

# **Bewegung und geistige Leistungsfähigkeit im Alter: Experimentelle Befunde**

Prof. Dr. med. Michael Falkenstein

Projektgruppe 3: Altern und ZNS-Veränderungen

Kontakt: [falkenstein@ifado.de](mailto:falkenstein@ifado.de)  
<http://www.ifado.de/neurophys>

# Bewegung und Gesundheit



Zusammenfassung der Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf die Gesundheit	Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf die Gesundheit	
	Lebenserwartung	△△△
	Risiko von kardiovaskulären Erkrankungen	▽▽▽
	Blutdruck	▽▽
	Risiko an Darmkrebs zu erkranken	▽▽
	Risiko an Diabetes mellitus II zu erkranken	▽▽▽
	Beschwerden durch Arthrose	▽
	Knochendichte im Kindes- und Jugendalter	△△
	Risiko altersbedingter Stürze	▽▽
	Kompetenz zur Alltagsbewältigung im Alter	△△
	Kontrolle des Körpergewichts	△
	Angst und Depressionen	▽
	Allgemeines Wohlbefinden und Lebensqualität	△△

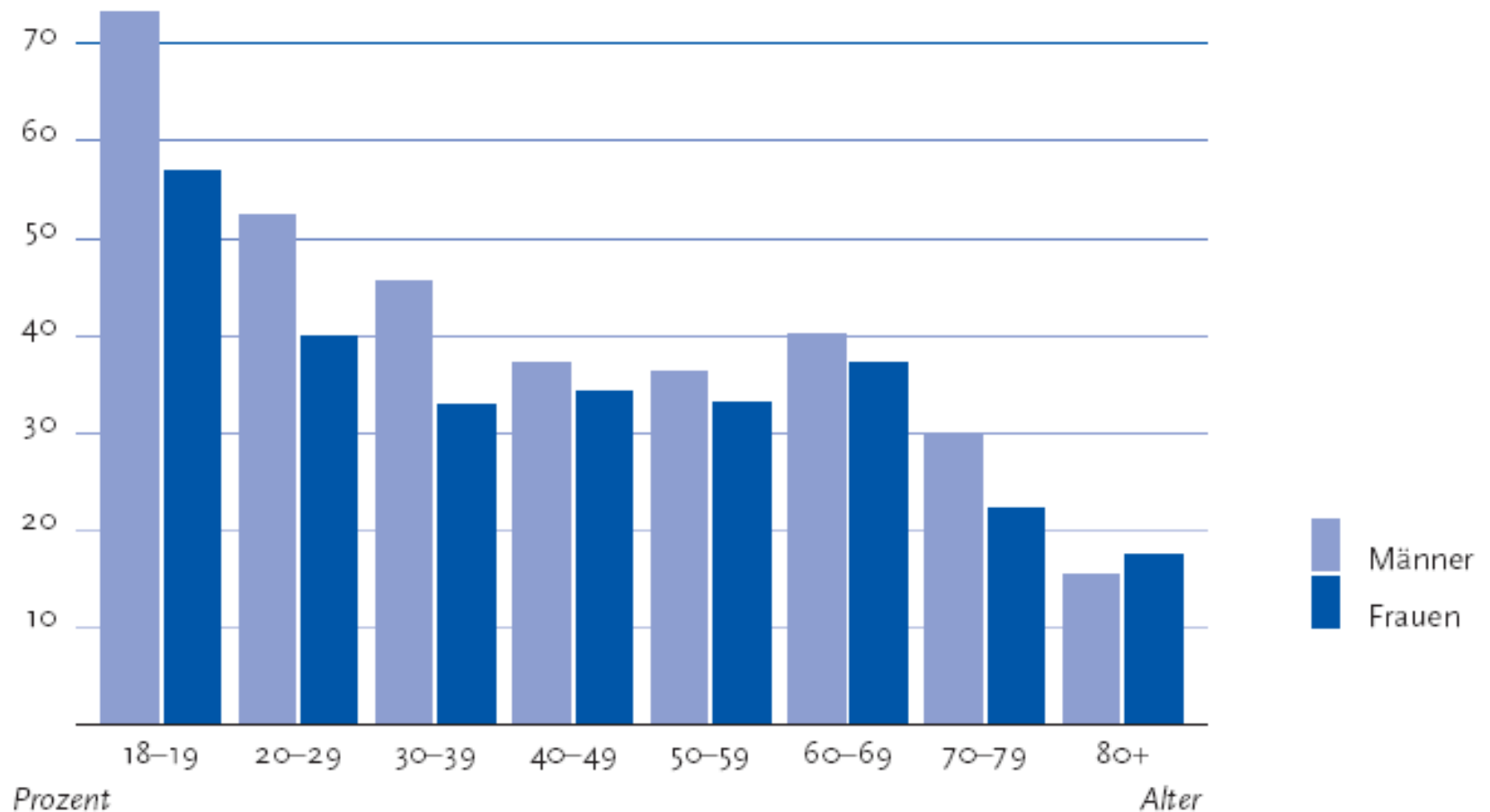
Erklärung:

- △= Einige Hinweise, dass körperliche Aktivität die Variable steigert;
- △△= moderate Hinweise, dass körperliche Aktivität die Variable steigert;
- △△△= starke Hinweise, dass körperliche Aktivität die Variable steigert;
- ▽= einige Hinweise, dass körperliche Aktivität die Variable senkt;
- ▽▽= moderate Hinweise, dass körperliche Aktivität die Variable senkt;
- ▽▽▽= starke Hinweise, dass körperliche Aktivität die Variable senkt;

(Quelle: Statistisches Bundesamt; [www.destatis.de](http://www.destatis.de))

# Bewegung und Alter

Anteil der Männer und Frauen, die wöchentlich zwei und mehr Stunden sportlich aktiv sind  
Quelle: Telefonischer Gesundheitsurvey des RKI 2003



(Quelle: Statistisches Bundesamt; [www.destatis.de](http://www.destatis.de))

# Alter, Gehirn und geistige Leistung



## *Alterungsvorgänge des Gehirns*

- allgemeine Volumenabnahme des Gehirns, insbesondere im Stirnhirn, welches für das Arbeitsgedächtnis und die Aufmerksamkeit wichtig ist
- Abnahme der Anzahl der Verbindungen zwischen den Nervenzellen
- Verringerung der Gehirndurchblutung

## *Geistige Alterungsvorgänge*

- Nachlassen sog. fluider bzw. Kontrollfunktionen (z.B. Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, Gedächtnisabruf, Wechsel zwischen Aufgaben, Doppelaufgaben, Hemmung von irrelevanter Information)
- Beibehaltung oder sogar Verbesserung sog. kristalliner bzw. Repräsentationsfunktionen (z.B. Erfahrungswissen, Urteilsvermögen)
- Wettbewerb um kognitive Ressourcen (aufgrund von Verschlechterung der sensorischen und motorischen Funktionen)

