



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

Erfahrungen in der Erstellung und Erkundung taktiler Diagramme

Auswertung einer Online-Befragung unter blinden,
sehbehinderten und sehenden Ersteller_innen sowie
Nutzer_innen von taktilen Diagrammen

Durchführung, Auswertung und Verfasserin der Studie:

Christin Engel, M.Sc.

Technische Universität Dresden

Fakultät Informatik

Professur Mensch-Computer Interaktion

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Vorwort.....	3
1. Einleitung.....	4
2. Informationen zur Umfrage.....	5
2.1. Methodik.....	5
2.2. Teilnehmende Personen.....	6
2.3. Aufbau des Fragebogens.....	6
3. Ergebnisse der Befragung.....	8
3.1. Bekanntheit verschiedener Diagrammtypen.....	8
3.2. Erfahrungen in der Erstellung von Diagrammen.....	9
Erstellung visueller Diagramme und taktiler Diagramme im Vergleich.....	9
Erstellungsprozess taktiler Diagramme.....	10
3.3. Erkundung taktiler Diagramme.....	14
Nutzer_innen taktiler Diagramme.....	14
Gründe für die Nutzung taktiler Diagramme.....	14
Erkundung taktiler Diagramme.....	15
Gestaltung taktiler Diagramme.....	17
4. Zusammenfassung und Fazit.....	19
Abbildungsverzeichnis.....	22

Vorwort

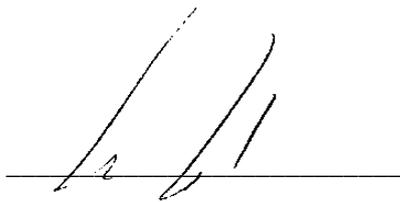
Liebe Lesende,

wir möchten uns bei allen Menschen, die sich an dieser Umfrage beteiligt haben, recht herzlich bedanken. Mit der Teilnahme wurde ein wertvoller Beitrag zur Gleichstellung von Menschen mit einer Behinderung geleistet und die Forschungsarbeiten sowie die öffentliche Präsenz dieser Themen vorangetrieben.

Diese Studie ist im Rahmen des vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales geförderten Projektes *Mosaik* entstanden ([Link zur Webseite des Projektes](#)). Mit diesem Projekt verfolgen wir das Ziel, den Erstellungsprozess von taktilen Grafiken, insbesondere taktiler Diagramme, zu vereinfachen. Dafür entwickeln wir unter anderem eine barrierefreie Anwendung, mit der taktile Diagramme automatisch erstellt werden können. Mit Hilfe der Ergebnisse der vorliegenden Studie können wir sowohl Anforderungen an die zu entwickelnde Anwendung, als auch an die Gestaltung der taktilen Diagramme definieren.

Im Verlauf des Projektes sind wir immer wieder auf die Mitgestaltung und Bewertung der Projektergebnisse durch die Zielgruppe angewiesen. Im Sinne der nutzerzentrierten Gestaltung benötigen wir auch in zukünftigen Entwicklungsphasen Unterstützung, um praxisnahe und gewinnbringende Lösungen entwickeln zu können. Sollten Sie, liebe Lesende, Interesse haben auch in Zukunft an einer Nutzerstudie oder –befragung im Rahmen des Projektes *Mosaik* teilzunehmen, können Sie sich jederzeit gern bei uns über aktuelle Entwicklungen informieren sowie Fragen, Anregungen und gern auch Kritik an uns richten (christin.engel@tu-dresden.de). Wir freuen uns über einen regen Austausch und Diskurs mit Ihnen und hoffen, dass diese Umfrage einen Beitrag zur Inklusion leistet und deren hohen Stellenwert in unserer Gesellschaft unterstreicht.

Ich wünsche Ihnen eine erkenntnisreiche Lektüre!



Christin Engel, M.Sc.

Wissenschaftliche Mitarbeiterin
TU Dresden, Fakultät Informatik
Professur Mensch-Computer Interaktion
Inhaber der Professur: Prof. Dr. rer. nat. habil. Weber

Gefördert durch:



aus Mitteln des Ausgleichsfonds



1. Einleitung

Diagramme wie Balken- oder Liniendiagramme kommen in allen Lebensbereichen vor. Ob in Zeitschriften, Schulbüchern oder im Web – überall werden sie dazu verwendet, Daten mit ihren Zusammenhängen schnell erfassbar zu machen. Gerade bei komplexen Diagrammen, die eine Vielzahl an Daten repräsentieren, reicht eine textuelle Beschreibung nicht aus, um blinden und sehbehinderten Menschen einen äquivalenten Zugang zu diesen Grafiken zu gewähren. Taktile oder audio-taktile Darstellungen von Diagrammen stellen eine zugängliche Alternative dar. Taktile Diagramme bestehen aus erhabenen Linien, Flächen und Symbolen und können mit den Händen erfühlt werden (vgl. Abbildung 1). Auf diese Weise können blinde und sehbehinderte Menschen den Inhalt der Grafik ertasten.

Der taktile Sinn des Menschen, der zum Ertasten der Grafiken gebraucht wird, unterscheidet sich in seinen Eigenschaften jedoch stark vom Sehsinn. Deshalb muss die Gestaltung taktiler Grafiken an diesen Sinn angepasst sein.

Während für die Erstellung von visuellen Diagrammen Werkzeuge, wie zum Beispiel Microsoft Excel, existieren, mit denen auch unerfahrene Nutzende schnell und effektiv Diagramme aus Daten erstellen können, müssen taktile Diagramme häufig manuell erstellt werden. Dies beeinflusst sowohl die Qualität als auch die Verfügbarkeit von taktilen Diagrammen.

Das Projekt [Mosaik](#)¹ des Lehrstuhls Mensch-Computer Interaktion der Technischen Universität Dresden befasst sich deshalb mit der Frage, wie die Erstellung als auch die Gestaltung taktiler Diagramme verbessert werden kann. Das Ziel ist es, sowohl Ersteller_innen als auch Nutzer_innen von taktilen Diagrammen zu unterstützen, um deren Qualität und Verbreitung zu verbessern. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie bilden hierfür eine wichtige Grundlage.

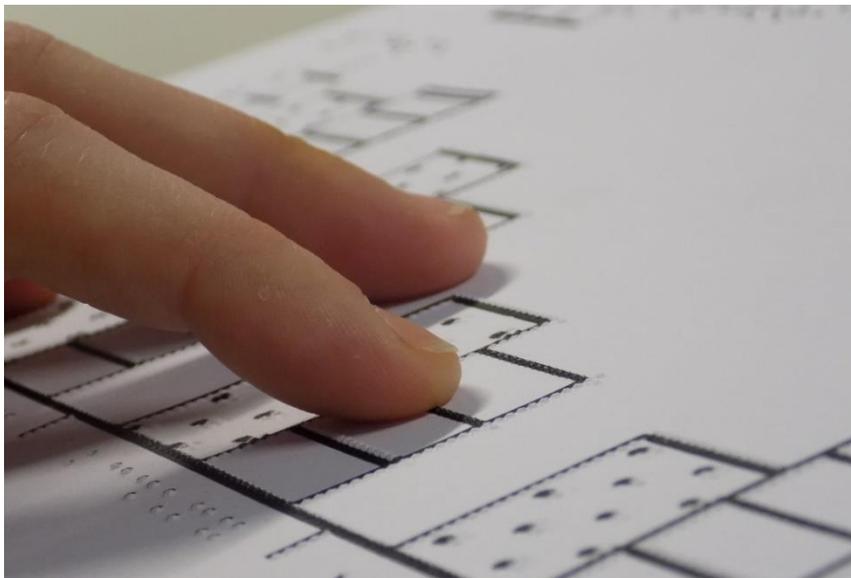


Abbildung 1: Beispiel eines taktilen Balkendiagramms, das mit der Hand erkundet wird (Prägung + Schwarzschrift).

¹ Gefördert durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) aus Mitteln des Ausgleichsfonds (Förderkennzeichen: 01KM151112)

2. Informationen zur Umfrage

In diesem Abschnitt erhalten Sie tiefere Informationen zur Methodik der durchgeführten Befragung, zur Demographie der befragten Personen sowie zum allgemeinen Aufbau des Fragebogens.

2.1. Methodik

Zur Erfassung der aktuellen Praxis sowie um Nutzerbedürfnisse mit in den Entwicklungsprozess von assistiven Technologien einzubeziehen, wurde im Rahmen des Projektes *Mosaik* eine Online-Umfrage durchgeführt. Diese richtete sich sowohl an sehende, sehbehinderte als auch blinde Ersteller_innen sowie Nutzer_innen von taktilen Diagrammen.

