

Belegarbeit
Trainer A-Ausbildung Radrennsport/MTB
2011/12 im
Bund Deutscher Radfahrer e.V.

K3 – was wird dort wirklich trainiert?

vorgelegt von: Marc Schäfer
aus: Bad Homburg v.d.H.
Einreichungsdatum: 31.10.2011

1 Problemstellung

Krafttraining nimmt in den Ausdauersportarten einen immer größeren Stellenwert ein. Inzwischen hat man erkannt, dass durch ein zusätzlich durchgeführtes Krafttraining Leistungsreserven erschlossen werden können. In jeder Radsport- und Ausdauerliteratur findet sich der Hinweis oder ein eigenes Kapitel, das sich mit Krafttraining in Ausdauersportarten befasst (vgl. SCHMIDT, 2007, S. 249, NEUMANN, PFÜTZNER & BERBALK, 2005, S. 138; LINDNER, 2000, S. 134).

Gerade im Radsport ist Krafttraining ein sehr kontrovers diskutiertes Thema. Während größtenteils Einigkeit darüber herrscht, dass ein ergänzendes Krafttraining sinnvoll ist, gehen die Meinungen zu Trainingsmethoden, -häufigkeit und Periodisierung weit auseinander. Die meisten Radsportler und Radsporttrainer befürchten durch ein Krafttraining mit Hanteln und Maschinen eine überproportionale Zunahme an Muskelmasse, was sich durch das dadurch höhere Körpergewicht negativ auf die Radleistung auswirkt (vgl. HOTTENROTT & ZÜLCH, 1998, S. 151). Da auch wissenschaftliche Studien zu dem Ergebnis kamen, dass ein Krafttraining an Maschinen und Geräten zu keiner Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit führt, wird seit Jahrzehnten das Krafttraining auf dem Rad als optimales Krafttraining für Radsportler angepriesen. Dass dabei jedoch methodische Fehler ausschlaggebend waren, wurde und wird nicht berücksichtigt. Beim Krafttraining auf dem Rad soll bis zu 120 Minuten in aerob-anaerober Stoffwechsellaage mit schwerem Gang und niedriger Trittfrequenz gefahren werden. In jeder Radsport- und Ausdauerliteratur wird auf diese Trainingsform verwiesen. Diese Kraftprogramme finden sich jedoch nicht nur in der populären Radsportliteratur, sondern auch im Nachwuchsprogramm des Bund Deutscher Radfahrer (BDR) (2009) wieder und werden auch in Radsport-Trainerausbildungen (vgl. KETTMANN, 2008) vermittelt. SCHMIDT (2007, S. 149) verweist u.a. darauf, dass bereits in den 50er und 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts Radsportler diese Methode nutzten, um ihre Kraftfähigkeiten zu steigern.

Schaut man allerdings genauer nach, empfiehlt jeder Autor eine andere Belastungskonfiguration. Während bei den gängigen Trainingsbereichen (KB, GA1, GA2, EB, SB) größtenteils Einigkeit darin besteht, wie diese zu trainieren sind, sieht es bei den sog. Kraftausdauerprogrammen anders aus.

K3 steht in dieser Arbeit stellvertretend für alle sog. Kraftausdauerprogramme auf dem Rad. In Abhängigkeit des Autors lassen sich dafür verschiedene Bezeichnungen finden.

2 K3 im Radsport

Wie bereits erwähnt, steht die Bezeichnung K3 stellvertretend für die sog. Kraftausdauerprogramme auf dem Rad. *Kraft mit Rad* (KmR) ist ein in der Sportpraxis geläufiger Name, der jedoch keine offizielle Bezeichnung darstellt. HOTTENROTT et al. (1998, S. 55f) verwenden für die „extensive Kraftausdauer-Radfahrt“ die Abkürzung KA1 und für das „intensive Kraftausdauertraining am Berg“ die Bezeichnung KA2. Der BDR (2009) listet neben K3 ein weiteres Kraftausdauerprogramm mit der Bezeichnung K2 auf und LINDNER (2000, S. 39) trägt mir K5 noch eine weitere Variante zur Bezeichnungs- und Variantenvielfalt bei. Hier wird ersichtlich, dass, wie in den anderen Trainingsbereichen auch, keine einheitliche Bezeichnung vorliegt. Da die überwiegende Anzahl der Veröffentlichungen das Kraftausdauerprogramm mit K3 bezeichnet, wird in dieser Arbeit ebenfalls diese Bezeichnung gewählt. LINDNER (2000), KONOPKA (2006) und der BDR (2009) stellen neben dem extensiven K3-Training in aerober bis aerob-anaerober Stoffwechsellaage auch eine intensive Form des sog. Kraftausdauertrainings dar. In allen drei Fällen ist die Dauer mit 75 Sekunden bei maximaler Intensität vorgegeben. Einen Überblick über alle sog. Kraftausdauerprogramme verschafft Tabelle 1.

Die Kraftausdauer wird in der Radsport- und Ausdauerliteratur relativ einheitlich definiert. Am häufigsten findet man die Ermüdungswiderstandsfähigkeit gegenüber andauernden (Kraft-) Belastungen (vgl. SCHMIDT, 2007, S. 149; HOTTENROTT et al., 1998, S. 151; KONOPKA, 2006, S. 140). LINDNER (2000, S. 50) kennzeichnet sie dagegen lediglich durch „einen mittleren Krafteinsatz über längere Zeiträume“. Alle Definitionen sind sehr schwammig formuliert, da nirgends erklärt wird, was mit längeren Zeiträumen gemeint ist oder ab wann eine Belastung eine Kraftbelastung darstellt. Eine Ausnahme bildet der Hinweis auf eine Mindestgröße von 30% der individuellen Maximalkraft bei HOTTENROTT et al. (1998, S. 151).