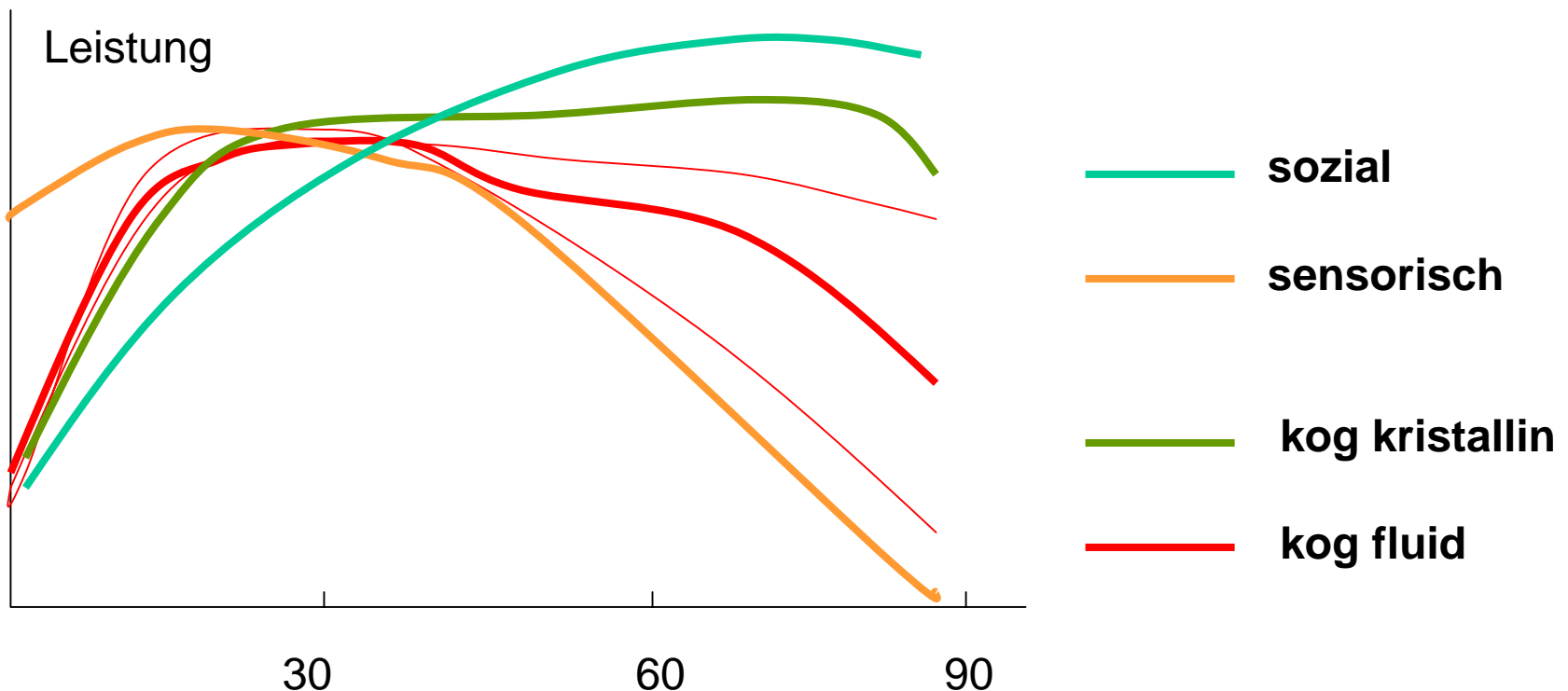
(Quelle: Voelker-Rehage et al., 2006)

# Altersverlauf verschiedener Funktionen



**Defizitmodell:** alles lässt im Alter nach

**Modernes Modell:** Sensorische und fluide Funktionen lassen im Alter nach, kristalline und soziale Funktionen können sich sogar verbessern und bleiben lange erhalten



# Geistige Funktionen

## **Kristalline Funktionen:**

Wissen, strategisches Denken, Urteilsfähigkeit, Sprachkompetenz

## **Fluide Funktionen:**

z.B. Kurzzeitgedächtnis

schneller Wechsel zwischen mehreren Tätigkeiten

Suche von Information in einem komplexen Umfeld

Unterdrückung von Störinformation

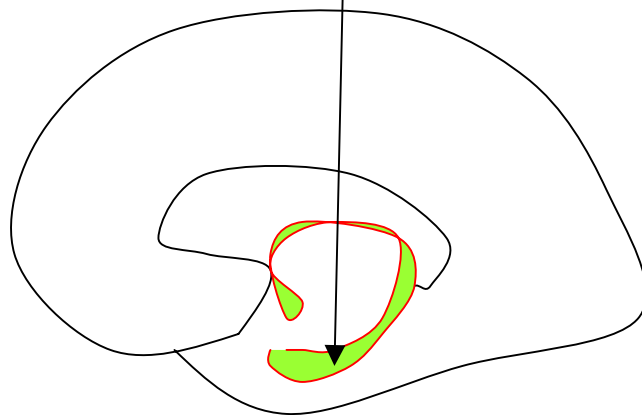
Planung und Koordination von Handlungsabläufen

Logisches Denken

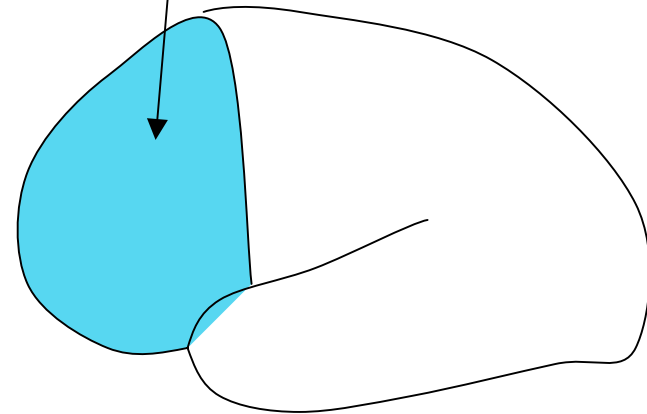
Erkennen und Unterdrücken eigener Fehler

# Fluide Funktionen und Gehirn

**Fluide Funktionen** werden durch neuronale Netzwerke realisiert, an denen wesentlich der **präfrontale Kortex (PFC)** und der **mediale Temporalkortex** beteiligt sind. Beide Areale zeigen im Vergleich zu anderen Hirnregionen einen stärkeren Abbau im Alter.



Innenansicht



Außenansicht

Die amerikanischen Neurophysiologen Vaynman und Gomez-Pinilla (2006) fassen zusammen, **ein sportlich aktiver Lebensstil kann:**

- Lernen und Gedächtnis verbessern
- Altersbedingten körperlichen Funktionsverlusten entgegenwirken
- Depressive Symptome verbessern
- Die Lebensqualität verbessern
- Das emotionale Wohlbefinden steigern
- Die geistige Leistungsfähigkeit verbessern
- Das Risiko mindern, an einer Demenz zu erkranken

## *Studie in Maastricht (van Boxtel et al., 1995)*

- 80 ältere gesunde Personen, 55 – 80 Jahre wurden mit einem Fragebogen zu ihrem Bewegungs- und Sportverhalten befragt
- Verschiedene Tests zur geistigen Leistung wurden durchgeführt
- Personen, die sich mehr bewegten, zeigten bessere Leistungen in Tests zur geistigen Flexibilität und Verarbeitungsgeschwindigkeit

## *Studie in den USA (Shay & Roth, 1992)*

- Untersuchte Personen von 18 bis 73 Jahren
- Körperliche Fitness wurde über einen Fragebogen und ein Fahrradergometer-Test gemessen
- Tests zur Erfassung der visuell-räumlichen Leistung wurden durchgeführt
- Ältere Probanden mit einer hohen körperlichen Fitness zeigten bessere Testleistungen als Ältere mit einer schlechten körperlichen Fitness

**Personen, die sich im Alltag mehr bewegten, zeigten in vielen Studien oft bessere Ergebnisse in verschiedenen Tests zur geistigen Leistung.**

Es ist allerdings problematisch, wenn man bei Personen nur zu einem Zeitpunkt die sportliche Fitness und geistige Leistungsfähigkeit untersucht. Es kann sein, dass die sportlichen Personen nicht durch den Sport geistig fit geblieben sind, sondern dass geistig fitte Personen eher Sport treiben und die geistig weniger fitten seltener Sport treiben. Das würde bedeuten, dass der Sport nicht dazu beigetragen hat, den grauen Zellen auf die Beine zu helfen. Daher ist es besser, sich die Effekte von Fitness und geistiger Leistungsfähigkeit über **einen längeren Zeitraum** anzusehen.

