Folie 1

Ernährung, Substitution und Doping

Klaus Baum

Deutsche Sporthochschule Köln

Prof. Dr. Baum GmbH

Folie 2

Ernährung aus dem Blickwinkel...

- **des Gewichts:**

  einfache Bilanz

  Energieaufnahme = Energieumsatz — *Konstanz*

  Energieaufnahme > Energieumsatz — *Zunahme*

  Energieaufnahme < Energieumsatz — *Abnahme*

- **der Leistungsfähigkeit:**

  komplexe Zusammenhänge

Folie 3

Beispiel

Energieaufnahme > Energieumsatz — *Zunahme*

Energieaufnahme < Energieumsatz — *Abnahme*

Über 1 Jahr wird täglich <u>eines</u> der folgenden Nahrungsmittel über / unter einer ausgeglichenen Energiebilanz aufgenommen:

100 g Joghurt (1,5 % Fett)
25 g Gouda (45 % Fett)
100 g Quark (20 % Fett)
100 g mageres Fleisch
120 g Kartoffeln
0,2 l Bier

→ **Resultierende Gewichts-zunahme / abnahme:**

5 kg

Folie 4

Über 1 Jahr wird täglich eines der folgenden Nahrungsmittel unter einer ausgeglichenen Energiebilanz aufgenommen:

- 100 g Joghurt (1,5 % Fett)
- 25 g Gouda (45 % Fett)
- 100 g Quark (20 % Fett)
- 100 g mageres Fleisch
- 120 g Kartoffeln
- 500 g Tomaten
- 0,2 l Bier

→ **Gewichts-abnahme: 5 kg** ←

- 945 km Gehen
- 560 km Laufen
- 4200 km Radfahren (bei 20 km / h)
- 1800 km In-Line Skating (bei 15 km / h)

Über 1 Jahr wird eine der folgende Strecken ohne Erhöhung der Energiezufuhr zurückgelegt:

Folie 5

Wettkampfernährung

sachliche Aspekte

- Optimierung der metabolischen Situation
  - Energiebereitstellung
  - Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt

  ?
- Erreichen eines Gewichtslimits

Folie 6

Wettkampfernährung

zeitliche Aspekte

- Phase der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung
- Wettkampftag
  - zwischen Wettkämpfen
  - während des Wettkampfs

Folie 7

Wettkampfernährung

sachliche Aspekte

Optimierung der metabolischen Situation

- Erreichen eines Gewichtslimits

Folie 8

Der Energiestoffwechsel

Folie 9

Allgemeines Schema des Energiestoffwechsels

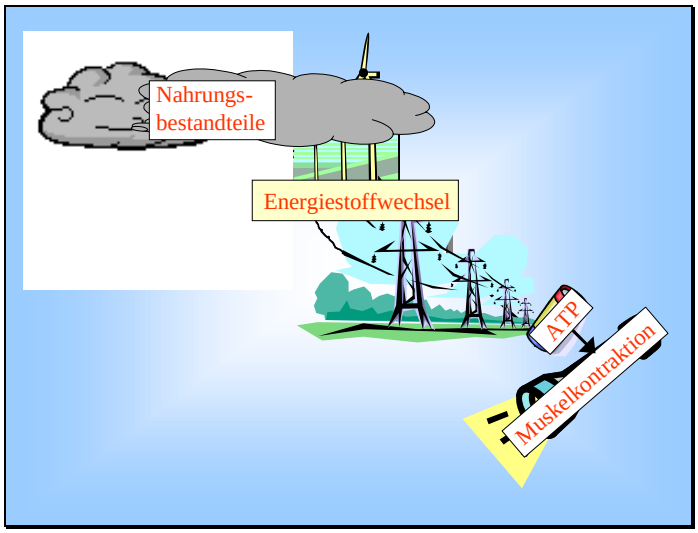
Substanzen mit hohem Energiegehalt

→ Wärme

→ Substanzen mit niedrigem Energiegehalt

Aufbau einer nutzbaren Energieform (Adenosintriphosphat = ATP)

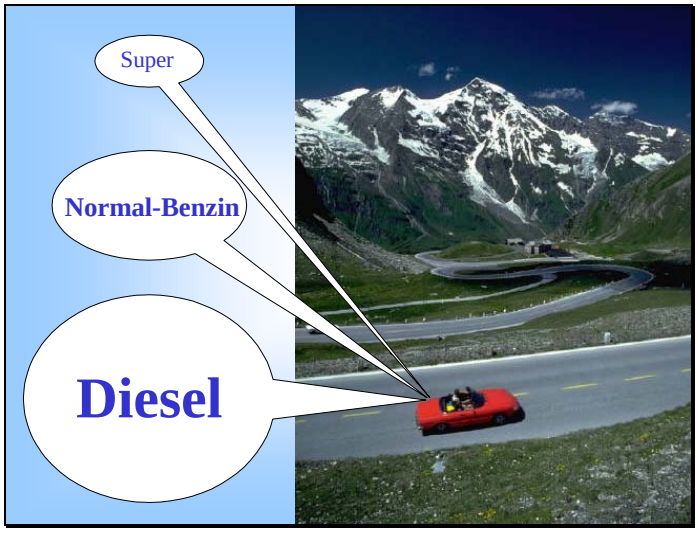
Folie 10



Folie 11

Der Körper verfügt über drei verschiedene Möglichkeiten, nutzbare Energie (= ATP) aufzubauen.

