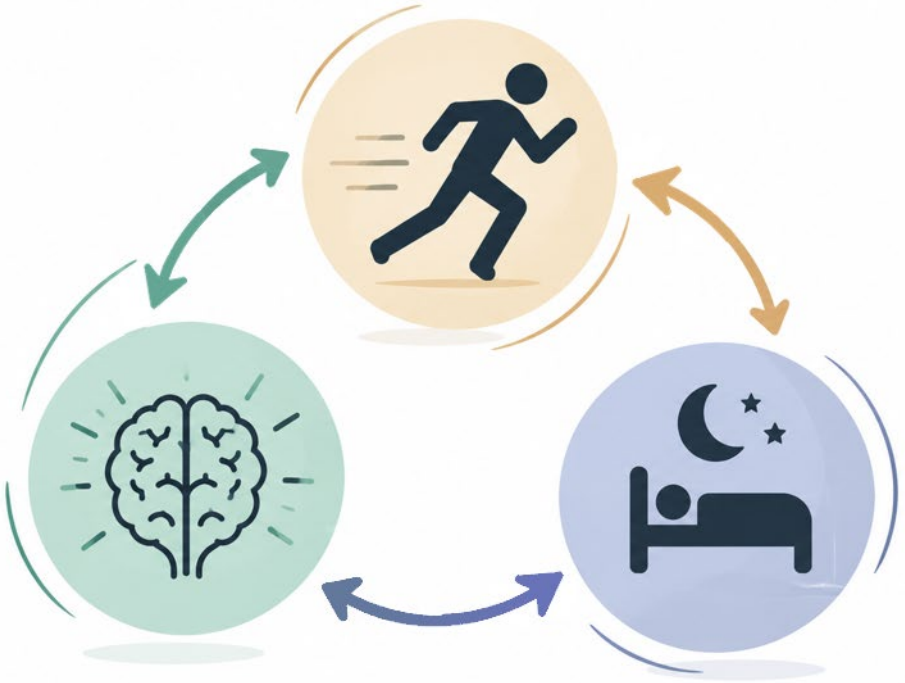


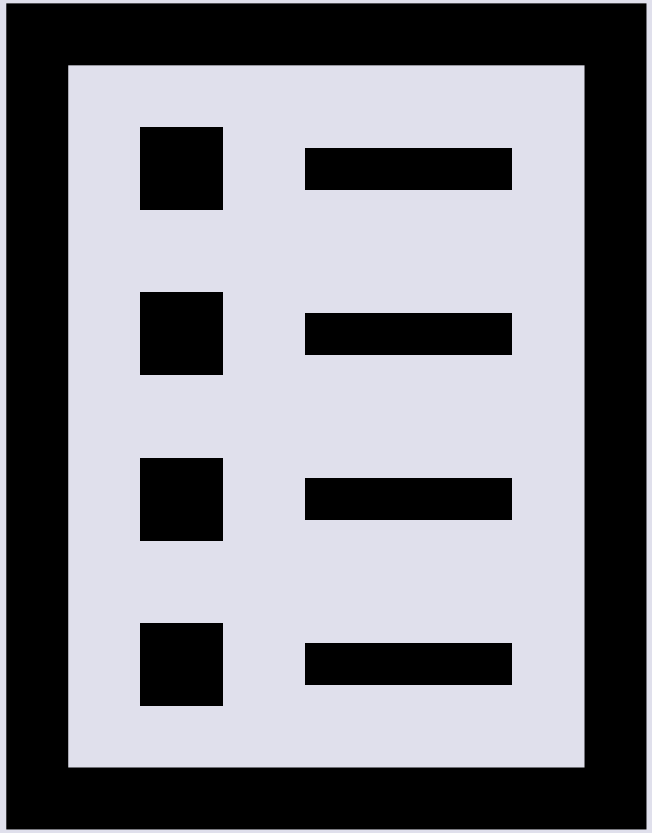
Zusammenhang zwischen Bewegung, Schlaf und dem alternden Gehirn

Selin Scherrer & Dr. Sven Egger
selin.scherrer@unifr.ch; sven.egger@unifr.ch

Projektname: «*Promoting the modulatory capacity of intracortical inhibition in young and old: interrelation of physical exercise and sleep*» gefördert durch den Schweizer Nationalfond.

Projektpartner:innen: Prof. Dr. Wolfgang Taube, Dr. Benedikt Lauber, Dr. Sven Egger, Selin Scherrer, Dr. Lijing Xin, Dr. Xinyu Liu, Prof. Dr. Björn Rasch, Dr. Anna Wick

SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION



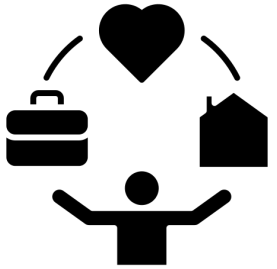
Inhalt

- **Allgemeine Einleitung**
- Einige Zahlen und Fakten zum Projekt
- Rückblick
- Liste Publikationen
- Einzelne Publikationen und Hauptaussagen
- Danksagungen

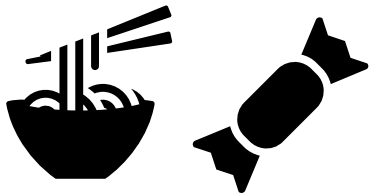
Gründe sich zu bewegen

Muskelaufbau /
Muskelerhalt



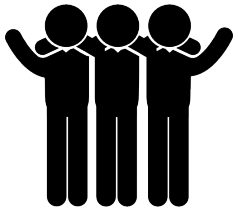


Verbesserte
Work-Life-Balance



Kalorien-
verbrennung





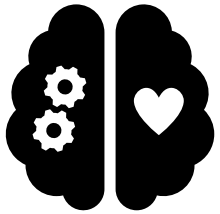
Pflegen
sozialer
Kontakte



Körperliche
Gesundheit



Verbesserte
Selbstwahrnehmung



Gehirngesundheit

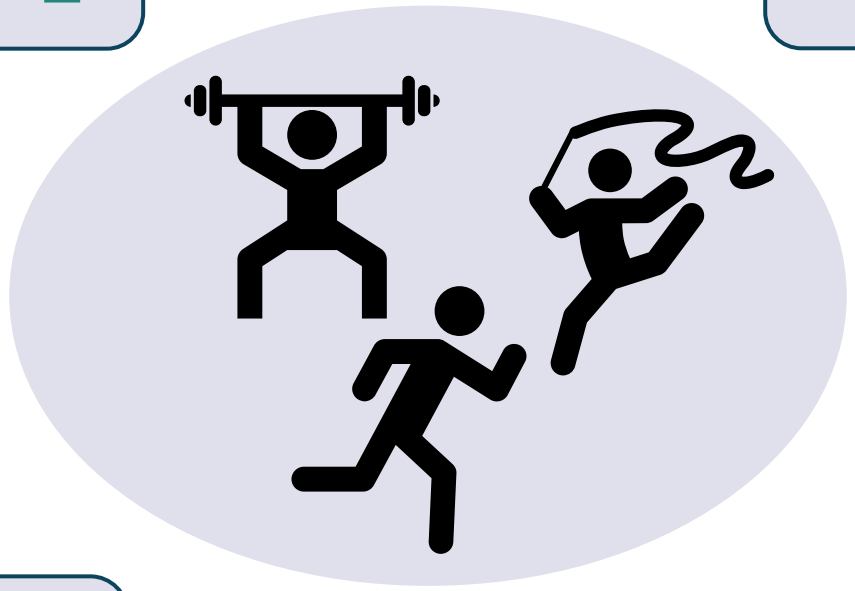
Körperliche Bewegung und das Gehirn



Wie beeinflusst körperliche Bewegung das Gehirn

Gehirn-
plastizität ↑

Gehirn-
durchblutung ↑



Neuraler
Schutz ↑

Chronische
Entzündung ↓

Neurotransmitter
Wachstumsfaktoren ↑

Motorische Kontrolle
Motorisches Lernen ↑

Vecchio et al. (2018)

Effekte von Gleichgewichtstraining



Verbesserung
Explosivkraft

Gruber & Gollhofer (2004)
Gruber et al. (2007)



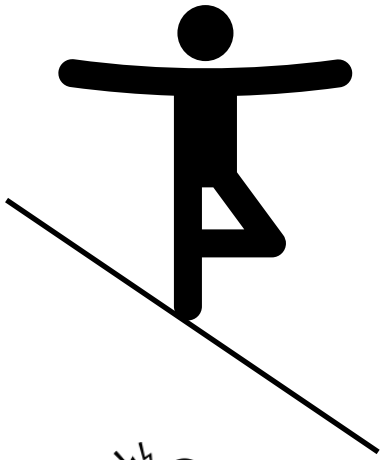
Verbesserung
Sprungkraft

Taube et al. (2007)



Verletzungsprophylaxe

Verhagen et al. (2004)





Linderung Nackenschmerzen

Beinert & Taube (2013)



Sturzprävention

Sherrington et al. (2008)

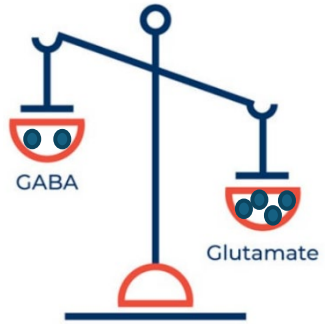


Schnellere
Rehabilitation

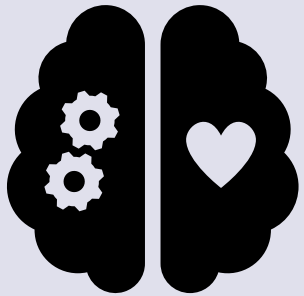
Freeman et al. (1965)

Neuronale Anpassungen an Gleichgewichtstraining

Vor dem Training

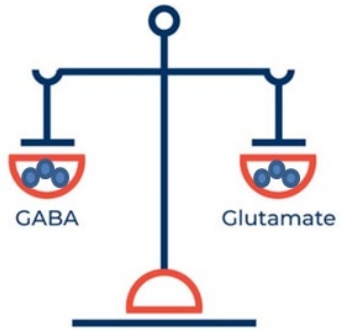


Mehr neuronale Aktivierung als Hemmung

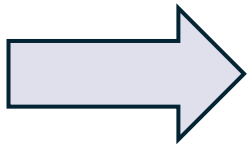


Einfluss von Gleichgewichtstraining auf das Gehirn

Nach dem Training



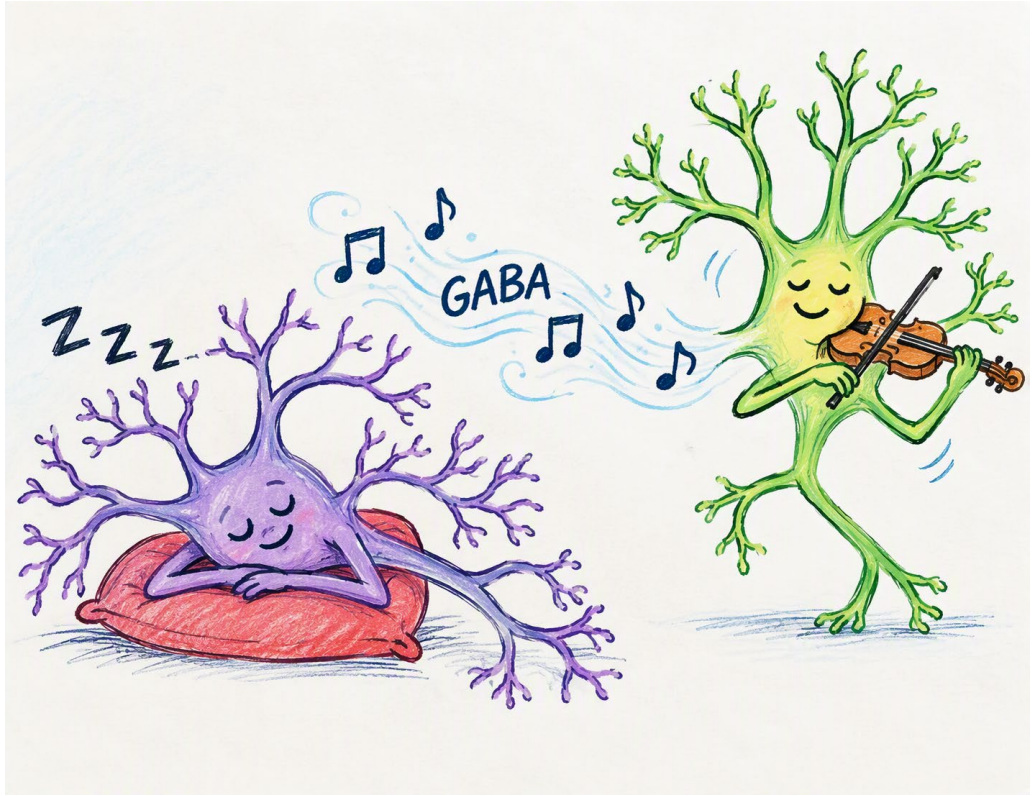
Gleichgewicht zwischen Aktivierung/Hemmung



