

Neural Decoding of Visual Imagery During Sleep

T. Horikawa, M. Tamaki, Y. Miyawaki & Y. Kamitani (2013)

Brown University, USA & The University of Electro-Communications, Japan

PSY_M1-1: DATA SCIENCE IN THEORY

DOZENT: DR. JULIAN KEIL

REFERENTINNEN: FREDERIKE PAHLKE & CAROLINE SELLHORN

INSTITUT FÜR PSYCHOLOGIE AN DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL



<https://sz-magazin.sueddeutsche.de/leben-und-gesellschaft/traumdeutung-bekannte-87793>

"Wie Psychotherapie im Schlaf"

Träume sind Schäume? Von wegen. Wer sich mit dem nächtlichen Kopfkino gründlich auseinandersetzt, kann etwas über sich lernen. Denn Träume spiegeln nicht nur Grundmuster der eigenen Person wider - sie lassen sich auch beeinflussen.

DREAMS
ARE MY
REALITY



Träume sind Gefühle in bewegten Bildern



Gerade die junge Generation hat gemerkt, dass das Sprechen über Träume bereichernd sein kann, dass es verbindet und dass es etwas Kreatives hat, sich darüber auszutauschen.

Traumdeutung

„Königsweg des Unbewussten“: Der Traum als Wunsch

PSYCHOLOGIE

Was Träume über das Seelenleben des Menschen verraten

von Ute Eberle

MERKEN

Im Traum erleben wir die verrücktesten Dinge. Dann wachen wir auf und rätseln nicht selten, was sie zu bedeuten haben. Seit mehr als einem Jahrhundert beschäftigen sich Wissenschaftler mit der Deutung unserer nächtlichen Fantasien – und haben verblüffende psychologische Erklärungen gefunden

Warum Träumen wichtig ist

„Wenn wir am Träumen gehindert werden, dann staut sich alles Erlebte in uns auf“, so Benediktinermönch [Anselm Grün](#) in seinem Buch **Vom spirituellen Umgang mit Träumen**. „Die Träume verdauen das Erlebte und machen uns am nächsten Tag wieder offen für das Neue, das auf uns einströmt.“



Der Traum ist der königliche Weg zu unserer Seele.

Sigmund Freud

Surreale Bilder sind verschlüsselte Wahrheiten: Wer seine Träume deuten kann, erfährt viel über seine eigenen Stärken und Schwächen. Denn Träume spiegeln Grundmuster der eigenen Persönlichkeit wider.

Gliederung

- I. Theoretischer Hintergrund
- II. Studieninhalt
- III. Paarweises Dekodieren
- IV. Multilabel Dekodierung
- V. Ergebnisse & Aktuelles

I. Theoretischer Hintergrund

- I. SCHLAF
- II. SCHLAFLABOR
- III. SCHLAFSTADIEN
- IV. TRAUM

Theoretischer Hintergrund

I. Schlaf

Spekulation über Funktionen:

- Reparatur- und Erholungsfunktion
- Sonderzustand des Gehirns
- Ergebnis des evolutionären Anpassungsprozesses
- Optimierung der Hirnarbeit

Historie:

- Loomis et al., 1937: erstmals EEG an schlafenden Menschen:
 - Mehrfache Veränderung hirnelektrischer Aktivität im Laufe der Nacht
 - Hirnelektrische Aktivität wechselt in zyklischer Weise zwischen bestimmten EEG-Mustern im Zusammenhang mit der Schlaftiefe (bzw. Höhe der Weckschwelle)
- Aserinsky & Kleitmann, 1953: erster wissenschaftlicher Beleg für REM-Schlaf
 - Entwicklung der Schlafforschung zu eigenständiger humanwissenschaftlicher Forschungsdisziplin

Theoretischer Hintergrund

II. Schlaflabor

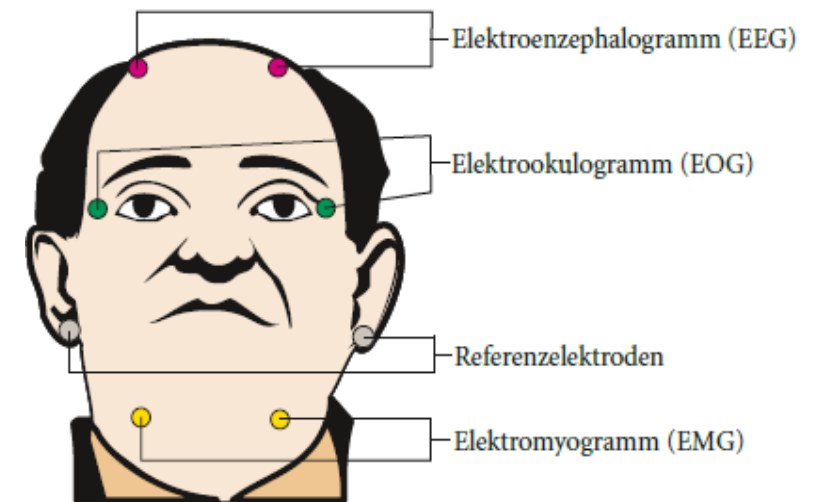
Polysomnografie = Registrierung mehrerer Variablen während des Schlafs

3 Grundvariablen der Schlafuntersuchung:

1. Elektroenzephalographie (EEG)
→ Aufzeichnung hirnelektrischer Aktivität
2. Elektrookulographie (EOG)
→ Erfassung horizontale Augenbewegung
3. Elektromyographie (EMG)
→ Muskelspannung der Wangen-, Hals- oder Nackenmuskulatur

+ Erhebung zusätzliche Variablen:

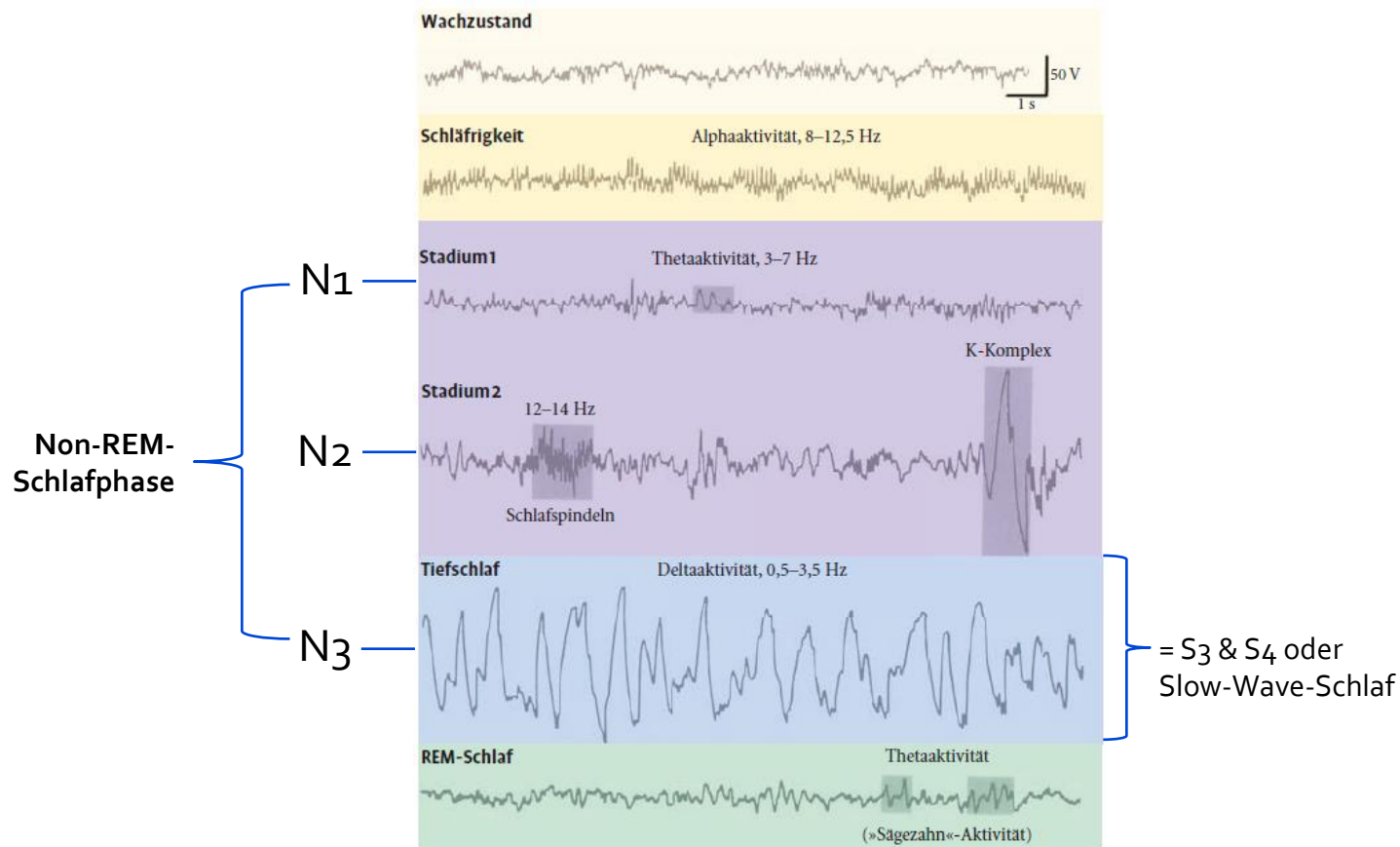
- Herz-Kreislauf-Aktivität, Atmung, Grobmotorik, Genitaldurchblutung



Typische Elektrodenposition bei Schlafableitung

Theoretischer Hintergrund

III. Schlafstadien



Wellentypen auf Basis der Frequenz:

Deltawellen (δ): 0,5 – 3 Hz

Thetawellen (θ): 4 – 7 Hz

Alphawellen (α): 8 – 13 Hz

Betawellen (β): 14 – 30 Hz

Gammawellen (γ): 31 – 60 Hz

Typisches EEG in verschiedenen Schlafstadien

Schandy, R. (2016). *Biologische Psychologie*, S. 373

Rechtschaffen & Kales (1968); neue Nomenklatur der American Association of Sleep Medicine

Theoretischer Hintergrund

REM vs. Non-REM-Schlafphase

- Schlaf unterteilbar in REM- und Non-REM-Schlafphasen

REM-Schlafphase:

- unruhige Schlafphase mit schneller Augenbewegung „rapid eye movements“ (1 -4 Rollbewegungen in kurzen Zügen)
- Hochfrequentes EEG, ähnlich zu Wachzustand
- Thetaaktivität
- Muskuläre Inaktivierung
- Muskelzuckungen (= Myocloni)

Non-REM-Schlafphase:

- Regelmäßige Atmung, geringe motorische Aktivität, geringe Muskelspannung
- Keine Augenbewegung, keine Muskellähmung
- Langsame, niederfrequente EEG-Muster

Theoretischer Hintergrund

IV. Traum

= physiologisch und psychologisch bewusster Zustand während des Schlafs

- oft durch endogene, sensorische, motorische und emotionale Erfahrungen gekennzeichnet
- in Non-REM und REM-Schlafphase kognitive Aktivierung in qualitativ unterschiedlicher Art und Weise:

Non-REM-Traumberichte	REM-Traumberichte
<ul style="list-style-type: none">• 25 - 50 % nach Weckung• rationale, realitätsnahe Schilderungen• Wiedergabe von Gedankenabläufen und Überlegungen	<ul style="list-style-type: none">• 70 % nach Weckung• länger als Non-REM Traumberichte• visuelle Bilder + Bewegung im Raum• lebendige, häufig bizarre, komplizierte, gefühlsbetonte Schilderungen• intensive Emotionen + Überzeugung, dass Traumfiguren/-ereignisse/-situationen real sind

Kann man Träume lesen?

Wie wäre es, wenn wir über maschinelles Lernen herausfinden könnten, was eine Person gerade träumt?



<https://www.youtube.com/watch?v=7nLPaqmMDLs>

II. Studieninhalt

- I. STUDIENIDEE
- II. STICHPROBE
- III. METHODE

Studieninhalt

I. Studienidee

WARUM?

anhaltende Spekulationen über Trauminhalte

- erschwerte Analyse durch unbekannten und privaten Charakter

WAS?

visuelle Bilder während des Schlafs

- Vorstellung eines neuronalen Dekodierungsansatzes
- Vorhersage von Inhalten visueller Bilder während des Schlafens anhand der gemessenen Hirnaktivität durch maschinelles Lernen

WIE?

EEG, fMRI, lexikalische und Bilddatenbanken

- Tracking des Schlafstadiums mittels EEG
- Dekodierung spontaner Hirnaktivität während des Schlafs mittels funktioneller Magnetresonanztomografie (fMRI)

WOZU?

Vorhersage subjektiver Trauminhalte durch objektive neuronale Messungen

- Genaue Klassifizierung, Erkennung und Identifizierung von Träumen
- Repräsentation visueller Inhalte im Schlaf durch Hirnaktivitätsmuster

HYPOTHESE: Die Inhalte visueller Bilder während des Schlafs werden (teilweise) durch visuelle kortikale Aktivitätsmuster repräsentiert, die der Stimulusrepräsentation entsprechen.