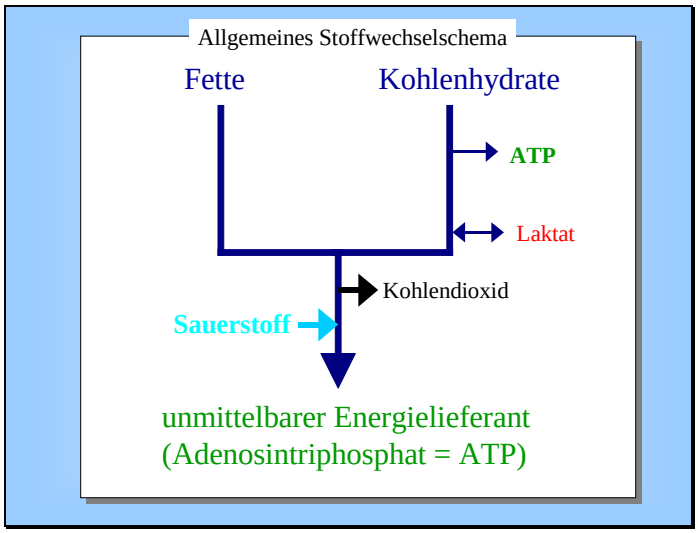
Folie 12



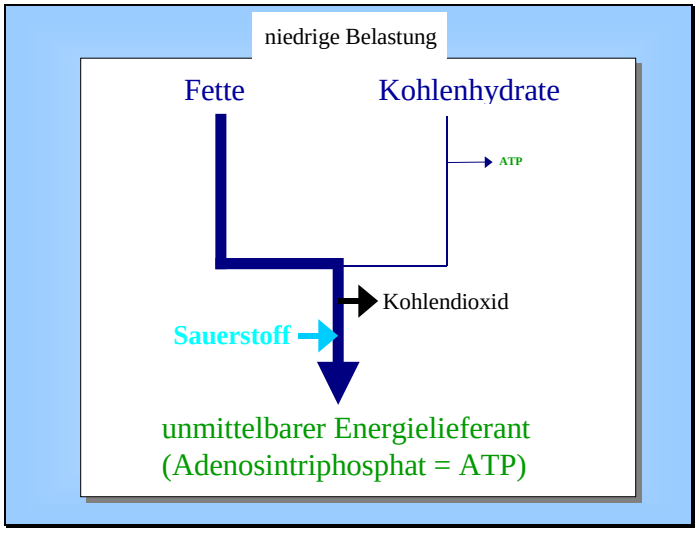
Folie 13

Super **= Kreatinphosphat**	● Höchste Geschwindigkeit der Energieproduktion ● Vorräte schnell erschöpft (100m Sprint) ● Stoffwechsel kaum trainierbar
Normal-Benzin **= Kohlenhydrate**	● Mittlere Geschwindigkeit der Energieproduktion ● Vorräte mittelgroß (< Marathon) ● Stoffwechsel gut trainierbar
Diesel **= Fette**	● Niedrigste Geschwindigkeit der Energieproduktion ● Vorräte groß (> 20 Marathons) ● Stoffwechsel gut trainierbar