Gleichgewichtstraining kann die **Funktion hemmender Neurone (GABA)** verbessern

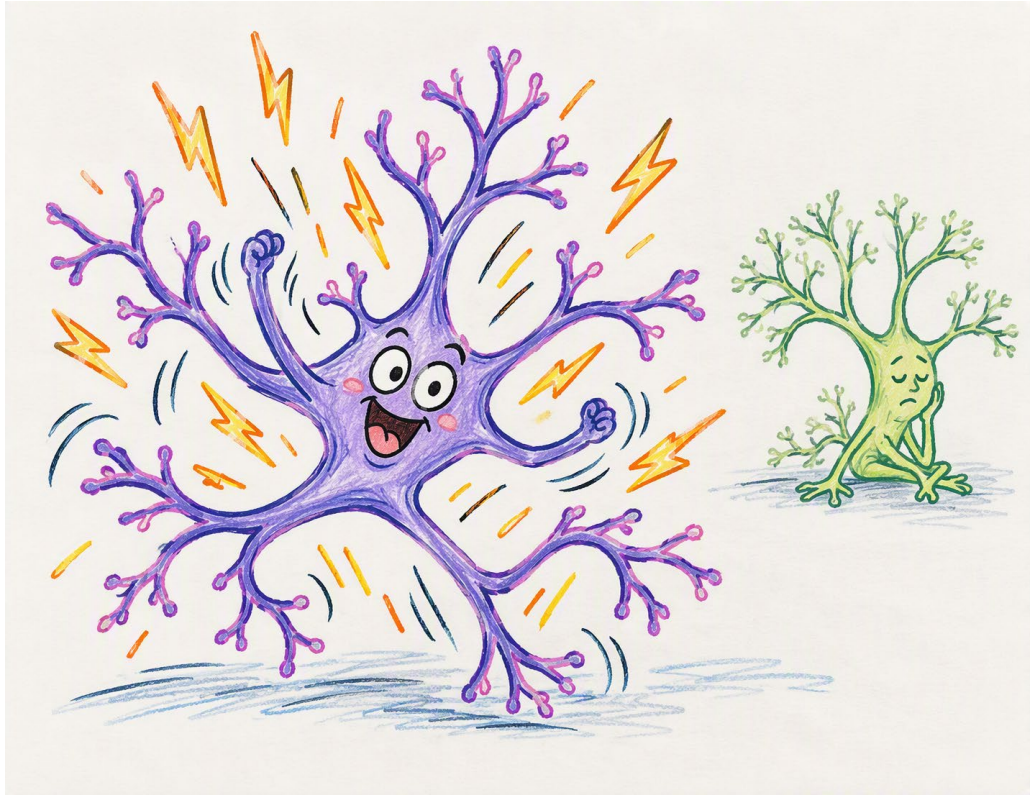
Mouthon & Taube (2019)
Kuhn et al. (2024)

Neuronale Kommunikation - hemmende Neurone

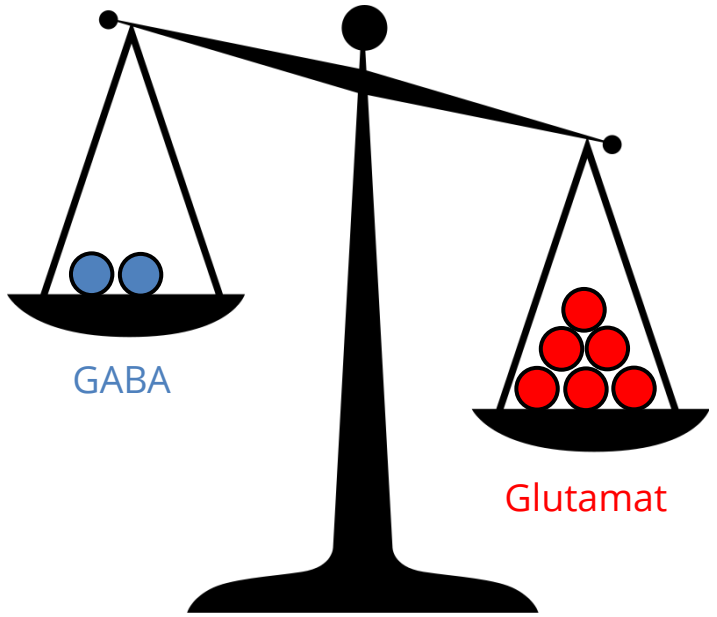


__GABA__ ist der wichtigste hemmende Botenstoff im Gehirn. Er wird von __hemmenden Neuronen__ freigesetzt und hilft, die Aktivität von Nervenzellen zu __regulieren__ und zu __kontrollieren__. GABA ist dafür bekannt, eine __beruhigende Wirkung__ zu entfalten und wird oft als __«Bremse» des Gehirns__ bezeichnet.

Neuronale Kommunikation – Ungleichgewicht

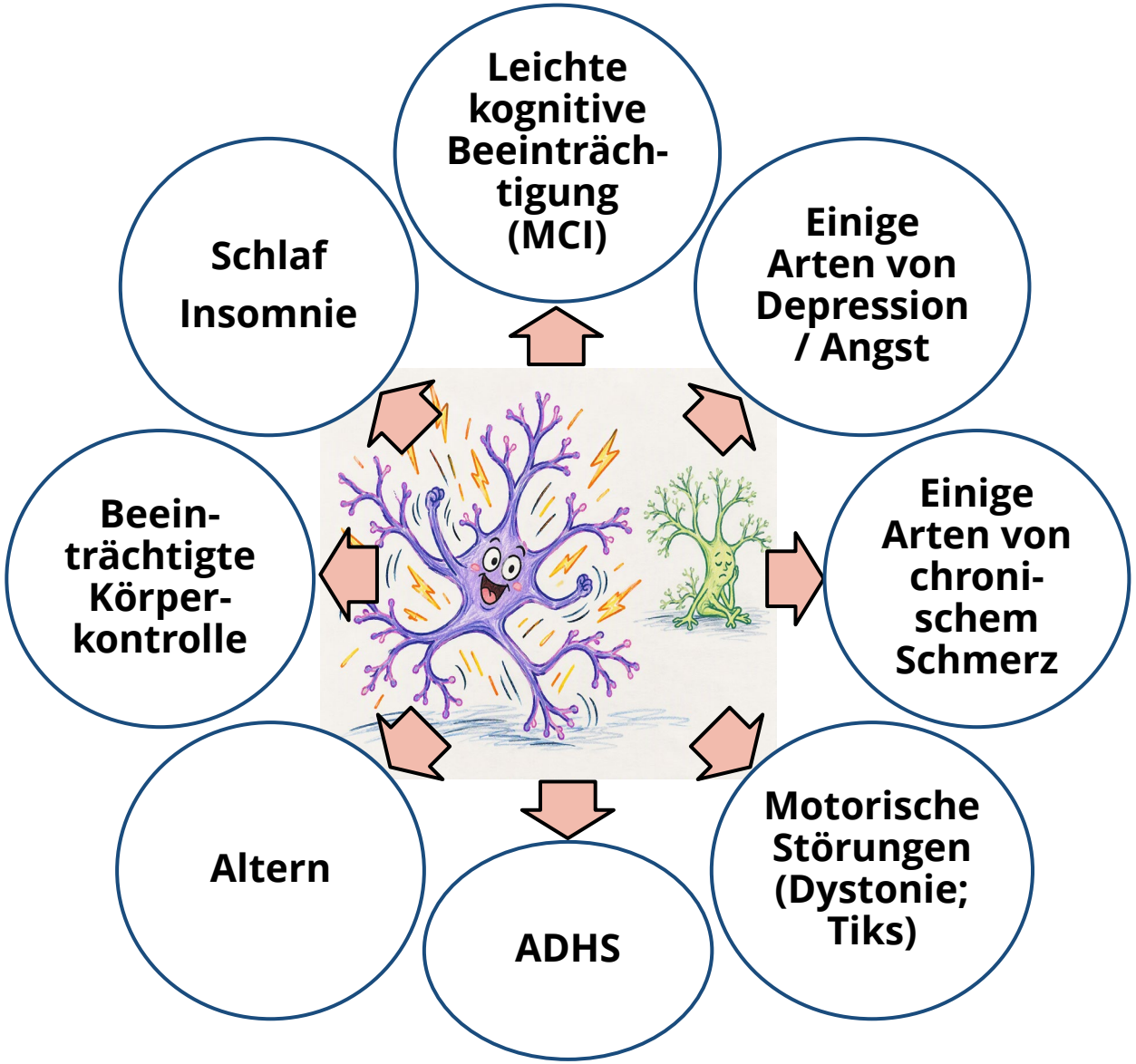


Ungleichgewicht
zwischen Aktivierung …

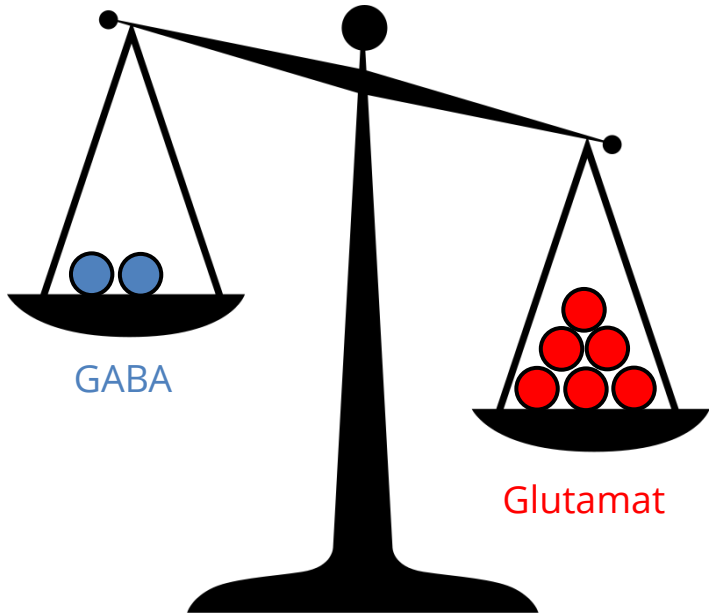


… und Hemmung.

Folgen des Ungleichgewichts



Ungleichgewicht zwischen Aktivierung ...



... und Hemmung.

Sport als Medizin / Prävention









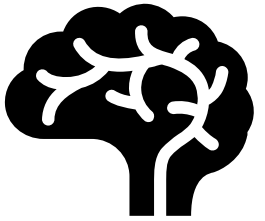




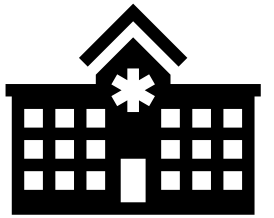
Welche Sportart ist gut für deinen Körper, dein Gehirn, deinen Gesundheitszustand?

Welcher «pathologische Zustand» wird durch welche Sportart behandelt?

