

# Performanz in Echtzeit vorhersagen

## Eine Beobachtungsstudie auf Basis der Pupillen-Dilatation

S. Sauer (FOM) | R. Buettner (HS Aalen)

AOW 2017

- 1 Theorie: Mentale Beanspruchung erweitert die Pupille
- 2 Methode: Beobachtungsstudie auf Basis von Eyetracking, ausgewertet mit dem Verfahren Random Forest
- 3 Ergebnisse: Pupillengröße sagt die Performanz vorher
- 4 Diskussion: Interessant, mehr Forschung nötig
- 5 Kontakt
- 6 Anhang

Theorie: Mentale Beanspruchung erweitert die Pupille

## Klassische Studien 1: Hess und Polt

- ▶ Hess und Polt (1960) fanden Zusammenhang zwischen Pupillengröße und Schwierigkeit in arithmetischen Aufgaben (mentale Aktivierung)

**Table 1. The percentage of increase in pupil diameter at the point of solution of a problem as compared with the diameter of the pupil before the problem was posed.**

Sub- ject	Problem			
	$7 \times 8$	$8 \times 13$	$13 \times 14$	$16 \times 23$
H.H.	15.2	15.8	20.2	22.9
E.K.	9.8	14.1	24.9	21.2
T.H.	10.0	8.9	13.5	23.1
G.B.	4.0	8.8	7.8	11.6
P.M.	16.2	9.1	25.1	29.5
Mean	10.8	11.3	18.3	21.6

## Klassische Studien 2: Kahneman und Beatty

- (???) fanden Zusammenhang zwischen Pupillengröße und (u.a.) Anzahl zu erinnernder Buchstaben

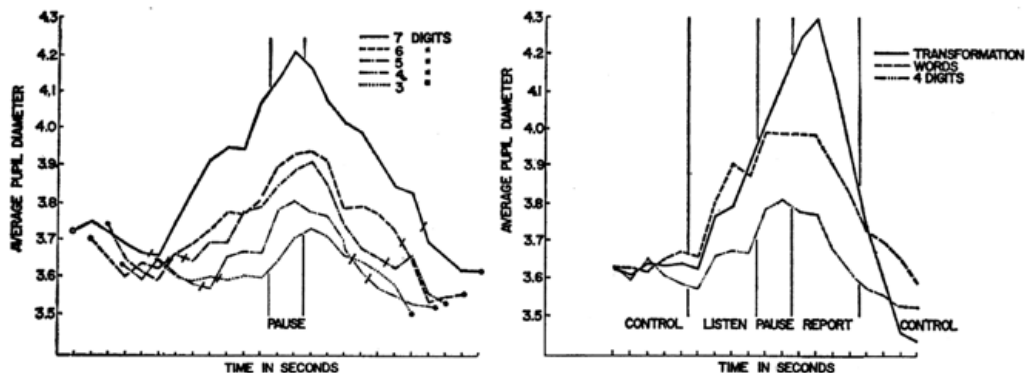
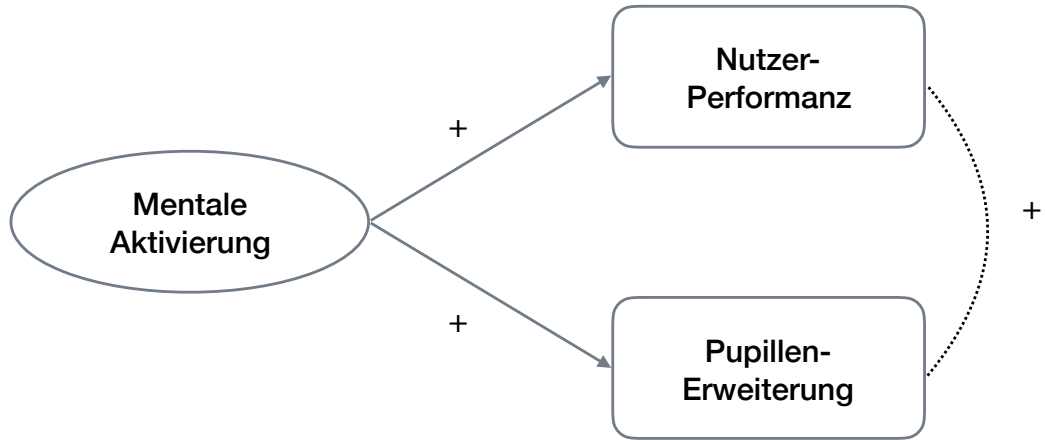


