

Digitale Kaffeepause

Mit Eye-Tracking digitale Produkte verbessern



DiNo – Digital Innovation Ostbayern ist ein gemeinsames Projekt von:

Gefördert durch:



European Digital Innovation Hub



Einer von 151 European Digital Innovation Hubs in Europa



Ziel: Brücke zwischen Forschung & Wirtschaft durch Serviceangebot, um den digitalen Reifegrad in ostbayerischen KMU und Kommunen zu fördern



Kostenlose, bürokratiearme Unterstützung

- Für KMU
- Für öffentliche Einrichtungen



Projektlaufzeit: Juni 2023 – Mai 2026



Wie können Sie profitieren?



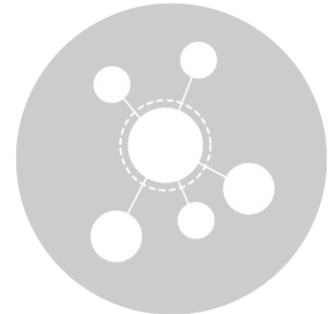
TEST BEFORE
INVEST



SKILLS &
TRAININGS



SUPPORT TO FIND
FINANCING &
INVESTMENT

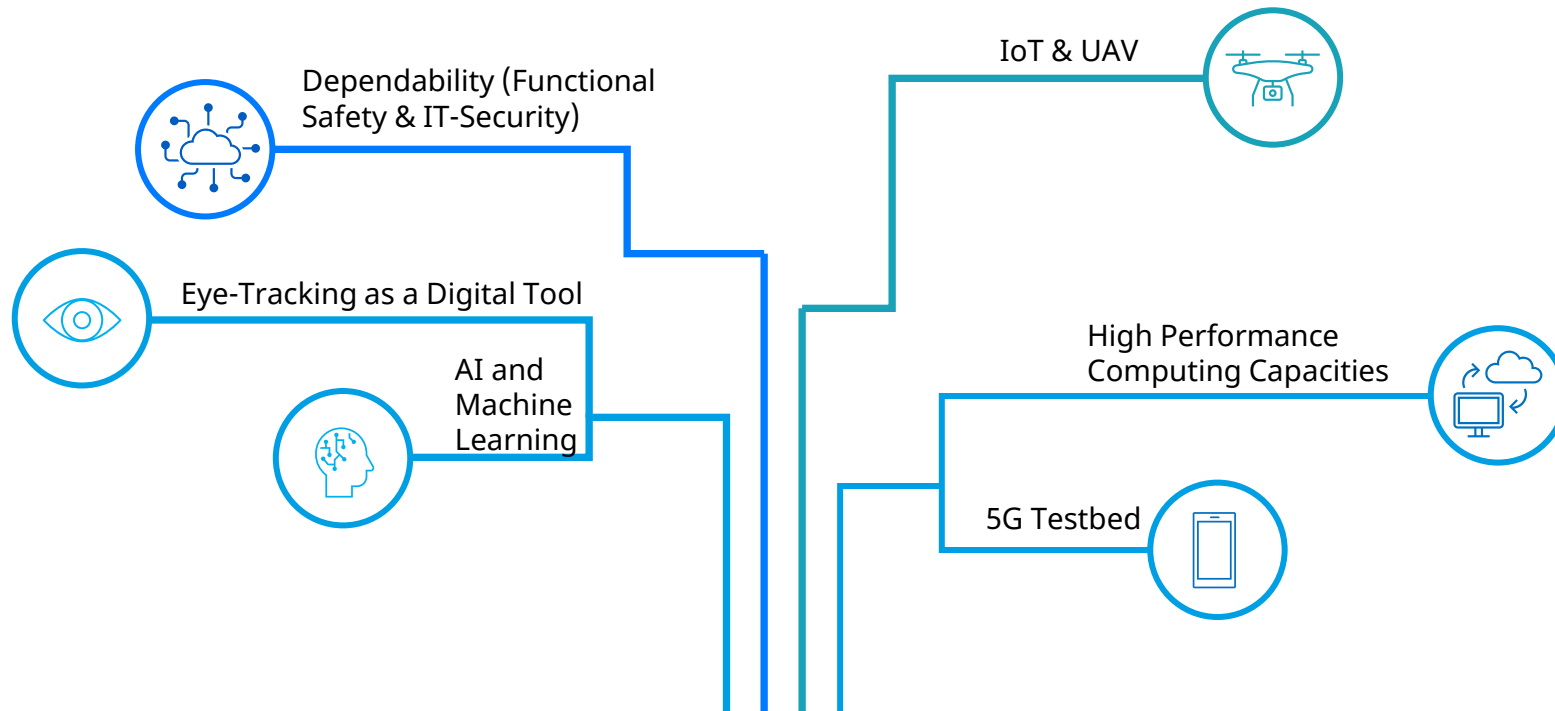


INNOVATION
ECOSYSTEM

Test before Invest

Testen Sie Technologien und digitale Lösungen, bevor Sie in sie investieren.

Minimieren Sie Risiken und finden Sie die passende digitale Lösung für Ihr Unternehmen.



Usability und User Experience (UX)

Usability Gebrauchstauglichkeit (ISO 9241-11)

Ausmaß, in dem ein System, ein Produkt oder eine Dienstleistung durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.

Benutzererlebnis User Experience (ISO 9241-210)