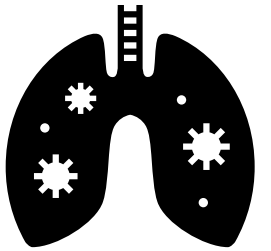


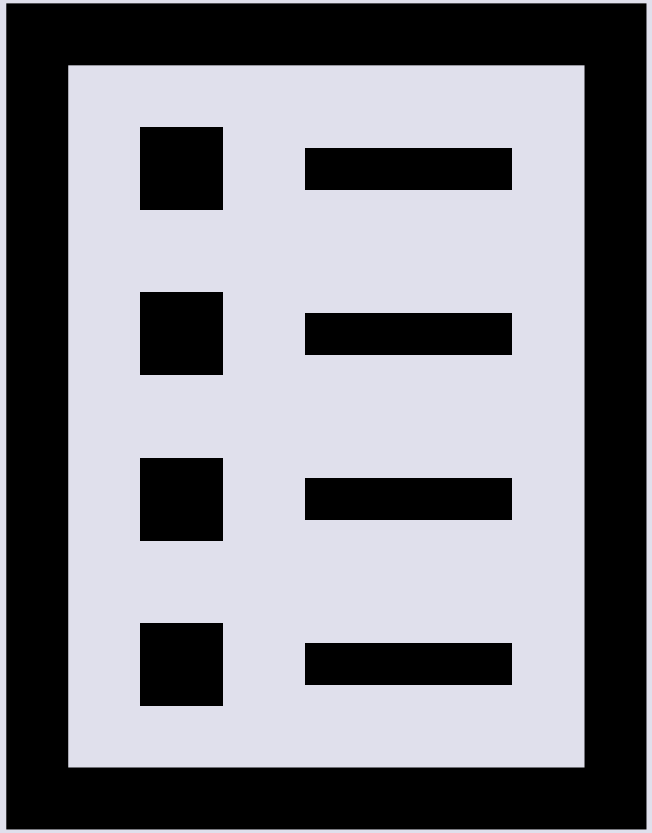






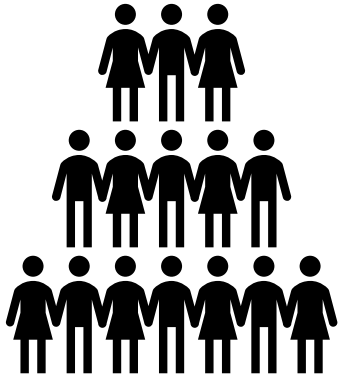




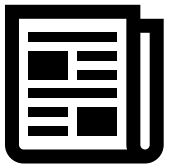


Inhalt

- Allgemeine Einleitung
- **Einige Zahlen und Fakten zum Projekt**
- Rückblick
- Liste Publikationen
- Einzelne Publikationen und Hauptaussagen
- Danksagungen



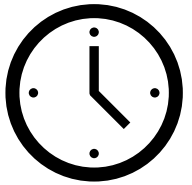
95
Teilnehmende



10
Wissenschaftliche Publikationen

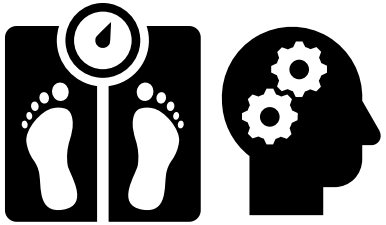


285
Nachtschlaf-messungen



~2200h Arbeit für die Aufzeichnung, was über **260** Arbeitstagen entspricht

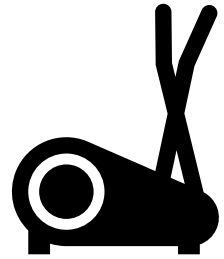
Einige Zahlen/Fakten zum Projekt



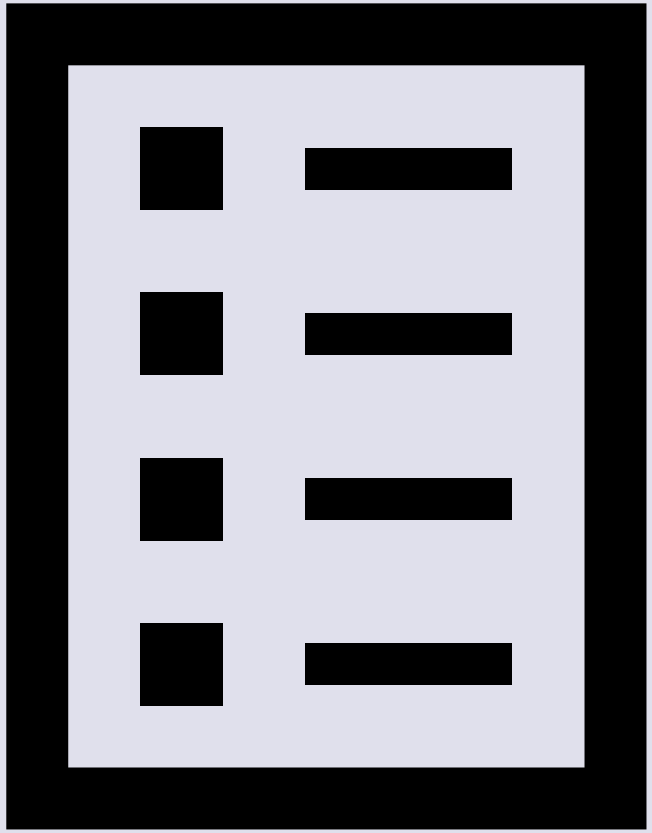
190
Messungen im Labor Fribourg



190
Messungen im Scanner



300
angebotene Trainings

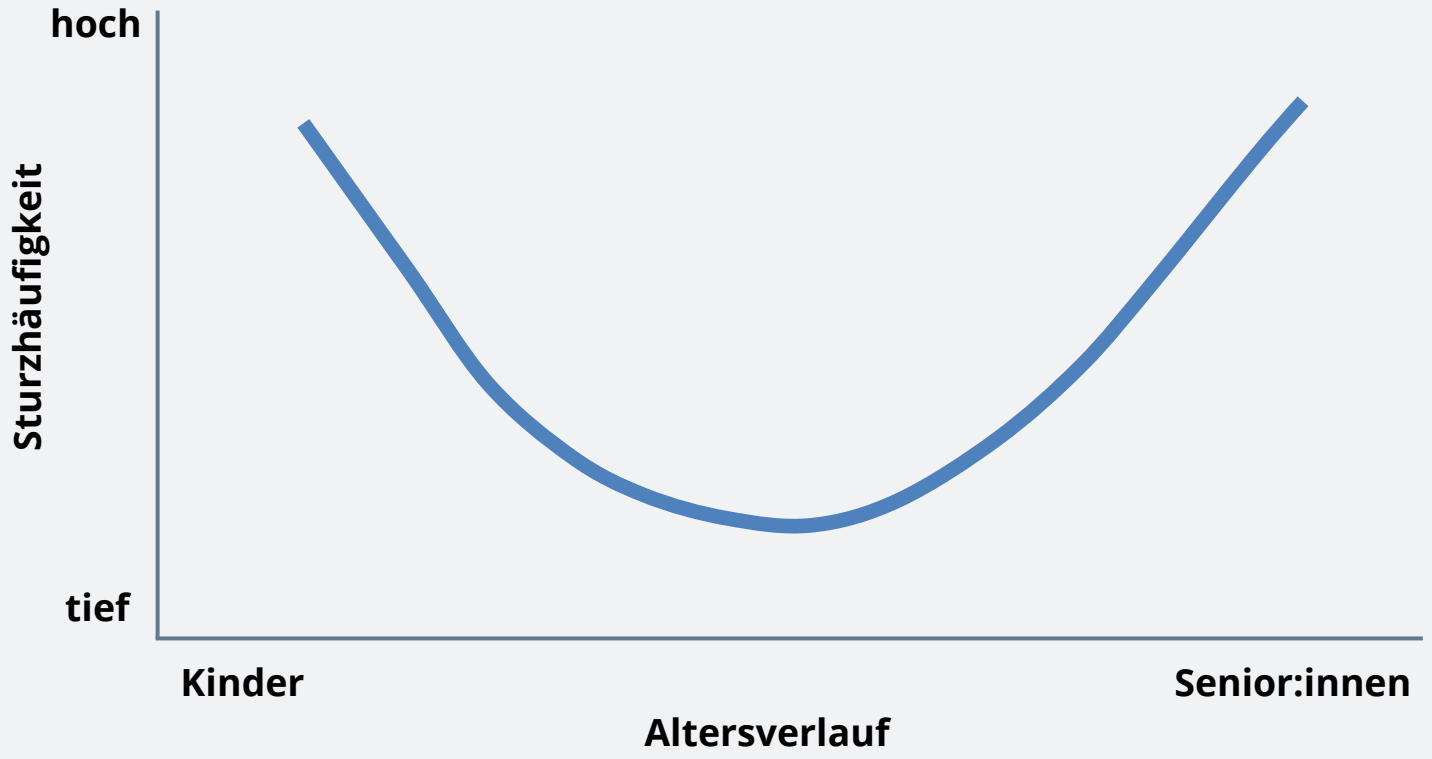


Inhalt

- Allgemeine Einleitung
- Einige Zahlen und Fakten zum Projekt
- **Rückblick**
- Liste Publikationen
- Einzelne Publikationen und Hauptaussagen
- Danksagungen

Rückblick - Theoretischer Hintergrund

Sturzhäufigkeit über die Lebensspanne



Nach Granacher et al. (2011)

Kindheit

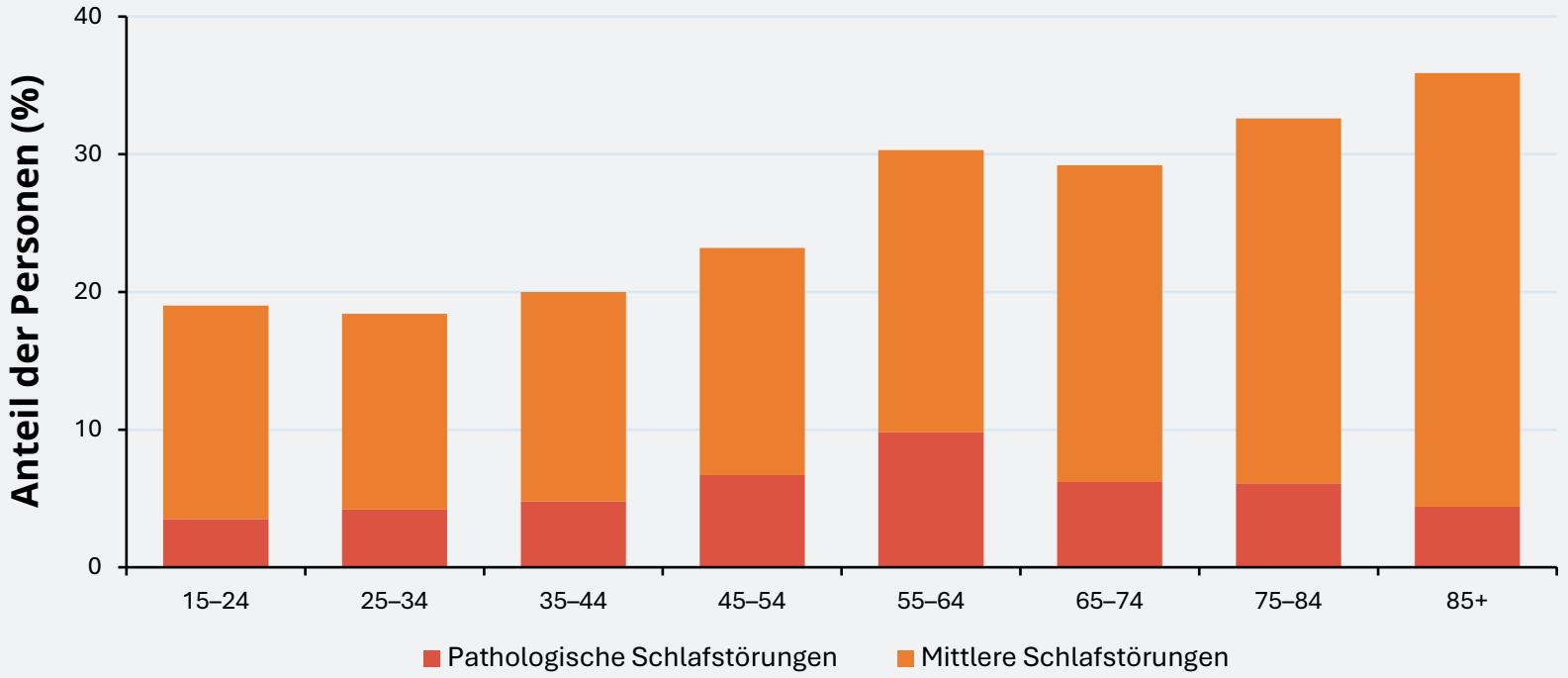
Sturzrisiko erhöht, während Gleichgewicht und Gehen erlernt werden.

