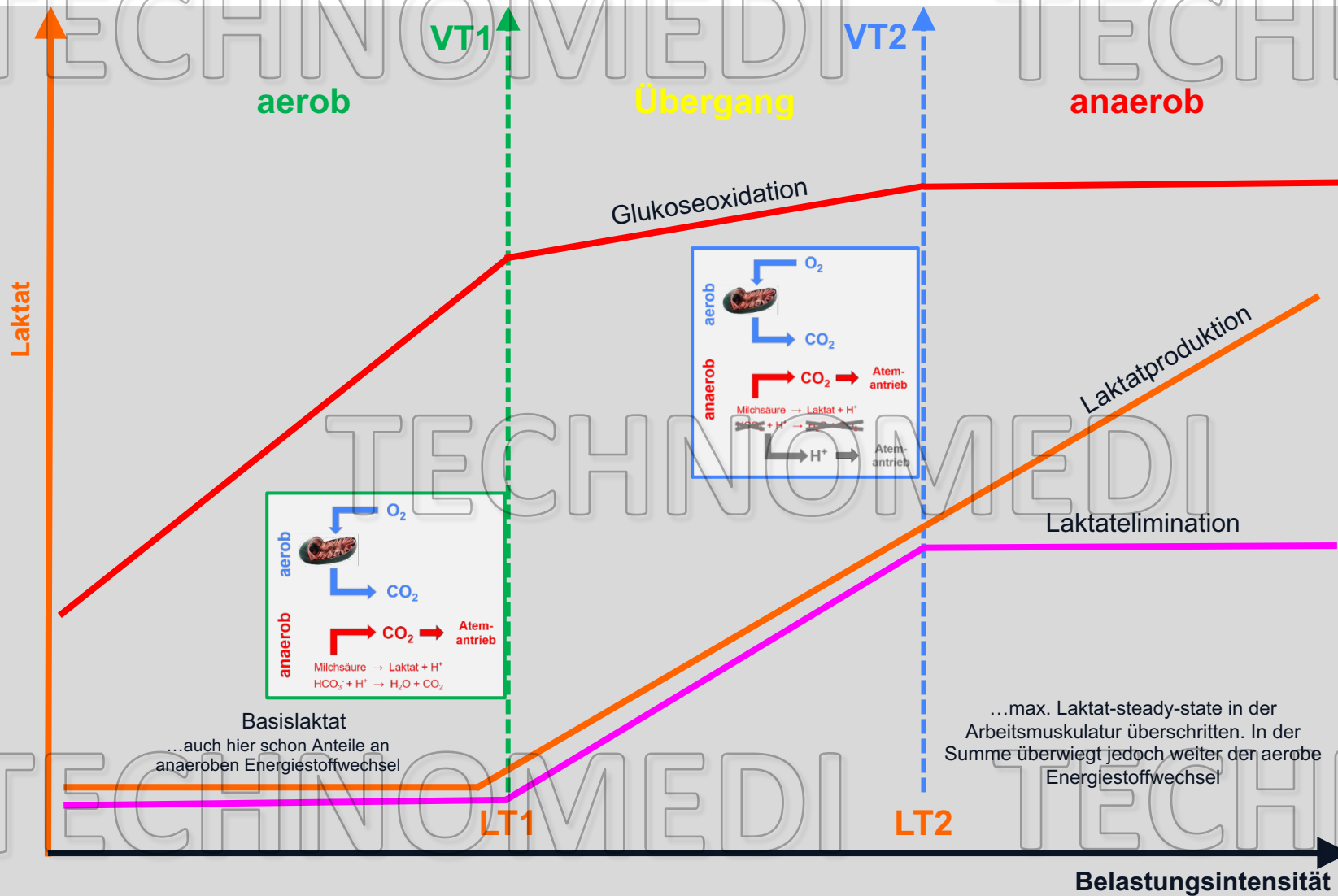


TECHNOMEDI

Spiroergometrie

Bestimmung der ventil. Schwellen VT1 & VT2

Energiestoffwechsel (Ventilatorische Schwellen)

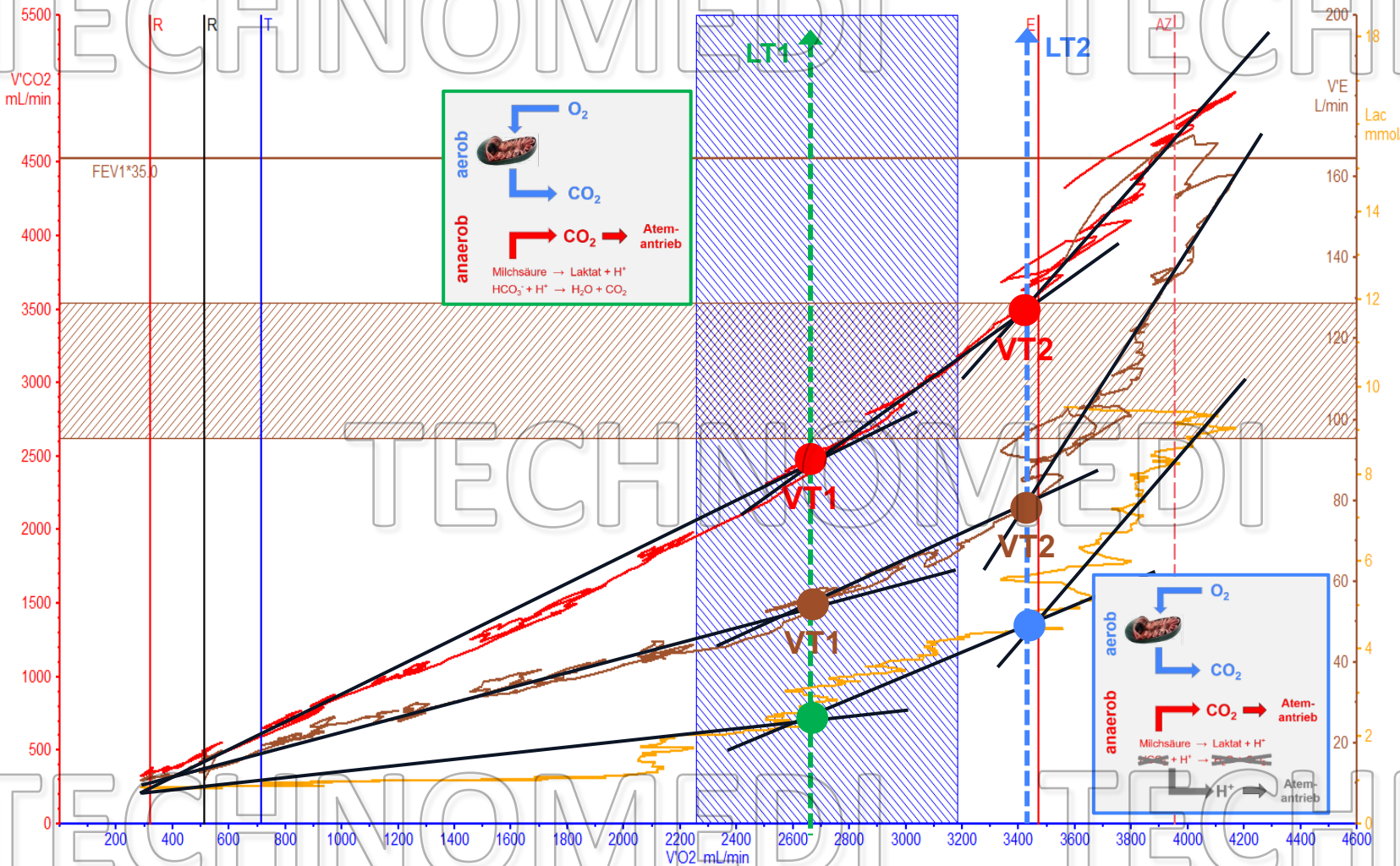


Energiestoffwechsel (Ventilatorische Schwellen)