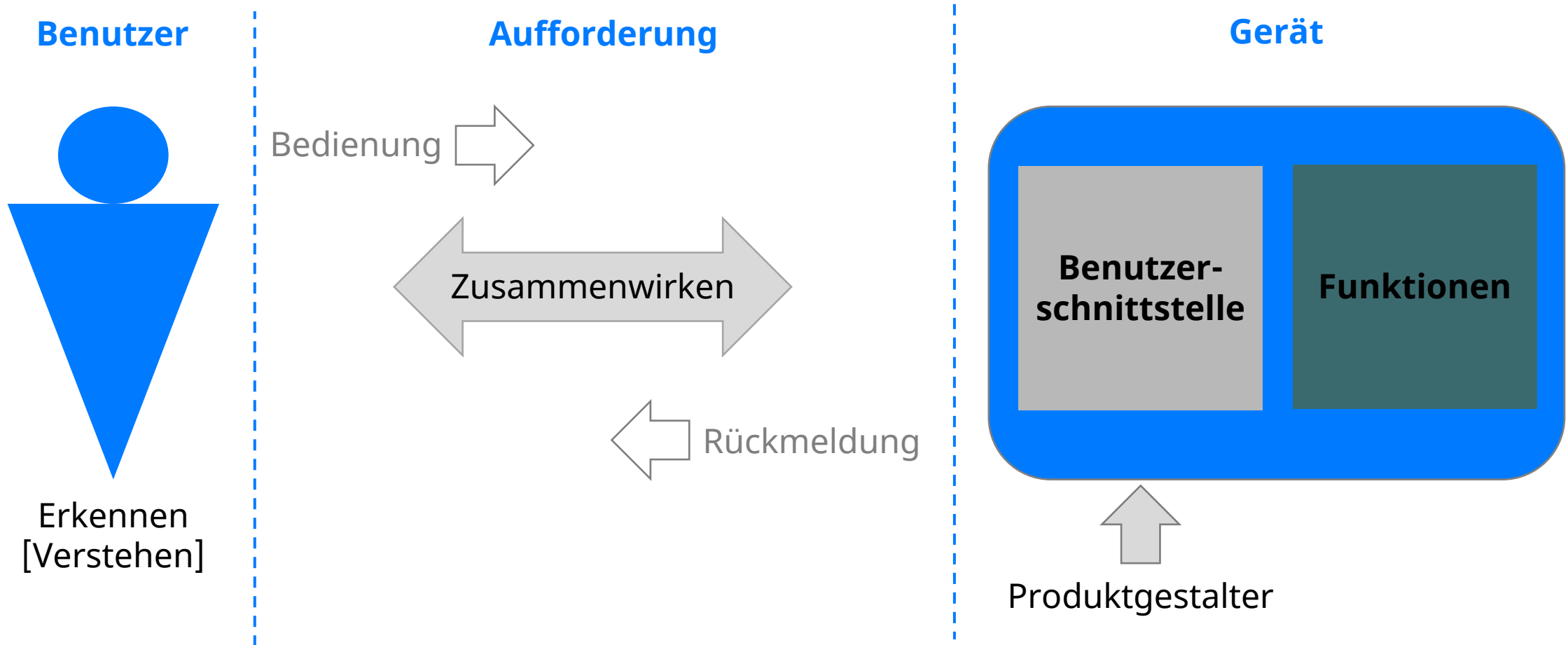
Umschreibt alle Aspekte der Eindrücke und das Erlebnis eines Nutzers bei der Interaktion mit einem Produkt, Dienst, einer Umgebung oder Einrichtung.



Quelle:

DIN EN ISO 9241-11:2010: Ergonomische Anforderungen für interaktive Systeme sowie der Prozess zur Gestaltung interaktiver System.

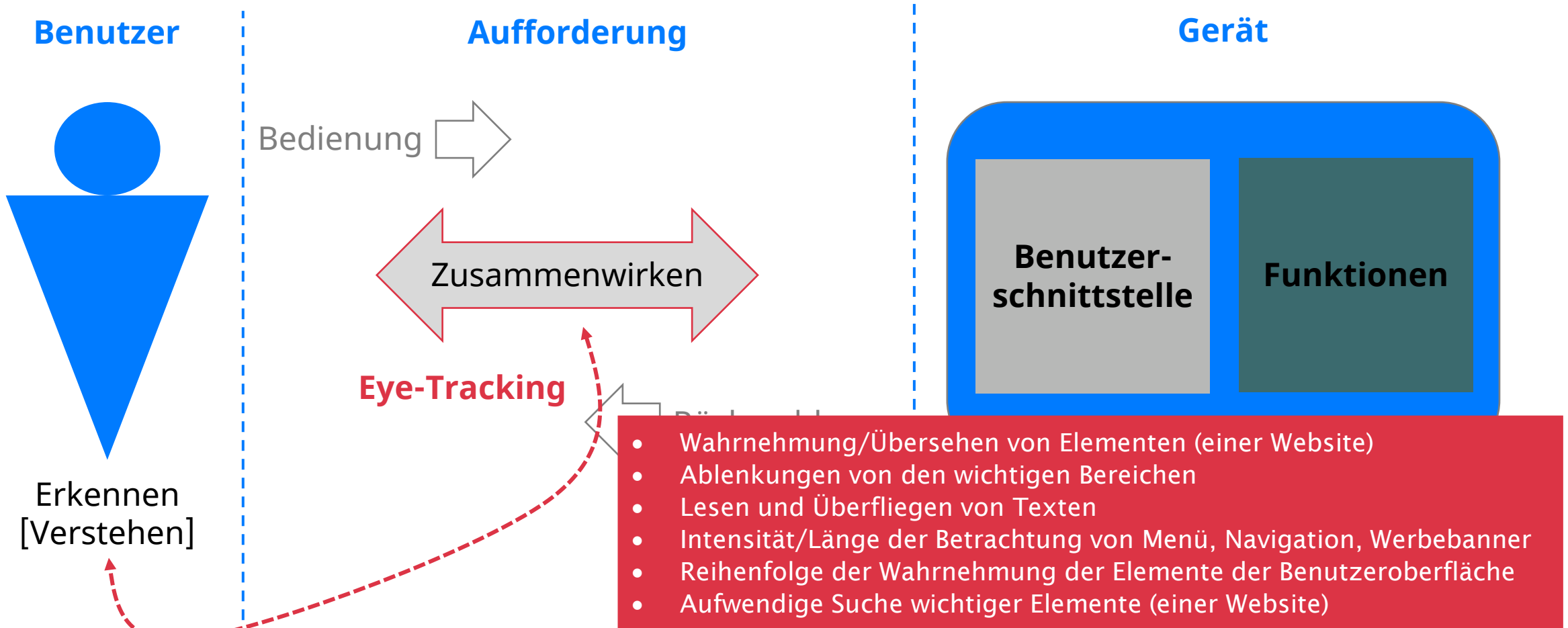
Struktur des Mensch-Maschinen-Zusammenwirkens



Quelle:

DIN 40020:2003: Richtlinien für die Benutzerschnittstelle in Multimediageräten für den Allgemeingebrauch (IEC/TR 61997:2001)

Struktur des Mensch-Maschinen-Zusammenwirkens



Quelle:

DIN 40020:2003: Richtlinien für die Benutzerschnittstelle in Multimediageräten für den Allgemeingebrauch (IEC/TR 61997:2001)

Moderne Eye-Tracker und ihre Eigenschaften

Moderne Eye-Tracker

- Moderne Eye-Tracker stellen eine Kombination aus aufeinander abgestimmter Hard- und Software dar
- Aufzeichnung erfolgt kontinuierlich durch Highspeed-Kameras, professionelle Geräte können Aufnahmefrequenzen von 2.000Hz erreichen (Lemahieu & Wynn, 2010)
- Moderne Geräte erkennen im Laborbetrieb Abweichungen von weniger als 1mm (Duchowski, 2017; Holmqvist & Anderson, 2017)
- Datenerhebungen sind nicht invasiv und Geräte sind leicht und komfortabel zu handhaben
- Finden Einsatz in vielen verschiedenen Bereichen

