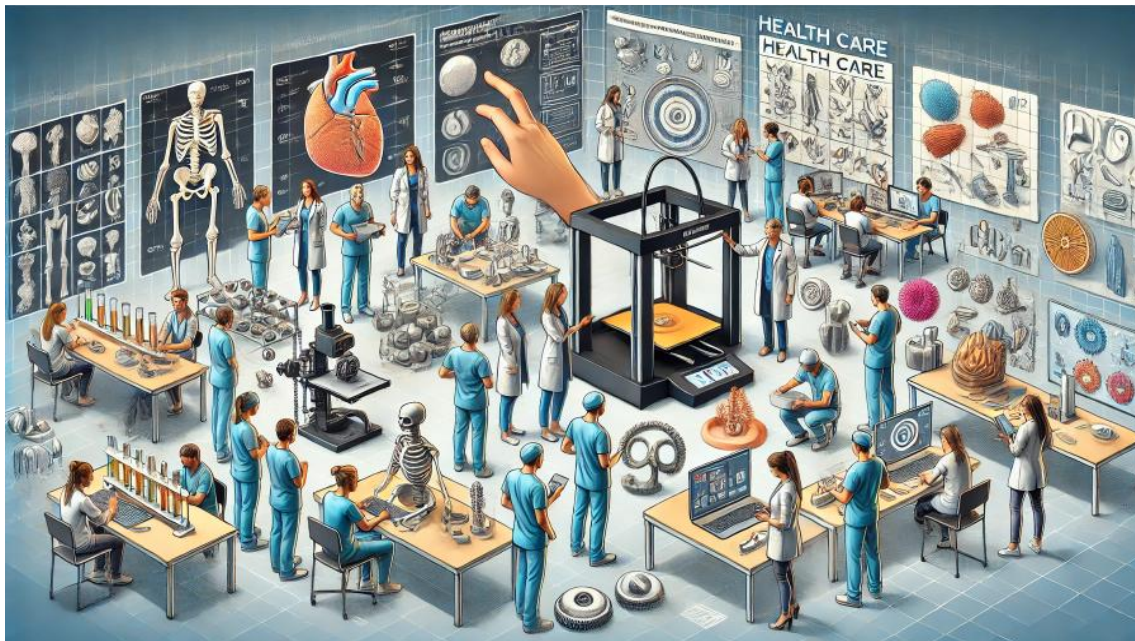




# Patientenzentrierte Partizipationsmodelle zur Implementierung in digitalen Gesundheitsanwendungen auf Basis des 3D-Drucks

*Ein Leitfaden für die berufliche Aus- und Weiterbildung*



Bonifraterskie  
Centrum Medyczne



Co-funded by  
the European Union

**This work is licensed under CC BY-NC-SA 4.0**

Training Educational Course on innovative HEALTHcare technologies.

KA210-VET - Small-scale partnerships in vocational education and training (KA210-VET).

Project Number: 2024-1-PL01-KA210-VET-000243362

Co-Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the Foundation for the Development of the Education System (FRSE). Neither the European Union nor FRSE can be held responsible for them.



Fundación  
**San Juan de Dios**  
Madrid

*Gemma Escobar Aguilar*  
*María Simarro González*  
*Manuel Lara Romero*  
*Pedro Chana Valero*



## INHALTSVERZEICHNIS

### Inhalt

1. Definition der patientenzentrierten Versorgung.....	2
2. Patientenbeteiligung in der digitalen Gesundheit .....	3
3. Die Beteiligung von Patient:innen an assistiven Technologien, die mithilfe von 3D-Druck entwickelt werden.....	4
4. Modelle der Patientenbeteiligung bei assistiven Technologien auf Basis des 3D-Drucks..	5
5. Strategien zur Integration der Patientenbeteiligung: Design Thinking .....	6
6. Fallstudien .....	8
7. Herausforderungen und Lösungen.....	10
8. Literaturverzeichnis .....	12



## 1. Definition der patientenzentrierten Versorgung

Die Patientenbeteiligung stellt eine wesentliche Partnerschaft zwischen Patient:innen und Gesundheitsfachkräften dar, in der beide gemeinsam auf das Ziel hinarbeiten, die bestmöglichen gesundheitlichen Ergebnisse zu erzielen (1).

Das traditionelle Modell der Gesundheitsversorgung, in dem Patient:innen als passive Elemente und Empfänger:innen von Leistungen betrachtet werden, ist unzureichend, um den Herausforderungen des Gesundheitssektors zu begegnen (2). Um die Defizite des Systems zu überwinden, ist es notwendig, einen partizipativeren, Bottom-up-orientierten und offenen Ansatz zu verfolgen. Die aktive Beteiligung von Patient:innen, ihren Familien und der Gemeinschaft entlang des gesamten Entscheidungsprozesses – von der Identifizierung von Bedürfnissen bis zur Umsetzung von Lösungen – ist klar mit dem Erfolg bei der Entwicklung von Gesundheits- und Wohlbefindenslösungen verbunden (2,3).

Die Patientenbeteiligung im Gesundheitswesen ist ein aktiver und vielschichtiger Prozess, der eine enge Zusammenarbeit zwischen Patient:innen und Gesundheitsfachkräften umfasst. Dieser Prozess zielt darauf ab, Patient:innen zu befähigen, indem ihnen das notwendige Wissen, die erforderlichen Kompetenzen und das Selbstvertrauen vermittelt werden, um fundierte Entscheidungen über ihre Gesundheit zu treffen. Durch einen patientenzentrierten Ansatz wird das Gesundheitssystem an die individuellen Bedürfnisse und Präferenzen jeder Person angepasst und stellt sicher, dass sie aktiv an ihrer eigenen Versorgung beteiligt ist (4).

Einer der grundlegenden Pfeiler der Patientenbeteiligung ist die gemeinsame Entscheidungsfindung (Shared Decision-Making), die eine direkte Zusammenarbeit zwischen Patient:innen und Gesundheitsdienstleister:innen ermöglicht, um gemeinsam die am besten geeigneten Behandlungsoptionen auszuwählen. Dieser Ansatz verbessert nicht nur die Qualität der Versorgung, sondern stärkt auch die Autonomie der Patient:innen sowie ihre Zufriedenheit mit dem Versorgungsprozess (5).

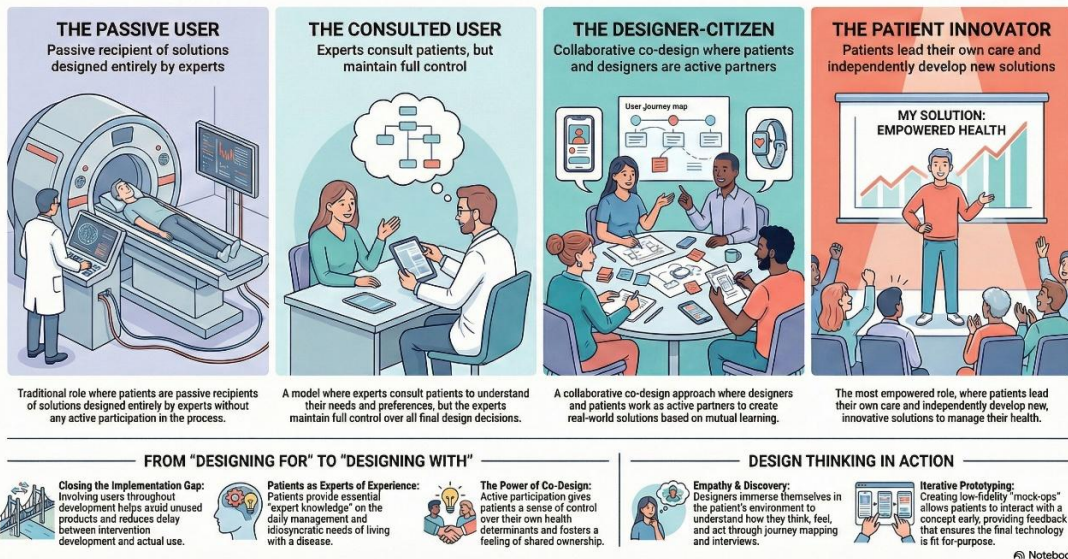
Die Patientenbeteiligung zeigt sich auch in der Förderung gesundheitsunterstützender Verhaltensweisen und im aktiven Selbstmanagement chronischer Erkrankungen. Durch die proaktive Einbindung der Patient:innen in ihre eigene Gesundheit wird ein besseres Krankheitsmanagement ermöglicht und ein gesunder Lebensstil gefördert, was sich positiv auf die klinischen Ergebnisse auswirken kann. Dieser kollaborative Ansatz stärkt nicht nur die Patient:innen, sondern trägt auch wesentlich zur Effektivität und Effizienz des globalen Gesundheitssystems bei (6).