Bei geringer Belastung als auch in Ruhe bildet der Energiestoffwechsel Laktat. Hollmann et al. (1961 –[26]) beschrieben den ersten nichtlinearen Anstieg der Laktatkonzentration (LT1) als Punkt des optimalen Wirkungsgrades der Atmung und dadurch die Verknüpfung von Metabolismus und Ventilation (VT1).

Die zweite Schwelle beschreibt das Ende des aerob-anaeroben Übergang. Dieser (LT2) ist dadurch gekennzeichnet, dass sich Laktatproduktion und die Eliminationsrate im Gleichgewicht befinden. Auch zu diesem Zeitpunkt gibt es eine weitere Verknüpfung zwischen Metabolismus und Ventilation (VT2)

Warum und wann kommt es zum aerob-anaeroben Übergang (VT1/VT2)?



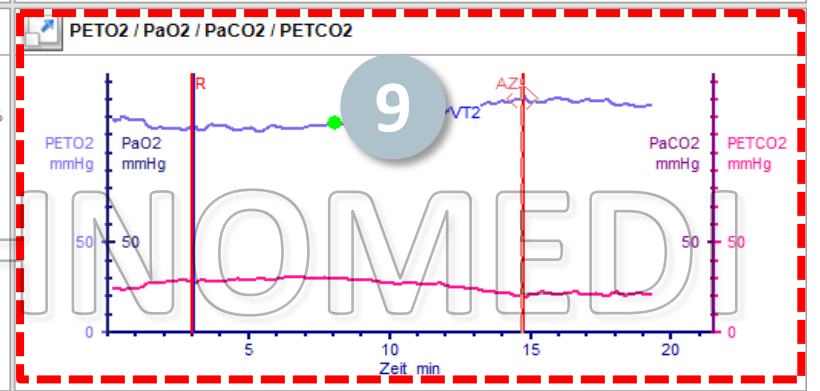
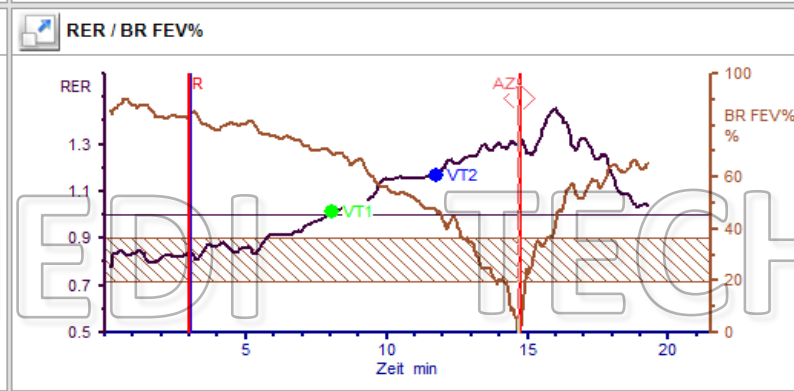
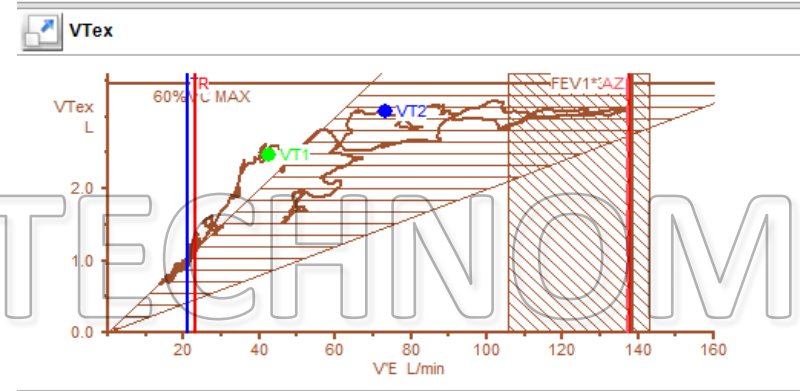
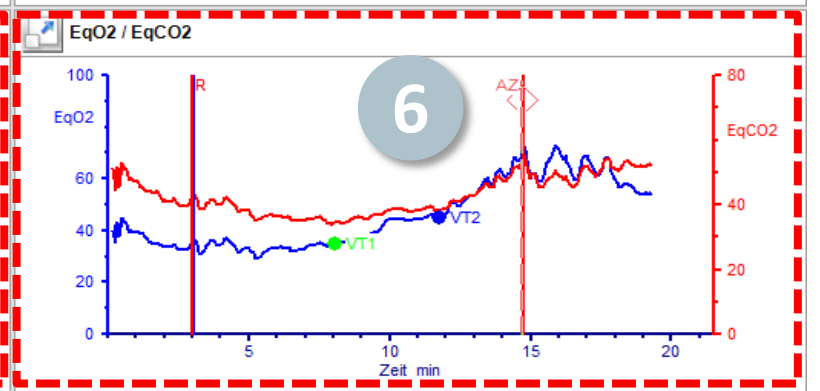
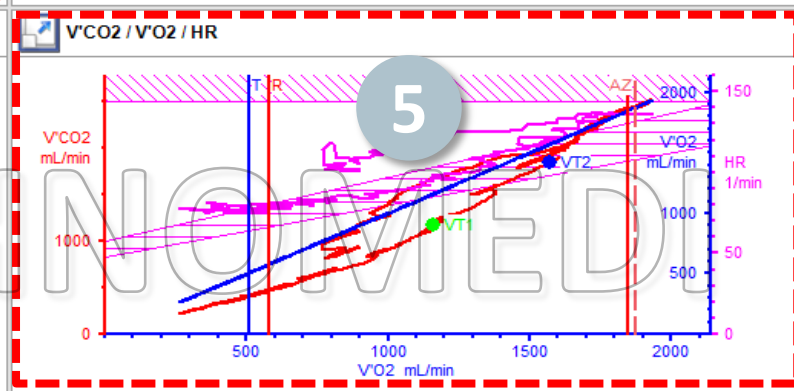
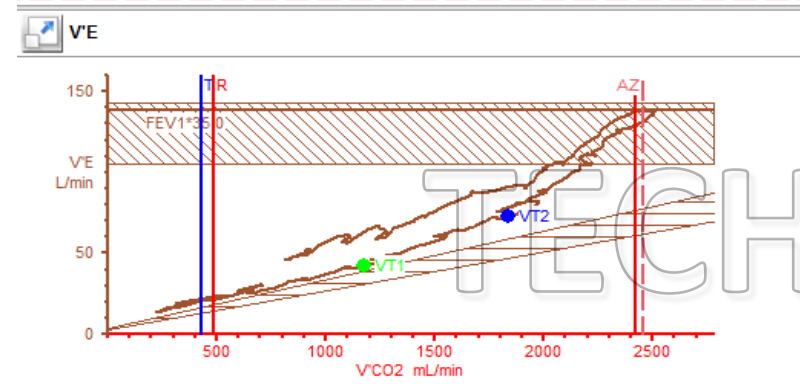
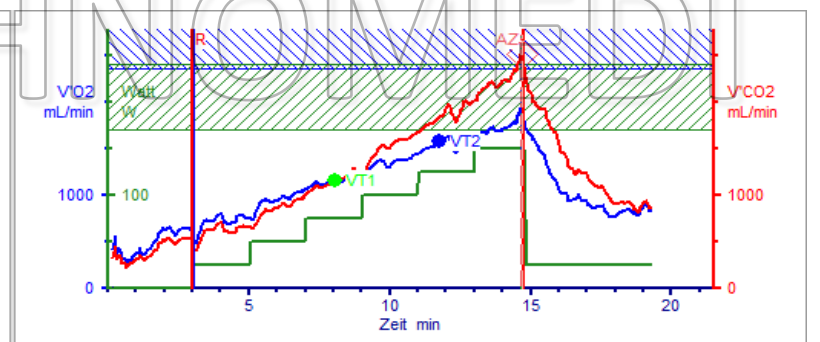
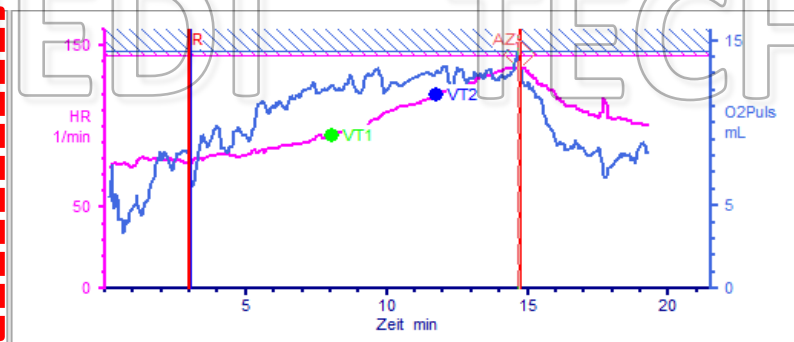
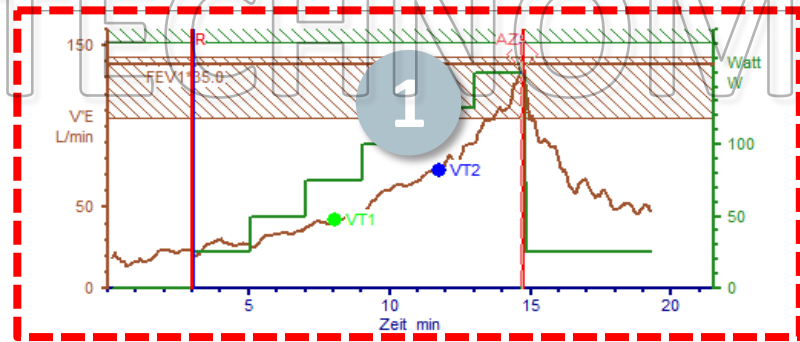
Ventilatorische Schwelle VT1