# Bewegung und geistige Fitness im Alter



*Studie von Larson und Kollegen (2006) zu Demenzentwicklung*

Tests und Fragebögen zu körperlicher Aktivität und Demenzentwicklung bei 1740 gesunden und geistig leistungsfähigen Personen (65 +) (6-Jahre).

-Vor allem jene Personen, die sportlich nicht fit waren, aber begannen, drei oder mehr Mal pro Woche Sport zu treiben, reduzierten das Risiko, an Demenz zu erkranken.

# Bewegung und geistige Fitness im Alter



*Studie von Scarmeas und Kollegen 2009 zu Demenzentwicklung*

Befragung von über 2000 älteren New Yorkern zu ihren Essgewohnheiten (mediterran oder nicht) und zu ihrer körperlichen Aktivität. Zeitraum: alle 1-2 Jahre von 1992-2006.

- vor allem die Kombination von Bewegung und mediterraner Diät schützt vor Demenz

## *Studie von Colcombe und Kramer (2003)*

- Betrachteten 18 Studien, in denen der Effekt eines sportlichen Trainings auf die Verbesserung der geistigen Leistungsfähigkeit untersucht wurde
- In Abhängigkeit von der Studie:
  - \* Trainings: verschiedene Ausdauersportarten (Walking, Tanzen, Laufen), teilweise in Kombination mit Kräftigung, von 15 bis 60 min pro wöchentlicher Termin über eine Dauer von 1 bis mehr als 6 Monaten
  - \* Probanden: von 55 bis über 70 Jahren
- In jeder Studie wurden vor dem Training und nach dem Training verschiedene Tests zur geistigen Leistungsfähigkeit durchgeführt
- Aus den 18 Studien wurde eine mittlere Wirkung des sportlichen Trainings auf die geistige Leistungsfähigkeit ermittelt, weiterhin wurde die Wirkung verschiedener Trainingsparameter untersucht

*Studie von Colcombe und Kramer (2003)*

- Tests zur geistigen Leistungsfähigkeit wurden in 4 verschiedene Gruppen unterteilt:
  - \* **Exekutive Funktionen:** Planung von Verhaltenssequenzen, Unterdrückung von habituellen Reaktionen, schneller Wechsel zwischen Aufgaben, Doppelaufgaben
  - \* **Handlungskontrolle:** Befolgen von Handlungsregeln (z.B. auf Reiz „x“ Taste 1 drücken und auf Reiz „y“ Taste 2 drücken)
  - \* **Visuell-räumliches Gedächtnis:** Fähigkeit, sich visuelle Gebilde oder räumliche Positionen zu merken und diese zu erinnern
  - \* **Schnelligkeit:** einfache schnelle Reaktionen (z.B. schneller Tastendruck auf einen visuellen Reiz)

# Bewegung und geistige Fitness im Alter



*Studie von Colcombe und Kramer (2003)*

- Ausdauertraining hing generell mit einer Verbesserung der geistigen Vitalität bei Älteren zusammen
- Besonders verbesserten sich Exekutive Funktionen (Handlungsplanung) visuell-räumliches Gedächtnis und die Handlungskontrolle
- Besonders wirksam waren Sportprogramme
  - \* mit kombiniertem Ausdauer- und Kraft-Training
  - \* mit einer längeren Dauer (mehr als 30 min)
- Die Wirkung war größer für Senioren, die älter als 66 Jahre waren, als für jüngere Senioren (55 – 65)

# Bewegung und geistige Fitness im Alter

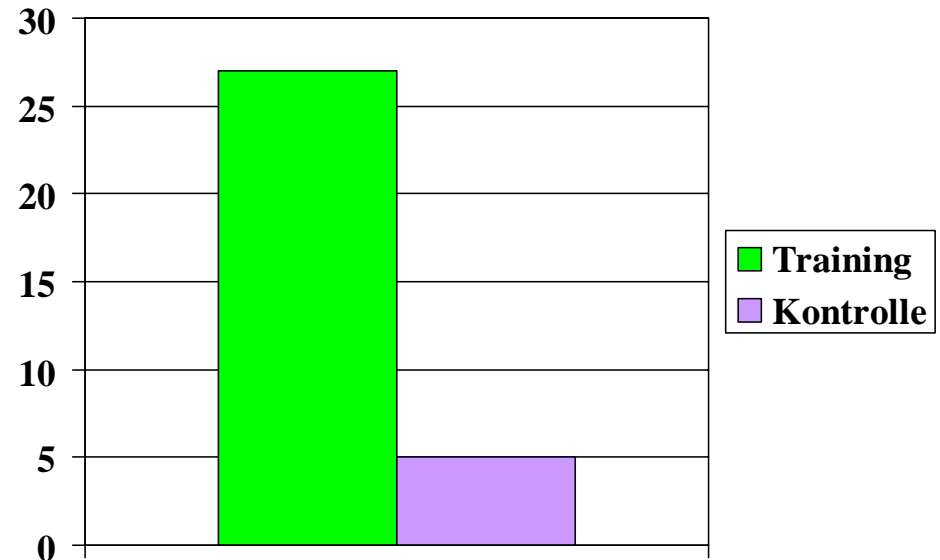


Kurzzeitgedächtnis (Sternberg-Aufgabe): sportliches Training im Vergleich zu einer passiven Kontrollgruppe (62-77jährige)



Die Reaktionszeit verbessert sich nach sportlichem Training um 27%, bei einer Kontrollgruppe nur um 5%.

Sport hilft also auch dem *Kurzzeitgedächtnis*



## Dortmunder Seniorenstudie

# Dortmunder Seniorenstudie

150 Dortmunder Frauen und Männer über 65. Vergleich der Wirkung verschiedener Trainings (4 Monate, 2/Woche) auf fluide Funktionen.

