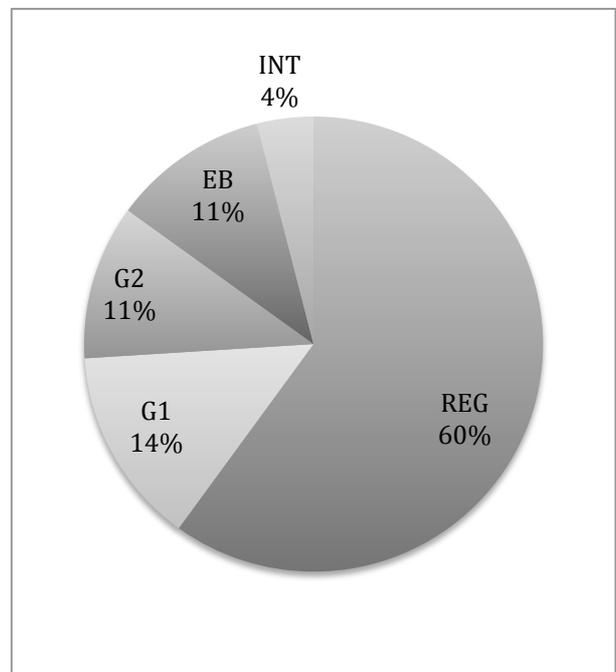
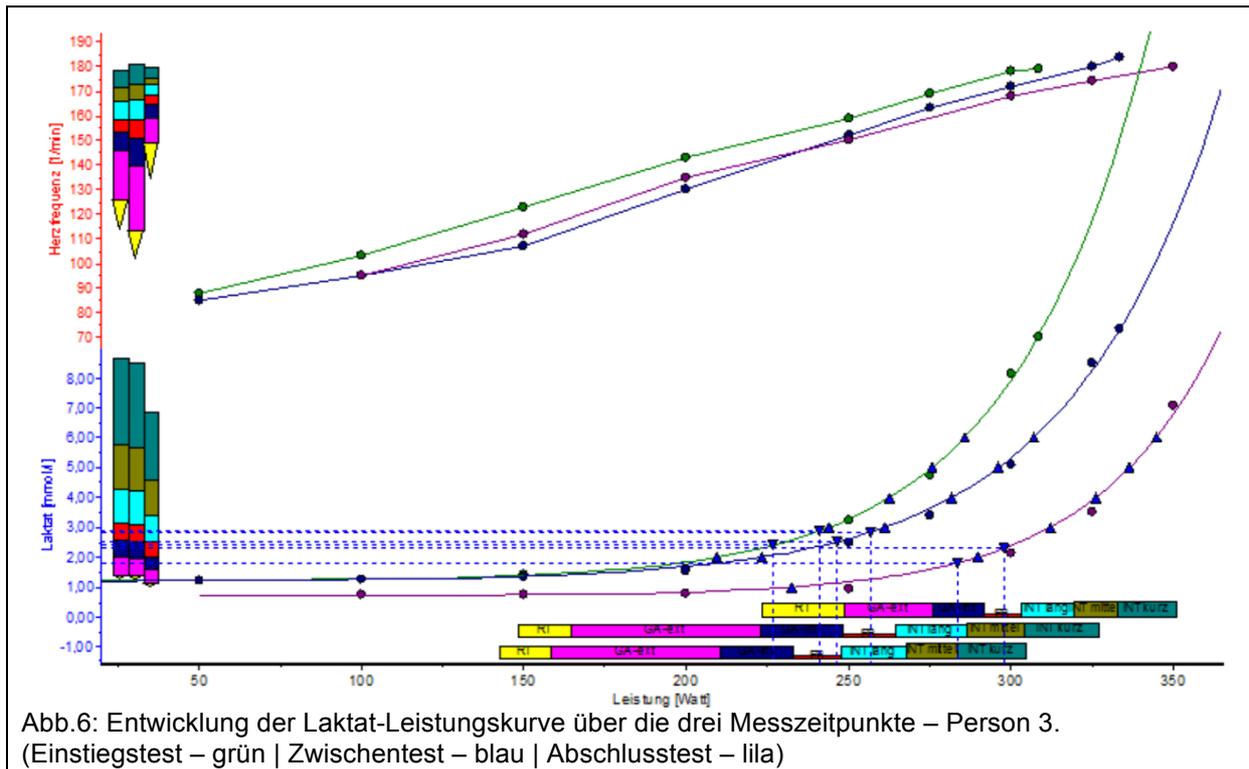