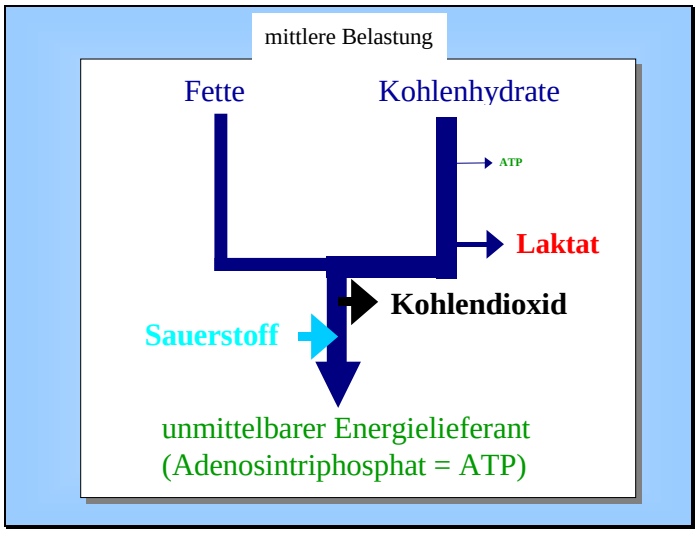
Folie 14



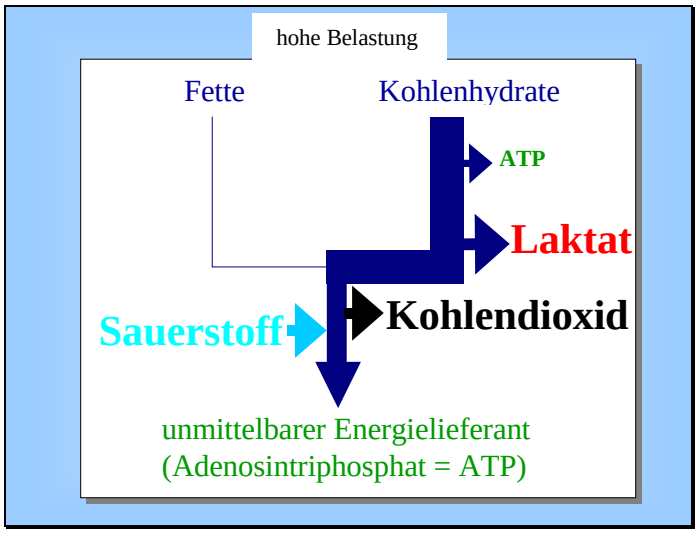
Folie 15



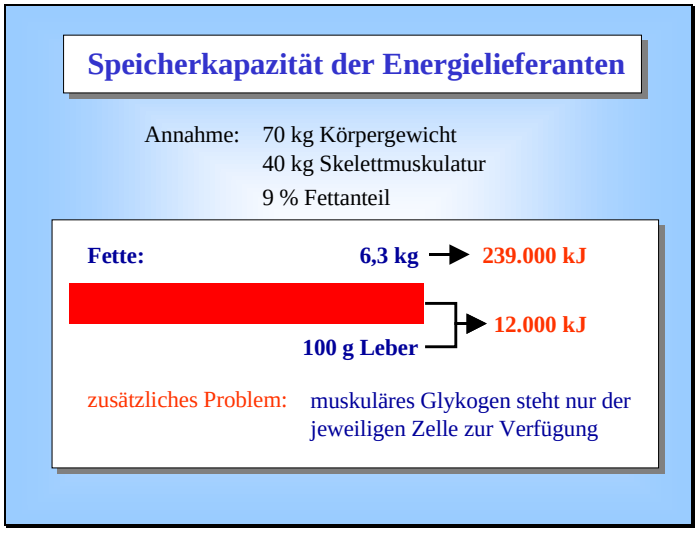
Folie 16



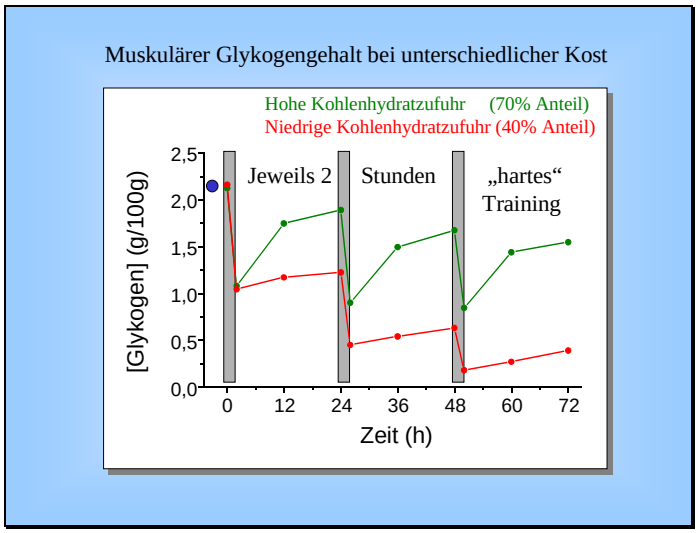
Folie 17



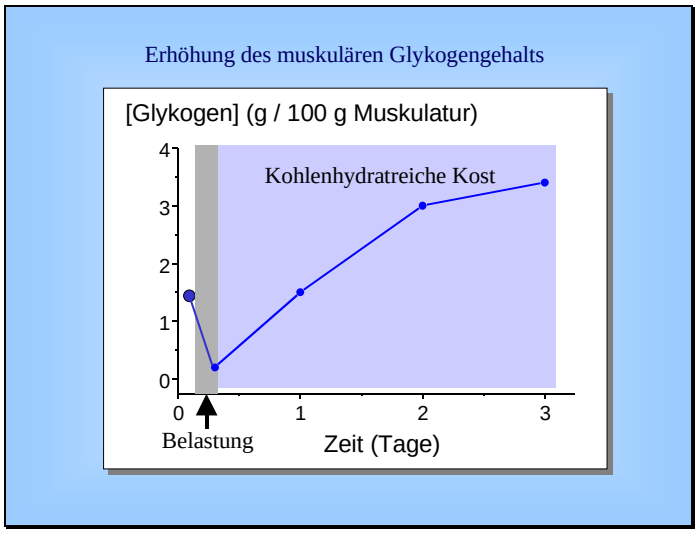
Folie 18



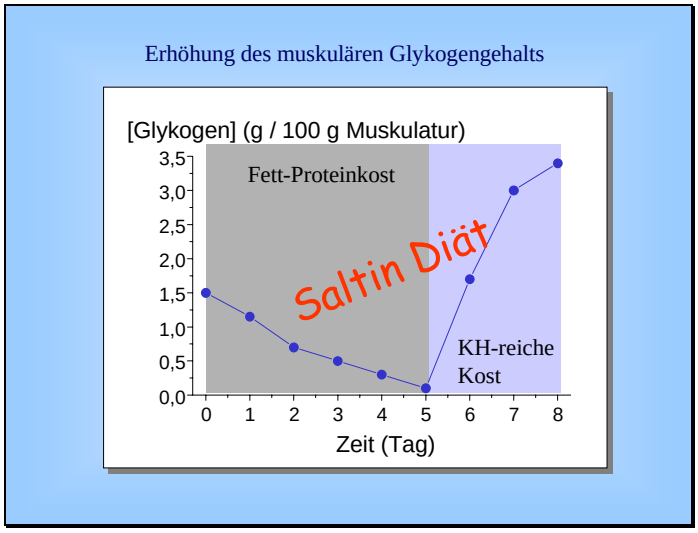
Folie 19



Folie 20



Folie 21



Folie 22

Gewichtsveränderungen beim Glykogenloading

1g Glykogen „bindet“ osmotisch 2,5 -3 ml Flüssigkeit

Beispiel:

- **30 kg Arbeitsmuskulatur**
- **Erhöhung des Glykogengehalts von 1 auf 3 g / 100 g Muskulatur**

600 g Glykogen

=

2,1 - 2,4 kg Gewichtserhöhung

Folie 23

Kohlenhydrat- und Fettgehalt in ausgesuchten Nahrungsmitteln

Folie 24

Nahrungsmittel	Kohlenhydrate (g / 100 g)	Fette (g / 100 g)
Haferflocken	61	7
Müsli (trocken)	67	5 - 10
Brote	45 – 55	7 - 8
Nudeln	67	3
Kartoffeln	15	0
Semmelknödel	24	1
Reis (gekocht)	24	1
Erbsen	60	1,5
Mais	65	4
Linsen	51	1,5

Folie 25

Nahrungsmittel	Kohlenhydrate (g / 100 g)	Fette (g / 100 g)
Salzstangen	75	5
Eis	20	3
Banane	10	0

Folie 26

Trinken und Leistungsfähigkeit

Prozent des Körpergewichts

Flüssigkeitsgehalt des gesamten Körpers
60 % 42 l

z.B. bei 70 kg

Zellflüssigkeit
40 % 28 l

Blutplasma und Zwischenzellraum
20 % 14 l

Folie 27

Blutplasma und Zwischenzellraum
20 % 14 l

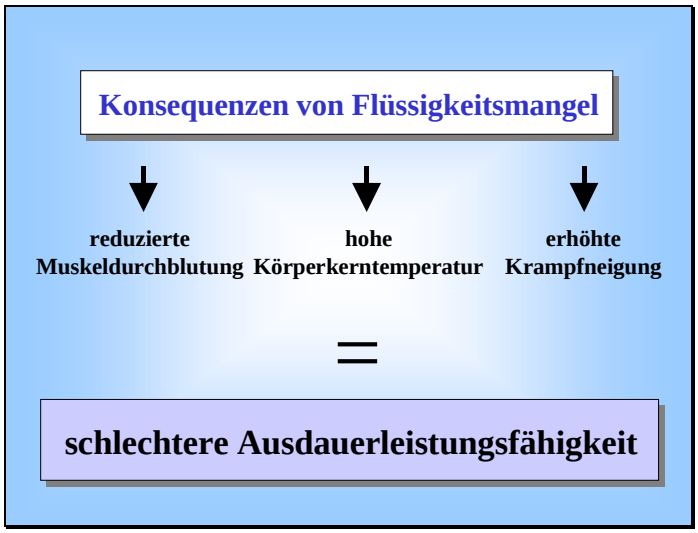
Funktion:
- **Transport von Nährstoffen über die Blutbahn**
- **Schweißproduktion**

bei mittleren körperlichen Belastungen gehen pro Stunde ca. 1 - 1,5 l Schweiß verloren.

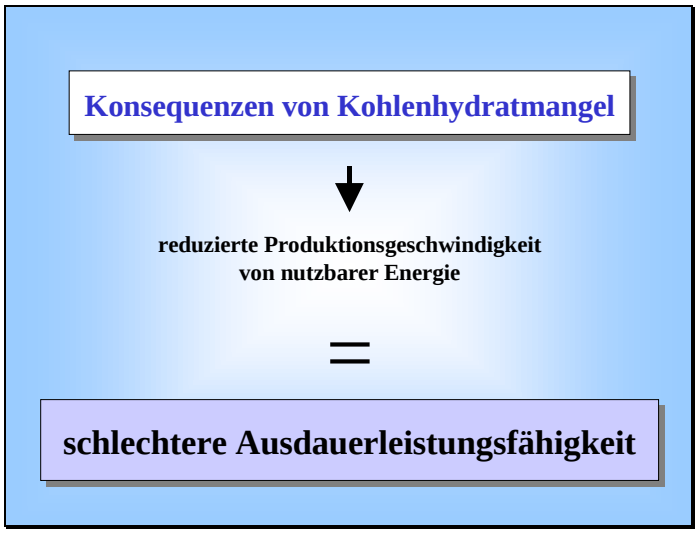
=

10 % des Volumens außerhalb der Zellen

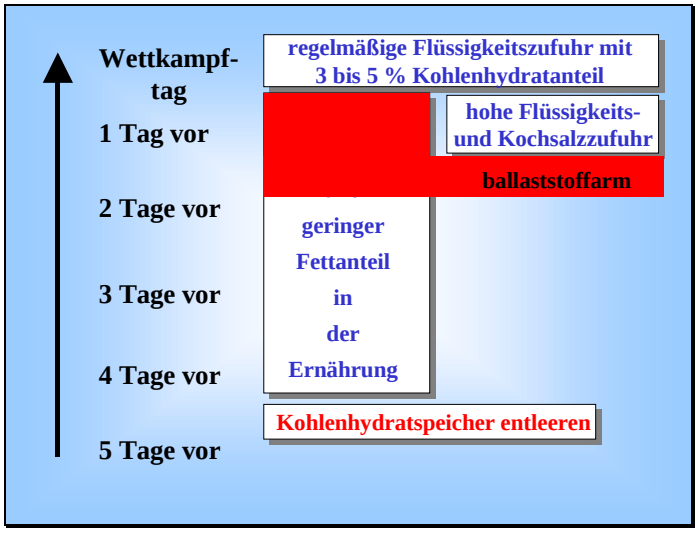
Folie 28



Folie 29



Folie 30



Folie 31

Einflussfaktoren auf die Ernährung während des Wettkampfs

- Dauer und Intensität der Belastung
- Mechanische Belastungen des Magens
- Umgebungstemperatur