Die Umfrage wurde an die entsprechende Zielgruppe mit Hilfe von E-Mail Einladungen verbreitet. Angeschrieben wurden vor allem Medienzentren, Schulen (integrative Schulen und Blindenschulen), Blinden- und Sehbehindertenvereine, Online Bibliotheken für blinde und sehbehinderte Menschen sowie Forschungseinrichtungen. Außerdem veröffentlichten drei Institutionen² für blinde und sehbehinderte Menschen die Einladung innerhalb ihres Newsletters. Wie aus Abbildung 2 hervorgeht, kommen knapp die Hälfte der Teilnehmenden aus dem schulischen Kontext. Außerdem beteiligten sich Personen aus weiterführenden Schulen (17%), Medienzentren (14%), Bibliotheken (3%) und weiteren Einrichtungen (9%).

Im nächsten Abschnitt werden demografische Eigenschaften der teilnehmenden Personen ausgeführt.

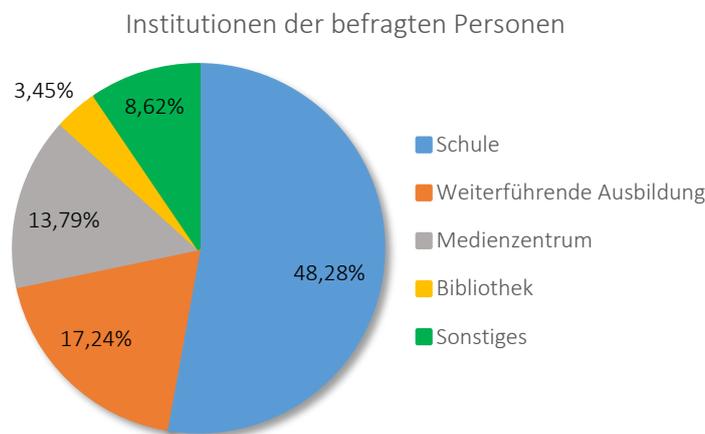


Abbildung 2: Kreisdiagramm mit den Zugehörigkeiten der befragten Personen zu verschiedenen Institutionen (in Prozent, N=58)

² <http://www.bbsb.org>
<http://www.isar-projekt.de>
<http://www.bfs-nrw-ev.de>

2.2. Teilnehmende Personen

Der Fragebogen konnte in der Zeit vom 28.11.2016 bis zum 31.03.2017 online ausgefüllt werden. Insgesamt konnten die Antworten von 71 Personen in die Auswertung einbezogen werden. Teilweise ausgefüllte und nicht abgesendete Fragebögen wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt. Insgesamt beteiligten sich 34 blinde, 4 hochgradig sehbehinderte, 3 sehbehinderte und 30 sehende Personen an der Befragung. Von den blinden und sehbehinderten Teilnehmenden besitzt eine Person keine Brailleschrift-Kenntnisse, während rund 66% die Brailleschrift gut anwenden können, 18% durchschnittliche Braille-Kenntnisse besitzen und 8% sich als Anfänger_innen bezeichnen.

60 Personen gaben an, im beruflichen Kontext mit taktilen Diagrammen zu arbeiten. Das Diagramm in Abbildung 3 zeigt, welche konkreten beruflichen Tätigkeiten die Teilnehmer_innen ausüben. Den größten Anteil machen mit insgesamt 38% (21 Befragte) Lehrer_innen oder Sonderpädagog_innen aus. 11 befragte Personen gaben an, innerhalb ihres Berufes Materialien (z.B. Lehr-/Lernmittel) für Bibliotheken aufzubereiten. Diese Personen sind beispielsweise für das Korrekturlesen von Blindenbüchern, die Erstellung zugänglicher Materialien für Medienzentren oder Bibliotheken sowie für die Textübertragung zuständig. Des Weiteren nahmen Berater_innen, persönliche Assistent_innen, Wissenschaftlicher_innen sowie Student_innen an der Befragung teil.

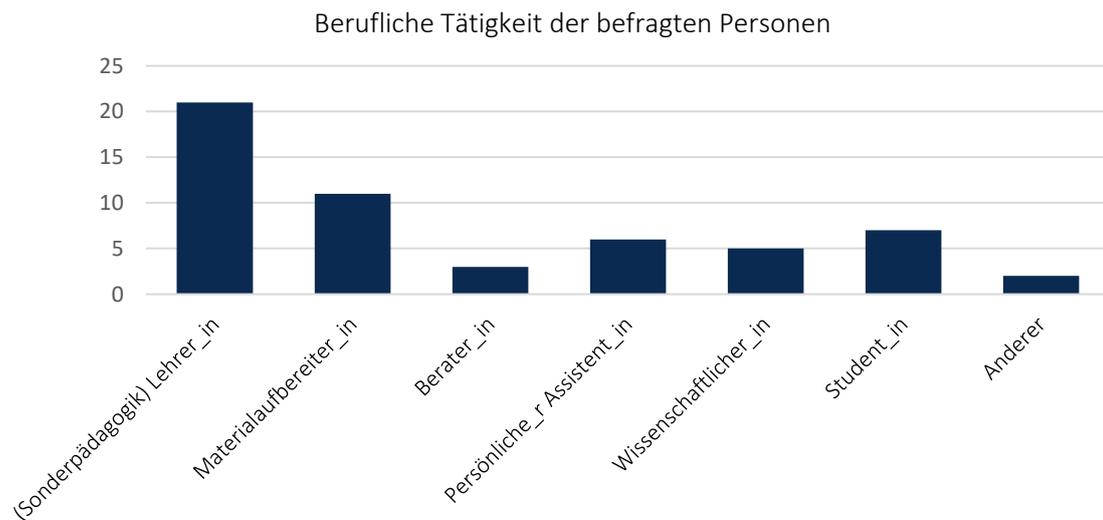


Abbildung 3: Säulendiagramm, das die beruflichen Tätigkeiten der Teilnehmenden aufschlüsselt (N=55).

2.3. Aufbau des Fragebogens

Der Fragebogen gliedert sich in drei Teile. Während sich der erste Fragenbogenteil vorrangig an Ersteller_innen von Diagrammen richtet, ist der zweite Teil für jene Teilnehmenden relevant, die bereits Erfahrungen in der Erkundung taktiler Diagramme haben. Ob der jeweilige Fragenbogenteil für die Teilnehmenden relevant ist, wird jeweils zuvor mit einer Filterfrage bestimmt (obligatorisch). Im letzten Teil werden mit max. 11 Fragen demografische Daten erhoben. Je nach Erfahrungsgrad kann die Anzahl gestellter Fragen stark variieren. Die maximale Anzahl an Fragen (teilweise abhängig von bereits gegebenen Antworten) ist 40,

wobei lediglich die Filterfragen sowie wenige demografische Fragen obligatorisch beantwortet werden mussten. Aus diesem Grund variiert auch die Anzahl an gegebenen Antworten je nach gestellter Frage (hier jeweils als N bezeichnet).

Im nachfolgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Befragung umfangreich ausgewertet.

Zusammenfassung

- Taktile Diagramme = erhabene Linien, Symbole, Flächen als zugängliche Darstellung visueller Diagramme
- Keine speziellen Werkzeuge zur Erstellung taktiler Diagramme verfügbar
- Verbesserung der Erstellung und der Gestaltung taktiler Diagramme durch Forschungsprojekt *Mosaik*
- Initiierung einer Studie, um Lösungen an Nutzerbedürfnisse anzupassen
 - Online-Befragung: 71 Teilnehmende (41 blinde/sehbehinderte und 30 sehende Personen)
 - Fragen zur Erstellung und dem Erstellungsprozess von Diagrammen sowie über Nutzungserfahrungen und Präferenzen für taktile Diagramme

3. Ergebnisse der Befragung

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Online-Befragung von 71 befragten Personen qualitativ ausgewertet. Dabei werden keine personenbezogenen Daten preisgegeben. Die Auswertung basiert jeweils auf der Anzahl der gegebenen Antworten pro Frage, wobei einige Fragen eine Mehrfachauswahl erlauben. Prozentuale Angaben beziehen sich (wenn keine weiteren Angaben vorhanden sind) auf die Anzahl der Antworten, die für diese Frage gegeben wurden (N).

3.1. Bekanntheit verschiedener Diagrammtypen

Vor der Beantwortung der Filterfrage für die Ersteller_innen von Diagrammen, wurden die Teilnehmenden befragt, welche Diagrammtypen ihnen im Allgemeinen (unabhängig vom Ausgabemedium) bekannt sind. Diese Frage wurde von allen Teilnehmenden (N=71) beantwortet (vgl. Abbildung 4).

