Nachhaltigkeit durch Digitalisierung im Gesundheitswesen

BKK® Dachverband

Impressum

Hauptautor:innen
Prof. Dr. Daniel Fürstenau
Prof. Dr. Sylvia Thun
Dr. Matthias Schulte-Althoff
Alexander Bartschke, M.Sc.
Alessia Nowak, M.Sc.

im Auftrag und unter Mitwirkung von
BKK Dachverband e.V.
Stabsstelle Nachhaltigkeit
Martin König und Dorothee Christiani

Ansprechperson: Dorothee Christiani
Email: nachhaltigkeit@bkk-dv.de
Internet: bkk-dachverband.de

Gestaltung
Sven Stüber
Internet: superieur-graphique.com

Coverfoto
istockphoto.com/de/portfolio/ipopba

Berlin, 05.10.2026

Inhaltsverzeichnis

Impressum **2**

Management Summary **4**

1. Systemisches Mapping: das Ökosystem Digitalisierung und Nachhaltigkeit **5**

1.1 Orientierungsrahmen 5
1.2 Leitprinzipien der Nachhaltigkeit 7
1.3 Begriffsrahmen: Nachhaltigkeit in der Digitalisierung und durch Digitalisierung. 8
1.4 Relevante Akteur:innen 10

2. Methodik des Reports **12**

2.1 Verwendete Daten und Methodik des Berichts 12
2.2 Übersicht über verfügbaren Erkenntnisstand 13

3. Einfluss der Digitalen Versorgungsbausteine: Potenziale, Herausforderungen, Akzeptanz- und Impact-Assessment inklusive negativer Folgeeffekte **14**

3.1 Digitale Telemedizin. 14
3.2 Vernetzung über Elektronische Gesundheitsakten und Patientenportale 17
3.3 Digitale Apps und Devices (Medizinprodukte) 19
3.4 Daten und künstliche Intelligenz (KI). 21
3.5 Zusammenfassung 23
3.5.1 Wiederkehrende Wirkungspfade. *23*
3.5.2 Grenzen und unbeabsichtigte Wirkungen *25*

4. Kette der nachhaltigen Versorgung **26**

4.1 Prävention 26
4.2 Versorgungsmodelle im Wandel 27
4.3 Gesundes Altern 33

5. Fundament: Analyse regulatorischer, technischer und organisationaler Hemmnisse **34**

5.1 Standards und Interoperabilität 35
5.2 Rechtliche Rahmenbedingungen 37
5.3 Kompetenzen 40
5.4 Anreize und Vergütung 40

6. Handlungsempfehlungen für die Gesetzliche Krankenversicherung **41**

7. Fazit **43**

8. Quellen **44**

Management Summary

Die Digitalisierung des Gesundheitswesens führt nicht automatisch zu mehr Nachhaltigkeit. Nachhaltigkeit entsteht nur dann, wenn digitale Lösungen einen messbaren Beitrag zur Versorgung leisten: indem sie Versorgung gezielt ergänzen, verbessern, koordinieren oder personalisieren. Ein solches System berücksichtigt gleichzeitig:

- soziale Dimensionen (Zugang, Teilhabe, Vertrauen),
- die Leistungsfähigkeit in technischer und ökonomischer Hinsicht (Koordination, Produktivität, Verlässlichkeit) und
- ökologische Wirkungen (Ressourcenflüsse, Begrenzungen, Systemeffekte).

Erste Ansätze für Nachhaltigkeit durch Digitalisierung sind bereits sichtbar – entscheidend ist nun, diese konsequent in tragfähige Versorgungspfade zu überführen. Die GKV nimmt dabei eine zentrale Steuerungsrolle ein: Sie schafft die Voraussetzungen dafür, dass ein integriertes, soziales sowie ökonomisch und ökologisch nachhaltiges Versorgungsökosystem entstehen kann – eines, das positive Veränderungen aktiv befördert und Risiken frühzeitig erkennt und wirksam begrenzt.

Dieser Bericht beleuchtet, unter welchen Bedingungen Digitalisierung im Gesundheitswesen nachhaltig wirkt – und was das für die Steuerungsrolle der GKV bedeutet. Er arbeitet den aktuellen Wissensstand selektiv auf und kommt zu folgenden fünf Schlussfolgerungen:

- **Empfehlung 1:** Versorgung sollte weder rein analog noch rein digital gedacht werden. Entsprechend sollten substitutionsstarke hybride Versorgungspfade, die nachhaltig digital wirken und analoge und digitale Versorgungsbausteine verbinden, priorisiert werden. Dieser Anspruch gilt über die gesamte Versorgungskette, von der Prävention über die bedarfsgerechte Versorgung bis zum gesunden Altern.
- **Empfehlung 2:** Die Vernetzung zwischen Leistungserbringenden, Kostenträgern, Patient:innen, der Politik und Angehörigen im zukünftigen Versorgungsökosystem ist eine zentrale Voraussetzung für nachhaltige digitale Versorgung von Versicherten. Damit sie gelingt, müssen Interoperabilität und Datenqualität nicht nur technisch, sondern auch vertraglich und steuernd verankert werden. Die GKV sollte beide Aspekte daher prioritär als Vertrags- und Steuerungsziele etablieren.
- **Empfehlung 3:** Für digitale Anwendungen bestehen erste Transparenzansätze, für nachhaltige Versorgungspfade und -lösungen im Gesundheitswesen fehlt dagegen ein akzeptierter Maßstab. Solange er fehlt, bleiben Nachhaltigkeitsaussagen zu digitalen Angeboten unverbindlich und nicht vergleichbar. Die GKV sollte deshalb auf die Erarbeitung, Erprobung und Etablierung eines Kernsets tragfähiger Kennzahlen für eine nachhaltige Nutzenbewertung hinwirken.
- **Empfehlung 4:** Digitalisierung verbessert Zugänge nicht automatisch und kann vulnerable Gruppen ausschließen oder systematisch benachteiligen. Entsprechend sollte Digitale Teilhabe als Nachhaltigkeitskriterium prioritär verankert werden.
- **Empfehlung 5**: Nachhaltigkeit in der Digitalisierung wurde lange zu eng als IT-Thema verstanden. Mit KI, rechenintensiven Infrastrukturen und der wachsenden Zahl digitaler Medizinprodukte wird jedoch deutlich, dass auch digitale Versorgung materielle, energetische und ökologische Voraussetzungen hat. Die GKV sollte deshalb Nachhaltigkeit in Beschaffung und Selektivverträgen flächendeckend verankern und ökologische wie soziale Anforderungen an digitale Versorgung dort, wo sie Einfluss nehmen kann, konsequenter einfordern.

Wir danken dem BKK Dachverband für die Möglichkeit zur Erstellung dieses Berichts und wünschen eine anregende Lektüre.

1. Systemisches Mapping: das Ökosystem Digitalisierung und Nachhaltigkeit

1.1 Orientierungsrahmen

Das Gesundheitswesen steht unter wachsendem Druck: Fachkräftemangel, demographischer Wandel, steigende Kosten und Klimawandel stellen die Versorgung vor große Herausforderungen. Digitalisierung bietet Ansätze, um diesen Herausforderungen zu begegnen. Dadurch werden die Herausforderungen jedoch nicht automatisch gelöst. Digitale Lösungen können dabei helfen, nicht notwendige Wege zu vermeiden, Koordination zu verbessern, knappe Ressourcen gezielter einzusetzen sowie Patient:innen früher und gezielter mit den geeigneten Maßnahmen zu erreichen. Gleichzeitig können digitale Lösungen jedoch auch unerwünschte Effekte mit sich bringen, etwa eine über Inanspruchnahme von Leistungen, eine Verstärkung bestehender Zugangsungleichheiten, zusätzlichen Dokumentationsaufwand sowie neue Umweltbelastungen durch Infrastruktur, Geräte und Rechenleistung.

Digitalisierung ist deshalb mit einem nüchternen und kritischen Blick zu betrachten . Für Krankenkassen ist dieses Thema besonders relevant, weil sie nicht primär Technologie betreiben, sondern Versorgung ermöglichen und steuern. Ihre Hebel liegen unter anderem in Selektivverträgen, Versorgungsprogrammen, Daten- & KI- sowie Nachhaltigkeitsstrategien mit digitalen Bausteinen, Mechanismen der Qualitätssicherung, wissenschaftlich fundierten Hinweisen zu Prävention und Teilhabeförderung. Der vorliegende Bericht soll daher nahelegen, unter welchen Bedingungen eine nachhaltige digitale Versorgung zu einem positiven sozialen, ökologischen und ökonomischen Mehrwert führt.

Als Orientierungsrahmen dient die Idee des Ökosystems. Die Idee eines ökologischen Denkens ist in der Wissenschaft in den letzten Jahren auch über die Fachkreise spezieller Journale im Bereich der Nachhaltigkeitsforschung in der Breite angekommen. So argumentieren Boh et al. in einem relevanten Zeitschriftenartikel aus dem Jahr 2026 dafür, die etablierte Betrachtungsweise eines sozio-technischen Systems[2] um ökologische Elemente zu einem sozio-technisch-ökologischen System zu erweitern[3]. In dieser neuen Sichtweise sollen ökologische Elemente dezidiert und auf gleicher Ebene betrachtet und einbezogen werden[4].

Die Idee ökosystemischen Denkens reiht sich damit ein in einen Kanon verschiedener Konzepte und Forschungsarbeiten, die etwa Klimawandel[5], Zirkularität[6], digitale Märkte und Angebote für die Nachnutzung von Produkten[7] oder größer angelegte Herausforderungen kollektiver Beteiligung und Transformation[8] betrachten. Ergänzt werden diese Ansätze durch breitere Überlegungen zu den ökologischen Kosten und den extraktiven Grundlagen digitaler Infrastrukturen, die sowohl KI als auch weitere digitale Technologien betreffen[9]. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, Digitalisierung nicht nur als Mittel der technischen Ermöglichung zu verstehen, sondern als gleichberechtigten Bestandteil sozio-technisch-ökologischer Zusammenhänge.

1 Crawford, 2021
2 Die Hawthorne-Experimente (1924 – 1933) in den Werken der Western Electric Company in Chicago (USA) etablierten die Wichtigkeit betriebssoziologischer Faktoren (wie Führungsstil, Arbeitsbedingungen) bezogen auf die Produktivität von Mitarbeitenden und begründeten damit auch die Entstehung der Human Relations-Forschung im Bereich der Betriebswirtschaftslehre und damit das „sozio-“ und sozio-technischen System.
3 Boh et al., 2026
4 Dass diese Idee auch praktische Relevanz hat, zeigen zum Beispiel Bestrebungen natürlichen „Akteuren“ (wie Flüssen, Gebirgen, oder Wäldern) auch verfassungsmäßige Rechte einzuräumen, (Vgl. z.B. Roda Verheyen, Juristin), in: https://open.spotify.com/episode/7fqCDxTlezXAgQ09Yajjn6?si=rQ-MYPtlQV-xkvs0cdW4OQ
5 Vgl. SVR-Gutachten 2023, Kapitel 2.1 – Risiken und Folgen des Klimawandels
6 Zeiss, 2021
7 Recker et al., 2024
8 Rønn et al., 2025
9 Crawford, 2021

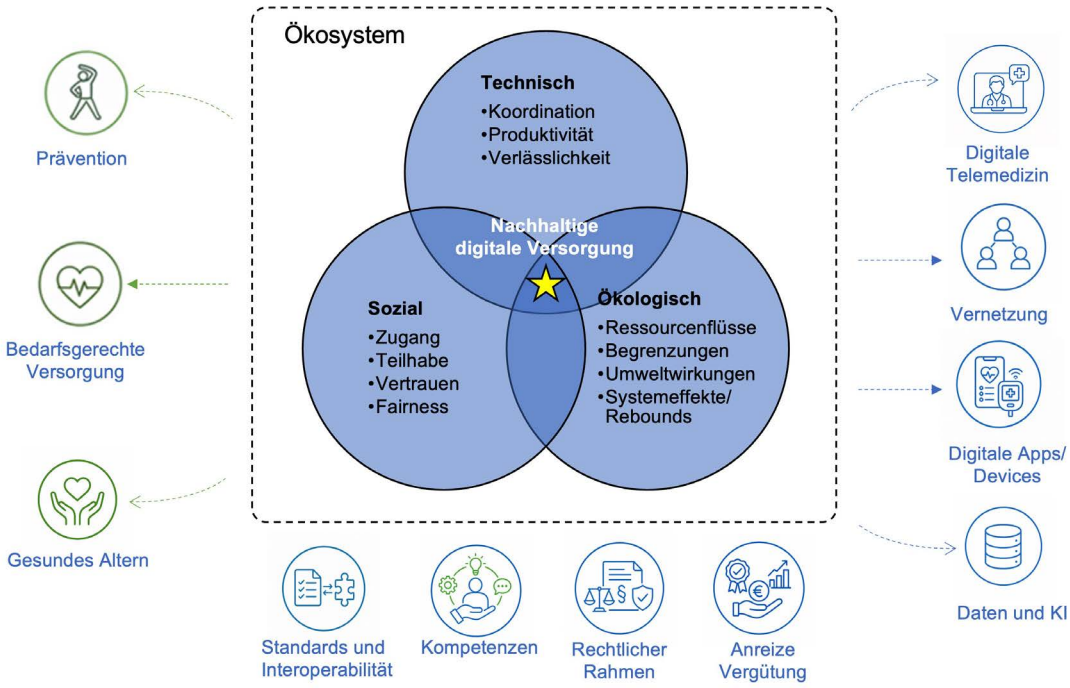

Abbildung 1. Das Ökosystem der Digitalisierung.
Der Orientierungsrahmen verbindet Nachhaltigkeitsprinzipien (Mitte), Versorgungsketten (links), digitale Versorgungsbausteine (rechts) und die grundlegenden Voraussetzungen (unten), die eine gemeinsame Betrachtung von Digitalisierung und Nachhaltigkeit möglich machen.

