

# Biomonitoring Blut beim Athleten

als indirekter Manipulationsnachweis – Teil 1

**Dr. Klaus Pöttgen**

**Dr. Klaus Pöttgen** Leitender Arzt  
arbeitsmedizinisches Zentrum  
Darmstadt, Medizinischer Leiter  
IRONMAN GERMANY, 7-maliger  
Teilnehmer IRONMAN HAWAII,  
Weltmeister Triathlon Langdistanz  
AK 1999

## Geschichte

Aus historischer Sicht wird Eigen- und Fremdblut seit den frühen 70er Jahren angewandt und so bekannte sich 1984 das US Radteam zu dessen Gebrauch.

Ein Nachweisverfahren für Fremdblut besteht seit 2002. So wurden Tyler Hamilton, Santi Perez (2004) und A. Winokurov (2007) überführt. Seit 1987 steht rekombinantes humanes Erythropoetin (rhEPO) zur Verfügung, welches die Bildung der Vorstufen der roten Blutkörperchen im Knochenmark steigert. Im Festina Skandal 1998 wurde systematisches Teamdoping genauso publik wie spätere Geständnisse von einzelnen Fahrern des Teams Telekom. 2007 gab die in 2005 EPO-positiv getestete Genevieve Jeanson zu, bereits mit 16 Jahren EPO eingenommen zu haben.

2006 zeigte die „Fuentes Liste“ durch die „Operation Puerto“ die Rückkehr zum Eigenblutdoping. Durch die Einführung des körperfremden rhEPO-Nachweises im Jahre 2000 konnte der Missbrauch von NESP bei drei Athleten (u. a. Johann Mühlegg) während der olympischen Spiele 2002 bewiesen werden.

Kombinierte Daten zeigen, dass bis zur Einführung des EPO-Tests der mittlere Haemoglobinwert (Blutfarbstoff und Sauerstoffträger) im Skilanglauf deutlich Anstieg.

So zeigten bei der WM 1995 einige Skiläufer Hb-Werte von 20 g/dl, wobei alle Medaillengewinner über 17,5 g/dl lagen. 1999 lagen bei 30 männlichen Skiläufer die Hb-Werte zwischen 17,0-18,7 g/dl. Alle Medaillengewinner hatten Werte > 17,0 g/l. Der zurzeit gültige Grenzwert für Männer liegt bei 17,0 g/dl und für Frauen bei 16,0 g/dl. Grundsätzlich haben Ausdauersportler niedrigere Hb-Werte aufgrund eines höheren Plasmavolumens als Anpassung, welches z.B. vor Thrombosen bei Wasserverlusten schützt.

### Differenzierung von humanem EPO und rHEPO

Aufgrund der kürzeren Halbwertszeit von rhEPO und eines damit kürzeren Nachweises wurde zum Missbrauch von subcutaner (21h) auf intravenöse Injektion (8,5h) umgestellt. So wird nach altem Injektionsschema von einem sicheren Nachweis innerhalb von ca. 48h gesprochen und bis zu 7 Tagen zumindest in ca. 50% der Fälle. Das größte Problem ist allerdings, dass für einen positiven EPO-Test wenigstens 80% isomere Formen (körperfremd) vorhanden sein müssen. Verschiedenste EPO-Varianten stehen heute zur Verfügung. So z.B. DYNEPO, welches natürliche,

aus der menschlichen Haut gewonnene Zellen für die EPO-Biosynthese nutzt. Es wurde beim suspendierten Führenden der Tour de France 2007, Michael Rasmussen, nachgewiesen. Die Welt-Anti-Doping-Agentur (WADA) hat die Nachweismethode für „Dynepo“ allerdings noch nicht autorisiert. Daher ist der positive Befund des Dänen juristisch bisher noch nicht verwertbar.

**«Wer einmal der Versuchung des Doping erliegt, ist ohne Verlust seiner Selbstachtung meist für immer zum Schweigen verurteilt.»**

### Erythropoetin und Blutveränderungen

Das folgende Diagramm zeigt den typischen Verlauf des klassischen EPO-Dopings mit dem Anstieg der Retikulozyten (junge Blutzellen) durch die Stimulation von rhEPO mit anschließendem Hb-Anstieg durch Reifung. Da nach Absetzen von rhEPO die gesteigerte Produktion von Erythrozyten abgeschlossen ist, kommt es zum ra-



santen Abfall der Retikulozyten um das normale, niedrigere Hb-Gleichgewicht wieder einzustellen. Gleichzeitig besteht eine länger anhaltende Hb-Konzentration und es bleibt die maximale Sauerstofftransportkapazität noch erhöht, wobei rhEPO im Urin nicht mehr nachzuweisen ist, da es aufgrund der Plasmahalbwertszeit vollständig aus dem Körperkreislauf eliminiert wurde.