Stationäre Eye-Tracker



Tobii Pro Spectrum

Mobile Eye-Tracker



Tobii Pro Fusion



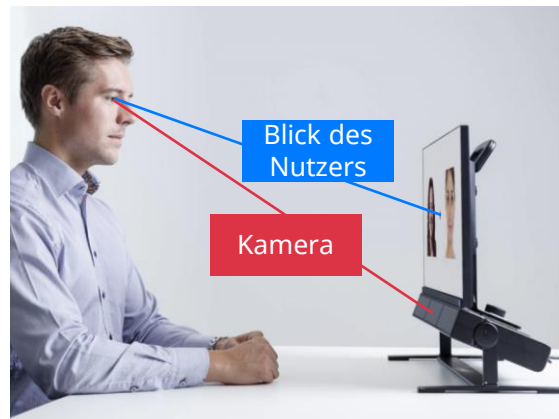
Quelle:

<https://www.tobiipro.com/product-listing/>

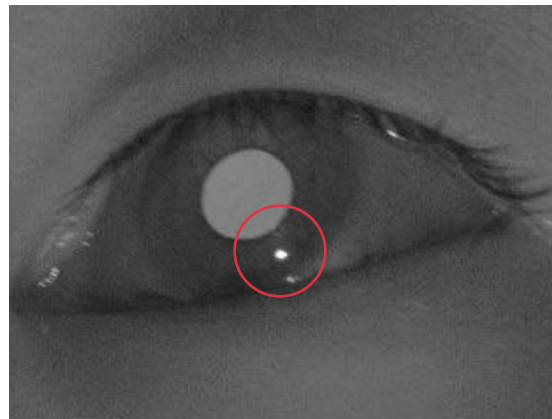
Funktionsweise eines modernen Eye-Trackers

Funktionsweise (Corneale Reflexion)

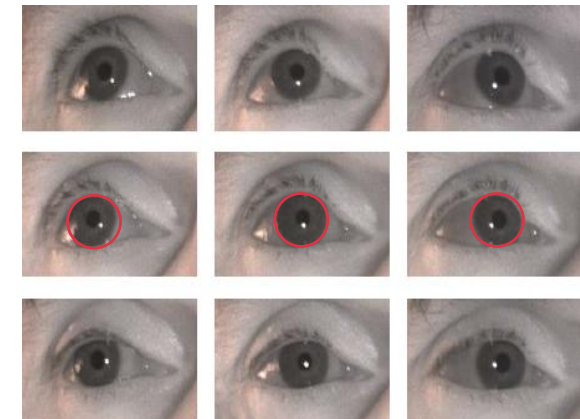
- Augen werden mit einer (oder mehreren) Infrarotlichtquelle beleuchtet
- Auf den Augen der Versuchsperson entstehen Spiegelungen
- Die Pupille und die auftretenden Spiegelungen (corneal reflection) stellen Fixpunkte dar und werden von den Infrarotkameras des Eye-Tracker erfasst
- Die Experimentalsoftware berechnet auf Basis der Bewegungen und der relativen Blickwinkel die betrachteten Koordinaten (Duchowski, 2007; Holmqvist et al., 2011; Sharafi et al., 2020).



Schematische Darstellung der Funktionsweise eines Eye-Trackers
(<https://eyegaze.com/products/eyegaze-edge/>)



Beleuchtete Pupille bei Smith & Graham (2006)



Mögliche Positionen der Spiegelungen
(Duchowski, 2017, S.56)

Sakkaden und Fixationen

Fixationen

Nur bei den Fixationen kommt es zu einer Informationsaufnahme. Fixationen nehmen rund 90 bis 95 Prozent der Gesamtlesezeit ein.

Sakkaden

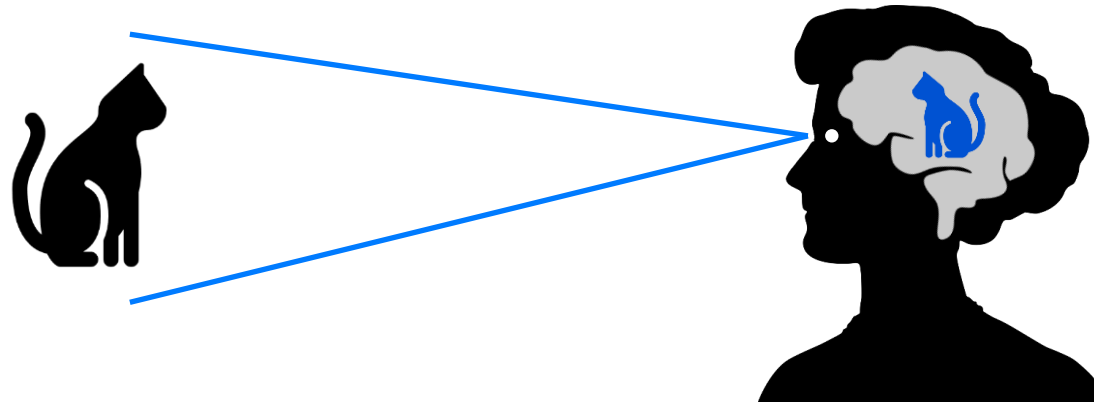
Sakkaden sind im Vergleich zu den Fixationen ein relativ kurzer visueller Prozess beim [...]. Eine Informationsaufnahme während des Sakkadenprozesses findet nicht statt, sondern nur während der Fixationen.



Quelle:

<https://www.typolexikon.de/sakkaden/>
<https://www.typolexikon.de/fixationen/>
<https://www.dell.com/de-de/shop>

Warum funktioniert Eye-Tracking?



Eye-Mind Hypothese

- Fixation und Verarbeitung im Gehirn (Aufmerksamkeit) sind eng miteinander verbunden.
- In der Leseforschung bestätigt, wird aber in anderen Bereichen kontrovers diskutiert.

Bottom-Up Aufmerksamkeit:

Aufmerksamkeit wird von bestimmten Stimuli geweckt.

Top-Down Aufmerksamkeit:

Unsere Interessen lenken unsere Aufmerksamkeit (Task-Abhängigkeit).