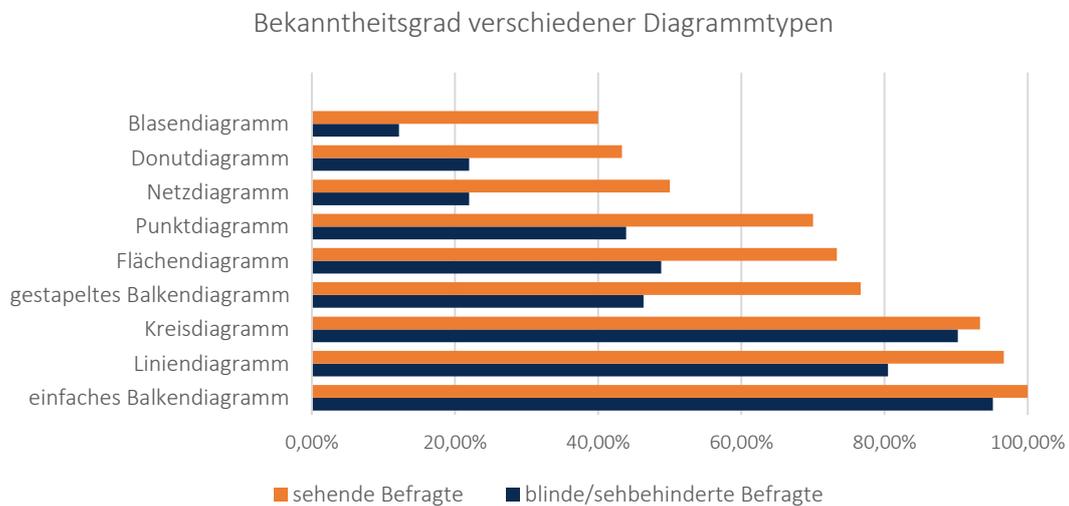


Abbildung 4: Gruppieretes Balkendiagramm - Bekanntheit gängiger Diagrammtypen unter blinden/sehbehinderten und sehenden Teilnehmenden (N=71).

Einfache Balkendiagramme, Linien- und Kreisdiagramme zählen zu den gängigsten Diagrammtypen und sind jeweils fast allen Teilnehmenden bekannt (>80%). Während gestapelte Balkendiagramme, Flächen- und Punktdiagramme der Mehrheit der sehenden Befragten geläufig sind (zwischen 70% und 80%), kennt nur jeweils knapp die Hälfte der blinden und sehbehinderten Teilnehmenden diese Diagrammtypen. Am wenigsten verbreitet sind Netz-, Donut- und Blasendiagramme. Auch hier ist der Unterschied zwischen blinden, sehbehinderten und sehenden Personen signifikant. Es zeichnet sich ab, dass vor allem bei komplexeren Diagrammtypen, die insgesamt weniger bekannt sind, der Unterschied zwischen sehenden und blinden/sehbehinderten Teilnehmenden besonders groß ist. Die Verbreitung und Bekanntheit verschiedener Diagrammtypen ist unter den sehenden Befragten höher als bei den blinden/sehbehinderten Befragten.

3.2. Erfahrungen in der Erstellung von Diagrammen

Im ersten Teil der Befragung wurden die Teilnehmenden bezüglich ihrer Erfahrung in der Erstellung visueller und taktiler Diagramme befragt. Ziel war es, den Erstellungsprozess sowie dabei entstehende Probleme und Defizite zu identifizieren. Außerdem soll die Gestaltung der erstellten taktilen Diagramme genauer analysiert werden. Folgende Fragestellungen können in diesem Teil der Befragung beantwortet:

- WER erstellt Diagramme typischerweise für WELCHE Zielgruppe?
- WELCHE Unterschiede gibt es zwischen der Erstellung klassischer visueller Diagramme und taktiler Diagramme?
- WIE werden taktile Diagramme erstellt (Vorgehen, Methodik, Hilfsmittel)?
- WELCHE Elemente verwenden Autor_innen typischerweise in taktilen Diagrammen?
- WELCHE Herausforderungen bringt der Erstellungsprozess mit sich?
- WIE kann der Erstellungsprozess vereinfacht werden und welche Hilfsmittel sind dafür nötig?

Erstellung visueller und taktiler Diagramme im Vergleich

Insgesamt haben 53 befragte Personen schon einmal Diagramme erstellt (25 sehende, 28 blinde/sehbehinderte Befragte). Davon hat mehr als die Hälfte Erfahrungen in der Erstellung von visuellen und taktilen Diagrammen. Wie aus dem Diagramm in Abbildung 5 hervorgeht, trifft diese Aussage ebenfalls auf 75% der sehenden Ersteller_innen zu. Im Gegensatz dazu erstellen blinde und sehbehinderte Teilnehmende häufiger (18 Befragte) ausschließlich taktiler Diagramme, wobei davon nur 8 Personen digitale Erstellungsmethoden nutzen. Blinde und sehbehinderte Personen erstellen außerdem seltener visuelle Diagramme selbst. Nur knapp ein Drittel der blinden und sehbehinderten Personen hat Erfahrung mit der Erstellung von taktilen und visuellen Diagrammen.

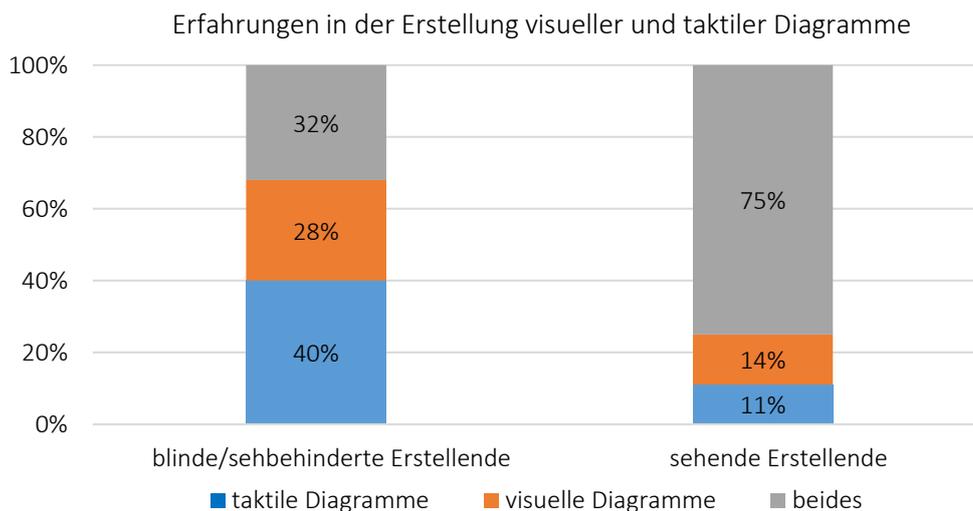


Abbildung 5: Gestapeltes Balkendiagramm - Vergleich der Erfahrungen mit der Erstellung visueller und taktiler Diagramme zwischen blinden/sehbehinderten Erstellenden und sehenden Erstellenden

Für die Unterschiede zwischen sehenden und blinden/sehbehinderten Ersteller_innen sowie zwischen visuellen und taktilen Diagrammen gibt es zwei maßgebliche Gründe: Zum einen gibt die Mehrheit an, keine visuellen und taktilen Diagramme zu erstellen, da sie Probleme im Umgang mit der entsprechenden Software haben. Zum anderen erstellen vor allem blinde und sehbehinderte Personen weniger visuelle Diagramme, da sie zu diesen selbst keinen Zugang haben. Ebenfalls problematisch ist das Fehlen der benötigten Hardware für den taktilen Druck.

Insgesamt erstellen blinde und sehbehinderte Personen demnach seltener visuelle Diagramme als sehende Personen aufgrund existierender Barrieren. Auch der Anteil der blinden/sehbehinderten Personen, die bereits taktile Diagramme mit dem Computer erstellt hat, ist geringer als bei sehenden Erstellenden. Unterstützung ist hier vor allem in Form von benutzbarer, zugänglicher Software zur Erstellung von Diagrammen notwendig sowie die Bereitstellung der entsprechenden Hardware zur Ausgabe von taktilen Grafiken. Wichtig ist es zudem, nicht nur die benötigte Software zur Verfügung zu stellen, sondern auch entsprechende barrierefreie Schulungsunterlagen.

Erstellungsprozess taktiler Diagramme

Zur Erstellung von taktilen Diagrammen sind mehrere Schritte notwendig. Abbildung 6 verdeutlicht schematisch, wie der Erstellungsprozess organisiert ist. In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse bezüglich dieser Schritte vorgestellt.