Abb. 5: Vergleich der Trainingsbereiche: links nach Vitalmonitor Steuerung



Person 4

Triathlet – Langdistanz, Trainingsalter: 4 Jahre, Age-Group Sieg IM Taiwan, Halb-Profi-Student

Die durchschnittliche Anzahl der Trainingseinheiten betrug während der gesamten Studie 11 Trainingseinheiten pro Woche. Der Durchschnitt der Trainingsstunden über die ersten 12 Wochen betrug 17,1 Stunden, durch die Vitalmonitor-Steuerung ergab sich ein geringfügiger Anstieg auf 17,2 Wochenstunden.

Bei der prozentuellen Verteilung der einzelnen Trainingsbereiche über die jeweiligen Trainingsetappen zeigten sich bei dieser Person kaum relevante Veränderungen. Der Bereich REG sank um 2%, die Bereiche G1 und EB stiegen um jeweils 1%. Der Prozentsatz von G2 und INT blieben genau gleich. Das heißt also, dass sich die Gesamtstruktur des Trainings nicht verändert hatte, jedoch aber die Abfolge der Trainingsreize durch die tägliche

Neuanpassung eine Variation zur ersten Etappe erfahren hatte. Interessant ist es also vor allem bei diesem Athleten zu beobachten, ob eine idente Gewichtung der Trainingsbereiche bei gleicher Anzahl der Trainingseinheiten und Trainingsstunden unter der täglichen Adaptation – also einer veränderten „Komposition“ des Trainings – zu einer Änderung der Leistungsfähigkeit führt.

Die Auswirkung im Rahmen der drei leistungsdiagnostischen Untersuchungen ist eindeutig zu erkennen. Aus der Trainingspause kommend bedeutete die erste Etappe eine sehr geringe Verbesserung der Laktat-Leistungskurve. Erst die individuelle Steuerung nach der Herzratenvariabilität liefert eine sehr deutliche Erhöhung der Leistungsfähigkeit (Rechtsverschiebung). Die Schwellenleistung entwickelte sich folgendermaßen: Einstiegstest 14,5km/h – Zwischentest 14,5km/h – Abschlusstest 15,5km/h. Eine tagesadäquate Reizsetzung lieferte hier eine deutliche Leistungsverbesserung ohne die gesamte Trainingsbelastung strukturell zu verändern.