Das Verständnis zur Kraftausdauer entspricht dem phänomenorientierten Ansatz. Während bei HOTTENROTT et al. (1998, S. 151) noch die Untergrenze von 30% der Maximalkraft erwähnt wird und somit immerhin im Kriterium der Mindestlast der sportwissenschaftlichen Definition entspricht, finden sich weder bei KONOPKA (2006), LINDNER (1996, 2000), SCHMIDT (2007), KETTMANN (2008), GERIG/FRISCHKNECHT (1996) noch dem BDR (2009) Hinweise zur Lastgröße. In keiner der Quellen findet sich ein Hinweis auf die Höchstdauer der Belastung. Damit wird das zweite entscheidende Kriterium zur gegenseitigen

Abgrenzung der konditionellen Eigenschaften Kraft und Ausdauer ignoriert. Stattdessen finden sich nur die bereits erwähnten schwammigen Definitionen.

Tab. 1: Konfigurationen der Kraftausdauerprogramme

	LINDNER (2000)			SCHMIDT (2007)	HOTTENROTT/ ZÜLCH (1998)		KETTMANN (2008)	BDR (2009)		KONOPKA (2006)	
Bezeichnung	K3 (Berg)	K3 (Ergometer)	K5	K3	KA1	KA2	K3	K3	K2	K3 (Berg)	K3 (Ergometer)
Herzfrequenz				72-87% der $HF_{\max}$; ca. 145-175 Schläge/min	80% der $HF_{\max}$	Max. 90% der $HF_{\max}$	Bis zur mittleren EB-Vorgabe	Bis Untergrenze der ind. EB-Vorgabe	170-190 Schläge/min		
Stoffwechsel	Aerob-anaerober Übergang		Aerob-anaerober Übergang	Aerob-anaerober Übergang			Aerob-anaerober Übergang			Aerob-anaerober Übergang	Laktazid-anaerob
Laktat (mmol/l)	2-7, abhängig von der Einzelbelastungszeit	>6		2-4, je länger desto niedriger	Max. 3	4-7	2-4	2-3	5-8	3-6	>6
Distanz (km)			5-15	3-30		0,5-2		1-5 (ab U19 auch länger)			
Dauer	Max. 120 min	75 s pro Einzelbelastung		10-90 min	20-120 min		Mind. 10 min pro Einzelwiederholung; Gesamt. mind. 30 min, max. 90 min		75 s pro Einzelbelastung	20-120 min	75 s pro Einzelbelastung
Trittfrequenz (U/min)	40-60	80-100	60-80	40-60, optimal 50	40-70	40-80	40-50	50-70	Bis 80	40-60	80-100
Methoden	Intervall-, Dauer-methode			Intervall-, Wiederholungs-methode	Dauer-methode	Dauer-, Intervall-methode	Intervall-methode		Wiederholungs-methode	Wiederholungs-methode	Intervall-methode
Wiederholungen	1-12, abhängig von Einzelbelastung = Länge des Berges	6-12	2-5, abhängig von der Länge des Berges	i.d.R. nicht mehr als 3		Abhängig vom Leistungsstand	3-8 pro Trainingseinheit	1-6	4-9	1-2 je nach Dauer der Einzelbelastung	6-12 je nach Trainingszustand
Periodisierung		VP		VP, WP						WP	VP
Profil	Bergig			Bergig oder Gegenwind	Flach oder leicht ansteigend	Bergig			Ergometer oder Berg	Bergig	

2.1 Die aeroben Ausdauerprogramme im K3

Nach der bereits genannten Aufteilung der sog. Kraftausdauerprogramme im Radsport anhand der Stoffwechselbelastung, werden in diesem Kapitel die in der folgenden Tabelle genannten Quellen der Radsportliteratur berücksichtigt.

Tab. 22: Aerobe Ausdauerprogramme im K3

	LINDNER (2000)		SCHMIDT (2007)	HOTTENROTT/ ZÜLCH (1998)	KETTMANN (2008)	BDR (2009)	KONOPKA (2006)
Bezeichnung	K3 (Berg)	K5	K3	KA1	K3	K3	K3 (Berg)
Umfang	bis 120 min	5-15 km	3-30 km	20-120 min	30-90 min	1-5 km	20-120 min
Trittfrequenz (U/min)	40-60	60-80	40-60, optimal 50	40-70	40-50	50-70	40-60
Laktat (mmol/l)	2-7		2-4	Max. 3	2-4	2-3	3-6

Die Trainingsempfehlungen in der deutschsprachigen Radsportliteratur sind für das Kraftausdauertraining sehr heterogen. Insbesondere über die Dauer der K3-Einheiten und die Anzahl der Wiederholungen finden sich große Spannen. Der Bund Deutscher Radfahrer (2009) gibt in seinem Nachwuchsprogramm eine Distanz von 1-5 km vor. KONOPKA (2006, S. 142), LINDNER (2000, S. 38) und HOTTENROTT et al. (1998, S. 55) geben dagegen eine Belastungsdauer von bis zu 2 Stunden vor. Letztere machen die Anzahl der Intervalle vom Leistungsstand abhängig und wagen es nicht, exakte Vorgaben zur Wiederholungsanzahl zu treffen. LINDNER (2000) lässt die Länge des Berges über die Wiederholungszahl entscheiden und gibt 1-12 Wiederholungen vor. Diese Angabe eignet sich jedoch nicht mal als grobe Orientierung. Die Belastungskonfigurationen lassen bereits vermuten, dass die physiologischen Reaktionen und Anpassungen nicht die gleichen sein können. Dennoch beanspruchen alle Programme für sich, ein *Kraftausdauerprogramm* zu sein.