Fig. 1. (Left) Average pupil diameter (in millimeters) for five subjects during presentation and recall of digit strings of varying lengths. Time axes have been shifted so that the 2-second pause between presentation and recall falls within the central division of the graph for all string-lengths. Slash marks are placed on each curve just before the first digit presented and just after the last digit reported. (Right) Average pupil diameter during presentation and recall of four digits, four words, and transformation of a string of four digits.

# Wirkmodell



- ▶ Buettner u. a. (2015)
- ▶ Relevanz: z.B. Unfallvermeidung Fluglotsen

Methode: Beobachtungsstudie auf Basis von Eyetracking, ausgewertet mit dem Verfahren *Random Forest*

# Stichprobe und Design

- ▶  $n = 125$  (von 129), davon 56 Frauen
- ▶ Studierende, berufsbegleitend (v.a. MBA)
- ▶ Alter: 21 bis 61 Jahre ( $M = 29.6$ ,  $sd = 7.2$ )
- ▶ ca. 60.000 Messungen pro Person (pro Auge) im Schnitt
- ▶ Beobachtungsstudie im Labor



# Operationalisierung: mentale Aktivierung -> Pupillengröße

- ▶ Eyegaze Edge System eye-tracker (60Hz)
- ▶ 19" LCD monitor (86 dpi; Auflösung 1280x1024)
- ▶ 13 Min. mittlere Dauer der Bearbeitung
- ▶ Messungen eines Auges wurden komprimiert zu 1000 Messzeitpunkten



# Operationalisierung: Performanz -> Anzahl gelöster Aufgaben

## LinkedIn

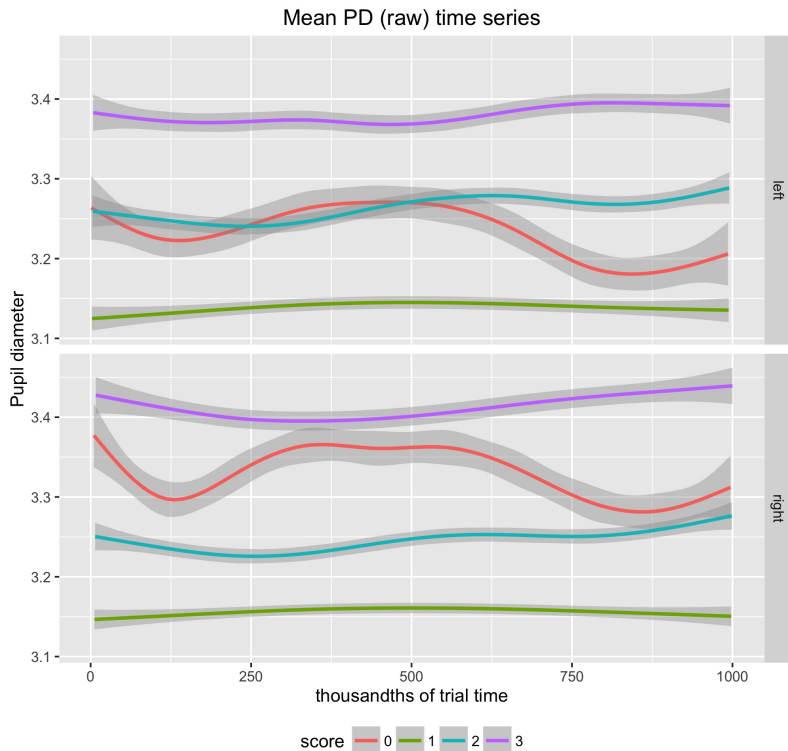
- ▶ Drei Aufgaben im Rahmen von LinkedIn:
  - ▶ Bitten Sie Ihre Kontaktperson *Vorname Nachname* um ein Empfehlungsschreiben.
  - ▶ Bewerben Sie sich bei Oracle um eine Stelle Ihrer Wahl.
  - ▶ Benennen Sie den Global Head of Recruiting bei BMW.
- ▶ "LinkedIn-Score"
  - ▶ 0: 3
  - ▶ 1: 54
  - ▶ 2: 53
  - ▶ 3: 15
- ▶ R-Code hier: [dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.1050342](https://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.1050342)