Bei individuell unterschiedlichen Belastungen kommt es zu einer vermehrten Reduzierung der $\dot{V}O_2$ -Konzentration in der Muskelzelle. Das führt dazu, dass das in der Glykolyse gebildete Pyruvat sofort zu Laktat abgebaut wird. Dieser Prozess generiert anaerobe Energie. Das Laktat-Steady-State kann nicht mehr aufrecht gehalten werden. Laktat steigt an und beim Abbau bildet sich CO₂ und H₂O. Durch das zusätzlich gebildete CO₂ aus dem Laktatabbau steigt Ventilation nun moderat kontinuierlich an. Diese Situation wird mit der ventilatorischen Schwelle VT1 beschrieben.

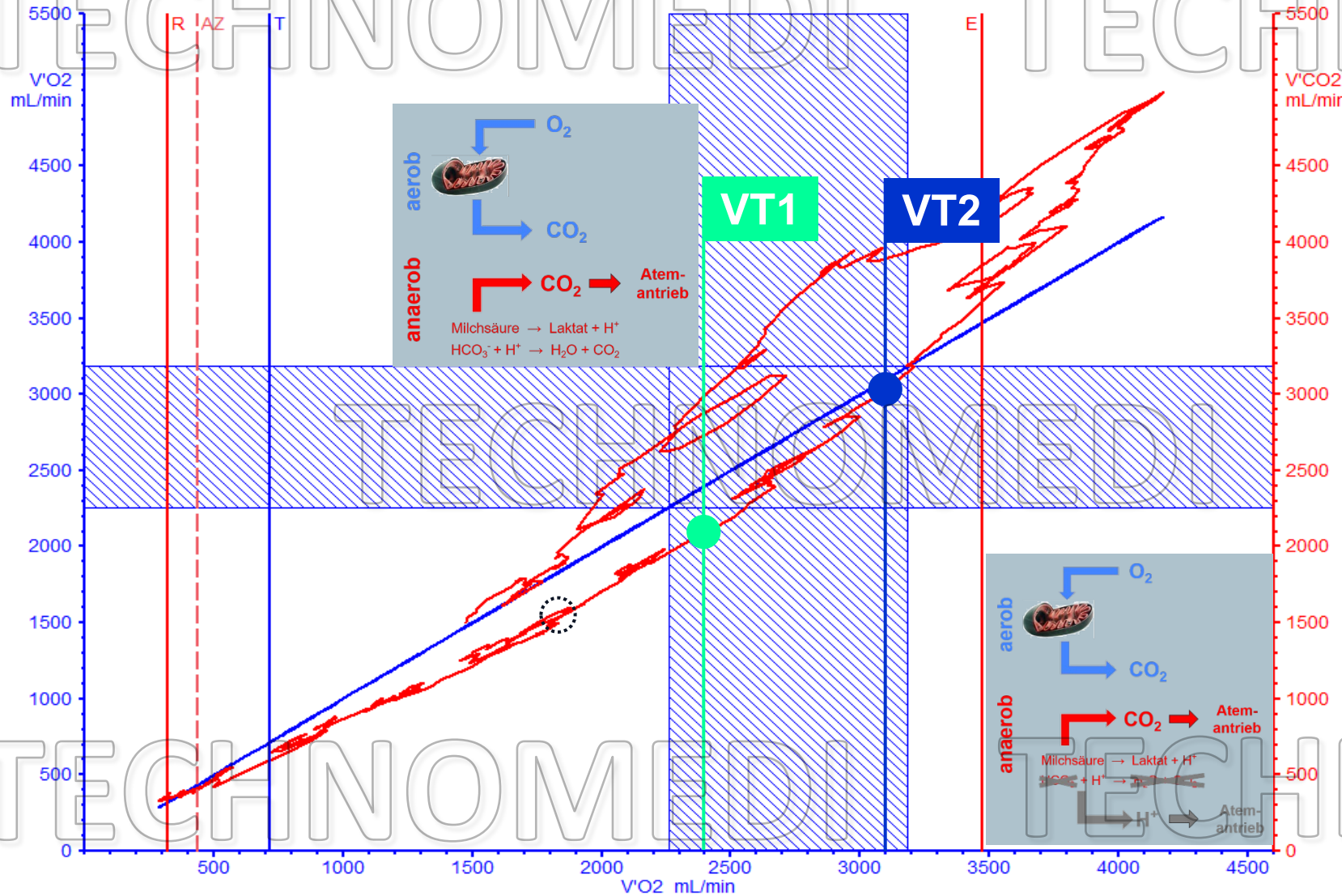
Ventilatorische Schwelle VT2

Die max. Laktatelemination ist erreicht. In immer mehr Muskelzellen wird Pyruvat sofort zu Laktat abgebaut. Die Pufferkapazitäten des Bikarbonats (HCO₃⁻) sind erschöpft und auf die steigende Übersäuerung im Muskel (pH Wert sinkt (H⁺)) reagiert die Ventilation überproportional (Azidose atmen). Dieser Effekt wird mit der ventilatorischen Schwelle VT2 beschrieben.