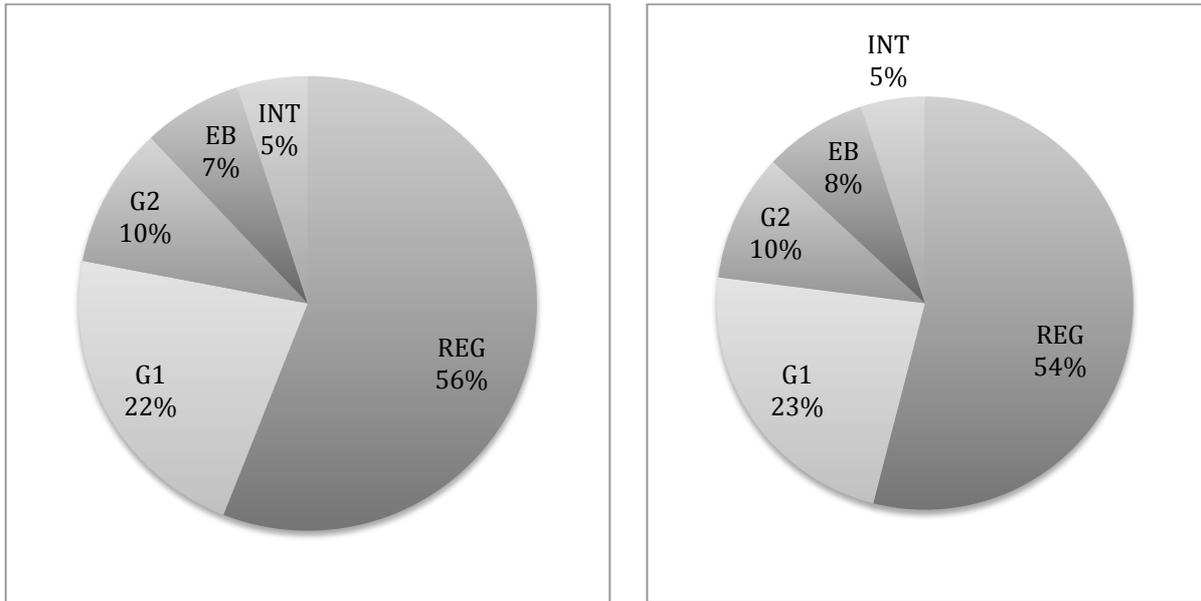
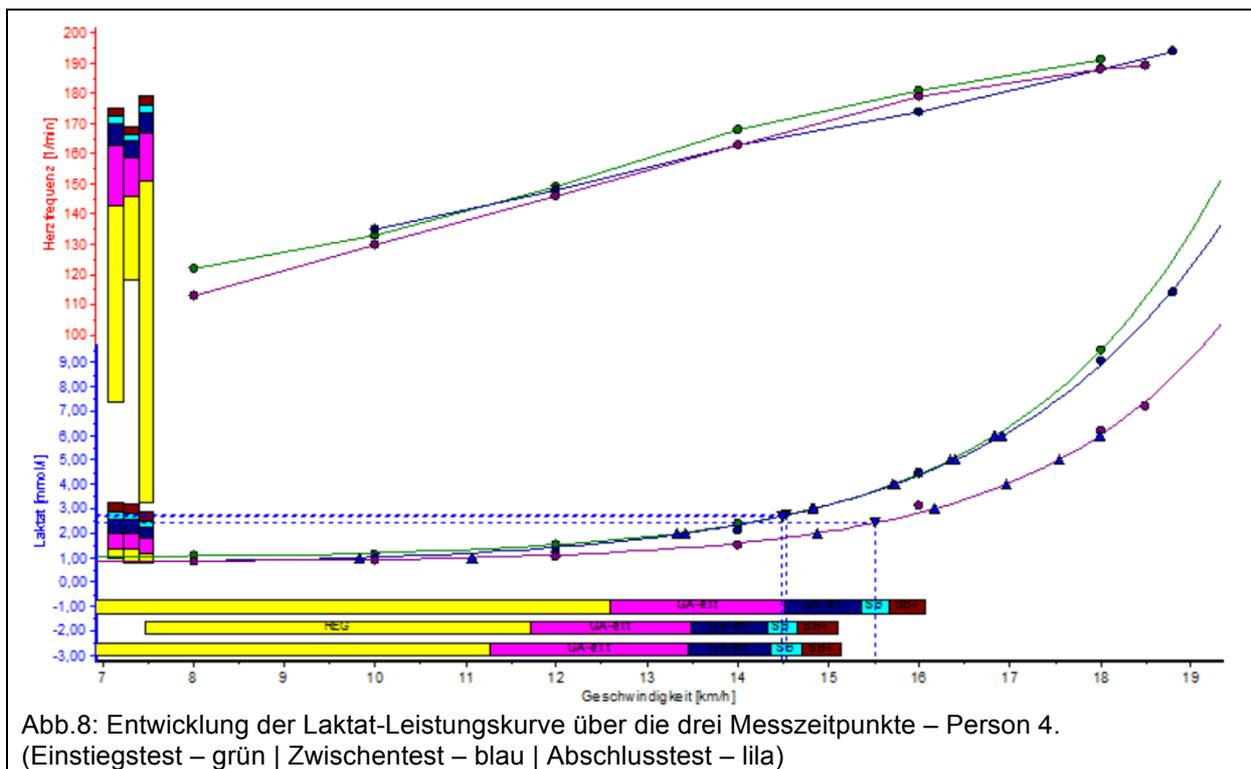