Folie 32

Wettkampfernährung

sachliche Aspekte

- Erreichen eines Gewichtslimits

Erreichen eines Gewichtslimits

Folie 33

Übliche Praktiken

- Dauer der Gewichtsreduktion zwischen 1,5 bis 4 Wochen
- In der letzten Woche häufig keine Energiezufuhr
- 2 - 3 Tage mit minimaler Flüssigkeitszufuhr
- Sauna

Gewichtsreduktionen bis zu 8 kg

Folie 34

Handlungsbedarf vor dem Wettkampf

- Flüssigkeits- / Elektrolytdefizit kompensieren
- Glykogendefizit kompensieren

↓

Flüssigkeitsregulation vorrangig behandeln

=

Trinken, u.U Salztabletten

Folie 35

Sportartspezifische Problematik

- Intervalle der Gewichtsklassen unterschiedlich
- Dauer zwischen Wiege-Zeitpunkt und Wettkampf unterschiedlich

Folie 36

Zusammenfassung

Einflußmöglichkeiten durch die Ernährung in Ausdauersportarten

Optimierung der Wettkampfleistung im Vorfeld unbeschränkt möglich und zeitunkritisch

Leistungserhalt während des Wettkampfes disziplinspezifisch

Schwimmen < Laufen < Radfahren

KH-haltige Getränke > feste Nahrung

Folie 37

Zusammenfassung

Einflußmöglichkeiten durch die Ernährung in Kraftsportarten

Im Vorfeld häufig durch den Zwang einer Gewichtsreduktion bestimmt

Kurzfristige Verbesserung des Flüssigkeits- und KH-Status notwendig

KH-haltige Getränke, kurzkettige KH und Kochsalzzufuhr

Folie 38

Energiegehalt von Lebensmitteln

Folie 39

Energiegehalt von Nahrungsbestandteilen pro Gramm

Kohlenhydrate = Zucker	**17 kJ**	**(= 4 kcal)**
Fette	**39 kJ**	**(= 9 kcal)**
Proteine = Eiweiße	**17 kJ**	**(= 4 kcal)**

Folie 40

Energiegehalt von Nahrungsmitteln

Frühstück:	**Brote**	**Brotaufstrich**
	Wurst	**Milchprodukte**
Mittag- und Abendessen:	**Fleisch**	**Fisch**
	Beilagen und Gemüse	
Zwischenmahlzeiten:	**Obst**	**Süßspeisen**
	Süßwaren	**Kuchen**
	Knabbereien	
Getränke		

Folie 41

Brote

Lebensmittel	Energiegehalt (kcal/100g)	davon prozentual Fett	davon prozentual KH
Roggenbrot	219	4	83
Vollkornbrot	195	6	80
Weißbrot	236	5	81
Weizenbrötchen	274	6	81
Baguette	260	2	85
Laugenbrezel	226	7	81
Knäckebrot	318	4	83

Folie 42

Brotaufstrich

Lebensmittel	Energiegehalt (kcal/100g)	davon prozentual Fett	davon prozentual KH
Marmelade	256		97
Fruchtgelee	242		94
Honig	327		98
Nutella	514	53	42
Butter	750	99	
Margarine	720	99	

Folie 43

Wurst

Lebensmittel	Energiegehalt (kcal/100g)	davon prozentual	
		Fett	KH
Cervelatwurst	394	79	
Leberkäse	297	83	
Geflügelwurst	108	40	
Leberwurst	326	81	
Salami	371	80	
Schinken (gekocht)	193	60	
Jagdwurst	205	88	
Leberpastete	314	82	
Hackfleisch	260	81	

Folie 44

Milchprodukte

Lebensmittel	Energiegehalt (kcal/100g)	davon prozentual	
		Fett	KH
Speisequark (20%)	109	42	10
Mozarella	255	70	
Camembert (45%)	229	67	
Bavaria Blue (70%)	413	87	
Brie (50%)	345	73	
Gouda (40%)	300	67	
Harzer	126	5	
Schmelzkäse (45%)	270	79	
Tilsiter (45%)	358	70	

Folie 45

Fleisch

Lebensmittel	Energiegehalt (kcal/100g)	davon prozentual	
		Fett	KH
Ente	227	68	
Gans	342	82	
Puter	212	64	
Hähnchen	166	52	
Kalbkotelett	112	25	
Schweinekotelett	150	46	
Lammkotelett	348	83	
Kalbfilet	95	8	
Schweinefilet	104	17	

Folie 46

Fisch

Lebensmittel	Energiegehalt (kcal/100g)	davon prozentual Fett	KH
Hering	233	69	
Seelachs	81	1	
Thunfisch	226	62	
Rotbarsch	105	31	
Lachs	202	61	
Forelle	102	24	
Zander	83	8	
Aal (geräuchert)	329	78	
Schillerlocke (ger.)	302	72	

Folie 47

Beilagen und Gemüse

Lebensmittel	Energiegehalt (kcal/100g)	davon prozentual Fett	KH
Kartoffel (gekocht)	70		85
Pommes frites	290	45	49
Spätzle	179	15	69
Semmelknödel	274	46	44
Süßkartoffel	108	5	89
Wirsing	25	14	50
Spinat	14	19	15
Zuckermais	54	20	59
Spargel	13		37

Folie 48

Beilagen und Gemüse

Lebensmittel	Energiegehalt (kcal/100g)	davon prozentual Fett	KH
Schwarzwurzel	17	20	47
Champignon	20	9	12
Zuchini	19	19	46
Rotkohl	21	9	61
Möhren	18	10	69
Rosenkohl	31	15	31
Sellerie	20	15	56
Porree	25	11	51
Sauerkraut	17	16	19

Folie 49

Obst

Lebensmittel	Energiegehalt (kcal/100g)	davon prozentual Fett	KH
Erdbeeren	32	11	68
Grapefruit	45	4	67
Himbeeren	33	8	58
Honigmelone	54		92
Johannisbeeren	33	5	59
Kiwi	50	11	73
Mango	59	8	87
Kirschen (süß)	63	4	84
Banane	94		91

Folie 50

Süßspeisen

Lebensmittel	Energiegehalt (kcal/100g)	davon prozentual Fett	KH
Rote Grütze	85		98
Götterspeise	60		100
Vanillecreme	140	35	56
Schokopudding	127	25	66
Fruchteis	80		100
Milchspeiseeis	127	21	63
Sahneeis	220	70	26

Folie 51

Süßwaren

Lebensmittel	Energiegehalt (kcal/100g)	davon prozentual Fett	KH
Gummibärchen	328		93
Vollmilchschoko-lade	526	51	43
Nougat	500	43	53
Marzipan	493	46	48
Karamellbonbons	393	11	86

Folie 52

Kuchen

Lebensmittel	Energiegehalt (kcal/100g)	davon prozentual	
		Fett	KH
Apfelstrudel	230	47	49
Käsekuchen	235	31	51
Nußkuchen	436	60	34
Obstkuchen (Hefe)	176	18	73
Sahnetorte	365	62	24
Weihnachtsstollen	346	34	59
Zitronenkuchen	234	35	60
Marmorkuchen	198	39	55
Käse-Sahne-Torte	277	52	37