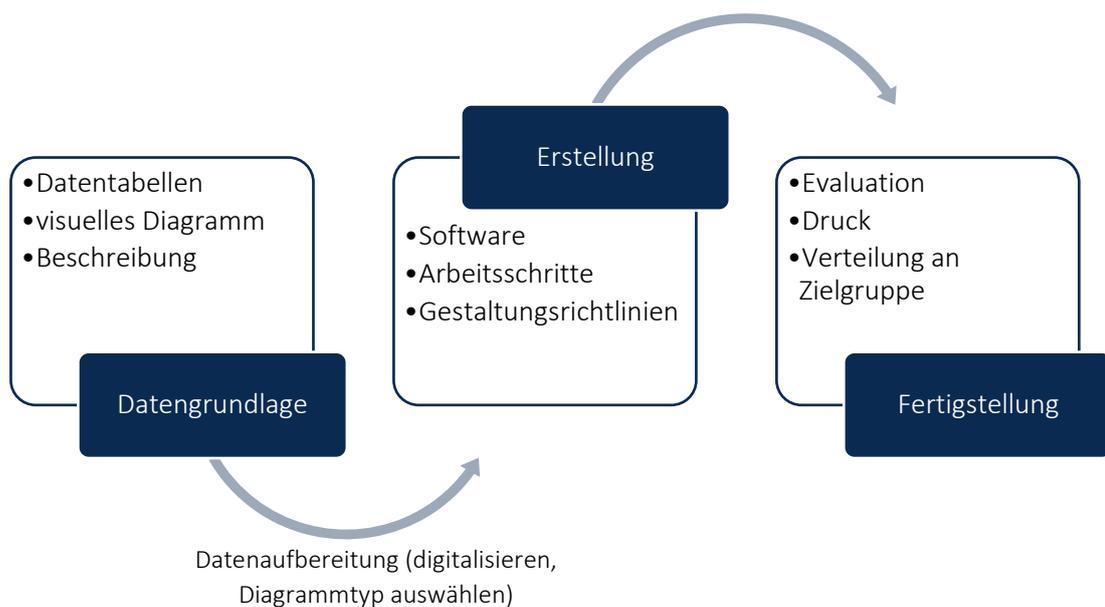


Abbildung 6: Schematische Darstellung der wichtigsten Schritte zur Erstellung eines taktilen Diagramms..

Datengrundlage

Die große Mehrheit der Befragten (88%) erstellt taktile Diagramme auf der Grundlage von einem grafischen Diagramm, was für die taktile Ausgabe angepasst werden muss. Auch Datentabellen (59%) bilden häufig die Grundlage. Knapp ein Drittel nutzt eine textuelle Beschreibung. Je nach Datengrundlage muss diese anschließend digitalisiert/gescannt (52%) bzw. Daten aufbereitet werden (66%), bevor diese weiterverarbeitet werden können.

Erstellung taktiler Diagramme

Zur Erstellung des taktilen Diagramms werden unterschiedliche Computeranwendungen verwendet, die auf Abbildung 7 dargestellt sind. Microsoft Office, deren Produkte wie Excel oder Word umfangreiche Diagrammerstellungswerkzeuge enthalten, wird von besonders vielen Befragten sowohl für visuelle (30 Befragte) als auch für taktile Diagramme (18 Befragte) genutzt. Analoge Techniken (z.B. auf Papier zeichnen oder in Papier ritzen) kommen fast ausschließlich für taktile Diagramme zum Einsatz.

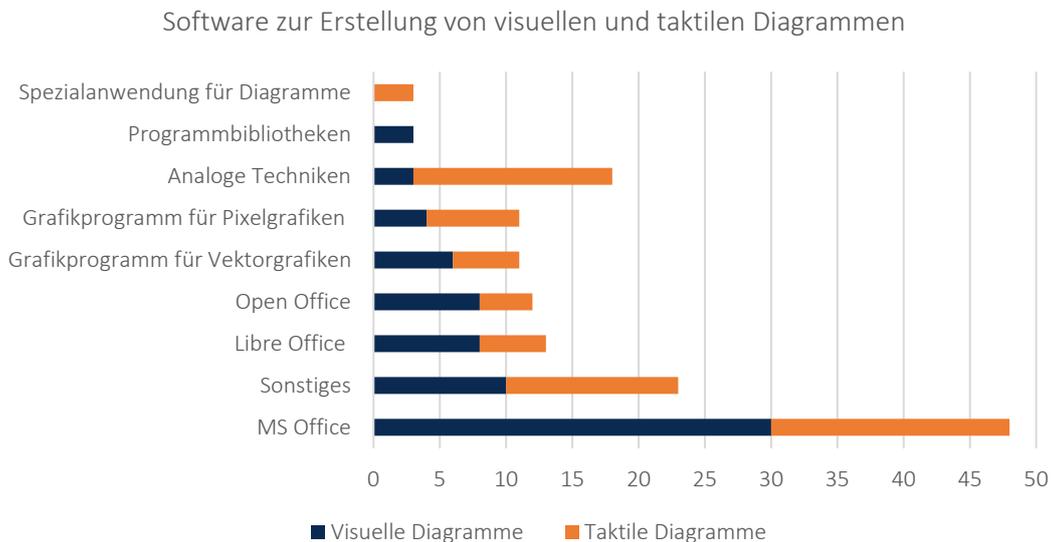


Abbildung 7: Gestapeltes Balkendiagramm - Software, die zur Erstellung von visuellen und taktilen Diagrammen typischerweise verwendet wird (absolute Werte, N=42)

Um mit Hilfe der Software und der vorhandenen Datengrundlage ein taktiler Diagramm zu entwerfen, erstellen über 40% der befragten Personen zunächst ein klassisches visuelles Diagramm und passen dieses für die taktiler Ausgabe an. 19% erstellen das Diagramm jedes Mal neu, während nur 4% eine Vorlage zur Erstellung verwenden und diese dann anpassen. Zur Anpassung des Diagramms wurden folgende Schritte jeweils mehrheitlich genannt (>60%, absteigend nach Häufigkeit der Nennung sortiert):

- Texte/Labels in Braille übersetzen
- Legende erstellen oder anpassen
- Auswahl eines geeigneten Diagrammtyps
- Abstände hinzufügen oder anpassen
- Achsenskalierung anpassen
- Symbolgrößen/-formen anpassen
- Linienstile hinzufügen oder ändern
- Texturen hinzufügen oder ändern
- Daten aufbereiten

Bei der Umsetzung dieser Anpassungen greift die Mehrheit auf Erfahrungsberichte der Zielgruppe zurück (62%), während knapp die Hälfte eigene Richtlinien zur Gestaltung von taktilen Diagrammen befolgt oder Standardrichtlinien verwendet (40%). Diese enthalten Hinweise für die Verwendung bestimmter Elemente, Minimalgrößen sowie Abstände.

Fühlbare Elemente taktiler Diagramme

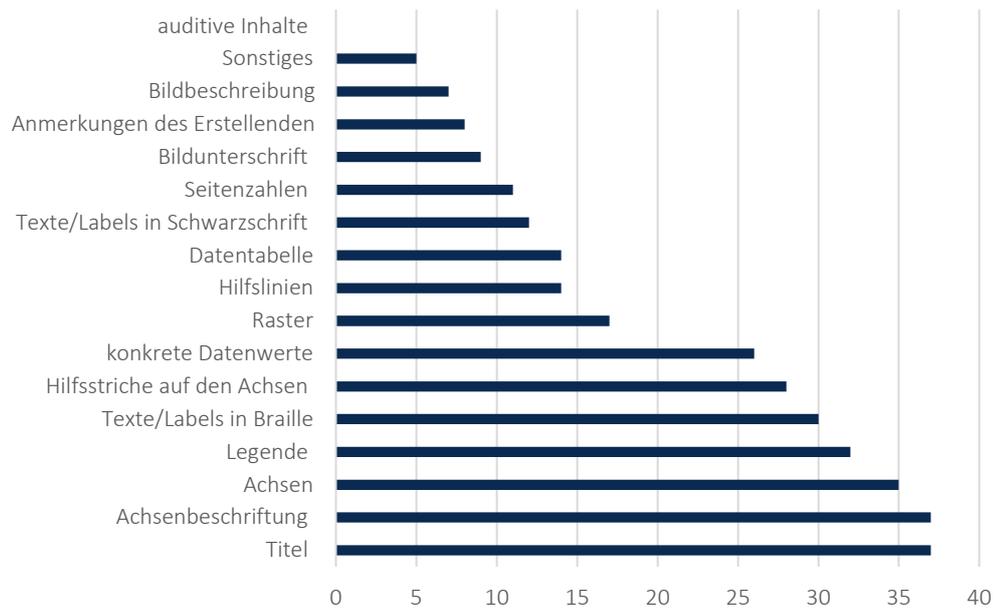


Abbildung 8: Balkendiagramm - Absolute Nennungen von Elementen, die typischerweise in taktilen Diagrammen verwendet werden (N=42)

Abbildung 8 zeigt auf, welche taktilen Elemente die erstellten Diagramme typischerweise enthalten. Dabei sind besonders die Achsen sowie Braille-Beschriftungen von zentraler Bedeutung. Je nach Diagrammtyp ist auch eine Legende unabdingbar. Auch Elemente, die der Orientierung im Diagramm dienen, beispielsweise Hilfsstriche auf den Achsen (66%), werden häufig erstellt.