In den Wirtschaftswissenschaften wird der Begriff „Ökosystem" häufig als reine Analyseeinheit verwendet, etwa für Business- oder Innovationsökosysteme[10,11]. Im Mittelpunkt steht dabei die Frage, wie Unternehmen und andere Akteur:innen miteinander kooperieren, sich abstimmen und gegenseitig stärken. Spätestens seit COVID-19 ist dabei auch klar geworden, dass solche Systeme robust und widerstandsfähig sein müssen[12]. Gleichzeitig wird der Begriff schon sehr lange in den Umweltwissenschaften in seinem ursprünglichen Sinne verwendet und beschreibt darin natürliche Ökosysteme unter anderem anhand ihrer Biodiversität, Stabilität, abiotischen Faktoren[13]. Diese beiden Sichtweisen sind lange unverbunden geblieben.

Zunehmend wird der Begriff aber auch als theoretische Perspektive verstanden, die oft als ökologisches Denken oder „Ökosystem-Denken" bezeichnet wird[14] und die lange Zeit unverbundenen Perspektiven zusammenführt. Diese Perspektive hilft dabei, Abhängigkeiten über etablierte Grenzen hinweg sichtbar zu machen, etwa zwischen biologischen, materiellen, sozialen, technischen und natürlichen Dimensionen. Dadurch werden größere Beziehungsmuster erkennbar, also Ökosysteme im weiteren Sinne[15]. Im Mittelpunkt stehen dabei zwei Fragen: Welche Muster von Verbindungen entstehen? Und wie verändern sich diese Muster im Zeitverlauf?

10 van Alstyne et al., 2024
11 Jacobides, et al., 2018
12 SVR Gutachten, 2023
13 Loreau et al., 2001
14 Engert et al., 2025; Márton, 2022; Wang P, 2021
15 Márton & Ens, 2025

Ökosystem-Denken erlaubt damit nicht nur zu untersuchen, wie verschiedene Elemente miteinander verbunden sind, sondern auch, wie sich diese Verbindungen verändern. Es geht also um Dynamiken oder anders gesagt: darum, wie sich Veränderung selbst verändert[16]. Ein anschauliches Beispiel dafür sind die sich selbst verstärkenden Dynamiken des Treibhauseffekts. Eine anfängliche Erwärmung löst Prozesse aus, die die Erwärmung weiter verstärken, statt sie zu bremsen, auch wenn der Auslöser, die CO_2 Ursache gleichbleibend ist bzw. beseitigt wurde. Hier werden selbstverstärkende Dynamiken und Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Systemen besonders deutlich.

Unsere Darstellung verbindet dabei vier Bereiche: das Ökosystem selbst und Leitprinzipien seiner nachhaltigen Gestaltung (die Mitte der Abbildung), eine Kette nachhaltiger Versorgung (auf der linken Seite), digitale Versorgungsbausteine (die rechte Seite der Abbildung) und ein tragfähiges Fundament (die untere Seite der Abbildung). Die Kette der nachhaltigen Versorgung umfasst Prävention (ganz oben links), bedarfsgerechte Versorgung inklusive einer ressourcenschonenden stationären Versorgung (Mitte links) und ein lebenswürdiges gesundes Altern (linker unterer Bereich). Die vier digitalen Bausteine wurden ausgewählt, um für GKV-nahe Versorgungspfade relevant zu sein und bildete die Grundlage für die Suche und Analyse der Studien. Die Bausteine umfassen Telemedizin einschließlich Remote Monitoring, Vernetzung (z.B. elektronische Gesundheitsakten[17] und Patientenportale), digitale Apps und Medizinprodukte sowie KI und Automatisierung. Das Fundament besteht aus Standards und Interoperabilität, rechtlichem Rahmen und Kompetenzen.

1.2 Leitprinzipien der Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit wird in diesem Bericht mehrdimensional verstanden. Digitalisierung im Ganzen und einzelne digitale Interventionen sind nachhaltig, wenn sie sozial (z. B. Versorgungsqualität, Zugang, Teilhabe), ökologisch

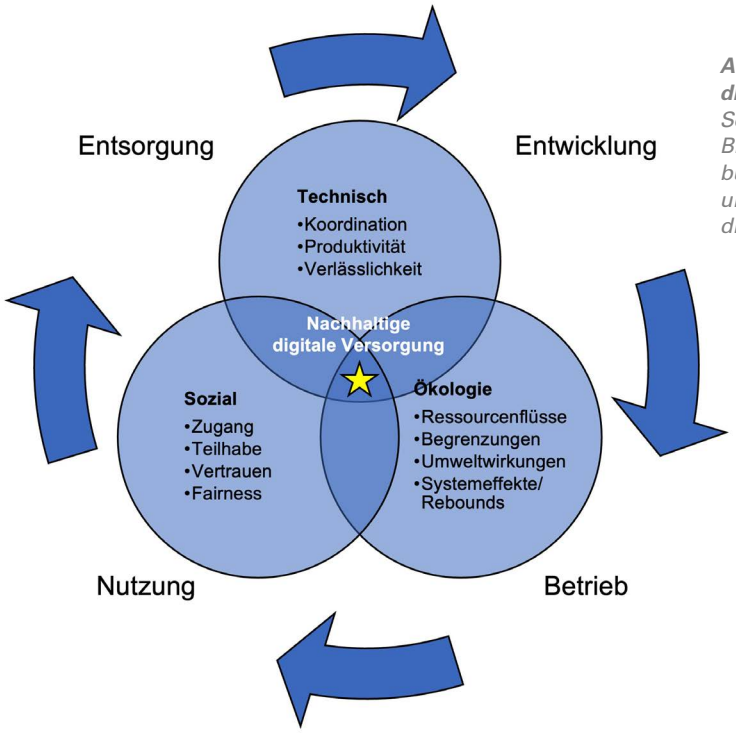

Abbildung 2. Nachhaltigkeit als dreidimensionaler Maßstab. *Soziale Wirkungen, ökologische Bilanz und ökonomisch-systemische Robustheit werden gemeinsam bewertet und bilden den Mehrwert digitaler Interventionen.*

16 Bateson, 2000
17 Im Folgenden wird „elektronische Gesundheitsakten" als Oberbegriff verwendet; die elektronische Patientenakte (ePA) ist die zentrale deutsche Ausprägung.

(z. B. Umweltwirkung, Reboundeffekte) und ökonomisch-systemisch (z. B. Produktivität, Verlässlichkeit) einen Mehrwert für Patient:innen und die Gesellschaft leisten. Ein reiner Effizienzgewinn durch Digitalisierung ist somit nicht erstrebenswert, wenn er gleichzeitig Personen exkludiert, zusätzliche Emissionen verursacht oder die Technologie unzuverlässig in der Nutzbarkeit ist. Umgekehrt reicht eine positive Umweltbilanz allein nicht aus, wenn Versorgungsqualität, Sicherheit oder Zugang nicht ausreichend sichergestellt werden können.

Der Ansatz schließt an die WHO-Perspektive umweltverträglicher Gesundheitssysteme an: Gesundheitssysteme sollen Gesundheit verbessern oder erhalten und zugleich negative Umweltwirkungen minimieren sowie Chancen zur Verbesserung von Umwelt und Gesundheit nutzen[18],[19]. Für den digitalen Gesundheitsbereich erweitert dieser Bericht die Perspektive: Neben Umweltwirkungen werden auch soziale Teilhabe, Fairness, Versorgungssicherheit und Systemrobustheit als gleichrangige Bewertungsdimensionen behandelt. Neuere One-Health-Ansätze stützen diese Breite, weil sie menschliche Gesundheit, Tiergesundheit, Umwelt und sozioökoanomische Strukturen als miteinander verflochtene Systeme verstehen[20].

Damit entstehen Zielkonflikte, die nicht übersehen werden dürfen. Patientensicherheit kann mit Wiederverwendung und Kreislaufwirtschaft kollidieren. Niedrigschwellige digitale Zugänge können zusätzliche Bedarfe erzeugen. Datennutzung kann die Koordination verbessern, zugleich jedoch Datenschutz-, Verzerrungs- und Vertrauensprobleme verstärken. KI kann Fachkräfte entlasten und Prozesse effizienter gestalten, bringt jedoch zugleich einen höheren Bedarf an Rechenressourcen, steigende Emissionen sowie Risiken durch Intransparenz und Verantwortungsverschiebungen mit sich. Nachhaltige Digitalisierung verlangt daher nicht die Optimierung eines einzelnen Kriteriums, sondern eine explizite Abwägung verschiedener Spannungsfelder.

1.3 Begriffsrahmen: Nachhaltigkeit in der Digitalisierung und durch Digitalisierung

Nachhaltigkeit in der Digitalisierung und Nachhaltigkeit durch Digitalisierung, macht zwei verschiedene Ebenen sichtbar. Gemeint ist einerseits die nachhaltige Gestaltung der digitalen Technologien und Infrastrukturen selbst[21], andererseits ihre Wirkungen auf Versorgung, Ressourceneinsatz und Teilhabe[22].

Zur ersten Perspektive – der Nachhaltigkeit in der Digitalisierung – gehören etwa Emissionen, Stromverbrauch und Strommix, Rechenleistung, Geräte, Netze, Beschaffung sowie die materielle Infrastruktur digitaler Anwendungen. Zur zweiten Perspektive – der Nachhaltigkeit durch Digitalisierung – zählen die tatsächlichen Effekte digitaler Anwendungen in der Versorgung, etwa vermiedene Wege[23], weniger Medienbrüche, geringerer Materialverbrauch, bessere Kontinuität der Behandlung oder weniger Wiederaufnahmen, zum Beispiel durch Telemedizin oder elektronische Gesundheitsakten.

Praxisnah zeigen sich Ansatzpunkte für nachhaltige Digitalisierung dort, wo digitale Anwendungen reale Belastungen tatsächlich vermeiden. Beispiele sind Videosprechstunden in ländlichen Räumen, digitale statt papiergebundene Kommunikationspfade oder datenbasierte Ressourcensteuerung in den Einrichtungen des Gesundheitswesens. Entscheidend ist jedoch, dass diese Effekte nicht nur nominell, sondern im Versorgungsalltag tatsächlich eintreten. Ebenso wichtig bleibt, dass auch die digitale Infrastruktur selbst energie- und ressourcensensibel gestaltet wird.

18 WHO Regional Office for Europe, 2017
19 Vgl. auch SVR-Gutachten 2023 Exkurs zu Planetary Health (S. 26)
20 Winkler et al., 2025
21 In der wissenschaftlichen Literatur spricht man auch von „Green IT“ (vgl. Alsdorf et al., 2023)
22 Hier spricht man auch von „Green IS“ (vgl. Alsdorf et al., 2023)
23 Das SVR-Gutachten von 2023 spricht als wesentliche Indikatoren in diesem Bereich von Krankentransporten, stationären Einweisungen und ambulanten Ärzt:innenkontakten.

Politisch und strategisch sinnvoll werden beide Perspektiven daher erst, wenn sie zusammen betrachtet werden. Eine digital gestützte Versorgung kann zwar soziale oder ökologische Vorteile erzeugen, diese aber teilweise wieder verlieren, wenn die zugrunde liegende Infrastruktur besonders energieintensiv, materialaufwendig ist oder exkludierend wirkt. Umgekehrt kann eine vergleichsweise effiziente digitale Infrastruktur ihren Nutzen verfehlen, wenn die Anwendungen im Versorgungspfad keinen spürbaren Mehrwert erzeugen. Nachhaltige Digitalisierung liegt deshalb nur dann vor, wenn beide Ebenen in der Gesamtbilanz positiv ausfallen.

Zur Nachhaltigkeit in der Digitalisierung gehört zudem mehr als der Energieverbrauch durch die Rechenleistung der Digitaltechnologien. Gerade bei digitalen Medizinprodukten und vernetzter Gerätetechnik prägen auch die Langlebig- und Reparierbarkeit der Produkte, sowie deren Recyclingoptionen die Nachhaltigkeitsbilanz. Neuere Arbeiten zur Zirkularität des Gesundheitswesens und aktuelle Politikprogramme verstehen digitale Gesundheit deshalb ausdrücklich auch als Beschaffungs- und Kreislauffrage[24].

