



ISFMÜNCHEN

Dr. Michael Heinlein & Judith Neumer

DER TRAINIERTE ALGORITHMUS UND DER GESCHULTE BLICK

Zur (Nicht-)Automatisierbarkeit visueller Arbeit

Arbeit.Wissen.Technik: Gesellschaftliche Erfahrungsräume im digitalen Zeitalter
Symposium am 06. Juni 2025, IBZ München

Veranstaltung finanziert aus Mitteln der

DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft

ArtViWo
The Digital Transformation of Work as a Transformation
of the Practice and Organisation of Seeing



DAS PROJEKT „ARTIFICIAL VISION AT WORK“ (ARTVIWO)



- DFG-Projekt „Maschinelles Sehen bei der Arbeit: Die digitale Transformation der Arbeit als Transformation der Praxis und Organisation des Sehens“, Laufzeit: Oktober 2023 bis September 2026
- Kooperationsprojekt zwischen **Arbeits- und Techniksoziologie** (ISF München, Leitung: Dr. Michael Heinlein) und **Wissenschafts- und Technikgeschichte** (Deutsches Museum München, Leitung: PD Dr. Rudolf Seising)
- **ISF München:** Fallstudien zum Einsatz von KI in **hochqualifizierter Arbeit** (Koloskopie, Radiologie) und **Einfacharbeit** (automatische Sichtprüfung)
- Aktuelle Datenbasis der Fallstudie zur Automatisierung des Sehens in der **Koloskopie**:
 - Leitfadengestützte Expert:inneninterviews mit sieben Ärzt:innen in vier Kliniken und einem KI-Entwickler für Koloskopie (Forschung), fortlaufende Diskussion mit Entwicklern und Ärzt:innen
 - Offene teilnehmende Beobachtung von vier Koloskopien mit KI (klinisches Setting, zwei Tage) und vier Koloskopien ohne KI (gastroenterologische Praxis, ein Tag)

1. Visuelle Arbeit im Arbeitshandeln
2. KI in der Medizin: Sehen als Ansatzpunkt von Automatisierungsbestrebungen
3. Wo findet Automatisierung statt? Die visuelle Arbeit der Koloskopie
4. Wie verändert sich die visuelle Arbeit der Koloskopie mit KI?
5. Automatisierung durch KI: Eine neue Vereinseitigung des Sehens?

The background is a deep blue field filled with a complex, abstract pattern of light rays and digital elements. Numerous thin, bright blue lines radiate from a central point, creating a sense of depth and movement. Interspersed among these rays are clusters of small, glowing blue dots and faint, grid-like structures, reminiscent of a digital network or data visualization. The overall effect is one of high-tech, futuristic energy.

Visuelle Arbeit im Arbeitshandeln

Anschluss an Arbeiten zur tätigkeitsbezogenen Sehschulung (Böhle/Weishaupt/Hätscher-Rosenbauer/Fritscher 1998):

- Qualitative **Vielfalt** und qualitative **Entfaltung** der visuellen Wahrnehmungsfähigkeit im Vordergrund – es geht um „die Fähigkeit, mit den Augen die Welt unterschiedlich wahrzunehmen.“ (S. 10)
- In den Blick kommen „unterschiedliche ‚**Sehweisen**‘ sowie unterschiedliche Verbindungen mit anderen Sinneswahrnehmungen wie auch anderen menschlichen Fähigkeiten wie des **Denkens**, **subjektiven Empfindens** bis hin zum **praktischen Handeln**.“ (ebd.)