Abb. 7: Vergleich der Trainingsbereiche: links nach fixem Plan, rechts nach Vitalmonitor Steuerung



Person 5
 Motocross Fahrer – Lizenzfahrer,
 Trainingsalter: 3 Jahre, Schichtarbeit

Die durchschnittliche Anzahl der Trainingseinheiten betrug während der gesamten Studie 7 Trainingseinheiten pro Woche. Der Durchschnitt der Trainingsstunden über die ersten 12 Wochen betrug 11,6 Stunden, durch die Vitalmonitor-Steuerung ergab sich ein geringfügiger Anstieg auf 11,9 Wochenstunden.

Die verwendeten Trainingsmittel unterschieden sich von den bisherigen Personen insgesamt deutlich. Neben einer Grundlagenarbeit spielte hier vor allem das spezifische Fahrtraining und das allgemeine Krafttraining eine deutlich größere Rolle. Bei der prozentuellen Verteilung der einzelnen Trainingsbereiche über die jeweiligen Trainingsetappen ergaben sich bei dieser Person in den Bereichen Kraft und Motocross kaum relevante Veränderungen. In den Bereichen der allgemeinen Konditionierung Ausdauer (realisiert durch Lauf- und Radtraining in den aeroben Bereichen REG und G1) sowie im Bereich INT (intensives Intervalltraining) entstanden jedoch deutliche Veränderungen. Durch die Intensitäten im Motocross- und Krafttraining wurden durch die Vitalmonitor-Steuerung die Bereiche INT (-2%) und G1 (-9%) verringert

und der Trainingsanteil in der REG-Zone angehoben (+12%). Hier wurde also den spezifischen Intensitäten in der Trainingssteuerung durch die Messwerte Rechnung getragen

Die Auswirkung im Rahmen der drei leistungsdiagnostischen Untersuchungen ist auch bei dieser Person eindeutig erkennbar. Die Leistungsdiagnostik wurde hier als Laufbandtest durchgeführt, da die aerobe Konditionierung aus individuellen Gründen hauptsächlich über ein Lauftraining erfolgte. Aus der Trainingspause kommend bedeutete die erste Etappe eine Verbesserung der Laktat-Leistungskurve durch Parallelverschiebung nach rechts unten (also Ökonomisierung und Leistungsverbesserung). Die individuelle Steuerung nach der Herzratenvariabilität liefert einen sehr deutlichen Leistungssprung (Rechtsverschiebung). Die Schwellenleistung entwickelte sich folgendermaßen: Einstiegstest 13,5km/h – Zwischentest 13,8km/h – Abschlusstest 14,8km/h. Eine tagesadäquate Reizsetzung liefert hier einen deutlichen Gegenpol zu den hochintensiven Belastungen in der spezifischen Sportart und dem für die Sportart notwendigen Krafttraining. Dadurch wurde die Trainingswirkung offensichtlich erst möglich.