Folie 53

Knabbereien

Lebensmittel	Energiegehalt (kcal/100g)	davon prozentual	
		Fett	KH
Salzstangen	347	1	88
Erdnüsse	570	76	6
Walnüsse	666	84	7
Pistazien	618	75	11
Kokosnuß	363	90	5
Kastanien	196	9	84
Kartoffelchips	539	66	30
Kräcker	450	28	62
Butterkeks	422	21	71

Folie 54

Getränke

Lebensmittel	Energiegehalt (kcal/100g)	davon prozentual	
		Fett	KH
Milch	64	49	30
Apfelsaft	57		98
Apfelsinensaft	46		98
Limonaden	49		100
Cola	43		100
Malzbier	48		98
Kölsch	42		54
Weizenbier	46		52
Bockbier	62		48

Folie 55

Getränke

Lebensmittel	Energiegehalt (kcal/100g)	davon prozentual	
		Fett	KH
Wein	70		15
Weinbrannd	240		3
Whisky	247		0
Liköre	166		50

Folie 56

Kreatin und Co.
Was bringen Leistungsförderer?

Folie 57

Was bringen Leistungsförderer?

Formal **eine einfache Antwort:**
Sie fördern die Leistung

Probleme: **Was sind Leistungsförderer?**
Welche Effekte sind belegt?
Wer kann davon profitieren?
Welche Nebenwirkungen treten auf?
Wo ist die Grenze zum Doping?

Folie 58

Keine einheitliche Substanzklasse

Was sind Leistungsförderer?
Welche Effekte sind belegt?
Wer kann davon profitieren?
Welche Nebenwirkungen treten auf?
Wo ist die Grenze zum Doping?

Makronährstoffe z.B. Kohlenhydrate, Wasser
Mikronährstoffe z.B. Elektrolyte, Vitamine

Kreatin

Hormone z.B. EPO, anabole Steroide

Fazit: Als „Leistungsförderer“ tritt jede Substanz dann auf, wenn ihr Wirkungsbereich die maximale Leistungsfähigkeit oder die Trainierbarkeit akut begrenzt.

Folie 59

Kreatin
Bedarf und Stoffwechsel

Was sind Leistungsförderer?
Welche Effekte sind belegt?
Wer kann davon profitieren?
Welche Nebenwirkungen treten auf?
Wo ist die Grenze zum Doping?

Nahrungsaufnahme (Fleisch, Fisch) — ca. 1g täglich

Körpereigener Aufbau aus drei Aminosäuren — ca. 1g täglich

→ Muskelzellen

→ Niere — ca. 2 g täglich

Folie 60

Kreatin
Bedeutung

Was sind Leistungsförderer?
Welche Effekte sind belegt?
Wer kann davon profitieren?
Welche Nebenwirkungen treten auf?
Wo ist die Grenze zum Doping?

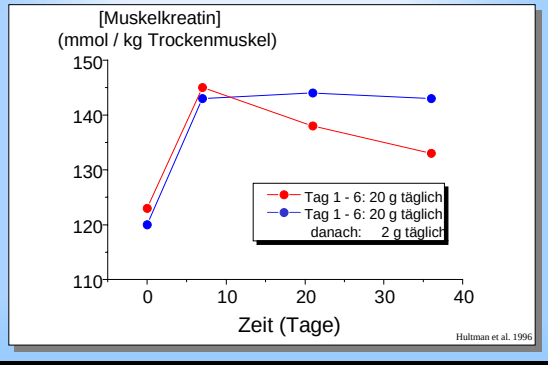
- Elementarer Bestandteil des Kreatinphosphat
- Kreatinphosphat = Energielieferant der Muskelzellen beim Übergang auf eine höhere Belastung
- Die Geschwindigkeit der Energieproduktion durch Kreatinphosphat ist sehr hoch
- Die maximal mögliche Produktionsmenge an Energie ist relativ niedrig
- Kreatinphosphat wird in den Erholungsphasen aus Kreatin und Phosphat wieder aufgebaut

Folie 61

Kreatin

Aufnahme von Konzentraten

Was sind Leistungsförderer?
Welche Effekte sind belegt?
Wer kann davon profitieren?
Welche Nebenwirkungen treten auf?
Wo ist die Grenze zum Doping?

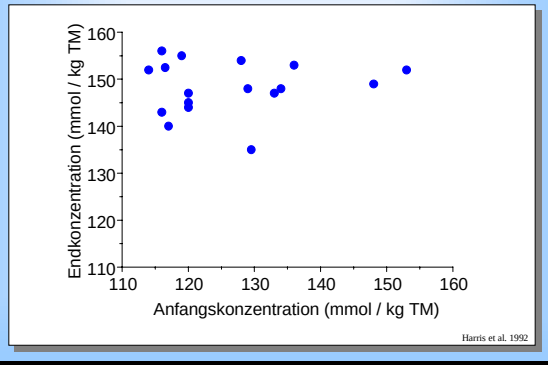


Folie 62

Kreatin

Aufnahme von Konzentraten

Was sind Leistungsförderer?
Welche Effekte sind belegt?
Wer kann davon profitieren?
Welche Nebenwirkungen treten auf?
Wo ist die Grenze zum Doping?



Folie 63

Kreatin

Einfluß auf Leistungsfähigkeit

Was sind Leistungsförderer?
Welche Effekte sind belegt?
Wer kann davon profitieren?
Welche Nebenwirkungen treten auf?
Wo ist die Grenze zum Doping?

- **Keine Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit**
- **Verbesserte Leistung bei kurzen, intensiven Belastungen - vor allem bei wiederholten Belastungen**
- **Verbesserung der Krafttrainierbarkeit?**

Folie 64

Kreatin

Was sind Leistungsförderer?
Welche Effekte sind belegt?
Wer kann davon profitieren?
Welche Nebenwirkungen treten auf?
Wo ist die Grenze zum Doping?

Leistungssportler, falls

- sie nicht bereits durch die natürliche Ernährung hohe muskuläre Kreatinkonzentrationen aufweisen
- die Sportart durch wiederholte und intensive Belastungen charakterisiert ist (z.B. Eishockey)
- die Leistungsfähigkeit nicht durch das Körpergewicht negativ beeinflußt wird (z.B. Volleyball)

Folie 65

Kreatin

Was sind Leistungsförderer?
Welche Effekte sind belegt?
Wer kann davon profitieren?
Welche Nebenwirkungen treten auf?
Wo ist die Grenze zum Doping?

Gewichtszunahme bis zu 2 kg (Flüssigkeits-einlagerung)

Leistungssportler berichten von

- einem erhöhten Spannungsgefühl der Muskulatur
- einer erhöhten muskulären Verletzungshäufigkeit

Folie 66

Doping Definition des DSB

Was sind Leistungsförderer?
Welche Effekte sind belegt?
Wer kann davon profitieren?
Welche Nebenwirkungen treten auf?
Wo ist die Grenze zum Doping?

„Doping ist der Versuch einer unphysiologischen Steigerung der Leistungsfähigkeit des Sportlers durch Anwendung einer Doping Substanz...“

Die Aufnahme von 20 g Kreatin täglich entspricht dem Verzehr von 5 kg Fleisch!