Abbildung 3. Nachhaltigkeit „in der" versus „durch die" Digitalisierung.
Nachhaltigkeit ist ein Ergebnis von Systemdynamiken – nicht einzelner Technologien.

Die Frage, woran nachhaltige digitale Technologien erkannt werden können, gewinnt dabei zunehmend an Bedeutung. Anders als bei Haushaltsgeräten existiert für digitale Anwendungen bislang kein einheitliches und allgemein etabliertes Nachhaltigkeitslabel[25]. Während Verbraucher:innen bei Kühlschränken oder Waschmaschinen auf Energieeffizienzklassen (A–G) zurückgreifen können, fehlen vergleichbare Transparenzsysteme für Websites, digitale Gesundheitsanwendungen, KI-Systeme oder digitale Dienstleistungen bislang weitgehend. Erste Transparenzansätze bestehen beispielsweise in Form des Blauen Engels für ressourcen- und energieeffiziente Software. So weist etwa der IT-Refurbisher AfB auf Basis von Ökobilanzstudien unter anderem mit der TU Berlin Umweltentlastungen durch die Wiederverwendung von IT-Geräten aus. in allgemein anerkanntes, produktübergreifendes Klassifizierungssystem, das neben Energieverbrauch auch Kriterien wie Langlebigkeit oder Reparierbarkeit zusammenführt, existiert bislang jedoch nicht[26]. Die Be-

24 Rønn et al. 2025; Hoveling et al. 2024
25 Naumann et al., 2011
26 Scheumann & Finkbeiner, 2013

wertung erfolgt daher häufig anhand verschiedener Einzelkriterien, etwa Energieverbrauch, CO_2-Emissionen, Ressourceneinsatz, Langlebigkeit, Reparierbarkeit, Barrierefreiheit, Interoperabilität und digitaler Teilhabe[27]. Erste Ansätze bestehen in Form von Umweltzeichen, Nachhaltigkeitsstandards, Green-Coding-Initiativen und Kriterien nachhaltiger Beschaffung. Ein allgemein anerkanntes Ampel- oder Klassifizierungssystem, das digitale Technologien ähnlich transparent bewertet wie Energieeffizienzlabels bei Haushaltsgeräten, existiert bislang jedoch nicht.

1.4 Relevante Akteur:innen

Nachhaltige Digitalisierung entsteht selten in einer einzelnen Organisation. Die Akteur:innen, die den Bereich Digitalisierung und Nachhaltigkeit prägen sind u.a. Leistungserbringende, Organisationen in der Primär- und Sekundärversorgung, Recyclingunternehmen, Politik und Wissenschaftsinstitutionen sowie zunehmend auch die IT-Hersteller:innen im Medizin- und Gesundheitsbereich. Außerdem spielt die pharmazeutische und Medizintechnikbranche eine wichtige Rolle.

Diese Akteur:innen treffen in unterschiedlichen Anwendungsfeldern aufeinander – von Telemedizin über die Steuerung von Versorgungsleistungen durch elektronische Gesundheitsakten bis hin zur Nutzung von Wearables bei der Behandlung von Patient:innen und der Integration von KI-Tools in Krankenhausinformationssystemen. Nachhaltigkeitsaspekte entstehen so fast immer im Zusammenspiel verschiedener Akteur:innen.

Die GKV erscheint dabei selten als direkte Betreiberin von Technologien, aber regelmäßig als zentrale Instanz für Vertragsdesign, Inklusion und Monitoring. Diese Mittlerrolle ist für eine nachhaltigkeitsorientierte Digitalisierung systemisch wichtiger als eine rein technische Betreiber:innenperspektive.

Tabelle 1. Akteur:innen- und Anwendungslandschaft nachhaltiger digitaler Versorgung. *Nachhaltige Digitalisierung entsteht im Zusammenspiel von Versorgung, Versicherten, GKV, Regulierung, Industrie, Dateninfrastruktur, Forschung sowie Nachhaltigkeitswirtschaft.*

Stakeholder-Gruppe	Rolle im Ökosystem	Beispiele
Patient:innen, Versicherte und Angehörige	Nutzen digitale Angebote; bringen Daten, Präferenzen und Versorgungserfahrungen ein und entscheiden durch Akzeptanz, Zugang und Gesundheitskompetenz über die tatsächliche Wirkung digitaler Versorgungsangebote.	Versicherte, chronisch Kranke, ältere Menschen, Menschen mit Behinderung, Angehörige, Patient:innenvertretungen.
Leistungserbringende	Übersetzen digitale Bausteine in Routineversorgung; verantworten Diagnostik, Therapie, Monitoring, Dokumentation und Eskalationsentscheidungen.	Niedergelassene Ärzt:innen, MVZ, Pflege, Therapeut:innen, Apotheken, Krankenhausambulanzen.

weiter auf nächster Seite

27 European Parliament & Council of the European Union, 2024

Stakeholder-Gruppe	Rolle im Ökosystem	Beispiele
Krankenhäuser und stationäre Einrichtungen	Betreiben ressourcenintensive Versorgungsprozesse und digitale Kernsysteme; gestalten stationäre Entlastung, Virtual Wards, elektronische Gesundheitsakten, KI-gestützte Prozesse und nachhaltige Beschaffung.	Kliniken, Krankenhaus-IT, Pflegeleitungen, OP-/Anästhesie, Einkauf, Nachhaltigkeits-management.
Gesetzliche Krankenkassen	Können nachhaltige Digitalisierung über Vertragsbedingungen, Versorgungsprogramme, Qualitätssicherung, risikogruppenspezifische Prävention, Datenstrategie, Teilhabeförderung und Wirkungsmessung beeinflussen. Mit § 25b SGB V und dessen geplanter Erweiterung im GeDIG treten datengestützte Risikoerkennung und individuelle Versichertenansprache hinzu.	Versorgungs-management, Selektivverträge, personalisierte Präventionsangebote, Qualitäts- und Datenmanagement, datengestützte Auswertungen nach § 25b SGB V, GKV-SV
Anbieter digitaler Technologien, MedTech und Pharma-Industrie	Entwickeln und betreiben digitale Anwendungen, Plattformen, Medizinprodukte und Infrastruktur; prägen Interoperabilität, Nutzbarkeit, Support, Datensicherheit und ökologische Auswirkungen, treiben und skalieren Innovation.	DiGA-/DiPA-Anbieter, Telemedizinplattformen, KIS-/ePA-Anbieter, MedTech- und Pharmazeutische Unternehmen, KI- und Cloud-Anbieter; Start-ups.
Politik und Regulierung	Setzen rechtliche, finanzielle und institutionelle Rahmenbedingungen; definieren Standards, Datenschutz, Datennutzung, Zulassung, Vergütung und Interoperabilitätsanforderungen.	BMG, gematik, G-BA, BfArM, KBV/KZBV, DKG, Landesbehörden, EU-Regulierung.
Daten- und Infrastrukturakteure	Sichern technische und semantische Anschlussfähigkeit; ermöglichen Datenflüsse, IT-Sicherheit, Register, Schnittstellen und belastbare Evaluation.	gematik, mio42, HL7/FHIR-Communities, Registerbetreiber, Rechenzentren, IT-Sicherheits- und Datenschutzstellen.
Recycling- und Nachhaltigkeitswirtschaft	Schließen Lebenszyklen digitaler Geräte und Medizinprodukte; unterstützen Rücknahme, Wiederaufbereitung, Recycling, Energieeffizienz und ökologische Bilanzierung.	Refurbisher, Recyclingunternehmen, Entsorger, Reprozessoren (AMDR), Nachhaltigkeitsberatung, Energieanbieter, Beschaffungsnetzwerke.
Forschung, Evaluation und Wissenspartner	Prüfen Evidenz, Mehrwerte, Fairness, Verzerrungen, Ökobilanzen und Implementationsbedingungen; begleiten und evaluieren Pilotierungen, bilden Grundlage für Skalierungsentscheidungen.	Universitäten, Versorgungsforschung, Public Health, Health Technology Assessment-Institute, Fachgesellschaften, Evaluationspartner.

2. Methodik des Reports

2.1 Verwendete Daten und Methodik des Berichts

Der Bericht basiert auf einer narrativen Zusammenstellung verfügbarer Quellen, ergänzt um eine strukturierte Kurzauswertung und Evidenzübersicht. Die Kurzauswertung fokussiert zwei Fragen: Erstens, wo Nachhaltigkeitswirkungen digitaler Technologien entlang der Versorgungskette diskutiert und empirisch untersucht werden (systematisches Mapping) und zweitens, unter welchen Bedingungen zentrale digitale Bausteine einen zusätzlichen Nutzen für Nachhaltigkeit entfalten, unter welchen Bedingungen dieser Nutzen ausbleibt oder durch gegenläufige Effekte vermieden wird (Wirkungen und Trade-offs: Akzeptanz- und Wirkungsanalyse).

Ausgangspunkt ist eine Arbeitsdefinition von Nachhaltigkeit in und durch Digitalisierung im Gesundheitswesen, die ökologische, soziale und ökonomische Dimensionen über den gesamten Lebenszyklus digitaler Technologien umfasst.

Die Literaturrecherche erfolgte in PubMed und Web of Science unter Verwendung strukturierter Suchstrings zu Digitalisierung, Gesundheitswesen und Nachhaltigkeit. Insgesamt wurden folgende Treffer identifiziert: PubMed (FF1: n = 3.413; FF2: n = 239) sowie Web of Science (FF1 & FF2: n = 49, journalspezifisch eingeschränkt). Zusätzlich wurde eine Suche in der „grauen Literatur“ via Google mit den Stichworten aus den Suchstrings durchgeführt, um insbesondere Best-Practice-Beispiele und nicht-wissenschaftliche Beiträge zu identifizieren.

Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden vorab definiert, getrennt nach Suchstring operationalisiert und im zweistufigen Screening (Titel/Abstract, Volltext) angewendet.

Einschlusskriterien Suchstring 1 (FF1 – systemisches Mapping):

1. Gesundheitswesenbezug: Studien im Kontext von Versorgung, Organisation oder Kostenträger:innen (ambulant, stationär, administrativ inkl. GKV).
2. Digitalisierungsfokus: Zentrale Betrachtung einer digitalen Technologie bzw. eines definierten Handlungsfelds (z. B. Telemedizin, KI, ePA, Green IT).
3. Nachhaltigkeitsbezug: Explizite oder implizite Analyse ökologischer, sozialer oder ökonomisch-systemischer Effekte (inkl. Proxies wie Ressourcen-, Prozess- oder Kosteneffizienz).

Einschlusskriterien Suchstring 2 (FF2 – Wirkungen und Trade-offs: Akzeptanz- und Wirkungsanalyse):

1. Gesundheitswesenbezug und Digitalisierungsfokus (wie oben).
2. Nachhaltigkeits- bzw. Wirkungsbezug: Analyse von Chancen, Risiken oder Folgeeffekten digitaler Technologien (z. B. ökologische Effekte, Equity, Datenschutz, Bias, Systemwirkungen).
3. 3. Stakeholderperspektive: Explizite Bewertung, Wahrnehmung oder Impact-Analyse aus Sicht relevanter Akteur:innen (z. B. Patient:innen, Leistungserbringer:innen, Kostenträger:innen, Politik).

Eingeschlossen wurden demnach wissenschaftliche Studien, gesundheitsökonomische Arbeiten, Public-Health-Beiträge, politikorientierte Analysen und ausgewählte Strategiedokumente.

Ausgeschlossen wurden u. a. Studien ohne klaren Gesundheits- oder Digitalisierungsbezug, ohne Nachhaltigkeitsdimension, rein technische oder algorithmische Arbeiten ohne Anwendungskontext, rechtliche Abhandlungen ohne Wirkungsbezug sowie Reviews und Studienprotokolle.

Die eingeschlossenen Studien wurden daraufhin betrachtet, welche Wirkmechanismen und Kontextbedingungen beschrieben werden und ob unbeabsichtigte Effekte auftreten. Dabei wurde unter anderem untersucht, ob digitale Interventionen tatsächlich Versorgungslast substituieren oder lediglich zusätzliche Leistungen erzeugen, welche Bevölkerungsgruppen profitieren und wo zusätzliche Belastungen entstehen. Zudem wurde analysiert, wo Rebound-Effekte, Zusatzaufwände, Exklusion, Verzerrungen und welche eigene ökologische Belastung mit digitalen Lösungen verbunden ist.

