

# Detailliertes Beispiel einer RADAR-Messzone.

## Der Anstieg auf dem Mont Ventoux in drei Abschnitten

Ein Aufstieg wie der auf einen Berg wie der Mont Ventoux kann in drei Abschnitte gegliedert werden (siehe Karte), deren Auswertung von den Bedingungen des Rennens und der Wetterverhältnisse abhängt:

- 1) Von Bédoin nach Saint Estève = 1
- 2) Von Saint Estève nach Chalet Reynard = 2
- 3) Von Chalet Reynard bis zum Gipfel = 3

Im 1. Abschnitt liegt im Fall eines Straßenrennens die Genauigkeit der Leistungsmessung bei +/- 10% da die Rennfahrer von dem „Drafting-Effekt“ profitieren, wenn sie sich im Peloton befinden oder hintereinander her fahren. Ist die durchschnittliche Steigerung niedriger als 4%, nutzen die Rennfahrer die Sogwirkung und folgen dicht hintereinander. Außerdem fahren sie bei Geschwindigkeiten von ca. 30 km/h. Die Ungenauigkeit von +/- 10% entsteht durch das Verhältnis der aerodynamischen Zug- und Sogkraft zur Schwerkraft. Es ist nicht möglich diese aerodynamischen Kräfte mit der hier angewandten indirekten Methode genau zu ermitteln. Bei schwachem Wind lässt sich jedoch die mittlere Leistung auf diesem Streckenteil ziemlich präzise auf dem gesamten Aufstieg während eines Zeitrennens festlegen (Dauphiné 2004 und der Rekord von Iban Mayo), da es dann keinen „Drafting-Effekt“ gibt.

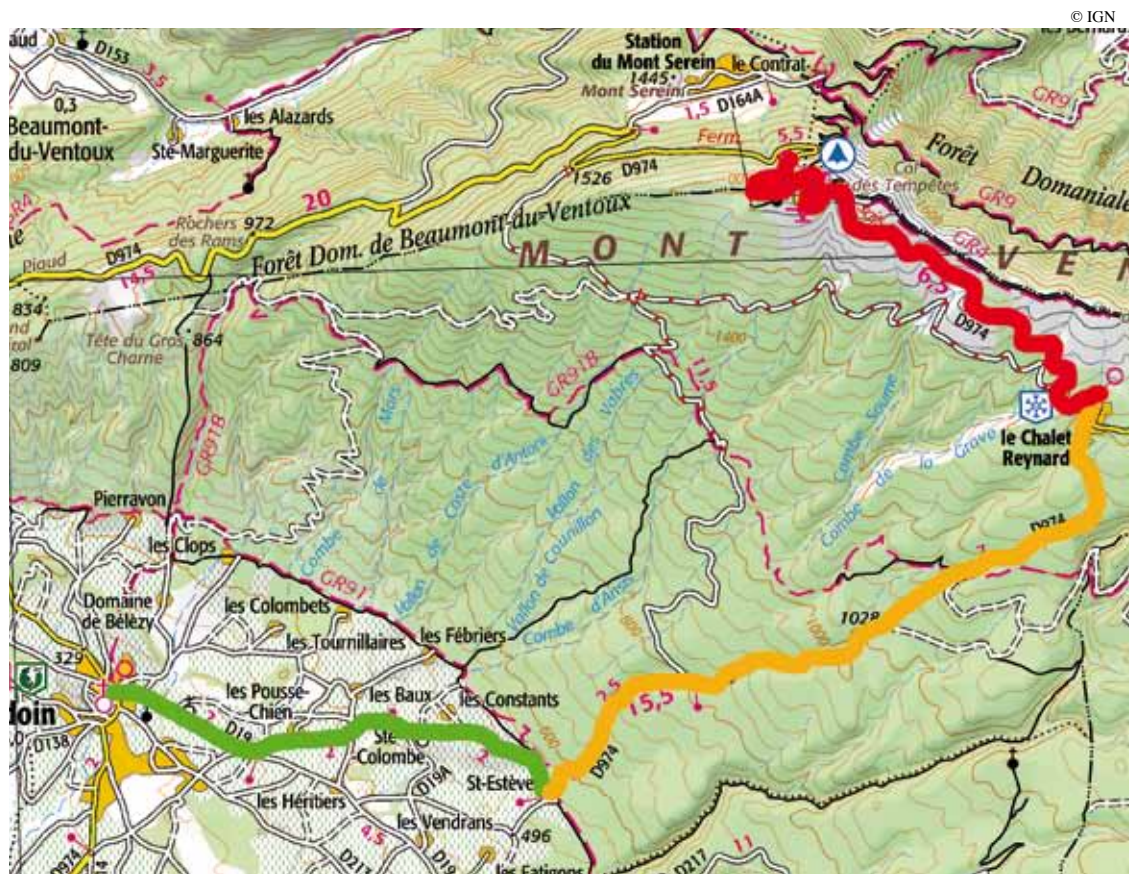
Im 2. Abschnitt liegt die Genauigkeit der Leistungsmessung bei +/- 2%. Die durchschnittliche Steigung liegt bei fast 10%, die Rennfahrer fahren bei einer Geschwindigkeit von ca. 20 km/h und der Wald verringert die Auswirkung des Windes. Hier bekämpfen die Radsportler vor allem die Schwerkraft.