Höheres Alter

Etwa **ein Drittel** der über 65-jährigen stürzt mindestens einmal pro Jahr. Stürze können Verletzungen und Einschränkungen im Alltag verursachen.

Rückblick - Theoretischer Hintergrund

Schlafstörungen nach Altersgruppen (2012)

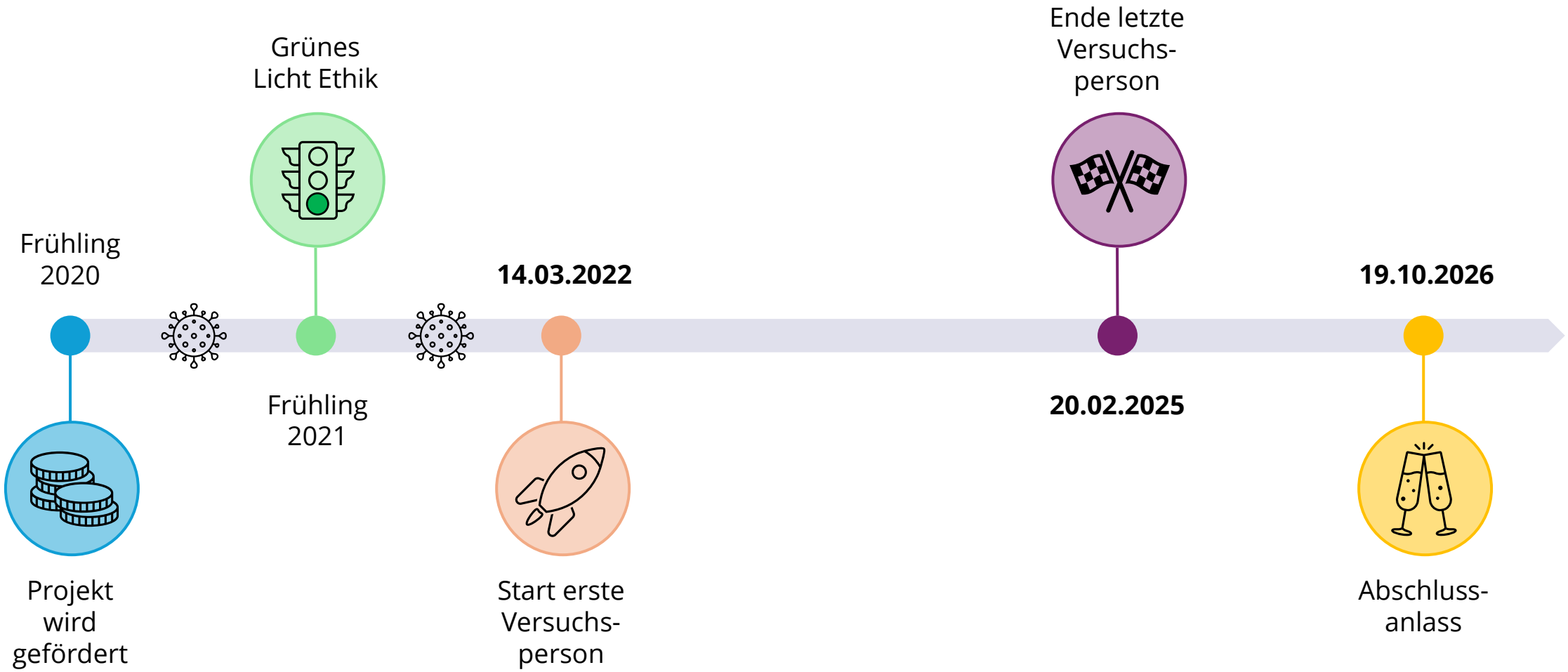


BFS – SGB12, Neuchâtel (2015)

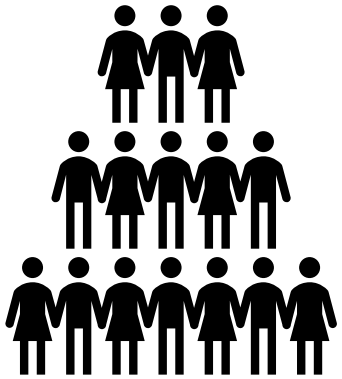
Ab 55 Jahren
berichtet etwa **ein Drittel** der Personen mindestens mittlere Schlafstörungen.

Warum relevant?
Schlafstörungen können mit Müdigkeit, Konzentrations-problemen und einem erhöhten **Demenzrisiko** einhergehen.

Rückblick - Projektverlauf



Rückblick - Gruppenzuordnung



95
Teilnehmende



60 Teilnehmende

70.4 Jahre (64 – 81)

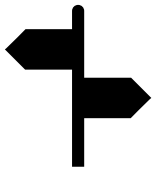
31 Frauen, 29 Männer



Gleichgewichts-training



Kraft-training



Kein spezifisches Training



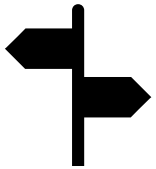
35 Teilnehmende

26.5 Jahre (18 – 35)

23 Frauen, 12 Männer



Gleichgewichts-training



Kein spezifisches Training

Rückblick - Studiendesign

Informationsveranstaltung

Eingangsmessungen



Körper- & Gehirnfunktion



Gehirnchemie & Gehirnstruktur



Schlafqualität

<u>12-wöchige Intervention</u>

2-3x pro Woche



Gleichgewichts-training



Krafttraining



Kein spezifisches Training

Ausgangsmessungen



Körper- & Gehirnfunktion



Gehirnchemie & Gehirnstruktur



Schlafqualität

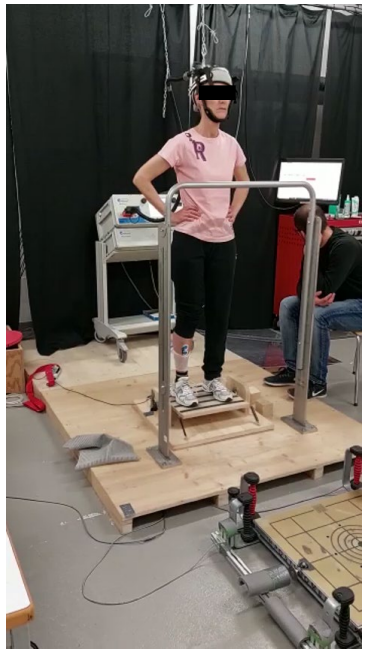
-2 **0** **12** **14** Zeit in Wochen

Messungen

Körper- & Gehirnfunktion

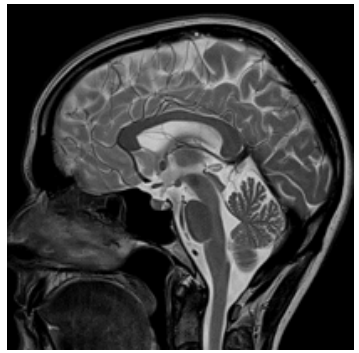
Gehirnchemie & Gehirnstruktur

Schlafqualität

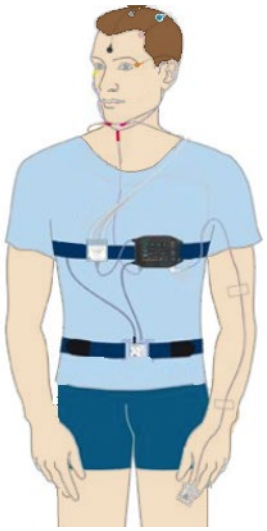


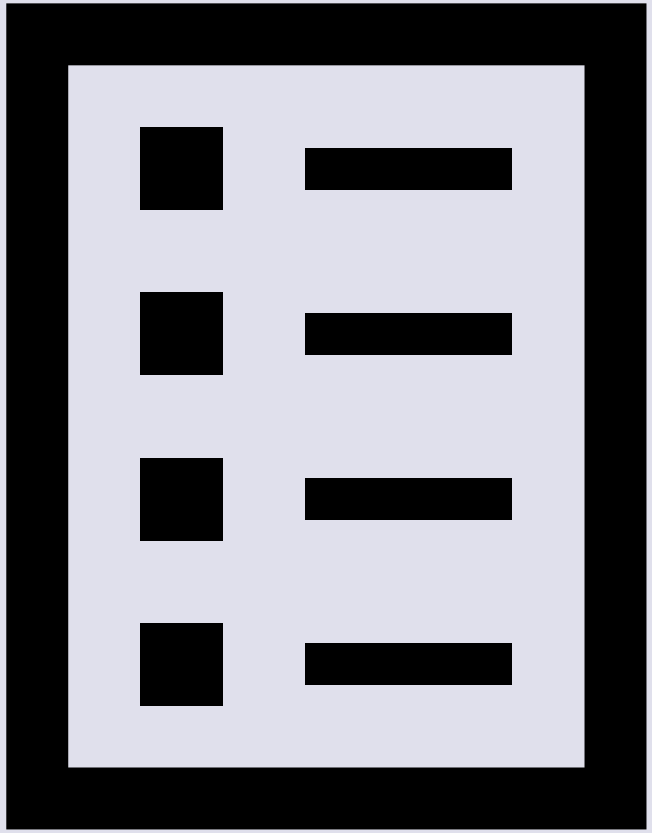












Inhalt

- Allgemeine Einleitung
- Einige Zahlen und Fakten zum Projekt
- Rückblick
- **Liste Publikationen**
- Einzelne Publikationen und Hauptaussagen
- Danksagungen

Übersicht der Publikationen

1. Liu, X., Nossa, G., Xiao, Y., Scherrer, S., Egger, S., Lauber, B., Taube, W., Dydak, U., & Xin, L. (2026). Age-dependent macromolecule signals in the human motor cortex and thalamus: implications for metabolites quantification at 7 T. *Magma*. https://doi.org/10.1007/s10334-026-01419-7

2. Liu, X., Scherrer, S., Egger, S., Lim, S. I., Lauber, B., Jelescu, I., ... & Xin, L. (2024). Rebalance the inhibitory system in the elderly brain: Influence of balance learning on GABAergic inhibition and functional connectivity. Human brain mapping, 45(16), e70057. https://doi.org/10.1002/hbm.70057

3. Scherrer, S., Egger, S., Liu, X., Wick, A. Z., Rasch, B., Xin, L., Lauber, B., & Taube, W. (2026). Improved subjective sleep quality in older adults by enhancing the GABAergic system in the sensorimotor cortex. *The Journal of physiology, 604*(15), 6506-6546. https://doi.org/10.1113/jp290164

4. Scherrer, S., Egger, S., Liu, X., Wick, A. Z., Rasch, B., Xin, L., Lauber, B., & Taube, W. (2026). Reduced sensorimotor lactate concentration and improved sleep efficiency following resistance training in older adults. *Geroscience*. https://doi.org/10.1007/s11357-026-02519-x

5. Scherrer, S., Egger, S., Wick, A. Z., Xin, L., Lauber, B., Rasch, B., & Taube, W. (in preparation). Bridging the Objective-Subjective Sleep Quality Gap: Evidence for Age-Specific Predictors of Sleep Perception