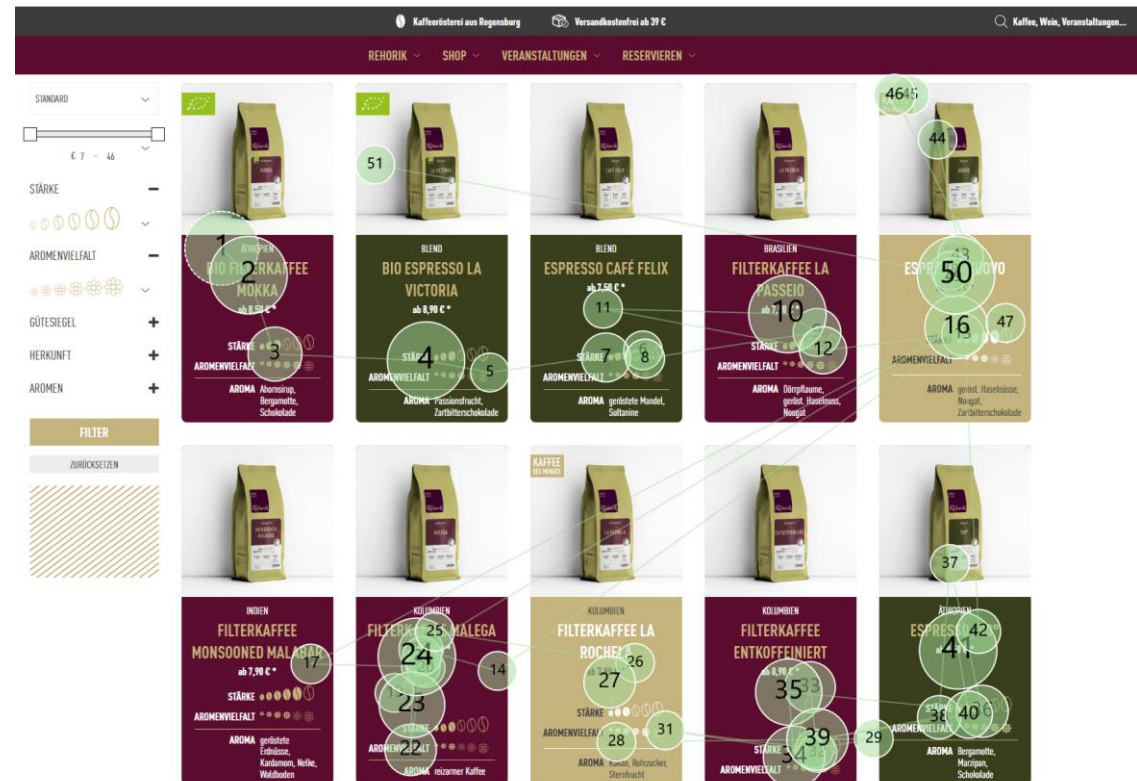
Quelle:

Orquin, J.L., Holmqvist, K.: Threats to the validity of eye-movement research in psychology. *BehavRes*50, 1645–1656 (2018). <https://doi.org/10.3758/s13428-017-0998-z>

Eye-Tracking Metriken

Gazeplot (alternativ Scanpath)

Ein Gazeplot visualisiert die Reihenfolge und Dauer von Fixationen von einzelnen Personen. Die Reihenfolge wird dabei durch eine Nummerierung, die Dauer der Fixation über die Größe der Kreise abgebildet. Ein Gazeplot kann sowohl statisch über ein gewisses Zeitfenster als auch als Animation betrachtet werden (siehe Abbildung).



Gazeplot der Augenbewegungen eines Probanden bei der Auswahl von Kaffee in einem Online Kaffeehandel

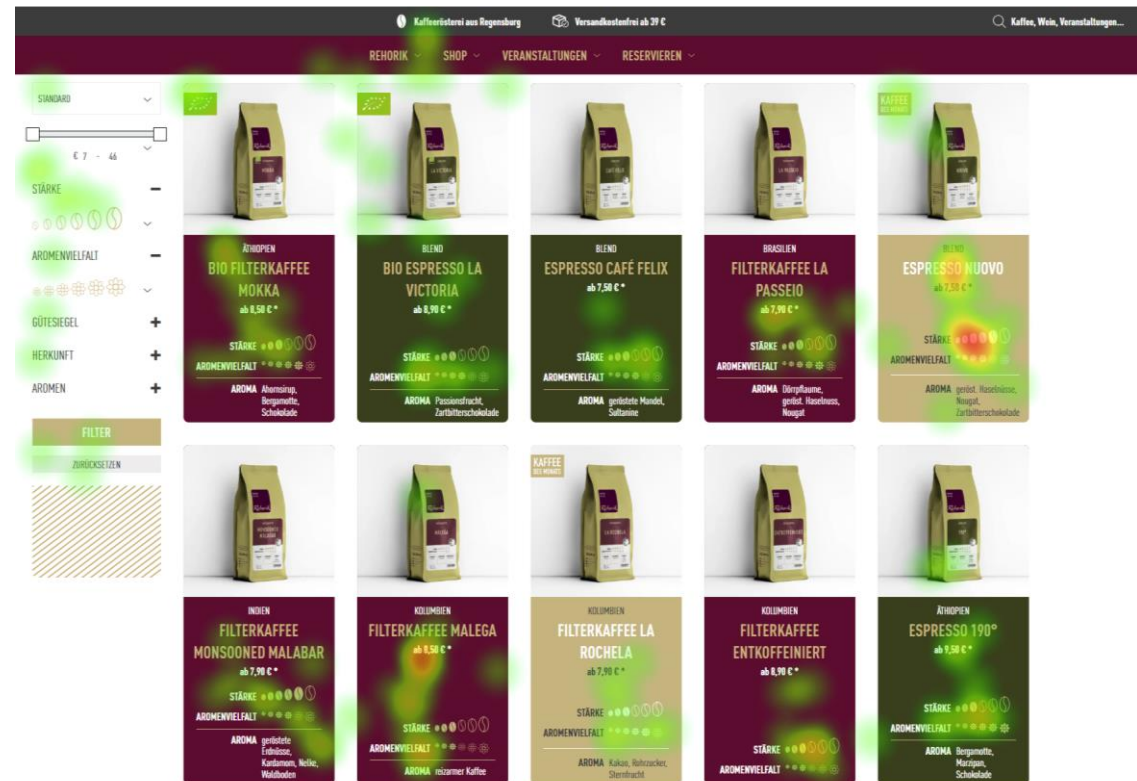
Quelle:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Eye-Tracking>
<https://www.rehorik.de/produkt-kategorie/onlineshop/>

Eye-Tracking Metriken

Heatmap (alternativ Attentionmap)

Eine Heatmap ist eine statische Visualisierung, die hauptsächlich für die aggregierte Darstellung mehrerer Personen verwendet wird. In dieser Repräsentation wird über eine Farbcodierung hervorgehoben, wohin Personen lange und oft ihren Blick fixiert haben. Dadurch bietet sie einen guten Überblick, welche Regionen viel Aufmerksamkeit auf sich ziehen und welche Regionen ausgelassen werden.