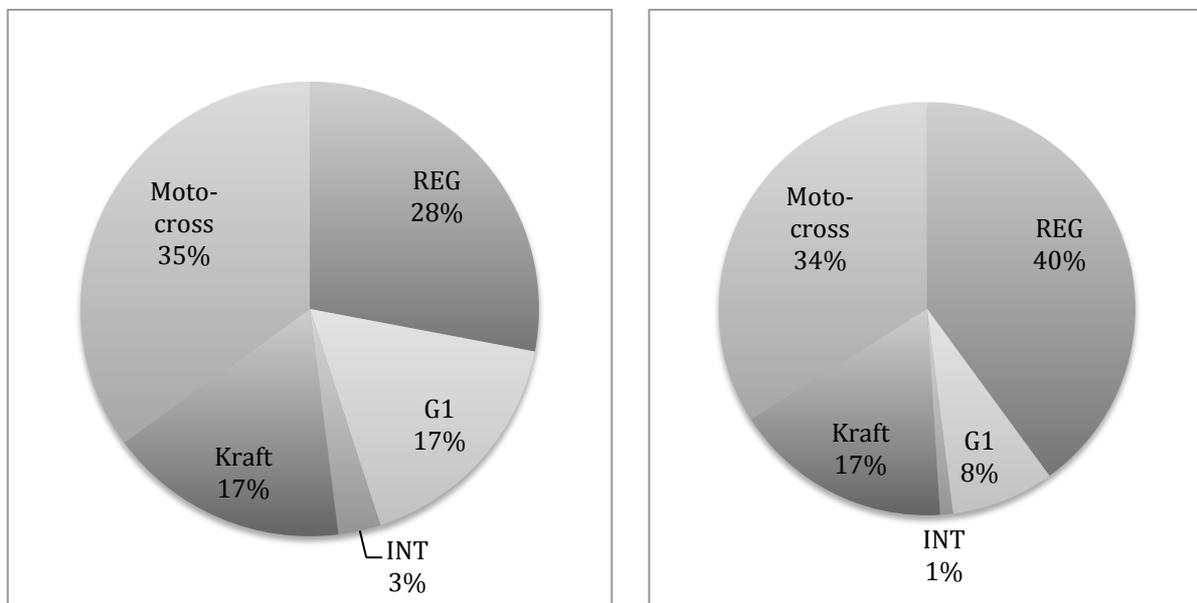


Abb. 9: Vergleich der Trainingsbereiche: links nach fixem Plan, rechts nach Vitalmonitor Steuerung