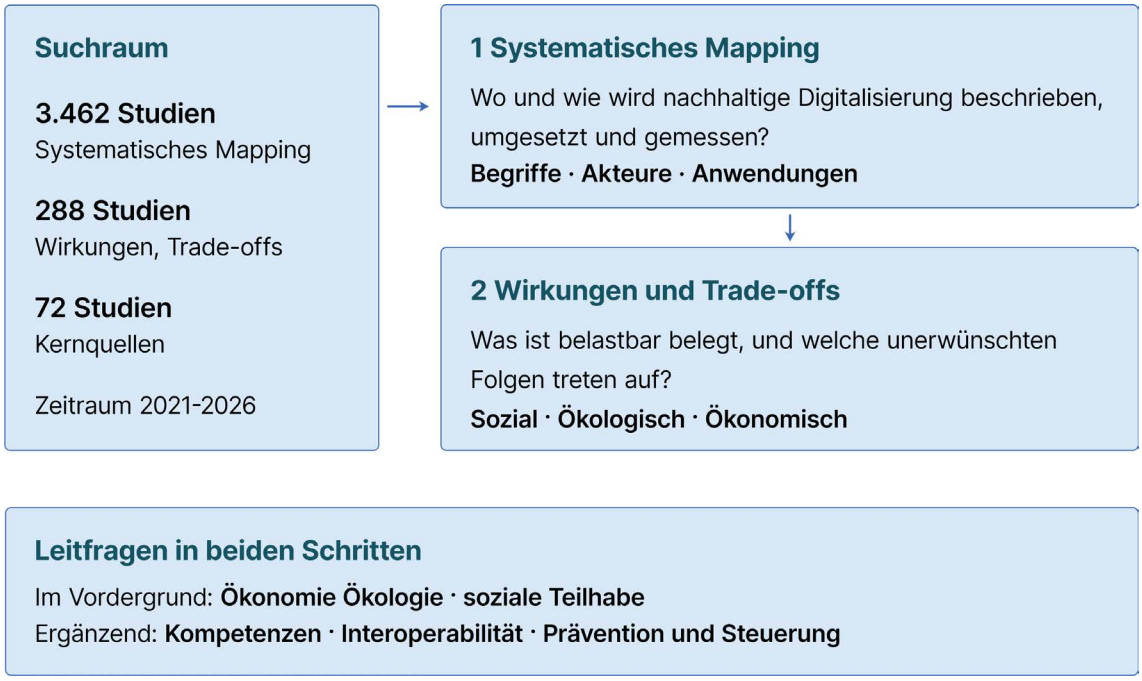

Abbildung 4. Vorgehen im Rahmen der strukturierten Kurzauswertung. *Der Report verbindet systemisches Mapping mit Wirkungsanalyse, Kontextbedingungen und negativen Folgeeffekten.*

2.2 Übersicht über verfügbaren Erkenntnisstand

Zur besseren Lesbarkeit unterscheidet der Bericht zwischen drei Formen der Studienlage. Robust beschrieben bedeutet: Es liegen hochwertige Reviews, randomisierte Studien oder konsistente multizentrische Beobachtungsdaten vor, die eine Richtung der Wirkung plausibel und wiederholt zeigen. Vielversprechend, aber kontextabhängig bedeutet: Positive Wirkungen sind sichtbar, hängen jedoch stark von Zielgruppe, Implementationsqualität oder Messkonzepten ab. Noch wenig untersucht bedeutet: Es gibt plausible Wirkungshypothesen, qualitative Hinweise oder Einzelfälle an Studien, die zeigen, dass Digitalisierung eine vielversprechende protektive Umweltwirkung entfalten kann, aber keine belastbare Grundlage bietet.

Die Studienlage ist dabei deutlich ungleich verteilt: Viele Studien befassen sich mit stationären Prozessen, Versorgungssteuerung, Telemedizin, elektronischen Gesundheitsakten, Patientenportalen, Krankenhausprozessen und datenbasierter Koordination. Deutlich weniger Studien untersuchen frühe Prävention, sektorenübergreifende Kontinuität und digitale Versorgung für ein gesundes Altern. Diese Verteilung beschreibt vor allem die Häufigkeit der Forschung, erlaubt jedoch nicht unmittelbar Rückschlüsse auf die tatsächliche Größe oder Richtung möglicher Nachhaltigkeitseffekte.

3. Einfluss der Digitalen Versorgungsbausteine: Potenziale, Herausforderungen, Akzeptanz- und Impact-Assessment inklusive negativer Folgeeffekte

Die folgenden Abschnitte fassen die Erkenntnisse aus der Literaturrecherche zu den vier digitalen Versorgungsbausteinen digitale Telemedizin, Vernetzung, digitale Apps und Devices sowie Daten und KI zusammen. Entscheidend ist, ob der jeweilige Baustein reale Versorgung ersetzt, besser koordiniert oder qualitativ verbessert – und ob dieser Effekt auch unter Routinebedingungen stabil bleibt.

Die Darstellung folgt je Abschnitt derselben Logik: eine Zusammenfassung der Studienlage und eine Bewertung entlang sozialer, ökologischer und ökonomisch-systemisch Nachhaltigkeit.

3.1 Digitale Telemedizin

Studienlage: Vergleichsweise gut belegt ist, dass Telemedizin Emissionen senken kann, wenn sie tatsächlich Reisewege oder Präsenzkontakte ersetzt; die Höhe des Effekts variiert jedoch deutlich nach Kontext. Für Zugang und Versorgungsqualität ist sie indikations- und zielgruppenabhängig. Ökonomisch ist Telemedizin vor allem dann wirkungsvoll, wenn sie reale Kontakte, Wege oder Überweisungen ersetzt und nicht zusätzliche Nutzung erzeugt.

Telemedizin ist historisch aus der Überbrückung räumlicher Distanz entstanden. Inzwischen ist sie ein Baustein hybrider Versorgung: Videosprechstunden[28] digitale Nachsorge und Fernüberwachung (Remote Monitoring) können Patient:innen früher erreichen und Fachwissen schneller verfügbar machen. Nachhaltig wird Telemedizin erst, wenn klar ist, welchen analogen Aufwand sie ersetzt, welche Versorgungslücke sie schließt und welche Gruppen dadurch tatsächlich erreicht werden.

Soziale Nachhaltigkeitsbilanz.

Die soziale Bilanz der Telemedizin hängt zuerst von Indikation und Einbettung ab. Die neuere Telemedizinliteratur trennt deshalb deutlich zwischen bloßem Zugangseffekt und echtem Versorgungsersatz. Ein in Opioidbehandlungsprogrammen integriertes Telemedizinmodell für Hepatitis-C-Behandlung (New York State, USA) erreichte im randomisierten Design deutlich höhere Behandlungsaufnahme und Heilungsraten als die externe fachärztliche Überweisung; entscheidend war hier die Einbettung in einen ohnehin genutzten Versorgungspunkt[29]. Auch große Modelle basierend auf Versorgungsdaten stützen diese Logik: Ein öffentlicher COVID-19-Telehealth-Service war in einer ressourcenbegrenzten Region in Brasilien mit geringeren Hospitalisierungschancen ohne Mortalitätsanstieg verbunden[30]. Eine andere Studie aus Brasilien untersuchte mit dem Projekt UBS+Digital die Implementierung von Telekonsultationen in Gebieten ohne ansässige Ärzt:innen vor Ort. Teil der multizentrischen Studie waren 15 brasilianische Primärversorgungseinheiten, die im Zeitraum von März-November 2023 mit 342 geschulten Fachkräften 6.312 Telehealth-Sitzungen durchführten; von 6.140 Telekonsultationen konnten 5.219, also rund 85 %, ohne Weiterleitung gelöst werden[31].

Digitale Kommunikationsangebote verbessern Teilhabe jedoch nicht automatisch. Patientenportale zeigen besonders klar, warum digitale Infrastruktur allein keine gleichheitsfördernde Intervention ist: Eine amerikanische Studie untersuchte die Disparitäten in der Nutzung von Patientenportalen anhand 366.871 Bluthochdruck-Patient:innen. Es bestanden deutlich unterschiedliche Nutzungsraten nach kultureller Herkunft (race/ethnicity), Sprache und Versicherung[32]. Eine andere Studie in den USA konnte zeigen, dass in 1.280.924 Notaufnahmekontakten nur 17,4 % das Portal in Echtzeit nutzten, wobei Männer und unversicherte Personen geringere Nutzungswahrscheinlichkeiten hatten[33]. Primärversorgungsleitungen

28 Die Anzahl der Videosprechstunden lag 2024 in Deutschland bei 2,7 Millionen (zi.de, 2025)
29 Talal et al. 2024
30 Oliveira et al. 2024
31 Lamas et al. 2025
32 Khatib et al. 2024
33 Turer et al. 2024

beschrieben Telemedizin als ausgereiften, aber arbeitsablauf- und zugangsabhängigen Baustein; NHS-bezogene KI-Interviews fanden positive Erwartungen, aber Barrieren, Akzeptanzfragen und den Bedarf an gezielter Implementationsarbeit[34].

Teilhabe entsteht daher nicht allein durch digitale Angebote, sondern durch begleitende Unterstützung, verständliche Prozesse und persönliche Vermittlung. In gemeindebasierten Versorgungskontexten reduzierten Mitarbeitende durch Abschirmung vor kognitiver Überlastung, Schemaaufbau und emotionaler Unterstützung die Nutzungsbarrieren von Videosprechstunden und Portalen; mehrsprachige Arbeitsabläufe verbesserten die Beratung und Unterstützung in der Sprache der Patient:innen, blieben aber durch Prozesse der elektronischen Gesundheitsakten und Portale begrenzt[35]. Milbank-Analysen aus dem Jahr 2020 zeigen, dass unter den untersuchten 31.564 Postleitzahlgebieten (ländliche Gebiete: 45,3 %/14.052; städtische Gebiete: 54,7 %/17.512) 39,5 % der ländlichen und 16,6 % der städtischen Gemeinden in den USA mehr als 30 Minuten von der nächsten Geburtsklinik entfernt waren und zugleich den schlechtesten Zugang zu digitalen Technologien aufwiesen. In diesen Regionen verfügten 13,6 % der ländlichen und 11,4 % der städtischen Haushalte über keinerlei Endgeräte, wodurch in Kombination mit höherer Armut und fehlendem Versicherungsschutz eine „duale Barriere" beim Zugang zur Gesundheitsversorgung entsteht[36].

Ökologische Nachhaltigkeitsbilanz.

Ökologisch lässt sich kein klarer Befund für eine Überlegenheit von Telemedizin gegenüber einer Behandlung in Präsenz zeigen. Ein systematisches Review beziffert Einsparungen je nach Kontext auf 0,70 bis 372 kg CO_2e pro Konsultation; die Emissionen des digitalen Systems selbst sind im Vergleich zu vermiedenen Reisen meist gering[37]. Eine klinische Fallstudie aus der präoperativen Versorgung fand eine Reduktion um 8,09 kg CO_2e beziehungsweise 9,6 % pro Patient:in; bei optimierter Prozessadhärenz wären 26,16 kg CO_2e beziehungsweise 31 % möglich gewesen[38].

Die ökologische Lesart darf jedoch nicht auf Telekontakte verengt werden. Die Green-Anesthesia-Initiative zeigt, dass Nachhaltigkeit auch über Prozesssteuerung jenseits klassischer digitaler Technologien erreichbar ist: Nach der Intervention sanken die geschätzten CO_2-Äquivalente um 14,38 kg pro Patient*in, ohne klinisch relevante Verschlechterung der Patientensicherheitsendpunkte[39]. Daraus folgt: Digitale Kommunikation ist vor allem dann ökologisch wirksam, wenn sie in einen Prozess eingebettet wird, der reale Wege, Doppeluntersuchungen oder vermeidbare Abläufe reduziert.

Ökonomische Nachhaltigkeitsbilanz.

Für die Wirtschaftlichkeit von Telemedizin zeigt die Studienlage kein einheitliches Bild; Kosten und Entlastung hängen stark vom konkreten Versorgungsmodell ab. Eine Virtual-Ward-Analyse im NHS mit 668 Patient:innen (318 Virtual-Ward-Patient:innen und 350 gematchten Krankenhauspatient:innen) warnt vor überzogenen Wirtschaftlichkeitserwartungen: Die virtuelle Station setzte rechnerisch etwa drei Krankenhausbetten pro Tag frei ging aber mit einer höheren Wiederaufnahmerate einher[40]. Solche Wirtschaftlichkeitsbefunde sind allerdings nicht ohne Weiteres übertragbar. Was ein frei gewordener Stationstag wert ist, hängt an der jeweiligen Vergütungssystematik, und die unterscheidet sich zwischen Gesundheitssystemen erheblich. Der Befund zur Wiederaufnahmerate ist dagegen versorgungsbezogen und damit systemunabhängig relevant.

Schnittstellen zur elektronischen Gesundheitsakte zeigen dieselbe Bedingungslogik. Leitlinienbasierte perioperative Pfade wurden erst dort tragfähig implementiert, wo Kliniken Bausteine elektronischer Gesundheitsakten mit

34 Rabinowitz et al. 2023; Fazakarley et al. 2023
35 Williamson et al. 2024; Liu et al. 2026
36 Hung et al. 2023
37 Purohit et al. 2021
38 Wang EY et al. 2021
39 Colquhoun et al. 2025
40 Jalilian et al. 2024

multiprofessionellen Steuerungsprozessen verbanden; zugleich war hohe Telemedizinintensität in zwei universitätsklinischen Zentren mit mehr Dokumentationszeit pro geplantem Patient:innenkontakt verbunden[41].