Die sich abzeichnende Transformation im Gesundheitssektor beinhaltet einen Wandel von passiven Patient:innen hin zu aktiven oder „Expert:innen“-Patient:innen. Diese neue Rolle bedeutet, dass Patient:innen nicht länger nur Träger:innen von Bedürfnissen sind, sondern zu treibenden Kräften für Innovation im Gesundheitswesen werden. Der „Expert:innen“-Patient kann Prävention und Selbstdiagnose eigenständig steuern und aktiv mit Gesundheitsfachkräften oder dem Gesundheitssystem in seiner eigenen Versorgung zusammenarbeiten (2,7,8).

Forschungsergebnisse legen nahe, dass Patientenbeteiligung positive Effekte hat, indem sie gesundheitliche Ergebnisse, Therapieadhärenz, Selbstwirksamkeit und den Return on Investment verbessert sowie weitere Vorteile wie bessere Behandlungsergebnisse und eine höhere Patientenzufriedenheit mit sich bringt. Es gibt verschiedene Ebenen der Beteiligung, die von Konsultation bis hin zur Zusammenarbeit reichen. Wenn Patient:innen als gleichberechtigte

Partner:innen teilnehmen, wird Wert geschaffen und ihr Beitrag sowie ihre Zusammenarbeit werden gestärkt und anerkannt (7,9).

### The Evolution of the Patient: 4 Key Roles in the Digital Health Paradigm



## 2. Patientenbeteiligung in der digitalen Gesundheit

Im digitalen Zeitalter definiert die aktive Beteiligung von Patient:innen die Gesundheitsversorgung neu und zeigt deutliche Verbesserungen der klinischen Ergebnisse bei einer Vielzahl medizinischer Erkrankungen. Die Integration digitaler Technologien in das Gesundheitsmanagement hat es Patient:innen ermöglicht, eine aktivere und engagiertere Rolle in ihrer eigenen Versorgung einzunehmen, was entscheidend für die Optimierung sowohl der Behandlungseffektivität als auch der Patientenerfahrung ist (10).

Ein hohes Maß an Patientenengagement bei der Nutzung digitaler Gesundheitslösungen hat sich als grundlegend für die Verbesserung der Therapieadhärenz und der klinischen Ergebnisse erwiesen, insbesondere in Bereichen wie Wachstumsstörungen und chirurgischen Eingriffen, einschließlich Gelenkersatz und Herzchirurgie. Darüber hinaus ist diese aktive Beteiligung mit einer Reduktion von Operationsabsagen und verkürzten Krankenhausaufenthalten verbunden (11).

Im Bereich chirurgischer Verfahren steigert die Einbindung der Patient:innen durch digitale Instrumente nicht nur deren Zufriedenheit, sondern trägt auch zu einer effizienteren Genesung bei, indem die Inanspruchnahme von Gesundheitsleistungen insgesamt reduziert wird (12). Bei der Behandlung chronischer Erkrankungen wie Diabetes hat die digitale Gesundheit ein besseres Selbstmanagement ermöglicht und eine konsequentere Therapieadhärenz gefördert, was wiederum die Lebensqualität der Patient:innen erheblich verbessert (13).

Die Auswirkungen der Patientenbeteiligung erstrecken sich auch auf den Bereich der psychischen Gesundheit, in dem eine intensivere Interaktion mit digitalen Interventionen positiv mit besseren gesundheitlichen Ergebnissen korreliert (14). Ebenso haben gut strukturierte Programme der digitalen Gesundheit bei metabolischen Erkrankungen wie der nicht-alkoholischen Fettlebererkrankung zu signifikanten Verbesserungen beim Gewichtsverlust und der kardiometabolischen Gesundheit geführt (15).



Digitale Gesundheitslösungen haben auch für ältere Menschen mit Multimorbidität bedeutende Vorteile gezeigt, indem sie ihnen helfen, Symptome und ihr Wohlbefinden zu überwachen, was zu einer Verringerung von Exazerbationen und einer Zunahme der körperlichen Aktivität führt. Diese Technologie ermöglicht es Patient:innen nicht nur, ihre Erkrankungen besser zu verstehen und zu managen, sondern fördert auch eine größere Autonomie und Selbstbestimmung in der täglichen Versorgung (16).

Diese Beispiele verdeutlichen die zentrale Bedeutung der Patientenbeteiligung bei der Implementierung digitaler Gesundheitslösungen. Indem Patient:innen befähigt werden, eine aktive Rolle in ihrer Behandlung zu übernehmen, verbessert die digitale Gesundheit nicht nur die klinischen Ergebnisse und die Effizienz der Versorgung, sondern steigert auch die allgemeine Patientenzufriedenheit und Lebensqualität. Dieser patientenzentrierte Ansatz veranschaulicht das transformative Potenzial digitaler Technologien im modernen Gesundheitswesen.

### **3. Die Beteiligung von Patient:innen an assistiven Technologien, die mithilfe von 3D-Druck entwickelt werden**

Der 3D-Druck bietet zahlreiche Vorteile sowohl für Patient:innen als auch für Gesundheitsfachkräfte. Für das medizinische Personal verbessert er die chirurgische Planung und Durchführung, erleichtert die interdisziplinäre Zusammenarbeit und bietet potenzielle Kosteneinsparungen sowie Effizienzsteigerungen. Für Patient:innen ermöglicht er personalisierte medizinische Interventionen, verbessert chirurgische Ergebnisse und stärkt die Patientenaufklärung sowie das Engagement. Diese Vorteile unterstreichen das transformative Potenzial des 3D-Drucks im modernen Gesundheitswesen (17).

Die Einbindung von Patient:innen im Kontext des medizinischen 3D-Drucks bezieht sich auf den aktiven Prozess, Patient:innen in Entscheidungsprozesse im Zusammenhang mit ihrer eigenen medizinischen Versorgung einzubeziehen, insbesondere im Hinblick auf das Design und die Herstellung personalisierter medizinischer Produkte wie Prothesen, Orthesen oder Implantate. Dies erfordert eine kontinuierliche Kommunikation zwischen Patient:innen und Gesundheitsfachkräften, um sicherzustellen, dass 3D-gedruckte Produkte an die individuellen Bedürfnisse, Präferenzen und Erwartungen der Patient:innen angepasst sind (18).