Bevorzugte Felder zur Bestimmung der VT1 und VT2 in der Übersicht



Bestimmung der VT1-VT2 mit V-Slope Methode

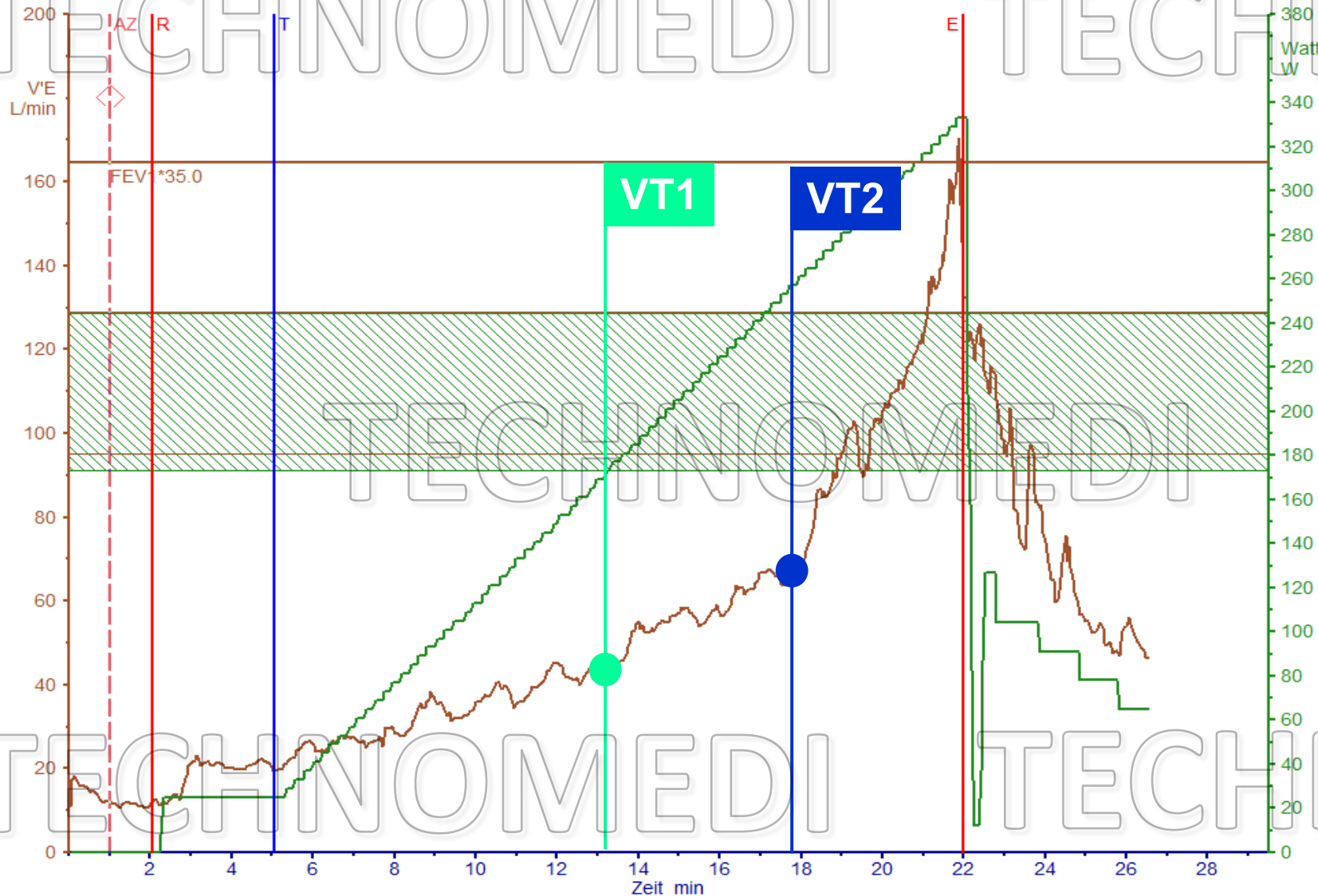


Anpassung (Hypoventilation):
 Änderung der $\dot{V}'CO_2$ Steigung in Abhängigkeit von $\dot{V}'O_2$ ist nicht die VT1. Dieser Effekt wird häufig durch Hypoventilation und der kurzzeitigen Speicherung von CO_2 im Fettgewebe verursacht.

Ventilatorische Schwelle VT1:
 Zu diesem Zeitpunkt kommt es zu einem Anstieg der Laktatbildung. Durch den Laktatabbau entsteht vermehrt $\dot{V}'CO_2$ im Verhältnis zu $\dot{V}'O_2$ und dadurch auch zu einem moderaten Anstieg der Ventilation.

Ventilatorische Schwelle VT2:
 Laktat und CO_2 steigen überproportional an und es kommt zur metabolischen Azidose. Alle Puffersysteme ausgeschöpft. Daraus resultiert erheblicher Anstieg der Ventilation zur respiratorischen Kompensation der Azidose.