Wenn digitale Kommunikation mit KI- oder Automatisierungsbausteinen gekoppelt wird, verschärfen sich Fragen zum zielgerichteten Einsatz der Technologien. Generative Antwortentwürfe in elektronischen Gesundheitsakten verlängerten z.B. in einer JAMA-Network-Open-Studie die Antworttexte und erhöhten die Lesezeit, ohne die Antwortzeit zu verändern[42]. Andere Untersuchungen kommen zu unterschiedlichen Befunden hinsichtlich wahrgenommener und tatsächlicher Zeitersparnis in verschiedenen Nutzer:innengruppen. In der Versorgung ergibt sich ein anderes Bild: KI-gestützte kardiovaskuläre Risikobewertung verbesserte dagegen in einer randomisierten Vignettenstudie die Risikoklassifikation in ressourcenbegrenzten Settings[43]. Stakeholder-Interviews zur Priorisierung von Dolmetscherleistungen beschrieben Nutzenpotenzial für Patient:innen mit Sprachbarrieren, zugleich aber Risiken durch Transparenzprobleme, Stigmatisierung, Alert Fatigue und Nachfrage-Angebots-Konflikte[44].

Auch angrenzende digitale Programme zeigen, dass der ökonomische Wert aus der Einbettung der Technologie in den Versorgungspfad entsteht. Eine digitale muskuloskelettale Versorgung war in einer gematchten Kohorte mit geringerer 12-Monats-Inzidenz von Operationen assoziiert, was Potenzial zur Verringerung nicht notwendiger Behandlungen birgt[45]; ein digitales hierarchisches Katarakt-Screening dominierte ökonomisch in Modellanalysen zu alternativen Screeningstrategien in urbanem und ruralem China[46].

Die Medicare-Gesamtanalyse mit rund 30 Millionen Versicherten zeigt ein potenzielles Rebound-Risiko: Hoch-telemedizinische Regionen waren mit 0,30 zusätzlichen Kontakten und 164,99 US-Dollar Mehrkosten pro versicherter Person und Halbjahr verbunden; zugleich stiegen ambulant-sensitive Krankenhausfälle, d.h., Hospitalisierungen, die auf Basis der Diagnose potenziell vermeidbar gewesen wären, leicht an[47]. Nun weist dies zwar auf eine mögliche Zusatznutzung hin, belegt aber auch zumindest nicht notwendigerweise einen Rebound-Effekt.

Überblick: Telemedizin

Soziales	Telemedizin erweitert Zugang und Flexibilität, aber Teilhabe entsteht erst durch klare Indikation, hybride Rückbindung, Lotsen-, Geräte- und Supportangebote.
Ökologie	Der ökologische Nutzen ist vergleichsweise gut belegt, wenn Telemedizin reale Wege oder Präsenzkontakte ersetzt; entscheidend sind Substitution und Prozessadhärenz.
Ökonomie / Systemresilienz	Ökonomisch trägt Telemedizin nur bei messbarer Substitution und guter Integration in Arbeitsabläufe; Zusatzkontakte, Dokumentationslast und unklare Bett-/Kostenlogiken können den Mehrwert aufzehren.

41 Wu Yuan, Moyal-Smith et al. 2024; Kim et al. 2025
42 Tai-Seale et al. 2024
43 Susanto et al. 2025
44 Barwise et al. 2024
45 Domingues et al. 2025
46 Wu X et al. 2024
47 Saharkhiz et al. 2024

3.2 Vernetzung über Elektronische Gesundheitsakten und Patientenportale

Studienlage:

Elektronische Gesundheitsakten und Patientenportale können Versorgung und Koordination unterstützen; ihr Nutzen hängt jedoch stark von der tatsächlichen Nutzung und der Einbettung in die Arbeitsabläufe ab. Beispielsweise kann dabei „eine elektronische Patientenakte [...] durch den zeitnahen Zugang zu strukturierten und konsistenten Informationen eine bedarfsgerechte und koordinierte Versorgung ermöglichen."[48] Robust beschrieben sind vor allem Nutzungsreife, Implementationshürden, Portaldisparitäten und der hohe Stellenwert von Interoperabilität. Ein automatischer Mehrwert digitaler Infrastruktur lässt sich daraus jedoch nicht ableiten.

Elektronische Gesundheitsakten und Patientenportale sind weniger als isolierte Einzelinterventionen zu verstehen, sondern vielmehr als digitale Infrastruktur. Ihr Nachhaltigkeitsbeitrag entsteht erst, wenn Datenflüsse Versorgung koordinieren, Doppelarbeit reduzieren, Patient:innen sinnvoll einbinden und Arbeitsabläufe entlasten. Der Anschlussgrad allein ist deshalb eine zu schwache Kennzahl.

Soziale Nachhaltigkeitsbilanz.

Sozial hängt der Nutzen elektronischer Gesundheitsakten und Portale von Nutzungsreife und Zugang ab. Eine Studie zu elektronischen Gesundheitsakten in US-Krankenhäusern berichtet fast flächendeckende Adoption, aber deutlich geringere Werte für fortgeschrittene Patient-Engagement- und Analysefunktionen; besonders kleine, überwiegend ländliche US-Krankenhäuser mit besonderem Versorgungsauftrag (Critical Access Hospitals) bleiben zurück[49]. Die bloße Einführung einer elektronischen Gesundheitsakte sagt daher noch wenig über ihre tatsächliche Nutzung und ihren Versorgungseffekt aus. 98,3 % der US-Krankenhäuser hatten 2018 zwar elektronische Gesundheitsakten eingeführt; fortgeschrittene Funktionen für Patient:inneneinbindung und Analytik lagen aber nur bei 58,7 % beziehungsweise 55,6 %. Die Unterschiede bei der Nutzung fortgeschrittener Funktionen blieben bestehen und verhinderten, dass schwächer ausgestattete Häuser voll von digitalisierten Versorgungssystemen profitieren konnten[50].

Bei Patientenportalen zeigen sich zugleich deutliche Unterschiede in Zugang und Nutzung. Große Analysen von 366.871 Patient:innen mit Bluthochdruck fanden deutliche Nutzungsdisparitäten nach Sprache, Versicherung, Alter und kulturellen Hintergründen;[51] in Notaufnahmen nutzte nur eine Minderheit das Portal in Echtzeit[52]. Zu sozialer und ökonomisch-systemischer Nachhaltigkeit tragen elektronische Gesundheitsakten und Portale vor allem dann bei, wenn sie Dokumentation entlasten und Patient:innenunterstützung, zum Beispiel durch Sprachunterstützung, gemeinsam adressieren. Das zeigen qualitative und quantitative Studien aus den USA zu Patient-Reported Outcome Measures (PROMs), der Erweiterung von Telemedizin-Nutzung und Versorgungsqualität sowie Integrationsstudien aus den USA[53].

Ökologische Nachhaltigkeitsbilanz.

Der ökologische Hebel elektronischer Gesundheitsakten liegt weniger in direkter Energieeinsparung als in vermiedener Doppelarbeit, weniger Medienbrüchen und potenziell vermiedenen Doppeluntersuchungen oder erneuten Datenerfassungen; er ist aber nicht automatisch positiv. Eine Life-Cycle-Analyse eines

48 SVR Gutachten, 2021
49 Apathy et al., 2021
50 Ebd.
51 Khatib et al., 2024
52 Turer et al., 2024
53 u.a. Wu, Yuan, Moyal-Smith et al., 2024; Kim et al., 2025; Williamson et al., 2024; Liu et al., 2026

großen Augenkrankenhauses in Indien fand für das digitale Aktenmodell 0,361 kg CO_2e pro Patient:innenbesuch gegenüber 0,037 kg CO_2e beim Papierprozess; mit erneuerbarem Strom sank der Wert jedoch auf 0,046 kg CO_2e[54]. Entscheidend sind also Strommix, Geräteeffizienz und ob eine erneute Datenerfassung oder unnötige Untersuchungen tatsächlich entfallen.

Ökonomische Nachhaltigkeitsbilanz.

Ökonomisch-systemisch entscheidet Interoperabilität darüber, ob elektronische Gesundheitsakten und Portale aus Daten bessere Entscheidungen machen oder zusätzlichen Dokumentations- und Abstimmungsaufwand erzeugen. Interoperabilität wird daher erst dann nachhaltig, wenn relevante Daten ohne manuelle Doppelübertragung dort verfügbar sind, wo sie für Behandlungsentscheidungen benötigt werden, und dadurch Doppeluntersuchungen oder unnötige Labortests vermieden werden. Eine quantitative Studie an zwei Standorten in den USA mit 1.302 Ärzt:innen zeigt beispielsweise, dass reine Telemedizin-Wochen mit einer längeren Nutzung der elektronischen Patientenakte und einem höheren Dokumentationsaufwand verbunden waren[55].

Überblick: Vernetzung

Soziales	ePA, elektronische Gesundheitsakten und Portale schaffen sozialen Nutzen nur bei fortgeschrittener Nutzung, barrierearmen Zugängen, Sprach- und Supportkonzepten sowie messbarer Patient:innenbeteiligung.
Ökologie	Die ökologische Bilanz ist strommix-, geräte- und arbeitsablaufabhängig; elektronische Gesundheitsakten sparen Ressourcen nur, wenn sie Papier, Doppelarbeit und Zusatzprozesse tatsächlich ersetzen.
Ökonomie / Systemresilienz	Der systemische Nutzen hängt an Interoperabilität, Datenqualität und dokumentationsarmen Arbeitsabläufen; ohne ausreichende Anschlussfähigkeit entsteht häufig eher zusätzliche Datenlast als eine verbesserte Versorgungssteuerung.

54 Kwon et al., 2024
55 Kim et al., 2025

3.3 Digitale Apps und Devices (Medizinprodukte)

Studienlage:

Digitale Apps, Fernüberwachung und digitale Medizinprodukte sind in einzelnen Indikationen vielversprechend. So zeigten Studien Verbesserungen etwa bei der Anzahl notwendiger Hospitalisierungen, Adhärenz und symptombezogenen Outcomes; die Evidenz ist jedoch nicht einheitlich und nur eingeschränkt auf andere Zielgruppen übertragbar. Dieser Versorgungsbaustein ist sehr patienten:innen-nah: Digitale Apps und Geräte messen, begleiten, erinnern oder unterstützen das Selbstmanagement. Der Nachhaltigkeitsbeitrag entsteht daher weniger aus der App oder dem Gerät selbst, als aus der Frage, ob Messung, Rückmeldung, professionelle Rückbindung und Anschlussversorgung gemeinsam funktionieren.

Soziale Nachhaltigkeitsbilanz.

Sozial und versorgungsbezogen zeigen digitale Selbstmanagementprogramme und Fernüberwachung besonders dann robuste Wirkungen, wenn sie eng an definierte Populationen und professionelle Eskalationspfade gekoppelt sind. Eine Studie zu digitalem Selbstmanagement mit 230 Teilnehmer:innen berichtet zwar keine signifikante Senkung der Gesamtzahl der Hospitalisierungen, aber eine signifikante Reduktion der Teilnehmer:innen, die mindestens einmal stationär aufgenommen wurden (27,6 % vs. 40,7 %) oder verstarben/hospitalisiert wurden[56].

Ein bislang unterbelichteter Typ digitaler Eingangsinfrastruktur sind qualitätsgesicherte Symptom-Checker. Für Endometriose zeigt eine aktuelle gesundheitsökonomische Modellierung über einen 40-Jahres-Horizont, dass ein digitaler Symptom-Checker die Diagnosedauer im Modell um durchschnittlich 4,36 Jahre verkürzen, 0,049 QALYs pro Person gewinnen und aus gesellschaftlicher Perspektive Kosten einsparen kann[57]. Dabei ist der Mehrwert jedoch klar bedingungsabhängig: Er blieb vor allem dort robust, wo Sensitivität und Spezifität mindestens 0,7 erreichten und ein längerer Zeithorizont zugrunde gelegt wurde.

Auch für Remote Measurement-Based Care in der psychischen Gesundheit ist das Bild vorsichtig positiv. Eine aktuelle Systematic Review mit Meta-Analyse fand insgesamt kleine, teils signifikante Effekte auf symptombezogene Outcomes und Empowerment; die mittlere Adhärenz lag bei 74,5 %[58]. Zugleich senkten häufigere Prompts pro Tag die Adhärenz. Das spricht für sparsame, klinisch eingebettete Designs zur Fernüberwachung statt hochfrequenter Datenerhebung um ihrer selbst willen.

Eingebettete digitale Medizinprodukte können zugleich sehr konkrete Versorgungseffekte zeigen. In der TeleClinical-Care-Studie unterschieden sich die 30-Tage-Wiederaufnahmen nicht; über durchschnittlich 193 Tage waren ungeplante Wiederaufnahmen jedoch seltener (21 versus 41), ebenso kardiale Wiederaufnahmen (11 versus 25)[59]. Zugleich lagen Reha-Abschlussquoten bei 39 % versus 18 % und die Medikamentenadhärenz bei 75 % versus 50 %. Die Equity-Barriere bleibt aber bestehen: Faktoren wie mangelnde digitale Kompetenz oder fehlender Zugang können bereits vor der eigentlichen Nutzung zum Ausschluss führen[60].