Die größte Einigkeit besteht in der Trittfrequenz. Dort ist fast immer ein Bereich zwischen 40 und 60 U/min zu finden (vgl. SCHMIDT, 2007; LINDNER, 2000; KETTMANN, 2008; KONOPKA, 2006). Der Bund Deutscher Radfahrer (2009) und HOTTENROTT et al. (1998) liegen mit ihren Angaben mit bis zu 70 U/min darüber. Lediglich das von LINDNER (2000, S. 39) beschriebene Kraftausdauertraining am Berg stellt eine Ausnahme dar. Die Trittfrequenz legt er in einem Bereich von 60-80 U/min fest.

Die KmR-Einheiten sollen über die Herzfrequenz gesteuert werden. Die Stoffwechselbelastung liegt dabei immer im aeroben oder aerob-anaeroben Intensitätsbereich. In diesem Zusammenhang ist immer wieder vom „aeroben Kraftausdauertraining“

(KETTMANN, 2008, S. 23) oder der „aeroben Kraftausdauerfähigkeit“ (NEUMANN, 2000, S. 171) die Rede. NEUMANN et al. (2005, S. 132) weisen darauf hin, dass eine stärkere muskuläre Säuerung zu meiden ist. LÖRCKS (2008, S. 76) gibt die Stoffwechselbelastung im Bereich GA2 und EB an und stellt heraus, dass „keine Belastung oberhalb der Schwelle erfolgen“ sollte. Eine Begründung liefert er hierfür nicht. In allen Empfehlungen werden Laktatwerte von maximal 4 mmol/l als Stoffwechselbelastung angegeben (vgl. SCHMIDT, 2007, S. 150; BDR, 2009; KETTMANN, 2008, S. 23). LINDNER (2000, S. 38) und KONOPKA (2006, S. 142) geben mit Laktatwerten von 2-7 mmol/l bzw. 3-6 mmol/l deutlich höhere Werte an. Allerdings wird in beiden Fällen deutlich gemacht, dass die Belastung im aerob-anaeroben Übergangsbereich liegen soll. Erstgenannter staffelt die Intensität in Abhängigkeit von der Dauer der Einzelbelastung. Bei einer Dauer der Einzelintervalle über 60 Minuten sollte die Laktatkonzentration bei 2-4 mmol/l liegen. Mit dieser Angabe bestätigt er die Vorgaben der anderen Autoren. Wird die Dauer jedoch reduziert, soll die Intensität ansteigen. Bei einer Intervalldauer von 30-60 Minuten soll die Intensität bei 3-5 mmol/l liegen und bei 2-30 Minuten 4-7 mmol/l. Sind die Wiederholungen kürzer als 2 Minuten, soll die Intensität so hoch liegen, dass Laktatwerte über 6 mmol/l erreicht werden. Hier ist bei ausdauertrainierten Radfahrern jedoch nicht mehr von einer Belastung im aerob-anaeroben Bereich auszugehen und die Laktatwerte dürften im Laufe des Intervalls deutlich ansteigen. Anhand der Vorgaben ist davon auszugehen, dass innerhalb der Belastungsphasen gleiche Anpassungen erzielt werden sollen. Überraschend sind jedoch die Zeiteinteilungen. Eine Belastung im aerob-anaeroben Übergang über 2 Minuten stellt bei entsprechender Wiederholungszahl eine Form des extensiven Intervalltrainings dar. Hierbei würde durch eine Verbesserung der Sauerstofftransportkapazität eine Verbesserung des aerob-anaeroben Stoffwechsels unter Glykogenutzung erreicht. Die Mechanismen der Laktatproduktion werden aktiviert, da mehr ST-Fasern in das Bewegungsprogramm aufgenommen werden. Gleichzeitig wird auch die Laktatelimination verbessert. Eine Belastungsdauer von 30 Minuten stellt einen komplett anderen Reiz dar. Man würde diese Trainingsform der Wechselmethode zuschreiben und entsprechend anderen Anpassungen erreichen. Die Wechselmethode stellt eine Unterform der Dauermethode dar und zielt primär auf eine Erweiterung der aeroben Kapazität ab. Des Weiteren wird mit der Wechselmethode das Ziel verfolgt, die Belastungsverträglichkeit bei variierenden Langzeitbelastungen zu erhöhen (vgl. ZINTL et al., 2009, S. 117).

Das intensive Kraftausdauertraining am Berg (KA2) von HOTTENROTT et al. (1998, S. 56f) ist der Intervallmethode zuzurechnen. Sie unterscheiden dabei 3 Varianten, a) 3-8 x 0,5 km, 5

min aktive Pause, b) 3-8 x 1 km, 10 min aktive Pause und c) 3-6 x 2 km, 20 min aktive Pause. Die Intervalle sind in allen 3 Varianten der intensiven Intervallmethode zuzuschreiben. Die Intensität wird mit maximal 90% der HF_{max} angegeben. Damit liegt sie im gleichen Bereich, der auch für das EB-Training vorgegeben ist (80-90% der HF_{max}). Die Trittfrequenz ist mit 40-80 U/min vorgegeben, was aufgrund der großen Breite in der Praxis kein Kriterium darstellt, an dem sich orientiert wird, da am Berg ohnehin in diesem Bereich gefahren wird. Während die Autoren für das EB-Training 3-6 mmol/l angeben, sind für das KA2-Training jedoch 4-7 mmol/l zu finden. Woher die Unterschiede stammen, ist nicht zu erkennen, da die Intensitätsobergrenze mit 90% der HF_{max} in beiden Trainingsbereichen identisch ist. Beide Angaben sind dem aerob-anaeroben Übergang zuzuordnen.