Bestimmung der VT1-VT2 mit der Ventilation



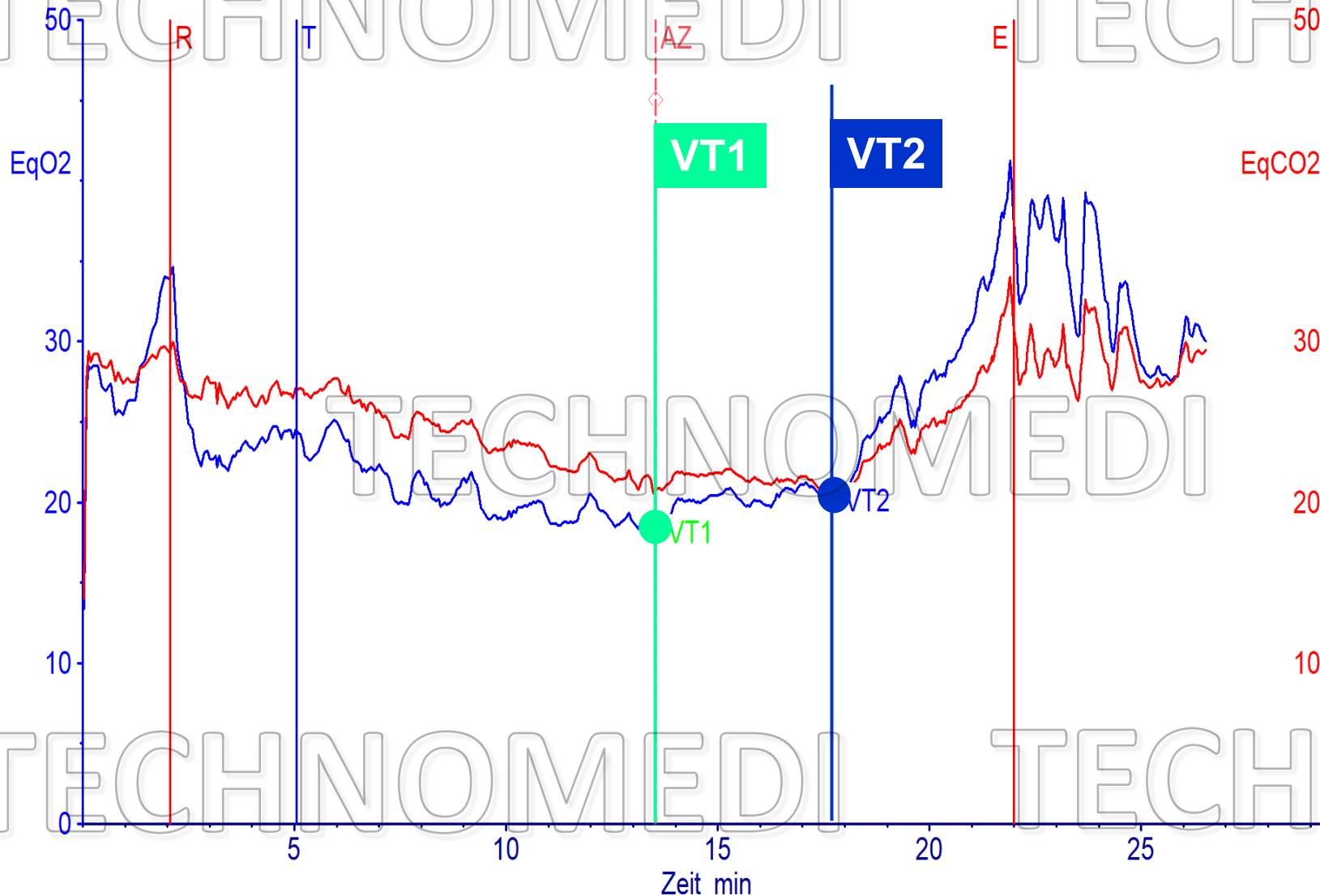
Ventilatorische Schwelle VT1:

Änderung der Steigung $V'E$ in Abhängigkeit der Belastung und des anaeroben Energiestoffwechsels.

Ventilatorische Schwelle VT2:

Änderung der Steigung $V'E$ in Abhängigkeit der Belastung und des anaeroben Energiestoffwechsels. Die Steigerung der Ventilation wird weiterhin vom Absinken des pH Werts bestimmt.

Bestimmung der VT1-VT2 mit der Ventilation (EQO_2)



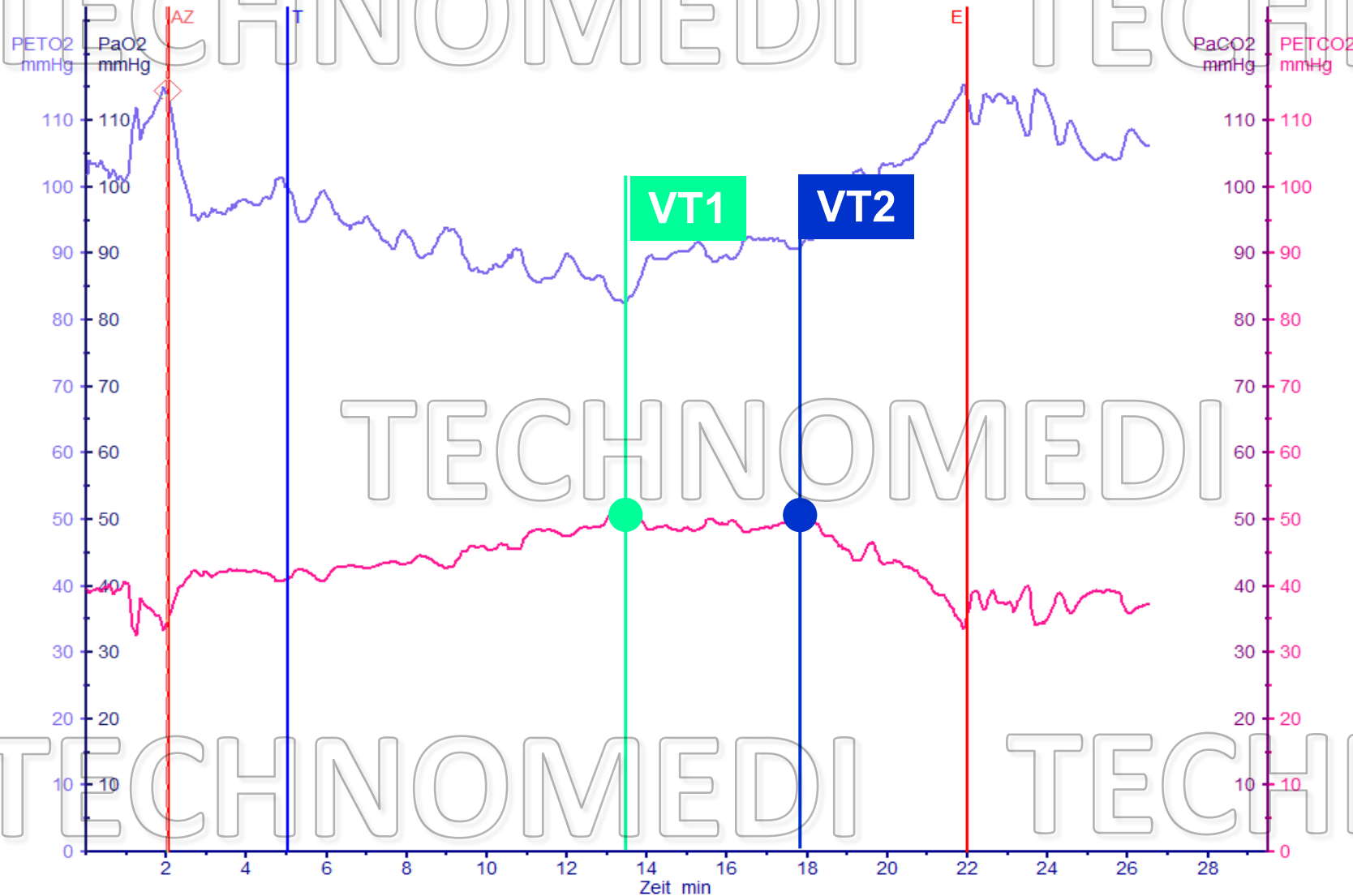
Ventilatorische Schwelle VT1:

Änderung der Steigung EQO_2 in Abhängigkeit der Belastung und des anaeroben Energiestoffwechsels. Da die Steigung der Sauerstoffaufnahme konstant bleibt ändert sich der Quotient $VE/V'O_2$ auf Grund der VE Änderung

Ventilatorische Schwelle VT2:

Änderung der Steigung EQO_2 in Abhängigkeit der Belastung und des anaeroben Energiestoffwechsels. Die Steigerung der Ventilation wird weiterhin vom Absinken des pH Werts bestimmt. An der VT2 steigt auch EQO_2 deutlich an

Bestimmung der VT1-VT2 mit PET O₂ / PET CO₂ Methode



Ventilatorische Schwelle VT1:

Die endtidalen Drücke beschreiben indirekt die Situation in der Alveole. Durch die anfängliche Hypoventilation kommt es zu einem Anstieg der CO₂ – und zu einem Abfall der O₂ Konzentration in der Alveole. Durch die zunehmende Ventilation (Azidose) kommt es beim PET CO₂ zu einem Plateau.

Ventilatorische Schwelle VT2:

Durch die massive Steigerung der Ventilation bestimmt durch das Absinken des pH Werts ändern sich auch die Konzentrationen in der Alveole. Durch die Hyperventilation sinkt PET CO₂ ab und PET O₂ steigt an.

TECHNOMEDI

TECHNOMEDI

TECHNOMEDI

TECHNOMEDI

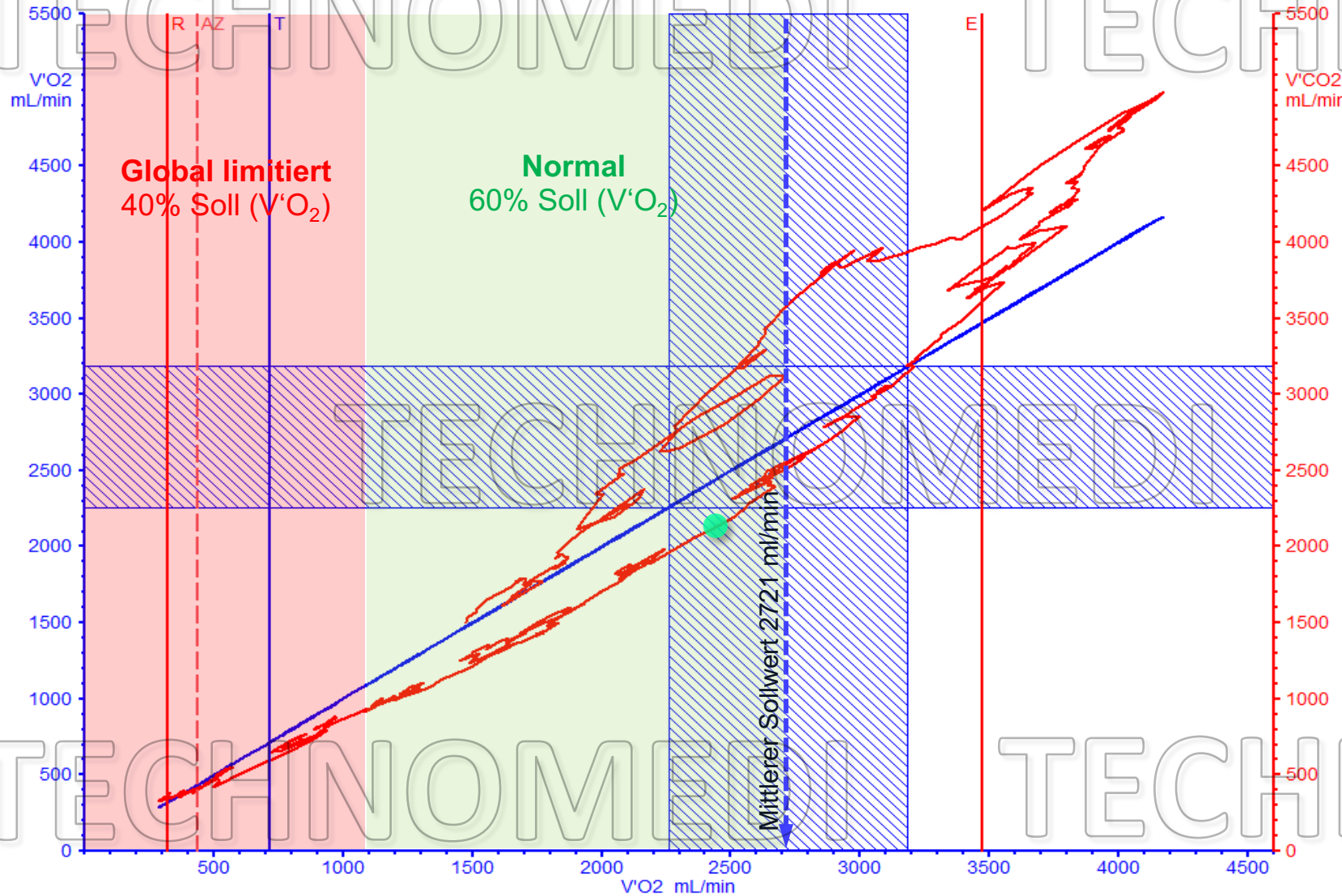
Spiroergometrie

Interpretation der ventil. Schwellen VT1 & VT2

TECHNOMEDI

TECHNOMEDI

Interpretation VT1: $\dot{V}'O_2$ (VT1) in Bezug zum $\dot{V}'O_2$ -Sollwert [%]



Definition globale Limitierung
Für diese Interpretation setzen wir $\dot{V}'O_2$ an der ventilatorischen Schwelle VT1 in Bezug zum kollektiven Sollwert (Soll $\dot{V}'O_2$).