# Auswertung: Random Forest Methode

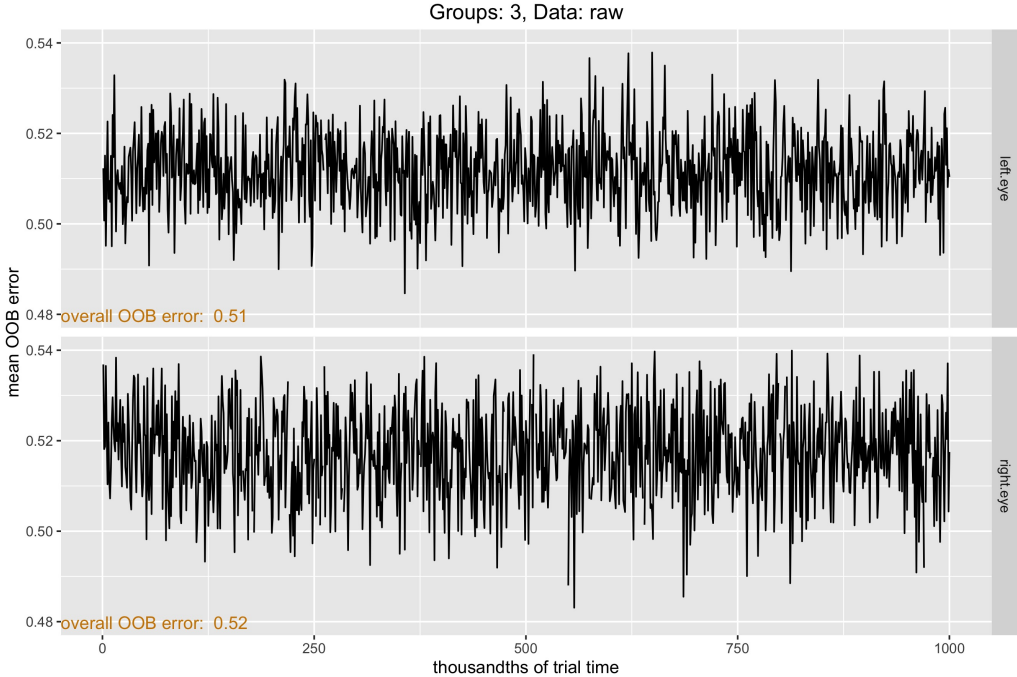
- ▶ Random Forests sind ein Ensemble von Entscheidungsbäumen Breiman (2001)
- ▶ Vorhersage des LinkedIn-Score zum Zeitpunkt  $t_i$  unter Nutzung aller Pupillengrößen vorher ( $t_0$  bis  $t_{i-1}$ )
- ▶ R-Paket *randomForest* (Liaw und Wiener 2015)
  - ▶ `ntrees=2000`
  - ▶ ansonsten default

Ergebnisse: Pupillengröße sagt die Performanz vorher

# Mittlere Pupillengröße im Zeitverlauf



# Vorhersagegüte<sup>1</sup> - Zeitverlauf



<sup>1</sup>Validierungs-Stichprobe

Diskussion: Interessant, mehr Forschung nötig

# Stärken

- ▶ Große Stichprobe
- ▶ Realistische Stimuli (LinkedIn)
- ▶ Hohe Umfeldkontrolle durch Laborbedingung



# Schwächen

- ▶ Nur ein Vorhersage-Algorithmus (Random Forests)
- ▶ Fixe Reihenfolge der Aufgaben
- ▶ Keine Kontrolle von personengebundenen Störvariablen

# Kontakt

**Sebastian Sauer**

[sebastian.sauer@fom.de](mailto:sebastian.sauer@fom.de)

twitter: [sauer\\_sebastian](#), [psy\\_pol](#)

blog: <https://sebastiansauer.github.io>

Folien: <https://osf.io/byc8j>

Breiman, Leo. 2001. „Random forests“. *Machine learning* 45 (1). Springer: 5–32. <http://link.springer.com/article/10.1023/A:1010933404324>.