Die Liste der Dopingsubstanzen beinhaltet (noch) nicht Kreatin.

Folie 67

Doping

Doping besteht aus

- **der Verabreichung von Wirkstoffen, die verbotenen Gruppen pharmakologischer Wirkstoffe angehören**

  und / oder

- **dem Einsatz verbotener Methoden**

Folie 68

Gruppen verbotener Wirkstoffe

- **Stimulanzien**
- **Narkotika**
- **Anabole Wirkstoffe**
- **Diuretika**
- **Peptidhormone, Mimetika und entsprechende Wirkstoffe**

Folie 69

Verbotene Methoden

- **Blutdoping**
- **Pharmakologische, chemische und physikalische Manipulation**

Folie 70

Gruppen von Wirkstoffen mit bestimmten Einschränkungen

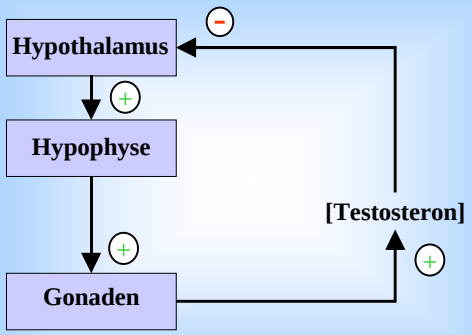
- Alkohol
- Narkotika
- Lokalanästhetika
- Kortikosteroide
- Beta-Blocker

Folie 71

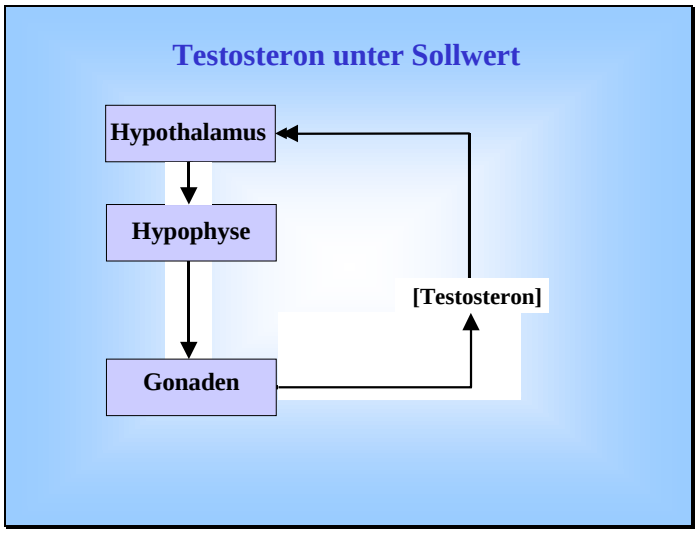
Anabole Steroide

Folie 72

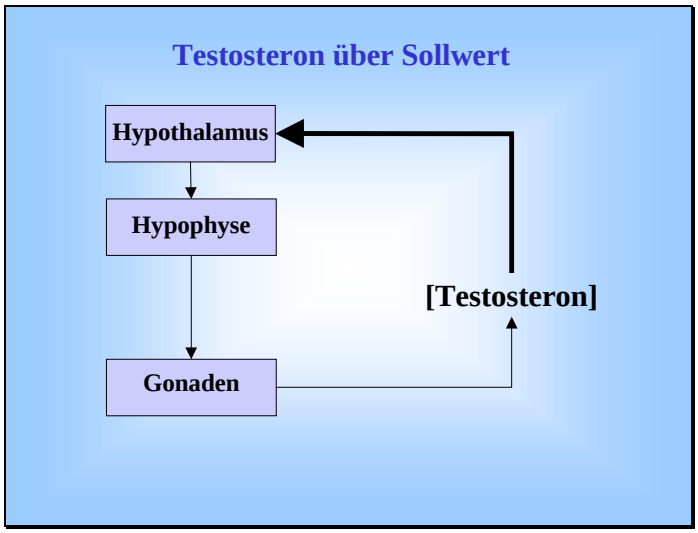
Der Regelkreis



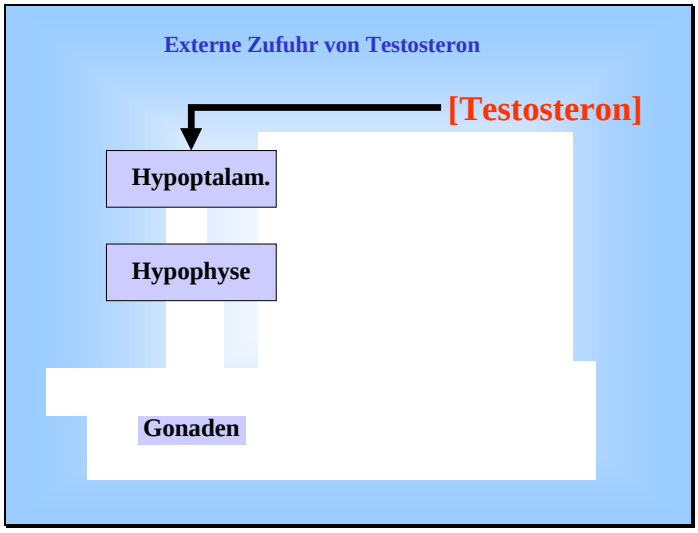
Folie 73



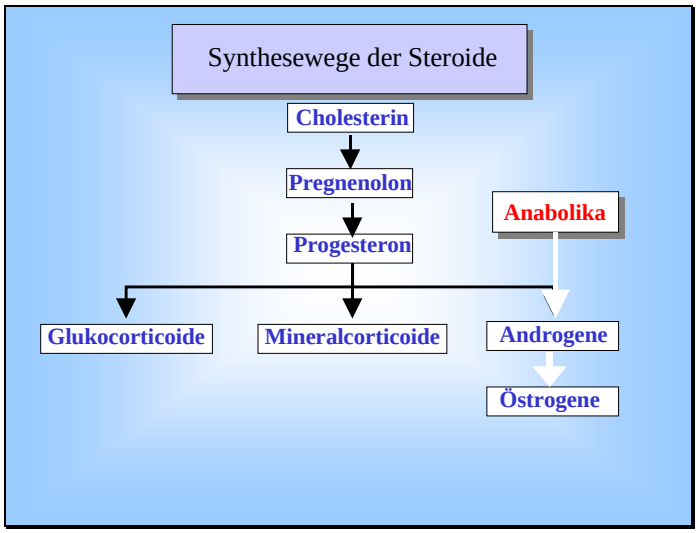
Folie 74



Folie 75



Folie 76



Folie 77

Zwei wissenschaftliche, kontrollierte Studien zur Wirkung von anabolen Wirkstoffen

Alen et al.: **Changes in neuromuscular performance and muscle fiber characteristics of elite power athletes self-administering androgenic and anabolic steroids.**
Acta Physiol Scand 1984,122

Folie 78

Methode

Probanden

- **11 Kraftsportler aus dem nationalen Spitzenbereich**
- **davon 6 als Kontrollgruppe**
  5 als Experimentalgruppe