Heatmap der Augenbewegungen eines Probanden bei der Auswahl von Kaffee in einem Online Kaffeehandel

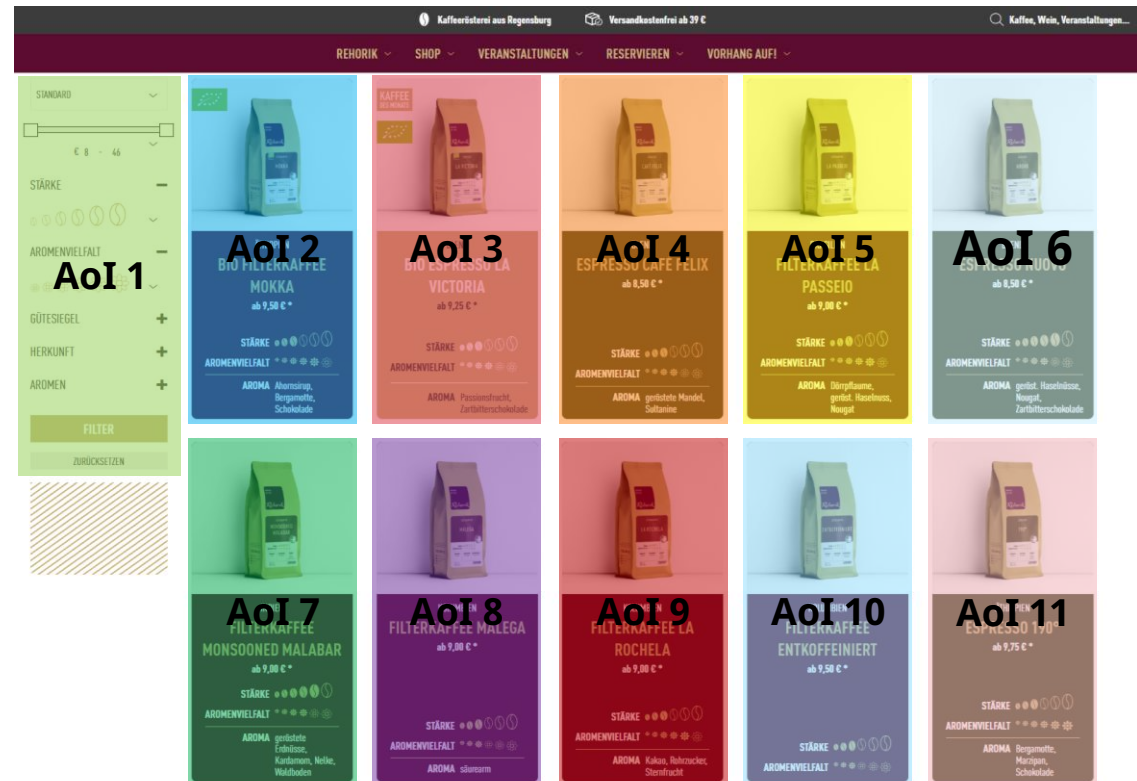
Quelle:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Eye-Tracking>
<https://www.rehorik.de/produkt-kategorie/onlineshop/>

Eye-Tracking Metriken

Areas of Interest (AoI)

AoIs sind Bereiche, die manuell im Stimulus markiert werden und für die dann verschiedene Eye-Tracking-Maße berechnet werden. [...] Die AOI-Analyse erlaubt es, Eye-Tracking-Daten quantitativ auszuwerten. Sie wird eingesetzt um z. B. die Aufmerksamkeitsverteilung innerhalb eines Stimulus, wie einer Webseite, zu beurteilen.



Heatmap der Augenbewegungen eines Probanden bei der Auswahl von Kaffee in einem Online Kaffeehandel



Quelle:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Eye-Tracking>
<https://www.rehorik.de/produkt-kategorie/onlineshop/>

Anwendungsbeispiele aus der Forschung

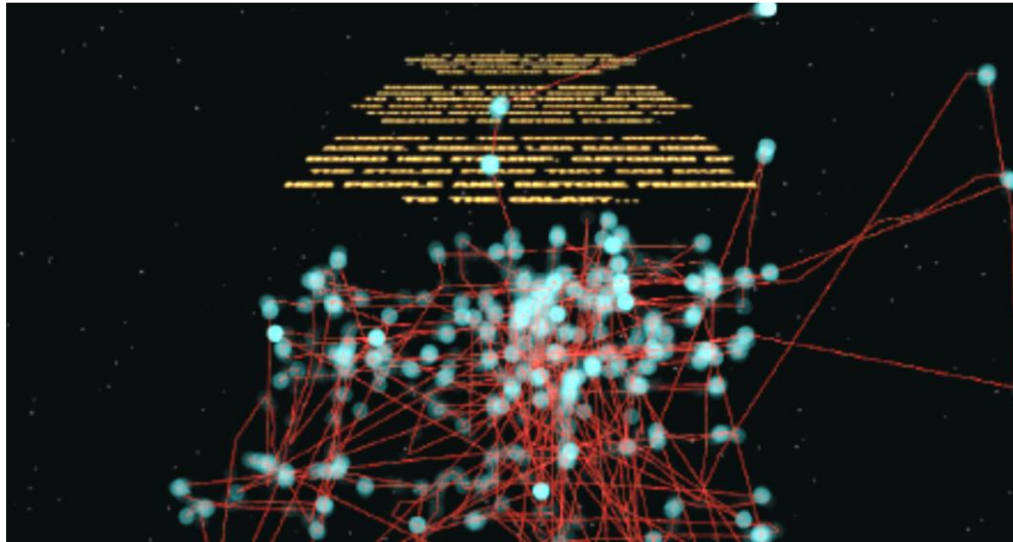


DiNo – Digital Innovation Ostbayern ist ein gemeinsames Projekt von:

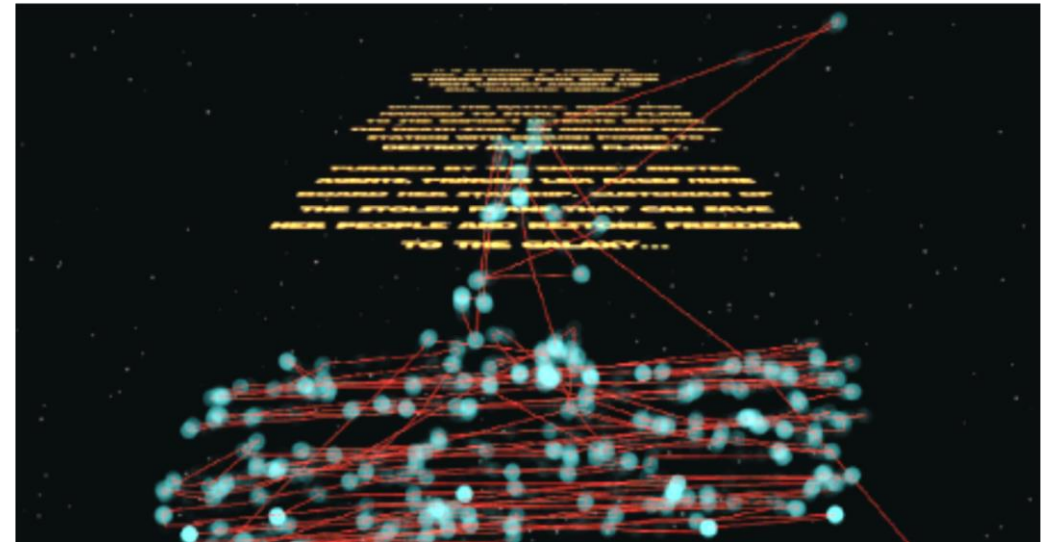
Gefördert durch:



Textverständnis



Muttersprachler



Lernender



Quellen:

Fujii, K., & Rekimoto, J. (2019, March). Subme: An interactive subtitle system with english skill estimation using eye tracking. In Proceedings of the 10th Augmented Human International Conference 2019 (pp. 1-9).

Textverständnis

There	are	concerns	over	the	company's	proximity	to	the	Chinese	government
-------	-----	----------	------	-----	-----------	-----------	----	-----	---------	------------

however,	some	countries	are	already	preparing	for	the	next	year.
----------	------	-----------	-----	---------	-----------	-----	-----	------	-------

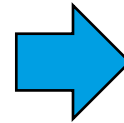
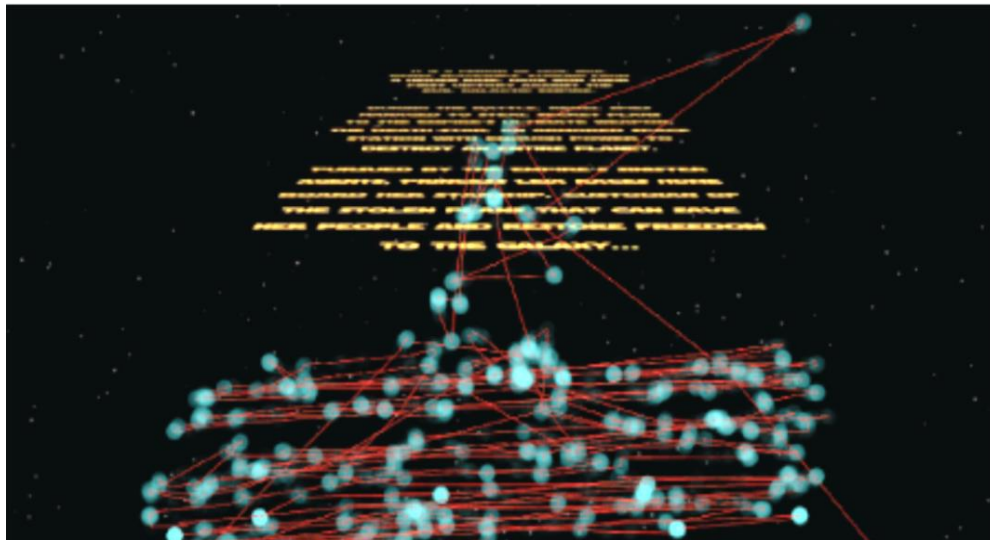
Aufgabe: Lesen und verstehen Sie den Text



Quellen:

Higasa, T., Tanaka, K., Feng, Q., & Morishima, S. (2023, October). Gaze-Driven Sentence Simplification for Language Learners: Enhancing Comprehension and Readability. In Companion Publication of the 25th International Conference on Multimodal Interaction (pp. 292-296).

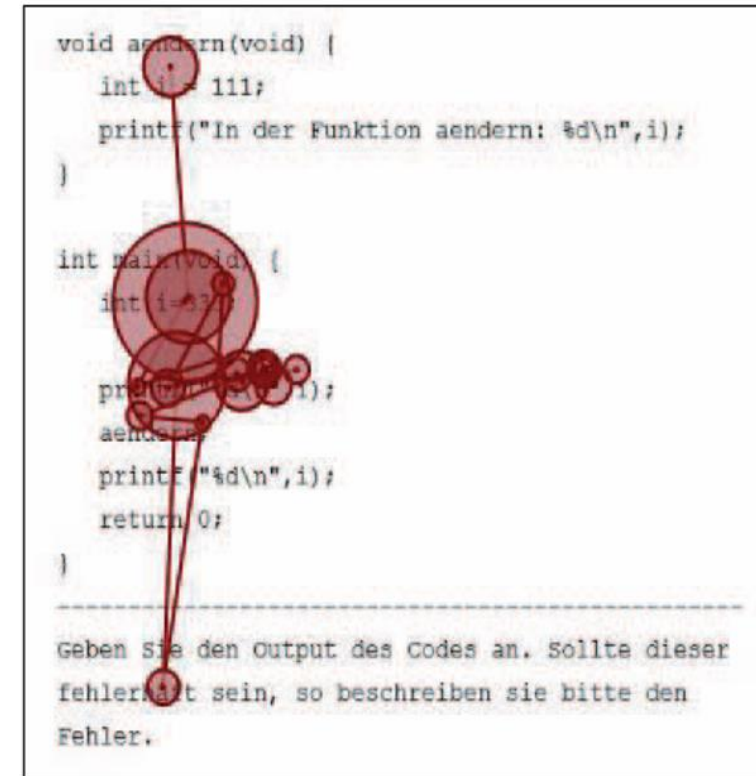
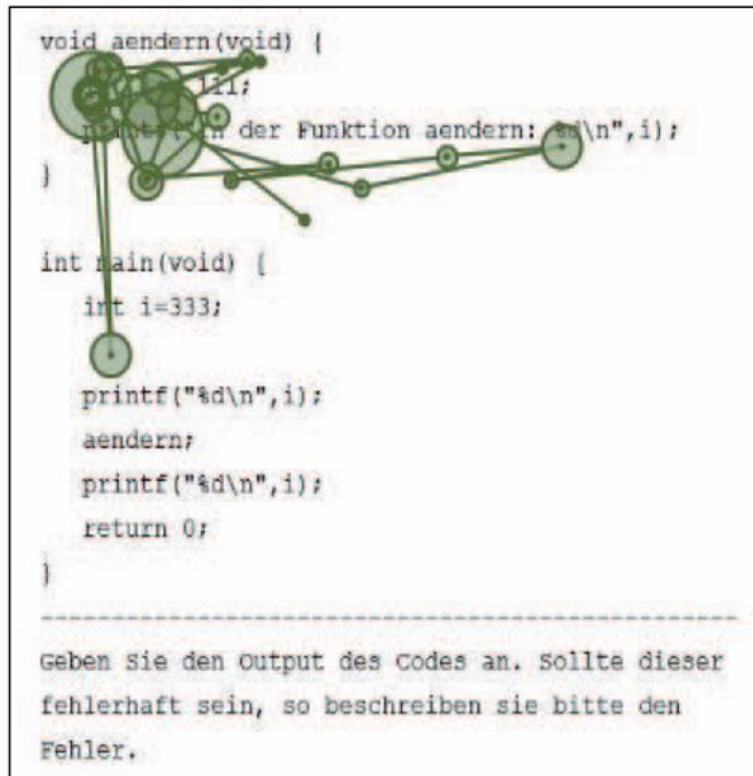
Textverständnis