Anhand der genannten Schritte und Vorgehensweisen wird klar, dass die Erstellung von taktilen Diagrammen ein aufwendiger Prozess ist. Dementsprechend empfinden ihn 63% der Befragten als zu zeitintensiv. Für 44% ist das Festlegen von Designkriterien eine große Herausforderung. Knapp jeweils ein Viertel der Befragten benannte zudem die Digitalisierung der Quelldatei sowie die korrekte Umsetzung von Richtlinien mit der Software als Herausforderung. Für mehrere Teilnehmende stellt es außerdem eine Schwierigkeit dar, den Inhalt der Grafik ohne Informationsverlust zu reduzieren.

Fertigstellung

Nach der Diagrammerstellung führen 44% der befragten Personen eine Bewertung (Evaluation) der erstellten Grafik durch. Die Mehrheit (62%) erstellt die Diagramme für eine konkrete Nutzergruppe, wie beispielsweise eine Schulklasse. Häufig werden auch Diagramme für einzelne Personen auf Nachfrage transkribiert (43%). Lediglich sieben Personen gaben an, taktiler Diagramme für die eigene Nutzung zu erstellen, um beispielsweise selbst Zugang zu visuellen Diagrammen zu erlangen.

Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse bezüglich der Erstellung taktiler Diagramme noch einmal zusammengefasst.

Zusammenfassung

- Lehrpersonen müssen taktile Lehrmittel meist selbst erstellen
- Blinde/sehbehinderte Befragte erstellen seltener visuelle Diagramme als sehende Erstellende (keine Kontrollmöglichkeit, Umgang mit Software muss erlernt werden)
- Computerbasierte Erstellung taktiler Diagramme weniger verbreitet unter blinden/sehbehinderten Erstellern
- Häufigster Anwendungsfall: grafisches Diagramm wird für die taktile Ausgabe manuell angepasst
- Office Produkte weit verbreitet zur Erstellung von visuellen und taktilen Diagrammen (nahezu keine Spezialsoftware für taktile Diagramme vorhanden)
- Wichtigste Diagrammelemente: Diagrammtitel, Achsen, Achsentitel
- Erstellungsprozess für taktile Diagramme sehr aufwändig und zeitintensiv (viele Arbeitsschritte notwendig)
- Festlegen von Gestaltungsrichtlinien, Umsetzung dieser und Evaluation große Herausforderung

3.3. Erkundung taktiler Diagramme

Der zweite Teil der Befragung richtete sich explizit an Nutzer_innen von taktilen Diagrammen. Ziel war es, Nutzerpräferenzen und Anforderungen zu erfragen, um daraus Gestaltungsparameter und Anwendungsfälle für taktiler Diagramme ableiten zu können. Folgende Fragestellungen werden in diesem Teil der Befragung beantwortet:

- WER nutzt taktiler Diagramme vorrangig?
- In WELCHEM Kontext werden taktiler Diagramme vorrangig genutzt?
- WOFÜR werden taktiler Diagramme genutzt?
- WIE werden taktiler Diagramme erkundet?
- WELCHE Herausforderungen entstehen bei der Erkundung?
- WELCHE Elemente kennen Nutzer_innen von taktilen Diagrammen typischerweise?

Nutzer_innen taktiler Diagramme

Insgesamt 55 Befragte haben Erfahrungen in der Erkundung taktiler Diagramme, wobei die Mehrzahl blinde/sehbehinderte Personen sind (vgl. Abbildung 9). Fast die Hälfte der Teilnehmenden hat taktiler Diagramme im vergangenen Jahr mindestens einmal im Monat genutzt, davon 8 Personen mehrere Male pro Woche. Entsprechend geben 20 Personen an, sehr hohe oder hohe Erfahrungen zu haben.

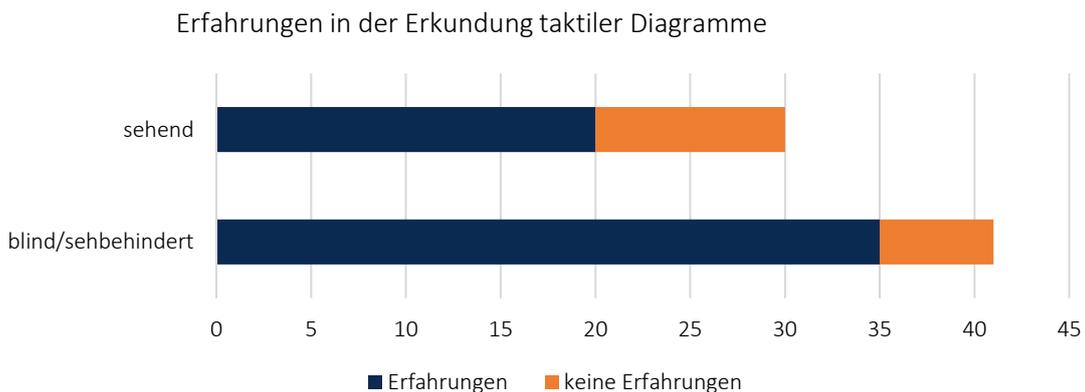


Abbildung 9: Balkendiagramm zur Erfahrungen in der Erkundung taktiler Diagramme (N=71).

Dagegen haben insgesamt 16 befragte Personen keine Erfahrung in der Erkundung taktiler Diagramme. Als Hauptgrund wurde von neun Personen der fehlende Zugang zu taktilen Diagrammen genannt. Drei sehende und eine sehbehinderte Person gaben an, keine Notwendigkeit dafür zu sehen.

Gründe für die Nutzung taktiler Diagramme

Taktile Diagramme werden vor allem im Bereich der Bildung häufig verwendet. Wie auf Abbildung 10 zu sehen ist, nutzt die große Mehrheit der Befragten taktiler Diagramme in der Schule oder im Beruf. Aber auch in weiterführenden Ausbildungen sowie in der Freizeit werden taktiler Diagramme häufig angewandt.

Berührungspunkte mit taktilen Diagrammen

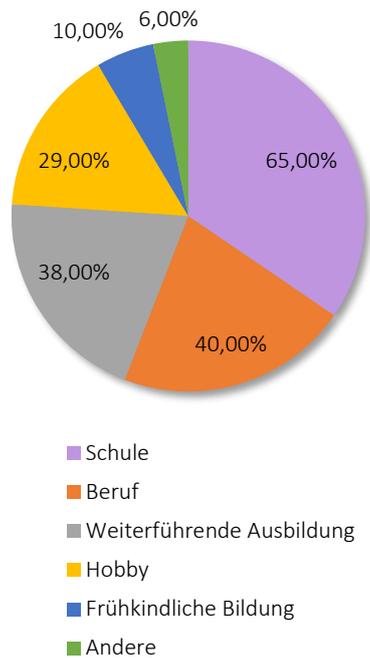


Abbildung 10: Kreisdiagramm - Bereiche, in denen taktile Diagramme vorrangig verwendet werden, (N=52).

Gründe für die Verwendung taktiler Diagramme

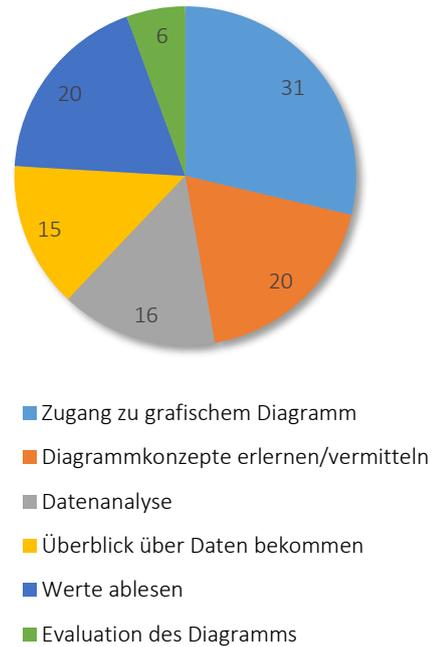


Abbildung 11: Kreisdiagramm - Verwendungsgründe taktiler Diagramme (N=55).