Sollwert $\dot{V}'O_2$: 2721 ml/min

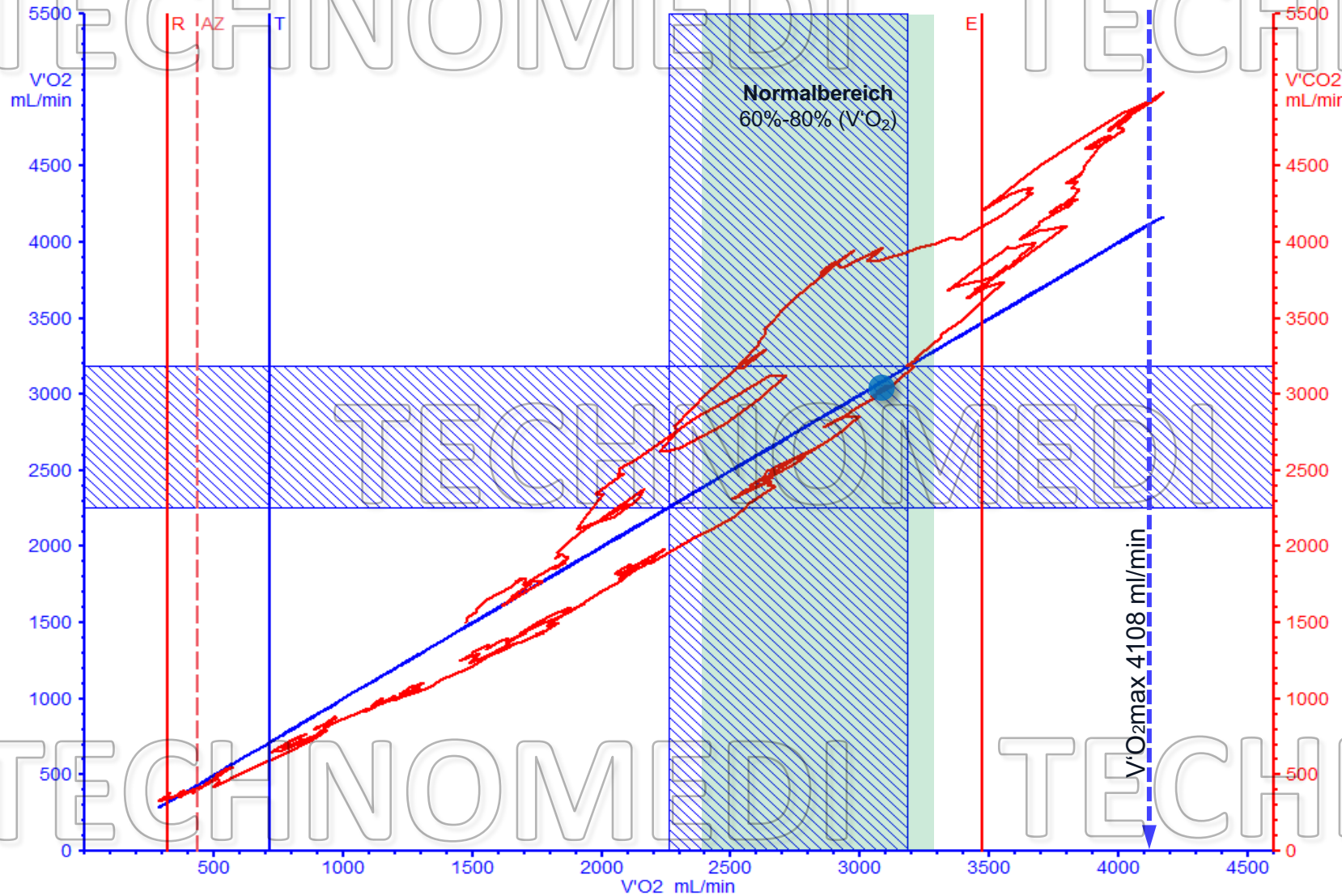
$\dot{V}'O_2$ an VT1: 2420 ml/min

$\dot{V}'O_2$ (VT1) = 88% ($\dot{V}'O_2$ (Soll))

Global limitiert

$\dot{V}'O_2$ (VT1) \leq 40% ($\dot{V}'O_2$ (Soll))

Interpretation VT2: $\dot{V}'O_2$ (VT2) in Bezug zum $\dot{V}'O_2$ -Maximalwert [%]



Definition globale Ausdauer
Für diese Interpretation setzen wir $\dot{V}'O_2$ an der ventilatorischen Schwelle VT2 in Bezug zur maximal erreichten Sauerstoffaufnahme ($\max. \dot{V}'O_2$).

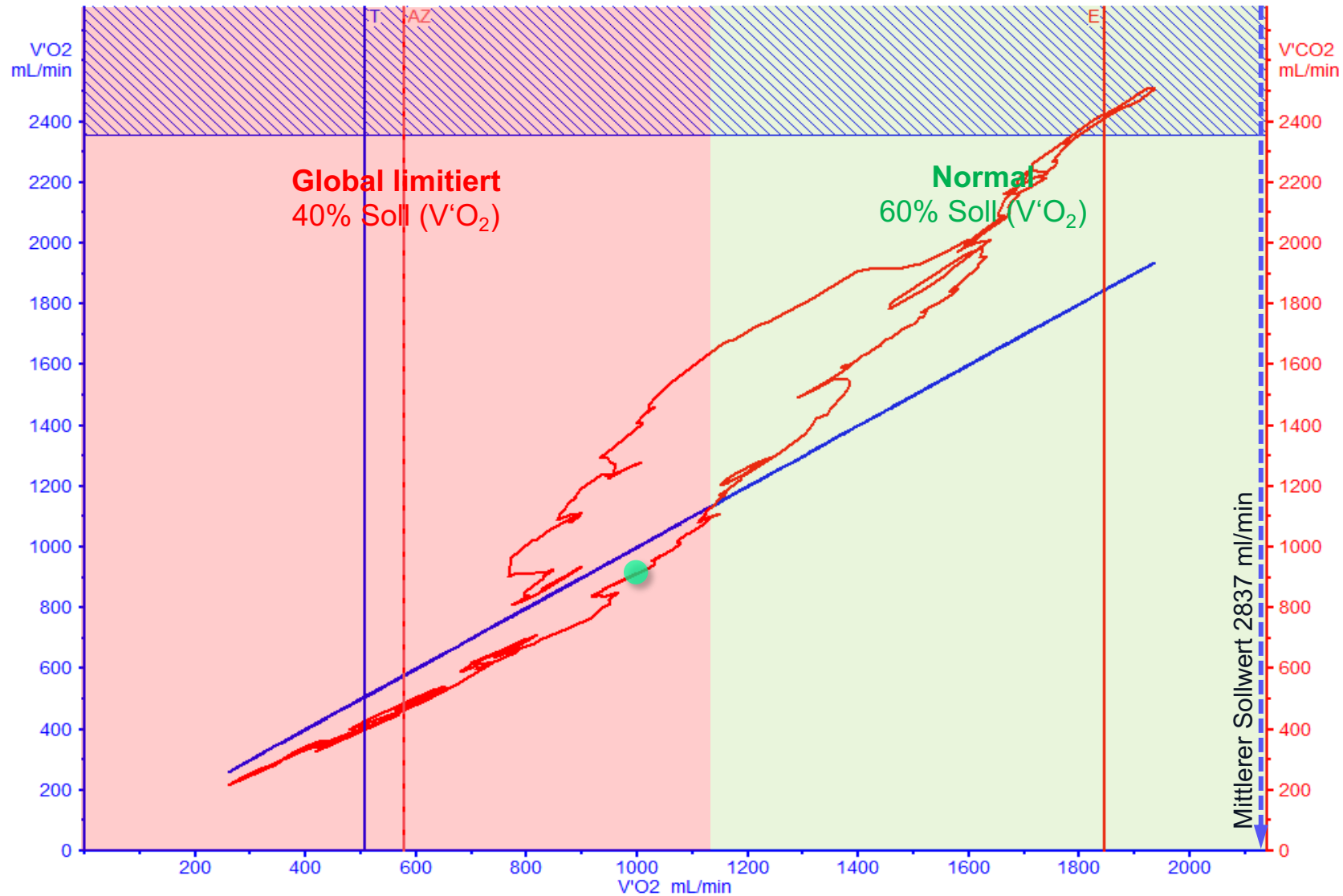
Für diese Interpretation gibt es einen Normalbereich von 60%-80% von $\max. \dot{V}'O_2$