Folie 79

Methode

Training

- **Trainingsdauer insgesamt 30 Wochen (24 Wochen mit Anabolika)**
- **6 Einheiten pro Woche, davon 2 Einheiten Oberschenkelmuskulatur**
- **pro Einheit insgesamt:**

  a) 18 - 26 Kniebeugen bei 80 bis 100% MVC

  b) 2 * 10 Beinpresse bei 70% bis 80% MVC

  c) 2 * 10 Beinstrecker bei 70% bis 80% MVC

Folie 80

Methode

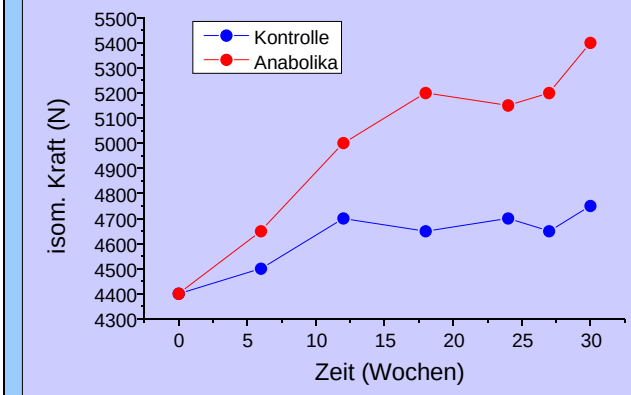
Anabolika

a) Methandienon oral 31 ± 14 mg täglich

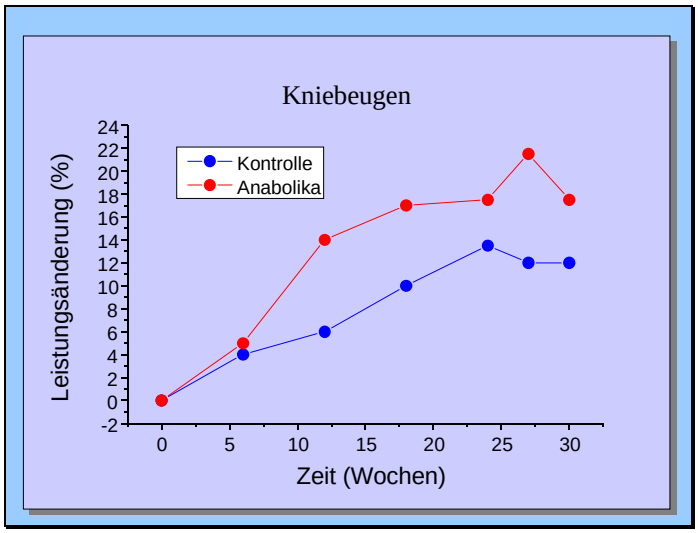
b) Stanozolol i.m., Nandrolon i.m. mehrfach wöchentlich je 50 mg

c) Testosteron i.m. wöchentlich 178 ± 83 mg

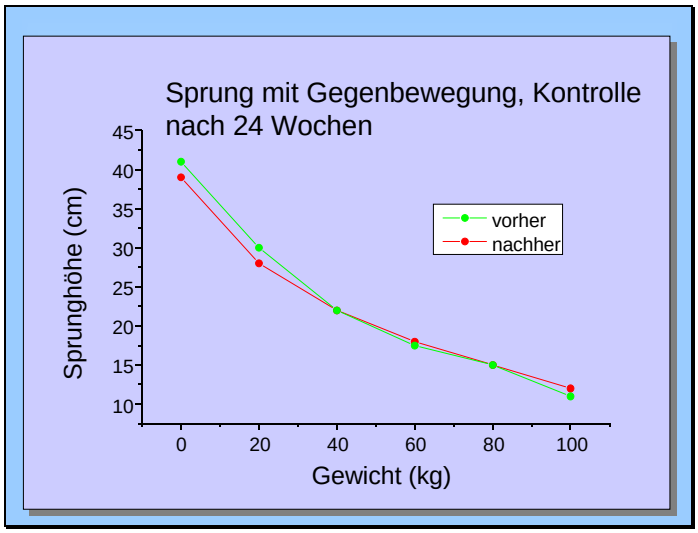
Folie 81



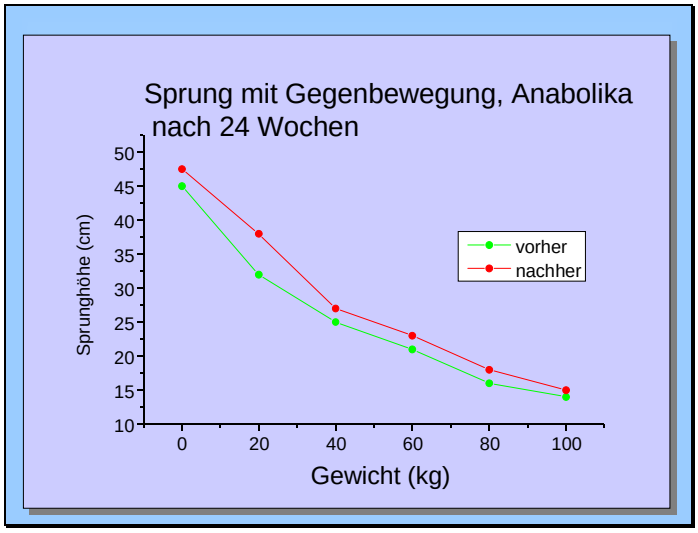
Folie 82



Folie 83



Folie 84



Folie 85

Basin et al.: The effects of suprasystolic doses of testosterone on muscle size and strength in normal men.

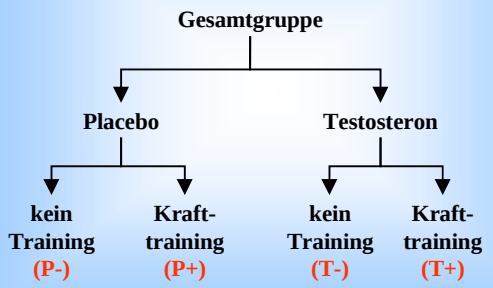
N Engl J Med 1996; 335

Methode

- **40 Männer mit Krafttrainingserfahrung**
- **14 Wochen kontrolliertes Studiendesign**
- **4 Gruppen**

Folie 86

- **1. - 4. Woche: Kontrollphase (kein Krafttraining)**
- **5. - 14. Woche:**



Folie 87

Injektionen

- **Testosteron i.m. 600 mg in Sesamöl 1* wöchentlich**
- **Placebo: reines Sesamöl i.m. 1* wöchentlich**

Training

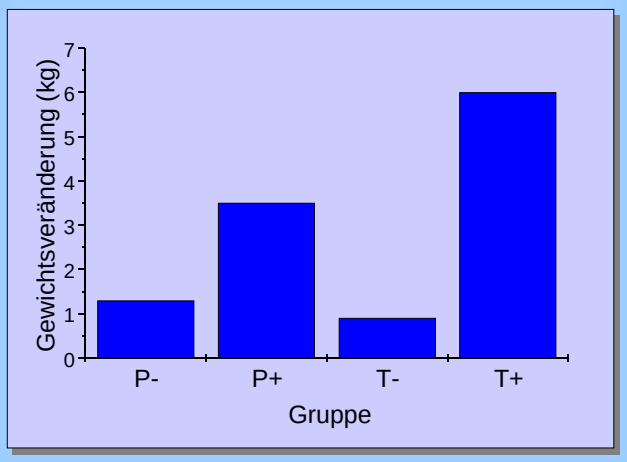
- **3 * pro Woche 70%; 80 %; 90 % MVC**
- **Kraftzirkel; jeweils 4 Sätze mit 6 Wiederholungen**