Im Bildungskontext werden taktile Diagramme von Lernenden und Lehrenden erkundet. Lernende nutzen sie unter anderem als Hilfsmittel, um visuelle Diagrammkonzepte zu erlernen, am häufigsten als zugängliche Alternative für ein visuelles Diagramm (vgl. Abbildung 11). Grafische Diagramme aus Lernmaterialien werden dabei häufig von Lehrenden für blinde/sehbehinderte Schüler_innen aufbereitet, um diesen eine zugängliche Alternative zu den Lernmaterialien zu gewähren. Lehrende erkunden die von ihnen erstellten Diagramme, um ihre Erkennbarkeit zu überprüfen. Nur vier der befragten blinden und sehbehinderten Personen erstellen taktile Diagramme für sich selbst, um einen Zugang zu einem visuellen Diagramm zu bekommen.

Daneben werden taktile Diagramme nicht nur für den Bildungszweck verwendet, sondern auch zum Selbstzweck, um Daten auszuwerten. Somit lassen sie sich auch als Hilfsmittel zur Datenanalyse oder zur Präsentation von Ergebnissen verwenden, sofern sie barrierefrei aufbereitet sind.

Erkundung taktiler Diagramme

Die Gestaltung taktiler Diagramme hat Einfluss auf deren Wahrnehmbarkeit. Um taktile Diagramme verständlich gestalten zu können, sind tiefere Kenntnisse darüber, wie diese von blinden und sehbehinderten Personen erkundet werden, hilfreich.

Für die Erkundung sind vor allem ein Diagrammtitel, eine Legende für Symbole, Linienstile und Texturen, Achsenbeschriftungen und die Darstellung der Achsen selbst essentiell (vgl. Abbildung 12). Braille-Beschriftungen sind notwendig, um den Inhalt des Diagramms

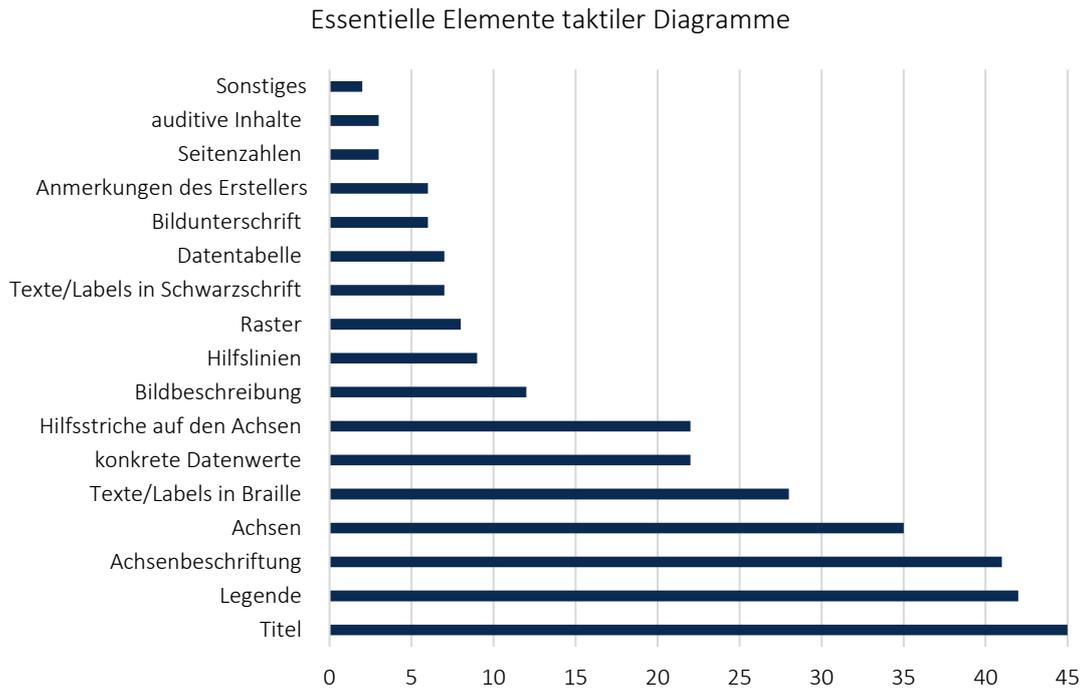


Abbildung 12: Balkendiagramm – Bewertung zusätzlicher Elemente taktiler Diagramme bezogen auf deren Wichtigkeit (N=55).

verstehen zu können. Auf diese Diagrammelemente sollte nicht ersatzlos verzichtet werden, da sie zur Orientierung in der Grafik dienen. Hilfsstriche auf den Achsen und die Darstellung konkreter Datenwerte können als Hilfsmittel eingesetzt werden, um die Erkundung des Diagramms zu erleichtern. Die Verwendung weiterer Hilfsmittel wie Raster, Hilfslinien oder Datentabellen ist abhängig vom dargestellten Diagrammtyp, der Präferenz des Nutzenden sowie vom Kontext der Grafik.

Neben der Verwendung spezieller Diagrammelemente, sind Kenntnisse darüber, wie und in welcher Reihenfolge diese vom Nutzenden erfasst werden, essentiell, um die Gestaltung taktiler Diagramme zu optimieren. Dafür wurden insgesamt 43 Freitextantworten zu dieser Fragestellung analysiert. Nachfolgend werden typische Schritte des Erkundungsprozesses, basierend auf den häufigsten Nennungen, zusammengefasst:

1. Einen Überblick gewinnen

- Diagrammart mit Hilfe des Titels oder durch initiales Abtasten (beide Hände flächig über die gesamte Grafik bewegen) bestimmen
- Überblick durch Achsen und deren Beschriftungen bekommen

2. Orientieren/Lage der Diagrammelemente bestimmen

- Suchen nach Orientierungspunkten: Braille-Schrift, Symbole, Ränder des Blattes, Legende
- Hilfreich zur Orientierung sind vor allem Lage, Orientierung und Beschriftung der Achsen

3. Diagramminhalte erschließen

- Wenn nicht schon geschehen: Legende, Texturen, Liniensymbole ertasten und referenzieren

- Systematische Erkundung: horizontales oder vertikales Abfahren der gesamten Grafik
- Genauere Erkundung von Datenelementen, z.B. Säulen, Kurven oder Punkten

4. Details entnehmen

- Nutzung von Hilfsmitteln wie Raster, Hilfslinien oder Beschriftungen, um konkrete Werte abzulesen und miteinander zu vergleichen
- Schätzen von Entfernungen, Längen oder Größen: Verwendung beider Zeigefinger, wobei einer als Referenzfinger auf einem Detail belassen wird, und so die Länge zum zweiten Zeigefinger geschätzt werden kann

Im Allgemeinen wird bei der Erkundung taktiler Diagramme zunächst versucht, einen Überblick sowie die Orientierung in der Grafik zu gewinnen, bevor Details und Datenwerte abgelesen und deren Bedeutung analysiert wird.

Gestaltung taktiler Diagramme

Einige Aspekte können die Erkundung taktiler Diagramme erschweren (vgl. Abbildung 13). Überladene Diagramme, die zu viele Informationen beinhalten, stellen ein Hauptproblem für 62% der Befragten dar. Jeweils über ein Drittel der befragten Personen gab an, Schwierigkeiten zu haben, sich einen Überblick über das Diagramm zu verschaffen und die Orientierung zu bewahren. Zudem fällt vielen Nutzenden insbesondere die Unterscheidung zwischen dem Raster und anderen Diagrammelementen (z.B. Kurven) schwer. Auch die Erkennung und Unterscheidung von Texturen kann die Erkundung und somit das Verständnis der Grafik erschweren. Die genannten Schwierigkeiten sollten bei der Gestaltung von taktilen Diagrammen berücksichtigt werden.