Die Beteiligung von Patient:innen ist im medizinischen 3D-Druck von entscheidender Bedeutung, da sie eine Individualisierung der Behandlung auf einem zuvor nicht möglichen Detaillierungsgrad ermöglicht und somit die Wirksamkeit von Therapien und medizinischen Interventionen erhöht. Im Bereich der Prothesen und Orthesen erlaubt diese Technologie die Herstellung von Prothesen und orthopädischen Hilfsmitteln, die speziell für jede:n Patient:in entwickelt werden, und gewährleistet so eine bessere Passform, Funktionalität und Komfort (19). Dies verbessert nicht nur ästhetische Ergebnisse, sondern erhöht auch die Patientenzufriedenheit; beispielsweise bieten 3D-gedruckte Zahnprothesen Vorteile wie eine bessere Retention und höheren Komfort im Vergleich zu konventionellen Lösungen, wobei Studien zeigen, dass die Retention von 3D-gedruckten Prothesen, die auf traditionellen und digitalisierten Modellen basieren, überlegen ist (20).

Der 3D-Druck definiert die moderne Medizin neu, indem er den Patienten bzw. die Patientin in den Mittelpunkt des medizinischen Prozesses stellt. Er transformiert abstrakte medizinische Daten in konkrete, personalisierte Modelle und verbessert dadurch Kommunikation, Verständnis und Behandlungseffektivität. Darüber hinaus stärkt der 3D-Druck die Patientenaufklärung und das Engagement, indem er die Visualisierung von Krankheitsbildern und Verfahren ermöglicht



und so das Verständnis der Patient:innen für ihre Behandlung verbessert; klinische Fachkräfte berichten von einer signifikanten Verbesserung des Verständnisses von Eingriffen und Erkrankungen (21).

In der pädiatrischen Kardiologie sind beispielsweise 3D-gedruckte Herzmodelle zu einem unverzichtbaren Instrument geworden. Diese Modelle ermöglichen es jungen Patient:innen und ihren Familien, Herzfehlbildungen zu visualisieren und die notwendigen chirurgischen Eingriffe zu verstehen. Diese Technik verbessert nicht nur die Genauigkeit der chirurgischen Planung und Durchführung, sondern stärkt auch die Rolle der Patient:innen und ihrer Familien, indem sie aktiv in Entscheidungsprozesse einbezogen werden und ihre medizinische Situation sowie die vorgeschlagenen Interventionen besser verstehen (22).

Ähnlich verhält es sich bei der Behandlung von Wirbelsäulentumoren, bei der 3D-gedruckte Modelle die Lage und Ausdehnung des Tumors sowie die Details der geplanten Operation anschaulich darstellen. Diese klare und greifbare Visualisierung steigert das Vertrauen der Patient:innen erheblich und fördert ein stärkeres Engagement im Behandlungsprozess. Patient:innen können mit Modellen ihrer eigenen Anatomie interagieren, was einen offeneren und detaillierteren Dialog mit Ärzt:innen ermöglicht und somit eine fundiertere und kollaborativere Entscheidungsfindung unterstützt (23).

In der urologischen Onkologie bieten 3D-gedruckte Prostatamodelle, die bei robotergestützten radikalen Prostatektomien eingesetzt werden, einen doppelten Vorteil: eine bessere Vorbereitung der Patient:innen und eine erhöhte chirurgische Präzision. Diese Modelle dienen nicht nur der Aufklärung der Patient:innen über den Eingriff und die zugrunde liegende Anatomie, sondern unterstützen auch Chirurg:innen dabei, präzisere und sicherere Eingriffe durchzuführen, was zu besseren klinischen Ergebnissen und einer schnelleren Genesung führt (24).

Die Individualisierung von Implantaten und Prothesen durch 3D-Druck in der Ophthalmologie und plastischen Chirurgie stellt eine weitere Stufe der Patientenbeteiligung dar. Die Möglichkeit, Prothesen passgenau zu gestalten, verbessert nicht nur Funktionalität und Komfort, sondern erfüllt auch die ästhetischen Erwartungen der Patient:innen. Dies gewährleistet nicht nur eine bessere Integration des Implantats in den Alltag der Patient:innen, sondern steigert auch deren Zufriedenheit und Lebensqualität erheblich (25).

Indem Patient:innen mit detailliertem Wissen ausgestattet und aktiv in ihre medizinischen Verfahren einbezogen werden, ermöglicht der 3D-Druck sicherere und präzisere Interventionen, die an individuelle Bedürfnisse angepasst sind, und unterstreicht das transformative Potenzial der Patientenbeteiligung für die zukünftige Entwicklung des Gesundheitswesens.

#### **4. Modelle der Patientenbeteiligung bei assistiven Technologien auf Basis des 3D-Drucks**

Im Bereich der Gesundheitsversorgung hat sich der 3D-Druck als ein zentraler Ermöglicher patientenzentrierter Versorgungsmodelle etabliert, insbesondere bei der Entwicklung personalisierter assistiver Technologien, die die Lebensqualität der Nutzer:innen erheblich verbessern. Die Kombination aus nutzerzentriertem Design (User-Centered Design) und 3D-Drucktechnologien prägt einen innovativen Ansatz für die Entwicklung assistiver Technologien. Dieser Ansatz basiert auf einer kontinuierlichen Interaktion zwischen Ingenieur:innen, Designer:innen, Ergotherapeut:innen, Endnutzer:innen und in einigen Fällen auch deren Familienangehörigen. Dieser interaktive Prozess ist sowohl in den frühen Designphasen als auch



während der Iterationen entscheidend, um Verbesserungen zwischen konzeptionellen und funktionalen Prototypen zu fördern (26).

Die Entwicklung assistiver Technologien mithilfe des 3D-Drucks erfordert eine kollaborative und multidisziplinäre Zusammenarbeit, bei der technisches Wissen und ingenieurtechnische Werkzeuge mit einem tiefgehenden Verständnis der therapeutischen und alltagsbezogenen Funktionsanforderungen der Nutzer:innen kombiniert werden. Dieser Ansatz erhöht nicht nur die Funktionalität und Zugänglichkeit der entwickelten Geräte, sondern fördert auch die Personalisierung und Innovation von Lösungen, die tatsächlich den spezifischen Bedürfnissen der Nutzer:innen entsprechen.

Der multidisziplinäre Ansatz verbessert nicht nur den Produktentwicklungsprozess, sondern stellt auch sicher, dass assistive Technologien von den Nutzer:innen stärker akzeptiert werden, wodurch die Abbruchrate reduziert und die Effizienz im Ressourceneinsatz erhöht wird. Durch die Ausrichtung des Designs auf die Nutzer:innen fördert die 3D-Drucktechnologie im assistiven Bereich eine größere Unabhängigkeit und verbessert die Lebensqualität, wodurch diese Integration zu einem wirkungsvollen Instrument in der Weiterentwicklung personalisierter Gesundheitsversorgung wird.

Bei der Entwicklung assistiver Technologien ist die Integration des nutzerzentrierten Designs von den frühen Konzeptionsphasen bis hin zur finalen Produktion von größter Bedeutung. Dies umfasst die Anwendung verschiedener Designmethoden und -techniken, wie z. B. Fokusgruppen, Workshops zum nutzerzentrierten Design (UCD), Umfragen und Fragebögen, ethnografische Studien sowie partizipative Aktionsforschung (Participatory Action Research, PAR). All diese Methoden ermöglichen die Entwicklung von Prototypen und Endprodukten, die präzise an die Maße und Anforderungen der Nutzer:innen angepasst sind (27).

**Fokusgruppen:** Diese Methode bringt kleine Gruppen von Patient:innen zusammen, um ihre Erfahrungen und Wahrnehmungen in Bezug auf die erhaltene Gesundheitsversorgung zu diskutieren und zu analysieren. Die Gruppendynamik ermöglicht tiefgehende Diskussionen und deckt Bedürfnisse und Erwartungen auf, die in formelleren Kontexten oder Einzelinterviews möglicherweise nicht erkennbar sind. Fokusgruppen sind besonders geeignet, um Feedback zu neuen Dienstleistungsangeboten oder Änderungen bestehender Verfahren zu erhalten (28).