Im 3. Abschnitt liegt die Genauigkeit der Leistungsmessung bei +/- 5%. Die durchschnittliche Steigung bleibt hoch bei 8%, aber es muss die Windgeschwindigkeit auf der Höhe des Bodens berücksichtigt werden. Der Mont Ventoux befindet sich in der Nähe des Rhône-Tals, wo der Mistral oft stark weht. Dort gibt es keine Vegetation mehr, die den Wind auf der Höhe des Bodens abschwächen könnte und je höher man steigt (der Gipfel von Ventoux liegt auf einer Höhe von 1900m), desto stärker weht der Wind.

In den Rennfahrer-Porträts wird die mittlere Leistung folglich normalerweise auf der 2. Strecke zwischen Saint Estève und Chalet Reynard gemessen.

**Zeugen die Kalkulationen, die von manchen Leuten erstellt werden, von intellektueller Unehrllichkeit?**

**NEIN,** wenn wir uns an diese Fallstudie halten: Miguel Indurain hat am 2. September 1994 einen neuen Weltrekord bei 53,04 km auf der Strecke in der Nähe von Bordeaux aufgestellt. Seine Leistung wurde mit 509,5 Watt bewertet (Ref.8). 19 Tage vor seinem Versuch einen Weltrekord aufzustellen, hat er einen



zusätzlichen Labortest über seine maximale Leistung auf einem mechanisch gebremsten „Ergometer-Fahrrad“ durchgeführt. (auf einem Monark 818E, Varberg, Schweden). Seine Laktatschwelle (- 4 mmol/l) lag bei 505 Watt (6,23 Watt/kg). Es wurde eine so anstrengende Trainingsübung gewählt, weil berichtet worden war dies entspräche dem Maximum, das man über eine lange Zeitphase aufrechterhalten könne.

Im Juli 1994 hat Miguel Indurain seinen vierten Tour de France Sieg erreicht. Seine Leistung auf der Etappe Hautacam war unglaublich. Wir haben seine Leistung (vgl. die Seiten über Indurain) mit 530 Watt bewertet, (6,6 Watt/kg) für eine Zeitdauer von 35 Minuten. Zusätzlich haben wir seine Leistung beim Aufstieg von Avoriaz am Ende eines langen Zeitrennens (1,5 Std) mit 490 Watt (6,13 Watt/kg) gemessen. Im Durchschnitt hat Indurain bei seinem letzten Aufstieg der Bergetappen 490 Watt (6,13 Watt/kg) erzeugt, folglich einen Wert, der unwesentlich niedriger war als seine Laktatschwelle (505 Watt). Der Größenwert unserer Leistungsschätzungen ist folglich absolut realistisch.