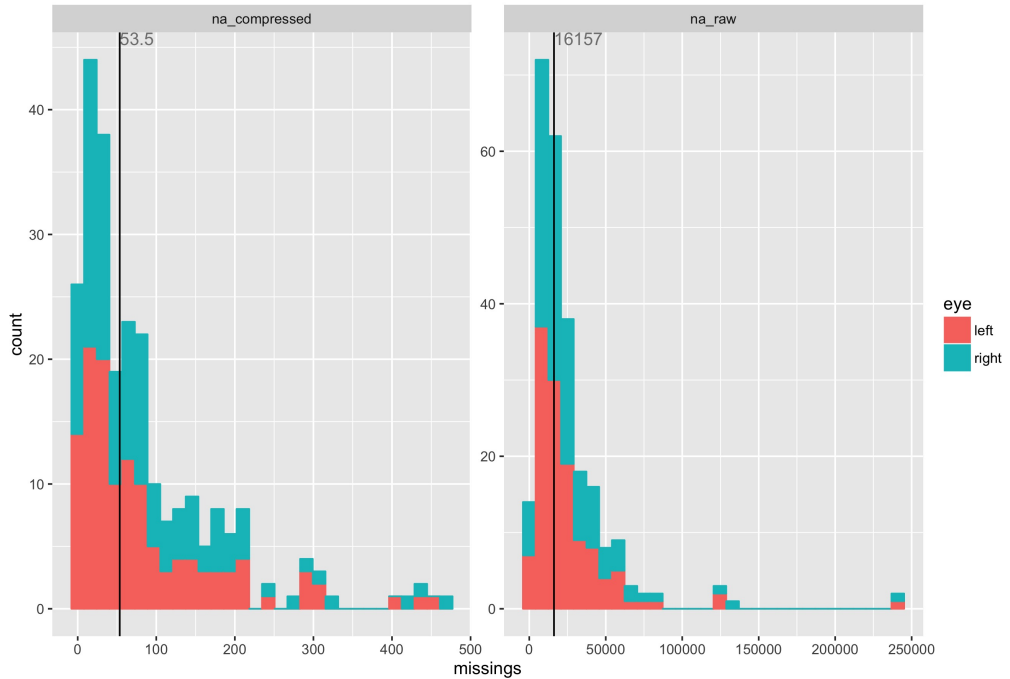
Buettner, Ricardo, S. Sauer, Christian Maier, und Andreas Eckhardt. 2015. „Towards Ex Ante Prediction of User Performance: A Novel NeuroIS Methodology Based on Real-Time Measurement of Mental Effort“. *48th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-48) (in press)*. Kauai, Hawaii, 533–42. doi:[10.1109/HICSS.2015.70](https://doi.org/10.1109/HICSS.2015.70).