Böhle, F., Weishaupt, S., Hätscher-Rosenbauer, W. & Fritscher, B. (1998): *Tätigkeitsbezogene Sehschulung. Ein zukunftsweisender Ansatz zur Förderung der Gesundheit bei visueller Beanspruchung am Arbeitsplatz*. München: ISF München

Visuelle Arbeit ist als handlungspraktischer Zusammenhang

- eingebettet in Arbeitsprozesse und Tätigkeiten,
- im Arbeitshandeln immer wirksam und
- in manchen Berufen von herausgehobener Bedeutung

Visuelle Arbeit ist **historisch gewachsen** und tief in beruflichen und professionellen **Wissensvorräten** verankert – der professionelle Blick beruht auf einem „socially situated, historically constituted body of practices through which the objects of knowledge which animate the discourse of a profession are constructed and shaped.“ (Goodwin 1994, S. 606)

Goodwin, C. (1994): Professional Vision. In: *American Anthropologist* 96, H. 3, S. 606-633.

In der fortgeschrittenen Digitalisierung der Arbeitswelt tritt neben die Frage der **Vereinseitigung des Sehens** (Stichwort Bildschirmarbeit) zunehmend die Frage der **Automatisierung des Sehens**

→ **Musterkennung** durch Künstliche Intelligenz bezieht sich auch auf visuelle Daten

Offene Fragen: Was passiert eigentlich, wenn visuelle Arbeit durch KI unterstützt oder ersetzt wird?
Wie wird KI in visuelle Arbeit integriert? Welche Folgen sind damit verbunden?

→ Fallstudie: Einsatz von KI bei der **Koloskopie** (Darmspiegelung)

The background is a dark blue field filled with a complex network of glowing, light blue lines and dots. These elements create a sense of depth and movement, resembling a digital data stream or a futuristic architectural structure. A bright, circular light source is positioned at the center, from which numerous rays of light emanate, spreading outwards and illuminating the surrounding digital patterns.

KI in der Medizin: Sehen als Ansatzpunkt von Automatisierungsbestrebungen

DER ÄRZTLICHE BLICK IM WANDEL

Entwicklung von Techniken der **medizinischen Bildgebung**:

- Pathologische Anatomie
- Röntgen
- Ultraschall
- Computertomografie
- Magnetresonanztomografie

→ Entstehung **eigenständiger Bildwelten** mit neuen ärztlichen **Handlungsmöglichkeiten**

Anpassungs- und Differenzierungserfordernisse

Entwicklung von komplementären Techniken der **Bildinterpretation**:

- Integration von Darstellung (Bild) und Referent (Körperstruktur)
- Integration von Bildlichkeit und Versprachlichung (→ Einheit von Befundbericht und Bild)
- „Sehbrüche“: Rekonstruktion eines Gesamtbilds aus Überlagerungen (Röntgen) und Querschnitts-/Einzelbildern (Ultraschall, CT, MRT)
- Identifikation von Artefakten

Ausdifferenzierung von medizinischen **Sub- und Hilfsdisziplinen**:

- Pathologie
- Radiologie
- Medizintechnik
- Medizininformatik

Im Zuge der Modernisierung/Digitalisierung wird der ärztliche Blick zu einem technisch **vermittelten**, medial **kanalisierten**, vom Körper **distanzierten** und auf unterschiedliche Techniken, Handlungsräume und Logiken **verteilten** Blick



SEHEN ALS ANSATZPUNKT VON AUTOMATISIERUNGSBESTREBUNGEN



- Seit den 1990er Jahren sukzessive Entwicklung von **künstlichen neuronalen Netzen** (KNN) zur medizinischen Bildanalyse, Durchbruch in den 2010er Jahren (v.a. aufgrund von Deep Learning)
 - Ziele: Unterstützung/Entlastung von Ärzt:innen, Verbesserung der Qualität (u.a. Detektionsraten, Lernen), Standardisierung und Ausschaltung subjektiver Faktoren (z.B. Unaufmerksamkeit, Müdigkeit, Emotionalität)
 - KNN erscheinen als eine qualitativ neue Form „visueller Lokalisierungstechniken“ (Gugerli 1998, S. 4) in der Medizin
- Fokus liegt nicht auf Bildgebung (Röntgen, Ultraschall, CT, MRT), sondern auf **automatisierter Analyse** und **Interpretation** der in medizinischen Praktiken erzeugten Bilder

Gugerli, David (1998): Die Automatisierung des ärztlichen Blicks. (Post)moderne Visualisierungstechniken am menschlichen Körper. Preprints zur Kulturgeschichte der Technik 4. ETH Zürich: Institut für Technikgeschichte.