6. Liu, X., Egger, S., Scherrer, S., Pavan, T., Marques, J. P., Jelescu, I., Lauber, B., Taube, W., & Xin, L. (2026). Effects of strength and balance training on the structure of the aging brain. *NeuroImage, 339*, 122188. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2026.122188

7. Liu, X., Scherrer, S., Egger, S., Lauber, B., Taube, W., & Xin, L. (2026). Functional and structural connectome-based predictive modelling of balance in elderly adults. *Scientific reports, 16*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-026-43724-0

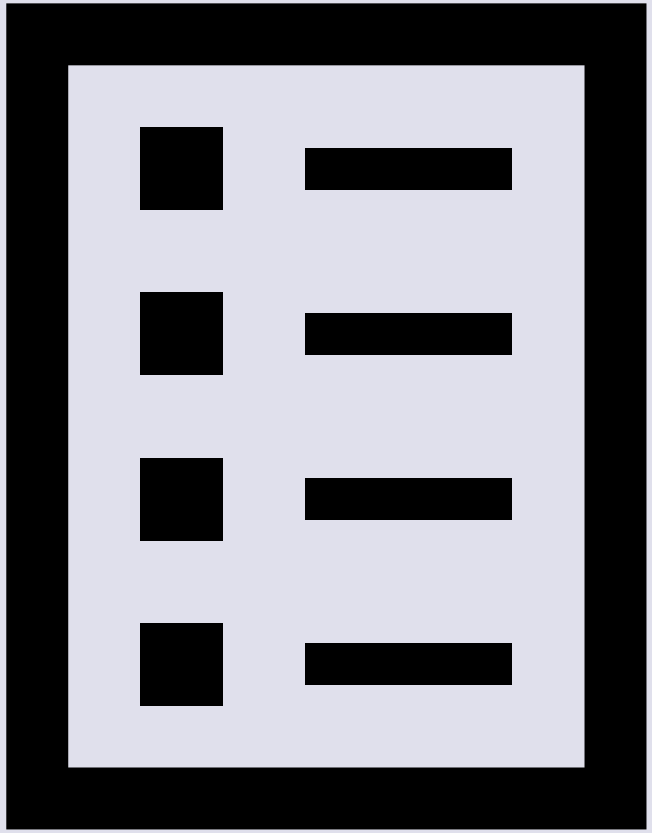
Weitere projektbezogene Publikationen

8. Egger, S., Wälchli, M., Rüeger, E., & Taube, W. (2023). Short-term balance consolidation relies on the primary motor cortex: A rTMS study. *Scientific Reports*, *13*, 5169. https://doi.org/10.1038/s41598-023-32065-x

9. Taube, W., & Lauber, B. (2026). The ageing brain: Cortical overactivation – How does it evolve? *The Journal of Physiology*, *604*(2), 813–828. https://doi.org/10.1113/JP286891

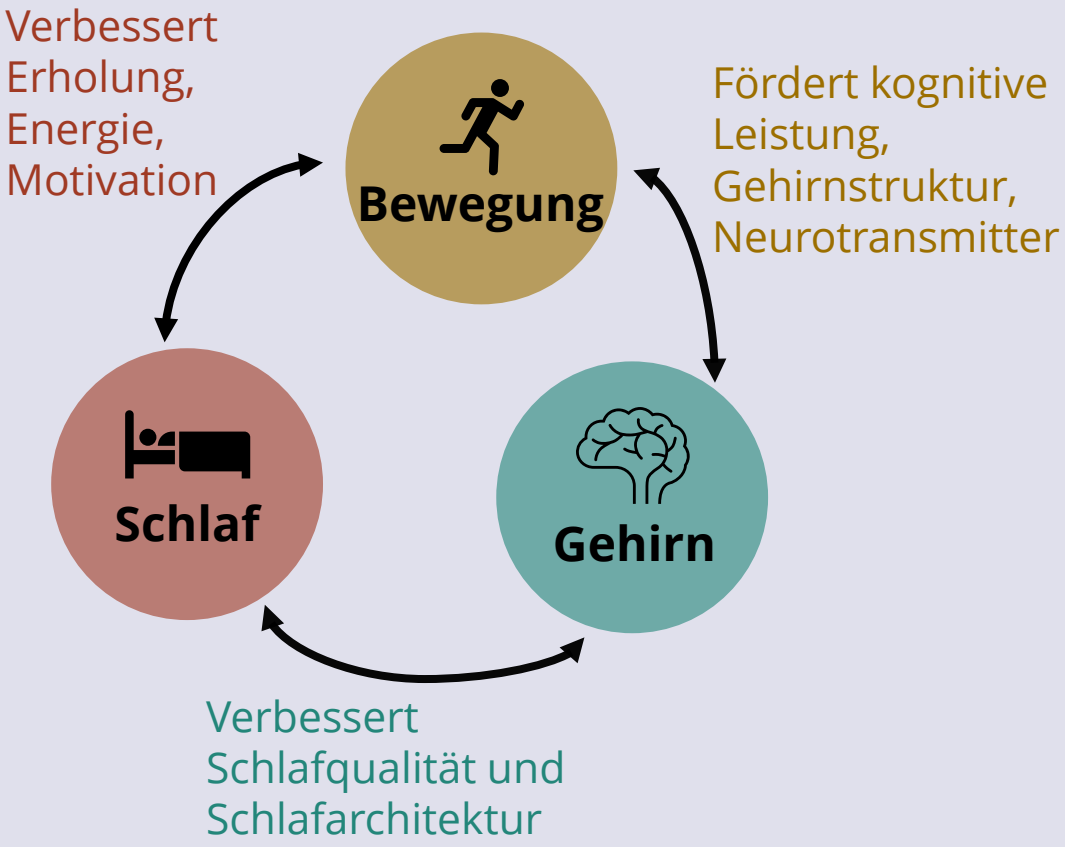
10. Taube, W., & Lauber, B. (2026). Changes in the cortical GABAergic inhibitory system with ageing and ageing-related neurodegenerative diseases. *The Journal of Physiology*, *604*(2), 689–706. https://doi.org/10.1113/JP285656





Inhalt

- Allgemeine Einleitung
- Einige Zahlen und Fakten zum Projekt
- Rückblick
- Liste Publikationen
- **Einzelne Publikationen und Hauptaussagen**
- Danksagungen



Veränderungen bei normalem Altern

Motorische Funktion

- Abnahme der Muskelkraft
- Verminderte Gleichgewicht
- Langsameres Bewegungslernen

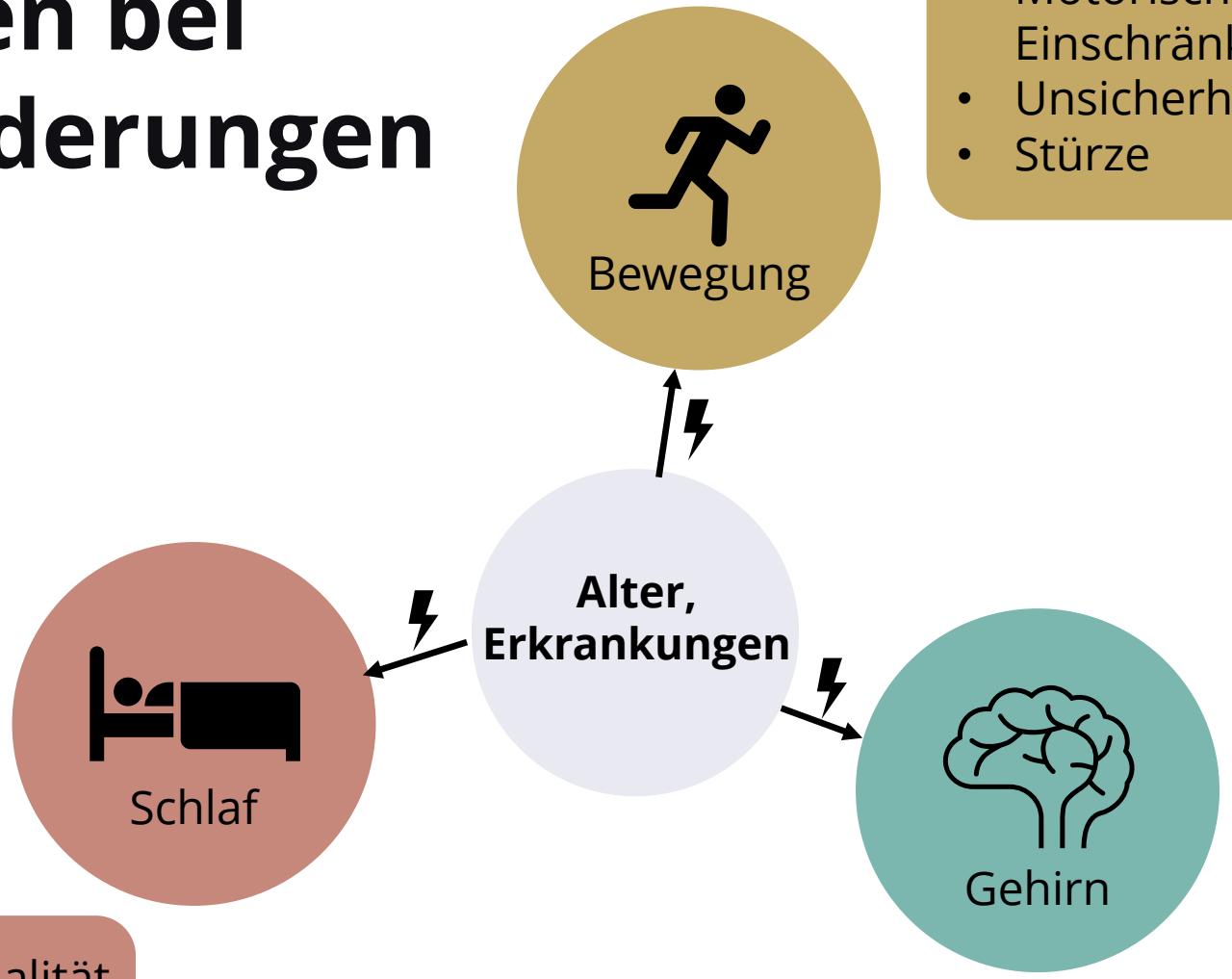
Schlaf

- Leichter, kürzerer und unterbrochener Schlaf
- Häufigere Schlafstörungen

Gehirn

- Weniger Hemmung im Gehirn (GABA), weniger effiziente Kommunikation
- Energieherstellung mit Sauerstoff ist weniger effizient

Mögliche Folgen bei starken Veränderungen



- Motorische Einschränkungen
- Unsicherheit, Abhängigkeit
- Stürze

- Eingeschränkte Lebensqualität
- Risikofaktor für Krankheiten (Demenz)