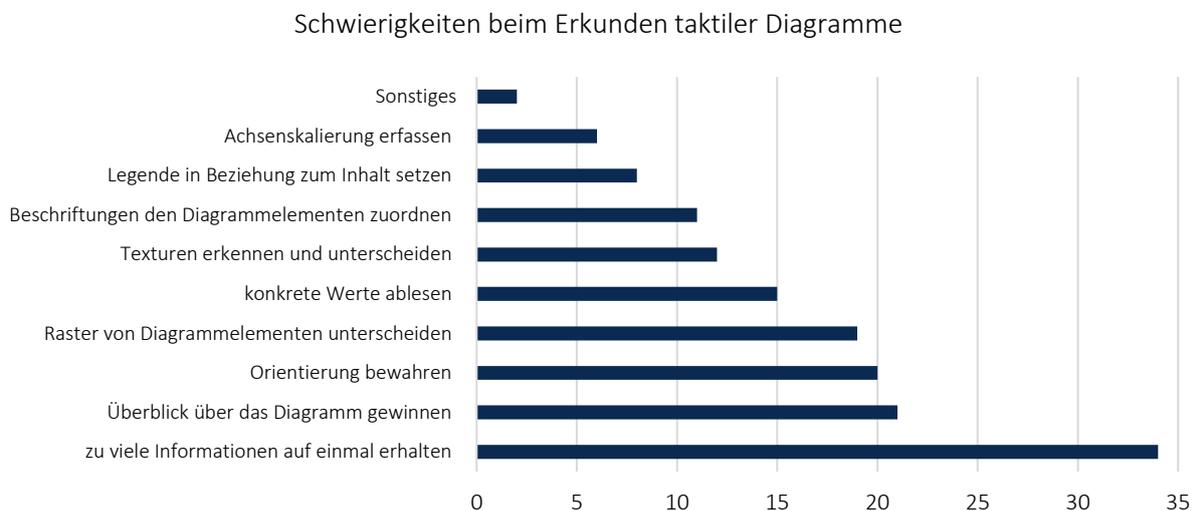


Abbildung 13: Balkendiagramm, das die häufigsten Schwierigkeiten beim Erkunden taktiler Diagramme aufzeigt (N=55).

Neben den Schwierigkeiten bei der Erkundung gaben insgesamt 43 Befragte Auskunft über ihre Wünsche und Vorstellungen von einem zugänglichen, taktilen Diagramm. Diese werden nachfolgend in Form von Richtlinien zur Gestaltung von taktilen Diagrammen zusammengefasst, die absteigend nach Anzahl der Nennungen aufgeführt sind:

- Reduzieren Sie die Informationsdichte und zeigen Sie ausschließlich wirklich notwendige Daten.
- Geben Sie einen guten Überblick über Ihre Daten. Die Gestaltung des Diagramms soll den Nutzenden durch die Grafik führen.
- Verwenden Sie verständliche Braille-Beschriftungen (wenn nötig mit Legende), die einen klaren Bezug zu dem jeweiligen Diagrammelement aufweisen.
- Vermeiden Sie Hilfs- oder Rasterlinien, wenn diese nicht notwendig sind. Anderenfalls stellen Sie sicher, dass diese sich gut von anderen Diagrammelementen unterscheiden.
- Unterschiedliche Texturen, Symbole und Linienstile sollten gut unterscheidbar sein und in einer Legende referenziert werden.
- Unterstützen Sie das Ablesen von konkreten Datenwerten.
- Unterstützen Sie Nutzende, die keine Braille-Kenntnisse haben, indem Sie zusätzlich Schwarzschrift auf das Blatt drucken.
- Unterstützen Sie den Nutzenden dabei, den Inhalt des Diagrammes zu erschließen, indem Sie eine Bildbeschreibung bereitstellen.
- Achten Sie darauf, dass die Größe des Diagramms für das jeweilige Zielformat im Druck geeignet ist.

Maßnahmen zur Umsetzung der Richtlinien, unterscheiden sich je nach Anwendungsfall, Nutzerpräferenz und Diagrammtyp. Wie die Gestaltung taktiler Diagramme in der Praxis tatsächlich umgesetzt werden kann, ist Gegenstand weiterer Forschungen, die durch die vorliegende Studie gestützt werden.

Zusammenfassung – Erkundung taktiler Diagramme

- Häufige Verwendung im Bildungskontext
- Hauptanwendungsfälle:
 - Zugang zu visuellem Diagramm bekommen
 - Diagrammkonzepte erlernen
 - Daten analysieren
- Erkundung:
 1. Überblick
 2. Konfiguration
 3. Lage/Orientierung der Elemente bestimmen
 4. Details entnehmen/Werte ablesen
- Essentielle Diagrammelemente: Titel, Achsenbeschriftung, Legende, Achsen, Braille-Beschriftung
- Herausforderungen:
 - zu große Informationsdichte
 - Orientierung und Überblick wahren
 - Diagrammelemente erkennen und unterscheiden (insbesondere von Rasterlinien)

4. Zusammenfassung und Fazit

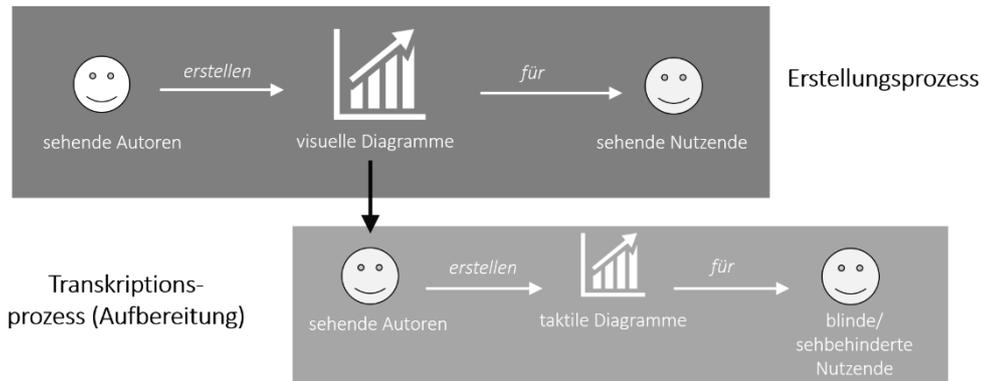


Abbildung 14: Typischer Erstellungsprozess für taktile Diagramme. Zunächst wird ein visuelles Diagramm von sehenden Autoren für sehende Nutzende erstellt. Möchte eine blinde oder sehbehinderte Person Zugang zu dieser Grafik erhalten, muss die Grafik für diese Zielgruppe von sehenden Autoren explizit aufbereitet werden.

Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass taktile Diagramme häufig in der Praxis verwendet werden. Dabei ist die Vielfalt der erstellten Diagrammtypen wesentlich geringer, als es bei visuellen Diagrammen der Fall ist – es werden eher einfache Diagrammtypen für blinde und sehbehinderte Menschen taktil umgesetzt. Häufig werden taktile Diagramme genutzt, um blinden und sehbehinderten Menschen einen Zugang zu visuellen Diagrammen zu verschaffen, die etwa in Lehrmaterialien abgedruckt sind. Diese Aufgabe müssen Lehrkräfte selbst übernehmen. Dafür ist es notwendig, die zugrundeliegenden Diagramme zu digitalisieren bzw. deren Werte zu entnehmen. Die meisten Erstellenden verwenden dafür keine Spezialsoftware, sondern greifen auf anwenderfreundliche Programme wie Office-Anwendungen zurück, welche keine spezifischen Funktionen zur Erstellung taktile Diagramme bieten. Dort ist es notwendig, zunächst ein klassisches visuelles Diagramm zu erstellen, welches dann manuell angepasst werden muss. Dies führt zu einem Erstellungsprozess, der sehr zeitintensiv ist und viele manuelle Arbeitsschritte enthält. Dadurch werden blinde Menschen größtenteils aus diesem Erstellungsprozess ausgeschlossen. Abbildung 14 fasst diesen typischen Erstellungsprozess schematisch zusammen.

Einige blinde und sehbehinderte Menschen würden gern visuelle Diagramme erstellen. Diese können sie jedoch nicht selbstständig kontrollieren, weil sie keinen Zugang zu ihnen haben. Jedoch haben nur 22% der blinden und sehbehinderten Befragten Erfahrungen in der computerbasierten Erstellung taktile Diagramme. Durch die Unterstützung blinder und sehbehinderter Personen bei der Erstellung taktile Diagramme, wird ihnen auch ermöglicht, selbstständig Zugang zu eigens erstellten visuellen Diagrammen zu bekommen. Dadurch können sie, ohne die Hilfe von sehenden Menschen, Daten visuell aufbereitet präsentieren. Außerdem könnten blinde und sehbehinderte Personen taktile Diagramme für sich selbst erstellen, um sie für die Datenanalyse zu nutzen. Die Bereitstellung vielfältiger Diagrammdarstellungen und -typen kann diesen Anwendungsfall unterstützen. Abbildung 15 zeigt den angestrebten Erstellungsprozess schematisch auf.