Studieninhalt

II. Stichprobe

vorab Testung:

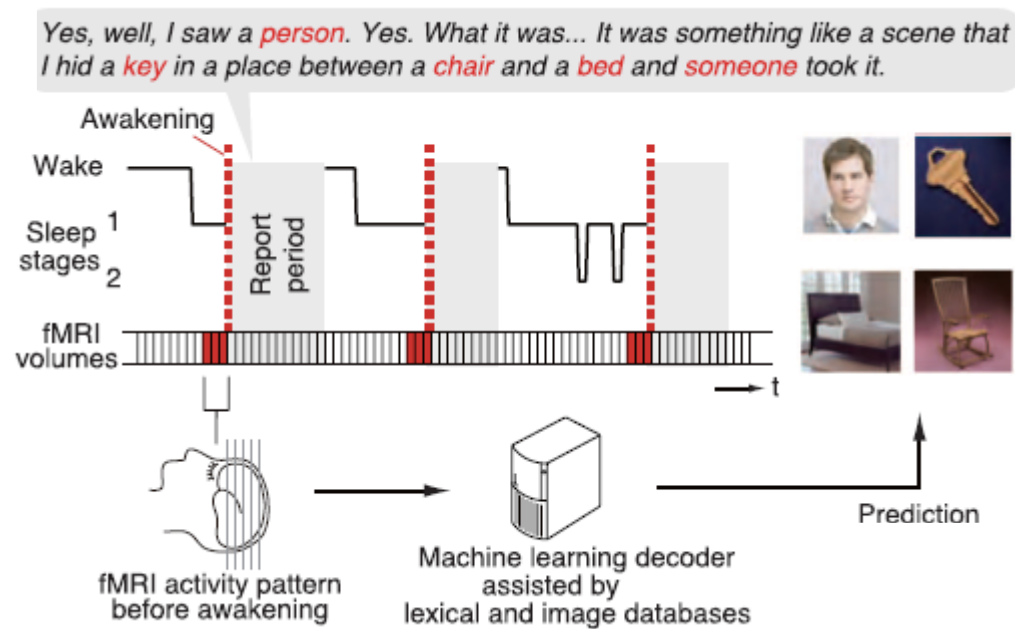
- Schlaf- und Wachzeiten, Regelmäßigkeit der Schlafgewohnheiten, Schlafbeschwerden, Schlafbedingungen, Nickerchen, Regelmäßigkeit des Lebensstils (u.a. Essenszeiten), physischer und psychiatrischer Gesundheitszustand
- N = 3:
 - japanisch, männlich, Alter 27 – 39, normale Sehschärfe, keine psychische/physiologische Erkrankung, keine Schlafstörungen, kein Alkohol- und/oder Nikotinkonsum vor dem Schlafen

Konstanthaltung:

- 3 Tage vor Experiment: Schlaf-Wach-Gewohnheiten beibehalten
- 1 Tag vor Experiment: Verzicht auf Alkohol, übermäßige körperliche Betätigung, Nickerchen
- Durchschnittlich > 6 h Schlaf in der Nacht vor Experiment

Studieninhalt

III. Methode



o. Vorbereitung:

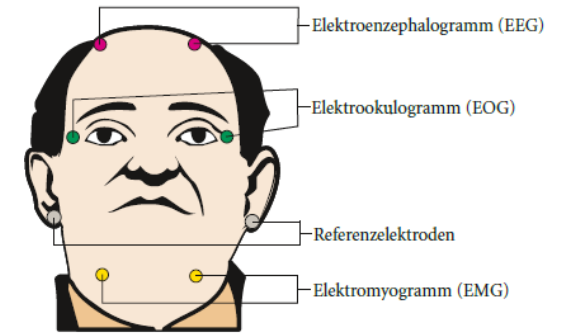
- Vorbereitung des EEGs zur Überprüfung der Schlafstadien angeschlossen
- fMRI Scanner
- Zusätzliche Überprüfung von Augenbewegung, Muskelspannung und Herzrhythmus

Studieninhalt

Reminder: Instrumente + Funktion

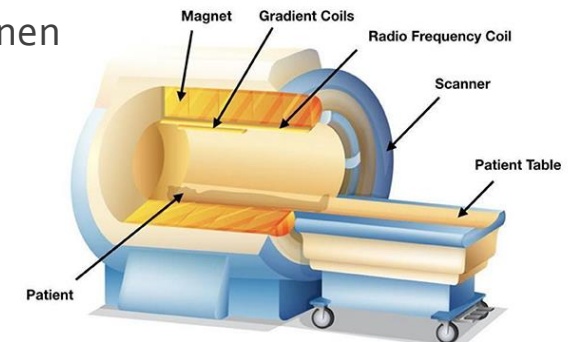
Polysomnographie

- Elektrische Hirnaktivität: Elektroenzephalogramm (EEG)
- Augenbewegung: Elektroofulogramm (EOG)
- Muskelspannung: Elektromyogramm (EMG)
- Herzrhythmus: Elektrokardiogramm (EKG)



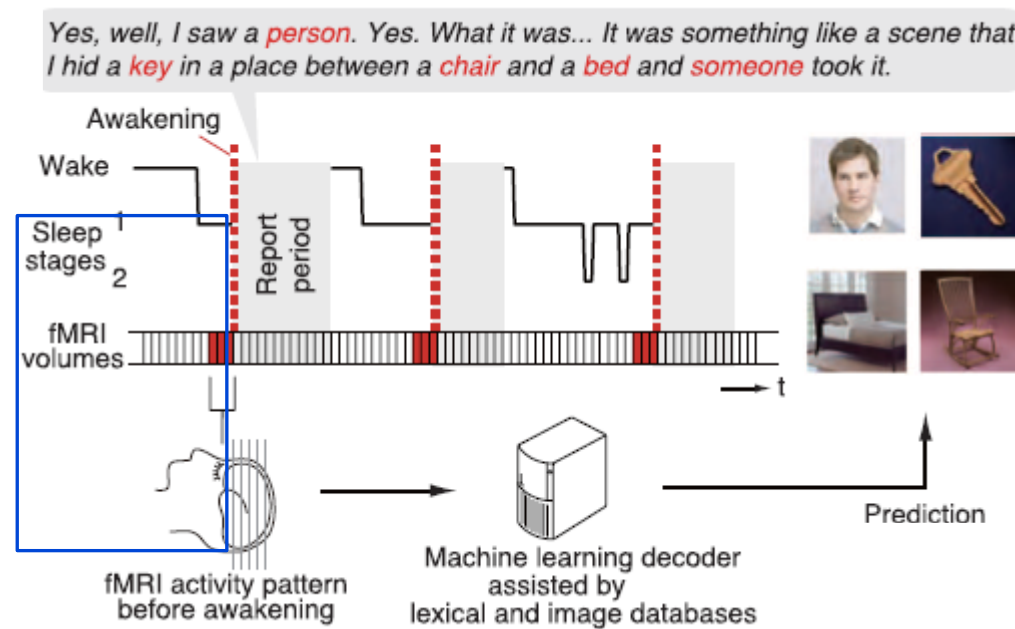
funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRI)

- Messung aktivierter Gehirnnareale über Sauerstoffgehalt des Blutes einzelner Hirnregionen
 - Region mit erhöhter Nervenzellenaktivität weist erhöhten Sauerstoff- und Glukosebedarf auf
 - Region wird infolge einer Gefäßerweiterung mit mehr Blut versorgt



Studieninhalt

III. Methode



o. Vorbereitung:

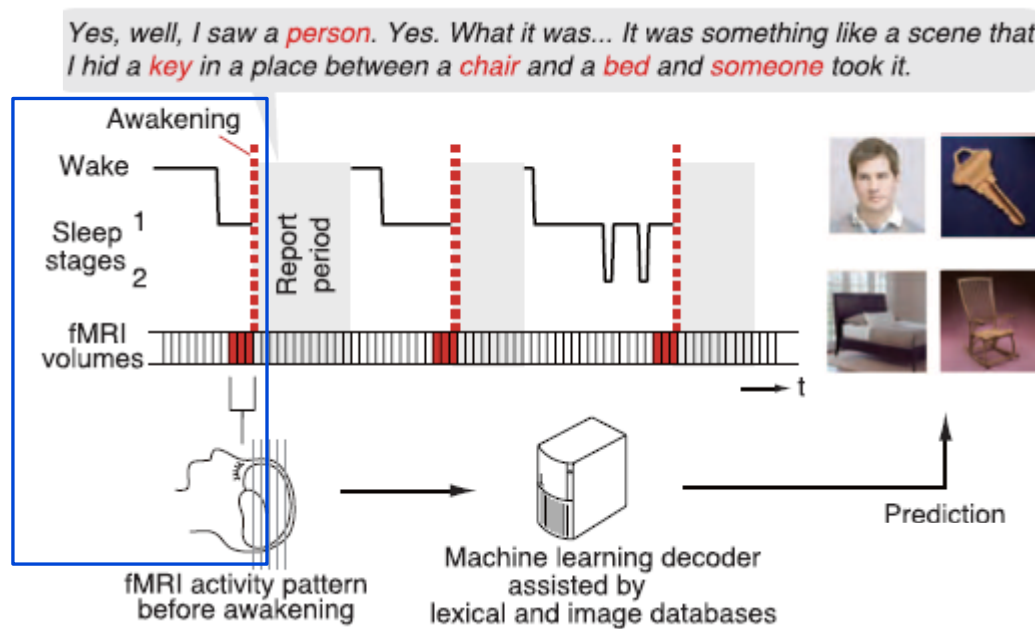
- Vorbereitung des EEGs zur Überprüfung der Schlafstadien angeschlossen
- fMRI Scanner
- Zusätzliche Überprüfung von Augenbewegung, Muskelspannung und Herzrhythmus

1. VPn werden gebeten zu schlafen:

- Wichtig: Kein Ausüben von Druck

Studieninhalt

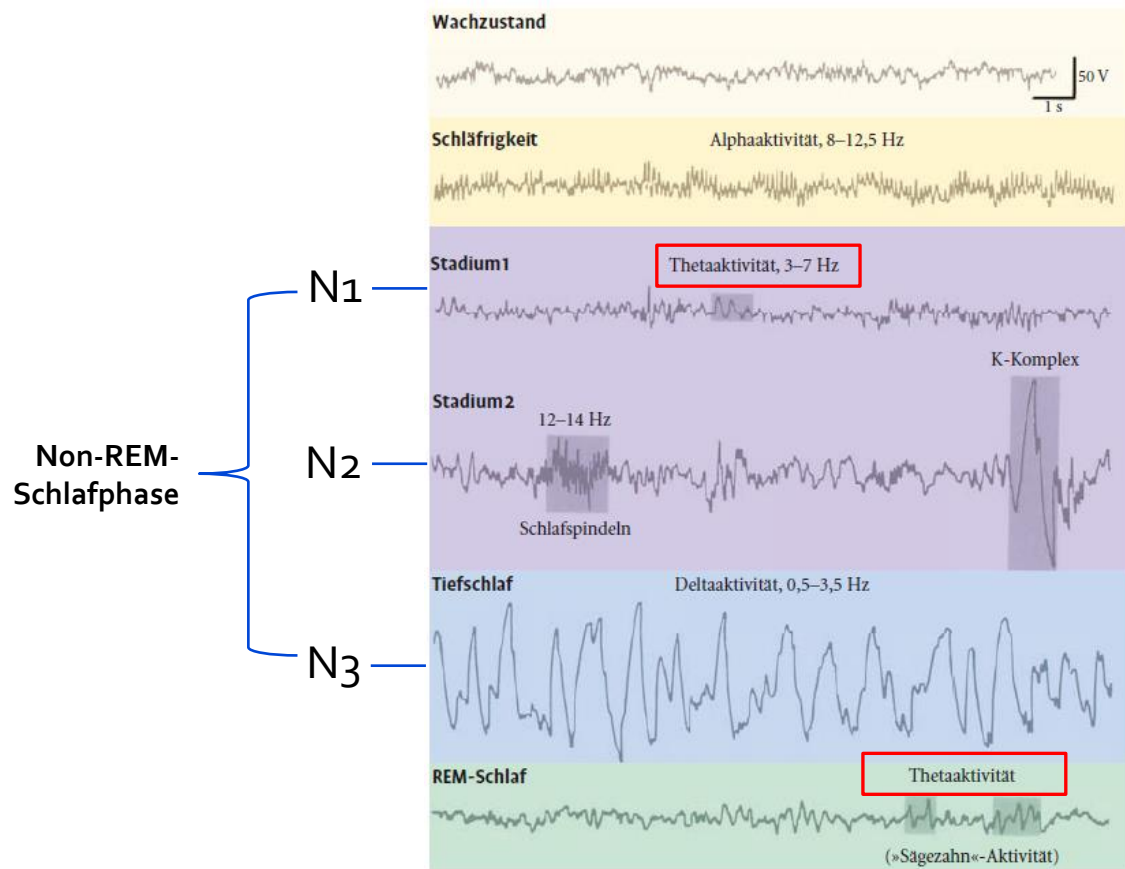
III. Methode



3. Weckung bei Erkennung der EEG-Signatur für Schlafstadium 1

- Alpha-Wellen-Unterdrückung und hauptsächlich Theta-Frequenzen

Warum eine Messung in Stadium 1?