Folie 88

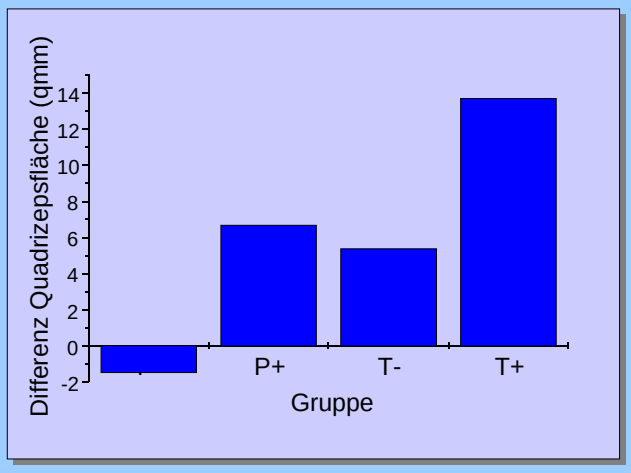
Ergebnisse

		P-	P+	T-	T+
Gesamt-testosteron (ng / dl)	vor	516	557	502	431
	nach	453	667	2828	3244
Freies Testosteron (pg / ml)	vor	74	83	79	90
	nach	74	81	497	572
LH (IU / l)	vor	3.3	4.0	3.8	3.3
	nach	4.3	4.4	0.4	0.4
FSH (IU / l)	vor	3.1	3.2	3.1	3.0
	nach	2.7	4.4	0.3	0.1

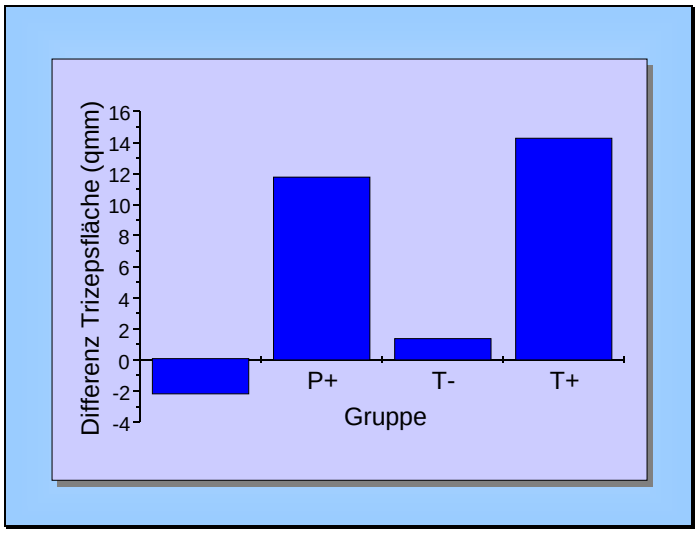
Folie 89



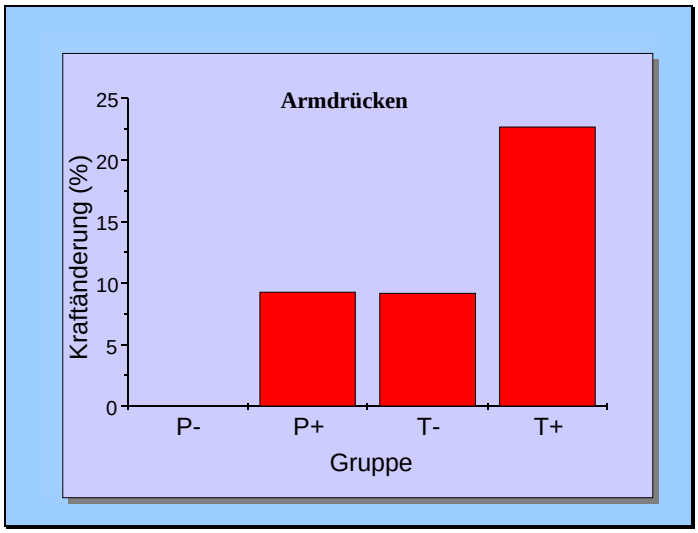
Folie 90



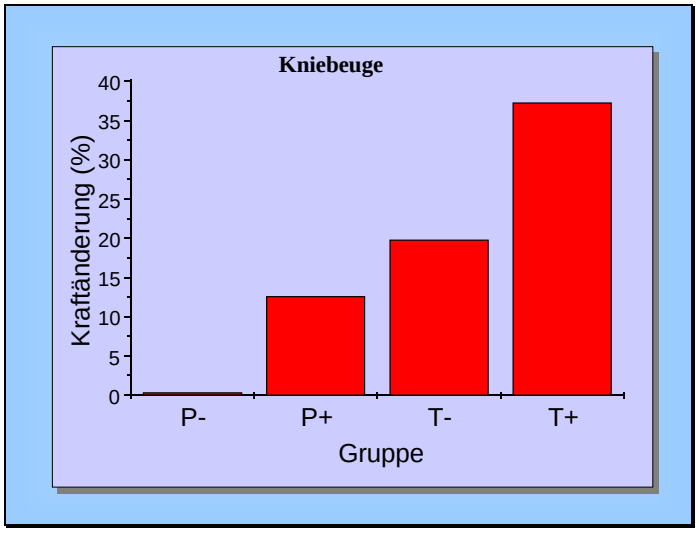
Folie 91



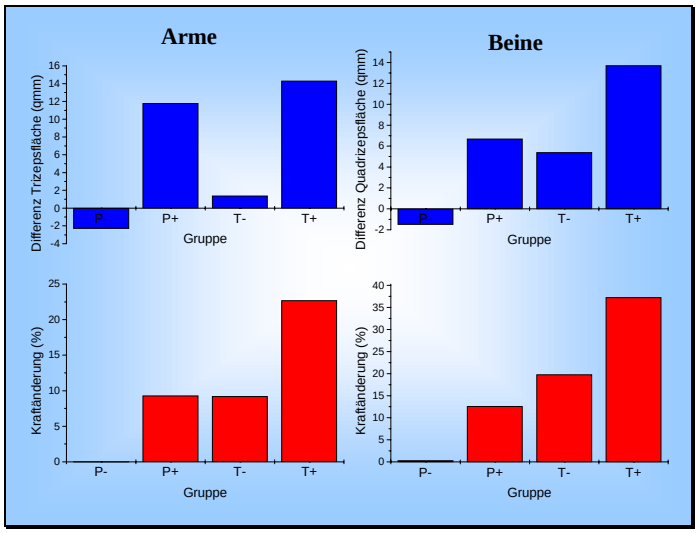
Folie 92



Folie 93



Folie 94


Arme
Beine
Differenz Trizepsfläche (qmm)
Differenz Quadrizepsfläche (qmm)
Kraftänderung (%)
Kraftänderung (%)
P-
P+
T-
T+
Gruppe