Gruppe 1: Kognitives Training



Gruppe 2: Körperliches Training  
(Aerob + Kraft)



Gruppe 3: Entspannungstraining

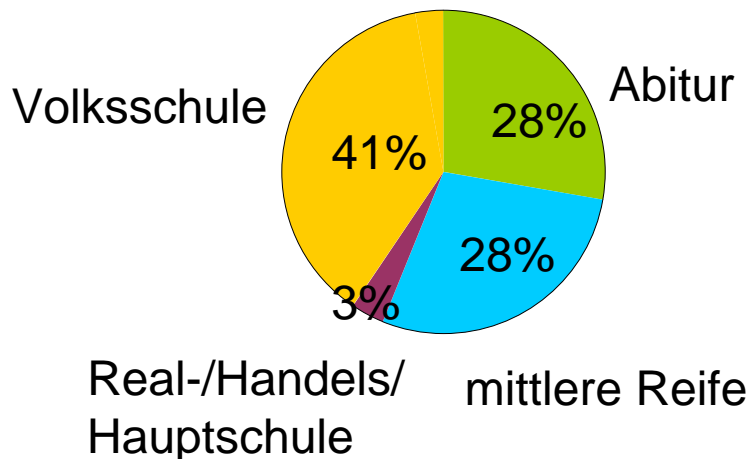


- Design: Randomisierte, kontrollierte, mehrmonatige Interventionsstudie mit Prä- und Postmessung.
- Zielgruppe: selbständig lebende über 65 jährige Personen in gutem körperlichen und psychischen Zustand
- Probandenfluss: 490 Anmeldungen, davon 152 ausgewählt und untersucht, 142 nachuntersucht (drop-out rate 6%)
- Training in Kleingruppen mit 12 Teilnehmern (4 Monate, 2 x Woche á 90 Minuten)

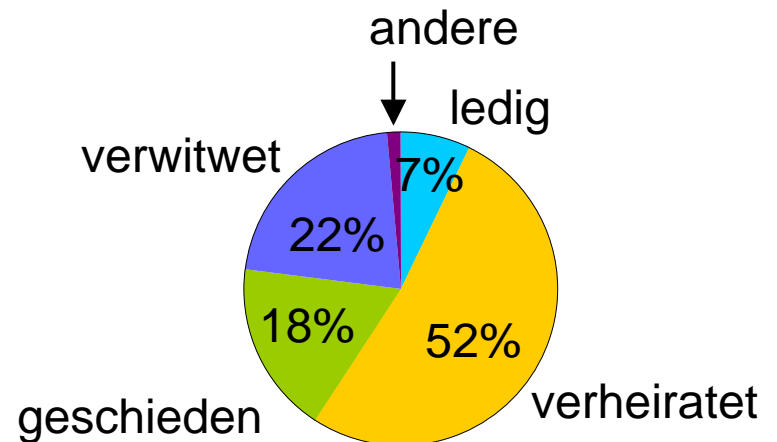
## Stichprobenbeschreibung

- Geschlecht: 60% weiblich (gleicher Anteil in jeder Gruppe)
- Mittleres Alter 70 Jahre (Min: 65; Max: 88)
- 49% 65-70 Jahre, 51% über 70 (gleicher Anteil in jeder Gruppe)

Schulabschluss



Familienstatus



## Trainingsmaßnahmen

- Körperliches Training (Ausdauer, Krafttraining, Aerobic)
- Gehirnjogging (mentales Aktivierungstraining, PC-Training)
- Soziale Kontrollgruppe (Entspannungstraining)
- Kontrollgruppe (kein Training)



Kein Training

## Vor- und Nachuntersuchung

- Fragebogenbatterie zum Lebensstil, Lebensqualität, körperlicher Fitness, Ernährung, Bildungsstand, Persönlichkeit, usw. (1 Std.)
- neuropsychologische Untersuchung (1,5 Std.)
- elektrophysiologische Untersuchung (3,5 Std.)
- körperlicher Belastungstest (1,5 Std.)