56 Lear et al., 2021
57 Xu et al., 2026
58 Machleid et al., 2026
59 Indraratna et al., 2022
60 Rising et al., 2024

Exkurs: Kreislaufwirtschaft für Digital Health Devices: vom Einwegpfad zur zirkulären Gestaltung

Kreislaufwirtschaft ist ein zentraler Baustein der Nachhaltigkeit in der Digitalisierung. Hoveling et al. zeigen für aktive, elektronikbasierte Medizinprodukte, dass zirkuläre Strategien wie Refuse, Rethink, Reduce, Reuse, Remanufacture, Repurpose, Recycle und Renew in der Praxis zwar vorkommen, aber häufig auf einzelne Strategien beschränkt bleiben[61]. Die Barrieren sind im Gesundheitswesen besonders spezifisch: wahrgenommene und reale Sicherheits- und Infektionsrisiken, regulatorische Unsicherheit, Sammel- und Sortierlogistik und fehlende Geschäftsmodelle. Die 2026 entwickelte Taxonomie zu Circular Healthcare Flows erweitert diese Perspektive zu 13 Strategien und betont, dass Kreislaufwirtschaft im Gesundheitswesen nur gelingt, wenn Patientensicherheit, Dekontamination, Regulierung, Beschaffung, Herstellerverantwortung und operative Arbeitsbelastung zusammen betrachtet werden[62].

Daraus kann eine relevante Gestaltungsrolle abgeleitet werden: Verträge, Qualitätsanforderungen und Evaluation können zirkuläre Kriterien sichtbar machen. Besonders wichtig sind Rücknahme- und Wiederaufarbeitung von Geräten und Allianzen zwischen Leistungserbringern, Medizinprodukte-Herstellern, der Pharmaindustrie, Startups/KMUs und Recycling-Unternehmen. Die britische Design for Life-Roadmap formuliert beispielsweise den Übergang weg von vermeidbaren Einweg-Medizintechnikprodukten hin zu einer zirkulären MedTech-Ökonomie bis 2045 und verknüpft dies mit Standards, Anreizdesign, Verhaltensänderungen und Infrastrukturplanung[63].

Nachhaltigkeitssiegel und Messansätze können diese Steuerung unterstützen, ersetzen aber keine Versorgungsbewertung. Der Blaue Engel für ressourcen- und energieeffiziente Software (DE-UZ 215) adressiert beispielsweise Energieverbrauch, Hardwareeffizienz, Transparenz und längere Nutzungsdauer von Hardware[64]. Green-Coding-Ansätze und Tools wie das Green Metrics Tool helfen, Energie- und CO_2-Verbrauch von Softwarearchitekturen zu messen[65]. ISO 59004:2024 schafft eine gemeinsame Sprache und Prinzipien für Kreislaufwirtschaft.

Ökologische Nachhaltigkeitsbilanz.

Die ökologischen Effekte digitaler Apps und Medizinprodukte sind bislang deutlich weniger belastbar quantifiziert als die von Telemedizin. Sie hängt stark davon ab, ob die digitalen Lösungen Reisen, Wiederaufnahmen oder Präsenztermine tatsächlich ersetzten. Gleichzeitig müssen Geräte, Sensorik, Datenübertragung und Supportprozesse mitgerechnet werden. Der ökologische Mehrwert ist daher weniger eine Produkteigenschaft als ein Ergebnis guter Versorgungsintegration, wie Ergebnisse aus der Telemedizin zeigen[66]

Ökonomische Nachhaltigkeitsbilanz.

Ökonomisch zeigt die Literatur vor allem: Einbettung entscheidet. Der potenzielle gesellschaftliche Nutzen eines Symptom-Checkers ist an Testgüte, Compliance, Anschlussdiagnostik und Zeithorizont gebunden. Für algorithmisch-unterstützte Fernüberwachung in der Kinder-/Jugend-Diabetologie reichte ein durchschnittlicher Erstattungssatz von rund 10 US-Dollar pro Telekontakt aus, um Erlösneutralität zu erreichen[67]. Bestehende Vergütungslogiken sind jedoch auf direkte klinische Leistungserbringung und nicht auf Population-Health-Management ausgerichtet. Vergütung und Versorgungsmodell müssen daher von Anfang an zusammengedacht werden.

61 Hoveling et al., 2024
62 Hoveling et al., 2026
63 Department of Health and Social Care, 2025.
64 Umweltbundesamt/RAL gGmbH, 2025
65 Green Coding Solutions, 2026
66 Purohit et al., 2021
67 Dupenloup et al., 2022

Überblick: Digitale Apps und Medizinprodukte	
Soziales	Digitale Apps und Medizinprodukte wirken sozial dort überzeugend, wo sie an definierte Zielgruppen, professionelle Eskalation, Adhärenz Support und Gerätezugang gebunden sind.
Ökologie	Die ökologische Bilanz ist plausibel, aber schwächer quantifiziert; sie wird positiv, wenn digitale Lösungen reale Reisen, Präsenztermine oder Wiederaufnahmen ersetzen.
Ökonomie / Systemresilienz	Ökonomisch zählt die Einbettung in Vergütung und Versorgungspfad: Testgüte, Adhärenz, Eskalation, Support und Hardwarelogik entscheiden über Skalierungsfähigkeit.

3.4 Daten und künstliche Intelligenz (KI)

Studienlage:

Für Produktivität und Entscheidungsunterstützung ist KI bislang in vielen Bereichen überwiegend als vielversprechend einzuschätzen, erfordert jedoch weiterhin eine gezielte Steuerung: Ihr Einsatz erfordert klare Zuständigkeiten, eine Prüfung im lokalen Versorgungskontext und ein laufendes Monitoring auf Fehler und Verzerrungen. Für ökologische Mehrwerte im Gesundheitswesen ist die Studienlage derzeit begrenzt; Belastungen durch Training, Betrieb, Hardware und Elektroabfälle müssen den erwarteten Effizienzgewinnen gegenübergestellt werden.

KI und Automatisierung besitzen großes Potenzial für Dokumentation, Risikostratifizierung, Priorisierung, Entscheidungsunterstützung und Prozesssteuerung. Anders als bei der klar substitutionsorientierten Telemedizin ist der Nachhaltigkeitseffekt jedoch besonders abhängig von der Datengrundlage, lokaler Validierung, und einer Festlegung, wer KI-Ergebnisse prüft, Entscheidungen trifft und bei Fehlern verantwortlich handelt.

Soziale Nachhaltigkeitsbilanz.

Für die soziale Nachhaltigkeit ist entscheidend, ob Patient*innen und Fachkräfte nachvollziehen können, wie KI eingesetzt wird und wer Entscheidungen verantwortet. Studien zu ambienter KI, etwa zur automatischen Dokumentation von Gesprächen im Hintergrund, und zu KI-generierten Antwortentwürfen zeigen Produktivitätserwartungen, aber auch gemischte Effekte bezüglich Zeitersparnis und Arbeitsorganisation[68]. Besonders wichtig sind Fairness, Transparenz und lokale Validierung. Studien zu algorithmischer Verzerrung und Fairness zeigen, dass Datenbasis, Outcome-Definition, Modellvalidierung und Monitoring über die soziale Nachhaltigkeit entscheiden[69]. In einer vignettengestützten Befragung älterer Erwachsener gaben 60,1 bis 68,9% an, dass es äußerst wahrscheinlich sei, eine Medikation auf ärztliche Empfehlung abzusetzen, aber nur 9,5 bis 23,2 % bei direkter Empfehlung einer KI-Anwendung[70].

Für multimodale KI gilt dasselbe. Das Potenzial zur Effizienzsteigerung und zur besseren Integration heterogener Gesundheitsdaten ist hoch, tragfähig wird es aber nur, wenn Datenqualität, Erklärbarkeit, regulatorische Klarheit und faire Implementierung von Anfang an mitgedacht werden[71].

68 Stults et al., 2025; Tai-Seale et al., 2024; Shah et al., 2025
69 Gupta et al., 2025; Thompson et al., 2021
70 Vordenberg et al., 2024
71 Bhushan & Misra, 2025

Ökologische Nachhaltigkeitsbilanz.

Zur ökologischen Dimension liegen die wenigsten Studien vor, und die Befunde sind einseitig verteilt. Dokumentiert und teilweise quantifiziert ist bislang vor allem die Belastungsseite: Rechenleistung, Hardware, Modelltraining und Datenhaltung. Ein ökologischer Nutzen von KI im Gesundheitswesen ist dagegen nicht belastbar nachgewiesen. Mögliche indirekte Umweltentlastungen, etwa durch vermiedene Untersuchungen oder effizientere Abläufe, wären gegen den Energie- und Hardwareaufwand zu bilanzieren[72]. Eine belastbare Gesamtbilanz steht aber noch aus.

Ökonomische Nachhaltigkeitsbilanz.

Ökonomisch liegt die Relevanz von KI vor allem in der besseren Allokation knapper Ressourcen. Ein KI-gestütztes Entscheidungsunterstützungssystem verbesserte in der Primärversorgung die korrekte kardiovaskuläre Risikobewertung deutlich und verkürzte zugleich die Entscheidungszeit[73]. Ein digitales hierarchisches Katarakt-Screening erwies sich in Modellanalysen gegenüber alternativen Screeningstrategien als kosteneffektiv[74]. Ein drittes Beispiel ist der Einsatz von KI, um vorherzusagen, welche Patient:innen mit Sprachbarrieren am dringendsten eine:n Dolmetscher:in vor Ort benötigen. Die knappe Ressource wird dadurch nicht vergrößert, aber gezielter eingesetzt[75]. Diese Beispiele stammen aus Indonesien, China und den USA, sodass sich die Effekte nicht unmittelbar auf Deutschland übertragen lassen. Ein KI-Einsatz sollte daher nur skaliert werden, wenn die Daten für die Zielgruppe geeignet sind, Ergebnisse überprüfbar bleiben und bei Unsicherheit eine menschliche Prüfung vorgesehen ist[76]. Der wirtschaftliche Effekt entsteht demnach erst dann, wenn die Einschätzung der KI den weiteren Behandlungsablauf tatsächlich verändert.

Überblick: Künstliche Intelligenz

Soziales	Soziale Nachhaltigkeit hängt bei KI an Vertrauen, menschlicher Vermittlung, Fairness, lokaler Validierung und laufender Prüfung auf Verzerrungen.
Ökologie	Ökologische Mehrwerte sind im Gesundheitswesen bislang dünn belegt; Rechenleistung, Hardware, Datenhaltung und E-Waste müssen aktiv mitbewertet werden.
Ökonomie / Systemresilienz	Systemisch ist KI nur skalierbar, wenn Nutzenhypothese, Überprüfbarkeit, Prüfung auf Verzerrungen, Verantwortungsmodell und Monitoring vor dem Roll-out geklärt sind.

72 Smith et al., 2022; Schmitz et al., 2026
73 Susanto et al., 2025
74 Wu et al., 2024
75 Barwise et al., 2024
76 Gupta et al., 2025

3.5 Zusammenfassung

Der Wissensstand zu digitalen Versorgungsbausteinen lässt sich auf eine Kernbotschaft verdichten: Nachhaltig ist nicht die Technologieklasse selbst, sondern ihre Einbettung in einen Versorgungspfad. Telemedizin, ePA, digitale Medizinprodukte und KI können jeweils Mehrwerte liefern; sie können aber ebenso Zusatznutzung, Dokumentationslast, Exklusion oder neue ökologische Lasten auslösen. Der Unterschied liegt in Indikation, Arbeitsablauf, Rückbindung, Teilhabe und Messbarkeit.

Stakeholder sollten also früh gemeinsam an Bord geholt werden. Dazu gehören Leistungserbringende, Patient:innenvertretungen, Krankenkassen, Pflege, digitale Teilhabeakteur:innen, Datenschutz und IT-Sicherheit, gematik- und Standardisierungsgremien, Hersteller, Kommunen und Forschungspartner. Gute digitale Programme entstehen nicht dadurch, dass digitale Lösungen eingeführt werden, sondern sind von Beginn an gesundheits- und ressourcenschonend gestaltet: Versorgungspfad, Datenflüsse, und Evaluation werden gemeinsam geplant.

Der Bericht wechselt deshalb im nächsten Kapitel von der Technologie- zur Versorgungsperspektive: Welche Rolle spielen digitale Versorgungsbausteine in Prävention, bedarfsgerechter Steuerung, ressourcenschonender stationärer Versorgung und für das gesunde Altern?

3.5.1 Wiederkehrende Wirkungspfade

Über die Versorgungsbausteine hinweg wiederholen sich vier positive Wirkungspfade: Zugang verbessern und Reiseaufwand verringern, frühe Eskalation ermöglichen, Daten für Koordination nutzbar machen und stationäre Inanspruchnahme selektiv vermeiden. Spiegelbildlich treten vier Risikopfade auf: Zusatzkontakte statt Substitution, manuelle Workarounds, Exklusion digital vulnerabler Gruppen und verlagerte Umweltlasten[77].

Abbildung 5. Wiederkehrende Wirkungspfade digitaler Technologien. *Nachhaltig werden digitale Technologien erst dann, wenn sie reale Versorgung verändern und nicht nur zusätzliche Nutzung erzeugen.*

77 u.a. Saharkhiz et al., 2024; Rising et al., 2024; Kong et al., 2024; Kwon et al., 2024

Tabelle 2. Zusammenfassung wiederkehrender Wirkungspfade.