Quellen:

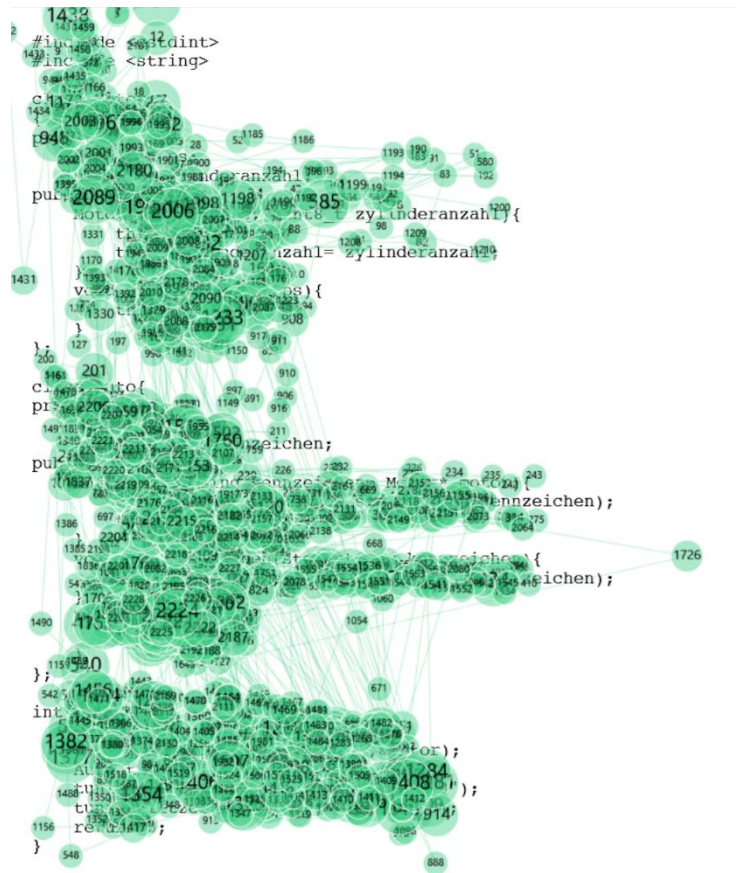
Fujii, K., & Rekimoto, J. (2019, March). Subme: An interactive subtitle system with english skill estimation using eye tracking. In Proceedings of the 10th Augmented Human International Conference 2019 (pp. 1-9).

Novizen-Expertenvergleich



Gazeplots der ersten 10 Sekunden eines Novizen und eines Experten beim Review eines C-Quellcodes (Nivala et al., 2016)

Novizen-Expertenvergleich



```
#include <stdint>
#include <string>

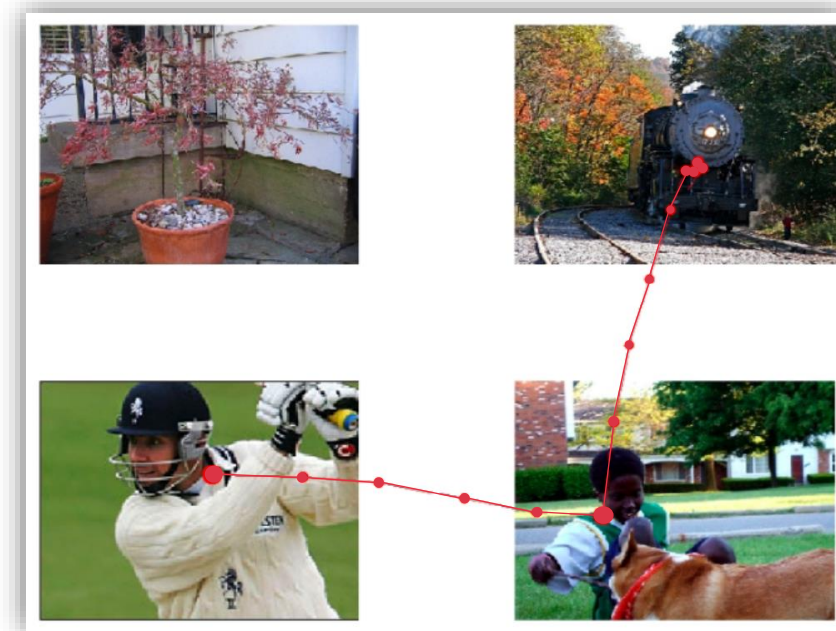
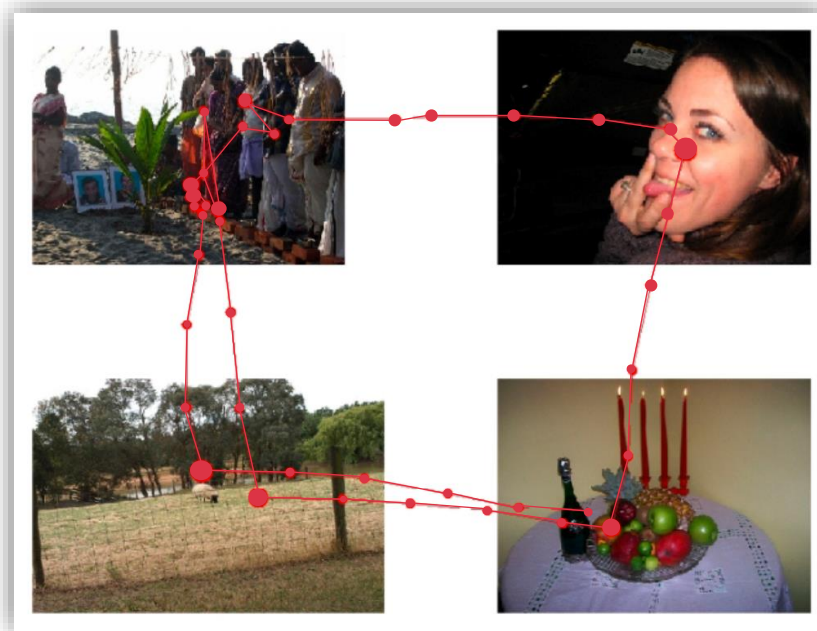
class Motor
{
private:
    uint16_t ps;
    uint8_t zylinderanzahl;
public:
    Motor(uint16_t ps, uint8_t zylinderanzahl){
        this->ps = ps;
        this->zylinderanzahl = zylinderanzahl;
    }
    void setps(uint16_t ps){
        this->ps = ps;
    }
};

class Auto{
private:
    Motor* motor;
    std::string kennzeichen;
public:
    Auto(std::string kennzeichen, Motor* motor){
        this->kennzeichen = kennzeichen;
        this->motor = motor;
    }
    void setKennzeichen(std::string kennzeichen){
        this->kennzeichen = kennzeichen;
    }
    Motor* getMotor(){
        return motor;
    }
};

int main(){
    Motor motor(90, 5);
    Auto flitzer("R CY-55", &motor);
    Auto tuningFlitzer("R CY-55", &motor);
    tuningFlitzer.setMotor(&motor);
    return 0;
}
```