Wissenschaftliche Quellen: Scientific approach to the 1-h cycling world record: a case study. Sabino Padilla, Iñigo Mujika, Francisco Angulo and Juan Jose Goirierna 89:1522-1527, 2000. J Appl Physiol

**JA,** wenn wir uns an diese Fallstudie halten:

**1. Die Methode von Michele FERRARI, dem „Dottore“**

Michele Ferrari legte uns eine sehr einfache Formel vor um die relative Leistung in Watt/kg zu definieren, welche auf der Mittleren Anstiegsgeschwindigkeit (MAG) eines Rennfahrers bei der Passbesteigung basiert. Relative Leistung (Watt/kg) = MAG (Meter/Std) / (Steigungsfaktor). Der Korrekturfaktor „Steigungsfaktor“ ist gleich  $200+10^p$ , mit p dem Prozentsatz der durchschnittlichen Steigung.

Besteigt ein Rennfahrer zum Beispiel einen Pass mit einer durchschnittlichen

Steigung von 6% bei 1500m/h, wäre seine relative Leistung in Watt/kg:  $1500/(200+10^6) = 5,77 \text{ W/kg}$

Michele Ferrari hat diese Verbindung hergestellt indem er die MAG auf verschiedenen Steigungen für einen 64 kg schweren Rennfahrer errechnet hat, der 300 Watt erzeugt, d.h. eine relative Leistung von 4,69 Watt/kg.

hwww.53x12.com/do/show?page=article&id=48 und http://www.53x12.com/do/show?page=article&id=74

**Unsere Meinung dazu:** Strenggenommen existiert im Straßenradsport für einen bestimmten Anstieg keine so einfache lineare Korrelation zwischen einer relativen Leistung und einer Anstiegsgeschwindigkeit. Diese Formel wäre nur unter der Bedingung anwendbar, wenn der Rennfahrer bei einem bestimmten Anstieg, ausschließlich die proportionalen Kräfte seines Gewichts auf den Passaufstiegen überwinden müsste. Nehmen wir das Beispiel eines Radfahrers, der einzig die Schwerkraft überwinden muss.  $m \cdot g \cdot h$  ist die Energie, die er erzeugen muss um seine Masse auf eine Höhe h zu heben. ( $m$ =Masse des Rennfahrers  $g=9,81 \text{ m/s}^2$ ).

Wenn der Rennfahrer diese Energie während einer Zeit t verbraucht, wäre seine Leistung gleich  $m \cdot g \cdot h / t$  oder auch  $m \cdot g \cdot \text{MAG} / 3600$ . Seine relative Leistung wäre gleich  $g \cdot \text{MAG} / 3600$ . Schließlich ergibt sich folgende Relation: Relative Leistung (Watt/kg) = MAG / Steigungsfaktor mit einem Steigungsfaktor =  $3600/g = 367$ . In der Praxis muss der Rennfahrer jedoch zusätzlich die Luft- und Rollreibung, den Energieverlust bei der Kettenübertragung und die Trägheitskraft überwinden um seine Geschwindigkeit zu erhöhen. Deshalb ist eine solche Relation hier nicht anwendbar. Die Formel von Ferrari kann aber dennoch zu korrekten Ergebnissen führen, wenn der Radfahrer ca. 64 kg wiegt und ca. 4,7 Watt/kg erzeugt. Die relativen Leistungen der Radprofis auf den letzten Pässen der Bergetappen überschreiten oftmals 5,8 Watt/kg. Auf diesem Leistungslevel sind die Proportionen zwischen den verschiedenen Kräften nicht dieselben wie bei 4,7 Watt/kg. Der Korrekturfaktor der Ferrari-Formel zwischen der mittleren Aufstiegsgeschwindigkeit und der relativen Leistung ist dann nicht mehr gültig. Berücksichtigt man alle aufgewendeten Kräfte, dann wäre die Ferrari-Formel umso anfechtbarer, je höher die aerodynamischen Kräfte (dieser Terminus ist nicht gradlinig) sind. Je höher das Leistungslevel ist, desto öfter würde die Ferrari-Formel Leistungen ergeben, die niedriger sind als die unserer Modellrechnungen. Bei einem Anstieg von zum Beispiel 8% bei 6 Watt/kg, ergäbe die Ferrari-Formel 2% niedrigere Leistungen, als die unserer Bewertungen. Bei 6,5 Watt/kg wäre die Differenz ca. 3,5%.