Digitaler Versorgungsbaustein	Hypothese	Kernliteratur
Telemedizin	Nachhaltig, wenn physische Kontakte und Wege ersetzt werden; sozial wirksam, wenn Telemedizin als hybrider Pfad mit Teilhabe-Bausteinen gestaltet wird.	Purohit et al., 2021; Hung et al., 2023; Saharkhiz et al., 2024
Vernetzung	Spart erst Ressourcen, wenn Datenflüsse Doppelarbeit, doppelte Diagnostik und Medienbrüche reduzieren; ohne Entlastung von Arbeitsabläufen verdrängt Datenaufwand den Datennutzen.	Apathy et al., 2021; Anderson et al., 2021; Kwon et al., 2024
Digitale Apps und Medizinprodukte	Entfalten robuste Effekte vor allem als Bestandteil eines Versorgungspfads; Mehrwerte hängen von Adhärenz, Gerätezugang, Support und Vergütung ab.	Indraratna et al., 2022; Dupenloup et al., 2022; Xu et al., 2026; Machleid et al., 2026
Künstliche Intelligenz	„Verschlimmbesserung"; KI-Anwendungen können schneller verbreitet werden, als Prüf- und Steuerungsmechanismen etabliert sind; nachhaltig nur bei lokaler Validierung, Prüfung von Verzerrungen, Auditierbarkeit und klarer Verantwortung.	Gupta et al., 2025; Thompson et al., 2021; Schmitz et al., 2026

3.5.2 Grenzen und unbeabsichtigte Wirkungen

Digitale Bausteine können ihre erwarteten Nachhaltigkeitsvorteile insbesondere dann teilweise oder vollständig verlieren, wenn sie eine unerwartete Zusatznutzung des Angebots oder neue Dokumentationslasten erzeugen. So argumentiert eine Metastudie zu Nachhaltigkeitseffekten der Digitalisierung der Technopolis/IÖW, dass positive Umwelteffekte digitaler Technologien oft überschätzt werden, weil direkte Infrastruktureffekte und systemische Rebound-Effekte in quantitativen Bewertungen selten vollständig einbezogen werden[78]. Im Extremfall können Rebounds die positiven Effekte überwiegen.

Fehlender Zugang ist ein zentrales Thema: Im Anhang einer Home-Blood-Pressure-Studie nannten 52,0 % fehlenden Internetzugang als Ablehnungsgrund[79], während eine US-Studie zur geburtshilflichen Versorgung zeigt, dass lange Wege und schwache digitale Ausstattung gerade in benachteiligten Gemeinschaften kumulieren[80]. Auch der D21-Digital-Index 2024/25 betont, dass 48 % der Bevölkerung zwar im digitalen Wandel der staatlichen Services eine Chance für berufliche und persönliche Entwicklung sehen; zugleich aber Kompetenz- und Resilienzdifferenzen nach Bildung, Alter und Einkommen deutlich sichtbar sind[81]. Die beschriebenen Zugangs- und Nutzungshürden sind damit keine Randphänomene, sondern betreffen häufig gerade jene Bevölkerungsgruppen besonders stark, die einen hohen Versorgungsbedarf aufweisen.

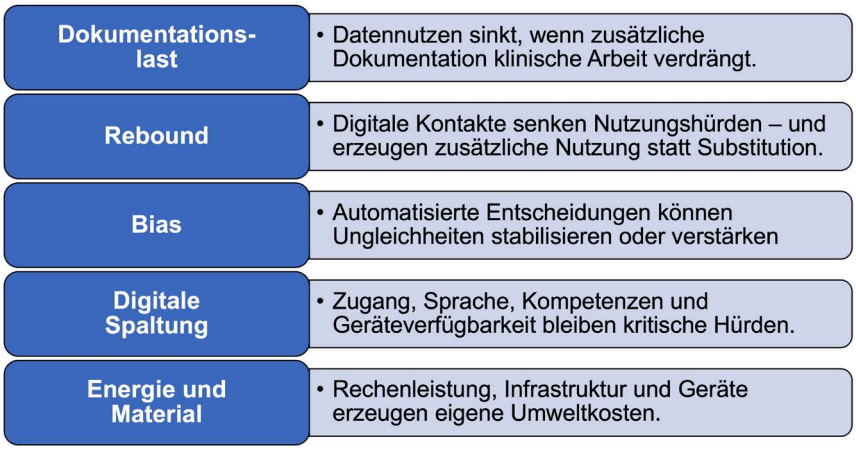

Abbildung 6. Risiken und Nebenwirkungen digitaler Versorgung im Ökosystem.

Auf der Umweltseite werden Emissionen und Energieverbrauch diskutiert: Die aktuellen Umweltberichte großer Technologieunternehmen zeigen, dass die absoluten Treibhausgasemissionen trotz Effizienz- und Klimazielen teils deutlich gestiegen sind. Die Werte sind wegen unterschiedlicher Bilanzierungslogiken nur eingeschränkt direkt vergleichbar[82]. Neuere Videosprechstunden- und Telehomecare-Lebenszyklusanalysen bestätigen, dass digitale Wegeeinsparungen zwar substanziell sein können, die Bilanz aber vom Strommix, den

78 Technopolis/IÖW, 2024
79 McManus et al., 2021
80 Hung et al., 2023
81 Initiative D21, 2024, S.6f.
82 Alphabet berichtet für 2019 Gesamtemissionen von 9,8678 Mio. tCO_2e und für 2024 15,1852 Mio. tCO_2e, entsprechend +53,9 %; Amazon berichtet einen Carbon Footprint von 51,17 Mio. tCO_2e für 2019 und 68,25 Mio. tCO_2e für 2024, entsprechend +33,4 %; Meta berichtet „net total" emissions von 4,984 Mio. tCO_2e für 2020 und 8,1506 Mio. tCO_2e für 2024, entsprechend +63,5 %; Microsoft berichtet einen Anstieg der gesamten Emissionen, Scope 1, 2 und 3, um +23,4 % gegenüber dem Basisjahr 2020. Vgl. Alphabet, Google 2025 Environmental Report, Environmental metrics data tables, S. 104; Amazon, 2024 Sustainability Report, Data Tables, S. 49; Meta, 2025 Environmental Data Index, S. 1; Microsoft, 2025 Environmental Sustainability Report, Abschnitt „Carbon negative: a marathon, not a sprint". Eigene Berechnung auf Basis der jeweils aktuellen Unternehmensberichte bzw. Environmental Data Tables (siehe auch TheBatch Newsletter 5/2026).

Geräten und der tatsächlichen Substitution abhängt.

Neuere Beiträge zu nachhaltiger KI in der Medizin weisen darauf hin, dass Training, Betrieb und Skalierung von KI-Systemen mit eigenem Energieverbrauch, Rohstoffbedarf und elektronischem Abfall verbunden sind[83]. Und Bean et al. demonstrieren am Beispiel von LLMs, dass hohe Modellleistung im Benchmark nicht automatisch zu guter Mensch-Maschine-Interaktion führt[84]. Neuere kombinierte Klima- und Sozialfolgenanalysen aus Finnland weisen darauf hin, dass gut implementierte digitale Home-Care- und Health-Care-Services klimafreundlicher sein können als die jeweiligen nicht-digitalen Vergleichsprozesse[85].

4. Kette der nachhaltigen Versorgung

Die Kette nachhaltiger Versorgung übersetzt die Technologieperspektive in Versorgungslogik. Diese Perspektive ist besonders handlungsnah, weil Prävention, Steuerung, stationäre Inanspruchnahme und gesundes Altern unterschiedliche Vertrags-, Daten- und Teilhabefragen aufwerfen.

4.1 Prävention

Digitale Prävention ist strategisch attraktiv, aber im Korpus weniger dicht belegt als Telemedizin oder stationäre Prozessdigitalisierung. Stark sind vor allem indikationsbezogene Präventions- und Selbstmanagementpfade mit professioneller Rückbindung. Digitale Programme für Multimorbidität oder Lebensstilinterventionen können Hospitalisierungen oder Zwischenoutcomes verbessern, bleiben aber häufig an Coaching, Adhärenz und Zielgruppenselektion gebunden . Symptom-Checker können sinnvoll sein, wenn Testgüte, Fehlallokationsrisiken und Anschlussdiagnostik transparent geprüft werden[87].

Internationale Praxis-Box Prävention

Ein internationales Beispiel für anschlussfähige digitale Prävention ist HOME BP aus Großbritannien. Das Programm verbindet häusliche Blutdruckselbstmessung mit digitalem Feedback und klaren professionellen Eskalationsregeln. Die randomisierte Studie zeigte, dass eine digitale Intervention aus häuslicher Blutdruck-Selbstmessung, digitalem Feedback und vordefinierten Medikationsanpassungen nach einem Jahr zu besserer systolischer Blutdruckkontrolle als die übliche Versorgung führte[88].

83 Schmitz et al., 2026
84 Bean et al., 2026
85Melkas et al., 2025
86 Lear et al., 2021; Müller et al., 2025
87 Xu et al., 2026
88 McManus et al., 2021

4.2 Versorgungsmodelle im Wandel

Die stationäre Versorgung und der demografische Wandel.

Krankenhäuser bleiben für akute und spezialisierte Fälle unverzichtbar, sind aber ressourcenintensiv[89]. Als Standardpfad für jede Art von Nachsorge, Kontrolle oder organisatorische Klärung sind sie jedoch eine personal- und kostenintensive Lösung. Der demografische Wandel wird dieses Problem verschärfen: Das Fachkräfteangebot sinkt, während ältere und multimorbide Patient:innen mehr medizinische und pflegerische Versorgung benötigen. Die Krankenhausversorgung-2035-Kommission beschreibt daher insbesondere die personalintensive vollstationäre Versorgung als strukturell belastet[90].

Digitale Nachhaltigkeit entsteht im stationären Sektor vor allem durch Vermeidung unnötiger Klinikaufenthalte, eine frühere Entlassung mit sicherer Rückbindung, bessere präoperative Steuerung, geringere Doppelarbeit und datenbasierte Prozessverbesserung. Die Green-Anesthesia-Initiative zeigt, dass Prozesssteuerung auch jenseits klassischer digitaler Technologien ökologische Effekte erzielen kann, ohne die Patientensicherheit zu verschlechtern[91]. EHR-gestützte Pfade und präoperative Telekonsultationen können Ressourcen senken, wenn sie Doppeluntersuchungen und Wege tatsächlich vermeiden[92].

Hybride Versorgung ist der praktische Gegenentwurf zu zwei Einseitigkeiten: einer analogen Versorgung in rein stationären Strukturen und einer Digitalisierung, die Versorgung rein virtuell denkt. Während hybride Versorgung kein feststehender Begriff im SGB V oder in psychiatrischen Modellen ist, beschreibt sie als struktureller Rahmen die Kombination von analoger, digitaler und telemedizinischer Versorgung[93] und kann damit durchaus in den Kanon bestehender Leistungsangebote der Krankenversicherung und neuer Versorgungsformen eingeordnet werden.

Dort, wo hybride Versorgung über die Regelversorgung hinausgeht und insbesondere sektorübergreifend organisiert wird, kommen unterschiedliche rechtliche und organisatorische Umsetzungswege in Betracht. Dazu zählen insbesondere selektivvertragliche Modelle der besonderen Versorgung[94] sowie im psychiatrischen Bereich spezifische Versorgungsformen wie die stationsäquivalente Behandlung[95] (StäB). Ergänzend können neue Versorgungsformen im Rahmen des Innovationsfonds (§ 92a SGB V) erprobt werden[96]. Organisationsformen wie Medizinische Versorgungszentren[97] stellen dabei mögliche Trägerstrukturen dar, sind jedoch selbst keine eigenständigen Versorgungsformen.

Nachhaltig wird ein Modell, wenn digitale Kommunikation, telemedizinische Angebote und persönliche Versorgung so ineinandergreifen, dass Patient:innen am passenden Ort und mit angemessener Intensität versorgt werden. Im Folgenden werden Beispiele hybrider Versorgungsmodelle vorgestellt, die aus einer Nachhaltigkeitsperspektive als Positivbeispiele gelten können.