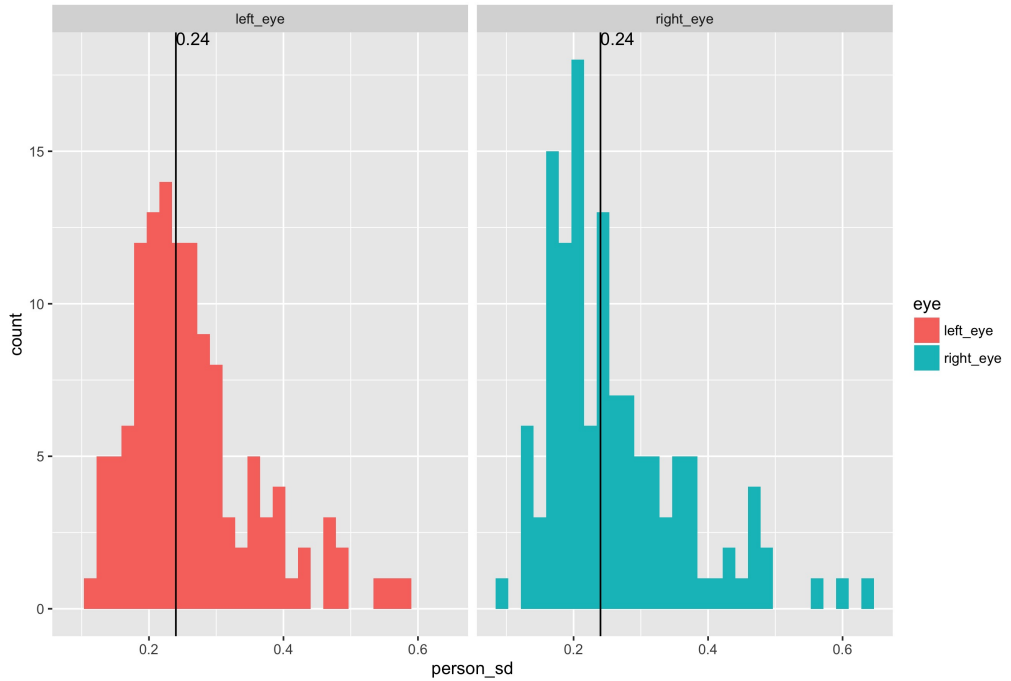
Hess, Eckhard H, und James M Polt. 1960. „Pupil Size as Related to Interest Value of Visual Stimuli“. *Science* 132 (3423): 349–50. doi:[10.1126/science.132.3423.349](https://doi.org/10.1126/science.132.3423.349).

Liaw, Andy, und Matthew Wiener. 2015. „Package ‚randomForest‘“.

## Anhang

# Fehlende Werte

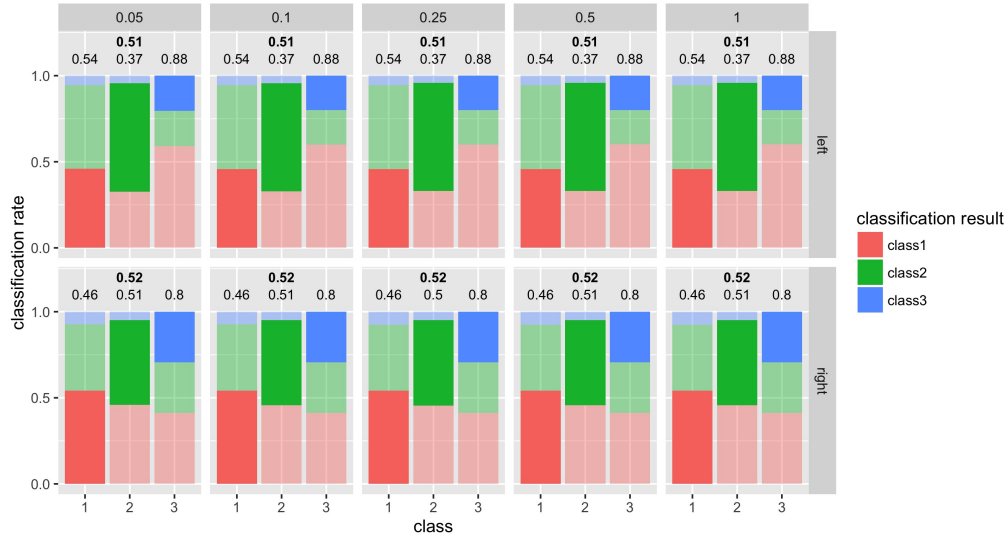




- ▶ Mentale Aktivierung und mentale Beanspruchung sind wichtige Konstrukte in der Forschung zur Mensch-Maschine-Schnittstelle
  - ▶ Unfallvermeidung bei Fluglotsen
  - ▶ Software-Ergonomie (“zu langweilig”, “zu komplex”)

# Vorhersagegüte<sup>2</sup> - Summarisch

Groups: 3; Data: raw



## <sup>2</sup>Validierungs-Stichprobe