## Tests



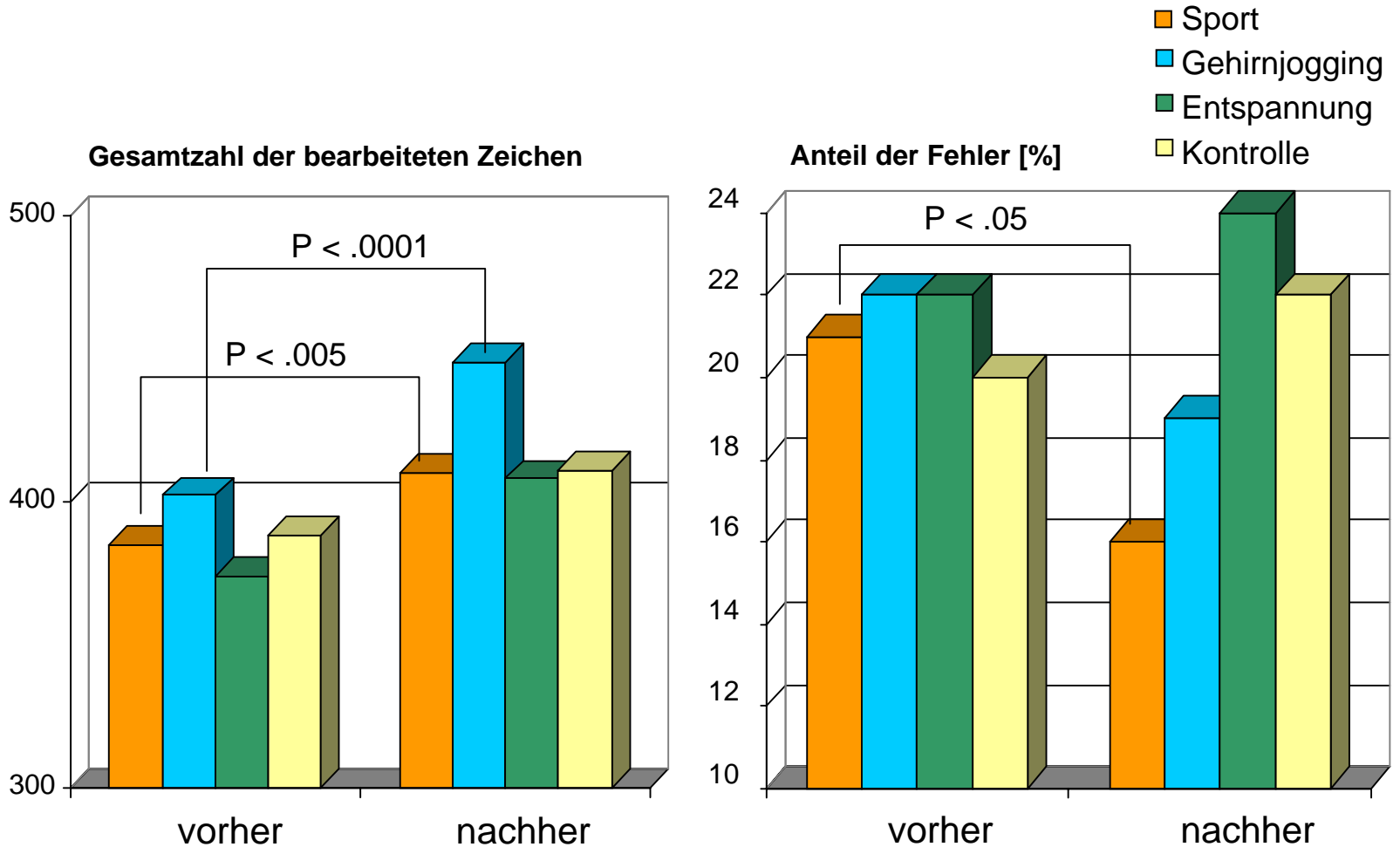
# d2-Aufmerksamkeits-Belastungs-Test

Aufmerksamkeit und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit



	GZ	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
1. d d p d d a p p d p d d d d d p d p d d a p p d d d d p d y d d y p d d d p p d y d d y			
2. p d p p d a d d y d y d a d p d d y d y d p d d p d p d d d d p d p d d p d a			
3. d d a d p p d p d p p d a p d p d p d p d p d p d p d p d p d p d p d p d p d			
4. a d p d a p p d p p d a d a p d a d p p d a d a d a p d y p d a d p p d y d a p			
5. p d p p d d d y d d d d d p d p d p d d p d p d d a d p d p p a d d p a d p d a			
6. d d a d p p d p d p p d a d a p d a d p d a p d a p d p d a d y d a d y d a d a d p d			
7. d d y d d y p d p d d d d d y d d d p d a d d d d p d a d p d a d d p y d d p y d d p			
8. p d p p a d d y d d a d p d d y d y d d p d p d a d a d p d a p d a p d a d d y d d			
9. d d a d p p d p d p p d a p d p d a d p d p d p d p d p d a d a y d a d p d a d a d p d			
10. a a p d d a p p d p a d d d d y d d a d p p d a d a d d p d a p p d a d d p y d y a d p			
11. p d p p d a d d p d p d a d p d a p d p d d p d a d a p d p d p d a p d a d d y d p d a			
12. d d a d p p d p d p p d a p d a d a p d a p d a d p d a d p d a d p d a d p a d a d p d			
13. a a p d d a p p d p d a d d d d y d p d d d p p d a d d d d p d d p p d a d d y p d y d d p			
14. p d p p a d d y d y d a d p d a y d y d d p d a p d d d p d p d p d a p d a d a d p d p d d			

## Ergebnisse d2 Aufmerksamkeitstest



**Bewegungstraining** senkt Verarbeitungszeit und Fehlerrate in einem klassischen Aufmerksamkeitstest:  
verbesserte Aufmerksamkeitsleistung!

**Gehirnjogging** senkt die Verarbeitungszeit.

# Stroop-Test (Farb-Wort-Interferenz-Test)

Interferenzenanfälligkeit, Ablenkbarkeit

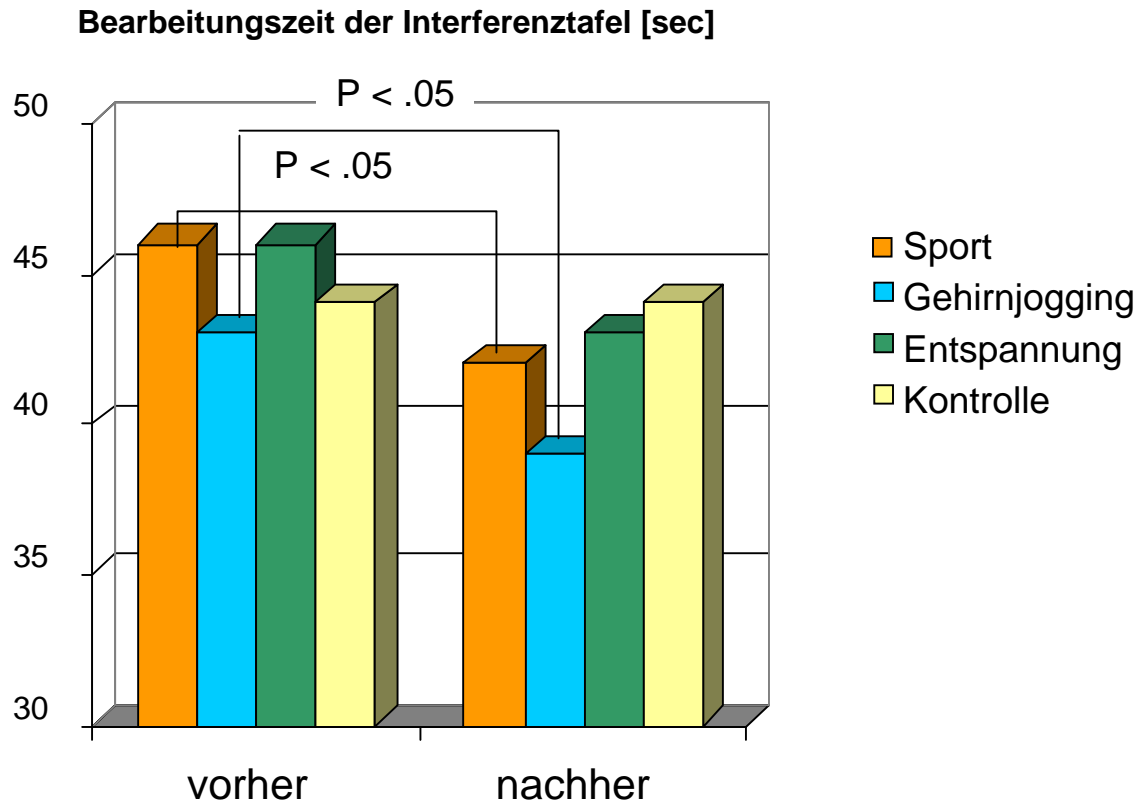
III

FWT-A

© 1997 by Hogrefe-Verlag GmbH & Co. KG, Göttingen  
Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten

rot	grün	gelb	blau	gelb	grün
grün	rot	gelb	grün	blau	rot
blau	gelb	grün	blau	grün	gelb
rot	gelb	blau	gelb	blau	grün
rot	grün	gelb	rot	gelb	blau
grün	blau	rot	grün	rot	blau
gelb	rot	blau	rot	grün	gelb