$\dot{V}'O_2$ (max.): 4027 ml/min

$\dot{V}'O_2$ (VT2): 3157 ml/min

$\dot{V}'O_2$ (VT2) = 78% $\dot{V}'O_2$ max.

Interpretation VT1: $\dot{V}'O_2$ (VT1) in Bezug zum $\dot{V}'O_2$ -Sollwert [%]



Definition globale Limitierung
Für diese Interpretation setzen wir $\dot{V}'O_2$ an der ventilatorischen Schwelle VT1 in Bezug zum kollektiven Sollwert (Soll $\dot{V}'O_2$).

Sollwert $\dot{V}'O_2$: 2837 ml/min

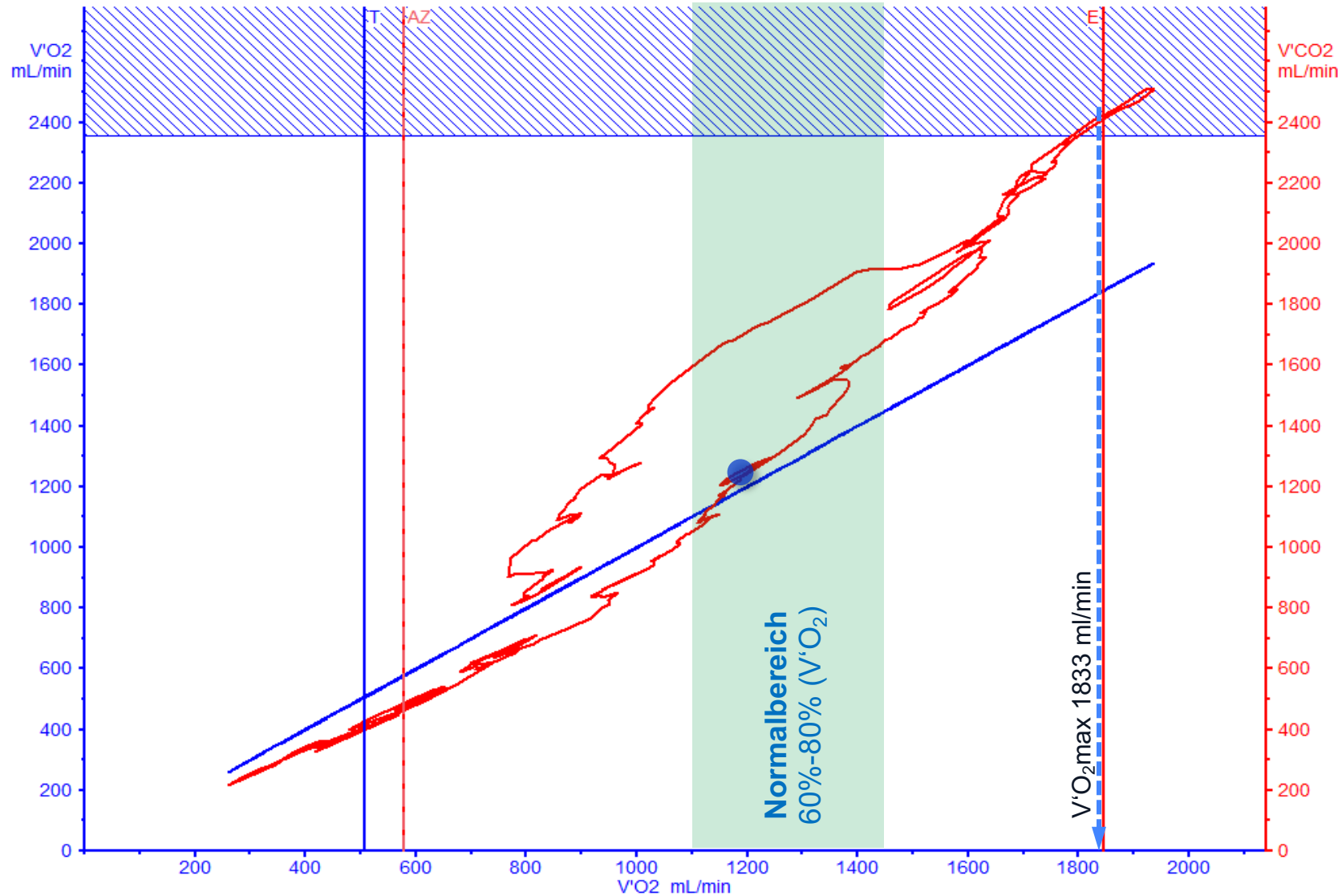
$\dot{V}'O_2$ an VT1: 1020 ml/min

$\dot{V}'O_2$ (VT1) = 35% ($\dot{V}'O_2$ (Soll))

Global limitiert

$\dot{V}'O_2$ (VT1) \leq 40% ($\dot{V}'O_2$ (Soll))

Interpretation VT2: $\dot{V}'O_2$ (VT2) in Bezug zum $\dot{V}'O_2$ -Maximalwert [%]



Definition globale Ausdauer
Für diese Interpretation setzen wir $\dot{V}'O_2$ an der ventilatorischen Schwelle VT2 in Bezug zur maximal erreichten Sauerstoffaufnahme ($\text{max. } \dot{V}'O_2$).

Für diese Interpretation gibt es einen Normalbereich von 60%-80% von $\text{max. } \dot{V}'O_2$

$\dot{V}'O_2$ (max.): 1833 ml/min

$\dot{V}'O_2$ (VT2): 1160 ml/min

$\dot{V}'O_2$ (VT2) = 63% $\dot{V}'O_2$ max.