**Workshops zum nutzerzentrierten Design (User-Centered Design Workshops):** Diese Workshops binden Patient:innen direkt in die Gestaltung von Gesundheitslösungen ein, die sie unmittelbar betreffen. Durch interaktive Sitzungen bringen Patient:innen ihre einzigartige Perspektive ein, was Designer:innen und Gesundheitsfachkräften hilft, intuitivere und zugänglichere Lösungen zu entwickeln. Diese direkte Zusammenarbeit stellt sicher, dass die finalen Lösungen nicht nur klinisch wirksam, sondern auch von den Endnutzer:innen akzeptiert werden (29–34).

**Umfragen und Fragebögen:** Diese quantitativen Instrumente liefern Daten zu Präferenzen, Verhaltensweisen und Zufriedenheit der Patient:innen in großem Umfang. Sie sind essenziell für die Bewertung der Qualität von Gesundheitsleistungen und zur Identifikation von Verbesserungsbereichen. Darüber hinaus können sie für langfristige Nachverfolgungen konzipiert werden, sodass Gesundheitseinrichtungen Veränderungen und Trends über die Zeit hinweg analysieren können (30, 35, 36).



**Ethnografische Studien:** Durch detaillierte Beobachtungen und Feldforschung ermöglicht diese Methodik den Forschenden, in den Alltag der Patient:innen einzutauchen. Ethnografische Studien sind besonders wertvoll, um zu verstehen, wie Patient:innen ihre Erkrankungen in ihrem eigenen Umfeld managen, und liefern tiefgehende Einblicke, die im klinischen Kontext möglicherweise verborgen bleiben (37).

**Partizipative Aktionsforschung (Participatory Action Research, PAR):** PAR ist ein kollaborativer Ansatz, bei dem Patient:innen nicht nur als Studienteilnehmende, sondern als aktive Co-Forschende eingebunden werden. Dieses Modell fördert eine symbiotische Beziehung zwischen Forschenden und Teilnehmenden und ermöglicht die Entwicklung von Lösungen, die die tatsächlichen Bedürfnisse und Wünsche der Patient:innen widerspiegeln. PAR ist besonders effektiv in Gemeinschaften, in denen Veränderungen im Gesundheitswesen erhebliche kulturelle oder soziale Auswirkungen haben können (38).

Die Implementierung patientenzentrierter Versorgungsmodelle verbessert nicht nur die klinischen Ergebnisse, sondern fördert auch eine stärkere Einbindung der Patient:innen in ihre eigene Versorgung, was in der modernen Ära der personalisierten Medizin von zentraler Bedeutung ist. Diese Methoden stellen sicher, dass die Gesundheitsversorgung nicht nur zugänglich und effektiv, sondern auch menschlicher und besser an individuelle Bedürfnisse angepasst ist.

## 5. Strategien zur Integration der Patientenbeteiligung: Design Thinking

Design Thinking ist ein menschenzentrierter Ansatz zur Problemlösung, der darauf abzielt, innovative Lösungen zu entwickeln, indem die Bedürfnisse der Menschen, technologische Möglichkeiten und die Anforderungen an den Erfolg einer Organisation integriert werden (39, 40). Es wird als ein praktischer, kollaborativer und iterativer Prozess definiert, der eine tiefgehende Empathie mit den Nutzer:innen, Teamarbeit in multidisziplinären Gruppen sowie ein schnelles, handlungsorientiertes Prototyping in den Vordergrund stellt. Im Gegensatz zu traditionellen linearen Ansätzen ermöglicht Design Thinking die Bearbeitung komplexer Probleme (sogenannter „wicked problems“), bei denen die Lösungen von Anfang an nicht offensichtlich sind (41,42).

Der Design-Thinking-Prozess lässt sich mit dem Double-Diamond-Modell vergleichen, einer visuellen Darstellung des Designprozesses, die den Weg von der Entdeckung und Definition eines Problems bis zur Entwicklung und Umsetzung einer sinnvollen Lösung aufzeigt (43). Seine Struktur basiert auf dem Wechsel zwischen Phasen divergenten Denkens (Erweiterung des Fokus zur Exploration) und konvergenten Denkens (Eingrenzung des Fokus zur Entscheidungsfindung) (40,43). Dieses Modell wird in der Regel in zwei Hauptdiamanten unterteilt (40,43,44):

### Der erste Diamant: Das richtige Problem

Dieser Abschnitt konzentriert sich darauf, die Herausforderung gründlich zu verstehen, bevor versucht wird, sie zu lösen.

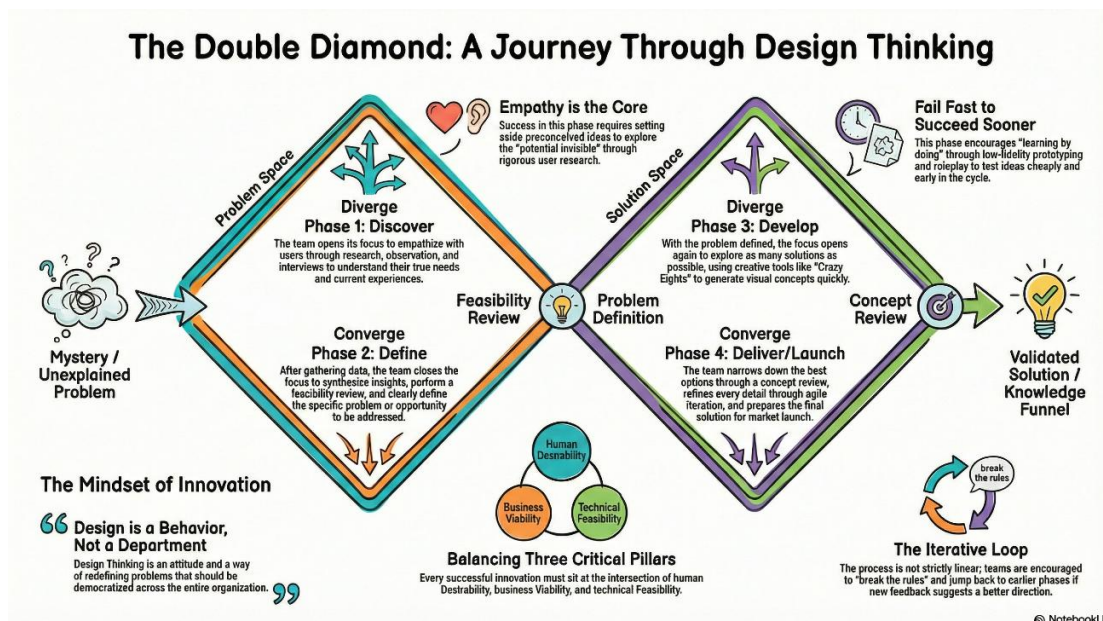
- **Discover (Divergenz):** Diese Phase beinhaltet die Erweiterung des Fokus, um Empathie für die Nutzer:innen zu entwickeln, Daten zu sammeln und ihre Realität zu beobachten, um latente Bedürfnisse zu erkennen. In dieser Phase werden „Unbekannte“ oder nicht klar definierte Probleme identifiziert.

- **Define (Konvergenz):** Ziel ist es, die gesammelten Informationen zu filtern und zu synthetisieren, um zu einer klaren Definition des Problems oder der Designherausforderung zu gelangen und sicherzustellen, dass das Team an der richtigen Fragestellung für sowohl Nutzer:innen als auch Organisation arbeitet.