Das K3-Training nach SCHMIDT (2007, S. 150) findet im gleichen Herzfrequenz-Bereich statt, in dem er auch das frequenzorientierte GA2-Training einordnet, die Stoffwechselbelastung ist mit 2-4 mmol/l jedoch 1 mmol/l niedriger angegeben. Diese Angaben werden durch Untersuchungen gestützt, in denen gezeigt werden konnte, dass niedrigere Trittfrequenzen mit niedrigeren Laktatwerten einhergehen (vgl. DIETERICH, 2000; BÖNING, GÖNEN & MAASSEN, 1984; JUNKER & WAGNER, 1968, S. 69f). Die Wiederholungen mit einer jeweiligen Länge von 1-15 km sollen nach der Intervall- oder Wiederholungsmethode durchgeführt werden. Da keine Angaben zur Pausengestaltung gemacht werden, wird dem Sportler die Wahl der Methode überlassen. Dabei wird anscheinend ignoriert, dass die Intervall- und Wiederholungsmethode unterschiedliche Ziele verfolgen. Die extensive Intervallmethode, zu denen aufgrund der vorgegebenen Intensität das K3-Training in dieser Form zu zählen ist, verfolgt das Ziel, die anaerobe Schwelle anzuheben und die Laktatkompensation zu trainieren. Die Wiederholungsmethode verfolgt dagegen das Ziel, Regulationsmechanismen und -kapazitäten des Herz-Kreislauf- und Atemsystems sowie des Stoffwechsels zu verbessern und die erworbenen Grundlagenfähigkeiten an die wettkampfspezifische Belastung anzupassen. Die Wiederholungsmethode ist jedoch durch maximale Intensität gekennzeichnet. Die Einzelbelastungen werden jedoch nicht mit maximaler Intensität, sondern im aerob-anaeroben Übergang absolviert. Aus diesem Grund sind nach dieser K3-Konfiguration keine Verbesserungen zu erwarten, die durch den Einsatz der Wiederholungsmethode erreicht werden sollen. Die niedrige Intensität der Intervalle in Verbindung mit der kurzen Dauer und der langen Pause lassen die gleichen Anpassungen erwarten wie die Dauermethode. Mit Vorsicht kann hier von einem Fahrtspiel gesprochen werden. Primär dient die Dauermethode der Ausprägung und Stabilisierung der Grundlagenausdauer. Der Anstieg der aeroben Kapazität und Leistungsfähigkeit ergibt sich

aus der Vergrößerung der Vitalkapazität sowie durch Herz- und Blutvolumenzunahme, was zu einer Kapazitätserweiterung der sauerstoffaufnehmenden, -transportierenden und -verwertenden Systeme führt.

Das K5-Training von LINDNER (2000, S. 39) soll mit einer progressiv steigenden Belastung durchgeführt werden. Dabei ist mit einer Herzfrequenz im GA-Bereich zu starten und die Herzfrequenz soll jede Minute um 5 Schläge steigen. „Die K5-Belastung endet, wenn die anaerobe Schwelle überschritten ist“ (LINDNER, 2000, S. 39). Bei diesem speziellen Kraftausdauertraining sind ebenfalls ausschließlich Verbesserungen zu erwarten, die auch bei der variablen Dauermethode zu erwarten sind.

In den Vorgaben von KETTMANN (2008, S. 23) und des BDR orientiert sich die Belastung an der EB-Vorgabe. Der Entwicklungsbereich liegt im aerob-anaeroben Übergang und entspricht somit den Vorgaben der anderen Autoren. Während erstgenannter 3-8 Intervalle à 10 Minuten vorschlägt und eine Pause von 10-15 Minuten empfiehlt, ist im Nachwuchsprogramm des BDR (2009) eine Länge von „1-5 km, im Juniorenbereich bei entsprechenden Möglichkeiten auch darüber“ vorgesehen. Hier wird nicht klar, was mit entsprechenden Möglichkeiten gemeint ist und warum exogene Faktoren darüber entscheiden sollen, wie lang eine Belastung ist. Im Erwachsenenbereich dürften die Vorgaben länger ausfallen, sodass von einer Belastungsdauer von mindestens 15 Minuten auszugehen ist. Bei beiden Programmen wird nicht berücksichtigt, dass ein deutlicher Unterschied besteht, ob die Unter- oder Obergrenze in der Anzahl der Intervalle gefahren wird. Im Falle des BDR-Programms geht bei lediglich einer Wiederholung das Intervall im Rest der Trainingseinheit unter, sodass von der Dauermethode gesprochen werden kann. Bei 6 Intervallen ist das Training der extensiven Intervallmethode zuzuordnen. Die Anpassungen liegen in einer Verbesserung des gemischt aerob-anaeroben Stoffwechsels. Die Mechanismen zur Laktatproduktion werden aktiviert, da mehr ST-Fasern in das Bewegungsprogramm aufgenommen werden. Gleichzeitig wird auch die Laktatelimination verbessert. Die Kapillarisation fällt deutlich geringer aus als bei der Dauermethode, da der dafür notwendige hohe mittlere Blutdruck nicht ausreichend lange aufrechterhalten wird (vgl. WEINECK, 2000, S. 176). Das K3-Programm von KETTMANN (2008) ist ebenfalls der extensiven Intervallmethode zuzuschreiben.