- Risikofaktoren für Krankheiten
- Eingeschränktes Gedächtnis

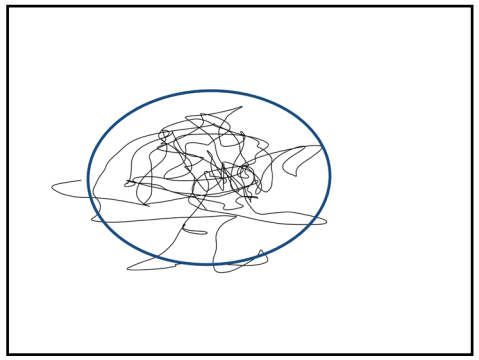
Studienbeginn: Motorische Unterschiede

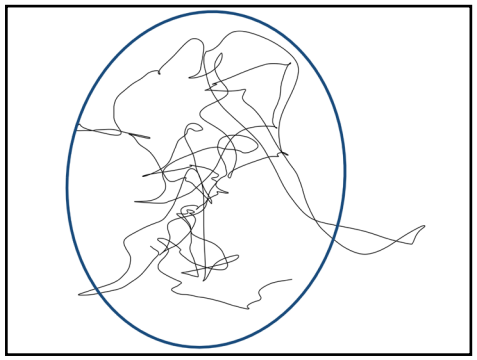




Auf dem Kreisel balancieren



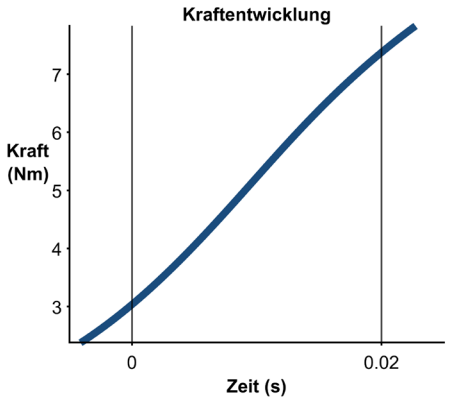


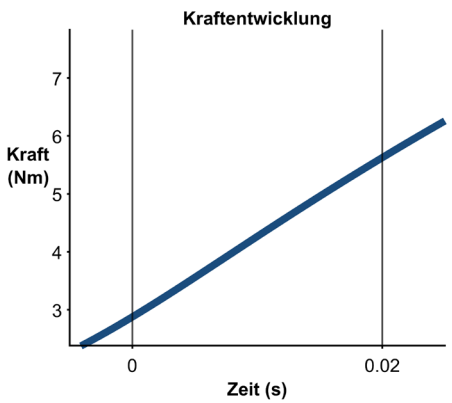


Die ältere Gruppe bewegte sich über eine **34 %** grössere Fläche

Möglichst schnell den Fuss anziehen







Die ältere Gruppe entwickelt Kraft um **17 %** langsamer

Studienbeginn: Unterschiede Schlaf





Wahrnehmung der Schlafqualität



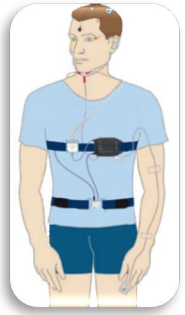


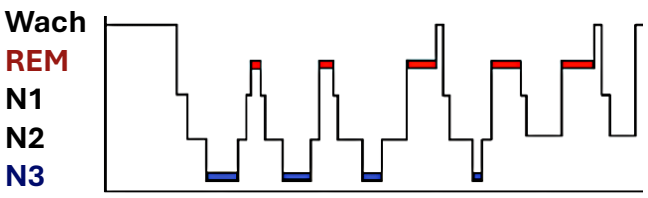


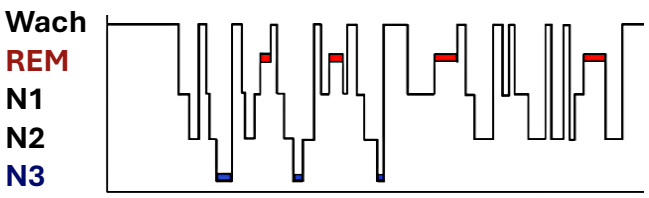
Die ältere Gruppe bewertete ihren Schlaf um **17 %** schlechter

---

Objektive Schlafmessung







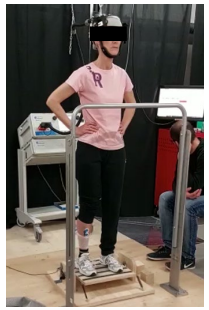
Die ältere Gruppe:
12 % kürzerer Schlaf
89 % mehr Wachanteil
42 % weniger Tiefschlaf

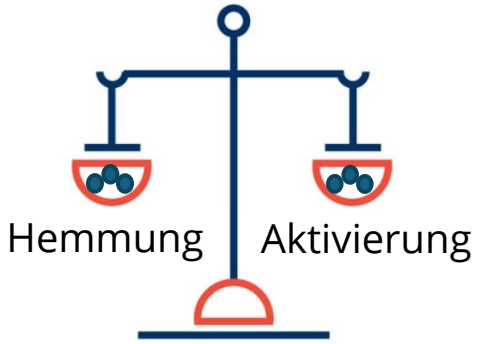
Studienbeginn: Unterschiede Gehirnfunktion

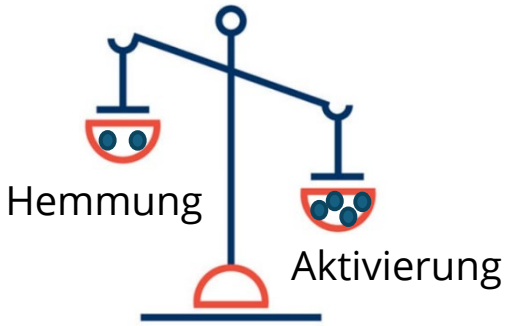




Funktionelle Hemmung im Gehirn



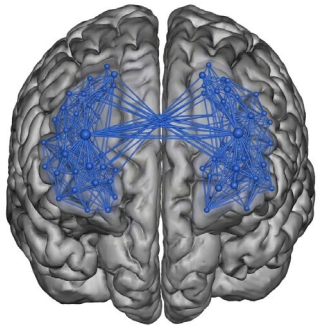


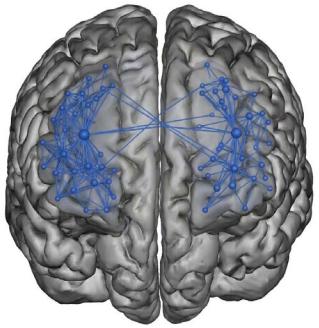


Die ältere Gruppe hatte **61 %** weniger Hemmung während dem Balancieren.

Kommunikation zwischen den Hirnhälften







Die ältere Gruppe kommunizierte **24 %** weniger zwischen den beiden Hirnhälften

Die Forschungslücke

Die meisten Studien schauen sich „Sport“ oder „körperliche Aktivität“ allgemein an. Es wird nicht unterschieden, dass unterschiedliche Sportarten/Bewegungsformen unterschiedliche Auswirkungen auf das Gehirn und das gesunde Altern nehmen.

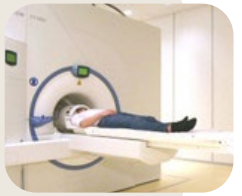
Wir vergleichen zwei Trainingsformen, um zu untersuchen, wie gezieltes Training das alternde Gehirn und den Schlaf positiv beeinflussen kann.

Gleichgewichtstraining	**Krafttraining**
3 Monate Training zur Verbesserung der Koordination und Stabilität	3 Monate Training für Muskelaufbau und Muskelkraft

Untersucht wurden: Gehirnfunktion und Gehirnstoffwechsel, Schlafqualität, Hirnstruktur, etc.

Bessere Messungen für bessere Forschung





Methoden: Magnetresonanzspektroskopie (MRS)

Personen: aus allen Gruppen

Analyse: Analyse mit unterschiedlichen Referenzwerten

Messergebnisse können stark verzerrt werden, wenn Referenzwerten aus anderen Altersgruppen oder anderen Hirnregionen verwendet werden.

Um echte Veränderungen korrekt zu erfassen, müssen **Referenzwerten an Alter und Hirnregion angepasst werden** – sonst entstehen Ungenauigkeiten.

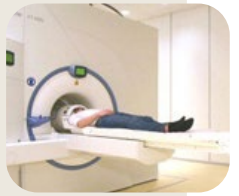
Gleichgewichtstraining verbessert die Gehirnfunktion



Methoden: MRS, funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT)

Personen: ältere Gruppen Gleichgewichtstraining und Kontrollgruppe

Analyse: Was verändert sich durch das Training im Gehirn?



Mehr GABA

Der hemmende Botenstoff GABA nahm zu – wichtig für die Regulation von Gehirnaktivität.

Bessere Vernetzung

Die Kommunikation zwischen den beiden Gehirnhälften verbesserte sich.

“Jüngere” Gehirnfunktion nach Gleichgewichtstraining

Die Gehirnfunktion von Senioren ähnelte nach 3 Monaten Gleichgewichtstraining wieder stärker der eines jungen Erwachsenen.

Gleichgewichtstraining verbessert den Schlaf





Methoden: Schlaffragebögen, TMS während Mittagsschlaf

Personen: ältere Gruppen, Gleichgewichtstraining / Kontrollgruppe

Analyse: Wie verändert sich der Schlaf durch das Training?

Erhöhte Hemmung im Gehirn während dem Einschlafen ging mit einer **verbesserten Schlafwahrnehmung** einher.

Gleichgewichtstraining kann zu verbessertem Schlaf führen – ohne Medikamente und Nebenwirkungen. Die persönliche Schlaf-wahrnehmung ist relevant für die **Lebensqualität**.

Krafttraining: weniger Laktat, besserer Schlaf





Methoden: mobile Schlafaufzeichnung, MRS

Personen: ältere Gruppen, Krafttraining / Kontrollgruppe

Analyse: Wie verändert sich der Schlaf und das Gehirn durch das Training?

- Effizientere **Energieverarbeitung im Gehirn**
- Verbesserte **Schlafeffizienz**, weniger **Wachanteil**, längere **Gesamtschlafdauer**

Krafttraining kann zu objektiv besserem Schlaf führen, ohne dass man sich darüber speziell bewusst wird. Verbesserter Schlaf und Hirnmetabolismus senken das **Demenzrisiko**.



Wahrnehmung der Schlafqualität verändert sich im Alter





Methoden: Schlaffragebögen, mobile Schlafaufzeichnung

Personen: aus allen Gruppen

Analyse: Verändert sich die Schlafwahrnehmung im Alter?

Jüngere Erwachsene

Je **länger** sie schliefen, desto besser wurde der Schlaf bewertet.

Ältere Erwachsene

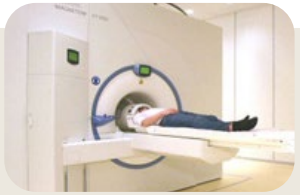
Der Anteil der **erholsamen Schlafphasen** bestimmte die Schlafqualität.

Schlafqualität wird später im Leben anders definiert

Für gute Schlafqualität im Alter scheint entscheidend zu sein, ob genügend REM- und Tiefschlaf vorhanden sind.

PUBLIKATION 6 · LIU ET AL., 2026, NEUROIMAGE

Beide Trainingsformen schützen die Hirnstruktur



Methoden: MRT

Personen: alle älteren Gruppen

Analyse: Wie verändert sich die Gehirnstruktur durch die Trainings?