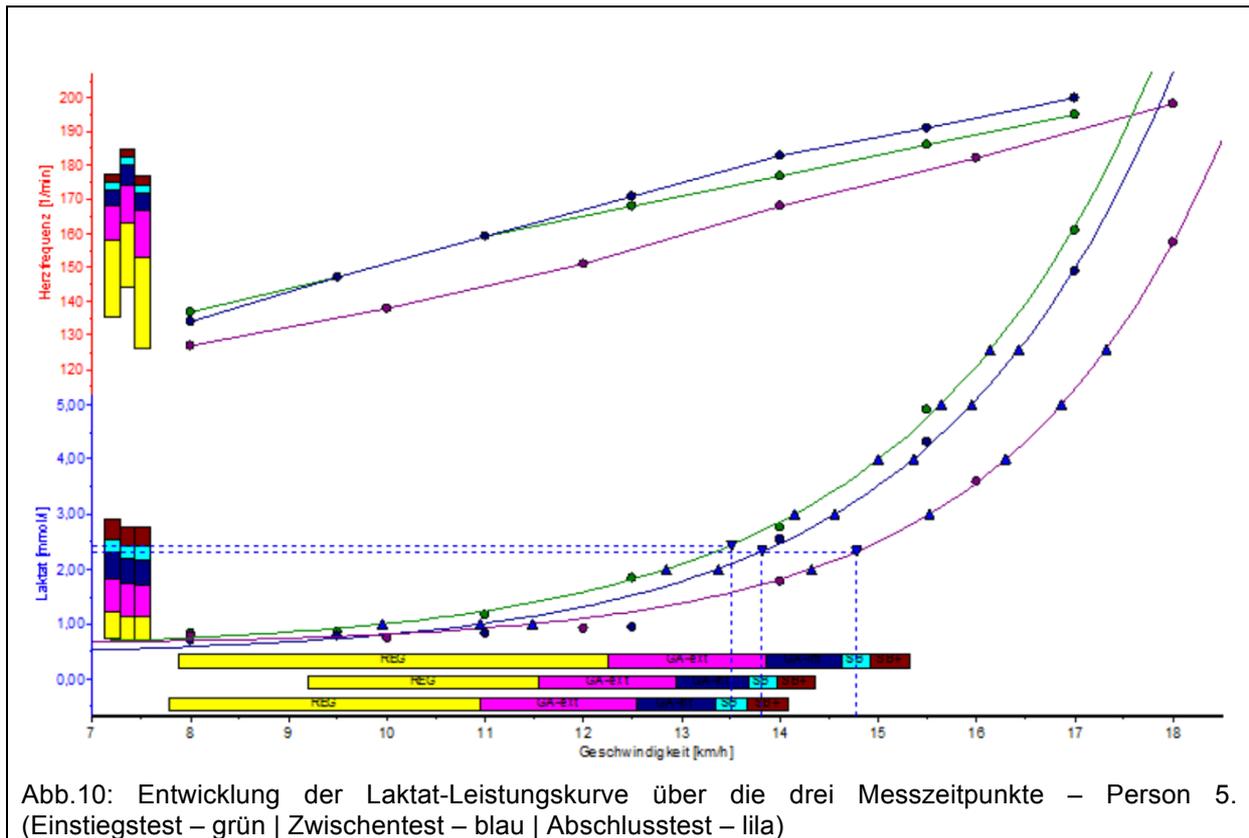


Abb.10: Entwicklung der Laktat-Leistungskurve über die drei Messzeitpunkte – Person 5. (Einstiegstest – grün | Zwischentest – blau | Abschlusstest – lila)

Person 6

Bergläufer, Trainingsalter: >10 Jahre,

Die durchschnittliche Anzahl der Trainingseinheiten betrug während der gesamten Studie 5 Trainingseinheiten pro Woche. Der Durchschnitt der Trainingsstunden über die ersten 12 Wochen betrug 6,8 Stunden, durch die Vitalmonitor-Steuerung ergab sich eine geringfügige Verringerung auf 6,6 Wochenstunden.

Die verwendeten Trainingsmittel unterschieden sich in den beiden Trainingsetappen insgesamt nur marginal. Die Verschiebungen lagen bei lediglich 1-2% (1% mehr EB und G1 dafür verringerte sich der Reg-Bereich um 2%).

Die Auswirkung im Rahmen der 3 leistungsdiagnostischen Untersuchungen sind deutlich erkennbar. Aus der Trainingspause

kommend bedeutete die erste Etappe auch bei dieser Person eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit durch Parallelverschiebung nach rechts unten (also Ökonomisierung und geringe Leistungsverbesserung). Die individuelle Steuerung nach der Herzratenvariabilität liefert dann auf Basis der erfolgten Ökonomisierung einen sehr deutlichen Leistungssprung (Rechtsverschiebung). Die Schwellenleistung entwickelte sich folgendermaßen: Einstiegstest 13,1km/h – Zwischentest 13,2km/h – Abschlusstest 13,9km/h. Eine tagesadäquate Reizsetzung lieferte in Summe keine Veränderung der Trainingsanteile, erzielte jedoch durch die passendere Setzung des Reizes durch die Kenntnis der aktuellen Belastbarkeit eine deutlich bessere Leistungsentwicklung vor allem an der Dauerleistungsgrenze.