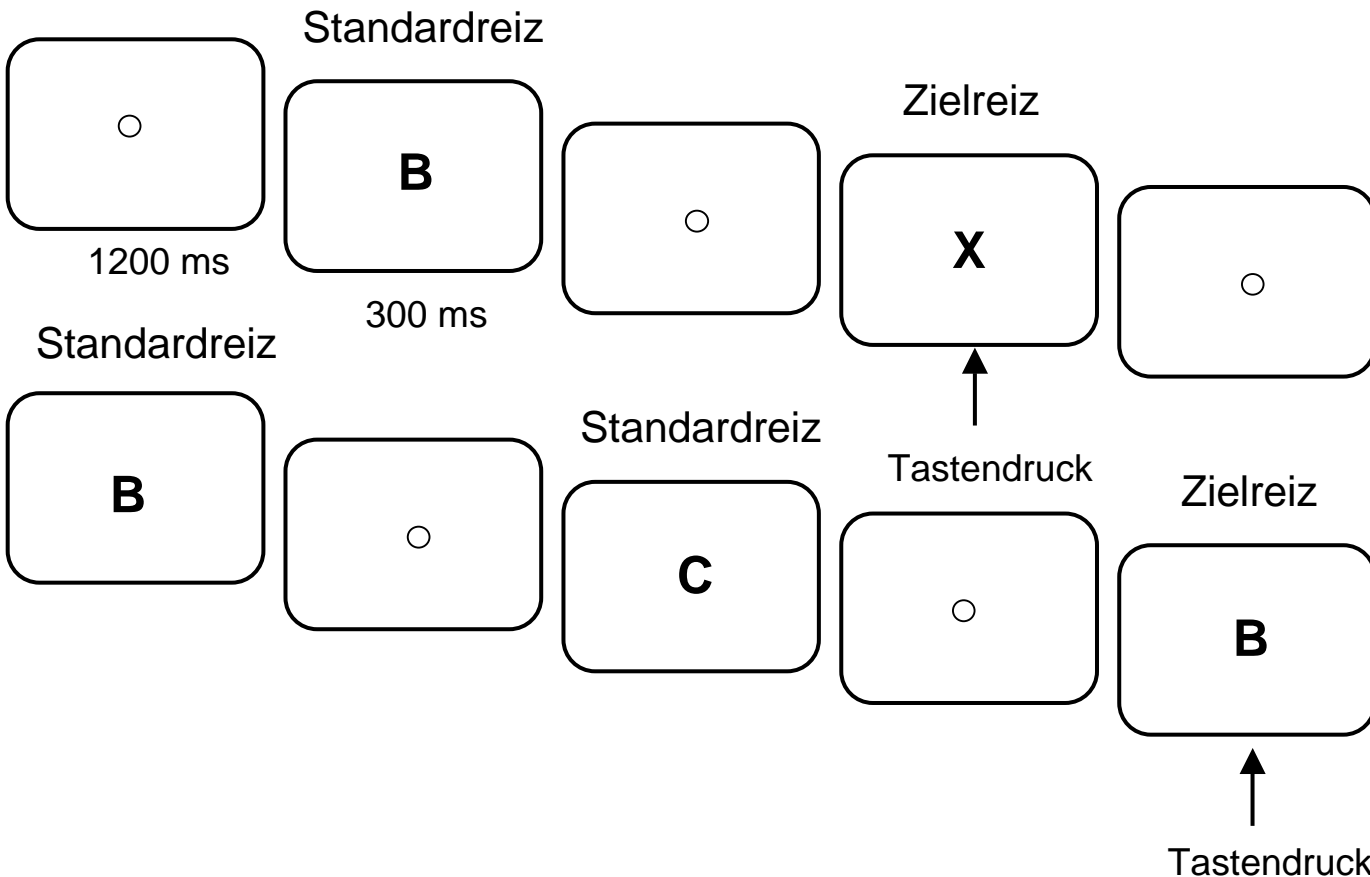
## Ergebnisse: Stroop-Test



**Bewegungstraining** senkt die Verarbeitungszeit in einem klassischen Interferenz-Test (Stroop): verbesserte Interferenzverarbeitung!

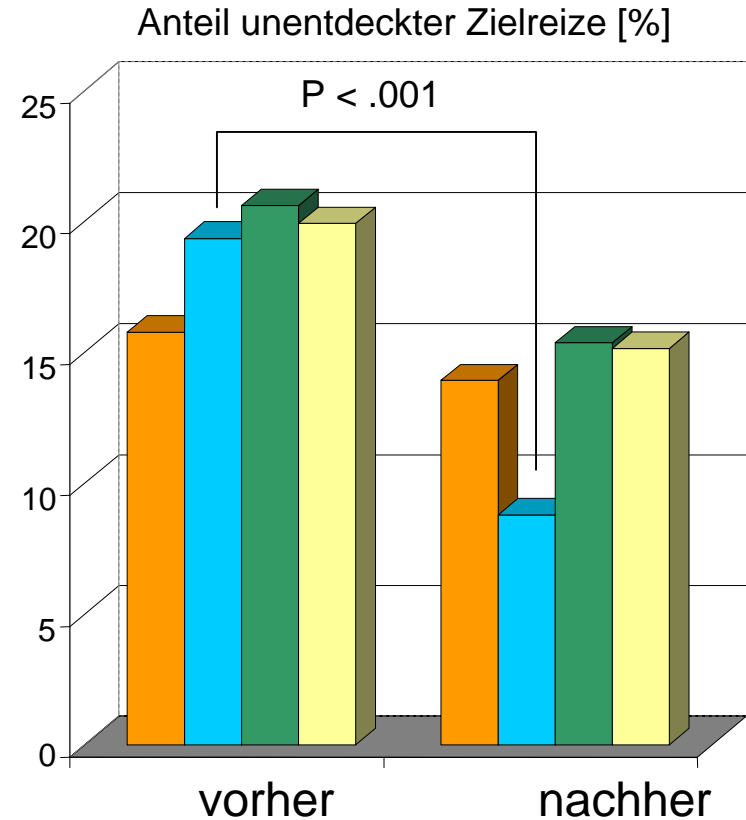
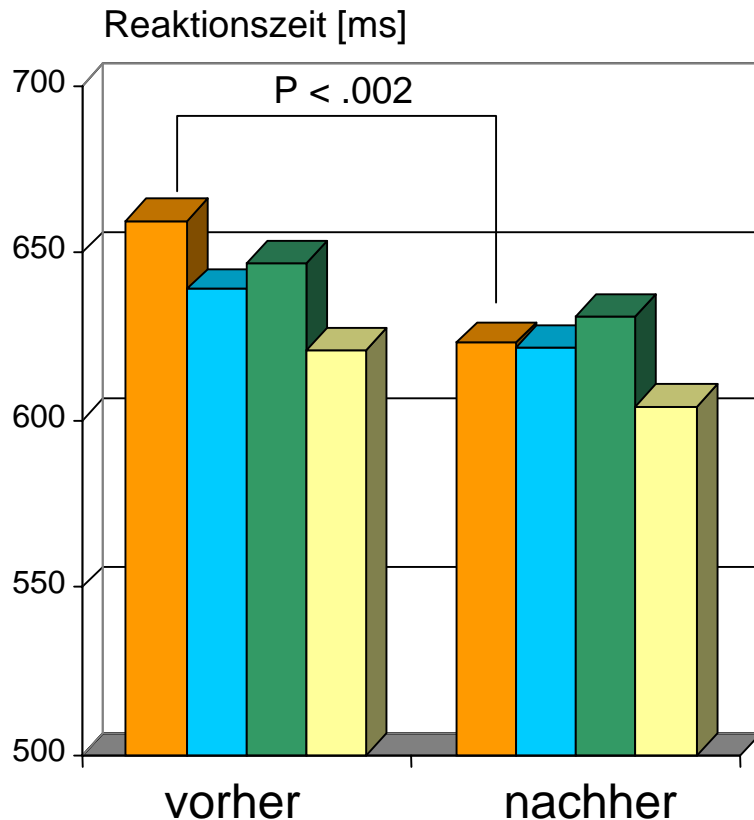
**Gehirnjogging** senkt ebenfalls die Verarbeitungszeit.