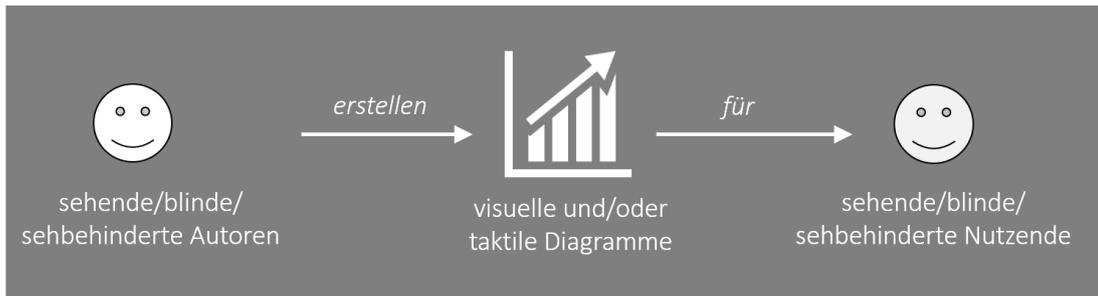


Abbildung 15: Schematische Darstellung des Erstellungsprozesses taktiler Diagramme. Ziel ist es, dass sowohl blinde, sehbehinderte als auch sehende Menschen selbständig sowohl taktile als auch visuelle Diagramme erstellen können.

Es hat sich gezeigt, dass im Bereich der taktilen Diagramme Handlungsbedarf besteht. Dabei muss der Erstellungsprozess vereinfacht und beschleunigt werden. Die Bereitstellung von einer speziellen Software, die eine (halb)-automatische Diagrammerstellung für die taktile Ausgabe ermöglicht, ist ein möglicher Lösungsansatz. Ersteller_innen von taktilen Diagrammen sollten ebenfalls bei der Gestaltung und Festlegung von Designkriterien und der Digitalisierung analog vorliegender Diagramme unterstützt werden. Mit der Bereitstellung von Diagrammvorlagen, Gestaltungsrichtlinien und speziellen Funktionen für taktile Diagramme, können manuelle Schritte automatisiert und der Erstellungsprozess zugänglich für blinde und sehbehinderte Menschen gestaltet werden. Dadurch wird nicht nur die selbständige Erstellung taktiler Diagramme von blinden und sehbehinderten Menschen unterstützt, sondern auch die Erstellung visueller Diagramme. Die Integration vielfältiger Benutzergruppen in den Erstellungsprozess taktiler Diagramme fördert zudem die Verbreitung und Nutzung derselben. Dadurch kann insbesondere Lernenden eine größere Vielfalt an taktilen Grafiken zur Verfügung gestellt werden, was nicht nur das Verständnis für visuelle Konzepte fördert, sondern auch das Lesen taktiler Grafiken trainiert, sodass diese auch gewinnbringend im beruflichen Kontext eingesetzt werden können. Dort werden Diagramme in vielen Berufen benötigt, um Daten auszuwerten oder für andere darzustellen.

Außerdem kann die Qualität taktiler Diagramme enorm verbessert werden, wenn Nutzende selbst an der Erstellung beteiligt sind, da diese ihre Bedürfnisse und Interessen direkt einfließen lassen können. Ziel ist es, nicht den Erstellungsprozess selbst, sondern die erzeugten Diagramme und deren benutzerfreundliche, aussagekräftige Gestaltung in den Vordergrund zu rücken. Autoren sollen möglichst einfach und schnell mit wenig technischem Hintergrundwissen taktile Diagramme erstellen können. Auf diese Weise kann die Inklusion blinder und sehbehinderter Menschen sowohl in Lehreinrichtungen als auch im Beruf gefördert werden.

Unser Ziel innerhalb des Forschungsprojektes *MOSAİK* ist es deshalb, eine frei verfügbare Anwendung zu entwickeln, die Autoren bei der Erstellung taktiler Diagramme unterstützt. Außerdem sollen Gestaltungsrichtlinien für taktile Diagramme entwickelt bzw. erweitert werden. Dabei stellen die im Rahmen dieser Studie gesammelten Kenntnisse eine wichtige Forschungsgrundlage dar.

Zusammenfassung - Herausforderungen

Für blinde und sehbehinderte Menschen

- Selbstständig Zugang zu visuellen Diagrammen bekommen
- Selbstständig Diagramme erstellen
- Daten mit Diagrammen effektiv analysieren

Die Erstellung von zugänglichen Diagrammen ist

- zeitaufwändig
- benötigt Wissen über die Zielgruppe
- erfordert Kenntnisse im Umgang mit der entsprechenden Software
- erfordert Gestaltungsrichtlinien für unterschiedliche Anwendungsfälle

Ziele des Projektes

- Verbesserung des Erstellungsprozesses von taktilen Diagrammen durch Automatisierung
- Blinden und sehbehinderten die Erstellung von zugänglichen Diagrammen ermöglichen
- Verbessern der Qualität taktiler Diagramme

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: BEISPIEL EINES TAKTILEN BALKENDIAGRAMMS, DAS MIT DER HAND ERKUNDET WIRD (PRÄGUNG + SCHWARZSCHRIFT).....	4
ABBILDUNG 2: KREISDIAGRAMM MIT DEN ZUGEHÖRIGKEITEN DER BEFRAGTEN PERSONEN ZU VERSCHIEDENEN INSTITUTIONEN (IN PROZENT, N=58)	5
ABBILDUNG 3: SÄULENDIAGRAMM, DAS DIE BERUFLICHEN TÄTIGKEITEN DER TEILNEHMENDEN AUFSCHLÜSSELT (N=55)....	6
ABBILDUNG 4: GRUPPIERTES BALKENDIAGRAMM - BEKANNTHEIT GÄNGIGER DIAGRAMMTYPEN UNTER BLINDEN/SEHBEHINDERTEN UND SEHENDEN TEILNEHMENDEN (N=71).....	8
ABBILDUNG 5: GESTAPELTES BALKENDIAGRAMM - VERGLEICH DER ERFAHRUNGEN MIT DER ERSTELLUNG VISUELLER UND TAKTILER DIAGRAMME ZWISCHEN BLINDEN/SEHBEHINDERTEN ERSTELLENDEN UND SEHENDEN ERSTELLENDEN.....	9
ABBILDUNG 6: SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER WICHTIGSTEN SCHRITTE ZUR ERSTELLUNG EINES TAKTILEN DIAGRAMMS..	10
ABBILDUNG 7: GESTAPELTES BALKENDIAGRAMM - SOFTWARE, DIE ZUR ERSTELLUNG VON VISUELLEN UND TAKTILEN DIAGRAMMEN TYPISCHERWEISE VERWENDET WIRD (ABSOLUTE WERTE, N=42)	11
ABBILDUNG 8: BALKENDIAGRAMM - ABSOLUTE NENNUNGEN VON ELEMENTEN, DIE TYPISCHERWEISE IN TAKTILEN DIAGRAMMEN VERWENDET WERDEN (N=42)	12
ABBILDUNG 9: BALKENDIAGRAMM ZUR ERFAHRUNGEN IN DER ERKUNDUNG TAKTILER DIAGRAMME (N=71).	14
ABBILDUNG 10: KREISDIAGRAMM - BEREICHE, IN DENEN TAKTILE DIAGRAMME VORRANGIG VERWENDET WERDEN, (N=52).	15
ABBILDUNG 11: KREISDIAGRAMM - VERWENDUNGSRÜCKEN TAKTILER DIAGRAMME (N=55).	15
ABBILDUNG 12: BALKENDIAGRAMM – BEWERTUNG ZUSÄTZLICHER ELEMENTE TAKTILER DIAGRAMME BEZOGEN AUF DEREN WICHTIGKEIT (N=55).	16
ABBILDUNG 13: BALKENDIAGRAMM, DAS DIE HÄUFIGSTEN SCHWIERIGKEITEN BEIM ERKUNDEN TAKTILER DIAGRAMME AUFZEIGT (N=55).	17
ABBILDUNG 14: TYPISCHER ERSTELLUNGSPROZESS FÜR TAKTILE DIAGRAMME. ZUNÄCHST WIRD EIN VISUELLES DIAGRAMM VON SEHENDEN AUTOREN FÜR SEHENDE NUTZENDE ERSTELLT. MÖCHTE EINE BLINDE ODER SEHBEHINDERTE PERSON ZUGANG ZU DIESER GRAFIK ERHALTEN, MUSS DIE GRAFIK FÜR DIESE ZIELGRUPPE VON SEHENDEN AUTOREN EXPLIZIT AUFBEREITET WERDEN.	19
ABBILDUNG 15: SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DES ERSTELLUNGSPROZESSES TAKTILER DIAGRAMME. ZIEL IST ES, DASS SOWOHL BLINDE, SEHBEHINDERTE ALS AUCH SEHENDE MENSCHEN SELBSTÄNDIG SOWOHL TAKTILE ALS AUCH VISUELLE DIAGRAMME ERSTELLEN KÖNNEN.	20