**Diese Formel, die im Vergleich zu unserer Methode ziemlich ungenau ist, beabsichtigte nichts anderes als komplette Desinformation zugunsten der von Michele Ferrari „vorbereiteten“ Athleten oder jenen, mit denen er in Kontakt stand (von Moser über Jalabert bis zu Armstrong).**

**2. Kalkulationsanalyse von Fred Grappe aus seinem Buch: „Cyclisme et optimisation de la puissance en cyclisme“ (Radsport und Leistungsoptimierung)**

Frédéric Grappe, der vor allem mit dem professionellen Team der „Française des jeux“ zusammenarbeitet, analysiert in seinem Buch „Radsport und Leistungsoptimierung“ den Anstieg von Lance Armstrong beim Zeitrennen auf dem Alpe d'Huez 2004. Seine Leistungsschätzung für den amerikanischen Rennfahrer liegt bei 435 Watt, das sind 46 Watt weniger als bei unserer Bewertung. Wie ist eine so hohe Differenz der Werte von 9% möglich?

Fred Grappe gibt uns die erforderlichen Details für die Errechnung eines Wertes von 435 Watt.

Die Modellrechnung von Fred Grappe unterscheidet sich von der unseren in einem wichtigen Punkt: Er vernachlässigt den Wirkungsgrad der Kettenübertragung. Das senkt den geschätzten Wert auf ca. 2,5%.

Außerdem wird der Rollwiderstandskoeffizient cR durch den Kosinus der Steigung moduliert (Gewichtsprojektion entsprechend der senkrechten Achse zur Straße). Unsere Simulierung vereinfacht die Berücksichtigung des cR indem wir davon ausgehen er stünde nicht in Relation mit dem Anstieg. Das verändert das Ergebnis nur unwesentlich, denn die mit der Rollbewegung verbundene Reibung bleibt schwach im Verhältnis zur Auswirkung der Schwerkraft. Auf diesem Parameter gibt es eine gewisse Ungenauigkeit. Die Anstiege liegen jedenfalls bei weniger als 5°,  $\cos(5^\circ) = 0,996$ .

Die Differenz der geschätzten Leistung ergibt sich zudem aus den Modelvariablen.

**1. Der Durchschnittsprozentsatz:**

Die wahre Höhe beträgt 725m und nicht 760m wie er es beschreibt (Referenz IGN Karte), was den Durchschnittsprozentsatz von 7,9% auf 8,11% erhöht.

**2. Rollwiderstandskoeffizient:**

Fred Grappe veranschlagt einen Rollwiderstandskoeffizienten von 0,0025. Dieser Wert gleicht jenen, die man im Allgemeinen in der Fachliteratur für ein Velodrom findet. Der Autor des Buches hat einen Velodrom-Rollwiderstandskoeffizienten von 0,003 errechnet (Vgl. Seite 305). Warum verwendet er einen niedrigeren Rollwiderstandskoeffizienten für die Passanstiege? Bergstraßen haben keineswegs perfekt glatte Straßenbeläge.

**3. AcW wurde mit 0,35 unterschätzt**

Lance Armstrong hat wegen seines schweren Gewichts und seiner typischen Fahrweise im Wiegetritt bei aufrechter Oberkörperhaltung auf den Anstiegen eine relative große Frontaloberfläche. Sein Wert des Strömungswiderstands bei der Passerklimmung ist folglich höher als 0,35. Wir haben seinen AcW-Wert auf den Anstiegen mit 0,39 bewertet.