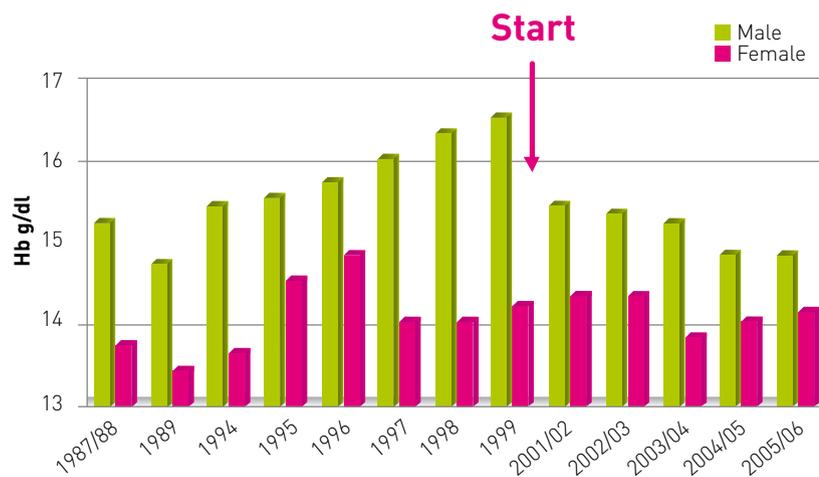
Daraus wird klar, dass relativ gut auf einen Wettkampf mit hohen Hb-Werten zugesteuert werden kann, ohne mit einem positivem EPO-Test zu rechnen.

Neuere Techniken von Athleten, die an Rundfahrten und eng gesetzten Wettkämpfen teilnehmen, haben das sogenannte Low Dose Verfahren eingesetzt.

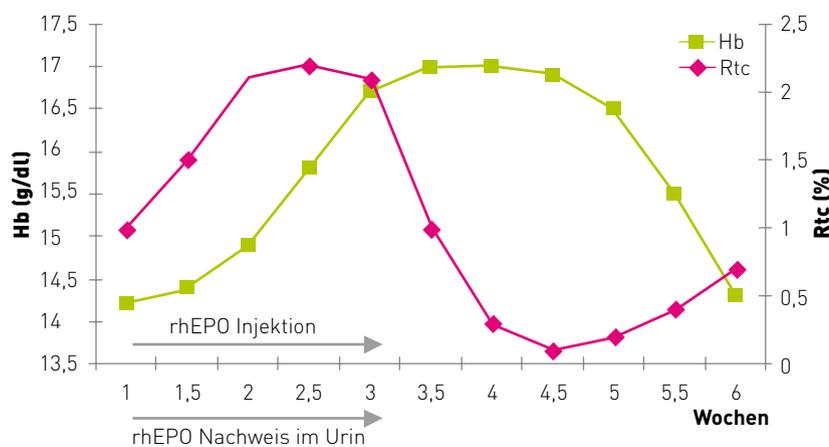
Hierbei wird zu Beginn eine hohe Menge EPO eingesetzt und der erhöhte Hb an der Schutzsperrgrenze mit niedrigen intravenösen EPO-Injektionen aufrechterhalten.

Eine Mikrodosierung reduziert das Zeitfenster des positiven Urinnachweises auf 12–18h. Verfeinerte Techniken sorgen sogar bei abendlicher Injektion zu negativen Tests am Folgetag. Daher sollten Trainingskontrollen immer früh morgens stattfinden.

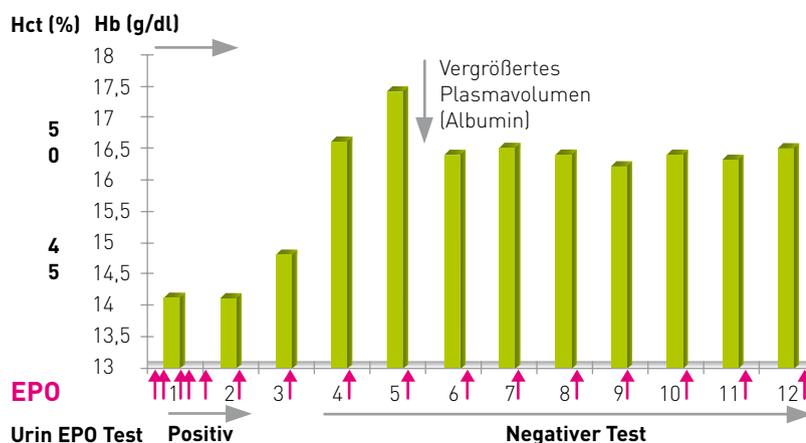
■ Dr. Klaus Pöttgen



**Abb. 1:** Veränderungen der mittleren Hämoglobinwerte bei Skilangläufern (FIS) der Weltspitze. „Start“ markiert die Einführung des EPO-Urintests u.a. nach Videman et al.



**Abb. 2:** Klassisches „altes“ Injektionsschema von rhEPO. Beispiel der Veränderungen von Hämoglobin und Retikulozyten unter ca. 2-wöchiger EPO-Stimulation.



**Abb. 3:** Sog. Low-Dose-Schema (Mikrodosierung). Nach einer klassischen Boosterphase werden mit unterschwelligen rhEPO-Injektionen die Hb-Werte hochgehalten. Ein Nachweis im Urin gelingt aufgrund der geringen rhEPO-Menge kaum.