### Der zweite Diamant: Die richtige Lösung

Sobald das Problem definiert ist, wird der Prozess wiederholt, um die bestmögliche Lösung zu finden.

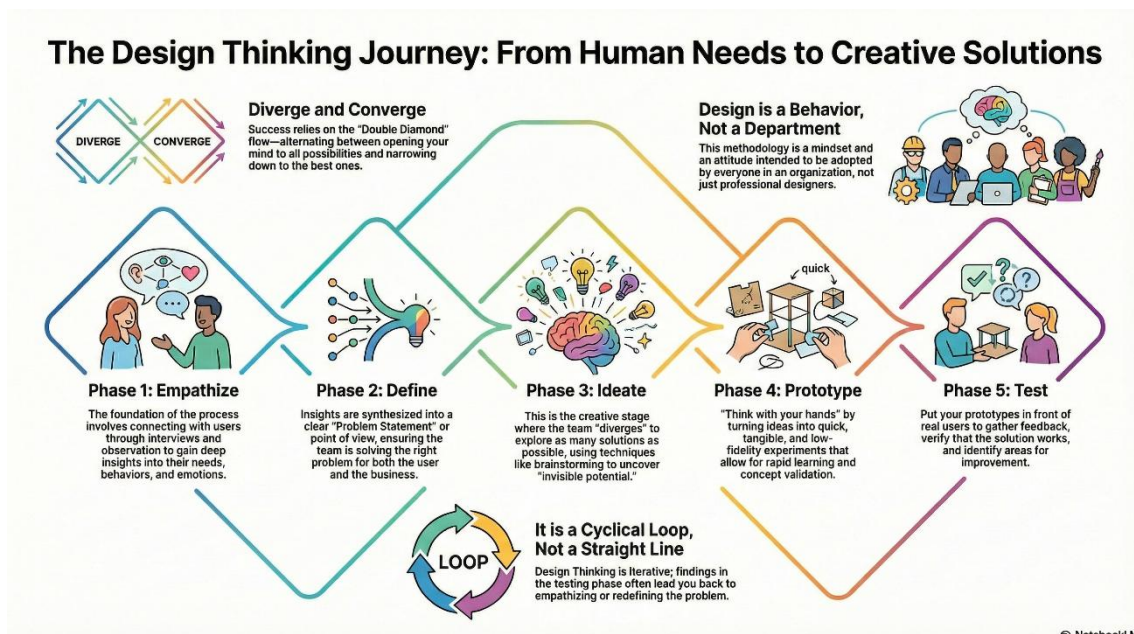
- **Develop oder Ideate (Divergenz):** Der Möglichkeitsraum wird erneut erweitert, um möglichst viele kreative Lösungen, schnelle Prototypen und alternative Konzepte zu generieren, ohne diese zunächst zu bewerten.
- **Launch oder Refine (Konvergenz):** In dieser abschließenden Phase werden die Optionen eingegrenzt, indem die vielversprechendsten Ideen ausgewählt, mit Nutzer:innen getestet und iterativ weiterentwickelt werden, um alle Details vor der finalen Umsetzung zu optimieren.



Nach diesem Schema entfaltet sich der Design-Thinking-Prozess in folgenden Phasen:

- **Empathize (Empathisieren):** Diese Phase umfasst ein tiefes Eintauchen in die Lebenswelt der Nutzer:innen, um ihre Erfahrungen, Gefühle, Motivationen und Herausforderungen zu verstehen (40, 42). Dabei werden Methoden wie offene Interviews, kontextuelle Beobachtungen und Empathie-Maps eingesetzt, um Bedürfnisse zu identifizieren, die von den Nutzer:innen selbst möglicherweise nicht explizit geäußert werden können (40, 45).
- **Define (Definieren):** Ziel ist es, die in der Empathiephase gesammelten Informationen zu analysieren und zu synthetisieren, um das zentrale Problem zu identifizieren (42). Die Herausforderung wird aus der Perspektive der Nutzer:innen neu formuliert und in eine klare, spezifische und handlungsorientierte Problemdefinition (*problem statement*) bzw. Designherausforderung überführt (39,40).

- **Ideate (Ideengenerierung):** Diese Phase fördert die umfangreiche Generierung kreativer Lösungen, ohne deren Umsetzbarkeit zunächst zu bewerten (39,42). Techniken wie kollaboratives Brainstorming oder „Crazy Eights“ werden eingesetzt, um eine große Bandbreite an Ideen zu entwickeln und zwischen divergentem und konvergentem Denken zu wechseln (39,40).
- **Prototype (Prototyping):** Ausgewählte Ideen werden in greifbare, sichtbare und kostengünstige Darstellungen überführt, wie z. B. Skizzen, Kartonmodelle, Storyboards oder Simulationen (40,42). Ziel ist es, etwas zu schaffen, mit dem Nutzer:innen interagieren können, um schnell aus Fehlern zu lernen, bevor größere Investitionen getätigt werden (39,40).
- **Test (Testen):** Die Prototypen werden mit Endnutzer:innen in ihrer realen Umgebung getestet, um Feedback zu sammeln (42,46). Diese Phase stellt nicht das Ende des Prozesses dar, sondern bietet die Möglichkeit zu lernen, die Lösung zu verfeinern und – falls erforderlich – zu früheren Phasen zurückzukehren, um das Design an das anzupassen, was für die Nutzer:innen tatsächlich funktioniert (39,47).



Im Krankenhaus- und Gesundheitskontext stellt das kostengünstige Prototyping (oder Low-Fidelity-Prototyping) eine grundlegende Phase des Design Thinking dar, deren Ziel es ist, Ideen in greifbare und kostengünstige Darstellungen zu überführen, um „schnell und kostengünstig zu scheitern“ (*fail fast and cheap*), bevor größere Investitionen getätigt werden. Der 3D-Druck ist eines der digitalen Werkzeuge, das dieses schnelle und kosteneffiziente Prototyping ermöglicht; seine Nutzung gemeinsam mit den Nutzer:innen bietet daher zahlreiche Vorteile (48).

## 6. Fallstudien

Die folgende Tabelle zeigt einige Beispiele, in denen Design-Thinking-Methoden eingesetzt wurden, um gemeinsam mit Nutzer:innen assistive Technologien zu entwickeln, wobei der 3D-Druck zur Prototypenerstellung der Lösungen verwendet wurde.