## Arbeitsgedächtnisaufgabe (2-Back)



## Ergebnisse Verhalten: 2-Back

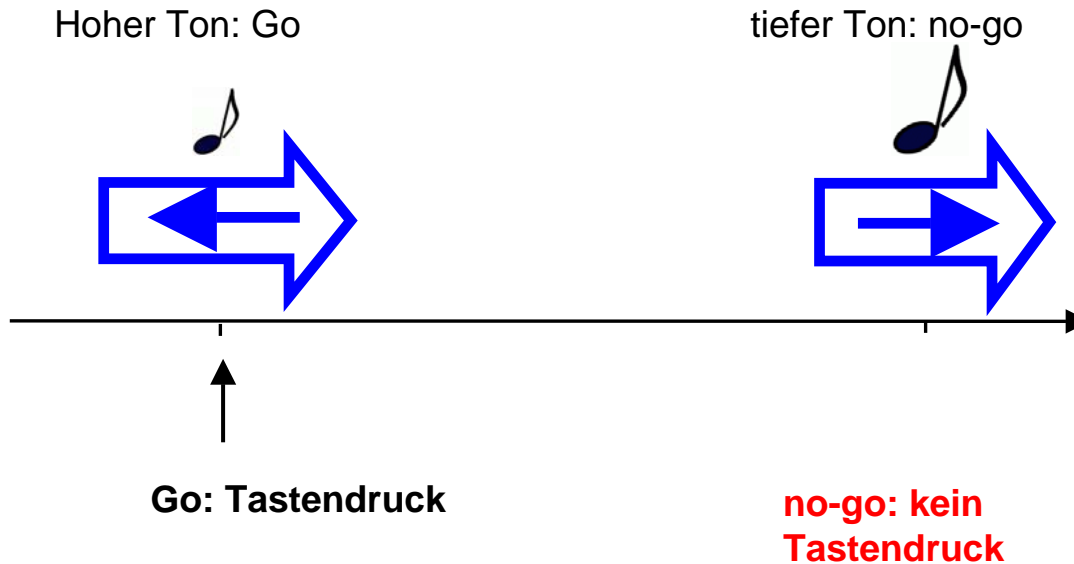
- Sport
- Gehirnjogging
- Entspannung
- Kontrolle



**Bewegungstraining** über 4 Monate bei Senioren senkt die Verarbeitungszeit in einem klassischen Arbeitsgedächtnistest:  
verbesserte Arbeitsgedächtnisleistung!

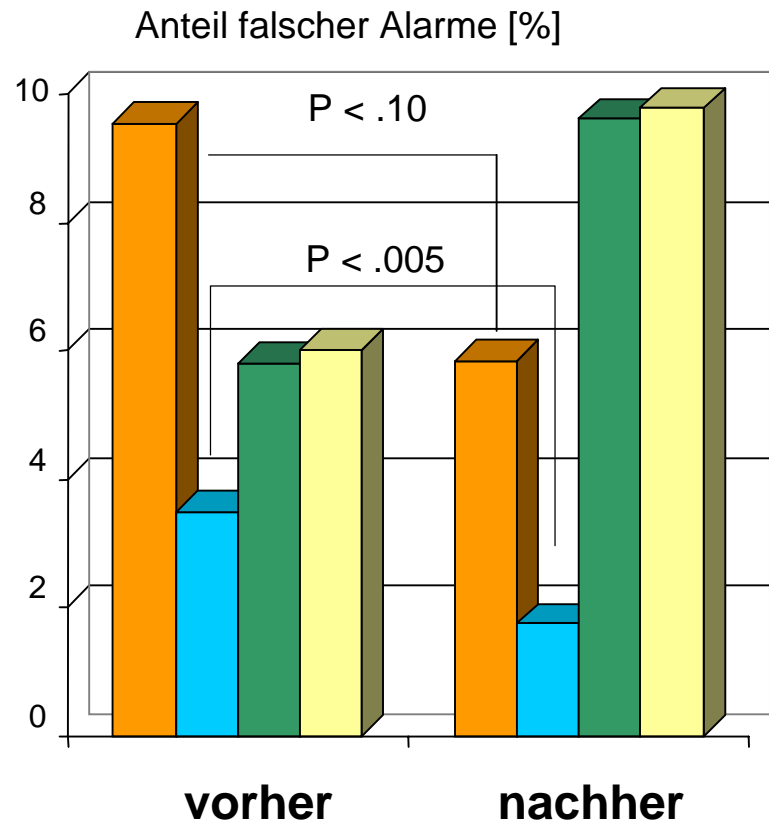
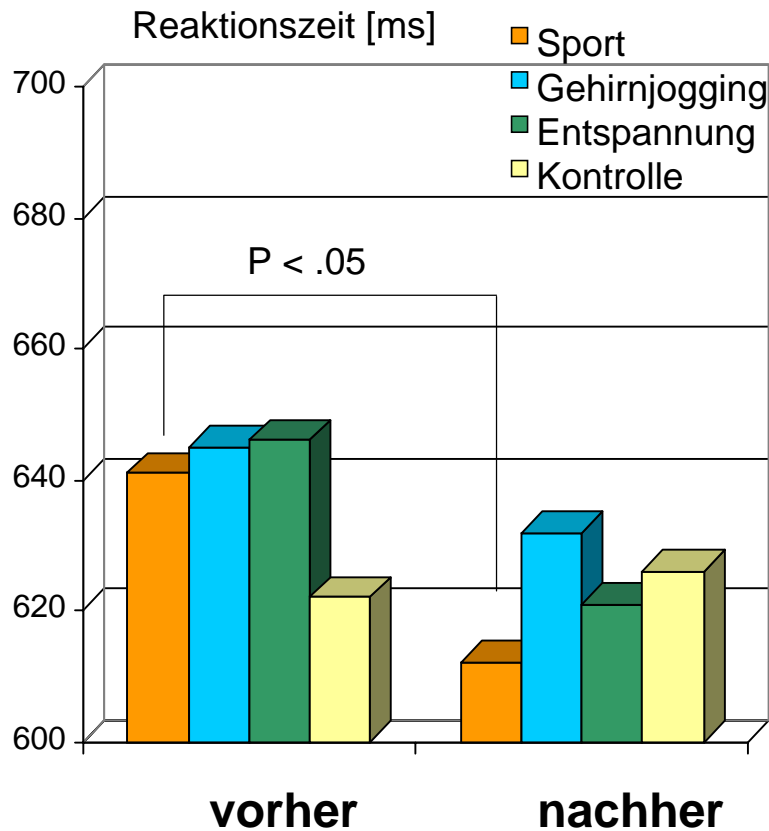
**Gehirnjogging** senkt die Fehlerrate.

## Reaktionshemmung (Go/No-Go)



50% hoher Ton (1000 Hz) - Go  
50% tiefer Ton 800 Hz - nogo  
Tastendruck in Richtung des kleinen Pfeils

## Ergebnisse Verhalten: Go/NoGo



**Bewegungstraining** senkt die Verarbeitungszeit und tendenziell die Fehlerrate in einem Inhibitionstest:  
verbesserte Inhibitionsleistung!

**Gehirnjogging** senkt die Fehlerrate.

## Fazit:

**Bewegungstraining** und **Gehirnjogging** bei Senioren verbessern Aufmerksamkeit, Interferenz, Arbeitsgedächtnis und Inhibition. Tendenziell wird beim Bewegungstraining eher die Verarbeitungsgeschwindigkeit, beim Gehirnjogging eher die Genauigkeit erhöht.