Aus der Dauer der Belastungen lässt sich größtenteils ableiten, nach welcher Trainingsmethode trainiert wird. WEINECK (2000, S. 174) merkt an, dass bei einer Belastungsdauer ab 5-8 Minuten pro Einzelbelastung nicht mehr mit den typischen Effekten

eines Intervalltrainings, dem systematischen Wechsel zwischen Belastung und Erholung, gerechnet werden kann, da die Wechsel aufgrund der langen Belastungsphase zu selten stattfinden. Wird bei einer Belastungsdauer von 8 Minuten die Grenze zwischen Intervall- und Wechselmethode gezogen, sind das K3 (Berg)- und das K5-Programm von LINDNER (2000, S.38f), die K3-Programme von SCHMIDT (2007, S. 150) und KETTMANN (2008, S. 23) sowie das K3-Training am Berg von KONOPKA (2006, S. 142) der Wechselmethode, einer Unterkategorie der Dauermethode, zuzuordnen. HOTTENROTT et al. (1998, S. 55) geben explizit an, dass die extensive Variante der Kraftausdauerfahrt „nach der Dauermethode“ absolviert werden soll. KONOPKA (2006, S. 136) spricht zwar davon, dass die Kraftausdauer nach der Wiederholungsmethode trainiert werden soll, allerdings widerspricht das seiner Konfiguration (S. 142). Dort nennt er eine Dauer von 20-120 Minuten bei 1-2 Wiederholungen. Das bedeutet, dass eine Wiederholung mindestens zwischen 10 und 60 Minuten lang sein muss. Die Intensität gibt er mit einer Belastung im aerob-anaeroben Übergangsbereich bei einer Laktatkonzentration 3-6 mmol/l an. Das Training nach der Wiederholungsmethode muss jedoch eine maximale Intensität aufweisen. Aufgrund dessen ist das K3-Training dieser Konfiguration der Dauermethode zuzuschreiben.

Bei der Betrachtung der Vorgaben wird ersichtlich, dass nicht alle Vorgaben die gleichen physiologischen Wirkungen erzielen können. Das KA1-Training von HOTTENROTT et al. (1998, S. 55) soll nach der Dauermethode absolviert werden, bei einer Belastungsdauer von 20-120 Minuten. Die vorgegebene Intensität von maximal 3 mmol/l liegt in dem Bereich, der auch für das GA-Training angegeben wird. Dabei wird die Kapazität der sauerstoffaufnehmenden, -transportierenden und -verwertenden Systeme durch eine Vergrößerung der Vitalkapazität erweitert. Gleiches gilt für die K3-Programme am Berg von LINDNER (2000, S. 38) und KONOPKA (2006, S. 142), falls dort die Maximaldauer von 120 Minuten auf die angegebenen 1-2 Intervalle verteilt wird. Mit einer Dauer von 60 Minuten pro Belastungsphase sind sie ebenfalls der Dauermethode zuzuordnen.

2.2 Die anaeroben Ausdauerprogramme im K3

Wie bereits erwähnt, gibt es Trainingsempfehlungen zur Entwicklung der sog. Kraftausdauer, die bzgl. der Intensität und Dauer nichts mit den im vorherigen Kapitel genannten Varianten zu tun haben. Sowohl der deutsche Spitzenverband BDR (2009) als auch LINDNER (2000, S. 38) und KONOPKA (2006, S. 148) schlagen diese Form als Variante für das Rollentraining und die Vorbereitungsperiode vor. Schon zu Beginn stellt sich die Frage, warum die Kraftausdauer auf dem Rollentrainer anders trainiert werden muss als im Sommer auf der Straße. Eine Antwort auf diese Frage gibt es von den Autoren nicht.

Tab. 33: Anaerobe Ausdauerprogramme im K3

	BDR (2009)	LINDNER (2000)	KONOPKA (2006)
Bezeichnung	K2	K3 (Ergometer)	K3 (Ergometer)
Umfang	4-9 x 75 s	6-12 x 75 s	6-12 x 75 s
Trittfrequenz (U/min)	bis 80	80-100	80-100
Laktat (mmol/l)	5-8	>6	>6

Die Programme sollen in Form der Intervallmethode absolviert werden. Aufgrund der langen aktiven Pause von 15-25 Minuten (KONOPKA, 2006, S. 148; LINDNER, 2000, S. 38) bzw. 12-20 Minuten (BDR, 2009) ist diese Trainingsmethode der Wiederholungsmethode zuzuschreiben. Die Wiederholungsmethode ist durch maximale Intensität und eine vollständige Erholung gekennzeichnet. Bei einer Pausenlänge von bis zu 25 Minuten nach einer 75-sekündigen Belastung ist, auch bei aktiver Gestaltung, davon auszugehen, dass eine vollständige Erholung stattfindet, sodass die drei genannten anaeroben Ausdauerprogramme im K3 der Wiederholungs- und nicht der Intervallmethode zuzurechnen sind. Die 75 s-Intervalle sind im Bereich der Mittelzeitintervalle einzuordnen. Auch wenn die Anzahl der Wiederholungen bei LINDNER (2000) und KONOPKA (2006) mit 6-12 über den Empfehlungen der Literatur liegen, entspricht die Reizkonfiguration der Wiederholungsmethode. Die Empfehlungen des BDR (2009) liegen dagegen im Bereich der allgemeinen Empfehlungen der Ausdauerliteratur.

Nach den Ausführungen über die Gründe der Einteilung der hier genannten Programme in die Wiederholungsmethode wird ersichtlich, welche Anpassungen erreicht werden. Es kommt zu einer Beanspruchung und Verbesserung der anaerob-laktaziden Energiebereitstellung. Die Säuretoleranz wird verbessert, genauso die komplexe Beanspruchung aller an der Energiebereitstellung beteiligten Prozesse bei MZA- und LZA-I-Belastungen. Von einem Krafttraining kann nicht gesprochen werden. Der zeitliche Rahmen von 2 Minuten wird eingehalten, doch es ist davon auszugehen, dass die mittlere Leistung über 75 Sekunden zu gering ist und die erforderlichen 50% der Maximalkraft nicht erreicht werden.