Autor	Thema	Empathisieren	Definieren	Ideengenerierung	Prototyping	Testen
<b>Aflatoony, 2021 (29)</b>	Co-Design von 3D-gedruckten Assistiven Technologien (AT) mit Ergotherapeut:innen (OT), Designer:innen und Endnutzer:innen	PW 1: umfassende klinische Bewertung der Fähigkeiten, Einschränkungen und Ziele der Nutzer:innen; OT identifizierten verfügbare AT-Lösungen, die den Bedürfnissen entsprechen	PW 2: Low-Fidelity-Prototyping (DIY) mittels 3D-Druck; Endnutzer:innen arbeiten mit OT beim Co-Design von AT-Prototypen zusammen	PW 3: Industriedesigner:innen fungieren als technische Vermittler und übersetzen Prototypen in konkrete AT-Lösungen	PW 4: Designer:innen als „Design Thinkers“ entwickeln aktiv Ideen, identifizieren Bedürfnisse und erstellen maßgeschneiderte AT-Prototypen	Erfahrungen, Stärken und Schwächen: Fokusgruppen und halbstrukturierte Interviews; Ergebnis der Gerätenutzung: Lesbarkeit der Handschrift der Nutzer:innen
<b>Benham, 2023 (35)</b>	Barrierefreiheit mobiler Geräte mithilfe von 3D-gedruckten Komponenten für Menschen mit körperlichen Einschränkungen	Erste Interviews und Analyse der bisherigen Nutzung von AT	Erste Interviews: selbst identifizierte Anforderungen an die Barrierefreiheit mobiler Geräte	Auswahl von Designs aus einem Katalog und Anpassung im Team	Innerhalb von 1–2 Wochen wurde das Gerät individuell angepasst und mit einem Creality Ender-3 3D-gedruckt: Halterungen, Stifte und Adapter	Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Device (QUEST 2.0); Canadian Occupational Performance Measure (COPM)
<b>Dreessen, 2017 (49)</b>	FabLab als Unterstützungsstruktur für die persönliche Herstellung von Hilfsmitteln zur Selbstmanagement bei Diabetes	Analyse alltäglicher Probleme: Teilnehmende mit Typ-1-Diabetes kartierten ihre Erfahrungen mit Selbstmanagement gemeinsam mit Designer:innen	Teilnehmende Beobachtungen und Interviews mit Endokrinolog:innen vertieften das Verständnis	Designer:innen und Teilnehmende entwickelten gemeinsam Szenarien zur Problemlösung; diese wurden in Videos umgesetzt und im FabLab genutzt	Zwei 3D-gedruckte Prototypen: System zum Aufrollen des Katheterschlauchs und ein Clip-System zur Befestigung am Körper; entwickelt in iterativen partizipativen Design-Workshops (PD)	Tests im Alltag der Nutzer:innen
<b>Higgins, 2022 (33)</b>	Entwicklung 3D-gedruckter Assistiver Technologien durch verkürzte Designprozesse	Reale Nutzer:innen arbeiteten mit Teams von Physiotherapie-Studierenden (PT) an der Modellierung und Gestaltung von Geräten	Übertragung klinischer Bedürfnisse in Designherausforderungen und Kommunikation mit Entwickler:innen	Von Studierenden geleitete Ideengenerierung mit Nutzer:innen unter Einsatz von Ton- und Papiermodellen	3D-gedruckte Prototypen (Stifthalter, Handgelenksschienen, zylindrische Gewichte, Besteckadapter)	Direktes Feedback zu Komfort und Funktionalität der finalen AT-Geräte
<b>Howard, 2024 (30)</b>	Bewertung des Co-Design-Ansatzes zur Entwicklung maßgeschneiderter AT-Lösungen im Gesundheitswesen	Identifikation alltäglicher Probleme von Nutzer:innen in der Gemeinschaft durch OT und Physiotherapeut:innen	Priorisierung von Herausforderungen im Bereich der Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL)	Entwicklung von Lösungen gemeinsam mit Nutzer:innen durch Skizzen und Low-Fidelity-Prototypen	Funktionale Prototypen durch iterative Entwicklungsprozesse	Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Device (QUEST 2.0); Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale (PIADS)
<b>Thorsen, 2019 (50)</b>	Vom Patienten zum Entwickler – Fallstudie	Die Teilnehmerin beschrieb ihre Einschränkungen und Herausforderungen sowie eine Liste von ADL, in denen sie Autonomie erreichen wollte	Analyse der Schwierigkeiten in ADL mithilfe des IPPA-Fragebogens	Remote-Co-Design durch CAD-Bearbeitung in Echtzeit	Ergonomischer Griff aus TPU gedruckt	Individually Prioritized Problem Assessment (IPPA)
<b>Thorsen, 2024 (51)</b>	Vom Patienten zum Entwickler – Menschen mit Zerebralparese	Beobachtung der täglichen Aktivitäten der Teilnehmenden anhand von Videos	Analyse von Bewegungsmustern, Grifftechniken und Essgewohnheiten anhand von Videomaterial	Digitaler Herstellungsprozess mit CAD-Software, Slicer, 3D-Drucker und Videokonferenzen; mehrere Iterationen	Halterung für Löffel/Gabel	Individually Prioritized Problem Assessment (IPPA); Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Device (QUEST 2.0)

AT: Assistive Technologien; OT: Ergotherapeut:innen; PW: partizipative Workshops; DIY: Do it yourself; PD: partizipatives Design; PT: Physiotherapie; ADL: Aktivitäten des täglichen Lebens; CAD: computergestütztes Design; TPU: thermoplastisches Polyurethan.



## 7. Herausforderungen und Lösungen

Die Nutzung des 3D-Drucks (oder der additiven Fertigung) in der Co-Creation von assistiven Technologien (AT) stellt einen Paradigmenwechsel dar, der den Übergang von generischen Lösungen zu personalisierten Geräten ermöglicht. Dennoch steht seine großflächige Implementierung in Gesundheitssystemen vor erheblichen Herausforderungen, die strukturierte Lösungen sowohl auf technischer als auch auf organisatorischer Ebene erfordern (37, 38).

Zu den technischen Herausforderungen bei der Implementierung von 3D-gedruckten assistiven Technologien zählen Druckfehler und Materialeinschränkungen, die durch die Optimierung des Designprozesses und eine verbesserte Materialauswahl überwunden werden können. Wirtschaftliche Aspekte, wie die hohen Kosten der 3D-Drucktechnologie, stellen eine anfängliche Hürde dar; diese Kosten werden jedoch häufig durch verkürzte Operationszeiten und verbesserte chirurgische Ergebnisse ausgeglichen. Darüber hinaus stellt das Fehlen standardisierter Protokolle und regulatorischer Leitlinien weiterhin eine Herausforderung dar, die zukünftige Forschung und Zusammenarbeit erfordert, um Best Practices und regulatorische Rahmenbedingungen zu entwickeln, die einen sicheren und effektiven Einsatz des 3D-Drucks in medizinischen Anwendungen gewährleisten (52).

Die Integration der 3D-Drucktechnologie in die medizinische Praxis hat bemerkenswerte Erfolge bei der Verbesserung patientenspezifischer Behandlungen und Ergebnisse gezeigt. Die Bewältigung technischer, wirtschaftlicher und regulatorischer Herausforderungen durch kontinuierliche Forschung und Innovation wird die Möglichkeiten des 3D-Drucks im Gesundheitswesen weiter stärken (53).

### Herausforderungen bei der Nutzung von 3D-Druck und Co-Creation

- **Mangel an technischen Kompetenzen:** Viele Therapeut:innen und Gesundheitsfachkräfte verfügen nicht über die notwendige Ausbildung im Bereich computergestütztes Design (CAD) und digitale Fertigung. Dies begrenzt die Komplexität der entwickelbaren Geräte und führt zu Unsicherheiten hinsichtlich ihrer Sicherheit.
- **Hohe Abbruchraten:** Geräte werden häufig nicht weiter genutzt, wenn die Meinung der Nutzer:innen nicht berücksichtigt wird, die Leistung unzureichend ist oder sie eine stigmatisierende „medizinische“ Ästhetik aufweisen, die das häusliche Umfeld wie ein Krankenhaus erscheinen lässt.
- **Zeit- und Ressourcenbelastung:** Der Co-Design-Prozess kann für klinisches Personal komplex und zeitaufwendig sein, was die Personalkosten erhöht. Zudem arbeiten Gesundheitssysteme häufig unter begrenzten Budgets und mit Personalmangel.
- **Regulierung und Verantwortung:** Es besteht erhebliche Unsicherheit und Schwierigkeit im Umgang mit regulatorischen Rahmenbedingungen für Medizinprodukte. Fachkräfte befürchten, rechtliche Verantwortung im Falle eines Geräteversagens zu übernehmen, insbesondere wenn das Gerät von ihnen selbst entwickelt oder modifiziert wurde.
- **Technische Einschränkungen des 3D-Drucks:** Verfahren wie das Fused Deposition Modeling (FDM) können erhebliche Materialverluste durch Stützstrukturen verursachen und erfordern aufwendige Nachbearbeitungsprozesse. Eine geringe Qualität der Oberflächenbearbeitung kann Nutzer:innen abschrecken.