- Seitdem: Vielfältige Einsatzbereiche der automatisierten Erkennung und Interpretation von organischen Strukturen



ENTWICKLUNG VON KÜNSTLICHEN NEURONALEN NETZEN



- Entwicklung von KNN in mehreren Schritten:
 - Sammlung, Segmentation/Annotation und Vorbereitung von Bilddaten
 - Auswahl der Modellarchitektur (i.d.R. Convolutional Neural Networks), ggf. Nutzung vortrainierter Modelle
 - Überwachtes Training und Validierung
 - Evaluation an Testdatensatz und Anpassung
 - Einsatz in Praxis

- KI wird erst seit Kurzem in klinischen Settings genutzt, allerdings/dementsprechend existiert noch keine medizinische Leitlinie → Einführung und Nutzung von KI trägt **realexperimentelle Züge**
- Breite Diskussion von KI im Feld mit umfassender Studienlage (u.a. Effizienz und Verlässlichkeit von KI, ergonomische Aspekte von KI, Mensch-KI-Interaktion, visual gaze pattern studies)
→ Automatisierung des ärztlichen Blicks durch KI ist ein zentrales **feldimmanentes Thema**
- **Visualisierungstechniken** (v.a. Lichterzeugung und Bildgebung) stellen einen wesentlichen Bestandteil der Koloskopie dar → KI trifft auf eine Praxis, die regelmäßig technikgetrieben verändert wird
- Koloskopie ist eine risikobehaftete Arbeit, die umfassendes Wissen und Können voraussetzt („**Professionalität**“) → Automatisierung nicht selbstverständlich und mit hohen Hürden verbunden
- Die Nutzung von KI erfolgt in **Echtzeit** → die unmittelbare Auseinandersetzung von Ärztinnen/Ärzten mit KI in der medizinischen Praxis steht im Vordergrund

The background is a dark blue field filled with a complex network of glowing, thin white and light blue lines. These lines radiate from a central point, creating a sense of depth and movement, similar to a digital data stream or a microscopic view of a complex structure. A bright, circular light source is positioned at the center, from which the lines emanate, casting a soft glow across the entire scene.

Wo findet Automatisierung statt? Die visuelle Arbeit der Koloskopie

Bilderzeugung und **Bildinterpretation** stellen in der Koloskopie eine **Einheit** dar:

Der ärztliche Blick wird in einer körperlich-leiblichen, wissens- und erfahrungsgeleiteten, technisch und materiell geprägten Praxis vollzogen und ist unmittelbar mit dort sichtbar gemachten Bildern der Dickdarmschleimhaut verbunden

Visuelle Arbeit der Koloskopie umfasst...

- einen **kompetenten**, d.h. auf spezifischen Wissens- und Könnensformen beruhenden **Umgang** mit Technik, Bildern und Symbolen, aber auch mit dem eigenen Körper und fremden Körpern
- **verbale Kommunikation** über das, was man sieht: z.B. zur Einschätzung von Strukturen, zur Bestätigung, dass abgetragenes Gewebe aus dem Körper ist, dass Bewegungen des Darms nerven
- **non-verbale Kommunikation** u.a. zur Anzeige von Zweifel, dass ein Polyp vorliegt und zur wechselseitigen Bestätigung oder Ablehnung von Beurteilungen