**4. Die zu transportierende Gesamtmasse**

Sie liegt bei 74 kg plus 7 kg, das macht 81 kg in seiner Kalkulation. Nicht einbezogen wurden das Gewicht der Bekleidung, der Schuhe und der auf dem Fahrrad transportierten Ausrüstung.

Diese vier Abweichungen in den Variablen der Modellrechnung plus der vernachlässigten Kettenübertragung erklären die Differenz von 9% zwischen unserer Bewertung und der von Fred Grappe: 481 Watt (6,5 Watt/kg) gegenüber 435 Watt (5,9 Watt/kg).

Kurz vor dem Start der Tour de France 2004 hat Lance Armstrong einen Leistungstest mit Michele Ferrari ausgeführt. An seiner Laktatschwelle hat er 493 Watt (vgl. Quelle) bei einer Körpermasse von 74 kg erzeugt, das heißt 6,66 Watt/kg. Theoretisch existiert eine logische Korrelation zwischen dieser Schwellenleistung und der maximalen Anstrengung von 30 bis 40 Minuten. Wir liegen mit unserer Kalkulation jedoch viel näher, als Fred Grappe mit seiner „magischen Zahl“ von Michele Ferrari: 6,7 Watt/kg. Diese Schwellenleistung war laut Michele Ferrari für die Siege der Tour de France in der Armstrong-Epoche erforderlich. Quelle: „Lance Armstrong's War“, Daniel Coyle, Seite 209 Im Allgemeinen sind die von uns bewerteten Leistungen bei gleicher Passaufstiegszeit 5 bis 10% höher, als die von Fred Grappe errechneten.

In der Fachzeitschrift Vélo Magazine der Septemberausgabe 2005 versucht Fred Grappe die Überlegenheit von Lance Armstrong zu erklären: Der Titel des Artikels: „Une physiologie aux portes du surnaturel“ (Eine fast übernatürliche Physiologie). Er bemüht sich darum Lance Armstrong einen „menschlichen“ Aspekt zu verleihen, indem er sich bei dem Zeitrennen auf dem Alpe d'Huez von 2004 auf einen Leistungswert von 5,9 Watt/kg stützt. Unserer Ansicht nach handelt es sich hier um eine 9%e Unterschätzung.

Obendrein beruft er sich auf einen Artikel, der unter dem Wissenschaftsteam um Edward F. Coyle sehr umstritten ist und unter anderem die Entwicklung der Energiesteigerung des amerikanischen Rennfahrers zwischen 1993 und 1999 darstellt. Eine derartige Entwicklung der Energiesteigerung von Lance Armstrong hätte es anscheinend nie gegeben. J'ai l'impression qu'il manque un bout de phrase ici (www.sportsscintists.com/2008/09/coyle-armstrong-research-installment-2.html)

**Der Autor dieses Buches wurde zu keiner Zeit in Frage gestellt. Hat er sich guten Glaubens geirrt, war er durch das Licht geblendet oder hat er bewusst mit seinen Kalkulationen die „Normalität“ seines damaligen Idols beweisen und „wissenschaftlich“ belegen wollen? Wenn es wahr sein sollte, dass sich die Wissenschaft dem Dienste von Interessen verschreibt, anstatt von Beweisen, dann stellt sie keine Fragen mehr. Die Antwort findet sich sehr wahrscheinlich in den Andeutungen des Autors. Wenn er die 6,9%e Leistungssteigerung von Lance Armstrong zwischen 1992 und 1999 mit der von David Moncoutié vergleicht, der bei dem Zeitrennen von Alpe d'Huez die gleiche Leistung hätte aufbringen können. In Wirklichkeit hat Lance Armstrong 2004 eine zu hohe Leistung von 6,5 Watt/kg erzeugt, die gewiss nicht durch eine Erhöhung seines Wirkungsgrads entstanden ist... \* Libération. Paru le 04/07/2009**