### Vorgeschlagene Lösungen

- **Strukturierte Designmethoden:** Der Einsatz von Modellen wie Design Thinking oder ähnlichen Ansätzen wird empfohlen, die den Prozess in klar definierte Phasen gliedern und Designer:innen, Gesundheitsfachkräfte sowie Nutzer:innen integrieren, ergänzt durch eine kontinuierliche Evaluierung.
- **Digitale Plattformen und Repositorien:** Die Entwicklung zentralisierter, benutzerfreundlicher Datenbanken, die den Austausch bestehender Designs ermöglichen. Dies erleichtert die Wiederverwendung und Anpassung vorhandener Modelle und reduziert Designzeit sowie Kosten erheblich.
- **Stärkung der Nutzer:innen (User-Centered Design):** Die Einbindung der Patient:innen von Beginn an zur Festlegung von Zielen und zum Erwartungsmanagement. Dies fördert eine emotionale Bindung zum Gerät und steigert die Motivation während der Anpassungsphase.
- **Vereinfachung von Software:** Die Entwicklung intuitiverer CAD-Tools für „Nicht-Designer:innen“ sowie die Etablierung validierter Verfahren zur Gewährleistung mechanischer Sicherheit und Einhaltung hygienischer Standards.
- **Umfassende Evaluation:** Die Kombination qualitativer Bewertungen mit technischen Tests zur Festigkeit und Funktionalität, um die therapeutische Qualität des Geräts vor der endgültigen Implementierung sicherzustellen.



## 8. Literaturverzeichnis

1. Harrington RL, Hanna ML, Oehrlein EM, Camp R, Wheeler R, Cooblall C, et al. Defining Patient Engagement in Research: Results of a Systematic Review and Analysis: Report of the ISPOR Patient-Centered Special Interest Group. *Value Health*. 2020;23(6):677-88.
2. Maffei S, Bianchini M, Parini B, Delli Zotti E. *Make to Care. An ecosystem of user-centred actors for innovation in healthcare sector*. Libraccio Editore. 2017
3. Roberts JP, Fisher TR, Trowbridge MJ, Bent C. A design thinking framework for healthcare management and innovation. *Healthcare*. 2016; 4 (1):11-14.
4. Clavel N, Paquette J, Dumez V, Del Grande C, Ghadiri DPS, Pomey MP, et al. Patient engagement in care: A scoping review of recently validated tools assessing patients' and healthcare professionals' preferences and experience. *Health Expect*. 2021;24(6):1924-35.
5. Hickmann E, Richter P, Schlieter H. All together now - patient engagement, patient empowerment, and associated terms in personal healthcare. *BMC Health Serv Res*. 2022;22(1):1116.
6. Simmons LA, Wolever RQ, Bechard EM, Snyderman R. Patient engagement as a risk factor in personalized health care: a systematic review of the literature on chronic disease. *Genome Med*. 2014;6(2):16.
7. Sundaramurthy T, Mathews S, Bermudez E, Mahajan SM. Patient engagement and co-creation in health-care services: a scoping review. *Patient Experience Journal*. 2024; 11(3) 215-245
8. Kanstrup AM, Bertelsen P, Nohr C. Patient innovation: an analysis of patients' designs of digital technology support for everyday living with diabetes. *Health Inf Manag*. 2015; 44(1):12-20.
9. Simmons LA, Wolever RQ, Bechard EM, Snyderman R. Patient engagement as a risk factor in personalized health care: a systematic review of the literature on chronic disease. *Genome Med*. 2014; 6(2):16.
10. Spataru A, Quarteroni S, Arnaud L, van Dommelen P, Koledova E, Le Masne Q. High Engagement of Patients Monitored by a Digital Health Ecosystem Indicates Significant Improvements of Key r-hGH Treatment Metrics. *Stud Health Technol Inform*. 2021; 281:829-33.
11. Milliren CE, Lindsay B, Biernat L, Smith TA, Weaver B. Can digital engagement improve outcomes for total joint replacements? *Digit Health*. 2022; 8:20552076221095322.
12. Han HR, Gleason KT, Sun CA, Miller HN, Kang SJ, Chow S, et al. Using Patient Portals to Improve Patient Outcomes: Systematic Review. *JMIR Hum Factors*. 2019;6(4): e15038.
13. Alturkistani A, Qavi A, Anyanwu PE, Greenfield G, Greaves F, Costelloe C. Patient Portal Functionalities and Patient Outcomes Among Patients with Diabetes: Systematic Review (Preprint). En 2020 [cited 15th december 2024]. Available: <http://preprints.jmir.org/preprint/18976>
14. Paydar S, Emami H, Asadi F, Moghaddasi H, Hosseini A. Functions and Outcomes of Personal Health Records for Patients with Chronic Diseases: A Systematic Review. *Perspectives in health information management [Internet]*. 2021 [cited 15th december 2024]; Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/Functions-and-Outcomes-of-Personal-Health-Records-A-Paydar-Emami/9437576bb8043d979da5545968b49cea4fa53e4f>
15. Brands MR, Haverman L, Muis JJ, Driessens MHE, Meijer S, Van Der Meer FJM, et al. Toward Personalized Care and Patient Empowerment and Perspectives on a Personal Health Record in Hemophilia Care: Qualitative Interview Study. *JMIR Hum Factors*. 2024;11: e48359.



16. Sheng Y, Bond R, Jaiswal R, Dinsmore J, Doyle J. Augmenting K-Means Clustering with Qualitative Data to Discover the Engagement Patterns of Older Adults with Multimorbidity When Using Digital Health Technologies: Proof-of-Concept Trial. *J Med Internet Res.* 2024;26: e46287.
17. Tack P, Victor J, Gemmel P, Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. *Biomed Eng Online.* 2016;15(1):115.
18. Spencer SR, Kay Watts L. Three-Dimensional Printing in Medical and Allied Health Practice: A Literature Review. *J Med Imaging Radiat Sci.* 2020;51(3):489-500.
19. Zahid MJ, Mavani P, Awuah WA, Alabdulrahman M, Punukollu R, Kundu A, et al. Sculpting the future: A narrative review of 3D printing in plastic surgery and prosthetic devices. *Health Sci Rep.* 2024;7(6): e2205.
20. Abdelnabi MH, Swelem AA. 3D-Printed Complete Dentures: A Review of Clinical and Patient-Based Outcomes. *Cureus.* 2024;16(9): e69698.
21. Diment LE, Thompson MS, Bergmann JHM. Clinical efficacy and effectiveness of 3D printing: a systematic review. *BMJ Open.* 2017;7(12): e016891.
22. Illmann CF, Hosking M, Harris KC. Utility and Access to 3-Dimensional Printing in the Context of Congenital Heart Disease: An International Physician Survey Study. *CJC Open.* 2020;2(4):207-13.
23. Leary OP, Crozier J, Liu DD, Niu T, Pertsch NJ, Camara-Quintana JQ, et al. Three-Dimensional Printed Anatomic Modeling for Surgical Planning and Real-Time Operative Guidance in Complex Primary Spinal Column Tumors: Single-Center Experience and Case Series. *World Neurosurg.* 2021;145: e116-26.
24. Coles-Black J, Ong S, Teh J, Kearns P, Ischia J, Bolton D, et al. 3D printed patient-specific prostate cancer models to guide nerve-sparing robot-assisted radical prostatectomy: a systematic review. *J Robot Surg.* 2023;17(1):1-10.
25. Sommer AC, Blumenthal EZ. Implementations of 3D printing in ophthalmology. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2019;257(9):1815-22.
26. Design for assistive technology oriented to design methodology: a systematic review on user-centered design and 3D printing approaches. *Semantic Scholar [Internet].* [cited 15th december 2024]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/Design-for-assistive-technology-oriented-to-design-Santos-Silveira/bec77112053e721076258ce25e6a37b654f203de>
27. Santos A, Silveira Z. Design for assistive technology oriented to design methodology: a systematic review on user-centered design and 3D printing approaches. *J Braz. Soc. Mech. Sci. Eng.* 2021; 43: 483. <https://doi.org/10.1007/s40430-021-03184-1>
28. Rasmussen KM, Stewart BC, Janes WE. Feasibility of customized 3D-printed assistive technology within an existing multidisciplinary amyotrophic lateral sclerosis clinic. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2023; 18(8): 1466-1472. doi: 10.1080/17483107.2022.2034996.
29. Aflatoony L, Lee SJ, Sanford J. Collective making: Co-designing 3D printed assistive technologies with occupational therapists, designers, and end-users. *Assist Technol.* 2023;35(2):153-162. doi: 10.1080/10400435.2021.1983070.
30. Howard J, Tasker LH, Fisher Z, Tree J. Assessing the use of co-design to produce bespoke assistive technology solutions within a current healthcare service: a service evaluation. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2024;19(1):42-51. doi: 10.1080/17483107.2022.2060355.