Gleichgewichtstraining

Erhalt der Nervenverbindungen durch koordinative Herausforderung

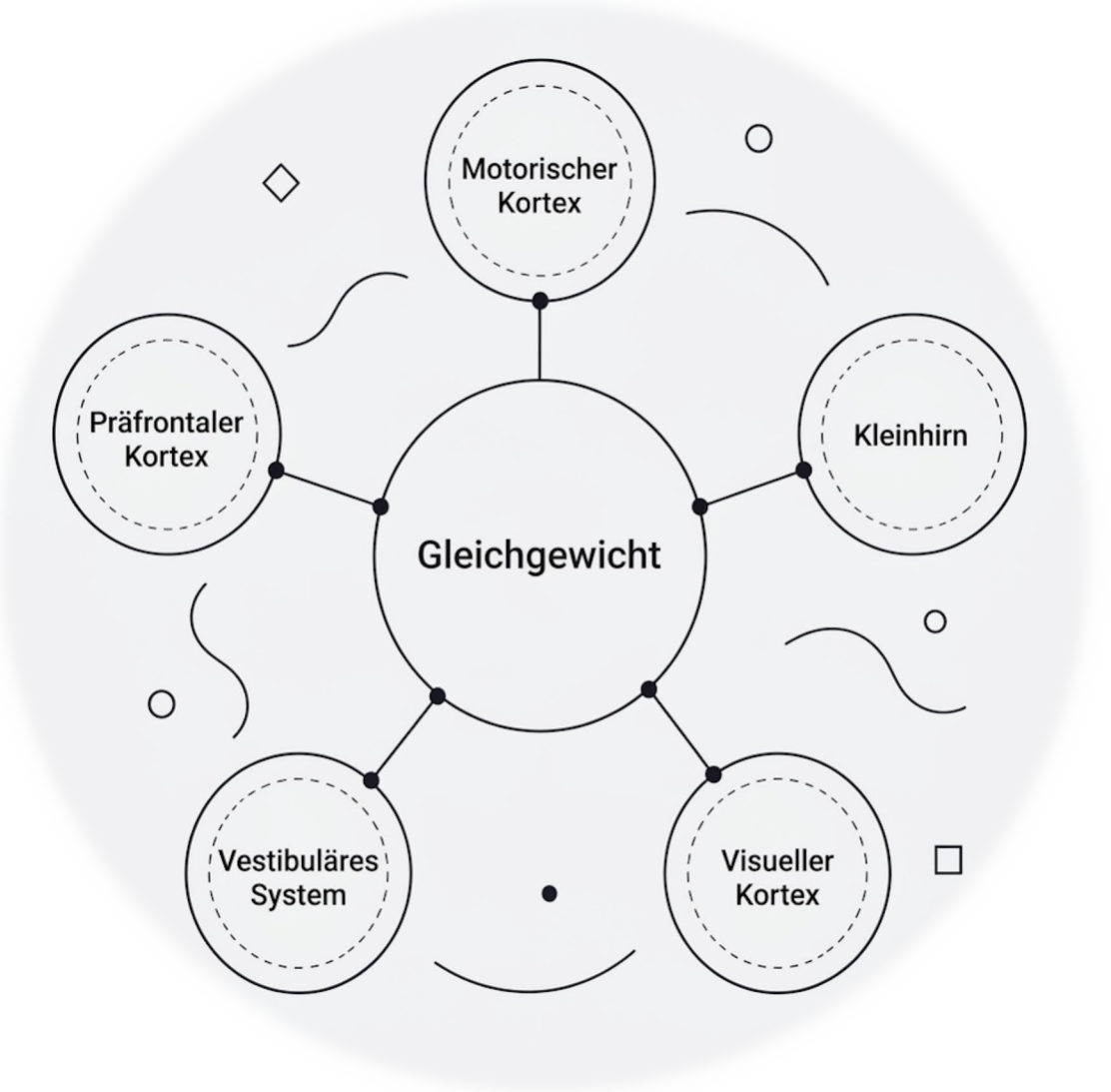
Krafttraining

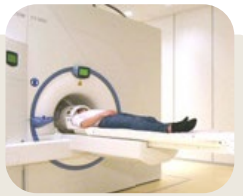
Schutz der Gehirnstruktur durch körperliche Belastung



Beide Formen verlangsamen den altersbedingten Abbau der **Kommunikationswege** im Gehirn und unterstützen **Gehirngesundheit**

Was bestimmt gutes Gleichgewicht?





Methoden: MRT, Gleichgewichtsleistung

Personen: aus allen älteren Gruppen

Analyse: Suche von strukturellen und funktionellen Verbindungen, die mit der Gleichgewichtsleistung zusammenhängen.

Moderne Gehirnanalysen zeigen: **Gutes Gleichgewicht** entsteht nicht durch eine einzelne Hirnregion. Stattdessen **arbeiten viele Regionen zusammen wie ein Team.**

Nicht eine Region – sondern ein **Netzwerk** ist verantwortlich für ein gutes Gleichgewicht

Training ist ein wirksames Mittel für gesundes Altern

Die Bewegungsform bestimmt die Anpassung

Gleichgewichtstraining

- Verbessert die **Hemmung** und die **Zusammenarbeit** im **Gehirn**
- Verbessert die **subjektive Schlafqualität**

Krafttraining

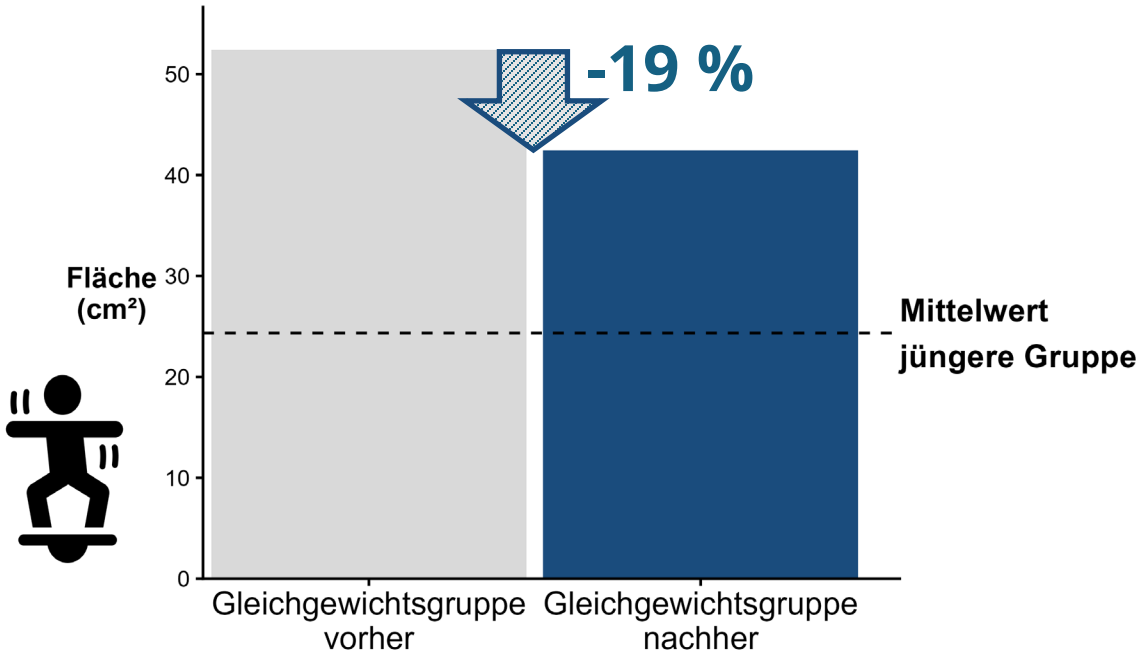
- Verbessert den **Gehirnstoffwechsel**
- Verbessert das **Durchschlafen**

Beide Trainingsformen

- Schützen die **Hirnstruktur** vor Abbau, verbessern die **Kommunikation** im Gehirn
- Unterstützen **gesundes Altern**

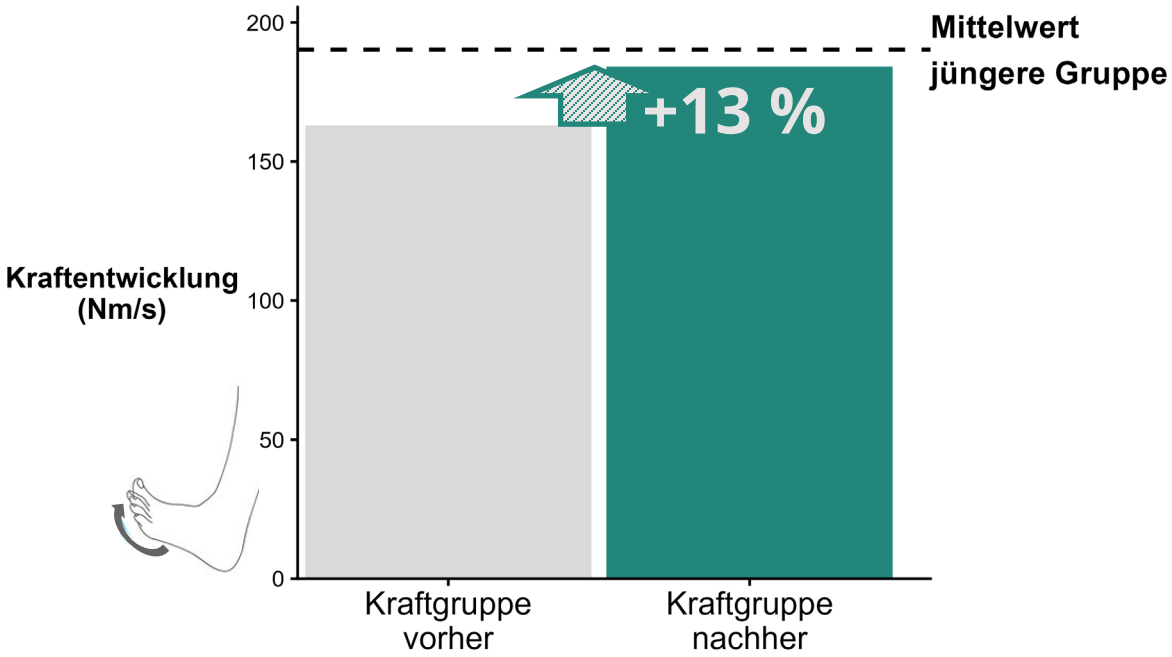
Altersbedingte Unterschiede der Motorik nehmen ab

Gleichgewichtsleistung der Senior:innen nähert sich nach dem Training dem Niveau der jüngeren Gruppe an



Gleichgewichtstraining

Kraftleistung der Senior:innen nähert sich nach dem Training dem Niveau der jüngeren Gruppe an