3 Zusammenfassung der Empfehlungen

Die Wirkungen, die dem spezifischen Kraftausdauertraining auf dem Rad zugeschrieben werden, sind vielfältig. Es wird herausgestellt, dass vor allem über größere Übersetzungen höhere Geschwindigkeiten zu erreichen sind (vgl. SCHMIDT, 2007, S. 149; ZINTL, 1996, S. 104). ZINTL (1996, S. 104) erwähnt, dass optimale Übersetzungen einen überdurchschnittlichen Krafteinsatz erfordern. Offen bleibt, wie er die optimale Übersetzung

definiert und woran der durchschnittliche Krafteinsatz festgemacht wird. Abgesehen von Einzelzeitfahren weisen alle Disziplinen im Straßenrennsport und Mountainbike eine intermittierende Belastungsstruktur auf. Lediglich einzelne Abschnitte, z.B. Anstiege, weisen eine in sich relativ gleichbleibende Belastungsstruktur auf. Aufgrund der Tatsache, dass die mittlere Leistung auch Belastungsspitzen von über 1000 W und Tretpausen mit 0 W beinhaltet, ist eine Orientierung am mittleren Widerstand, wie NEUMANN et al. (2005, S. 132) empfehlen, nicht geeignet. Gerade die hochintensiven Phasen am Start, bei Zwischen- und Endspurts sollen nicht in den mittleren Widerstand einfließen. Warum das so sein soll, wird nicht erklärt, denn gerade diese Phasen entscheiden über den Rennausgang und erfordern daher einen hohen Krafteinsatz. LINDNER (2000, S. 31) schreibt dem Kraftausdauerbereich die Fähigkeit zu, Voraussetzungen zu schaffen, die hohe Trittfrequenzen mit hohen Übersetzungen über längere Zeiträume zu beherrschen. Zu den längeren Zeiträumen zählt er Bergfahren, Zeitfahren und rennentscheidende Situationen. Diese Aussage lässt den Schluss zu, dass das fahren mit schwereren Gängen zu größeren Übersetzungen bei den gewohnten Trittfrequenzen führt. Ob dieser Übertrag tatsächlich möglich ist, ist fraglich und konnte nicht belegt werden. Bei gleichbleibenden äußeren Bedingungen (Rollwiderstand, Luftwiderstand, Hangabtriebskraft) erfordern größere Übersetzungen einen höheren Krafteinsatz. Aus dem dimensionsanalytischen Strukturierungsansatz der motorischen Eigenschaft Kraft wird ersichtlich, dass dazu eine Erhöhung des Maximalkraftniveaus notwendig ist. Diese Erhöhung wird durch eine Zunahme des Muskelfaserquerschnitts und/oder eine bessere neuronale Ansteuerung erreicht.

In der Radsportliteratur sind mit Ausnahme von KONOPKA (2006, S. 136) keine Angaben zu finden, worauf die beschriebenen Effekte physiologisch beruhen könnten. Er verweist darauf, dass die durch Kraftausdauertraining erworbenen „Kraftausdauer-Muskelfasern (...) gegenüber den üblichen durch Hanteltraining erworbenen Kraftfasern eine hohe aerobe Stoffwechselkapazität mit einer hohen Zahl von Mitochondrien (aufweisen).“ Muskelfasern des Typ Ila haben mehr Mitochondrien als Typ IIX-Fasern. Es wurde jedoch auch festgehalten, dass durch Krafttraining der Anteil der Typ Ila-Fasern auf Kosten der Typ IIX-Fasern zunimmt. NEUMANN (1988, S. 143) schreibt ausschließlich dem „Widerstandsreiz in vorwiegend aerober Stoffwechsellaage (...) die leistungsfördernde Umstellung im Rekrutierungsmuster und eine Vergrößerung des Reaktionsraums in der Muskelfaser in Form einer belastungsadäquaten Hypertrophie“ zu. Die Rekrutierung erfolgt jedoch nach dem Größenordnungsprinzip. Durch den Dauerreiz von mehreren Stunden im Ausdauer- und Kraftausdauertraining soll es weiterhin zu einer Verlagerung der Mitochondrien vom Zentrum

der Muskelfaser in die Peripherie kommen (ebd.). Diese Erkenntnisse werden von BRZANK und PIEPER (1987) teilweise bestätigt. „Besonders in den hypertrophen Fasern der Kraftausdauertrainierten ist eine betonte Konzentration von Mitochondrien in der Faserperipherie (...) nachweisbar“ (ebd., S. 65). Die kürzesten intramuskulären Diffusionsstrecken wiesen jedoch die Ausdauertrainierten auf. Es wird sogar festgestellt, dass die Faserhypertrophie in der Kraftausdauer-Gruppe zu einer deutlichen Verlängerung der Diffusionsstrecken in den zentralen Bereich der Muskelfaser stattfindet. Die Verlagerung der Mitochondrien in die Peripherie wird als Gegenreaktion zu den verlängerten Transportwegen angesehen (vgl. ebd. S. 67). Da bei einem Training mit erhöhtem Widerstand jedoch nicht von einem Kraftausdauertraining auszugehen ist, ist mit einer Verlagerung der Mitochondrien in die Peripherie nicht zu rechnen. NEUMANN (1988, S. 144) gibt als biologischen Hintergrund des widerstandsorientierten Trainings die Herausbildung eines breiten Rekrutierungsmusters und die Vergrößerung der Menge kontraktile Proteine im Muskel (Hypertrophie) an. Auch hier gilt, dass das Rekrutierungsmuster weitestgehend festgelegt ist (vgl. ZATSIORSKY & KRAEMER, 2008, S. 89). Eine Muskelhypertrophie bedarf eines Widerstandes von mindestens 70% der individuellen Maximalkraft und somit deutlich höhere Widerstände als die eines widerstandsorientierten Ausdauertrainings (vgl. WAGNER, MÜHLENHOFF & SANDIG, 2010, S. 49). Der Krafteinsatz beim Bergauffahren reicht demnach nicht aus, um eine Hypertrophie der langsamen Muskelfasern zu erzielen, wie NEUMANN (1993, S. 565) es verkündet.