Typisches EEG in verschiedenen Schlafstadien

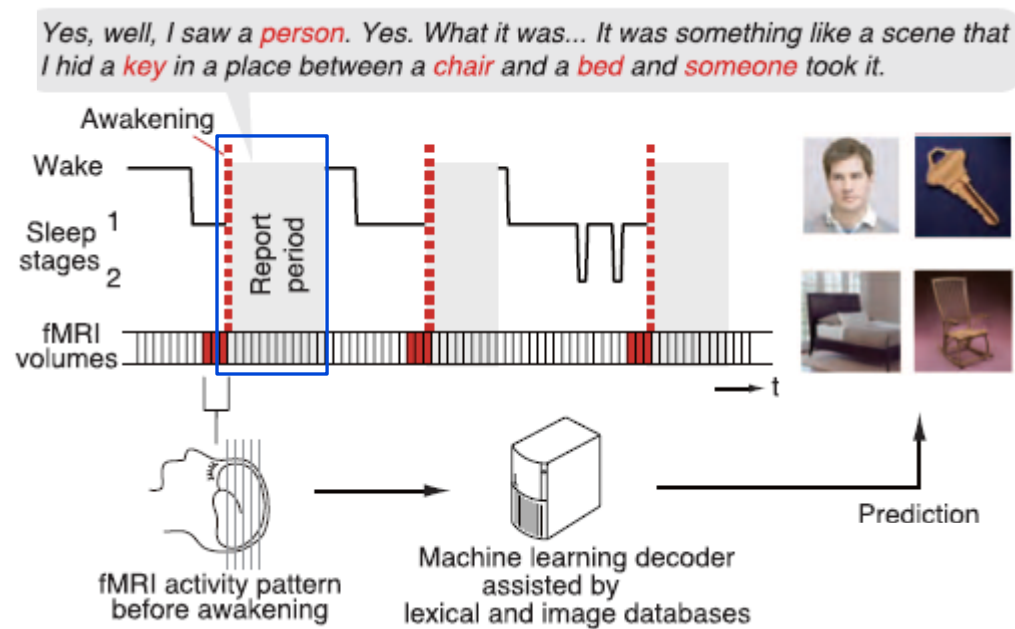
Schandry, R. (2016). *Biologische Psychologie*, S. 373

- Stadium 1 und REM-Schlaf weisen beide dominante Thetaaktivität auf
- Traumberichte aus Stadium 1 und REM-Schlaf sind ähnlich in: Häufigkeit, Länge, Inhalt
- Unterschiede z.B. in affektiver Komponente

Rechtschaffen & Kales (1968); neue Nomenklatur der American Association of Sleep Medicine

Studieninhalt

III. Methode



3. Weckung bei Erkennung der EEG-Signatur für Schlafstadium 1

- Alpha-Wellen-Unterdrückung und hauptsächlich Theta-Frequenzen

4. Erfassung freier verbaler Bericht

- Visuelle Erfahrung und mentale Inhalte vor Erwachen

5. Wiederholung

- VPn erhält Anweisung zum erneuten Schlafen

Operator



Subject

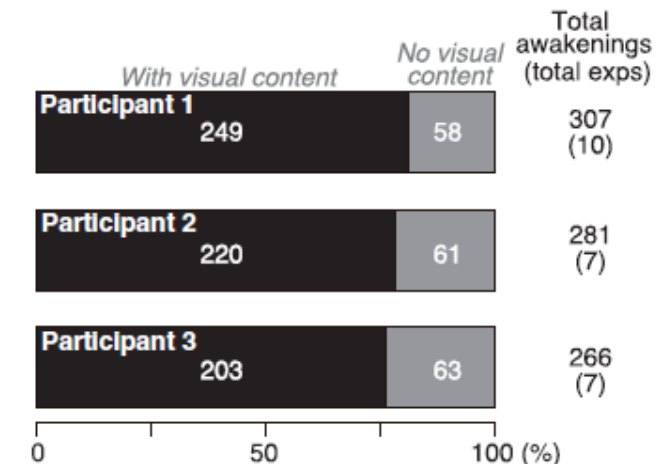
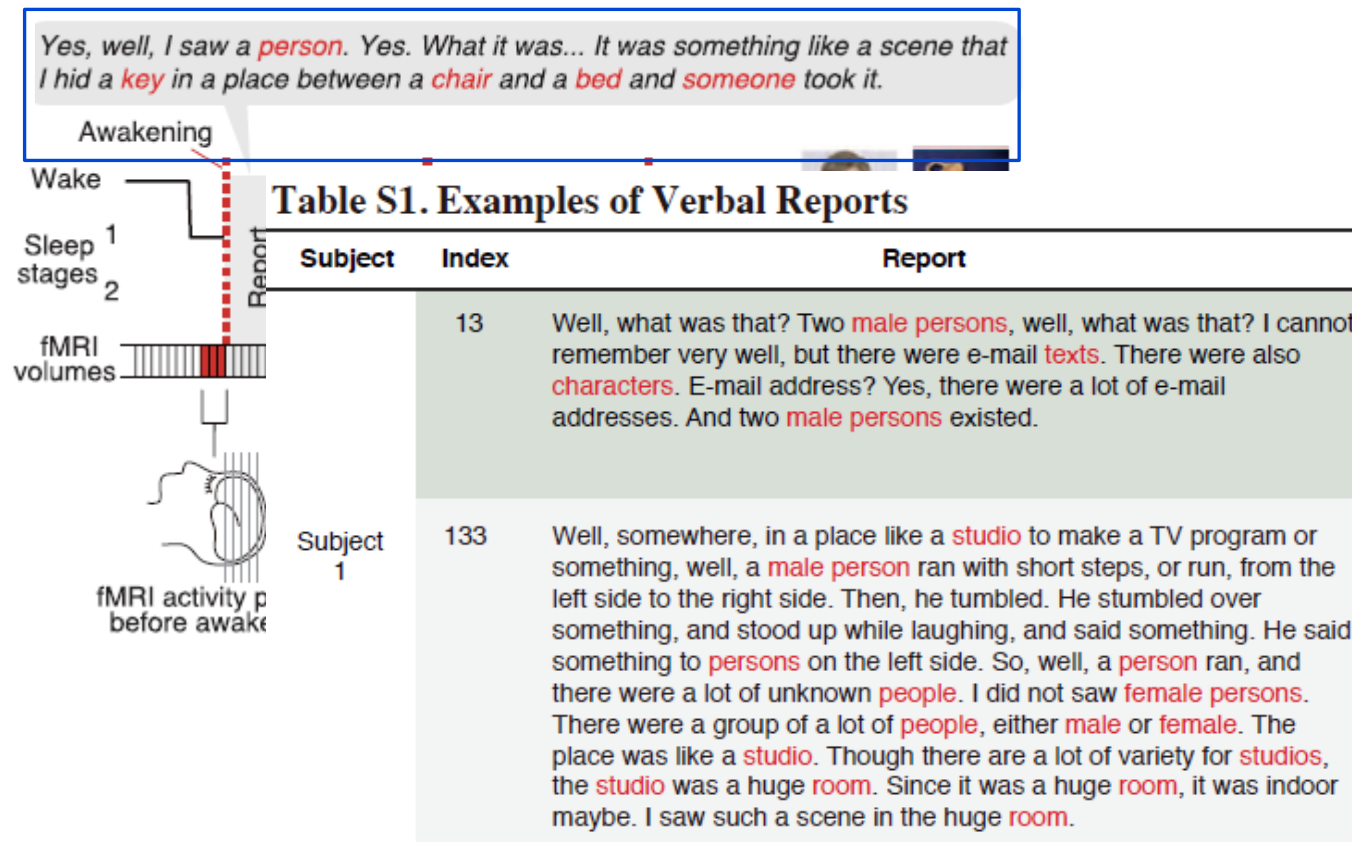


Well, a plane preparing to take off...

<https://www.youtube.com/watch?v=1ZHGya5EU08>

Studieninhalt

III. Methode



Studieninhalt

III. Methode

Table S1. Examples of Verbal Reports

Subject	Index	Report	Word
Subject 1	13	Well, what was that? Two male persons , well, what was that? I cannot remember very well, but there were e-mail texts . There were also characters . E-mail address? Yes, there were a lot of e-mail addresses. And two male persons existed.	male person text character
	133	Well, somewhere, in a place like a studio to make a TV program or something, well, a male person ran with short steps, or run, from the left side to the right side. Then, he tumbled. He stumbled over something, and stood up while laughing, and said something. He said something to persons on the left side. So, well, a person ran, and there were a lot of unknown people . I did not saw female persons . There were a group of a lot of people , either male or female . The place was like a studio . Though there are a lot of variety for studios , the studio was a huge room . Since it was a huge room , it was indoor maybe. I saw such a scene in the huge room .	studio room male person people

Vorgehen:

- Manuelle Extraktion von Wörtern, die visuelle Objekte/ Szenen beschreiben
- Einfügen in WordNet (lexikalische Datenbank)

Studieninhalt

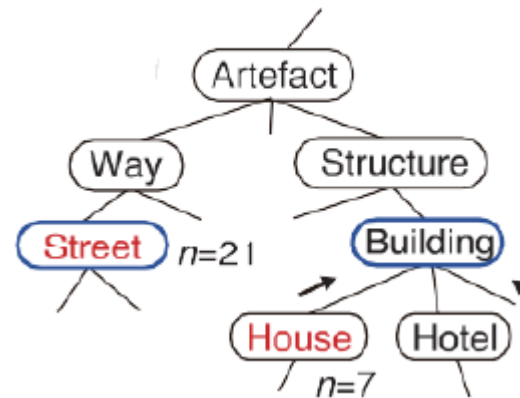
III. Methode

Table S1. Examples of Verbal Reports

Subject	Index	Report	Word	Base synset
	13	Well, what was that? Two male persons , well, what was that? I cannot remember very well, but there were e-mail texts . There were also characters . E-mail address? Yes, there were a lot of e-mail addresses. And two male persons existed.	male person text character	male (male person) writing (written material, piece of writing) character (grapheme, graphic symbol)
				workplace (work) room male (male person) group (grouping)

WordNet (lexikalische Datenbank)

- Gruppierung von semantisch ähnlichen Wörtern zu Synsets in hierarchischer Struktur
- **Synset** = Wortfeld aus Einheiten, die bestimmte Bedeutung eines Worts repräsentieren
- Wörter, die in mind. 10 Berichten einer VPn auftauchten, zu **Basissynsets** gruppiert



Studieninhalt

III. Methode

Table S2. List of Base Synsets for Subject 1

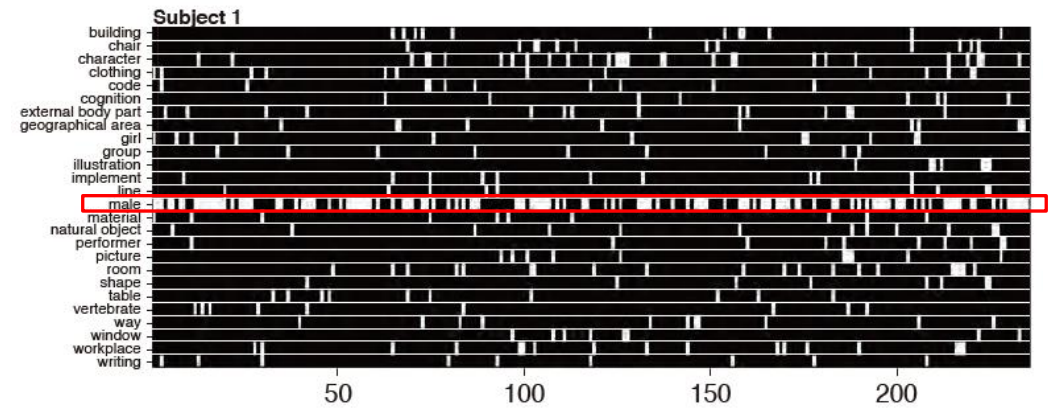
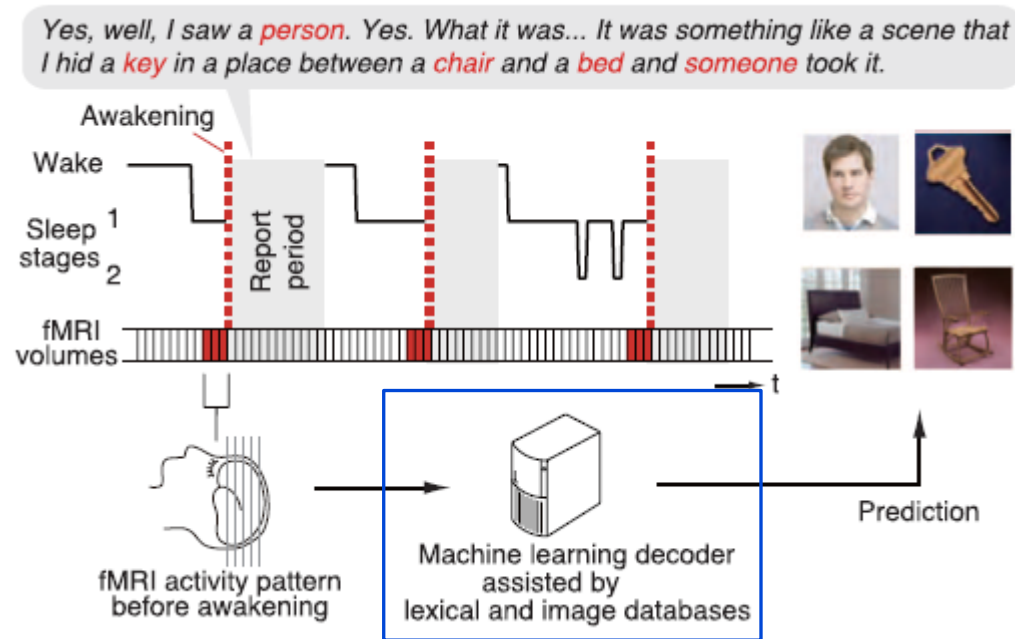
Base synset	ID	Definition	Reported word	Count	Meta-category
male (male person)	09624168	a person who belongs to the sex that cannot have babies	gentleman, boy, middle-aged man, old man, young man, male, dandy	127	Human
character (grapheme, graphic symbol)	06818970	a written symbol that is used to represent speech	character, letter	35	Others
room	04105893	an area within a building enclosed by walls and floor and ceiling	booth, conference room, room, toilet	20	Scene
workplace (work)	04602044	a place where work is done	laboratory, recording studio, studio, workplace	17	Scene
external body part	05225090	any body part visible externally	lip, hand, face	17	Others
natural object	00019128	an object occurring naturally; not made by man	leaf, branch, figure, beard, mustache, orange, coconut, moon, sun	13	Others
building (edifice)	02913152	a structure that has a roof and walls and stands more or less permanently in one place	bathhouse, building, house, restaurant, schoolhouse, school	12	Scene
clothing (article of clothing, vesture, wear, wearable, habiliment)	03051540	a covering designed to be worn on a person's body	clothes, baseball cap, clothing, coat, costume, tuxedo, silk hat, hat, T-shirt, kimono, muffler, polo shirt, suit, uniform	13	Object
chair	03001627	a seat for one person, with a support for the back	chair, folding chair, wheelchair	12	Object