**Daher:** Kombinationstraining sollte höchste Effizienz bringen!  
(vgl. Oswald et al: SIMA-Training)



# Was bewirkt Bewegungstraining im Gehirn?

# Was bewirkt Bewegungstraining im Gehirn?



## *Körperliche Fitness beflügelt das Gehirn:*

- Bessere Durchblutung des Gehirns durch Bildung von neuen Blutgefäßen (Angiogenese)
- Bildung von sog. Neurotrophinen (z.B. BDNF: brain derived neurotrophic factor), die in den Nervenzellen als Wachstumsfaktoren wirken. Sie regen die Bildung von neuen Kontakten zwischen den Nervenzellen an (Synapsen) und verbessern somit die Signalweitergabe im Gehirn
- Indirekte positive Wirkung auf die geistige Aktivität über ein verringertes Risiko für Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems, über den Abbau von Stress und die Verringerung von depressiver Verstimmung

(Kramer et al. 2006)

# Was bewirkt Bewegungstraining im Gehirn?



*Studie von Colcombe u.a. (2004)*

Bei physisch fitten Älteren sind kognitive Prozesse, die im Alter häufig beeinträchtigt sind, stärker aktiviert, und bei zuvor inaktiven Älteren sind diese Prozesse nach einem Training stärker aktiviert!

# Was bewirkt Bewegungstraining im Gehirn?



*Studie von Boyke u.a. (2008)*

Einfluss eines Jonglier-Trainings auf Hirnaktivität bei Senioren

Alter 60 Jahre. 25 erfolgreiche Trainees (3 Monate); 25 passive Kontrollen

Vorüber gehende Vergrößerung (VBM) von drei Arealen: V5 rechts (**Sehen**), Hippocampus links (**Lernen**), Nucleus accumbens bilateral (**Belohnung**)



# **P**rogramm zur **F**örderung und zum Erhalt **i**ntellektueller **F**ähigkeiten **f**ür ältere Arbeitnehmer

[www.pfiffprojekt.de](http://www.pfiffprojekt.de)



**Welche Einflussfaktoren beeinflussen  
intellektuelle Fähigkeiten  
bei älteren Arbeitnehmern?**

**u.a. Bewegung und Sport**

[www.pfiffprojekt.de](http://www.pfiffprojekt.de)



# **Trainerleitfaden Bewegung und Sport**

[www.pfiffprojekt.de](http://www.pfiffprojekt.de)

# 10 Tipps zur Motivation

# 10 Tipps zur Motivation



- 1. Fangen Sie am besten heute an und nicht erst morgen.**  
Haben Sie eine schöne Sportart gefunden, dann warten Sie nicht auf morgen, sondern probieren Sie diese möglichst bald aus. Je länger man wartet, umso größer ist die Gefahr der Ausreden.
- 2. Halten Sie den Aufwand möglichst gering.**  
Sie werden dann Erfolg haben, wenn die Barrieren niedrig sind, die Sportart auszuüben. Die Sportstätte sollte von Arbeit und/oder zu Hause gut erreichbar sein, es sollten keine teuren und aufwändigen Geräte oder Materialien nötig sein.
- 3. Planen Sie möglichst konkret.**  
Fangen Sie nicht nächste Woche an, sondern „nächsten Dienstag um 18:00 bis 19:00 Uhr nach der Arbeit“. Setzen Sie sich Termine für den Sport und tragen Sie diese in Ihren Terminkalender ein. Überlegen Sie sich auch schon, in welcher Kleidung Sie Sport treiben, welche Schuhe Sie tragen wollen, welche Strecke Sie laufen/fahren...
- 4. Planen Sie realistisch.**  
Schätzen Sie sich realistisch ein und verlangen Sie am Anfang nicht zu viel von sich selbst. Auch die Termine sollten realistisch geplant sein, so dass Sie diese einhalten können.

# 10 Tipps zur Motivation



## 5. Überlegen Sie sich Alternativen.

Wenn ein Termin dazwischen kommt, dann überlegen Sie sich schon vorher Alternativen. Treiben Sie z.B. statt Mittwoch am Donnerstag Sport. Und wenn es regnen sollte, dann ziehen Sie nicht dies, sondern das an und nehmen diese und nicht jene Strecke.

## 6. Kein schlechtes Gewissen, wenn es mal nicht geklappt hat.

Wenn es doch mal nicht geklappt hat, dann geben Sie nicht auf. So ist das Leben. Halb so schlimm. Man kann gleich den nächsten Termin planen und Alternativen haben Sie sowieso schon eingeplant.

## 7. Jeder Gang macht schlank

Nutzen Sie jede Gelegenheit zur Bewegung. Benutzen Sie doch mal die Treppe statt des Aufzuges. Schon hat man sich etwas bewegt. Auch das gute alte Fahrrad reicht vielleicht für die 2 km zum Einkaufen, dann hat man auch kein Parkplatzproblem.

## 8. Schreiben Sie Ihre Erfolge auf.

Schreiben Sie am besten in Ihrem Kalender Ihre persönlichen Erfolge auf. So können Sie viel besser sehen, wenn Sie sich verbessert haben.

# 10 Tipps zur Motivation



## 9. Verabreden Sie sich.

In einer Gruppe und mit Freunden macht es oft viel mehr Spaß, aktiv zu sein. Sie können sich z.B. regelmäßig verabreden. Auch die Verbindlichkeit ist höher und der „innere Schweinehund“ fängt erst gar nicht an zu bellen, denn wer lässt die beste Freundin schon gerne im Regen stehen?

## 10. Belohnen Sie sich hin und wieder.

Wenn Sie ein Etappenziel erreicht haben, dann dürfen Sie sich auch gerne dafür Belohnen, z.B. mit einem neuen Sportaccessoire oder einem Besuch im Café. So freuen Sie schon auf das nächste Etappenziel.

# Trainerleitfaden: Bewegung und Sport (www.pfiffprojekt.de)



Zeit	Lernziel/Thema	Methode	Material	Literatur
15 Min	Begrüßung, Einführung (zeitl. Gliederung, Ziele) gegenseitige Vorstellung	Theoretischer Input	Folien 1-3 Schreibmaterial für TN	
10 Min 15 Min	Was ist Gesundheit?  Gesundheit und Lebensstil	Brainstorming, Theoretischer Input  Theoretischer Input, Brain- storming	Folien 4-7  Folien 8-9	Lexikon der Psychologie Schwarzer (1997) WHO – Active Ageing Framework
10 Min	Einige Daten zur Gesundheit	Theoretischer Input	Folien 10-13	<a href="http://www.destatis.de">www.destatis.de</a>

# Trainerleitfaden: Bewegung und Sport

Zeit	Lernziel/Thema	Methode	Material	Literatur
15 Min	Wir werden alle jeden Tag älter.	Theoretischer Input	Folien 14-19	Voelker-Rehage et al. (2006) <a href="http://www.arbeitsfaehigkeit.net">www.arbeitsfaehigkeit.net</a>
10 Min	Können Bewegung und Sport helfen?	Theoretischer Input	Folien 20-24	Vaynman & Gomez-Pinilla (2006) Haskell (2000) Lee et al. (2004) <a href="http://www.destatis.de">www.destatis.de</a>
20 Min	Sport und geistige Leistungsfähigkeit	Theoretischer Input	Folien 25-33	Van Boxtel et al. (1995) Shay & Roth (1992) Larson et al. (2006) Colcombe & Kramer (2003)

# Trainerleitfaden: Bewegung und Sport

Zeit	Lernziel/Thema	Methode	Material	Literatur
15 Min	Wie helfen Bewegung und Sport?	Theoretischer Input	Folien 34-38	Colcombe, Erikson et al. (2003) Kramer et al. (2006) McAuley et al. (2004)
10 Min	10 Tips zur Motivation	Theoretischer Input	Folien 39-42	