In einer Untersuchung an jugendlichen Ruderern (n=9, Trainingsalter 3 Jahre) über die Effektivität des Wintertrainings, das in seinem Konzept als Kraftausdauertraining mit 50-60% der maximalen Kraft und hohen Wiederholungszahlen ausgelegt war, wurde festgestellt, dass die durchschnittliche Maximalleistung unverändert blieb und die aerob-anaerobe Schwelle nicht verschoben wurde. Es kam allerdings zu einer Zunahme der aeroben und anaeroben Ausdauerkomponente, was sich in einer niedrigeren Herzfrequenz im Maximal- und Schwellenbereich äußerte. Die Autoren äußern Zweifel an realen Krafttrainingseffekten, da sich die Zunahme der statischen Maximalkraft nicht im Kraftgradienten widerspiegelte. Dessen Zunahme war statistisch nicht zu sichern. Sie nehmen an, dass mit zunehmendem Trainingsalter und verbessertem Trainingsstatus ein Kraftausdauertraining dieser Konzeption keine Verbesserung der Kraftfähigkeit erzeugen kann (vgl. ROEMPP, LORMES, STEINACKER, HÖLLEN, KINZL & STAUCH, 1993). Aufgrund dieser Ergebnisse kann der Schluss gezogen werden, dass ein Training auf dem Rad mit erhöhten Widerständen, jedoch

bei niedrigerer Intensität als in dieser Studie, ebenfalls keine Verbesserung der Kraftfähigkeiten erzielen kann.

Wie ausführlich dargestellt wurde, kann das Training mit erhöhtem Widerstand kein Krafttraining sein. ZINTL et al. (2009, S. 134) stellen auch ganz klar fest, dass es „primär nicht um eine akzentuierte Kraftausdauerschulung mit Wirkungen auf die Skelettmuskulatur“ geht. Aus den erschwerten Bedingungen sind ein erhöhter Krafteinsatz der Funktionsmuskulatur und damit eine größere Wirkung auf die maximale Sauerstoffaufnahme zu erwarten (vgl. ebd.).

Eine mögliche Erklärung für die Reizkonfigurationen der aeroben Ausdauerprogramme im K3 stellt die Aussage von KONOPKA (2006, S. 140) dar. Er bezeichnet die Kraftausdauer als „Spezialform der Ausdauer“. Damit wird zwar dem dimensionsanalytischen Strukturierungsansatz widersprochen, erklärt jedoch, dass das Kraftausdauertraining nicht als Krafttraining verstanden wird, sondern als Ausdauertraining gegen einen erhöhten Widerstand (vgl. NEUMANN et al., 2005, S. 132; REIß, 1992, S. 16). Dazu passt auch die Aussage von HOTTENROTT et al. (1998, S. 55), dass „die spezifischen Kraftausdauerfähigkeiten (..) eigentlich bei jeder Trainingsfahrt mehr oder weniger (mit trainiert werden).“ Nach SCHMIDT (2007, S. 217) sollte das K3-Training während der ganzen Wettkampfperiode in das Training einbezogen werden „denn bei dosierter Intensität ist es nicht sehr belastend“. Auch das lässt den Schluss zu, dass es sich um ein Ausdauertraining handelt, da ein Krafttraining immer intensiv und somit belastend ist.

Von den physiologischen Anforderungen unterscheiden sich die Programme teils deutlich. Keiner der Autoren gibt an, auf welche physiologischen Reaktionen die Effekte zurückzuführen sind (vgl. LINDNER, 2000; SCHMIDT, 2007; BDR, 2009; KONOPKA, 2006). Die Vorgaben von 6 Autoren beinhalten Konfigurationen, die von der Dauermethode über alle Formen der Intervallmethode bis hin zur Wiederholungsmethode reichen. Wie unterschiedlich die Anpassungen darauf sind, wurde dargelegt. Die Programme, die der Dauermethode zugeordnet wurden, führen bei Leistungsradспортlern zu keiner Verbesserung der Ermüdungswiderstandsfähigkeit. Dazu sind intensive Intervalle nötig.

Es ist auch fraglich, ob das Training mit erhöhtem Widerstand zur Schulung des „rundenTritt“ geeignet ist, da dort die Zugphase stärker eingesetzt werden soll (vgl. SCHMIDT, 2007, S. 149). Untersuchungen im Elitebereich zeigen jedoch, dass die Zugphase keinen signifikanten

Beitrag zur Gesamtarbeit leistet (vgl. KAUTZ, FELTNER, COYLE & BAYLOR, 1991, S. 37).

Abschließend kann festgehalten werden, dass die in dieser Arbeit dargestellten Kraftausdauerprogramme kein Krafttraining im sportwissenschaftlichen Sinn sein können. Die Intensität ist zu gering, die Dauer i.d.R. zu lang. Das K3-Training stellt einen intensiveren Belastungsreiz dar als das GA1-Training, reicht aber nicht aus, um von einem Krafttraining reden zu können. Um die Ermüdungswiderstandsfähigkeit zu trainieren, sind intensive Intervalle nötig. Bei hochtrainierten Radsportlern sind die Programme nicht ausreichend, um eine Verbesserung zu erzielen. Wenn die Kraft trainiert werden soll, kommt man um den Besuch eines Krafraums oder Fitnessstudios nicht herum. Hierbei sollen 2-3 Trainingseinheiten pro Woche angestrebt werden, da diese Häufigkeit als besonders effektiv gilt (vgl. WIRTH, ATZOR & SCHMIDTBLEICHER, 2007).