Metakategorien:

- Menschen
- Szenen
- Objekte
- andere

Studieninhalt

III. Methode

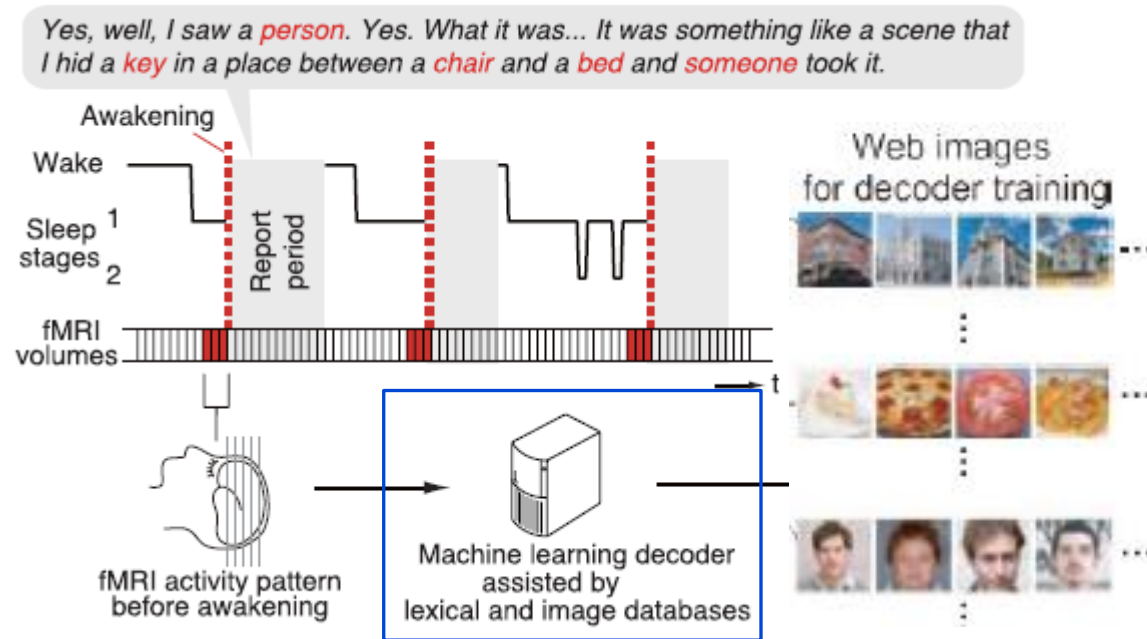


Dekodierung der Daten

- fMRI-Daten wurden mit einem visuellen Inhaltsvektor versehen
- jedes Element zeigt Vorhandensein/Fehlen eines [Basissynsets](#) im nachfolgenden Bericht an

Studieninhalt

III. Methode

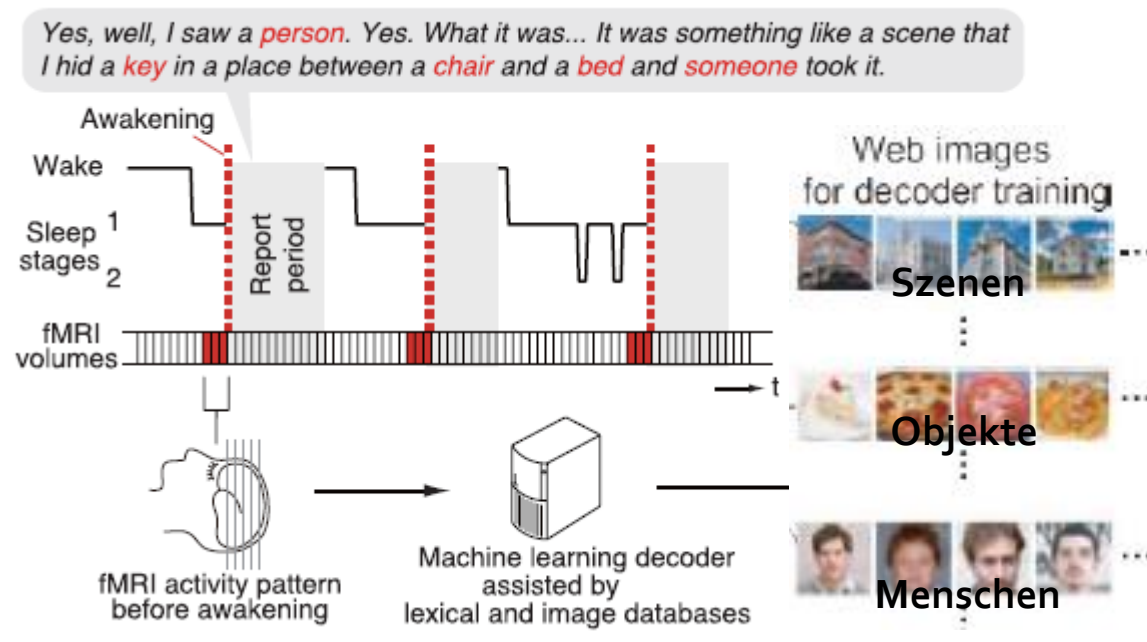


Dekodierung der Daten:

1. Kollektion von Stimulusbildern von ImageNet/Google Bilder passend zu Basissynsets
→ ImageNet = Bilddatenbank, in der Bilder nach WordNet gruppiert sind
2. Erhebung von stimulusinduzierten fMRI-Daten für jedes Basissyndrom bei Betrachtung der Stimulusbilder (gleiche fMRI-Einstellung wie im Schlaf)

Studieninhalt

III. Methode



Dekodierung der Daten:

3. Konstruktion der Dekodierer durch Programmierung von linearen Support-Vektor-Maschinen auf fMRI-Daten der Betrachtung der Synsets
4. Input für Dekodierer: Multivoxel-Muster in visuellen Kortizees und Subregionen
→ **Reminder: Voxel** = Gehirnaktivität gemessen in kleinen Volumina

Studieninhalt

III. Methode

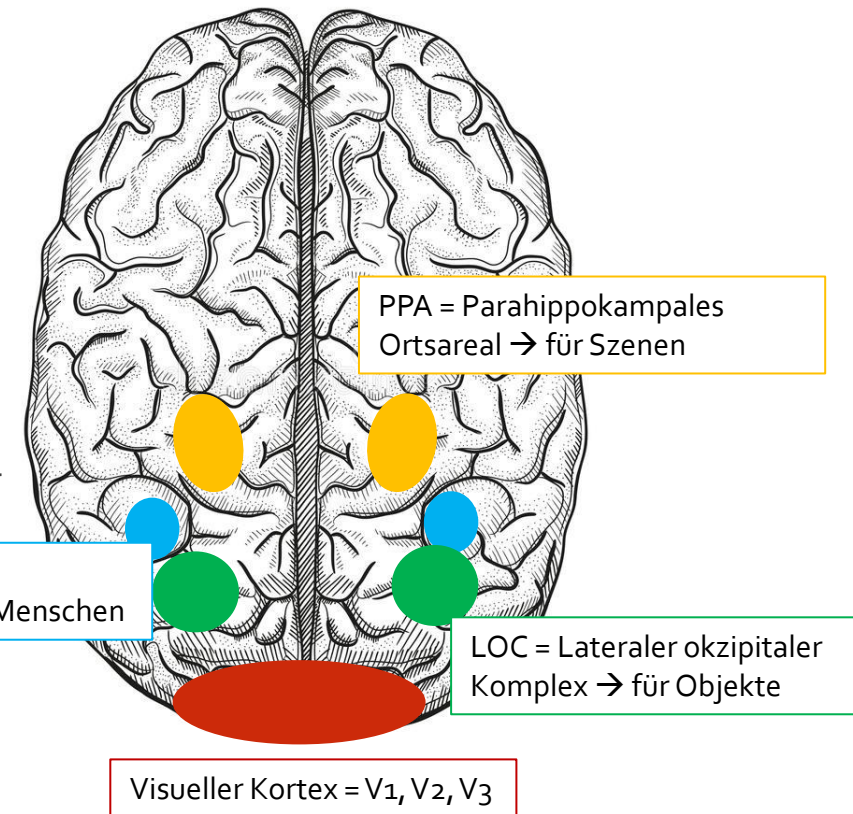


Retinotopie

- Festlegung Grenzen zwischen einzelnen kortikalen Arealen
- Abgrenzung Areale V₁, V₂ und V₃
- LVC = low visual cortex (V₁, V₂, V₃)

Lokalisation visueller Areale

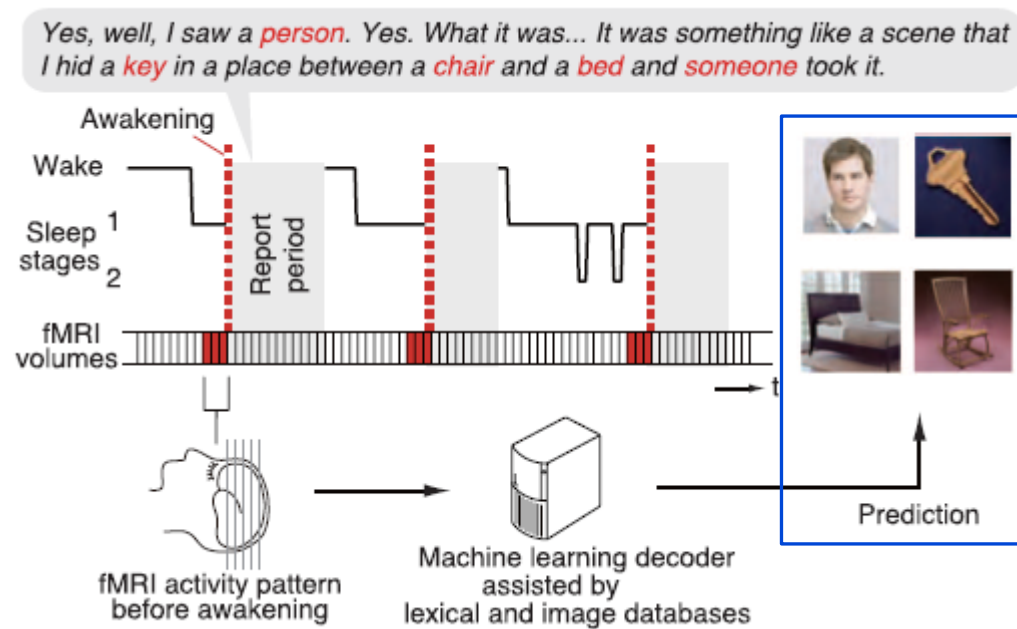
- Lokalisierungsexperimente mittels intakter/verschlüsselter Bilder
- Identifikation von LOC, FFA und PPA
- HVC = high visual cortex (LOC, FFA, PPA)



<https://de.dreamstime.com/stock-abbildung-gehirn-image50187994>

Studieninhalt

III. Methode



Vorhersage von visuellen Bildern

- mangelhafte Grafik
- nur Beschreibung des Ablaufs
- keine Vorhersage von visuellen Bildern während Schlafs