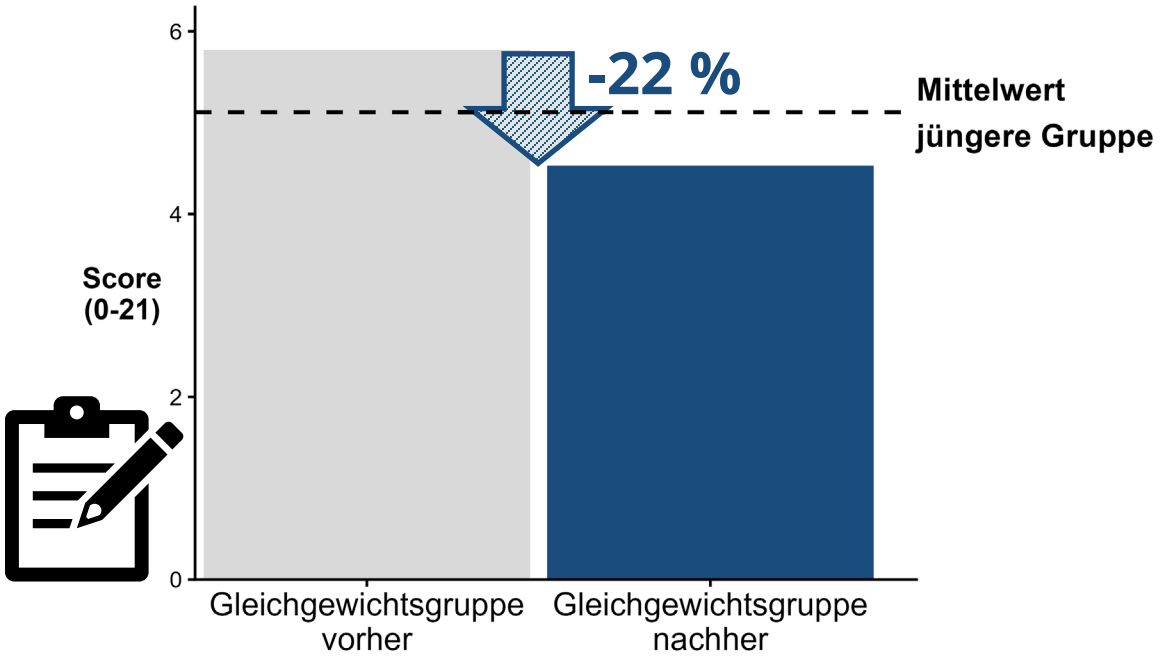


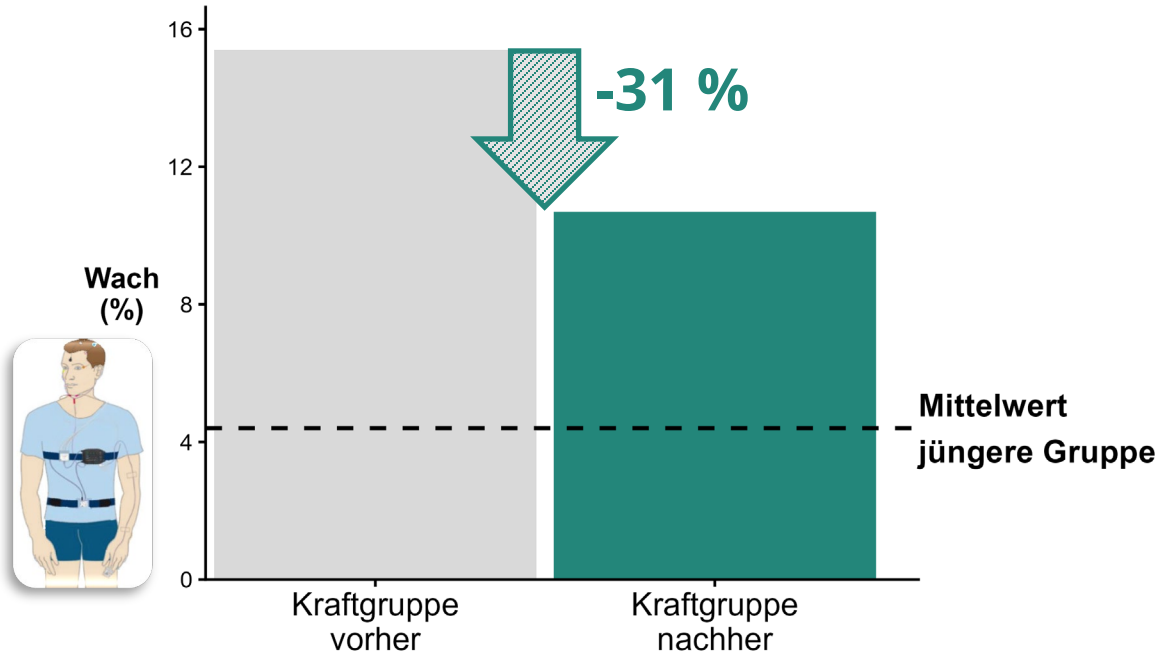
Krafttraining

Altersbedingte Unterschiede im Schlaf nehmen ab

Die Wahrnehmung der Schlafqualität der Senior:innen ist nach dem Gleichgewichtstraining **sogar besser** als in der jüngeren Gruppe.

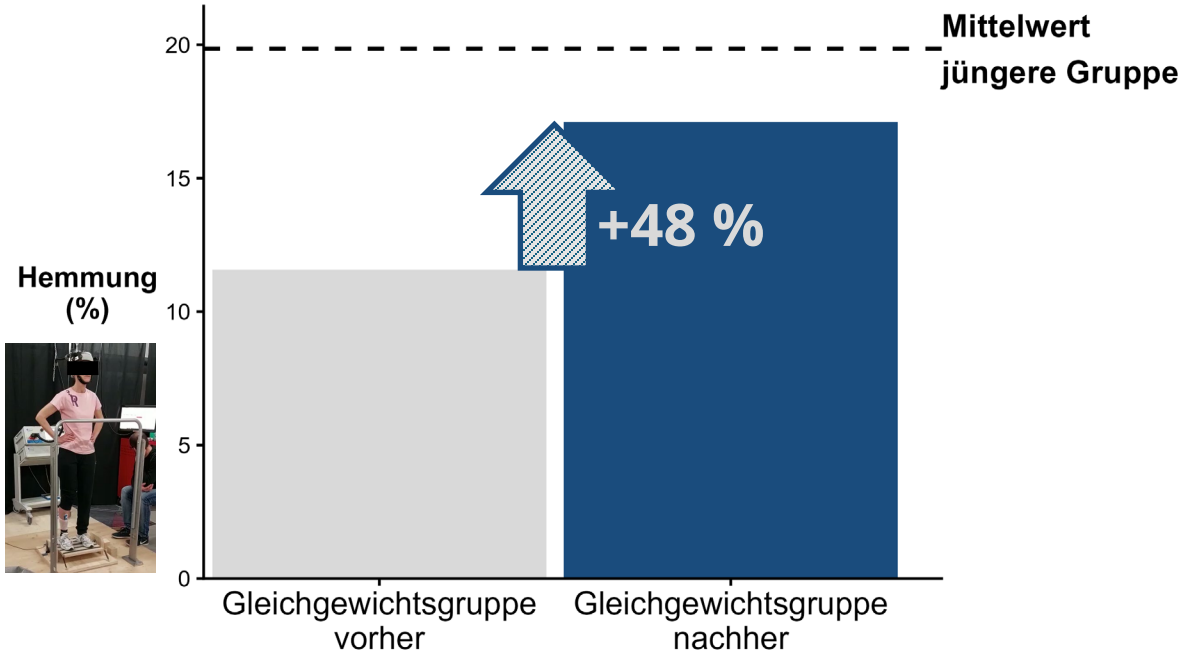
Die gemessenen Schlafparameter bei den Senior:innen nähern sich denen der jüngeren Gruppe an.



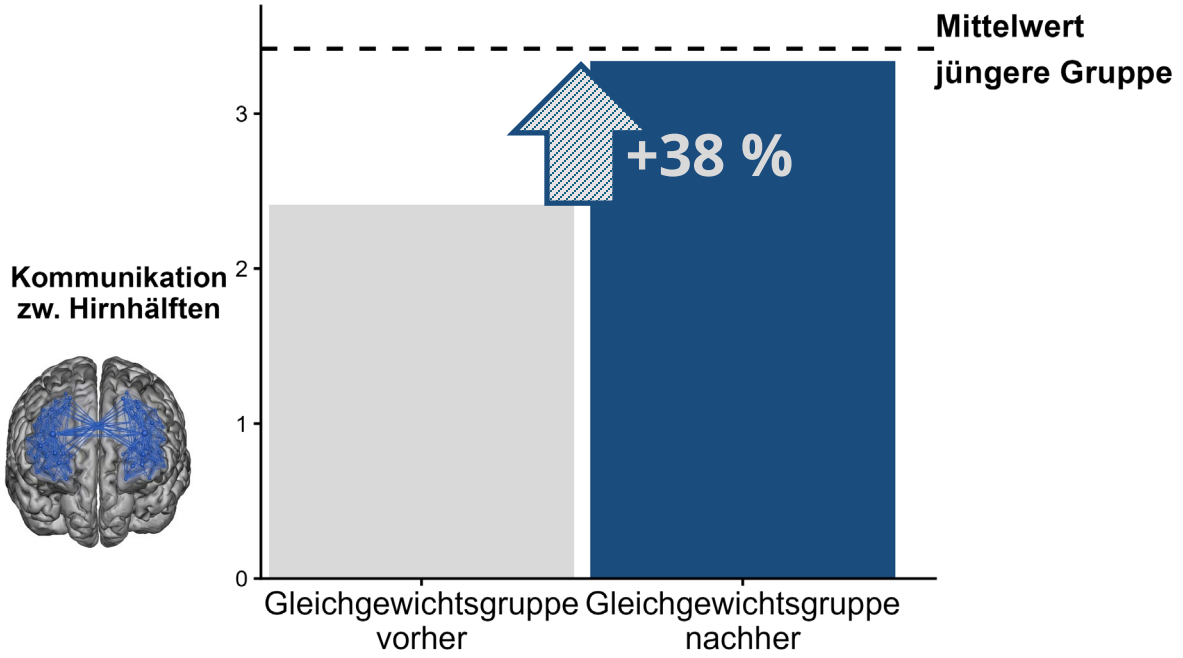


Altersbedingte Unterschiede im Gehirn nehmen ab

Die Hemmung im Gehirn während der Gleichgewichtsaufgabe nähert sich dem Niveau der jüngeren Gruppe an



Die Kommunikation zwischen den beiden Gehirnhälften erreicht beinahe das Niveau der jüngeren Gruppe



Fazit

Bereits nach drei Monaten erreicht man spezifische Anpassungen durch Gleichgewichtstraining oder Krafttraining – am besten macht man beides



Nicht-invasiv, keine Medikamente, keine Nebenwirkungen



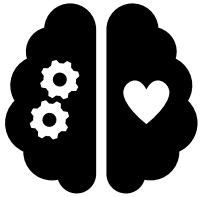
Positiver Einfluss auf den Schlaf



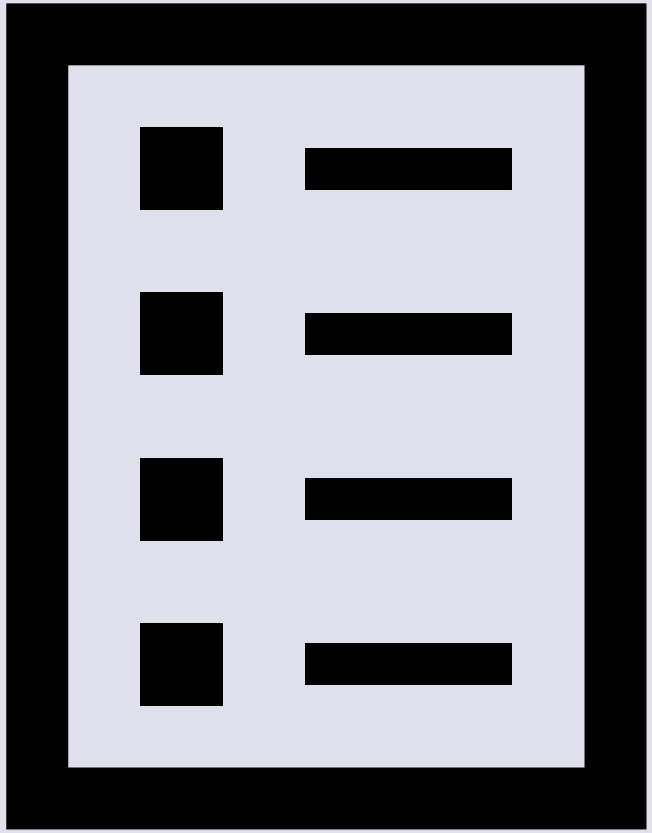
Verbessert die Stabilität & reduziert das Sturzrisiko



Zugänglich und für die meisten älteren Erwachsenen durchführbar



Das Gehirn bleibt lebenslang lern- und anpassungsfähig



Inhalt

- Allgemeine Einleitung
- Einige Zahlen und Fakten zum Projekt
- Rückblick
- Liste Publikationen
- Einzelne Publikationen und Hauptaussagen
- **Danksagungen**

Danke an alle Teilnehmenden!







Auch diejenigen in den Kontrollgruppen !

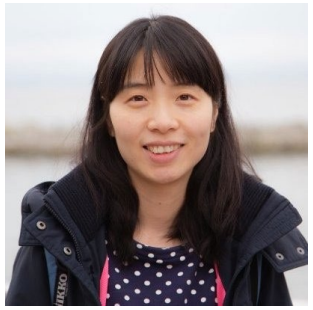
Danke an alle involvierten Personen

Forschungsteam


Prof. Dr. Wolfgang Taube


Dr. Sven Egger


Prof. Dr. Björn Rasch


Dr. Lijing Xin


PD Dr. Benedikt Lauber


Selin Scherrer


Dr. Anna Wick

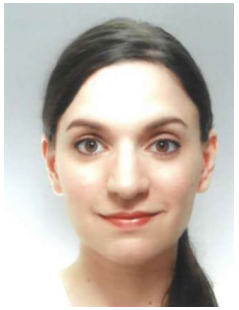

Dr. Xinyu Liu

Trainingsteam


Franziska Peier


Mathilde Truffer


Alexandra Perroud


Melanie Lema

Unterstützt durch: FNSNF Swiss National Science Foundation

Zusammenarbeit zwischen: UNI FR EPFL

Referenzen

- KI:
  - Einzelne Bilder wurden erstellt unter Zuhilfenahme von Gemini & Microsoft Copilot
- Icons:
  - Spiegel icon (Folie 3): entworfen von Hajicon auf Flaticon
  - Work-life balance (Folie 3): entworfen von logisstudio auf Flaticon
  - Soziale Kontakte (Folie 3): entworfen von Magnific auf Flaticon
  - Sturzprävention (Folie 6): Shutterstock
  - Rehabilitation (Folie 6): entworfen von Magnific auf Flaticon
  - Nackenschmerzen (Folie 6): iStock
  - Sprungkraft (Folie 6): entworfen von Magnific auf Flaticon