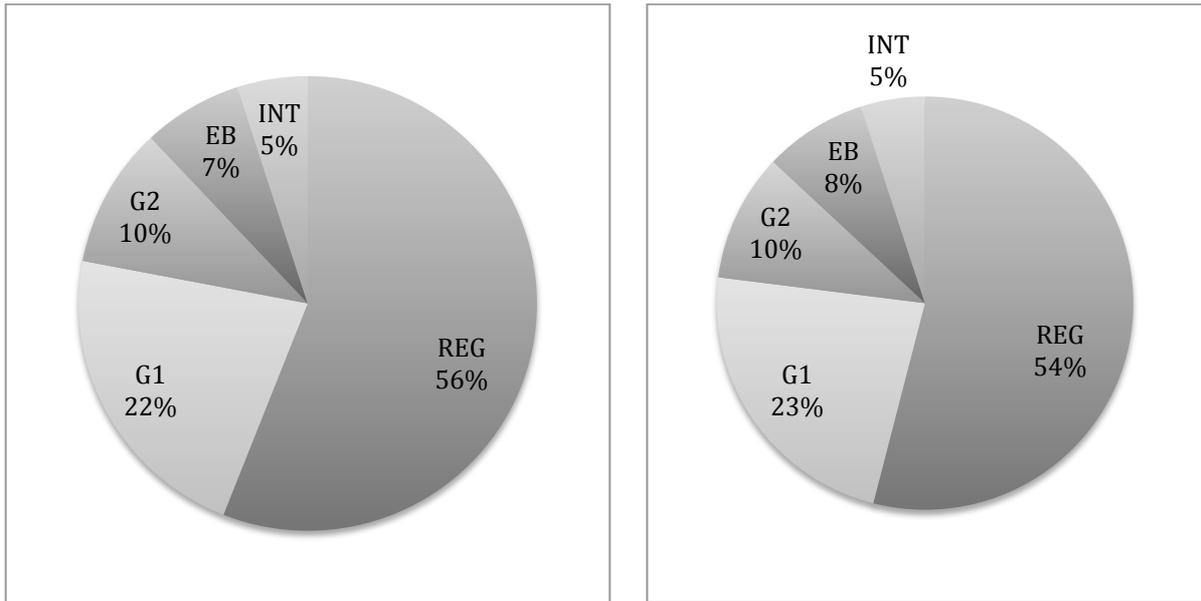


Abb. 11: Vergleich der Trainingsbereiche: links nach fixem Plan, rechts nach Vitalmonitor Steuerung