III. Paarweises Dekodieren

I. ABLAUF

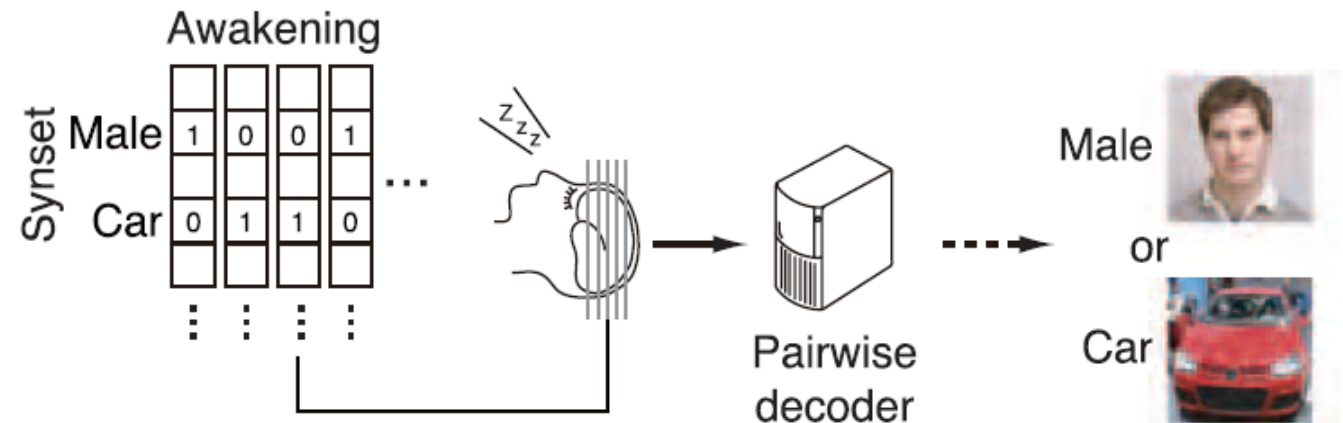
II. DEKODIERGENAUIGKEIT

Paarweises Dekodieren

I. Ablauf

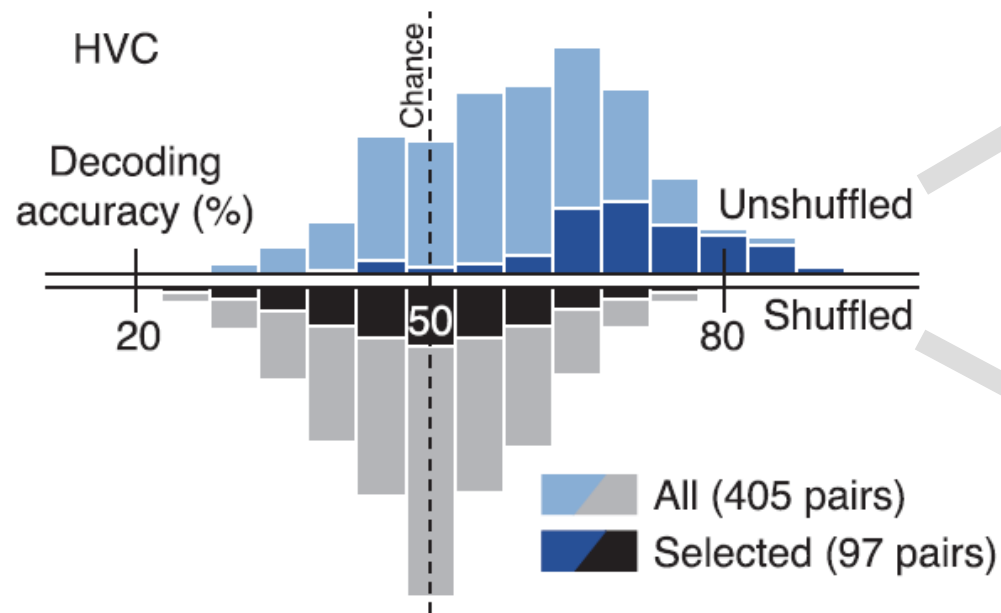
- binärer Dekodierer
- Dekodierer trainiert auf fMRI-Reaktionen der 3 VPn auf Stimulusbilder von zwei Basissynsets
- Dekodierer wurde auf aufgezeichneten Schlafproben getestet
 - die ausschließlich eins der beiden Synsets enthielten
 - weitere Synsets mussten vom Dekodierer ignoriert werden

→ Paarweiser Dekodierer: Mann oder Auto?



Paarweises Dekodieren

II. Dekodiergenauigkeit



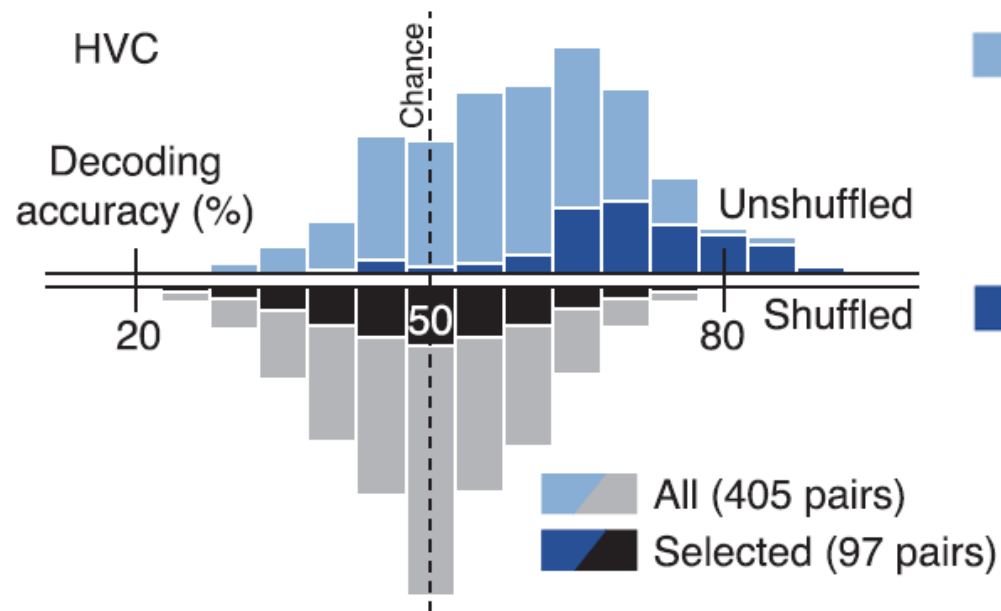
Unshuffled: Dekodiergenauigkeit für den HVC für Synset-Paare, bei denen ein Synset bei Vp in mind. 10 Berichten ohne das andere Synset vorkam

Shuffled: Dekodiergenauigkeit eines Dekodierers, auf den dieselben stimulus-induzierten fMRI-Daten trainiert wurden, aber mit zufällig gemischten Synset-Paaren

Ergebnisse der 3 VPn zusammengefasst dargestellt

Paarweises Dekodieren

II. Dekodiergenauigkeit



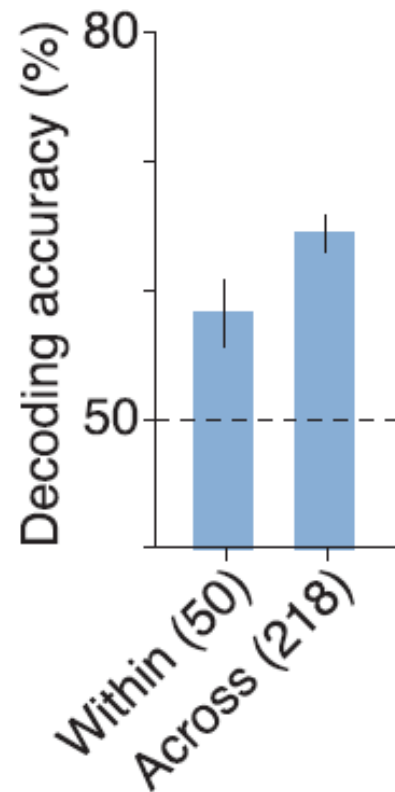
Ergebnisse der 3 VPn zusammengefasst dargestellt

- All:** mittlere Dekodiergenauigkeit für *unshuffled* Paare: 60% (signifikant höher als für *shuffled* Paare)
- Selected:** Synset-Paare mit inhaltsspezifischen Mustern: höhere Dekodiergenauigkeit: 70,3%

→ inhaltsspezifische Muster im Gehirn sind zwischen der Wahrnehmung und den im Schlaf auftretenden Bildern sehr konsistent

Paarweises Dekodieren

II. Dekodiergenauigkeit

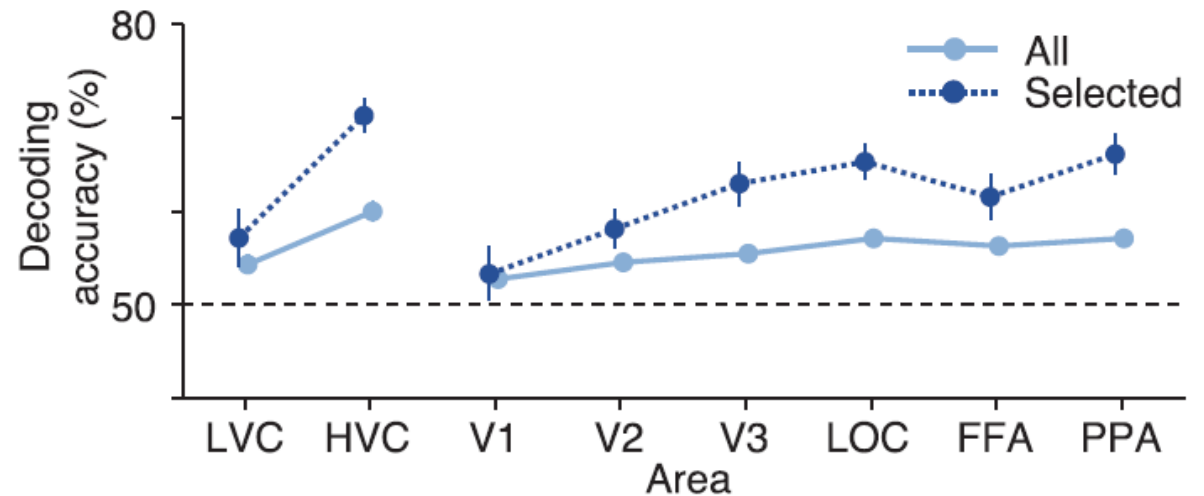


- Variabilität in der Dekodierleistung zwischen den Synset-Paaren
 - Grund: semantische Unterschiede zwischen den gepaarten Synsets
- Dekodiergenauigkeit für Synsets, die über Metakategorien gepaart wurden (**Across**), signifikant höher als für Synsets innerhalb von Metakategorien (**Within**)
 - Mann: Metakategorie „Mensch“
 - Auto: Metakategorie „Objekt“ } versch. Metakategorien (**Across**)
- Synset-Paare, die zu einer Metakategorie gehören (**Within**): Dekodiergenauigkeit deutlich über dem Zufallsniveau
→ Spezifität für feine Objektkategorien

Paarweises Dekodieren

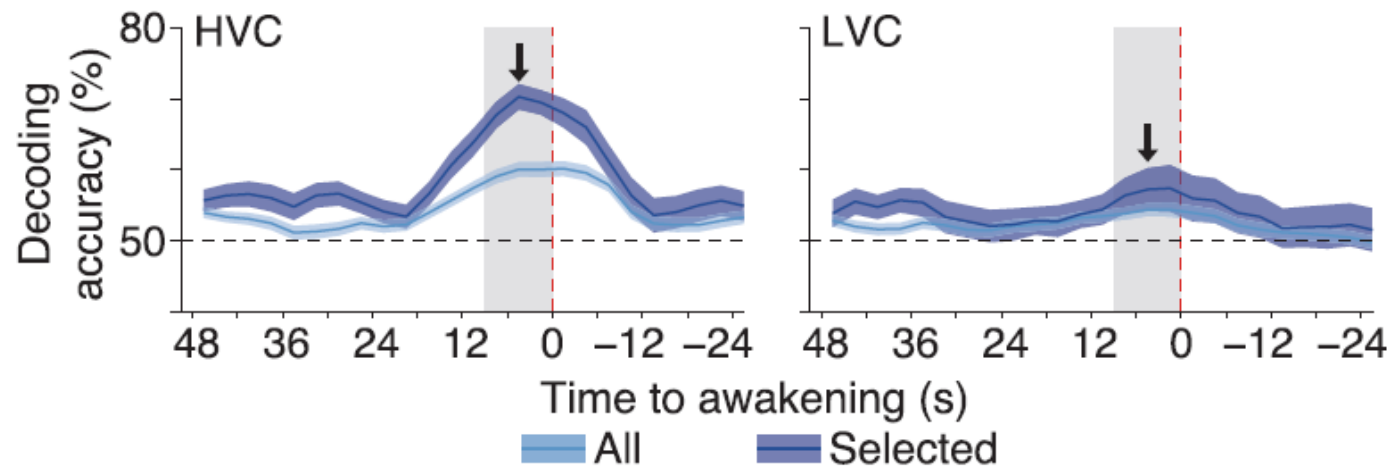
II. Dekodiergenauigkeit

- Dekodiergenauigkeiten für verschiedene visuelle Areale
- Genauigkeit für LVC niedriger als für HVC
- Einzelne Bereiche zeigten allmähliche Zunahme der Genauigkeit entlang der visuellen Verarbeitungstrecke
 - spiegelt die zunehmend komplexeren Reaktionseigenschaften von Bildmerkmalen auf niedriger Ebene (V1) zu Merkmalen auf Objektebene (PPA) wider