Woher die positiven Effekte stammen, von denen immer wieder Sportler berichten, die im Training mit schweren Gängen den Berg hoch fahren, bleibt offen. Da das K3-Training häufig nach den VPs I und II stattfindet, kann vermutet werden, dass die höhere Intensität nach dem monotonen, niedrig intensiven Training im Winter zu den berichteten spürbaren Effekten führt. Dafür ist dann jedoch kein Kraftgewinn verantwortlich, sondern die Ausdauer-effekte. Um diese Vermutung bestätigen zu können, sind Untersuchungen nötig, die den Einfluss dieser Trainingsmethoden auf die verschiedenen Kraftfähigkeiten untersuchen.

Da sich keine Hinweise finden lassen, die die Vorzüge von Bergfahrten mit niedriger Trittfrequenz zeigen, sollte man sich im Training an den Wettkampfanforderungen orientieren. Entsprechend darf keine Reduzierung der Trittfrequenz in einen Bereich erfolgen, der sonst nie gefahren wird.

4 Literaturverzeichnis

- Brzank, K.-D./Pieper, K.-S. (1987). Mitochondrienverteilung, Austauschstrecken und O₂-Versorgungsbedingungen im Skelettmuskel von Ausdauer-, Kraftausdauer- sowie Schnellkrafttrainierten. *Medizin und Sport*, 27 (5), 65-69.
- Böning, D./Gönen, Y./Maassen, N. (1984). Relationship between work load, pedal frequency, and physical fitness. *Int. J. Sports Med.*, 5, 92-97.
- Bund Deutscher Radfahrer (BDR) (2009). *Nachwuchsprogramm des BDR*. Frankfurt.
- Dieterich, S. (2000). *Effekte der Trittfrequenz und der Belastungsintensität auf den Energiestoffwechsel und die sympathische Aktivierung bei Dauerbelastungen auf dem Fahrradergometer*. Kelkheim: M.-G.-Schmitz-Verlag.
- Gerig, U./Frischknecht, T. (1996). Mountainbiking. In: Christof Weiss, *Handbuch Radsport* (S. 305-376). München: blv.
- Hottenrott, K./ Zülch, M. (1998). *Ausdauertrainer Radsport*. Reinbek: Rowohlt.
- Junker, D./Wagner, B. (1968). Die Bestimmung des Einflusses der Bewegungsfrequenz und des Krafteinsatzes auf die biologische Anforderung und auf die sportliche Leistung im Radsport. *Theorie und Praxis Leistungssport*, 6 (8), 65-74.
- Kautz, S.A./Feltner, M.E./Coyle, E.F./Baylor, A.M. (1991). The pedaling technique of elite endurance cyclists: Changes with increasing workload at constant cadence. *Int. J. Sport Biomech.*, 7 (1), 29-53.
- Kettmann, S. (2008). *Trainerausbildung Radsport. Lizenzstufe C und B*. Unterlagen zur Radsport-Trainerausbildung des Hessischen Radfahrerverbandes e.V..
- Konopka, P. (2006). *Radsport. Der Ratgeber für Ausrüstung, Technik, Training, Ernährung, Wettkampf und Medizin*. München: blv.
- Lindner, W. (2000). *Radsporttraining. Methodische Erkenntnisse, Trainingsgestaltung, Leistungsdiagnostik*. München: blv.
- Lörcks, C. (2008). Tempohärte wie die Profis. *Procycling*, 11, S. 74-79.
- Neumann, G. (1988). Sportmedizinische Position zu Leistungsreserven in den Ausdauersportarten. *Theorie und Praxis Leistungssport*, 26 (5+6), 138-146.
- Neumann, G. (1993). Radsport. In: Roy J. Shephard & Per-Olof Astrand, *Ausdauer im Sport* (S. 560-571). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Neumann, G./Pfützner, A./Berbalk, A. (2005). *Optimiertes Ausdauertraining*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Reiß, M. (1992). Steigerung der Kraftausdauerfähigkeiten durch wirkungsvolles Kraftausdauertraining. Eine Hauptleistungsreserve der Ausdauersportarten. *Leistungssport*, 22 (5), 15-20.

- Roempp, A./Lormes, W./Steinacker, J.M./Höllen, I./Kinzl, L./Stauch, M. (1993). Laktatleistungskurven und Kraftwerte bei Jugendlichen nach Kraftausdauertraining. In: Kurt Tittel, *Sportmedizin: gestern – heute – morgen* (S. 307-310). Leipzig Berlin Heidelberg: Barth.
- Schmidt, A. (2007). *Das große Buch vom Radsport*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Wagner, A./Mühlenhoff, S./Sandig, D. (2010). *Krafttraining im Radsport. Methoden und Übungen zur Leistungssteigerung und Prävention*. München: Elsevier, Urban & Fischer.
- Weineck, J. (2000). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings*, (11. Auflage). Balingen: Spitta.
- Wirth, K./Atzor, K.R./Schmidtbleicher, D. (2007). Veränderungen der Muskelmasse in Abhängigkeit von Trainingshäufigkeit und Leistungsniveau. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 58 (6), 178-183.
- Zatsiorsky, V.M./Kraemer, W.J. (2008). *Krafttraining. Praxis und Wissenschaft*, (3., überarb. und erg. Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer.
- Zintl, F. (1996). Trainingslehre. In: Christof Weiss, *Handbuch Radsport* (S. 73-116). München: blv.
- Zintl, F./Eisenhut, A. (2009). *Ausdauertraining. Grundlagen, Methoden, Trainingssteuerung*. München: blv.