Sehweisen des ärztlichen Blicks in der Koloskopie		Blickfeld	
		Zentral	Peripher
Form des Arbeitshandels	Objektivierend	<p><i>Formal registrierender Blick</i></p> <p>Der ärztliche Blick erkennt eine auffällige Gewebestelle der Dickdarmschleimhaut, registriert sie exakt und beurteilt sie anhand formaler Kriterien im Prozess der visuellen Arbeit</p>	<p><i>Zirkulärer Blick</i></p> <p>Der ärztliche Blick scannt als Kontrollblick die Ränder der Dickdarmschleimhaut systematisch ringsum oder auch in Form eines „U-förmigen Pendels“ (Endo-06: 191) ab, um Auffälligkeiten zu entdecken.</p>
		<p><i>Assoziativ fokussierender Blick</i></p> <p>Der ärztliche Blick wird durch eine diffuse Auffälligkeit der Dickdarmschleimhaut irritiert und ordnet sie explorativ, assoziativ und bildhaft ein.</p>	<p><i>Schweifender Blick</i></p> <p>Der ärztliche Blick nimmt die qualitativen Merkmale des Dickdarms ganzheitlich wahr und erfährt ihn als Raum, in dem etwas geschieht und in dem man sich bewegt und orientiert.</p>
	Subjektivierend		

- Die Sehweisen des ärztlichen Blicks erfüllen in der visuellen Arbeit unterschiedliche Funktionen und Aufgaben – sie verweisen auf **eigenständige Sehregime** und **epistemische Praktiken** (z.B. wird durch den schweifenden Blick Kontextwissen erzeugt)
- Zugleich sind die Sehweisen des ärztlichen Blicks nicht isoliert voneinander zu verstehen, sie **verschränken sich im Arbeitsprozess** und sind wechselseitig aufeinander angewiesen – ohne den zirkulären und schweifenden Blick kann kein visuelles Registrieren und Fokussieren stattfinden und vice versa
- Mit den Sehweisen vermischen und verschränken sich objektivierendes und subjektivierendes Arbeitshandeln – (auch hier) keine reinen Arbeitsformen, sondern vielschichtige **Verbindungen** und **Überschneidungen** im Arbeitshandeln selbst, das zugleich geplant und offen, formal und informell ist

The background is a dark blue, abstract digital landscape. It features a dense network of glowing blue lines and dots that radiate from a bright, central light source, creating a sense of depth and movement. The lines vary in thickness and brightness, some appearing as sharp streaks while others are more diffuse. The overall effect is reminiscent of a data visualization or a futuristic digital environment.

**Wie verändert sich die visuelle Arbeit
der Koloskopie mit KI?**

Die geschilderten und beobachteten Auswirkungen von KI auf die visuelle Arbeit der Koloskopie lassen sich in drei Dynamiken differenzieren:

- **Dynamik I – Technikgeleitete Integration:** Die visuelle Arbeit der Koloskopie zentriert sich um KI, der ärztliche Blick verändert sich dabei in technikgeleiteter Weise
- **Dynamik II – Erfahrungsgeleitete Integration:** KI wird in die erfahrungsgeleitete visuelle Arbeit der Koloskopie eingebettet, sodass der ärztliche Blick dominant und weitgehend souverän bleibt
- **Dynamik III – Unterbrochene Integration:** KI irritiert den ärztlichen Blick und stört die visuelle Arbeit der Koloskopie

Alle drei Dynamiken werden in unterschiedlichen Ausprägungen und Intensitäten beschrieben und zeigen sich auch in den Beobachtungen – sie durchdringen sich in ein und demselben Interview, bei ein und derselben beobachteten Koloskopie

	Technikgeleitete Integration	Erfahrungsgeleitete Integration	Unterbrochene Integration
Stellenwert der KI in der visuellen Arbeit	KI wird in der visuellen Arbeit großer Raum eingeräumt: man nutzt sie durchweg bei Untersuchungen, der ärztliche Blick folgt konsequent ihren Markierungen	KI weist begrenzten Nutzen für erfahrene Ärzt:innen auf, wird aber trotzdem gerne genutzt (Neugierde, Technikfaszination)	KI unterbricht den Fluss der visuellen Arbeit und zeigt sich als widerständiges und eigensinniges Element
Stellenwert des ärztlichen Blicks in der visuellen Arbeit	Zirkulärer ärztlicher Blick verliert an Bedeutung, KI benötigt aber zwingend ärztliches Handeln: Perspektiven und Bilder müssen geschaffen werden, damit KI Polypen entdecken kann	KI benötigt zwingend ärztlichen Blick: Relevanzsetzung der KI muss mit eigener Erfahrung und eigenem Wissen abgeglichen werden; jedoch keine eigene Arbeit nötig, um Funktionieren der KI zu ermöglichen	KI erzeugt Kontingenzen und verunsichert den ärztlichen Blick: „Wir sind immer wieder überrascht, dass die KI dann doch zeigt, und man guckt.“ (Endo-03: 52-53)
Strukturierung der visuellen Arbeit	Ärzt:innen passen ihr Blicken/Sehen an KI an und stellen unterschiedliche Ordnungen des ärztlichen Blicks und der Mustererkennung durch KI her (Nacheinander, inkrementelle Integration)	Ob KI genutzt und wie auf KI-generierte Markierungen reagiert wird, ist Ergebnis einer „individuellen Untersucherentscheidung“ (Endo-02: 68) – KI schaltet individuelle Erfahrung von Ärzt:innen nicht aus, geschulter Blick zählt mehr als trainierter Algorithmus	Ärztlicher Blick und ärztliches Handeln reagieren auf Kontingenz der KI und leisten Arbeit an der Disruption der visuellen Arbeit – bis zu dem Punkt, an dem die KI ausgeschaltet wird

The background is a dark blue, abstract digital composition. It features a dense network of glowing blue lines and dots that radiate from a central point, creating a sense of depth and movement. The lines vary in thickness and brightness, with some appearing as sharp streaks and others as softer, more diffuse clouds of light. A bright, circular light source is positioned at the center, from which the lines emanate, casting a warm glow that contrasts with the cool blue tones of the background.

Automatisierung durch KI: Eine neue Vereinseitigung des Sehens?



AUTOMATISIERUNG VISUELLER ARBEIT DURCH KI



Automatisierung der Koloskopie zeigt: Es wird auf vielfältige, teils widersprüchliche und ambivalente Weise erprobt und ausgelotet, wie mit KI in der visuellen Arbeit umzugehen ist

- Suchbewegungen stehen in Widerspruch zur (expliziten/impliziten) Erwartung, dass KI standardisiert und standardisierend eingesetzt werden kann und Gewissheit erzeugt
- Hinweis auf Anforderung, in künstliche neuronale Netze **eingeschriebene Formen und Vorstellungen des Sehens** in visueller Arbeit der Koloskopie anschlussfähig zu machen
- Grundannahmen der Mustererkennung: Sehen ist **formalisierbar**, läuft in verschiedenen Tätigkeitsbereichen **gleichförmig** ab und stellt eine **isolierbare Lokalisierungsleistung** dar

Sehweisen des ärztlichen Blicks in der Koloskopie		Blickfeld	
		Zentral	Peripher
Form des Arbeitshandels	Objektivierend	<p><i>Formal registrierender Blick</i></p> <p>Der ärztliche Blick erkennt eine auffällige Gewebestelle der Dickdarmschleimhaut, registriert sie exakt und beurteilt sie anhand formaler Kriterien im Prozess der visuellen Arbeit</p>	<p><i>Zirkulärer Blick</i></p> <p>Der ärztliche Blick scannt als Kontrollblick die Ränder der Dickdarmschleimhaut systematisch ringsum oder auch in Form eines „U-förmigen Pendels“ (Endo-06: 191) ab, um Auffälligkeiten zu entdecken.</p>
		<p><i>Assoziativ fokussierender Blick</i></p> <p>Der ärztliche Blick wird durch eine diffuse Auffälligkeit der Dickdarmschleimhaut irritiert und ordnet sie explorativ, assoziativ und bildhaft ein.</p>	<p><i>Schweifender Blick</i></p> <p>Der ärztliche Blick nimmt die qualitativen Merkmale des Dickdarms ganzheitlich wahr und erfährt ihn als Raum, in dem etwas geschieht und in dem man sich bewegt und orientiert.</p>
	Subjektivierend		