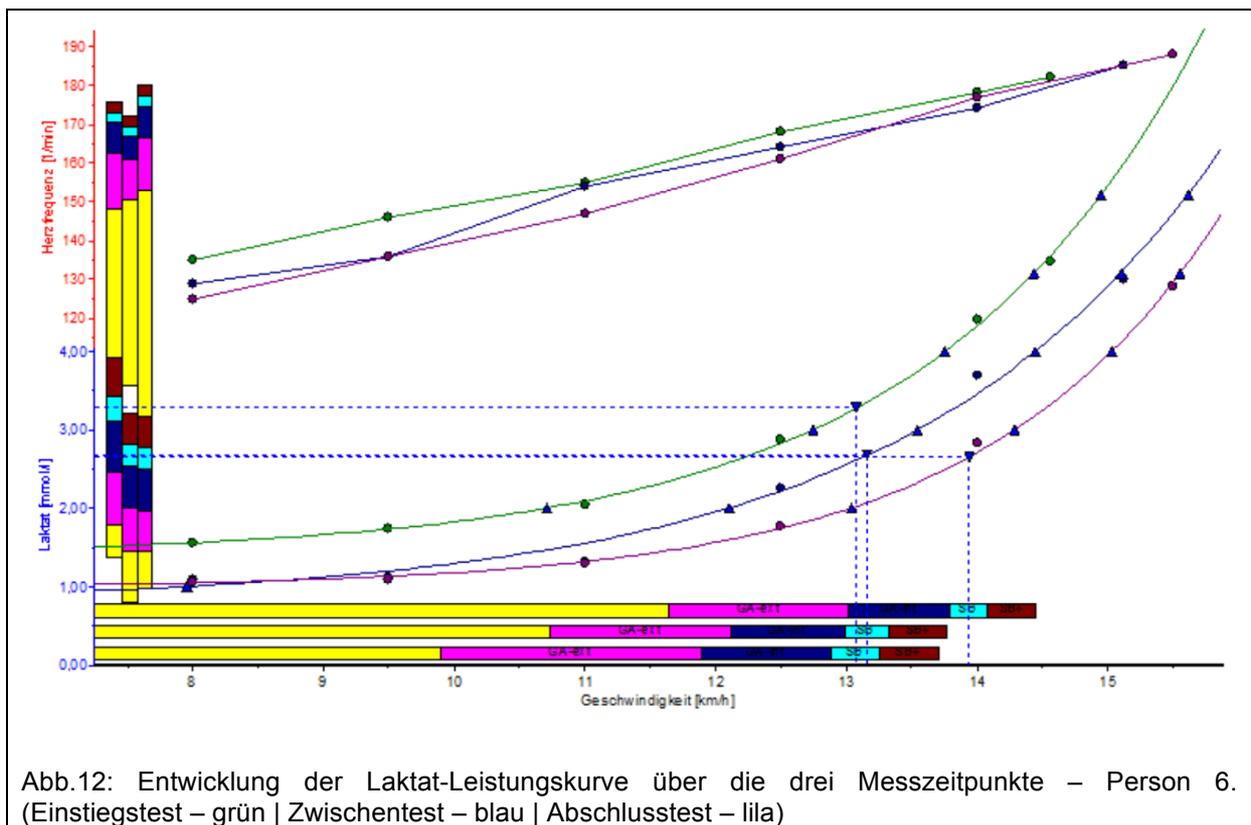


Abb.12: Entwicklung der Laktat-Leistungskurve über die drei Messzeitpunkte – Person 6. (Einstiegstest – grün | Zwischentest – blau | Abschlusstest – lila)

III. Schlussfolgerungen

Die 6 Probanden der Studie, die als erfahrene und trainierte Athleten im physiologischen Sinn zu beurteilen sind, zeigten durchwegs durch die tagesadäquate Steuerung des Trainings eine sehr starke Leistungsverbesserung. Aus einer Trainingspause kommend ist die erste Trainingsetappe eine Phase in der die Leistungsentwicklung in der Regel etwas leichter fällt als in den weiteren Phasen des Trainingsjahres danach. Eine deutliche Verbesserung der Leistungsfähigkeit in der zweiten Etappe der Studie ist als eindeutiger Beleg dafür zu werten, dass eine individualisierte, organische Trainingssteuerung an Hand der Herzratenvariabilität ein wirksames Trainingsgefüge erzeugt. Durch die Kenntnis und vor allem Berücksichtigung der Belastungsverarbeitung im Längsschnitt der einzelnen Trainingseinheiten erhält der Organismus die Möglichkeit Belastungen produktiv zu verarbeiten und in eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit zu transformieren. An den Rahmenbedingungen des Trainings haben sich nicht wirklich massive Veränderungen durch die tägliche

Steuerung ergeben. Die Verteilungen haben sich jedoch bei 3 der 6 Personen massiv geändert, bei den anderen 3 Personen trat kaum eine Veränderung bei der Verteilung der Trainingsbereiche ein. Insgesamt haben sich im Rahmen der Studie 2 Muster ergeben: einerseits zeigte sich eine Polarisierung des Trainings mit einer Neustrukturierung der Abfolge der einzelnen Trainingseinheiten, andererseits jedoch eine Neustrukturierung ohne eine Änderung der generellen Verteilungsstruktur der Trainingsbereiche. Diese Strukturänderung bedeutete zum Beispiel 3 Intervall-Trainingseinheiten an 3 Tagen hintereinander oder 4 Tage mit kurzen regenerativen Trainingseinheiten um eine Minderbelastbarkeit abzufangen oder aber auch das kurzfristige Abfangen eines Infektes durch eine Trainingspause schon vor dem Beginn von Symptomen.

Diese erste Studie liefert also einen eindeutigen Beleg für eine positive Wirkung im Sinne einer verbesserten Leistungsentwicklung durch eine individualisierte, tagesadäquate, organische Trainingssteuerung.