31. Janson R, Burkhart K, Firchau C, Hicks K, Pittman M, Yopps M, Hatfield S, Garabrant A. Three-dimensional printed assistive devices for addressing occupational performance issues of the hand: A case report. *J Hand Ther.* 2020;33(2):164-169. doi: 10.1016/j.jht.2020.03.025.
32. Pousada García T, Garabal-Barbeira J, Porto Trillo P, Vilar Figueira O, Novo Díaz C, Pereira Loureiro J. A Framework for a New Approach to Empower Users Through Low-Cost and Do-It-Yourself Assistive Technology. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(6):3039. doi: 10.3390/ijerph18063039.
33. Higgins E, William B, Karen L, Hurst A, Hamidi F. reating 3D Printed Assistive Technology Through Design Shortcuts: Leveraging Digital Fabrication Services to Incorporate 3D Printing into the Physical Therapy Classroom: Leveraging Digital Fabrication Services to Incorporate 3D Printing into the Physical Therapy Classroom. *Association for Computing Machinery.* 2022; 34. doi:10.1145/3517428.3544816
34. Thorsen R, Bortot F, Caracciolo A. From patient to maker -a case study of co-designing an assistive device using 3D printing. *Assist Technol.* 2021;33(6):306-312. doi: 10.1080/10400435.2019.1634660.
35. Benham S, Milstrey B, Stemple J, Davis J, Scatena D, Bush J, Kolakowsky-Hayner S, Amy K. Mobile device accessibility with 3D printed devices for individuals with physical disabilities. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2024;19(6):2279-2284. doi: 10.1080/17483107.2023.2280244.
36. Wessels R, de Witte L, Andrich R, et al. IPPA, a user-centred approach to assess effectiveness of Assistive Technology provision. *Technology and Disability.* 2000;13(2):105-115. doi:10.3233/TAD-2000-13203
37. Howard J, Cloke S, Eggbeer D, Beverley K. Discovering the barriers to scaling a co-design approach for the provision of custom assistive technology within healthcare services. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2025; 20(4): 833-844. doi: 10.1080/17483107.2024.2406443.
38. Santos A, Silveira Z. AT-d8sign: methodology to support development of assistive devices focused on user-centered design and 3D technologies. *J Braz. Soc. Mech. Sci. Eng.* 2020; 42, 260. <https://doi.org/10.1007/s40430-020-02347-w>
39. Bravo K, Welniak TJ, Kallio J. Design Thinking in Healthcare UNMC Guideline (DTHUNmC). *Computers, Informatics, Nursing.* DOI: 10.1097/CIN.0000000000001430
40. Janhagen, V. Design thinking ha muerto. Larga vida al design thinking. *Idean Capgemini Invent.* Madrid: 2019. Available: [www.idean.com/invent-es](http://www.idean.com/invent-es)
41. Altman M, Huang TT, Breland JY. Design Thinking in Health Care. *Prev Chronic Dis* 2018;15: 180128. DOI: <https://doi.org/10.5888/pcd15.180128>.
42. Leary, M., Cacchione, P. Z., Demiris, G., Carthon, J. M. B., & Bauermeister, J. A. An integrative review of human-centered design and design thinking for the creation of health interventions. *Nursing Forum.* 2022; 57(6): 1137-1152. <https://doi.org/10.1111/nuf.12805>
43. Valentine L, Kroll T, Bruce F, Lim C, Mountain R. Design Thinking for Social Innovation in Health Care. *DESIGN JOURNAL.* 2017; 20(6): 755-774. DOI: 10.1080/14606925.2017.1372926
44. Gasca J, Zaragoza R. ¿Qué es el desing thinking?. ThinkersCo. 2018
45. Roberts JP, et al. A design thinking framework for healthcare management and innovation. *Healthcare.* 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hjdsi.2015.12.002i>



46. Voorheis P, Zhao A, Kuluski K, Pham Q, Scott T, Sztur P, Khanna N, Ibrahim M, Petch J. Integrating Behavioural Science and Design Thinking to Develop Mobile Health Interventions: Systematic Scoping Review. *JMIR Mhealth Uhealth* 2022;10(3): e35799 doi:[10.2196/35799](https://doi.org/10.2196/35799)
47. Faber JS, Poot CC, Dekkers T, Romero Herrera N, Chavannes NH, Meijer E, Visch VT. Developing a Digital Medication Adherence Intervention for and With Patients with Asthma and Low Health Literacy: Protocol for a Participatory Design Approach. *JMIR Form Res.* 2023;7: e35112. doi: [10.2196/35112](https://doi.org/10.2196/35112)
48. Kveller C, Jakobsen AM, Larsen NH, Lindhardt JL, Baad-Hansen T. First experiences of a hospital-based 3D printing facility - an analytical observational study. *BMC Health Serv Res.* 2024;24(1):28.
49. Dreessen K, Schoffelen J, Leen D, Piqueray O. Great Expectations and Big Challenges: A FabLab as facilitator for personal fabrication of tools to self-manage diabetes. *All Makers Now? Conference Journal Falmouth University.* 2014; 1.
50. Thorsen R, Bortot F, Caracciolo A. From patient to maker - a case study of co-designing an assistive device using 3D printing. *Assistive Technology.* 2019. DOI: 10.1080/10400435.2019.1634660
51. Thorsen R, Cugnod D, Ramella M, Converti RM, Ferrarin M. From patient to maker - a workflow including people with cerebral palsy in co-creating assistive devices using 3D printing technologies. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology.* 2024; 19 (4); 1358-1368. DOI: 10.1080/17483107.2023.2177754
52. Schwartz JK, Fermin A, Fine K, Iglesias N, Pivarnik D, Struck S, et al. Methodology and feasibility of a 3D printed assistive technology intervention. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2020;15(2):141-7.
53. Patralekh MK, Lal H. 3D printing in orthopedic trauma. *En Elsevier;* 2020 [cited 15th december 2024]. P. 483-92. Available: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128191781000472>



Co-funded by  
the European Union

TECH HEALTH



Fundación  
**San Juan de Dios**  
Madrid

*Gemma Escobar Aguilar*  
*María Simarro González*  
*Manuel Lara Romero*  
*Pedro Chana Valero*