Gazeplots eines Novizen und eines Experten beim Review eines C++-Quellcodes (Hauser et al., 2020)

Informationssuche



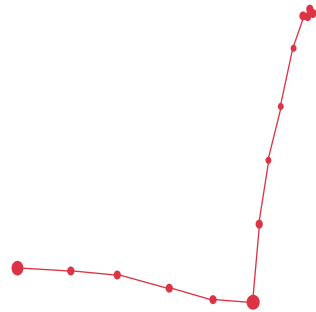
Scanpfade von zwei Probanden bei der Suche nach einem Sportbild



Quellen:

Klami, A., Saunders, C., de Campos, T. E., & Kaski, S. (2008, October). Can relevance of images be inferred from eye movements?. In Proceedings of the 1st ACM international conference on Multimedia information retrieval (pp. 134-140).

Informationssuche

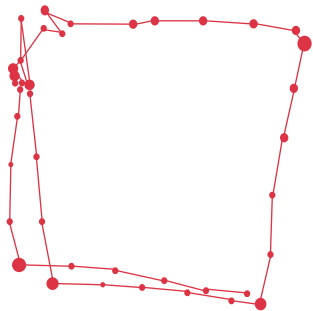


+



=

Nutzer hat die Information gefunden



+



=

Nutzer hat die Information **nicht** gefunden
→ Braucht evtl. Unterstützung



Quellen:

Klami, A., Saunders, C., de Campos, T. E., & Kaski, S. (2008, October). Can relevance of images be inferred from eye movements?. In Proceedings of the 1st ACM international conference on Multimedia information retrieval (pp. 134-140).

Eye Movement Modelling Examples

Eye Movement Modelling Examples (EMME)

EMME sind Lernvideos, die die Augenbewegungen eines Experten (z. B. eines Programmierlehrers) während der Ausführung einer Aufgabe visualisieren, um die Aufmerksamkeit der Schüler zu lenken, z. B. als sich bewegendes Punkt oder Kreis.

```
#include<stdlib.h>

int *foo()
{
    const float pi=3.14;
    float *px, *py;
    px=&pi;
    *px=7;

    py=(float *) malloc (sizeof(float));
    py=px;

    for (float z=0; z<10; z++)
        *px=*px+3;

    return &pi;
}

int main()
{
    int *px;
    px=foo();
    return 0;
}
```

- (1) CERT EXP40-C: Do not modify constant objects.
- (2) CERT MEM31-C: Free dynamically allocated memory when no longer needed.
- (3) CERT FLP30-C: Do not use floating-point variables as loop counters.
- (4) MISRA-C:2004 Rule 17.6: The address of an object with automatic storage shall not be assigned to another object that may persist after the first object has ceased to exist.

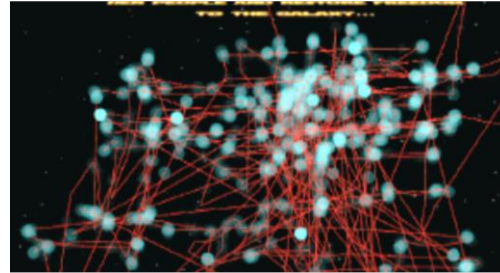
EMME-Video zu Coding-Guidelines (Prof. Jürgen Mottok)



Quelle:

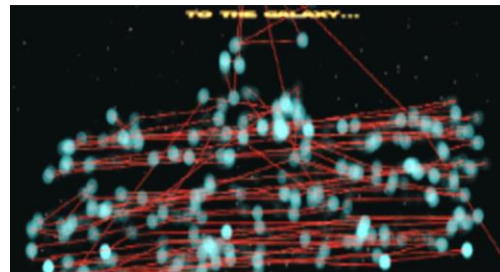
Emhardt, S., Jarodzka, H., Brand-Gruwel, S., Drumm, C., & Van Gog, T. (2020, June). Introducing eye movement modeling examples for programming education and the role of teacher's didactic guidance

Eye-Tracking alleine reicht nicht



=

?



=

?

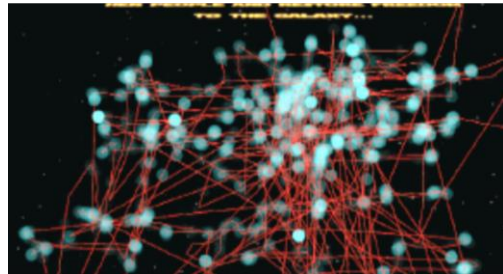


Quellen:

Fujii, K., & Rekimoto, J. (2019, March). Subme: An interactive subtitle system with english skill estimation using eye tracking. In Proceedings of the 10th Augmented Human International Conference 2019 (pp. 1-9).

Eye-Tracking alleine reicht nicht

Triangulation



+

Fragebogen

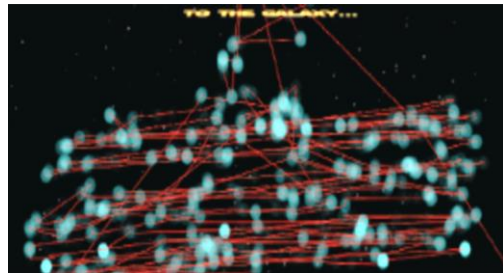
Think Aloud

Interview

Nutzereingaben

...

= Muttersprachler



+

= Lerner



Quellen:

Fujii, K., & Rekimoto, J. (2019, March). Subme: An interactive subtitle system with english skill estimation using eye tracking. In Proceedings of the 10th Augmented Human International Conference 2019 (pp. 1-9).

Interessiert?

Kontakt

EDIH DInO

www.edih-dino.de

info@edih-dino.de

Hier geht es zu unserem [Newsletter](#)



Folgen Sie DInO auf
LinkedIn



DInO – Digital Innovation Ostbayern ist ein gemeinsames Projekt von:



Gefördert durch:

