

Bachelorarbeit

Titel der Bachelorarbeit

**“Einfluss von Visualisierungen auf die
Wahrnehmung und das Verständnis von Daten am
Beispiel der Covid-19 Pandemie - Eine
Interviewstudie“**

verfasst von / submitted by

Yannik Korzikowski

Aachen, 2021

Matrikelnummer:

345421

Studienrichtung :

Technik Kommunikation Informatik

Betreut von:

André Calero Valdez

Ich, Yannik Korzikowski, versichere hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe (insbes. akademisches Ghostwriting) erbracht habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt. Für den Fall, dass die Arbeit zusätzlich auf einem Datenträger eingereicht wird, erkläre ich, dass die schriftliche und die elektronische Form vollständig übereinstimmen. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Abstract

Visualisierungen sind während der Corona-Pandemie ein wichtiges Mittel zur Darstellung der aktuellen Situation und Vorhersage. In dieser Arbeit wird dem Leser ein aktueller Stand der Forschung bezüglich Wahrnehmung und Datenverarbeitung des Menschen präsentiert, sowie ein Einblick in die Forschung zur Visualisierung gegeben. Dabei wird sowohl ein Einblick in die Grundlagen der Wahrnehmungspsychologie gegeben, als auch ein Blick auf die aktuelle Visualisierungsforschung in Kombination mit Big Data. An der Interviewstudie nahmen 6 Probanden teil. Die durchgeführte Studie liefert Erkenntnisse über mögliche Fallstricke aktueller Visualisierungen und bringt neue Vorschläge. Es besteht noch weiterer Forschungsbedarf, da sich das Datenverständnis nicht allein durch die Qualität der Visualisierung unbegrenzt steigern lässt, sondern auch Vor- und Grundkenntnisse wichtig sind.

Inhaltsverzeichnis

Abstract

1 Einleitung	1
2 Stand der Forschung	2
2.1 Grundlagen	2
2.2 Visualisierungen während der Pandemie	5
2.3 IEEE Computer Society Visualization Conference	7
2.4 Visual analytics	9
3 Methodenbeschreibung	12
4 Stichprobenbeschreibung	13
5 Ergebnisse	14
5.1 Erkannte Zusammenhänge	14
5.2 Wahrnehmung agentenbasierter Modelle	15
5.3 Wahrnehmung mathematischer Modelle	16
5.4 Verbesserungsvorschläge bezüglich Visualisierung	18
5.5 Einfluss auf das Datenverständnis	19
5.6 Neue Vorschläge	21
6 Diskussion	24
6.1 Einfluss von Visualisierungen auf das Datenverständnis	24
6.2 Wahrnehmung mathematischer & agentenbasierter Modelle	25
6.3 Neue Vorschläge	26
6.4 Verbesserungsvorschläge bezüglich Visualisierungen	27
6.5 Erkannte Zusammenhänge	28
7 Methodenreflexion	29
8 Zusammenfassung und Ausblick	30
9 Anhang	31

1 Einleitung

“[...] das Coronavirus verändert zurzeit das Leben in unserem Land dramatisch. Unsere Vorstellung von Normalität, von öffentlichem Leben, von sozialen Miteinander - all das wird auf die Probe gestellt wie nie zuvor.”
(Merkel, 2020)

Mit diesen Worten begann Angela Merkel ihre Fernsehansprache am 18.03.2020 zur Lage der Nation. Die Pandemie hat viele Menschenleben gekostet. Bisher wurden zur Einschätzung der Daten vor allem die Zahl der Neuinfektionen und der R-Wert genutzt. Liegt dieser über 1, so steigen die Fallzahlen. Später kam dann noch der Inzidenzwert dazu, welcher eine Relation zwischen Neuinfektionen, Population und einem Zeitraum herstellt.

In der durchgeführten Interviewstudie wird versucht herauszufinden, welche Visualisierungen sich zur Darstellung der Pandemiesituation eignen. Der Fokus liegt hierbei auf der Einschätzung des aktuellen Standes der Pandemie. Die Probanden bekamen zunächst einige populäre Visualisierungen präsentiert und mussten sich dazu äußern, wie hilfreich sie diese finden und welche Verbesserungen sie vornehmen würden. Anschließend durften sie ihre Verbesserungsvorschläge in die Tat umsetzen und selbst Skizzen anfertigen. Zum Abschluss des Interviews wurden den Probanden zwei Covid-Simulationen präsentiert, einmal ein mathematisches Modell und einmal ein agentenbasiertes Modell. Auch hier sollten die Probanden bewerten, wie hilfreich sie diese finden.

Im aktuellen Stand der Forschung wird auf Grundlagenforschung zum Thema Aufmerksamkeit und Wahrnehmung eingegangen, eine neue Forschung zu “visual analytics” präsentiert und ein Überblick über Visualisierungen während der Pandemie gegeben. Anschließend werden die Ergebnisse vorgestellt, im Diskussionsteil zusammen mit dem Stand der Forschung diskutiert und ein abschließendes Fazit gezogen.

2 Stand der Forschung

Im folgenden Teil wird ein Überblick über den aktuellen Stand der Forschung gegeben. Dabei wird auf die Grundlagenforschung eingegangen, welche bereits in den 1960er Jahren ihren Ursprung fand. Ferner werden Visualisierungsmethoden beleuchtet, welche während der Pandemie vertreten waren. Es wird eine Konferenz vorgestellt, auf der jährlich Erkenntnisse bezüglich der Forschung zum Thema Visualisierung diskutiert werden. Abschließend wird eine relativ neue Forschungsdisziplin präsentiert, welche sich mit dem Thema “Big Data” und Visualisierung auseinander setzt.

2.1 Grundlagen

Der Einfluss der menschlichen Wahrnehmung auf Visualisierungen ist ein wichtiger Faktor zur Verbesserung des Datenverständnisses. Bereits 1962 hat der Forscher Bela Julész Experimente mit grafischen Mustern durchgeführt (vgl. B. Julész, 1962). In seinem Experiment hat er nach Kriterien gesucht, welche eine visuelle Diskriminierung von Grafiken ermöglichen. Diskriminierung definiert er als “[...] spontaneous visual process which gives the immediate impression of two distinct fields.” (B. Julész, 1962). Seine Probanden konnten im Ergebnis primär zwischen Clustern oder Linien unterscheiden, welche sich durch Helligkeitsunterschiede oder räumliche Nähe diskriminieren ließen (vgl. B. Julész, 1962). Visualisierungen lassen sich also mit Hilfe von Helligkeitsunterschieden oder Gruppierungen so optimieren, dass diese für den Betrachter leicht zu erkennen sind.

Treisman untersucht 1977 ein Phänomen, bei dem die Probanden sich auf gezeigte Buchstaben konzentrieren sollten, welche gleichzeitig auch mit Zahlen umgeben wurden (z.B. 1 K P D 2). Die Teilnehmer sollten nun zunächst die Form, Farbe und Position der Zahlen berichten und anschließend die der Buchstaben. Dabei fiel auf, dass die Probanden die Merkmale vertauschten, also beispielhaft statt eines roten K ein blaues K berichteten. Dieses Phänomen nennt Treisman die illusionäre Konjunktion, welche auch die Grundlage der “Feature Integration Theorie” bildet. Es benötigt selektive Aufmerksamkeit um Merkmale zu diskriminieren. Gibt es nicht genug Zeit

für die Verarbeitung von visuellen Eindrücken, so können die interpretierten Objekte falsche Bindungen eingehen (vgl. A. Treisman, 1977). Mit der “Feature Integration Theory” hat Treisman eine Theorie veröffentlicht und Experimente durchgeführt, die sich mit dem Thema Aufmerksamkeit beschäftigen. Welche Faktoren spielen hierbei eine Rolle? In ihrem Paper “A Feature-Integration Theory of Attention” hat Sie 1980 in einigen Experimenten herausgefunden, dass es einen seriellen Engpass in der visuellen Verarbeitung gibt. Verschiedene Merkmale des visuellen Inputs können zwar gleichzeitig aufgenommen werden, aber die Interpretation einzelner Objekte nur seriell erfolgen (vgl. A. M. Treisman & Gelade, 1980, S. 132).

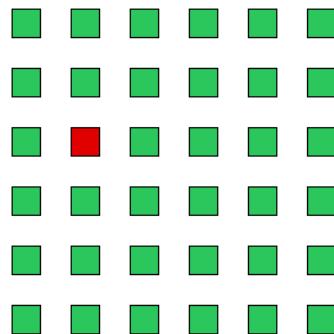


Abbildung 2.1: Ein Beispiel zur Demonstration des "Pop Out Effekts"(Wikimedia, 2021)

Ein weiteres interessantes Phänomen in der visuellen Wahrnehmung des Menschen ist die präattentive Wahrnehmung. Präattentive Wahrnehmung lässt sich am einfachsten mit dem “pop-out effect” umschreiben. Rote Früchte an einer grünen Apfelbaum werden im Bewusstsein sofort als solche wahrgenommen. Ein gutes Beispiel dafür ist Fig. 2.1.

Anne Treisman ist auch hier eine der ersten Wissenschaftlerinnen, die eine Theorie dazu veröffentlicht haben. In ihrem Paper “Preattentive Processing in Vision” unterscheidet sie zwischen zwei Funktionen der visuellen Wahrnehmung: Einerseits gibt es eine vorgesetzte, parallele Wahrnehmung, welche einfache Merkmale ohne bewusste Aufmerksamkeit wahrnehmen und verarbeiten kann. Andererseits gibt es einen späteren Verarbeitungsprozess, bei dem bewusste Aufmerksamkeit nötig ist (vgl. A. Treisman, 1985). Treisman stellt die Theorie auf, dass es eine “master map of locations” geben muss, welche die Aufmerksamkeit mit Hilfe von verschiedenen Merkmalskarten wie Farbe, Orientierung oder Textur an ein Objekt bindet. Die verschiedenen Merkmalskarten können parallel abgefragt werden, während die genaue Lokalisierung eines Objektes bewusste Aufmerksamkeit erfordert. (vgl. A. Treisman, 1985).

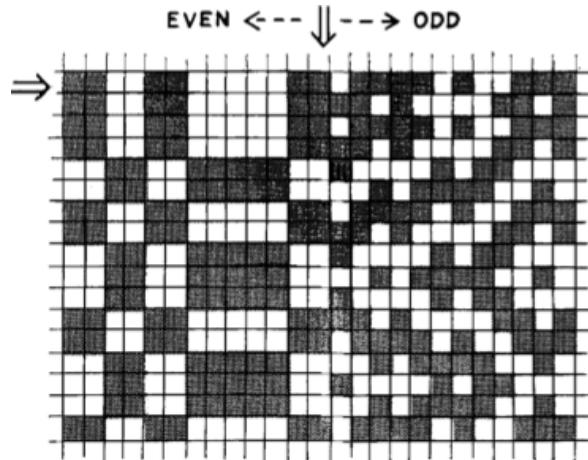


Abbildung 2.2: Auszug einer diskriminierbaren Textur nach Julész. (B. Julesz, Gilbert, & Victor, 1978, S. 138, Fig. 3)

Der Wissenschaftler Bela Julész führte noch weitere Versuche mit Texturen durch, welche die Probanden diskriminieren mussten (vgl. B. Julész, Gilbert, Shepp, & Frisch, 1973; B. Julész, Gilbert, & Victor, 1978). Er untersuchte dabei, ob Variationen in den Texturen durch das Unterbewusstsein wahrgenommen wurden oder nicht (vgl. Fig. 2.2). Seine Ergebnisse waren dabei nicht ganz schlüssig, da unterschiedliche Kontraste zwar präattentiv wahrgenommen wurden, bei Variation von Orientierung und Regelmäßigkeit ließ sich die präattentive Wahrnehmung aber nur teilweise nachweisen (vgl. Healey & Enns, 2012, S. 1173). Er modifizierte daraufhin seine Theorie der “Textons, the elements of texture perception and their interactions” (vgl. Bela Julész, 1981) und definiert eine Gruppe von Merkmalen, welche durch die präattentive Verarbeitung wahrgenommen werden, die Textons. Dies sind primär Merkmale der “first-order statistics”, also Kontraste. Julész definiert drei Klassen für Textons:

1. “Elongated blobs” - zum Beispiel Rechtecke oder Linien mit bestimmten Eigenschaften wie Farbton, Orientierung oder Größe
2. “Terminators” - Segmente, die das Ende einer Linie bilden
3. “Crossing of line segments” - Segmente, die eine Linie von anderen Segmenten unterbrechen (vgl. Bela Julész, 1981, Healey & Enns, 2012, S. 1173)

Colin Ware führte 1988 Experimente mit Farbsequenzen durch um den Einfluss von Farben näher zu erforschen. Insgesamt führte er drei verschiedene Experimente mit 5 verschiedenen Farbskalen durch (vgl. Ware, 1988, S. 43). Hierzu mussten die Probanden mit Hilfe eines Farbwählers die Farbe treffen, welche ihnen gezeigt wurde (vgl. Ware, 1988, S. 43). Unter den Farbsequenzen waren unter anderem verschiedene Grautöne, eine Sättigungsskala und ein Farbspektrum zwischen zwei Farben. Im ersten Experiment

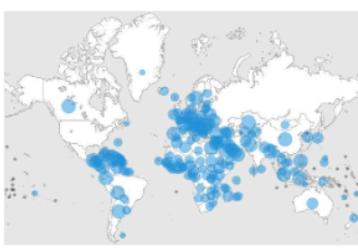
wurde die Fehlerrate gemessen, mit welcher die Probanden die Farben unterschieden. Hierbei hatte das Farbspektrum mit zwei Farben die geringste Fehlerquote (vgl. Ware, 1988, S. 44).

Rogowitz und Treinish haben in einem Paper zwei Klassen von Regeln definiert, welche für den Visualisierungsprozess von Daten wichtig sind: Klasse 1 Regeln stellen sicher, dass die Struktur der Daten sich in der Visualisierung wieder findet. Bei Klasse 2 Regeln wird die Struktur der Daten transformiert, um gezielt Aufmerksamkeit zu lenken, Details zu unterstreichen oder die Daten in bestimmte Regionen einzuteilen (vgl. B. E. Rogowitz & Treinish, 1993).

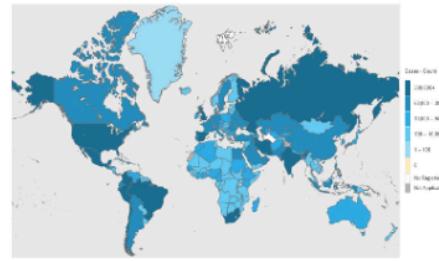
2.2 Visualisierungen während der Pandemie

Während der Corona-Pandemie seien primär zwei Darstellungsformen stark vertreten: Nach Leung et al. sind dies einmal Unterschiede bezüglich der Pandemiesituation zwischen Ländern und Kontinenten und Unterschiede zwischen verschiedenen Zeiträumen und mit unterschiedlichen Maßnahmen zur Eindämmung der Pandemie (vgl. C. K. Leung et al., 2020). In ihrem Artikel beschreiben die Autoren ein Tool zur Big-Data Analyse und nennen auch einige Negativbeispiele. So zeigen sie einen Chart, in dem die Neuinfektionen an einem Tag weltweit als “Bubble-Map” dargestellt werden (vgl. Fig. 2.3). Für dieses Anwendungsszenario sei dieser Visualisierungstyp nicht gut gewählt, da der Graph durch die Überlappung der einzelnen Bubbles nicht gut abzulesen sei (vgl. C. K. Leung et al., 2020, S. 416). Besser sei eine eingefärbte Weltkarte mit einem Farbspektrum (vgl. Fig. 2.3).

Zur Prognose der Pandemiesituation gibt es verschiedene Ansätze. In den letzten 10 Jahren haben sich laut Macal und North vor allem agentenbasierte Modellierungen zur Beschreibung von komplexen Situationen durchgesetzt (vgl. Macal & North, 2009). Bei agentenbasierten Modellen liegt der Fokus auf dem Individuum. Hierbei wird versucht, Einflüsse, welche unter realen Bedingungen existieren, abzubilden. Einzelne “Agenten” werden simuliert und deren Einfluss aufeinander untersucht (vgl. Macal & North, 2009). Durch die Entwicklung von leistungsstärkeren Computern sei es möglich geworden, solche Modelle zu erstellen (vgl. Macal & North, 2009, S. 87). Gewöhnliche Modelle seien demnach für die Modellierung von komplexen Situationen nicht mehr zeitgemäß, so die Autoren (vgl. Macal & North, 2009, S. 87).



(a) Nach Leung et al. ein schlechtes Beispiel.



(b) Nach Leung et al. eine bessere Visualisierung.

Abbildung 2.3: C. K. Leung et al., 2020, S. 416, Fig. 1+3

Kerr et al. haben mit dem Covasim ein agentenbasiertes Modell zur Simulation von Infektionsgeschehen und Prävention entwickelt (vgl. Kerr et al., 2021). Hiermit lässt sich auch der Einfluss von Kontaktbeschränkungen, wie social-distancing oder das Tragen von Masken, simulieren, wie auch der Einfluss von Impfungen und Tests (vgl. Kerr et al., 2021). Ferner können auch Kontaktverfolgungsapps sowie Isolation berücksichtigt werden (vgl. Kerr et al., 2021).

Der CovidSIM, welcher auch in der hier durchgeführten qualitativen Umfrage zum Einsatz kommt, wurde von Schneider et al. entwickelt und ist ein Simulator zum Pandieverlauf, welcher auf einem klassischen, mathematischen SEIR Modell beruht (vgl. Schneider, Ngwa, Schwehm, Eichner, & Eichner, 2020). SEIR-Modelle sind mathematische Modelle, welche zur Beschreibung der Ausbreitung von ansteckenden Krankheiten genutzt werden. Im Modell von Schneider lassen sich Eindämmungsmaßnahmen wie Kontaktreduzierung oder Home-Schooling und Home-Office einstellen. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass Kontaktreduzierung und Social-Distancing die Pandemie erheblich verzögern können, sie allerdings nicht aufgehalten werden kann (vgl. Schneider et al., 2020).

Eine weitere Methode, Vorhersagen bezüglich der Pandemieentwicklung zu treffen, ist das Finden von Korrelationen und kausalen Zusammenhängen mit anderen Daten. Leung et al. bezeichnen diese Daten als “digital proxies” (vgl. K. Leung, Wu, & Leung, 2021). So konnten chinesische Forscher einen Zusammenhang zwischen dem verhängten Reiseverbot und dem damit verbundenen Rückgang von Infektionen feststellen (vgl. Kraemer et al., 2020). Sie konnten mit Mobilitätsdaten der chinesischen Bevölkerung ein Vorhersagemodell erstellen (vgl. Kraemer et al., 2020). Ein Forscherteam des Tropeninstituts am LMU Klinikum in München konnte anhand einer Abwasserüberwachung auf das Coronavirus eine Relation zwischen der Virusbelastung im Abwasser und der Inzidenzzahl feststellen (vgl. Rubio-Acero et al., 2021). Somit lassen sich auch mit indirekten Daten präzise Modelle erstellen.

2.3 IEEE Computer Society Visualization Conference

Die “IEEE Computer Society Visualization Conference” ist eine jährlich stattfindende Versammlung, bei der der aktuelle Forschungsstand zu wissenschaftlichen und informationstechnischen Visualisierungen ausgetauscht wird (vgl. IEEE Computer Society Technical Comitee, 2021).

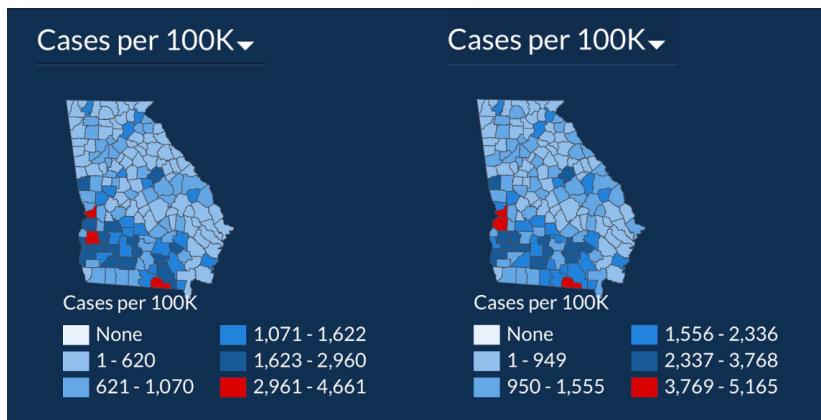


Abbildung 2.4: Aus VisLies Gallerie 2020: Eine geänderte Skalierung manipuliert das Ergebnis (Rogowitz et al., 2020)

Bernice Rogowitz, eine amerikanische Wissenschaftlerin, welche sich mit dem Themengebiet der menschlichen Wahrnehmung beschäftigt, organisiert während der “IEEE Computer Society Visualization Conference” ein Forum, in welchem Teilnehmer Visualisierungen präsentieren können, welche den Betrachter durch eine verzerrte Darstellung in die Irre leiten (vgl. Rogowitz et al., 2021). In der Galerie zum Forum von 2020 finden sich einige Beispiele über schlecht gewählte Visualisierungen zur Corona-Pandemie. So findet sich in der Galerie zum Beispiel ein Kuchendiagramm, welches in Summe mehr als 100% ergibt oder einen Vergleich von Neuinfektionen mit geänderter Skala, welche den Betrachter somit in die Irre führt (siehe Fig. 2.4) (vgl. Rogowitz et al., 2020).

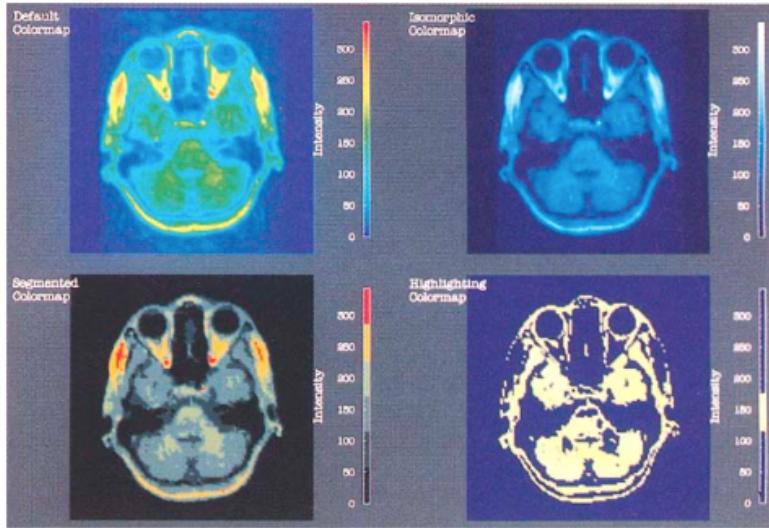


Abbildung 2.5: Unterschiedliche Farbskalen beeinflussen die Wahrnehmung. (Bernice E. Rogowitz, Treinish, & Bryson, 1996)

Schon 1996 beschreibt Rogowitz in ihrem Paper “How Not to Lie with Visualization”, wie die Wahl von verschiedenen Farbskalen die Interpretation der gezeigten Visualisierung beeinflussen können (vgl. Bernice E. Rogowitz, Treinish, & Bryson, 1996). Anhand eines exemplarischen MRT-Scans, welchen sie mit unterschiedlichen Farben koloriert, zeigt sie, welchen Einfluss Farbe haben kann. So liege der Fokus bei Nutzung einer gewöhnlichen Regenbogen-Skala auf der Farbe gelb, da diese als dominante Farbe viel zu stark heraussteche (vgl. Bernice E. Rogowitz et al., 1996, S. 268). Ohne Kenntnisse von Grundlagen über die menschliche Wahrnehmung von Farben zu besitzen, sei die Wahl einer korrekten Farbpallete erschwert, so Rogowitz (vgl. Bernice E. Rogowitz et al., 1996, S. 268). Da moderne Visualisierungen eine Vielzahl von Dimensionen besitzen können, wie zum Beispiel Form, Farbe, Textur, öffne dies die Büchse der Pandora bezüglich der Irreführung durch fehlerhaft dargestellte Daten (vgl. Bernice E. Rogowitz et al., 1996, S. 268). Zur Eindämmung dieses Problems schlägt die Autorin die Nutzung von “perceptual rules” (Bernice E. Rogowitz et al., 1996, S. 269) vor. Konkret stellt sie mit den “Preceptual Rulebased Architecture for Visualizing Data Accurately (PRAVDA)” (Bernice E. Rogowitz et al., 1996, S. 269) ein Regelwerk für verschiedene Datentypen vor.

For nominal data, objects should be distinguishably different, but since the data themselves are not ordered, there should be no perceptual ordering in the representation. For ordinal data, objects should be perceptually discriminable, but the ordering of the objects should be apparent in the representation. In interval data, equal steps in data value should appear as steps of equal perceived magnitude in the representation. In ratio data,

values increase and decrease monotonically about a true zero or other threshold, which should be preserved in the data representation. (Bernice E. Rogowitz et al., 1996, S. 269)

So sollen bei nominellen Daten die Messpunkte deutlich unterschieden werden können, ordinale Daten sollen wahrnehmbar unterscheidbar sein, bei intervall skalierte Daten soll der jeweilige Schritt sich wahrnehmbar in der Visualisierung wieder finden und bei rationalen Daten die Werte monoton steigen und fallen. Auch der Nullwert soll in der Visualisierung hervorgehoben werden (vgl. Bernice E. Rogowitz et al., 1996, S. 269). Ferner sollen isomorphe Farben oder sogenannte “spatial frequency colors” bevorzugt werden (vgl. Bernice E. Rogowitz et al., 1996, S. 269f). Auf letztere wird im weiteren Verlauf der Arbeit noch Bezug genommen. Ein Farbverlauf von gelb nach blau ist ein Repräsentant für isomorphe Farben. Abschließend sagt Rogowitz, dass moderne Systeme dem Nutzer zwar helfen können, das fehlende Grundwissen des Nutzers aber nicht ersetzen können (vgl. Bernice E. Rogowitz et al., 1996, S. 272).

“Spacial Frequency” heißt übersetzt ins Deutsche Ortsfrequenz und meint in der Wahrnehmungspsychologie die wahrgenommene Sehschärfe (vgl. Maffei & Fiorentini, 1973). Wir können nur einen sehr kleinen Teil unseres Sichtfeldes scharf wahrnehmen. Dieser Teil auf der Retina wird Fovea genannt. Die Fovea nimmt zwar auf der Netzhaut nur einen sehr kleinen Teil ein, dafür sind aber viele Neuronen im visuellen Cortex mit ihr verknüpft (vgl. Müsseler & Rieger, 2017, S. 16ff). Eine hohe Ortsfrequenz bedeutet scharfes Sehen, während eine niedrige Ortsfrequenz unscharfes Sehen meint (vgl. Maffei & Fiorentini, 1973). In einem Experiment haben zwei Forscher im Jahr 2001 festgestellt, dass die Echtheit der wahrgenommenen Farbe mit steigender Ortsfrequenz zunimmt (vgl. Smith, Jin, & Pokorny, 2001). Die oben genannten Ortsfrequenz-Farben sollten also nach Möglichkeit so gewählt werden, dass deren Farbechtheit nicht durch Ortsfrequenz oder Blickwinkel beeinträchtigt wird.

2.4 Visual analytics

In den letzten Jahrzehnten stieg die Menge an produzierten und gesammelten Daten stärker an, als die Entwicklung von effizienten Methoden zur Analyse und Auswertung dieser Daten (vgl. D. Keim, Qu, & Ma, 2013, vgl. Liu & Park, 2014). Keim sagt, dass die Komplexität mancher Probleme ein frühes Einbinden von Menschen in den Auswertungsprozess unmöglich macht (vgl. D. Keim et al., 2013). Daher sei das Ziel, die Informationsflut zu kontrollieren und Möglichkeiten zur Analyse zu schaffen, so Keim weiter. Keim definiert mit Verweis auf Thomas und Cook die Wissenschaft um “visual analytics” folgendermaßen:

“visual analytics is the science of analytical reasoning supported by interactive visual interfaces according to Thomas & Cook, 2006” (D. Keim et al., 2013)

Keim definiert “visual analytics” als Kombination von automatisierten, statistischen Auswertungsverfahren und zusätzlich mit der Möglichkeit, mit dieser visuell zu interagieren (vgl. D. A. Keim, Mansmann, & Thomas, 2010).

Blascheck et al. haben ein Tool entwickelt, um die Ergebnisse aus “Human Computer Interface” (HCI) Versuchen, also Versuchen, welche die Interaktion von Menschen mit Maschinen erforscht, besser zu analysieren. Mit dem Tool ließen sich Daten von “thinking aloud” Protokollen, “interaction logs” und “eye tracking” erfassen und kombiniert auswerten (vgl. Blascheck, John, Kurzhals, Koch, & Ertl, 2016). Die Autoren behaupten, dass aktuell die meisten Forscher Erfassung und Auswertung getrennt voneinander durchführen würden, eine kombinierte Erfassung und Auswertung aber vom Vorteil sei (vgl. Blascheck et al., 2016). “Thinking aloud” Protokolle enthielten keine Informationen über unbewusste Prozesse. “Interaction logs” könnten in Kombination mit “visual eye tracking” diese Information liefern (vgl. Blascheck et al., 2016).

Zur Erkennung von raum-zeitlichen Hotspots in großen Datensätzen haben die Forscher Maciejewski et al. in einem Paper eine Sammlung an Werkzeugen präsentiert, welches dem Nutzer erlaubt, in einer visuellen Umgebung mit dem Datensatz zu interagieren und so Abweichungen und Hotspots zu erkennen, wie in Fig. 2.6 erkennbar (vgl. Maciejewski et al., 2010). Den Autoren nach ist die Auswertung von Daten ein kritischer Flaschenhals in der analytischen Argumentation (vgl. Maciejewski et al., 2010).

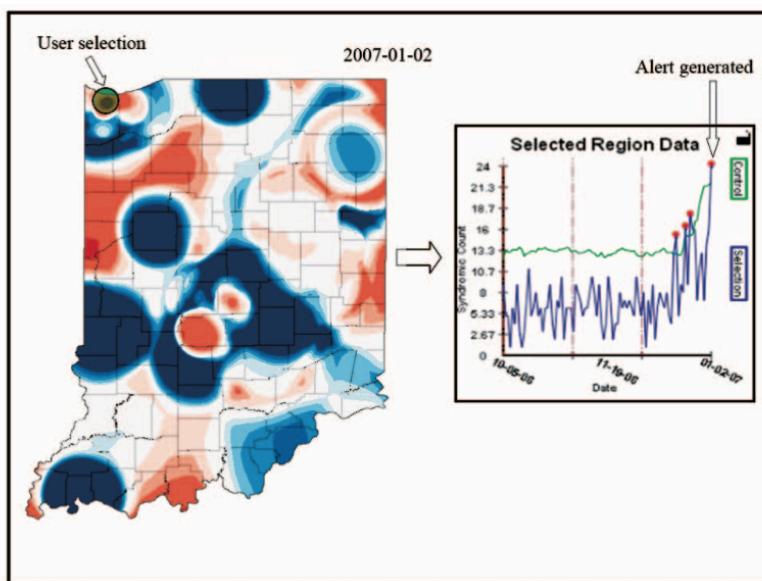


Abbildung 2.6: Der Nutzer sieht seinen Datensatz visualisiert und kann sich Hotspots vergrößert anschauen. (Maciejewski et al., 2010, S. 212)

Die chinesischen Forscher Pi et al. präsentierte in einem im August 2021 veröffentlichten Paper einen “visual analytics” Ansatz, welcher “convolutional neural networks” nutzt, um quantifizierte Metriken zur Kontaktverfolgung zu generieren (vgl. Pi, Nath, Sampathkumar, & Behzadan, 2021). Dazu nutzten Sie Videodaten von öffentlichen Überwachungskameras, mit welchen sie ein maschinelles Modell (die YOLO-v3 Architektur) trainierten (vgl. Pi et al., 2021). Die Genauigkeit lag hierbei bei 69,41% (vgl. Pi et al., 2021). Das Modell haben die Forscher dann beispielhaft auf eine Kreuzung in Xiamen, China angewendet und anschließend die Verbreitung des Coronavirus auf eine gesunde Bevölkerung simuliert. Was der Algorithmus hierbei interpretiert, kann in Fig. 2.7 nachvollzogen werden. Als Ergebnis erhielten die Wissenschaftler die Bestätigung der Hypothese, dass sich das trainierte Modell zur Kontaktverfolgung und Dokumentation von Infektionszeitpunkt und Infektionsort eignet (vgl. Pi et al., 2021). Auch in der Soziologie ist die Wissenschaft um “visual analytics” von großer Bedeutung. Zur Analyse von sozialen Netzwerken haben die Forscher Federico et al. einen Ansatz veröffentlicht, mit dem sich die Dynamik von sozialen Netzwerken anschaulich analysieren lässt (vgl. Federico, Aigner, Miksch, Windhager, & Zenk, 2011).

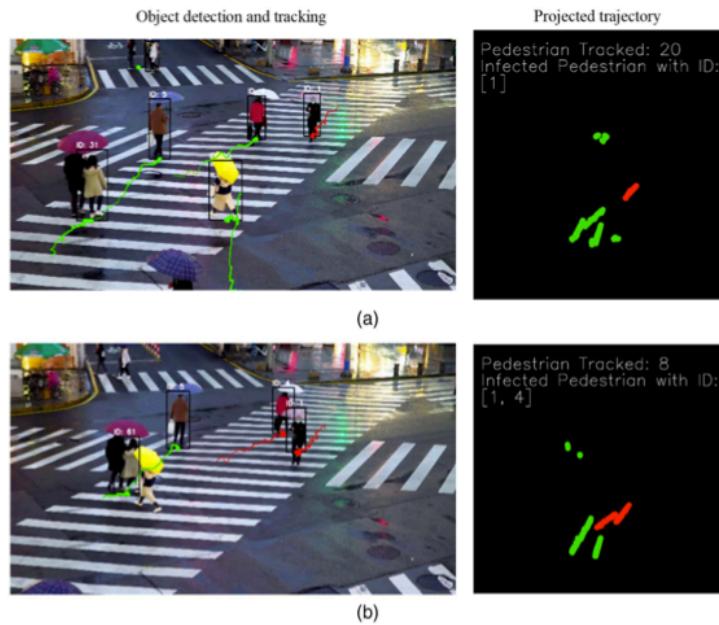


Abbildung 2.7: (a) Ein Infizierter überquert die Kreuzung. (b) Jemand kommt dem Infizierten zu nah und der Algorithmus sagt eine Infektion voraus. Der Betroffene kann nun darüber informiert werden. (Pi et al., 2021, S. 10)

3 Methodenbeschreibung

Für die Datenbeschaffung wurde ein Interviewleitfaden erstellt, welcher den Ablauf des Interviews genau festlegt. Den Probanden wurden zunächst Visualisierungen aus der Tagesschau gezeigt, welche sie mit eigenen Worten beschreiben mussten. Anschließend sollten die Probanden für jede Visualisierung angeben, welche Information sie überflüssig finden oder vermissen und ob diese Visualisierungen ihnen bei der Einschätzung der aktuellen Corona Situation helfen.

Ferner wurden die Probanden gebeten, ihre Verbesserungsvorschläge in einer eigenen Skizze auf einem Blatt Papier umzusetzen und dabei laut zu denken. Im Anschluss wurden den Probanden zwei interaktive Simulatoren über den Verlauf der Corona Pandemie präsentiert, welche sie auch wieder mit eigenen Worten beschreiben, überflüssige und fehlende Informationen nennen und deren Nutzen bewerten sollten.

Insgesamt wurden 6 Visualisierungen und zwei Simulationen gezeigt. Der Leitfaden bestand aus insgesamt 32 Fragen. Das Interview wurde mit einem Diktiergerät aufgezeichnet. Anschließend wurden die Transkripte im GAT2 Standard als Leseversion transkribiert.

Die Transkripte wurden anschließend mit einem Codiersystem verschlagwortet. Für die Verschlagwortung wurde die Software MAXQDA genutzt. Das Codiersystem wurde induktiv aus dem aufgezeichneten Material gewonnen und anschließend in eine Tabelle mit Ankerbeispielen überführt (siehe Ankerbeispiele) (vgl. Mayring, 2015)

Das Kategoriesystem umfasst sechs Oberkategorien und 54 Subkategorien und findet sich im Anhang (siehe Fig. 9.1).

Zum Abschluss mussten die Probanden noch einen kurzen Screening-Fragebogen ausfüllen. Dieser erfasst einige demografische Daten, das individuelle Corona-Risiko und Fragen zur Kontrollüberzeugung.

4 Stichprobenbeschreibung

Insgesamt wurden 6 Interviews durchgeführt und 6 Transkripte erstellt. 3 der befragten Teilnehmer waren weiblich und 3 davon männlich. Alle Teilnehmer hatten ein Abitur oder einen höheren Abschluss. 5 Teilnehmer gehen einer Erwerbstätigkeit nach, einer davon in Vollzeit. Aus dieser Gruppe konnten 3 Teilnehmer nach eigener Aussage ihrer Tätigkeit im Home Office nachgehen. Das Durchschnittsalter lag bei 24,5 Jahren. Nur eine Person wohnt mit einer Person aus einer Risikogruppe zusammen.

Auf einer Likert-Skala von 1-6 gaben alle Probanden an, eher nicht Teil einer Risikogruppe zu sein. Eine Kurzskala zur Messung von Kontrollüberzeugung (vgl. Kovaleva, Beierlein, Kemper, & Rammstedt, 2012) ergab für die interne Kontrollüberzeugung ein arithmetisches Mittel von 5 und für die externe Kontrollüberzeugung einen arithmetisches Mittel von 2,1. Die Probanden waren also überwiegend der Meinung, ihr Leben selbst in der Hand zu haben und nicht zu stark von außen beeinflusst zu werden.

5 Ergebnisse

Die Teilnehmer unterschieden in der Befragung in die folgenden Kategorien: Erkannte Zusammenhänge, Wahrnehmung von agentenbasierten Modellen, Wahrnehmung von mathematischen Modellen, Verbesserungsvorschläge bezüglich Visualisierungen, Einfluss auf das Datenverständnis und neue Vorschläge.

5.1 Erkannte Zusammenhänge

In dieser Kategorie erkennen die Probanden Trends und Korrelationen in den gezeigten Visualisierungen. Bei den Trends wird ein stetiges Wachstum erkannt.

“Man kann ja auf jeden Fall sehen, dass die Inzidenz steigt.” (Student_W21, Z. 19)

Ferner bemerken die Probanden einen Unterschied zwischen den alten und den neuen Bundesländern bezüglich den Infektionszahlen.

“Da sieht man ja jetzt ganz eindeutig, Zeitraum auch August, das eben die neuen Bundesländer größtenteils bei weitem nicht so hart getroffen sind wie die alten Bundesländer. Und das ist eine ganz klare und schnelle Information.” (Bootsbauer_M26, Z. 46)

Im Covid-Simulator erkennen die Probanden während des Interviews, dass es einen Zusammenhang zwischen dem eingestellten ICU-Threshold und den Neuinfektionen gibt.

“Die zahlen gehen halt hoch, dann wird wieder irgendwas beschlossen, die Zahlen gehen runter. Dann wird wieder alles freigegeben, dann gehen die Zahlen wieder hoch. Also dieses typische Auf und Ab was wir halt seit ein paar Monaten erleben.” (Student_M27, Z. 177)

Auch befinden sie, dass es einen Zusammenhang zwischen den Intensivpatienten und Neuinfektionen gibt.

“Ja, ich sehe halt das die ziemlich parallel zur allgemeinen Infektion verläuft.” (Student_M27, Z. 95)

Zwischen der Impfquote und der Inzidenz stellen die Probanden ebenfalls eine Korrelation fest.

“Die vierte Welle hängt ein bisschen von dem Impffortschritt ab. Also wenn ich sehe, dass es ganz viele Impfungen gibt, dann denke ich mir, dass die vierte Welle nicht so schlimm wird.” (Student_W23, Z. 159)

In den gezeigten Visualisierungen der Tagesschau wurden ebenfalls Infektionswellen erkannt.

“Da können wir wunderschön unsere drei Wellen sehen. Und das es mit einer vierten anfängt.” (Student_W23, Z. 115)

5.2 Wahrnehmung agentenbasierter Modelle

Bei den agentenbasierten Modellen unterscheiden die Befragten zwischen positiven und negativen Eigenschaften. So nehmen einige Probanden den “Flatten the Curve”-Simulator als realitätsfern wahr.

“Und das ist halt nicht wie die Leute sich unbedingt verhalten. Also wir sind nicht alle im freien und laufen gegeneinander.” (Student_W23, Z. 387)

Ferner finden die Interviewten den Simulator verwirrend.

“Ich finde das irgendwie mehr verwirrend. Also irgendwie.” (Student_W21, Z. 264)

Auch stellen sie fest, dass die angebotenen Visualisierungen zu wenig Informationen über die Simulation preisgeben.

“Ja an sich würde ich interessanter finden: Die ganzen Informationen zu haben, die man auch bei der anderen Simulation hat.” (Student_M27, Z. 241)

Bezüglich der Übersichtlichkeit sind sich die Befragten nicht einig. Die einen finden, dass der agentenbasierte Simulator übersichtlich ist, während die anderen ihn als unübersichtlich empfinden.

“ist halt auf dem ersten Blick schon noch ein bisschen unübersichtlich, ziemlich bunt.” (Student_M25, Z.189)

“Jetzt habe ich es ungefähr verstanden und also schon sehr übersichtlich.”
(Student_W24, Z. 314)

Ein agentenbasierter Simulator gibt einen einfachen und bildhaften Überblick über die Pandemie.

“Das ist gerade für mich trotz nach 1,5 Jahren noch ein AHA-Efekt. Weil so deutlich ist mir das noch nie gezeigt worden. So simpel. So bildhaft.”
(Bootsbauer_M26, Z. 378)

Auch bewerten die Befragten den Simulator als verständlich und anschaulich.

“Also es hilft auf jeden Fall schonmal dem Verständnis gegenüber was gerade passiert.” (Bootsbauer_M26, Z. 367)

“Die vierte Welle hängt ein bisschen von dem Impffortschritt ab. Also wenn ich sehe, dass es ganz viele Impfungen gibt, dann denke ich mir, dass die vierte Welle nicht so schlimm wird.” (Student_W23, Z. 159)

5.3 Wahrnehmung mathematischer Modelle

Das gezeigte mathematische Modell wird als komplex und realitätsfern wahrgenommen.

“Ich glaube, dass es mir so als Bürger nicht unbedingt helfen würde direkt die Lage einzuschätzen, weil ich nicht unbedingt alle Werte nachschauen möchte.” (Student_W23, Z. 331)

“Mir fehlt ein bisschen so gerade Bezug auf Maßnahmen die z.B. hier getroffen werden” (Student_W23, Z.323)

Auch finden die Probanden, dass der Simulator nicht aussagekräftig sei und sie eher verwirrt als informiert.

“So wenn man hier nichts rausklickt, dann ist es ein bisschen schwierig. Dann sagt die Grafik einem nicht so richtig viel jetzt.” (Student_W21, Z. 212)

“Ich bin jetzt halt verwirrte davon, dass ich erst sage so und so viele Intensivpatienten pro 100.000. Und dann ist das in der Grafik aber nicht mehr pro 100.000. Da steht halt irgendwie nicht bei in welchem Verhältnis das ist.” (Student_W21, Z. 196)

Eine Sprachbarriere hindert einige Probanden daran, den Simulator im vollen Umfang zu verstehen.

“Am besten auch mit einem Lexikon, weil es auf Englisch ist” (Bootsbauer_M26, Z. 294)

Ein klares Bild zeigt sich bezüglich der Überladung mit Informationen. Die Probanden empfinden den Simulator als überfordernd.

“Ich finds am Anfang tatsächlich sehr viele Informationen die auf einen da einprasseln.” (Student_M25, Z. 161)

Die Probanden bemängeln, dass es sehr zeitintensiv sei, sich in den Simulator einzuarbeiten.

“Ja, klar. Aber trotzdem. Ich muss mich in so interaktive Sachen und so Simulationen muss ich mich persönlich wirklich reindenken. Also da muss ich mir eine halbe Stunde Zeit nehmen und dahinter steige.” (Bootsbauer_M26, Z. 298)

Für den Alltagsgebrauch sei der Covid-Simulator nach Aussage der Befragten eher weniger geeignet.

“Und es macht natürlich Sinn für Wissenschaftler, so Szenarien mal durchzuspielen. Dafür denke ich erstmal ist es sinnvoll” (Student_M25, Z. 157)

Trotzdem empfinden die Befragten die Erfahrung mit dem Simulator als interessant und hilfreich.

“Weil da halt an sich schonmal interessant zu sehen: Wo kann das mit der Pandemie überhaupt hingehen?” (Student_M27, Z. 181)

“Doch das ist auf jeden Fall hilfreich.” (Student_W21, Z. 208)

Den Umfang bewerten die Probanden positiv.

“Weil es ist halt wirklich alles angegeben. Patienten. Kranke Patienten. Patienten im Krankenhaus. Schwerpatienten. Todesfälle. Hier ist ja wirklich alles drin.” (Student_M27)

5.4 Verbesserungsvorschläge bezüglich Visualisierung

In dieser Kategorie sammeln die Probanden Verbesserungsvorschläge bezüglich Visualisierungen. Die Befragten bemängeln auf der einen Seite fehlende Informationen und auf der anderen Seite überflüssige Informationen. Bei Visualisierungen sollen die aktuellen Zahlen mehr hervorgehoben werden.

“Ich würde vielleicht jetzt noch: Wenn der aktuelle Tag ist vielleicht grad noch die Zahl hervorheben. (...) Bei welchem Stand man im Moment ist.” (Student_M25, Z. 63)

Auch soll die Zahl an positiv getesteten Menschen in der Visualisierung auftauchen.

“Also wie viele positiv getestet wurden. Ja. Das wäre halt vielleicht wichtig.”, (Student_W24, Z. 99)

Die Interviewten betonten, dass eine Information über eine Obergrenze von maximal möglichen Intensivpatienten fehle.

“Das ist jetzt zum Beispiel eine Information die mir fehlen würde. Also dass ich halt eine obere Grenze sehe. Von wegen halt: Hey hier ist halt die Grenze wo es noch gesund ist für die Krankenhäuser noch.” (Student_M27, Z. 95)

Einige Probanden vermissten die Nennung absoluter Zahlen in den gezeigten Visualisierungen.

“Ja, also hier würde ich wieder sagen die Peaks und die Tiefpunkte zu beschreiben wäre ganz gut.” (Student_W21, Z. 91)

Einen internationalen Vergleich von Corona-Situationen bewerten die Befragten als wichtige Information.

“Ich würde auch gerne wissen wie es bei anderen Ländern aussieht.” (Student_W23, Z. 179)

Noch deutlicher soll die Trennung zwischen den präsentierten Zeiträumen in den Visualisierungen sein.

“Da könnte für mich so eine Trennung sein zwischen beiden Jahren. Da fände ich es leichter tatsächlich zu sehen was alles ist. Also schneller auch.”
(Student_W23, Z. 127)

Als überflüssig bewerten die Befragten die Information zu den Zahlen über die Todesfälle.

“Joa, die Todesfälle. Die Helfen mir jetzt bei der akuten Einschätzung der Pandemie mir persönlich jetzt nicht.” (Bootsbauer_M26, Z.54)

Auch die Visualisierung über die Erstimpfungen helfen den Probanden zur Einschätzung der aktuellen Situation der Pandemie nur wenig.

“Weil es für mich einfach Zusatzinformationen sind die mich persönlich nicht so interessieren würden” (Student_M27, Z. 87)

Historische Daten sind nach Aussage der Probanden nicht hilfreich.

“Naja, an sich ist ja für den aktuellen Stand nur interessant wie aktuell der Wert ist und nicht wie der vor 2 Wochen war. Weil die aktuellen Corona-Maßnahmen zeigen mir: Ich muss mir aktuelle Daten angucken und nicht die von vor zwei Wochen.” (Student_M27, Z. 19)

5.5 Einfluss auf das Datenverständnis

Beim Einfluss auf das Datenverständnis unterscheiden die Probanden zwischen positiven und negativen Faktoren. Diese gliedern sich auf in visuelle und kognitive Faktoren. Die visuellen Faktoren betreffen die Art der Visualisierung, während die kognitiven Faktoren das Datenverständnis des Probanden betreffen und nur wenig über die Visualisierung beeinflusst werden können.

Positiv bewerten die Probanden die Verknüpfung mit etwas Bekanntem, wie etwa einem Ort.

“Sowas finde ich halt echt praktisch. Weil du jetzt halt wirklich weißt: Ich wohne im Kreis Viersen, also schaue ich wie in Kreis Viersen die aktuelle Lage ist wenn ich (...) jetzt gerade ins Kino will oder, weiß ich nicht, (...) Fitnessstudio.” (Student_M26, Z. 39)

Als visuell hilfreiche Faktoren nennen die Befragten Schraffuren und Farben.

“[...] also wir legen das übereinander mit Schraffuren zum Beispiel” (Bootsbauer_M26, Z. 190)

“Also von daher gut das es farblich so hervorgehoben wurde, ansonsten würde man da gar nichts oder schwierig das nur erkennen.” (Student_M25, Z. 31)

Fehlende Beschriftungen tragen zu einem erschwerten Datenverständnis bei.

“Ich vermisste die Information, warum ausgerechnet diese beiden Tage gekennzeichnet sind” (Bootsbauer_M26, Z. 29)

Eine Probandin vertauschte bei der Beschreibung einer Grafik die x und y Achse. Hier meint die Zahl 419 die Anzahl an vergangenen Stunden (x-Achse) und nicht die Anzahl der kranken Personen.

“Weil hier 419 Personen sind krank. Wen man nur 200 Leute hat? Das geht doch eigentlich nicht. Und immun sind jetzt halt hier 1000” (Student_W21, Z. 248)

Eine Sprachbarriere bewerten die Probanden ebenfalls als hinderlich.

“Und es ist für mich persönlich auch schwierig, dass es auf Englisch ist.” (Student_W24, Z. 245)

Ferner haben einige der Befragten Schwierigkeiten mit Skalierungen.

“Ne. Ich bin jetzt halt verwirrte davon, dass ich erst sage so und so viele Intensivpatienten pro 100.000. Und dann ist das in der Grafik aber nicht mehr pro 100.000. Da steht halt irgendwie nicht bei in welchem Verhältnis das ist.” (Student_W21, Z. 196)

Auch fühlen sich einige interviewte Personen überfordert.

“Also auf dem ersten Blick bin ich ein bisschen erschlagen von den ganzen Informationen her”, (Student_M26, Z. 189)

Wissenslücken und Abstraktionsprobleme spielen beim Datenverständnis ebenfalls eine Rolle.

“Ich glaube, dass es mir so als Bürger nicht unbedingt helfen würde direkt die Lage einzuschätzen, weil ich nicht unbedingt alle Werte nachschauen möchte.” (Student_W23, Z. 331)

“Man braucht halt Bezug für die Zahlen. Wenn das da nicht beisteht ist das schwierig abzuschätzen.” (Student_W21, Z. 284)

5.6 Neue Vorschläge

Zu den neuen Vorschlägen äußern die Probanden Ideen, welche sie in die Kategorien Anzahl positiver Tests, Kurven und Karten gliedern.

Eine Prognose, welche aufzeigt, mit welchen Maßnahmen es prinzipiell möglich ist, die Zahl der Neuinfektionen zu dämpfen oder gar zu senken, befinden die Befragten als hilfreich.

“Also das es simuliert wird, wie es dann aussehen würde wenn jetzt zum Beispiel die Social-Distancing Regel nicht geändert wird. Und vielleicht noch ein Vergleich dazu: Ohne weitere Maßnahmen. Und hier ein Beispiel mit weiteren Maßnahmen.” (Student_W24, Z. 349)

“Aber andererseits würde es sehr helfen, ein Modell zu haben, was die Entwicklung der Pandemie und den Maßnahmen gut abbilden kann”, (Student_W23, Z. 331)

Die Nennung der Anzahl an positiven Corona-Tests neben den Neuinfektionen wird als nützlich eingestuft.

“Ja, was mir hier fehlen würde ist halt. Hier zum Beispiel, dass man da sagt wie viele (...) jetzt momentan krank sind. Ehm. getestet sind.” (Student_W24, Z. 159)

Als informationsbringende Kurvendiagramme nennen die Interviewten eine Inzidenzkurve mit Relation zum aktuell einsatzfähigen Intensivpersonal.

“Die Intensivbettenbelegung selbst ist garnicht so aussagekräftig. Weil es ja mehr darum geht wer die Menschen, die in den Intensivbetten liegen, pflegt, als darum, dass es Betten gibt.”, (Student_W21, Z. 292)

Auch die Verknüpfung von Intensivpatienten und Inzidenz sei hilfreich.

“Es gibt ja eine Anzahl an Betten, die zur Verfügung stehen. Regional. Daraus könnte man einen Durchschnitt berechnen und auf die Kurve legen und berechnen wann und wo es (...) eben kritisch wird.” (Bootsbauer_M26, Z. 147)

Auch die Unterscheidung zwischen geimpften und nicht geimpften bei der Inzidenz finden die Befragten nützlich.

“Genau. Sodass man dann gleichzeitig die ungeimpfte (schreibend) und die geimpfte Inzidenz. Ist wahrscheinlich deutlich niedriger.” (Student_W21, Z. 111)

Bei den Visualisierungen über eine Landkarte wünschen sich die Probanden eine Karte mit lokalen Obergrenzen für Intensivpatienten.

“Und dann wenn ich halt auf die einzelnen Bundesländer draufgehen würde, dass ich da auch die Intensivbehandlungen bekomme.” (Student_M27, Z.119)

Auch eine europäische Inzidenzkarte sei interessant.

“[...] für Nachbarregionen, da ich in einem Grenzgebiet wohne, dass ich mir eher vorstellen kann wie es bei den Nachbarn aussieht” (Student_W23, Z. 239)

Um die aktuelle Situation besser bewerten zu können, sei auch eine Impfkarte über die Zweitimpfungen von großem Nutzen.

“Aber für mich relevanter als Erstimpfungen finde ich eher vollgeimpfte Personen. Einfach weil das ja letztendlich das Ziel ist, dass die Bevölkerung durchgeimpft ist und nicht nur erstgeimpft.” (Student_W21, Z. 75)

Eine Karte mit Infektions-Hotspots und angegebener Reiseempfehlungen wird als mögliche neue Visualisierung im Interview genannt.

“[...] aber ich wünschte mir eher so wie es auf diesem, so wie es beim RKI ist, eine Karte wo die Hotspots sind. Regionale Hotspots. Um auch einzuschätzen wo man jetzt wirklich nicht hinreisen sollte, obwohl man ne Verabredung oder eigentlich einen Termin vereinbart hat sich mit der Großmutter zu treffen.” (Bootsbauer_M26, Z. 9)

6 Diskussion

Im folgenden Teil wird auf das aus der Umfrage gewonnene Kategoriesystem und den Stand der Forschung eingegangen. Ferner werden die gewonnenen Erkenntnisse bezüglich der Vorschläge der Probanden zu neuen Pandemie-Visualisierungen besprochen und mit dem aktuellen Stand der Wissenschaft in Relation gebracht.

6.1 Einfluss von Visualisierungen auf das Datenverständnis

Beim Einfluss auf das Datenverständnis ließen sich sowohl positive als auch negative kognitive und visuelle Faktoren feststellen. In der Grundlagenforschung hat Anne Treisman bereits festgestellt, dass es einen Pop-out Effekt in der visuellen Wahrnehmung geben kann, wenn bestimmte Attribute beachtet werden (vgl. A. M. Treisman & Gelade, 1980). Möchte der Betrachter beispielsweise verreisen, so will er womöglich über die Corona-Situation in seinem Reiseland informiert sein. Eine darauf optimierte Visualisierung kann hier mit diesem Effekt eine sehr effiziente Information sein.

Das bewusste Wählen von Farben kann den kognitiven Aufwand, welcher zu einer Interpretation einer Visualisierung notwendig ist, verringern. So bewerteten die Probanden den agentenbasierten Simulator als sehr positiv, da dieser bildhaft, übersichtlich und anschaulich sei. Auch die Experimente von Colin Ware zeigen, wie wichtig Farben in Visualisierungen sind (vgl. Ware, 1988). Den Covid-Simulator und einige der gezeigten Visualisierungen während des Interviews bewerteten die Probanden hingegen als überfordernd, siehe auch hierzu Fig. 6.1

Infection and Disease

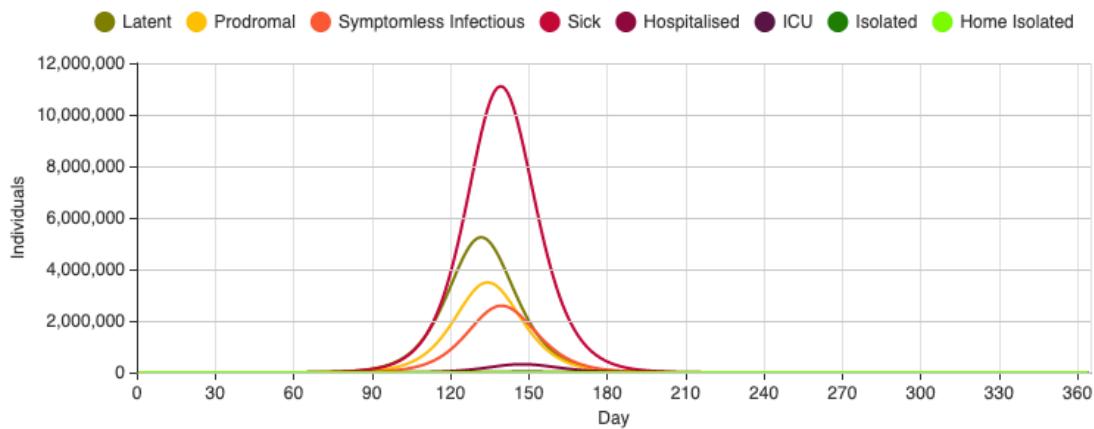


Abbildung 6.1: Ausschnitt aus dem Covid-Simulator. Zusammenhänge zwischen Intensivpatienten (ICU) und Neuinfektionen (Sick) wurden erkannt. Die Probanden befanden die Informationsdichte dieser Visualisierung als überfordernd. (Schneider et al., 2021)

Hervorzuheben ist auch, dass die Teilnehmer der Studie überwiegend Studenten waren. Da alle Probanden mindestens über eine abgeschlossene Hochschulreife verfügen, sind die Gründe für die kognitive Überforderung interessant. So gaben die meisten der Befragten an, Probleme mit der Sprache, dem Umfang oder der Abstraktion zu haben. Besonders stark ist dies während der Interaktion mit dem Covid-Simulator und dem agentenbasierten Simulator aufgefallen. Es ist wahrscheinlich, dass diese Probleme zunehmen, wenn die Studie unter Einbezug anderer Bevölkerungsschichten erneut durchgeführt wird.

6.2 Wahrnehmung mathematischer & agentenbasierter Modelle

Im Interview wurden den Probanden zwei Simulationen gezeigt. Bei beiden Simulationen befanden die Befragten sowohl positive als auch negative Faktoren. Während die mathematische Simulation als sehr umfangreich und wissenschaftlich empfunden wurde, so fanden die Befragten die agentenbasierte Modellierung als verständlich und anschaulich. Macal & North stellten fest, dass sich diese Modelle in den letzten zehn Jahren besonders zur Darstellung und Simulation von komplexen Situationen eigneten (vgl. Macal & North, 2009).

Das gezeigte agentenbasierte Modell half den Probanden dabei, nach eigener Aussage die Ausbreitung einer Pandemie besser zu verstehen und die Auswirkung von Maßnahmen besser einschätzen zu können (vgl. Bootsbauer_M26, Z. 378 und Z. 367).

“Das ist gerade für mich trotz nach 1,5 Jahren noch ein AHA-Efekt. Weil so deutlich ist mir das noch nie gezeigt worden. So simpel. So bildhaft.”
 (Bootsbauer_M26, Z. 378)

Allerdings gab es auch hier Aussagen bezüglich der Unübersichtlichkeit und geringem Bezug zur Realität (vgl. Student_W23, Z. 387; Student_W21 Z. 264).

Das mathematische Modell wurde überwiegend als komplex, realitätsfern, verwirrend und überfordernd bewertet. Auch wurde hier eine Sprachbarriere als Begründung angegeben (vgl. Student_M25, Z. 161; Bootsbauer_M26, Z. 298). Hierbei gab es zu dem Covid-SIM eine wissenschaftliche Veröffentlichung (vgl. Schneider et al., 2020), während sich zum “flatten the curve” Simulator keine finden ließ. Interessant wären weitere Forschungen, welche auch den Cova-Sim mit einbeziehen. Dieser erlaubt als agentenbasierte Simulator eine detailreichere Einstellung von Präventionsmaßnahmen als der “flatten the curve” Simulator. So können auch Impfungen oder das Tragen von Masken simuliert werden (vgl. Kerr et al., 2021).

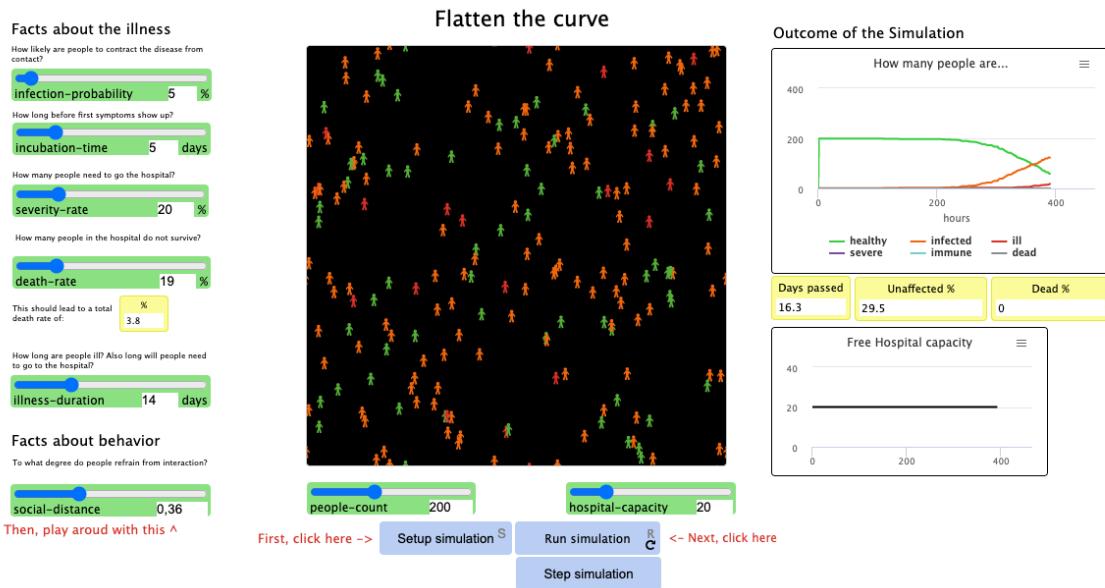


Abbildung 6.2: Screenshot einer laufenden Simulation des flatten the curveSimulators (Sumidu, 2021)

Bemängelt wurde zum Beispiel, dass es nicht der Realität entspräche wenn kleine Männchen gegeneinander rennen würden (siehe dazu auch Fig. 6.2) (vgl. Stundent_W23, Z. 387).

6.3 Neue Vorschläge

Ein Proband äußerte im Brainstorming zu neuen Visualisierungen einen Vorschlag zur Verwendung von Schraffuren (vgl. Bootsbauer_M26, Z. 190). Während der Recherche

nach Visualisierungen für die Präsentation fiel auf, dass der Einsatz von Schraffuren in Visualisierungen zur COVID-19 Pandemie nicht sehr häufig vor kommt. Dabei hat Julez bereits 1962 in ersten Versuchen (vgl. B. Julész, 1962) und später mit seiner Theorie der Textons (vgl. B. Julész et al., 1973; B. Julész et al., 1978) Regeln aufgestellt, mit deren Hilfe sich leicht zu diskriminierende Visualisierungen anfertigen lassen. In diese Richtung bedarf es also noch weiterer Forschung, besonders auch mit dem Fokus auf “visual analytics”. Der Einsatz von Texturen kann eine weitere Ebene der Informationsvermittlung sein und sich positiv auf das Datenverständnis auswirken.

Ein interessanter Ansatz bezüglich “visual analytics”, welcher sich in einer der Skizzen der Probanden wiederfindet, ist beispielsweise die Skizze der Studentin in Fig. 9.3. Hier hat die Studentin eine Unterscheidung der Inzidenz aufgezeichnet. Sie differenziert zwischen einer geimpften und einer ungeimpften Inzidenz. Da für den geimpften Teil der Bevölkerung eine viel geringere Gefährdung besteht, ist diese Unterscheidung sinnvoll.

Auch der Bootsbauer hat in Fig. 9.2 mit seiner Skizze neue Vorschläge geäußert. Er suggestiert eine Einbringung einer Intensivpatienten-Obergrenze und der Nutzung von mehreren Dimensionen (vgl. Bela Julész, 1981) wie zum Beispiel Schraffuren.

Weiterhin wünschen sich die Probanden eine Art Vorhersage für den zukünftigen Verlauf der Pandemie, auch mit Visualisierung verhängter Maßnahmen zur Eindämmung, falls vorhanden (vgl. Fig. 9.4). Bezuglich Vorhersagen sollten “digital proxies” stärker berücksichtigt werden, da so mit wenig Aufwand präzise Vorhersagen getroffen werden können, wie Leung et al. und Kraemer et al. bereits festgestellt haben (vgl. Kraemer et al., 2020 und K. Leung et al., 2021). Aus Datenschutzgründen sollten Ansätze wie die der chinesischen Forscher Pi et al. sehr genau durchdacht werden, da mit solchen Systemen eine Überwachung auch außerhalb von pandemiebezogener Kontaktverfolgung durchgeführt werden kann (vgl. Pi et al., 2021).

Weitere Vorschläge waren eine Karte mit Hotspots, wie es sie auch jetzt schon beim RKI auf Landkreisbasis gibt, eine Impfkarte mit Zweitimpfungen und eine europäische Inzidenzkarte.

6.4 Verbesserungsvorschläge bezüglich Visualisierungen

Die von der amerikanischen Forscherin Rogowitz beschriebenen Visualisierungslügen können unbewusst, aber auch bewusst geschehen. Für beide Fälle hat sie Beispiele genannt (vgl. Rogowitz et al., 2021; Bernice E. Rogowitz et al., 1996). Die Probanden bemängeln hier vor allem fehlende Informationen in den gezeigten Visualisierungen. Die

Visualisierungen wurden bewusst durch den Versuchsleiter von einem repräsentativen Medium wie der Tagesschau gewählt. Bemängelt wurden unter anderem das Fehlen von absoluten Werten, einen fehlenden internationalen Vergleich und ein erschwertes Einschätzen der präsentierten Daten wegen fehlender Trennung von Zeiträumen.

Schaut man sich die Beispiele im Stand der Forschung an (Fig. 2.3 und Fig. 2.4), so besteht auf jeden Fall Verbesserungsbedarf bei Visualisierungen, wie sie in der Tagesschau gezeigt wurden. Besonders unter dem Einbezug der Tatsache, dass diese einer so großen Menge an Menschen gezeigt werden. Hier kann mit wenig Aufwand der aktuelle Stand der Forschung angewandt werden, wie das Einbringen von zusätzlichen Dimensionen wie Farbe oder Textur, ohne, dass eine erweiterte Erklärung nötig wäre.

Die im Interview diskutierte Inzidenzkurve relativ zum Intensivpersonal wurde durch die Einführung einer Hospitalisierungsrate nach Durchführung der Interviews bereits eingeführt. Das RKI veröffentlichte auf der Internetseite “Covid-19-Trends in Deutschland im Überblick” (vgl. RKI, 2021a) die “COVID-ITS-Fälle an ITS-Kapazität”, also eine Zahl zur Auslastung der Intensivbetten. Eine Meldung von Intensivbettenbelegung ist bereits seit April 2020 Pflicht (vgl. RKI, 2021b). Eine übersichtliche Darstellung oder die Zusammenfassung in einer gebündelten Zahl gibt es aber noch nicht. Außerdem hat der NDR hat in einer Recherche herausgefunden, dass die Daten unvollständig und damit wenig aussagekräftig seien (vgl. NDR, 2021). Es gibt also auch hier noch Verbesserungsbedarf.

Interessant ist auch der Punkt, dass die Probanden die Anzahl der Todesfälle als irrelevante Information angesehen haben. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass das Durchschnittsalter der Befragten bei 24,5 Jahren lag und es damit in dieser Altersgruppe nur eine sehr geringe Sterblichkeitsrate gibt.

6.5 Erkannte Zusammenhänge

Die im Interview präsentierte Korrelation zwischen Lockdown bei einer bestimmten Zahl an Intensivpatienten und Neuinfektionen haben fast alle Probanden ohne Probleme erkannt. Auch die unterschiedlichen Wellen in den gezeigten Visualisierungen der Tagesschau konnten die Probanden ohne Probleme erkennen und benennen. Ebenso wenn die Grundlagenforschung der visuellen menschlichen Wahrnehmung schon ziemlich weit ist, wird es auch unter dem Einbezug der immer steigenden zu verarbeitenden Datenmenge noch Forschung benötigen. Die Entwicklung der Gruppe “IEEE Computer Society Visualization Conference” ist ein interessantes Projekt, welches auch in Zukunft noch neue Erkenntnisse liefern wird.

7 Methodenreflexion

Im folgenden Teil werden die angewandten Methoden reflektiert und ein Ausblick geben, welcher für künftige Forschungen relevant sein könnte.

Durch den Einsatz von erweiterten Methoden, wie zum Beispiel “interaction logs” oder “eye tracking” und dem Hinzuziehen von Tools zur kombinierten Auswertung, wie es Blascheck und Maciejewski in ihren Veröffentlichung vorgestellt haben, könnten weitere interessante Erkenntnisse gewonnen werden (vgl. Maciejewski et al., 2010; Blascheck et al., 2016)

Eine Vergrößerung des Stichprobenumfangs und der Einsatz erweiterter quantitativer Forschungsmethoden können dabei helfen, ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten. Auch der Einbezug weiterer Bevölkerungsgruppen wie Rentner oder Berufstätige sowie Jugendliche sollte in Betracht gezogen werden.

Neben der Optimierung von Visualisierungen kann auch eine verbesserte Bildung das Datenverständnis erhöhen. So könnte zum Beispiel ein neues Schulfach sinnvoll sein, welches Themen aus der Mathematik, Sozialwissenschaften und Psychologie kombiniert.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Abschließend lässt sich sagen, dass der überwiegende Teil der Probanden in der Lage war, die gezeigten Visualisierungen richtig einzuordnen und Aussagen bezüglich der Corona-Pandemie zu machen. Den negativen Faktoren, welche einen Einfluss auf das Datenverständnis genommen haben, kann durch zusätzliche Informationskampagnen oder frühe Bildung in Schulen etwas entgegengesetzt werden. Auch kann beim Erstellen der Visualisierungen mehr Wissen über die Grundlagen der menschlichen Wahrnehmung helfen. Hilfreich wäre auch die auf eine Zielgruppe ausgerichtete Visualisierung, wie eine europäische Inzidenzkarte für Reisende.

Agentenbasierte Modelle können nicht nur Wissenschaftlern dabei helfen, den Pandemieverlauf vorherzusagen, sondern auch zu Schulungszwecken eingesetzt werden. Ein großer Teil der Probanden bewertete diese als anschaulich und einfach.

Es bedarf weitere Studien dieser Art. Das Thema wird in Zukunft noch interessanter werden, da die erfassten Datenmengen weiter steigen werden und die Erforschung von Mensch-Maschine Interaktion und “visual analytics” den frühen Einbezug von Anwendern braucht.

9 Anhang

Es wurde folgende Vorlage zur Erstellung dieser Hausarbeit genutzt: Pollard et al., 2016

Rohdaten und Transkripte können unter folgender URL heruntergeladen werden:
https://github.com/ykorzikowski/bachelor_thesis

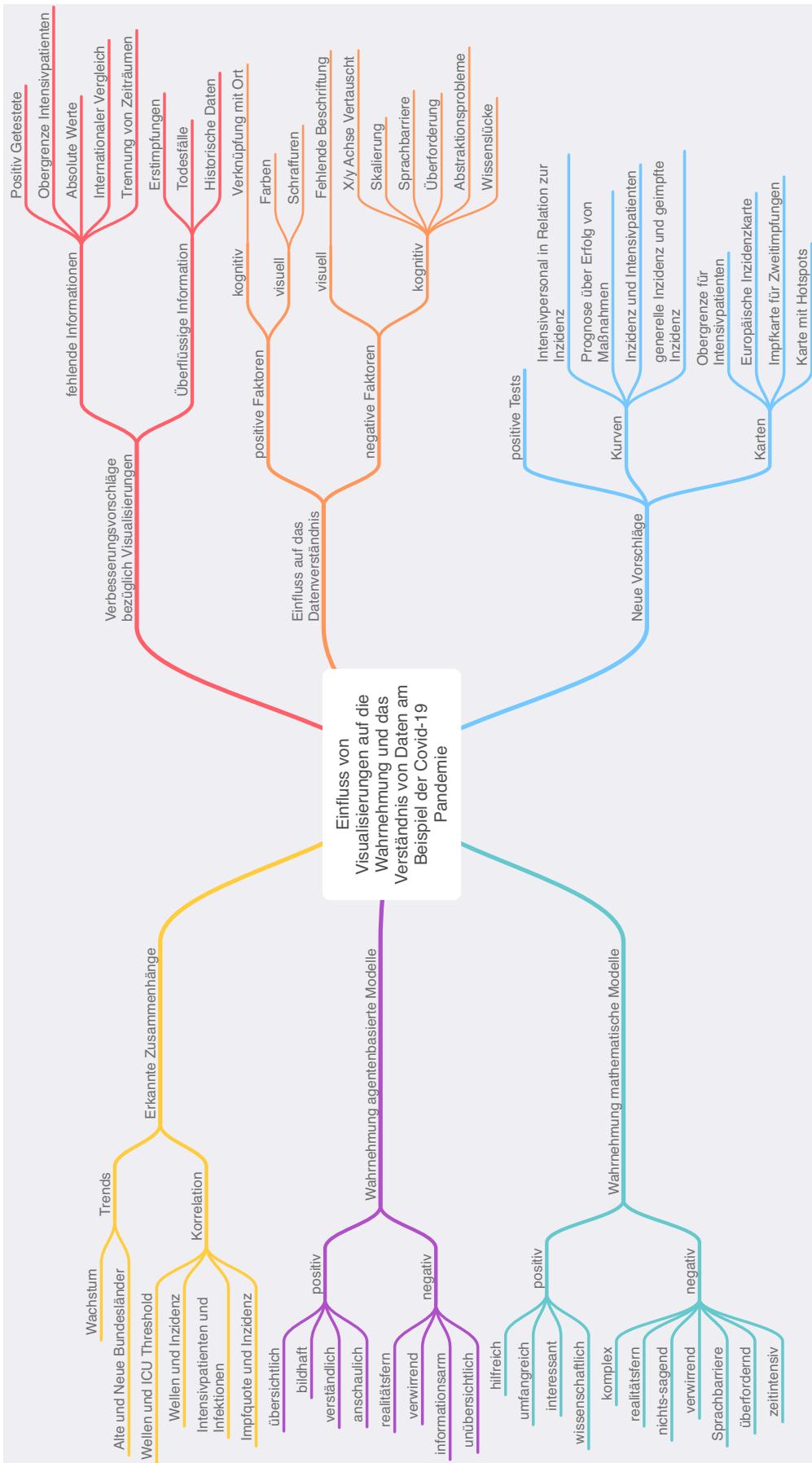


Abbildung 9.1: Kategoriesystem als Mindmap

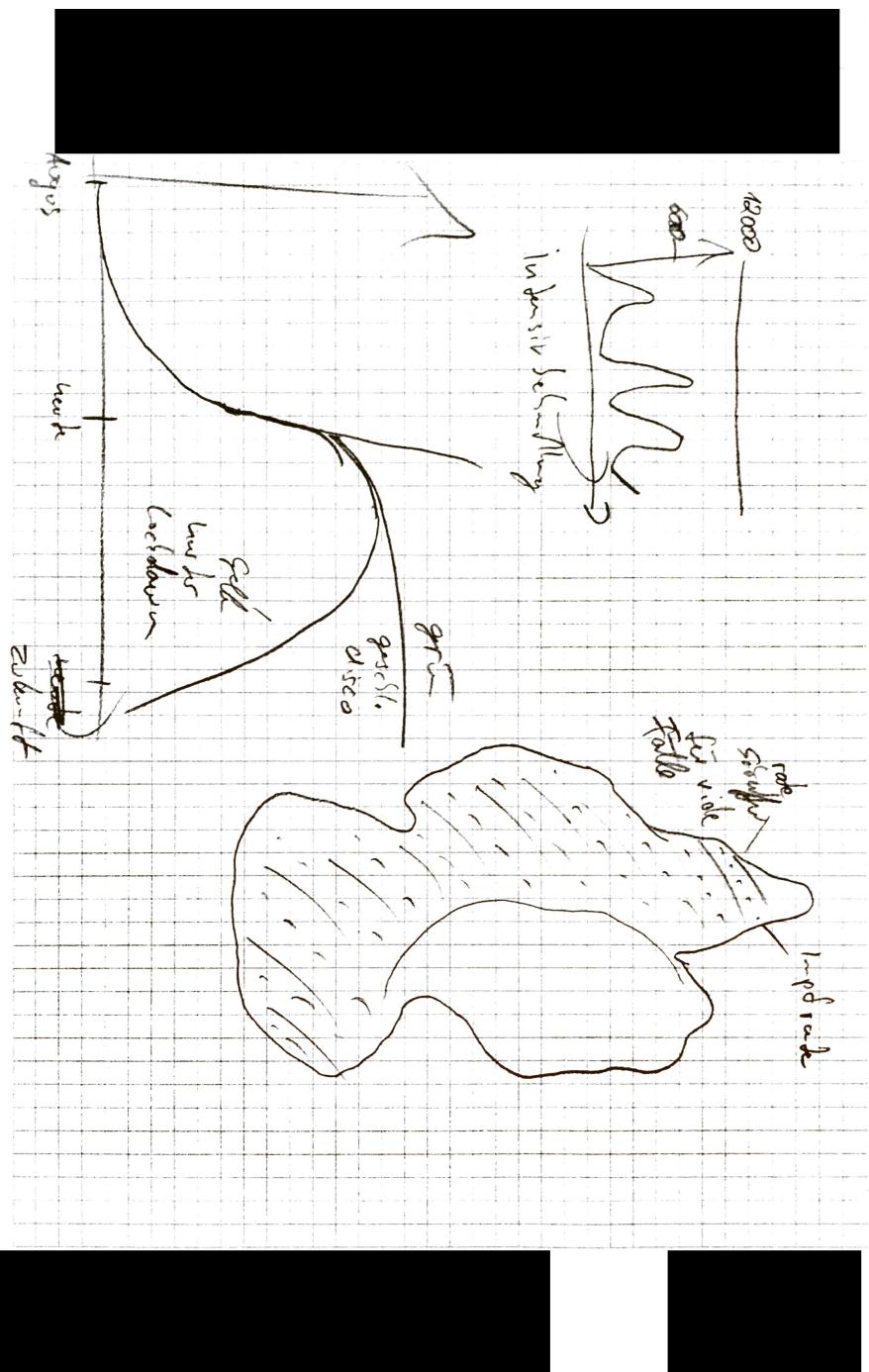


Abbildung 9.2: Bootsbauer_M26

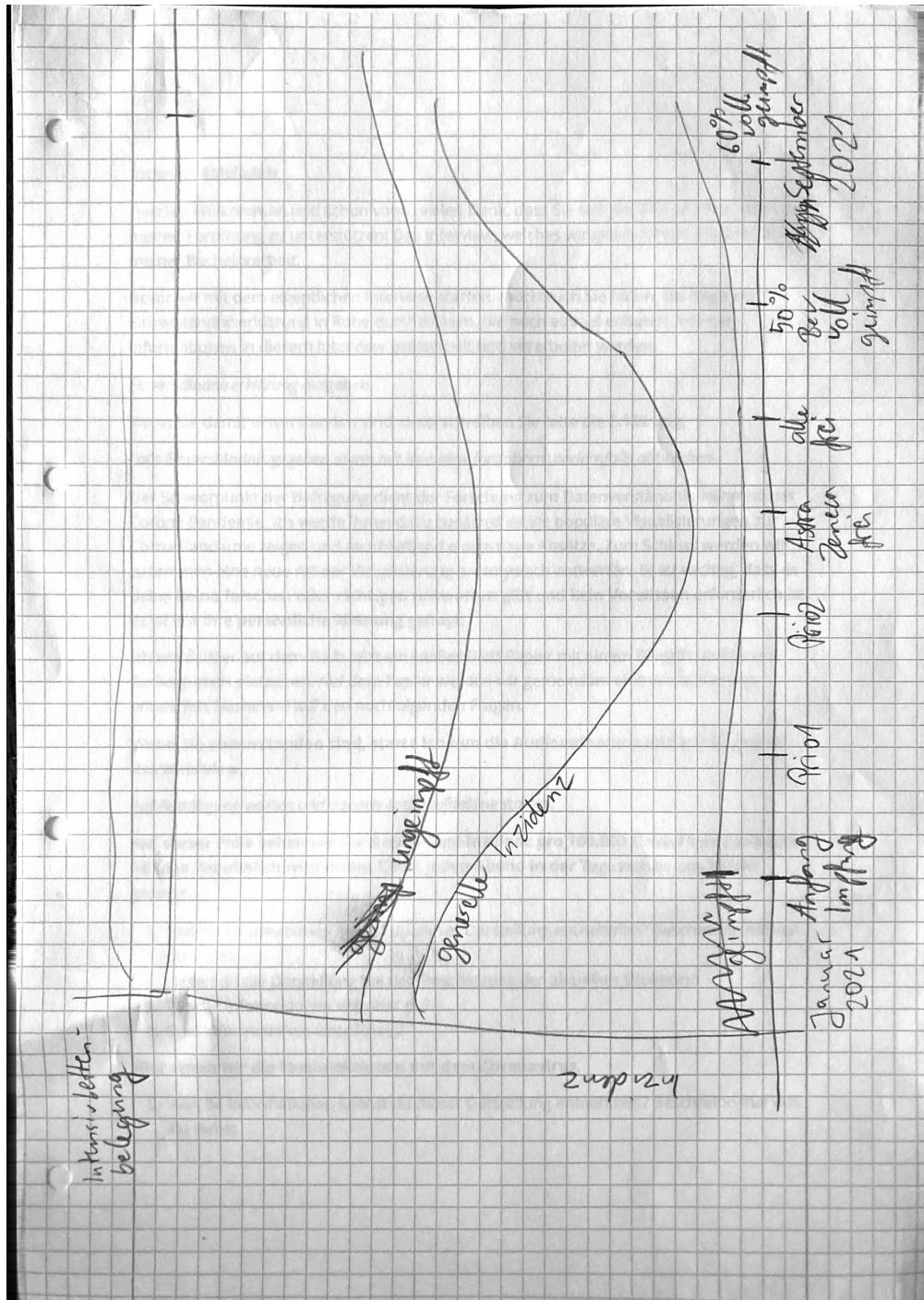


Abbildung 9.3: Skizze Student_W21

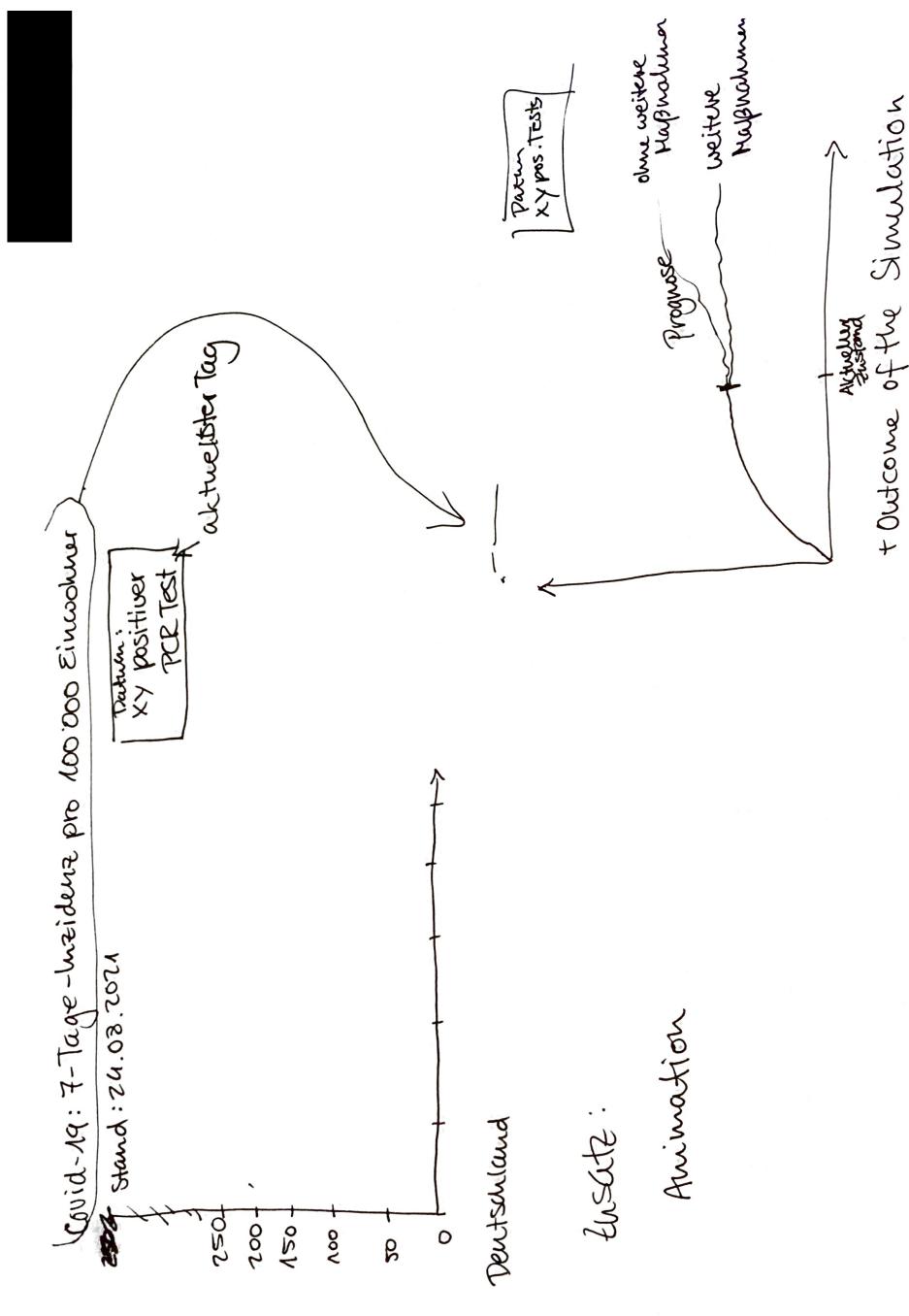


Abbildung 9.4: Skizze Student_W24

Kategorie	Subkategorie 1	Subkategorie 2	Subkategorie 3	Beschreibung
Newe Vorschläge	Anzahl positive Tests			<p>Dieser Kategorie werden alle Aussagen zugemt, bei der der Interviewee eine Visualisierung über positive Tests genannt hat</p> <p>In dieser Kategorie werden alle Aussagen gesammelt, bei der eine Kurve über die Relation zwischen Intensivpersonal und Inzidenz a gesprochen wurde</p> <p>In dieser Kategorie werden alle Aussagen über Prognosen gesammelt</p>
Kurven	Intensivpersonal in Relation zu Inzidenz			<p>"Ja, was mir hier fehlen würde ist, halt. Hier sagt man so sagt wie viele (...) jetzt momentan krank sind. Ehm, gefestet sind." (Student_W24_Z_159)</p> <p>"Die Intensivbettbelegung selbst ist garnicht so aussagekräftig. Weil es ja mehr darum geht wer die Menschen, die in aussageschichten liegen, pflegt als darum, dass es Bettet gibt." (Student_W21_Z_292)</p> <p>"Aber anderseits würde es sehr helfen, ein Modell zu haben, was die Entwicklung der Pandemie und den Maßnahmen gut abbilden kann" (Student_W23_Z_331)</p>
Prognosen über Erfolg von Maßnahmen				<p>"Es gibt ja eine Anzahl an Bettten, die zur Verfügung stehen. Regional. Daraus konnte man einen Durchschnitt berechnen und auf die Kurve legen und berechnen wann und wo es (...) eben kritisch wird." (Bootsbauer_M26_Z_147)</p> <p>"Genau. Sodass man dann gleichzeitig die ungempfite (schreibend) und die geimpfte Inzidenz, ist wahrscheinlich deutlich niedriger." (Student_W21_Z_111)</p> <p>"Und dann wenn ich halt auf die einzelnen Bundesländer draufgehen würde, dass ich da auch die Intensivbehandlungen bekommen." (Student_M27_Z_119)</p> <p>[...] für Nachbarregionen, da ich in einem Grenzgebiet wohne, das ich mir eher vorstellen kann wie es bei den Nachbarn aussieht" (Student_W24_Z_239)</p> <p>"Aber für mich relevanter als Erstimpfungen finde ich eher vollrempfte Personen. Einfach weil das ja letztendlich das Ziel ist, dass die Bevölkerung durchgeimpft ist und nicht nur erststeimpft." (Student_W21_Z_75)</p>
Inzidenz und Intensivpatienten				<p>[...] aber ich wünschte mir eher so wie es auf diesem, sowie es beim Rki ist, eine Karte wo die Hotspots sind. Regionale Hotspots. Um auch einzuschätzen wo man jetzt wirklich nicht hinreisen sollte, obwohl man ne Verabredung oder eigentlich einen Termin vereinbart hat sich mit der Großmutter zu treffen." (Bootsbauer_M26_Z_9)</p> <p>"Sowas linde ich halt echt präzise. Weil du jetzt halt wirklich weißt: Ich wohne im Kreis Viersen, also schaue ich wie in Kreis Viersen die aktuelle Lage ist wenn ich (...) jetzt gerade ins Kino will oder, weiß ich nicht, (...). Fitnessstudio." (Student_M26_Z_39)</p>
Karten	Obergrenze für Intensivpatienten			<p>In dieser Kategorie werden Aussagen über eine generelle Inzidenz und geimpfte Inzidenz gesammelt</p>
	europäische Inzidenzkarte			<p>In dieser Kategorie werden Aussagen über die Idee einer Karte mit den Zahlen über maximale Anzahl an Intensivpatienten zu erweitern, gesammelt</p>
	Impfkarre für Zweitimpfungen			<p>In dieser Kategorie werden Aussagen über eine europäische Inzidenzkarte gesammelt</p>
	Karte mit Hotspots			<p>In dieser Kategorie werden Aussagen über eine Karte mit Infektions-Hotspots gesammelt</p>
Datenverständnis	Positive Faktoren	kognitiv	Verknüpfung mit Ort	<p>In dieser Kategorie wird der positive Faktor über das Datenverständnis über die Verknüpfung einer Information mit einem persönlichen Ort gesammelt</p>
	Negative Faktoren	visuell	Schraffuren	<p>In dieser Kategorie werden Aussagen über das Einbeziehen von Schraffierungen in Grafiken gesammelt, welche das Datenverständnis positiv beeinflussen</p>
		Farben		<p>In dieser Kategorie werden Aussagen gesammelt, welche das Datenverständnis negativ beeinflusst, welche das Datenverständnis positiv beeinflussen</p>
		visuell	fehlende Beschriftung	<p>In dieser Kategorie werden Aussagen gesammelt, bei der die fehlende Beschriftung das Datenverständnis negativ beeinflusst hat</p>
		kognitiv	x/y Vertauscht	<p>In dieser Kategorie werden Aussagen gesammelt, bei der die Probanden während des Interviews die Achsen vertauscht haben.</p>
			Sprachbarriere	<p>In dieser Kategorie werden Aussagen gesammelt, wo eine Sprachbarriere entstanden ist.</p>
		Skalierung		<p>In dieser Kategorie werden Aussagen gesammelt, bei denen die Skalierung das Datenverständnis negativ beeinflusst hat</p>
	Überforderung			<p>In dieser Kategorie werden alles Aussagen gesammelt, bei dem der Proband Anzeichen von Überforderung zeigte oder dies selbst so formuliert hat</p>
				<p>"Also auf dem ersten Blick bin ich ein bisschen erschlagen von den ganzen Informationen her." (Student_M26_Z_189)</p>
				<p>"Ich glaube, dass es mir so als Bürger nicht unbedingt helfen würde direkt die Lage einzuschätzen, weil ich nicht unbedingt alle Werte nisch schauen möchte." (Student_M23_Z_331)</p>
	Abstraktionsprobleme			<p>"Man braucht halt Bezug für die Zahlen. Wenn das da nicht beisteht ist das schwierig abzuschätzen." (Student_W21_Z_284)</p>

Kategorie	Subkategorie 1	Subkategorie 2	Subkategorie 3	Beschreibung
Wahrnehmung agentenbasierte Modelle	negativ	realitätsfern		"Und das ist halt nicht wie die Leute sich unbedingt verhalten. Also wir sind nicht alle im freien und laufen gegeneinander." (Student_W23, Z. 387)
		verwirrend		"Ich finde das irgendwie mehr verwirrend. Also irgendwie." (Student_W21, Z. 264)
		informationsarm		"Ja an sich wurde ich interessanter gefunden: Die ganzen Informationen zu haben, die man auch bei der anderen Simulation hat." (Student_M27 Z. 241)
		unübersichtlich		"Ist halt auf dem ersten Blick schon noch ein bisschen übersichtlich, ziemlich bunt." (Student_M25, Z. 189)
	positiv	übersichtlich		"Jetzt habe ich es ungefähr verstanden und also schon sehr übersichtlich.", (Student_W24, Z. 314)
		bildhaft		"Das ist gerade für mich trotz nach 1,5 Jahren noch ein AHA-Effekt. Weil so deutlich ist mir dann noch nie gezeigt worden. So simpel. So bildhaft." (Bootsbauer_M26, Z. 378)
		verständlich		"Also es hilft auf jeden Fall schließlich dem Verständnis gegenüber was gerade passiert." (Bootsbauer_M26, Z. 367)
		anschaulich		"Die vierte Welle hängt ein bisschen von dem Impfportschritt ab. Also wenn ich sehe, dass es ganz viele Impfungen gibt, dann denke ich mir, dass die vierte Welle nicht so schlimm wird." (Student_W23, Z. 159)
				"Ich glaube, dass es mir so als Bürger nicht unbedingt helfen würde direkt die Lage einzuschätzen, weil ich nicht unbedingt alle Werte nachschauen möchte." (Student_W23, Z. 331)
				"Mir fehlt ein bisschen so gerade Bezug auf Maßnahmen die z.B. hier getroffen werden." (Student_W23, Z. 323)
				wenn man hier nichts rausklickt, dann ist es ein bisschen schwierig.
				Dann sagt die Grafik einem nicht so richtig viel jetzt." (Student_W21, Z. 212)
				"Ich bin jetzt halt verwirrt davon, dass ich erst sage so und so viele Intensipatienten pro 100.000. Und dann ist das in der Grafik aber nicht mehr pro 100.000. Da steht halt irgendwie nicht bei welchem Verhältnis das ist." (Student_W21, Z. 196)
				"Am besten auch mit einem Lexikon, weil es auf Englisch ist." (Bootsbauer_M26, Z. 294)
				"Ich finds am Anfang tatsächlich sehr viele Informationen die auf einen da einprasseln." (Student_M25, Z. 161)
				"Ja, klar. Aber trotzdem. Ich muss mich in so interaktive Sachen und Szenarien muss ich mich persönlich wirklich reindenken. Also da muss ich mir eine halbe Stunde Zeit nehmen und dahinter steige." (Bootsbauer_M26, Z. 298)
				"Doch das ist auf jeden Fall hilfreich." (Student_W21, Z. 208)
				"Weil es ist halt wirklich alles angegeben. Patienten. Krankenhaus. Schwerpunkte. Todesfälle. Hier ist ja wirklich alles drin." (Student_M27)
				"Weil da halt an sich schon mal interessant zu sehen: Wo kann das mit der Pandemie überhaupt hingehen?" (Student_M27, Z. 181)
				"Und es macht natürlich Sinn für Wissenschaftler, so Szenarien mal durchzuspielen. Dafür denke ich erstmal ist es sinnvoll". (Student_M25, Z. 157)
				"Da sieht man ja jetzt ganz eindeutig, Zeitraum auch August, das eben die neuen Bundesländer größtenteils bei weitem nicht so hart getroffen sind wie die alten Bundesländer. Und das ist eine ganz klare und schnelle Information." (Bootsbauer_M26, Z. 46)
				"Man kann ja auf jeden Fall sehen, dass die Inzidenz steigt." (Student_W21, Z. 19)
				"Die Zahlen gehen halt hoch, dann wird wieder irgendwas beschlossen, die Zahlen gehen runter. Dann wird wieder alles freigegeben. Dann gehen die Zahlen wieder hoch. Also dieses typische Auf und Ab was wir halt seit ein paar Monaten erleben." (Student_M27, Z. 177)
Erkannte Zusammenhänge	Trend	Alte und Neue Bundesländer		
		umfangreich		
		interessant		
	positiv	hilfreich		
		wissenschaftlich		
Korrelation	Wellen und ICU Threshold	Wachstum		

Kategorie	Subkategorie 1	Subkategorie 2	Subkategorie 3	Beschreibung
Intensivpatienten und Infektionen	In dieser Kategorie werden alle Aussagen gesammelt, bei denen der Proband den Zusammenhang zwischen Intensivpatienten und Neufinfektionen erkannt hat			"Ja, ich sehe halt das die ziemlich parallel zur allgemeinen Infektion verläuft." (Student_M27_Z_95)
Impfquote und Inzidenz	In dieser Kategorie werden alle Aussagen zur Impfquote gesammelt			"Die vierte Welle hängt ein bisschen von dem Impffortschritt ab. Also wenn ich sehe, dass es ganz viele Impfungen gibt, dann denke ich mir, dass die vierte Welle nicht so schlamm wird." (Student_W23_Z_159)
Welle und Inzidenz	In dieser Kategorie werden alle Aussagen über einen Zusammenspiel zwischen Infektions-Wellen und Inzidenzwert erkannt			"Da können wir wunderschön unsere drei Wellen sehen. Und das es mit einer vierten anfängt." (Student_W23_Z_115)
aktuelle Zahl mehr hervorheben	In dieser Kategorie werden alle Aussagen über das Hervorheben von aktuellen Zahlen gesammelt			"Ich würde vielleicht jetzt noch: Wenn der aktuelle Tag ist: vielleicht gäb noch die Zahl hervorheben. (...) Bei welchem Stand man im Moment ist." (Student_M25_Z_63)
fehlende Information	In dieser Kategorie werden alle Aussagen über eine Angabe einer positiv Getestete gesammelt			"Also wie viele positiv getestet wurden. Ja. Das wäre halt vielleicht wichtig." (Student_W24_Z_99)
Obergrenze Intensivpatienten	In dieser Kategorie werden alle Aussagen über eine Nutzung einer Obergrenze über Intensivpatienten gesammelt			"Das ist jetzt zum Beispiel eine Information die mir fehlen würde. Also dass ich halt eine obere Grenze sehe. Von wegen halt: Hey hier ist halt die Grenze wo es noch gesund ist für die Krankenhäuser noch." (Student_M27_Z_95)
absolute Werte	In dieser Kategorie werden alle Aussagen über die Angaben von absoluten Werten gesammelt			"Ja, also hier würde ich wieder sagen die Peaks und die Tiefpunkte zu beschreiben wäre ganz gut." (Student_W21_Z_91)
internationaler Vergleich	In dieser Kategorie werden Aussagen über einen internationalen Vergleich mit anderen Ländern gesammelt			"Ich würde auch gerne wissen wie es bei anderen Ländern aussieht." (Student_W23_Z_179)
Trennung von Zeiträumen	In dieser Kategorie werden Aussagen über die Trennung von Zeiträumen in Gräßen gesammelt			"Da könnte für mich so eine Trennung sein zwischen beiden Jahren. Da fände ich es leichter tatsächlich zu sehen was alles ist. Also schneller auch." (Student_W23_Z_127)
Erstimpfungen	In dieser Kategorie werden alle Aussagen über überflüssige Informationen zum Thema Erstimpfungen gesammelt			"Weil es für mich einfach Zusatzinformationen sind die mich persönlich nicht so interessieren würden". (Student_M27_Z_87)
Todesfälle	In dieser Kategorie werden alle Aussagen über überflüssige Informationen zum Thema Todsfälle gesammelt			"Ioa, die Todesfälle. Die Helfen mir jetzt bei den akuten Einschätzungen der Pandemie mir persönlich jetzt nicht." (Rootsauer_M26_Z_54)
historische Daten	In dieser Kategorie werden alle Aussagen über überflüssige historische Informationen gesammelt			"Na ja an sich ist ja für den aktuellen Stand nur interessant wie aktuell der Wert ist und nicht wie der vor 2 Wochen war. Weil die aktuellen Corona-Maßnahmen zeigen mir: Ich muss mir aktuelle Daten angucken und nicht die von vor zwei Wochen." (Student_M27_Z_19)

Eidesstattliche Versicherung

Korzikowski, Yannik

Name, Vorname

345421

Matrikelnummer (freiwillige Angabe)

Ich versichere hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit/Bachelorarbeit/
Masterarbeit* mit dem Titel

Einfluss von Visualisierungen auf die Wahrnehmung und das Verständnis
von Daten am Beispiel der Covid-19 Pandemie - Eine Interviewstudie

selbständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt. Für den Fall, dass die Arbeit zusätzlich auf einem Datenträger eingereicht wird, erkläre ich, dass die schriftliche und die elektronische Form vollständig übereinstimmen. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Ort, Datum

Unterschrift

*Nichtzutreffendes bitte streichen

Belehrung:

§ 156 StGB: Falsche Versicherung an Eides Statt

Wer vor einer zur Abnahme einer Versicherung an Eides Statt zuständigen Behörde eine solche Versicherung falsch abgibt oder unter Berufung auf eine solche Versicherung falsch aussagt, wird mit Freiheitsstrafe bis zu drei Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

§ 161 StGB: Fahrlässiger Falscheid; fahrlässige falsche Versicherung an Eides Statt

(1) Wenn eine der in den §§ 154 bis 156 bezeichneten Handlungen aus Fahrlässigkeit begangen worden ist, so tritt Freiheitsstrafe bis zu einem Jahr oder Geldstrafe ein.

(2) Straflosigkeit tritt ein, wenn der Täter die falsche Angabe rechtzeitig berichtet. Die Vorschriften des § 158 Abs. 2 und 3 gelten entsprechend.

Die vorstehende Belehrung habe ich zur Kenntnis genommen:

Ort, Datum

Unterschrift

Literaturverzeichnis

- Blascheck, T., John, M., Kurzhals, K., Koch, S., & Ertl, T. (2016). VA²: A Visual Analytics Approach for Evaluating Visual Analytics Applications. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 22(1), 61–70. doi: 10.1109/TVCG.2015.2467871
- Federico, P., Aigner, W., Miksch, S., Windhager, F., & Zenk, L. (2011). A visual analytics approach to dynamic social networks. *Proceedings of the 11th International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies - i-KNOW '11*, 1. Graz, Austria: ACM Press. doi: 10.1145/2024288.2024344
- Healey, C. G., & Enns, J. T. (2012). Attention and Visual Memory in Visualization and Computer Graphics. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18(7), 1170–1188. doi: 10.1109/TVCG.2011.127
- IEEE Computer Society Technical Comitee. (2021). Home - IEEE Computer Society Technical Committee on Visualization and Graphics -IEEE Computer Society Technical Committee on Visualization and Graphics. Retrieved from <https://tc.computer.org/vgtc/> [Accessed October 5, 2021]
- Julész, B. (1962). Visual Pattern Discrimination. *IEEE Transactions on Information Theory*, 8(2), 84–92. doi: 10.1109/TIT.1962.1057698
- Julész, Bela. (1981). Textons, the elements of texture perception, and their interactions. *Nature*, 290(5802), 91–97. doi: 10.1038/290091a0
- Julész, B., Gilbert, E. N., Shepp, L. A., & Frisch, H. L. (1973). Inability of Humans to Discriminate between Visual Textures That Agree in Second-Order Statistics—Revisited. *Perception*, 2(4), 391–405. doi: 10.1088/p020391
- Julész, B., Gilbert, E. N., & Victor, J. D. (1978). Visual discrimination of textures with identical third-order statistics. *Biological Cybernetics*, 31(3), 137–140. doi: 10.1007/BF00336998
- Keim, D. A., Mansmann, F., & Thomas, J. (2010). Visual analytics: How much visualization and how much analytics? *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, 11(2), 5–8. doi: 10.1145/1809400.1809403
- Keim, D., Qu, H., & Ma, K.-L. (2013). Big-Data Visualization. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 33(4), 20–21. doi: 10.1109/MCG.2013.54
- Kerr, C. C., Stuart, R. M., Mistry, D., Abeysuriya, R. G., Rosenfeld, K., Hart, G. R., ... Klein, D. J. (2021). Covasim: An agent-based model of COVID-19 dynamics and interventions. *PLOS Computational Biology*, 17(7), e1009149. doi: 10.1371/journal.pcbi.1009149
- Kovaleva, A., Beierlein, C., Kemper, C. J., & Rammstedt, B. (2012). Eine Kurzskala zur Messung von Kontrollüberzeugung: *GESIS-Working Papers (2012/19)*, 27.
- Kraemer, M. U. G., Yang, C.-H., Gutierrez, B., Wu, C.-H., Klein, B., Pigott, D. M., ... Scarpino, S. V. (2020). The effect of human mobility and control measures on the COVID-19 epidemic in China. *Science*, 368(6490), 6.
- Leung, C. K., Chen, Y., Hoi, C. S. H., Shang, S., Wen, Y., & Cuzzocrea, A. (2020). Big Data Visualization and Visual Analytics of COVID-19 Data. *2020 24th International Conference Information Visualisation (IV)*, 415–420. doi: 10.1109/IV51561.2020.00073

- Leung, K., Wu, J. T., & Leung, G. M. (2021). Real-time tracking and prediction of COVID-19 infection using digital proxies of population mobility and mixing. *Nature Communications*, 12(1), 1501. doi: 10.1038/s41467-021-21776-2
- Liu, W., & Park, E. K. (2014). Big Data as an e-Health Service. *2014 International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC)*, 982–988. doi: 10.1109/ICCNC.2014.6785471
- Macal, C. M., & North, M. J. (2009). Agent-based modeling and simulation. *Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC)*, 86–98. doi: 10.1109/WSC.2009.5429318
- Maciejewski, R., Rudolph, S., Hafen, R., Abusalah, A., Yakout, M., Ouzzani, M., ... Ebert, D. S. (2010). A Visual Analytics Approach to Understanding Spatiotemporal Hotspots. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 16(2), 205–220. doi: 10.1109/TVCG.2009.100
- Maffei, L., & Fiorentini, A. (1973). The visual cortex as a spatial frequency analyser. *Vision Research*, 13(7), 1255–1267. doi: 10.1016/0042-6989(73)90201-0
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12., überarbeitete Auflage). Weinheim Basel: Beltz Verlag.
- Merkel, A. (2020). *Fernsehansprache von Bundeskanzlerin Angela Merkel*. 6.
- Müsseler, J., & Rieger, M. (Eds.). (2017). *Allgemeine Psychologie*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-642-53898-8
- NDR. (2021). *Corona-Daten: RKI bessert bei Hospitalisierungsrate nach*. Retrieved from <https://www.ndr.de/nachrichten/info/Corona-Daten-RKI-bessert-bei-Hospitalisierungsrate-nach,rkihospitalisierungsrate100.html> [Accessed October 14, 2021]
- Pi, Y., Nath, N. D., Sampathkumar, S., & Behzadan, A. H. (2021). Deep Learning for Visual Analytics of the Spread of COVID-19 Infection in Crowded Urban Environments. *Natural Hazards Review*, 22(3), (ASCE)NH.1527-6996.0000492, 04021019. doi: 10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000492
- Pollard, T., Reimer, M., San, D., Mul, A., Thomas, M. G., Nowosad, J., ... McDaniel, W. C. (2016). *Template for writing a PhD thesis in Markdown*. Zenodo. doi: 10.5281/zenodo.58490
- RKI. (2021a). *Covid-19-Trends in Deutschland im Überblick*. Retrieved from https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/COVID-19-Trends/COVID-19-Trends.html?__blob=publicationFile#/home [Accessed October 14, 2021]
- RKI. (2021b). *RKI - Coronavirus SARS-CoV-2 - DIVI Intensivregister: Webseite zur deutschlandweiten Echtzeitfassung von Intensivkapazitäten*. Retrieved from https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Intensivregister.html [Accessed October 14, 2021]
- Rogowitz, B. E., & Treinish, L. A. (1993). An architecture for rule-based visualization. *Proceedings Visualization '93*, 236–243. San Jose, CA, USA: IEEE Comput. Soc. Press. doi: 10.1109/VISUAL.1993.398874
- Rogowitz, Bernice E., Treinish, L. A., & Bryson, S. (1996). How Not to Lie with Visualization. *Computers in Physics*, 10(3), 268. doi: 10.1063/1.4822401
- Rogowitz et al. (2020). *VisLies 2020*. Retrieved from <http://www.vislies.org/2020/gallery/> [Accessed October 5, 2021]
- Rogowitz et al. (2021). VisLies 2021. Retrieved from <https://www.vislies.org/2021/> [Accessed October 5, 2021]
- Rubio-Acero et al. (2021). Spatially resolved qualified sewage spot sampling to track SARS-CoV-2 dynamics in Munich - One year of experience. *Science of The Total Environment*, 797. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.149031
- Schneider, K. A., Ngwa, G. A., Schweihs, M., Eichner, L., & Eichner, M. (2020). The COVID-19 pandemic preparedness simulation tool: CovidSIM. *BMC Infectious Diseases*, 20(1), 859. doi: 10.1186/s12879-020-05566-7
- Smith, V. C., Jin, P. Q., & Pokorny, J. (2001). The role of spatial frequency in color induction. *Vision Research*, 41(8), 1007–1021. doi: 10.1016/S0042-6989(01)00031-1

- Thomas, J. J., & Cook, K. A. (2006). A visual analytics agenda. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 26(1), 10–13. doi: 10.1109/MCG.2006.5
- Treisman, A. (1977). Focused attention in the perception and retrieval of multidimensional stimuli. *Perception & Psychophysics*, 22(1), 1–11. doi: 10.3758/BF03206074
- Treisman, A. (1985). Preattentive processing in vision. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, 31(2), 156–177. doi: 10.1016/S0734-189X(85)80004-9
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12(1), 97–136. doi: 10.1016/0010-0285(80)90005-5
- Ware, C. (1988). Color sequences for univariate maps: Theory, experiments and principles. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 8(5), 41–49. doi: 10.1109/38.7760