Neue Vereinseitigung des Sehens

Zirkulärer Blick, schweifender Blick und assoziativ fokussierender Blick treten tendenziell in den Hintergrund, der formal registrierende Blick wird dominant. Das zeigt sich z.B.

- in Begründungsdruck („Ich habe es, glaube ich, jetzt sechs Jahre ohne [KI] gemacht, und deswegen ist es halt antrainiert, dass man **trotzdem** rings herum guckt.“ (Endo-01: 43-45))
- im Zusammenhang mit Lernprozessen: Die Entwicklung eines geschulten Blicks wird mit KI als beschwerlich angesehen („Junge Leute [...] starren dann einfach schon mit dem Blick in die Mitte“ (Endo-06: 186)). Lernende müssten aktiv auf KI verzichten, um den geschulten Blick zu entwickeln.

Folgen der Objektivierung des Sehens

- **Zusammenspiel von peripherem und zentralem Sehen** gerät unter Druck: vom Kontext ausgehend einen Fokus finden, den Fokus mit Kontext anreichern
- der menschliche Blick folgt einer KI-basierten Kontextlogik: Kontext ist nur, was als zahlenbasierte Mustererkennung verrechnet wird und im Erscheinen des grünen Kästchens kulminiert, dieser Kontext ist für das menschliche Auge nicht sichtbar

Folgen der Objektivierung des Sehens

- **Zusammenspiel von objektivierenden und subjektivierenden Ausformungen des Sehens** gerät unter Druck: Vielfältige Informationen (exakt – diffus) auf vielfältige Weise (mental registrierend – leiblich spürend) wahrnehmen
- Der für das menschliche Auge sichtbare Kontext (Darm als Raum, den man lesen und verstehen können muss) kann vermutlich nicht mehr ohne Weiteres erfahrungsbasiert erschlossen werden
- Fähigkeiten des bildhaften, assoziativen Denkens und explorativen Vorgehens im Untersuchungsprozess kann vermutlich nicht mehr ohne Weiteres erfahrungsbasiert erworben und erfahrungsgeleitet eingesetzt werden

Neue Vereinseitigung des Sehens und (De-)Qualifizierung

- Qualitative Vielfalt und qualitative Entfaltung der visuellen Wahrnehmungsfähigkeit wird tendenziell eingeschränkt
- Frage der De-Qualifizierung stellt sich aktuell weniger in Bezug auf Befundung, als vielmehr in Bezug auf die subjektivierende Seite der visuellen Arbeit - insbesondere auf den Erwerb und den Einsatz impliziten Erfahrungswissens – sowie in Bezug auf das Zusammenspiel subjektivierender und objektivierender Anteile visueller Arbeit

Gleichzeitig: KI kann zu Qualifizierung in der Befundung beitragen, wenn Lernende durch KI-basierte Markierungen auf bisher schwer zu erkennende Läsionen konditioniert werden – diese Qualifizierung bezieht sich auf die menschliche „Detektionsrate“, aber nicht auf die visuelle Arbeit in ihrer Reichhaltigkeit

VIELEN DANK FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT

Dr. Michael Heinlein & Judith Neumer
ISF München
Jakob-Klar-Straße 9, 80796 München
+49 (0)89 272 921-0
michael.heinlein@isf-muenchen.de
judith.neumer@isf-muenchen.de