Paarweises Dekodieren

II. Dekodiergenauigkeit



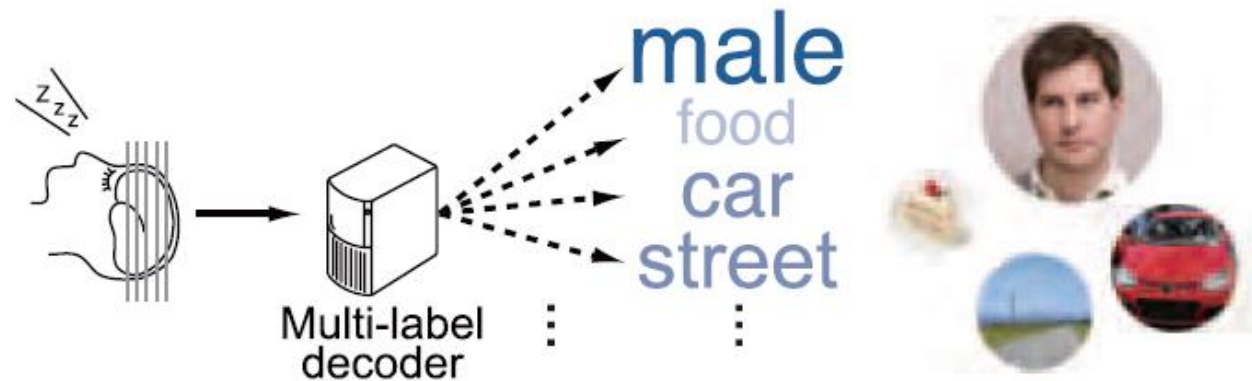
- zeitlicher Höhepunkt für die Dekodiergenauigkeit
- bei Verschiebung der Zeitfenster: Höhepunkt etwa 0 – 10 Sekunden vor dem Aufwachen
→ verbale Berichte spiegeln wahrscheinlich die Gehirnaktivität unmittelbar vor dem Aufwachen wider

IV. Multilabel Dekodierung

- I. ABLAUF
- II. DEKODIERGENAUIGKEIT
- III. DYNAMISCHE PROFILE
- IV. BERICHTETE UND UNBERICHTETE SYNSETS
- V. ORIGINALE UND ERWEITERTE INHALTSVEKTOREN

Multilabel Dekodierung

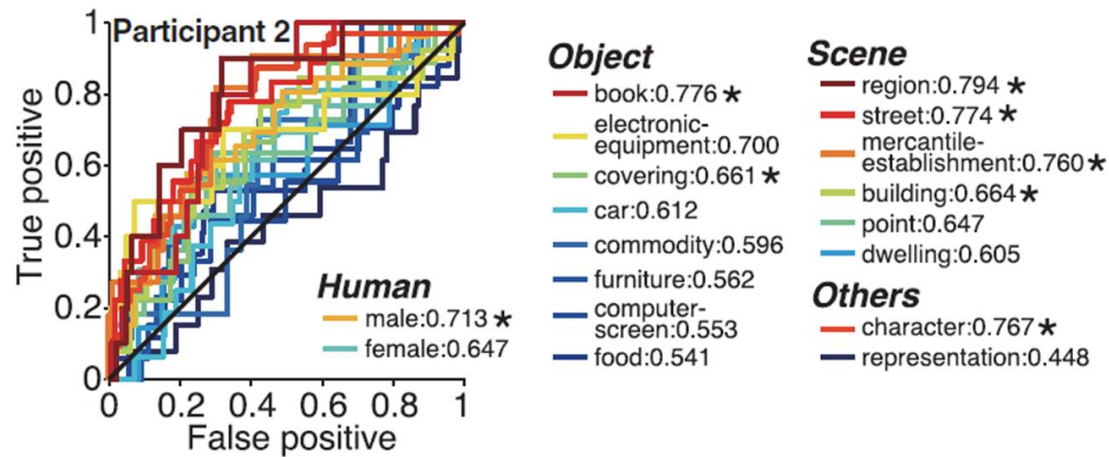
I. Ablauf



- Dekodierer für Multilabel-Dekodierungsanalyse
 - sagt Vorhandensein oder Fehlen eines Basissynsets vorher
- Kombination von paarweisen Dekodierern
- **Ziel:** aus beliebigen Schlafdaten reichhaltigere Inhalte herauslesen

Multilabel Dekodierung

II. Dekodiergenauigkeit

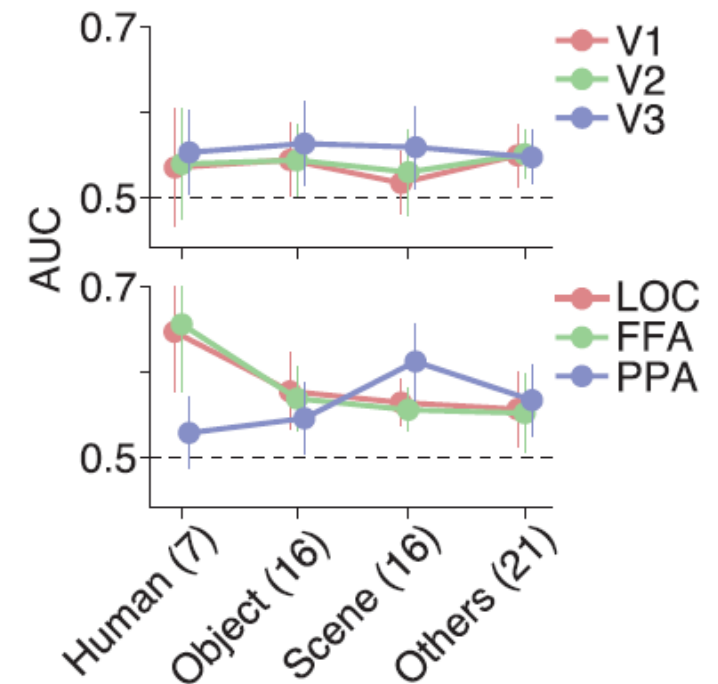


- Dekodierer gibt kontinuierliche Punktzahl zurück
 - gibt an wie wahrscheinlich es ist, dass das Basissynset im Bericht vorkommt
- ROC-Kurven für jedes Basissynset berechnet
- Leistung variierte zwischen den Basissynsets
 - 18 von 60 Basissynsets wurden mit überdurchschnittlichen Werten erkannt (übersteigt die Anzahl der zufällig erwarteten Basissynsets deutlich ($0,05 \times 60 = 3$ Basissynsets))

Multilabel Dekodierung

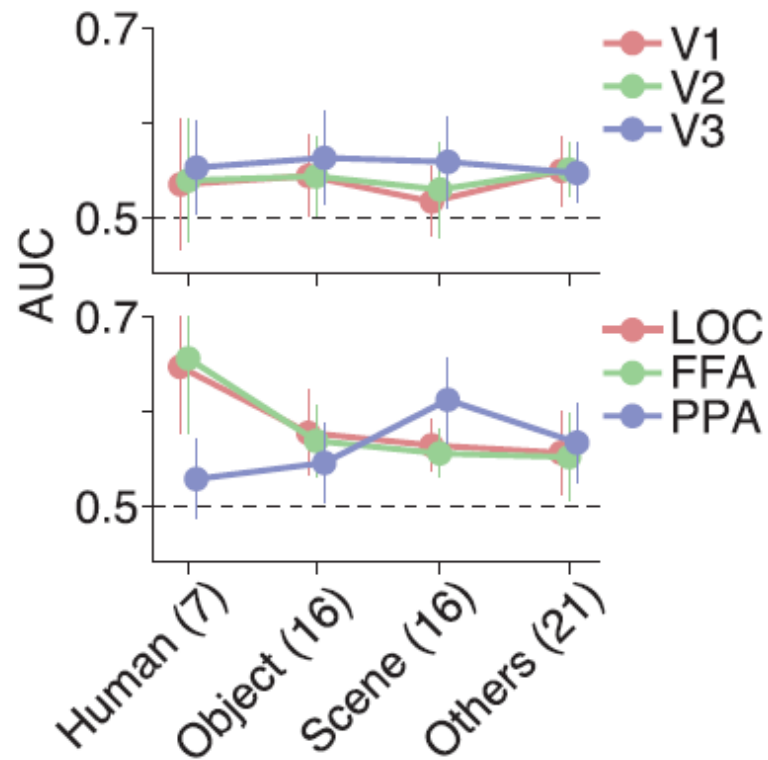
II. Dekodiergenauigkeit

- Vergleich der Dekodierleistung anhand der Fläche unter der ROC-Kurve
 - für einzelne, zu Metakategorien gruppierte Synsets (Menschen, Objekte, Szenen, andere) in **verschiedenen visuellen Bereichen**
- Leistung im HVC (untere Abbildung) besser als im LVC (obere Abbildung) (stimmt mit paarweiser Dekodierung überein)



Multilabel Dekodierung

II. Dekodiergenauigkeit

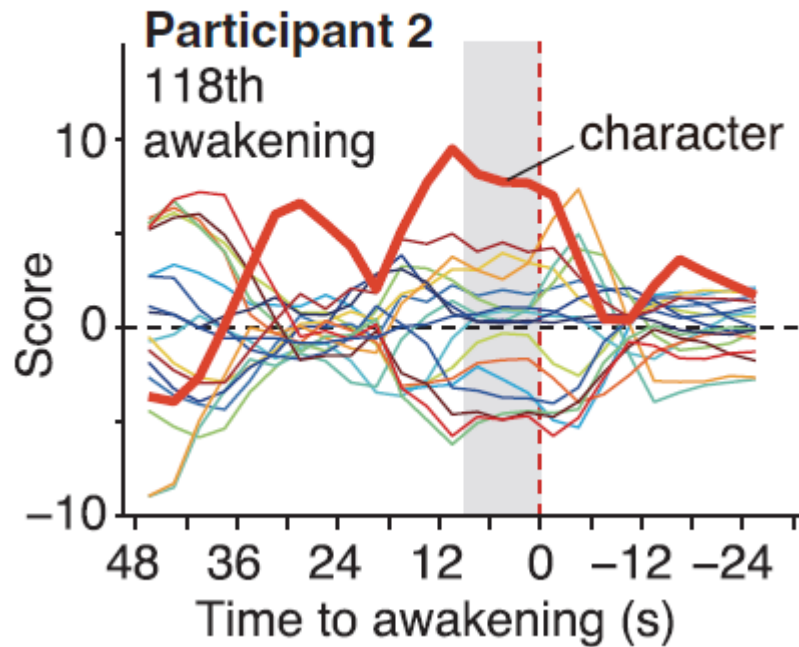


- V1 bis V3 zeigten keine unterschiedlichen Leistungen über Metakategorien hinweg
 - höheren visuellen Areale (LOC, FFA, PPA) hatten deutliche Abhängigkeit von den Metakategorien:
 - **FFA bessere Leistung bei menschlichen Synsets**
 - **PPA bessere Leistung bei Szenen-Synstes**
- stimmt mit den bekannten Charakteristika dieser Areale überein

Multilabel Dekodierung

III. Dynamische Profile

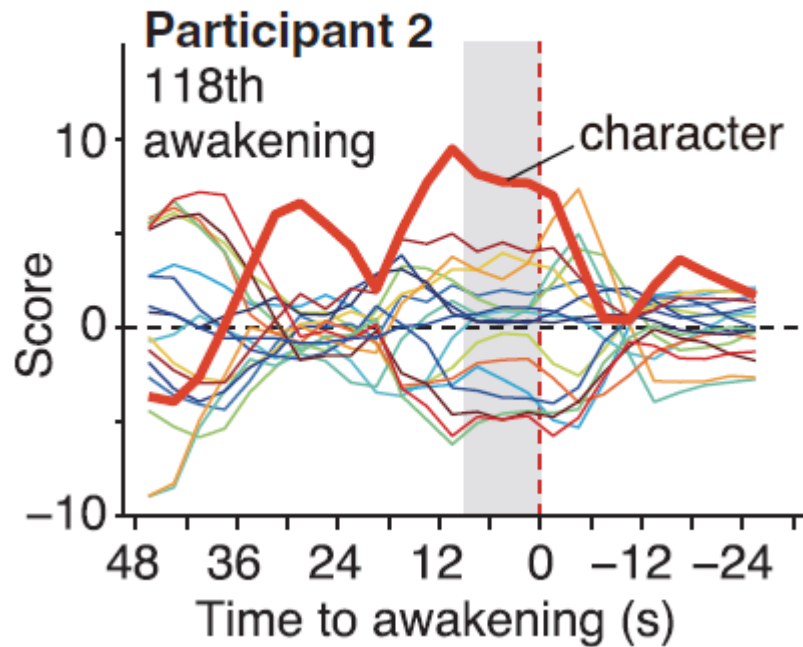
*What I was just looking at was some kind of **characters**...*



- Punktzahlen zeigen für einzelne Synsets bei jeder Schlafprobe unterschiedliche und dynamische Profile
 - können eine dynamische Veränderung der visuellen Inhalte widerspiegeln, einschließlich derjenigen, die bereits vor dem Aufwachen erlebt wurden

Multilabel Dekodierung

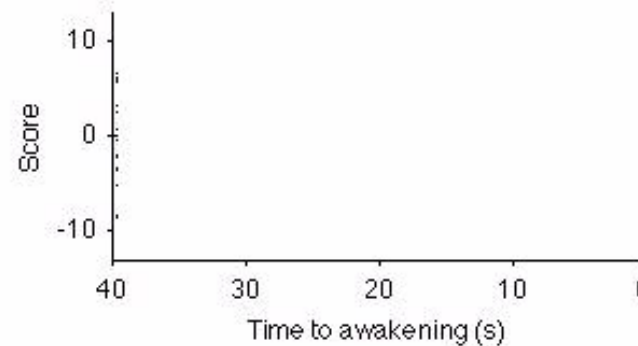
*What I was just looking at was some kind of **characters**...*



Subject 2: 118th awakening



book
building
car
character
commodity
computer-screen
covering
dwelling
electronic-equipment
female
food
furniture
male
mercantile-establishment
point
region
representation
street



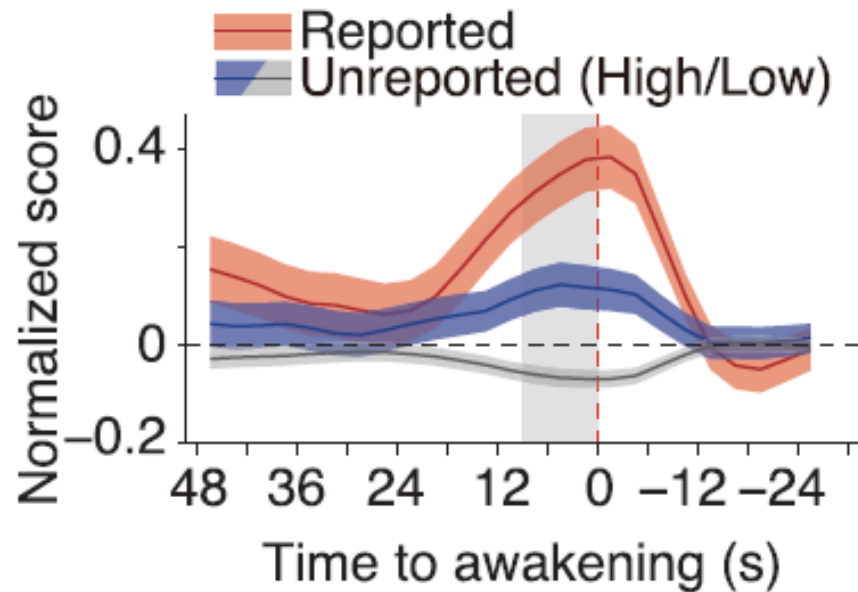
Multilabel Dekodierung

III. Dynamische Profile

"What I was just looking at was some kind of characters. There was something like a writing paper for composing an essay, and I was looking at the characters from the essay or whatever it was..."

Multilabel Dekodierung

IV. Berichtete und unberichtete Synsets

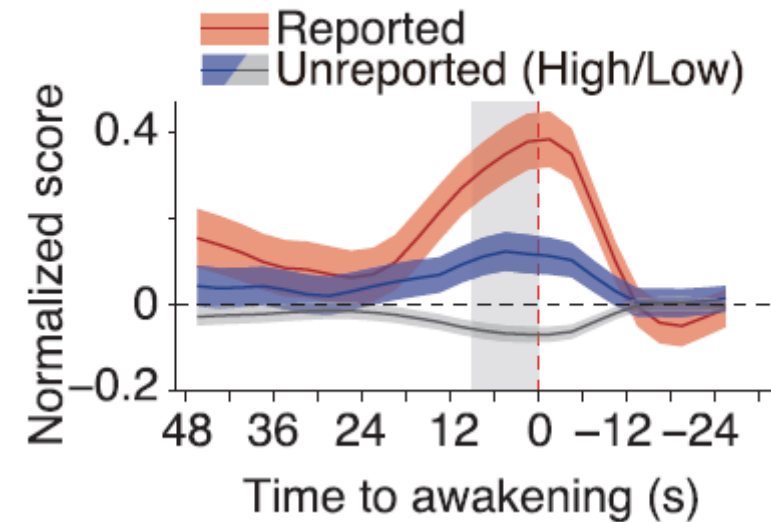


- **Berichtete Synsets:** Punktzahlen nahmen zum Zeitpunkt des Erwachens hin zu
- **Unberichtete Synsets:** höhere Punktzahlen bei hoher gemeinsamer Auftretens-Beziehung zu den berichteten Synsets

Multilabel Dekodierung

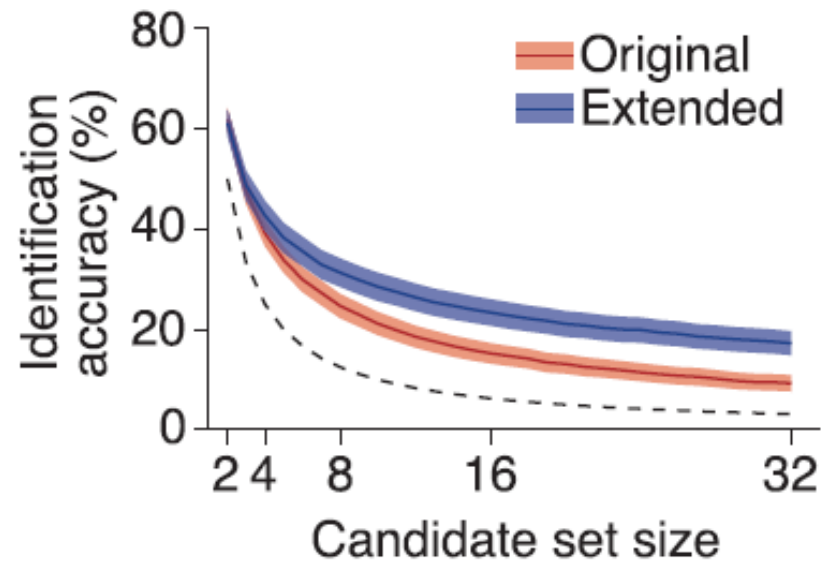
IV. Berichtete und unberichtete Synsets

- Punktzahlen für **berichtete Synsets** deutlich höher als für **unberichtete Synsets**
 - Grund: Inhalte mit hoher allgemeiner Koinzidenz (z.B. Straße und Auto) werden meistens zusammen erlebt, aber nicht einzeln berichtet
- hohe Punktzahlen für **unberichtete Synstes** weisen auf visuelle Inhalte während des Schlafs hin (die nur nicht berichtet wurden)



Multilabel Dekodierung

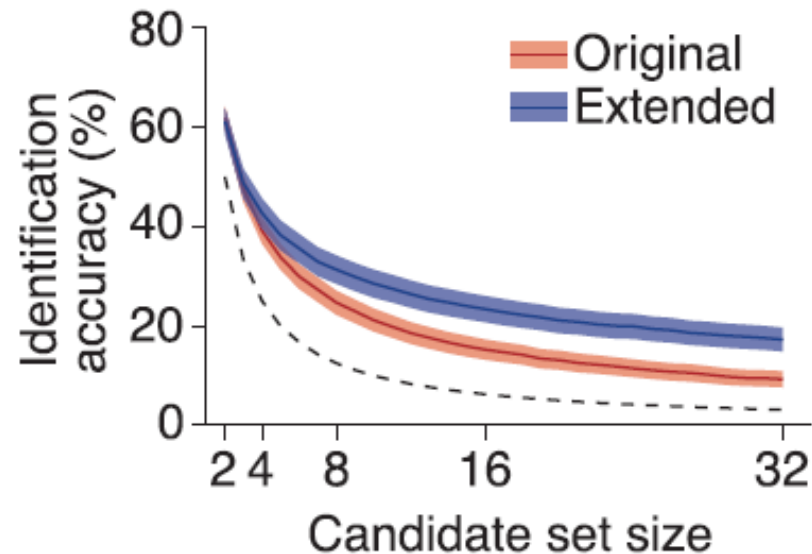
V. Originale und erweiterte Inhaltsvektoren



- Identifikationsanalyse:
Multilabel-Dekodierung geeignet für Unterscheidung umfangreicher Inhalte?
- mit **originalen** visuellen Inhaltsvektoren:
 - nur **berichtete** Synsets
 - Leistung höher als Zufallsniveau

Multilabel Dekodierung

V. Originale und erweiterte Inhaltsvektoren



- mit **erweiterten** visuellen Inhaltsvektoren:
 - **unberichtete Synstes** mit hoher gemeinsamer Auftretens-Beziehung mit den berichteten Synsets wurden als wirklich vorhanden angenommen
 - **erweiterte** visuelle Inhaltsvektoren wurden besser identifiziert
→ **höhere Identifikationsgenauigkeit**

→ Multilabel-Dekodierungsergebnisse stellen **berichtete & unberichtete Inhalte** dar

V. Ergebnisse & Aktuelles

- I. ERGEBNISSE
- II. LIMITATION
- III. KRITISCHE WÜRDIGUNG
- IV. WEITERE FORSCHUNG & AKTUELLER STAND

Ergebnisse & Aktuelles

I. Ergebnisse

- Repräsentation von Inhalten visueller Bilder während des Schlafs durch visuelle kortikale Aktivitätsmuster, die der Stimulusrepräsentation entsprechen
→ Hypothese kann gestützt werden!
- wichtigste Erkenntnis: Im Traum werden dieselben Hirnregionen aktiviert wie im Wachzustand
 - Beispiel: Wenn wir schlafen und von einem Baum träumen, werden dieselben Hirnregionen aktiviert, wie wenn wir wach sind und einen Baum betrachten
- Verbindungen zwischen komplexen Gehirnaktivitätsmustern und unstrukturierten verbalen Berichten können mit datenbankgestützten maschinellen Lerndekodierern aufgedeckt werden
 - Erweiterung der früheren Forschungen über die (Re-)Aktivierung des Gehirns während des Schlafs und die Beziehung zwischen Träumen und Gehirnaktivität
- Prinzip der Wahrnehmungsäquivalenz gilt auch für spontan erzeugte visuelle Erfahrungen im Schlaf

Ergebnisse & Aktuelles

II. Limitationen

- semantische Dekodierung mit dem HVC konnte nachgewiesen werden, schließt nicht aus, dass Merkmale auf niedriger Ebene mit dem LVC dekodiert werden
- Dekodierung ist retrospektiver Natur:
Die Dekodierer wurden nach den Schlafexperimenten auf der Grundlage der gesammelten Berichte konstruiert

Ergebnisse & Aktuelles

III. Kritische Würdigung

Allgemein:

- Schlechte Strukturierung
- Notwendigkeit des Supplements für Verständlichkeit

Inhaltlich:

- Generalisierbarkeit der Ergebnisse auf Schlaf im freien Feld (Vorbereitung, Kontrolle von Störvariablen, Stichprobe)
- Träumen fraglich
- Zustandekommen von teilweise sehr ausführlichen Bildern und Berichten in kurzer Zeit fraglich
- Schlafstadium 1 unterscheidet sich zu REM-Schlafphase, z.B. in affektiven Komponenten
- Retrospektive Dekodierung → keine wirkliche Vorhersage
- Dekodierung auf jeweils nur eine Person

"Wie Psychotherapie im Schlaf"

Träume sind Schäume? Von wegen. Wer sich mit dem nächtlichen Kopfkino gründlich auseinandersetzt, kann etwas über sich lernen. Denn Träume spiegeln nicht nur Grundmuster der eigenen Person wider - sie lassen sich auch beeinflussen.

DREAMS
ARE MY
REALITY

Stefan Klein
TRÄUME
Eine Reise
in unsere innere
Wirklichkeit



Träume sind Gefühle in bewegten Bildern

Träume lesen – ja oder nein?

- Würdet ihr mitmachen?
- Was spricht dafür oder dagegen?
- Ethische Vertretbarkeit?

Gerade die junge Generation hat gemerkt, dass das Sprechen über Träume bereichernd sein kann, dass es verbindet und dass es etwas Kreatives hat, sich darüber auszutauschen.

PSYCHOLOGIE
Was Träume über das Seelenleben des Menschen verraten
von Ute Eberle
Im Traum erleben wir die verrücktesten Dinge. Dann wachen wir auf und rätseln nicht selten, was sie zu bedeuten haben. Seit mehr als einem Jahrhundert beschäftigen sich Wissenschaftler mit der Deutung unserer nächtlichen Fantasien – und haben verblüffende psychologische Erklärungen gefunden



Warum Träumen wichtig ist
Brigitte Holzinger
„Wenn wir Träumen, werden wir mit uns selbst verbunden.“
Benediktinermönch [Anselm Grün](#) in seinem Buch [Vom spirituellen Umgang mit Träumen](#). „Die Träume verdauen das Erlebte und machen uns am nächsten Tag wieder offen für das Neue, das auf uns einströmt.“

Alles, was wir heute über Träume wissen und was sie tatsächlich über uns erzählen
S. FISCHER

Der Traum ist der königliche Weg zu unserer Seele.

Surreale Bilder sind verschlüsselte Wahrheiten: Wer seine Träume deuten kann, erfährt viel über seine eigenen Stärken und Schwächen. Denn Träume spiegeln Grundmuster der eigenen Persönlichkeit wider.

Sigmund Freud

Ergebnisse & Aktuelles

IV. Weitere Forschung und aktueller Stand



Hierarchical Neural Representation of Dreamed Objects Revealed by Brain Decoding with Deep Neural Network Features

Tomoyasu Horikawa¹ and Yukiyasu Kamitani^{1,2*}

¹ Computational Neuroscience Laboratories, Advanced Telecommunications Research Institute (ATRI), Kyoto, Japan,

² Graduate School of Informatics, Kyoto University, Kyoto, Japan

Ergebnisse & Aktuelles

IV. Weitere Forschung und aktueller Stand



Hierarchical Neural Representation of Dreamed Objects Revealed by Brain Decoding with Deep Neural Network Features

Tomoyasu Horikawa¹ and Yukiyasu Kamitani^{1,2*}

¹ Computational Neuroscience Laboratories, Advanced Telecommunications Research Institute (ATRI), Kyoto, Japan,
² Graduate School of Informatics, Kyoto University, Kyoto, Japan

aus Horikawa et al. (2013) blieb unklar:

- Wie werden visuelle Bildmerkmale, die mit geträumten Objekten verbunden sind, im Gehirn repräsentiert?

Ergebnisse dieser Studie:

- Träumen rekonstruiert hierarchische visuelle Merkmalsdarstellungen, die mit Objekten verbunden sind, was phänomenale Aspekte der Traumerfahrung unterstützen kann

Ansonsten dünne Studienlage ...

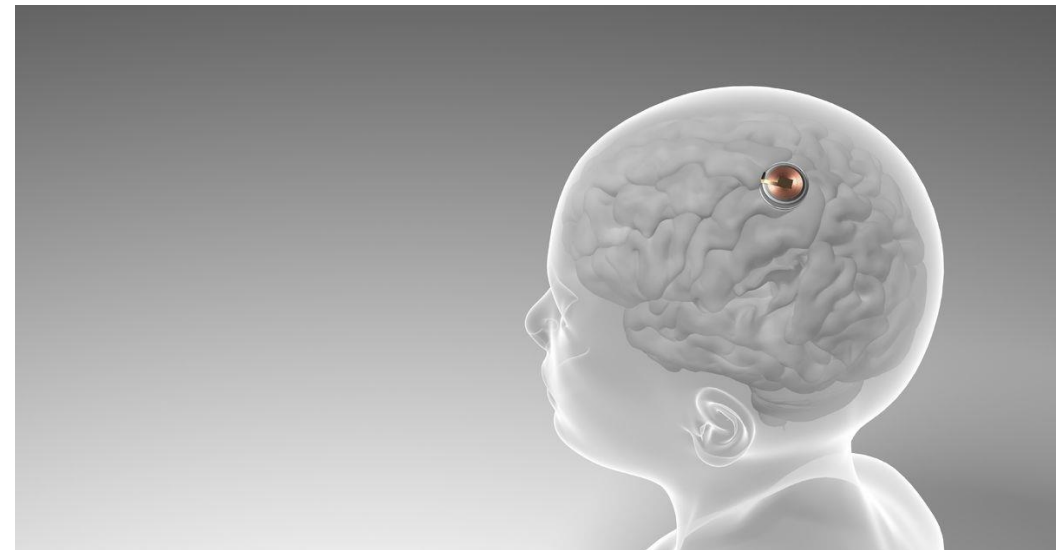
Ergebnisse & Aktuelles

IV. Weitere Forschung und aktueller Stand

Kennt ihr Neuralink?

Was ist Neuralink?

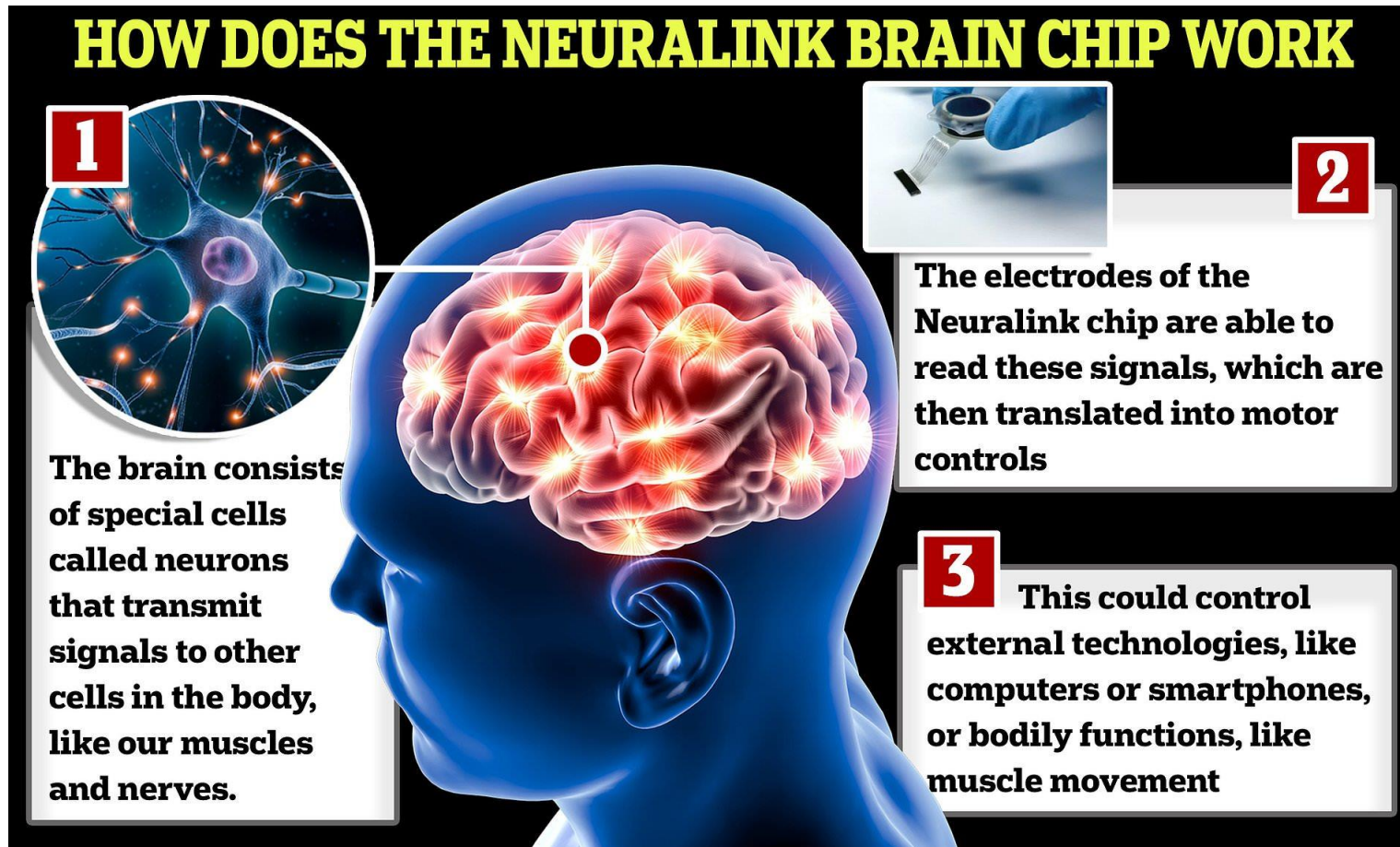
- 2016 von Elon Musk mitbegründetes Neurotechnologie-Startup
- arbeitet an einer Schnittstelle zwischen Gehirn und Maschine
- winziger, in den Schädel implantierter Chip, der die Hirnaktivität lesen und auswerten kann



<https://gettotext.com/wp-content/uploads/2022/12/Neuralink-Elon-Musks-brain-implants-tested-on-humans-in-six.jpeg>

Ergebnisse & Aktuelles

IV. Weitere Forschung und aktueller Stand



<https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-11494731/How-does-Elon-Musks-Neuralink-brain-chip-actually-work.html>

Ergebnisse & Aktuelles

IV. Weitere Forschung und aktueller Stand

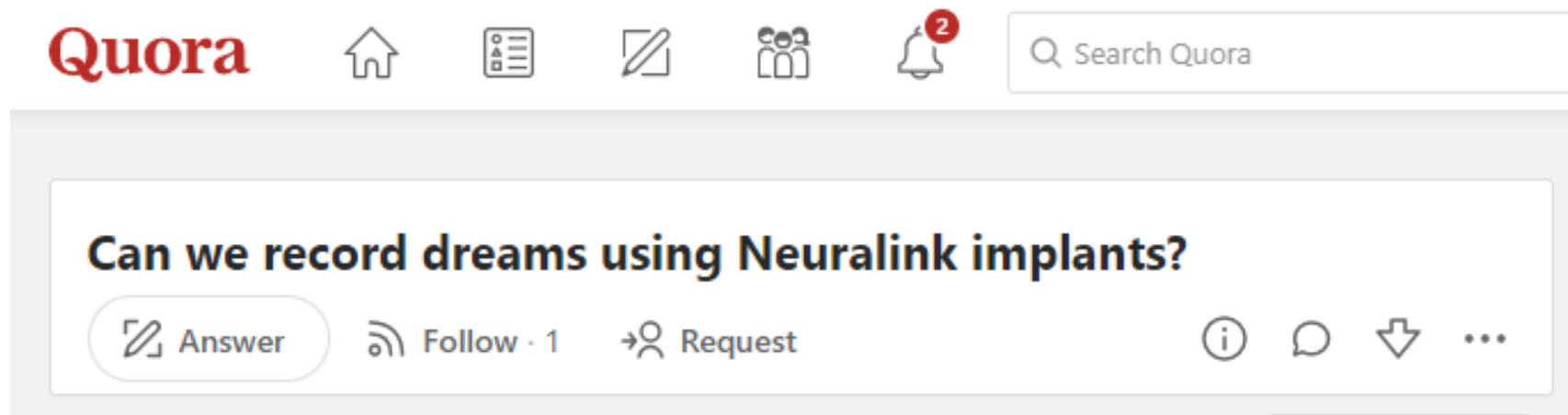
Neuralink:

- bislang noch nicht am Menschen getestet, aber kurz davor (Erlaubnis fehlt noch)
- nach Musks Vorhersagen zufolge soll der Chip zukünftig folgendes können:
 - „Symbiose“ zwischen dem menschlichen Geist und Computern schaffen
 - Menschen ermöglichen „Erinnerungen zu speichern und wiederzugeben“
 - Lähmungen, Blindheit, Gedächtnisverlust und andere neurologische Krankheiten heilen
 - „übermenschliches Sehen“ ermöglichen
 - Menschen die Fähigkeit geben, ihre Teslas telepathisch herbeizurufen

→ noch Zukunftsmusik ...

Ergebnisse & Aktuelles

IV. Weitere Forschung und aktueller Stand



<https://www.quora.com/Can-we-record-dreams-using-Neuralink-implants>

Fragen??

Quellen

Business Insider (2020). „Wie Fitbit für den Schädel“ — Alles über Elon Musks Gehirnchip Neuralink, mit dem er Krankheiten heilen und Telepathie ermöglichen will. Zugriff am: 09.12.2022 <https://www.businessinsider.de/tech/neuralink-informationen-elon-musks-gehirnchip-mit-dem-er-krankheiten-heilen-und-telepathie-ermoeneglichen-will/>

Daily Mail (2022). How does Elon Musk's brain chip actually work? MailOnline looks at what Neuralink is, how it will be implanted and if it is safe for humans. Zugriff am: 09.12.2022 <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-11494731/How-does-Elon-Musks-Neuralink-brain-chip-actually-work.html>

Horikawa, T., Tamaki, M., Miyawaki, Y. & Kamitani, Y. (2013). Neural decoding of visual imagery during sleep. *Science*, 340(6132), 639–642. <https://doi.org/10.1126/science.1234330>

Horikawa, T., Tamaki, M., Miyawaki, Y. & Kamitani, Y. (2013). Supplementary Materials for Neural decoding of visual imagery during sleep. Zugriff am: 26.11.2022 www.sciencemag.org/cgi/content/full/science.1234330/DC1

Horikawa, T. & Kamitani, Y. (2017). Hierarchical neural representation of dreamed objects revealed by brain decoding with deep neural network features. *Frontiers in computational neuroscience*, 11(4). <https://doi.org/10.3389/fncom.2017.00004>

Schandry, R. (2016). Biologische Psychologie (4. überarbeitete Auflage). Beltz.