89 Laut aktueller Zahlen der Krankenhausstatistik von 2024 (Destatis, 2024) gibt es in Deutschland 1.841 Krankenhäuser. Hinzu kommen 1.067 Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen, überwiegend mit stationären Kapazitäten (Destatis, 2024).
90 Regierungskommission für eine moderne und bedarfsgerechte Krankenhausversorgung, 2025
91 Colquhoun et al., 2025
92 Wu J et al., 2024; Wang EY et al., 2021; Ferre et al., 2025
93 DGIV, 2023, dgiv.org/wp-content/uploads/2023/07/Positionspapier-IV-5.0-1.pdf
94 § 140a SGB V
95 § 115d i.V.m. § 39 SGB V
96 Laut Kassenärztlicher Bundesvereinigung wurden bisher ca. 500 Projekte durch den Innovationsfonds gefördert (KBV, 2026).
97 § 95 SGB V

A. Medizinische Versorgungszentren als Organisationsform hybrider Versorgung im Alltag. Medizinische Versorgungszentren (MVZ[98]) sind als Beispiele für hybride Versorgung besonders relevant, weil sie größere Patient:innenströme, verschiedene Fachrichtungen und eine zentrale Praxisorganisation regional bündeln können. Dabei haben sich zwei Modelle herausgebildet. Fachübergreifende MVZ bündeln mehrere Fachrichtungen unter einem Dach und ermöglichen dadurch kurze interne Wege zwischen den Behandelnden. Fachgleiche MVZ, seit der Gesetzesänderung 2015 zulässig und seither ein wesentlicher Treiber des Wachstums, bündeln stattdessen Fallzahlen innerhalb eines Fachgebiets und erreichen dadurch eine hohe Standardisierung der Abläufe. Für digitale Eingangstore in die Versorgung sind beide anschlussfähig, weil in beiden Fällen eine zentrale Praxisorganisation dahintersteht. Sie wirkt im einfachärztlichen MVZ ebenso wie im fachübergreifenden. Gerade dadurch eignen sie sich dafür, digitale Eingangstore in die Versorgung zu integrieren: Online-Rezeptionen, digitale Formulare, Patienten-Apps, Chat-Angebote, Videosprechstunden oder digitale Termin- und Dokumentenprozesse. Anbieter wie 321 MED oder samedi adressieren mit solchen Lösungen ausdrücklich Praxen, MVZ und Kliniken; einzelne MVZ-Strukturen nutzen zudem eigene App- und Chat-Angebote, etwa PatMed in der MVZ Alten Poliklinik (Lauchhammer) oder den Praxis-Chat bei Meliva[99]. Das Ziel ist hierbei, dass Standardanliegen digital erfasst werden können und Unterlagen im Idealfall bereits vor dem Kontakt vorliegen. Ökologisch liegt der Vorteil in kürzeren Wegen, gerade bei fachübergreifenden MVZ, und in der Vermeidung unnötiger Präsenzkontakte. Wenn Terminplanung, Vorabklärung, Befundübermittlung oder einfache Rückfragen digital erfolgen können, entstehen kürzere Fahrtzeiten, weniger Wartezeiten und eine effizientere Nutzung personeller und räumlicher Ressourcen.

B. Aufsuchende Modelle. Aufsuchende Versorgungsmodelle verlagern Behandlung, Abklärung oder Betreuung zumindest teilweise aus der Einrichtung in das häusliche oder lebensweltliche Umfeld der Patient:innen. Sie sind besonders relevant für Patientengruppen, bei denen stationäre Versorgung zwar hohe Intensität bietet, aber nicht immer der passende oder nachhaltigste Ort der Leistungserbringung ist. Im psychiatrischen Bereich ist die StäB[100] hierfür das zentrale Beispiel: Sie wurde mit dem PsychVVG ab 2018 als neue Form der Krankenhausbehandlung eingeführt und steht bei Vorliegen der Voraussetzungen gleichwertig neben der vollstationären Aufnahme[101].

International wird diese Logik seit längerem unter Begriffen wie home treatment, intensive home treatment oder alternatives to admission diskutiert. Lamb[102] zeigt für die Kinder- und Jugendpsychiatrie, dass Alternativen zur stationären Aufnahme insbesondere für bestimmte Gruppen junger Menschen tragfähig sein können, wenn sie als intensive, gemeindenahe Versorgung organisiert werden. Boege et al.[103] untersuchten in Deutschland ein Modell, bei dem intensive häusliche Behandlung durch stationäre Behandlungselemente ergänzt wurde; die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass ein solches Modell eine machbare und potenziell kosteneffektive Alternative zu langen vollstationären Aufenthalten in der Kinder- und Jugendpsychiatrie darstellen kann.

98 Laut KBV gab es 2024 5.085 MVZs, 2.319 mit Vertragsärzten als Trägern, 2.507 mit Krankenhäusern als Trägern und 751 in sonstiger Trägerschaft (Kassenärztliche Bundesvereinigung, 2026).
99 MVZ Alte Poliklinik, 2026; Meliva, 2026.
100 Insgesamt wurden StäB-Leistungen im Jahr 2018 in 6 Bundesländern, im Jahr 2019 in 12 Bundesländern und im Jahr 2020 in 11 Bundesländern erbracht (Gemeinsamer Bericht der DKG, PKV, GKV Spitzenverband, 2021)
101 Gemeinsamer Bericht der Deutschen Krankenhausgesellschaft, Verband der Privaten Krankenversicherungen und des GKV Spitzenverbandes. 2021. über die Auswirkungen der stationsäquivalenten psychiatrischen Behandlung im häuslichen Umfeld auf die Versorgung der Patient:innen einschließlich der finanziellen Auswirkungen gemäß § 115d Absatz 4 SGB https://www.dkgev.de/fileadmin/default/2021-12-23_BERICHT_UEBER_DIE_AUSWIRKUNGEN_DER_STATIONSAEQUIVALENTEN_BEHANDLUNG.pdf
102 Lamb, 2009
103 Boege et al., 2015

Aufsuchende Modelle sind jedoch nicht auf die Psychiatrie beschränkt. Im ländlichen Raum adressieren sie vor allem Zugangs- und Fachkräfteprobleme. Ein Beispiel ist das Innovationsfondsprojekt ErwiN in Elbe-Elster, das für „Erweiterte Übertragung von arztentlastenden Tätigkeiten in Arztnetzen" steht. Dort werden spezialisierte Pflegefachpersonen qualifiziert, um in Arztnetzen bestimmte heilkundliche beziehungsweise arztentlastende Tätigkeiten zu übernehmen. Ziel ist es, ärztliche Ressourcen zu entlasten und Versorgung in einer alternden, ländlichen Region zu sichern[104],[105],[106].

Für die Bewertung solcher Modelle sind drei Perspektiven zentral. Erstens ist medizinisch zu prüfen, ob die aufsuchende Versorgung vergleichbare oder bessere Ergebnisse erzielt als stationäre oder klassische ambulante Versorgung. Zweitens ist gesundheitsökonomisch zu bewerten, ob eingesparte stationäre Tage, vermiedene Transporte und bessere Steuerung die zusätzlichen Personal- und Koordinationskosten aufwiegen. Für StäB deuten Evaluationen darauf hin, dass die Kosten im Vergleich zur vollstationären Behandlung zumindest nicht notwendigerweise niedriger sind, sich aber durch vermiedene Krankenhaustage und andere Nutzenkomponenten rechtfertigen können[107]. Drittens ist zu untersuchen, welche Rolle digitale Versorgungsbausteine spielen: etwa digitale Dokumentation, Terminsteuerung, telemedizinische Rücksprachen, PROMs, Apps oder Fernüberwachung. Gerade für StäB wird in der Literatur betont, dass digitale Versorgungsformen Potenzial haben, Effektivität und Kosteneffektivität zu verbessern, dass dies aber sorgfältig evaluiert werden muss[108].

Aus Nachhaltigkeitsperspektive liegt der mögliche Vorteil aufsuchender Modelle nicht allein in weniger Patient:innenfahrten. Entscheidend ist vielmehr, ob Versorgung am jeweils passenden Ort erbracht wird: zu Hause, digital unterstützt, ambulant koordiniert oder stationär, wenn dies medizinisch erforderlich ist. Ökologisch können dadurch unnötige Wege und stationäre Infrastrukturbelastungen reduziert werden; zugleich entstehen neue Aufwände durch Fahrten der Behandlungsteams, digitale Infrastruktur und Koordination. Die Nachhaltigkeitsbewertung sollte daher nicht pauschal von „weniger stationär = nachhaltiger" ausgehen, sondern die tatsächlichen Versorgungswege, Fahrtbewegungen, Personalbindung und Behandlungsergebnisse vergleichend betrachten.

C. **Primärversorgungsnahe Versorgungsmodelle.** Die Primärversorgung ist für hybride Versorgung zentral, weil sie als erste Anlaufstelle und koordinierende Instanz fungiert. Mit dem geplanten Primärarztsystem gewinnt diese Funktion zusätzlich an Gewicht; das GeDIG soll die technischen Voraussetzungen dafür schaffen, unter anderem über die elektronische Überweisung, die Arztpraxen ab dem 1. September 2029 anbieten müssen. Bestehende Vertragsformen wie die hausarztzentrierte Versorgung[109] nach § 73b SGB V decken Teile dieser Steuerungsfunktion bereits ab, bleiben dabei aber auf die hausärztliche Ebene beschränkt. Eine reformierte Primärversorgung ist demgegenüber multiprofessionell angelegt und bezieht pflegerische, therapeutische und soziale Angebote ein. Digitale Bausteine wie Videosprechstunden, strukturierte Ersteinschätzung oder Patienten-Apps können in beiden Konstellationen dazu beitragen, Versorgungspfade zu lenken und unnötige Überweisungen oder stationäre Kontakte zu vermeiden.

104 https://www.erwin-gesundheit.de/aerzte/
105 https://zeitschrift-pflegewissenschaft.de/content/component/content/article/12775-modellprojekt-erwin-erprobt-medizinische-versorgung-durch-spezialisierte-pflegefachkr%C3%A4fte
106 https://www.arztnetze.info/aktuelles/netzwerkinformationen/item/medis-aerztenetz-stellt-sich-vor-medizin-die-verbindet-versorgung-die-bleibt
107 AKtiV-Studie. G-BA Förderkennzeichen 01VSF19048. URL: https://innovationsfonds.g-ba.de/downloads/beschluss-dokumente/966/2025-10-17_AKtiV-Studie_Ergebnisbericht.pdf
108 Rauschenberg, C., Hirjak, D., Ganslandt, T. et al. Digitale Versorgungsformen zur Personalisierung der sta-tionsäquivalenten Behandlung. Nervenarzt 93, 279–287 (2022). https://doi.org/10.1007/s00115-021-01100-5
109 Laut Hausärztinnen und Hausärzteverband waren laut Meldung aus dem Mai 2025 10 Millionen Versicherte in einem Vertrag zur Hausarztzentrierten Versorgung eingeschrieben (HAEV, 2025).

Arbeiten der Charité-AG Stadtmedizin um Wolfram Herrmann zeigen dies exemplarisch an Konzepten wie Kiezmedizin und Social Prescribing: Hausärztliche Versorgung wird dabei mit kommunalen, sozialen, pflegerischen und therapeutischen Angeboten verbunden. Für Deutschland liegen dazu bislang jedoch kaum Wirksamkeits- und Kostenanalysen vor.

Ökologisch können primärversorgungsnahe Modelle Vorteile bieten, wenn sie als erste Anlaufstelle Versorgung gezielt steuern und dadurch unnötige Überweisungen, Doppeluntersuchungen und vermeidbare stationäre Kontakte reduzieren. Durch die Bündelung und Koordination in der Primärversorgung können Wege verkürzt und Versorgung effizienter organisiert werden. Dieser Effekt ist jedoch nicht automatisch gegeben, da auch hier zusätzliche Ressourcenverbräuche entstehen können, etwa durch digitale Infrastruktur, häufigere niedrigschwellige Kontakte oder erweiterten Koordinationsaufwand. Die ökologische Bewertung sollte daher konkrete Versorgungspfade berücksichtigen und insbesondere prüfen, inwieweit primärversorgungsnahe Steuerung tatsächlich zu einer Reduktion nachgelagerter, ressourcenintensiver Leistungen führt.

D. **Digitale Disease Management Programme (DMPs).** Rund 5 Millionen Deutsche sind in DMPs eingeschrieben. Ab 2027 soll das Digitale DMP Diabetes starten[110]. Hierzu wurden ausführliche digitale Prozesse erarbeitet, die sich sinnvoll und machbar in die Abläufe der Patient:innen integrieren sollen. Diese umfassen z.B. das Versenden von Textnachrichten durch Ärzt:innen an Patient:innen, Chatkommunikation zwischen Ärzt:innen und Patient*in, Chatkommunikation zwischen Ärzt:innen, Videoanrufe zwischen Arzt:innen und Patient*in, und Videoanrufe zwischen Ärzt:innen basierend auf dem TI-Messenger sowie weiteren digitalen Funktionen aus der ePA und dem KIM-Versand[111].

Internationale Praxis-Box: Virtual Wards im NHS, England

Eine virtuelle Station (Virtual Ward) ist ein klinischer Dienst, der mit Personal, Ausrüstung, Technologien, Medikamenten und Fachkenntnissen, wie sie üblicherweise in Krankenhäusern zur Verfügung stehen, ausgewählten Personen an ihrem gewöhnlichen Wohnort angeboten wird. Sie dient so als Ersatz für die akute stationäre Krankenhausversorgung. Virtual Wards sind somit kein digitales Tool, sondern ein hybrides Versorgungsmodell. Sie können vor allem dann nachhaltig sein, wenn Bettentlastung, klinische Sicherheit, Personalaufwand, Kostenbewertung und Patient*innenunterstützung gemeinsam beobachtet werden[112].

Internationale Praxis-Box: Überweisungsmanagement in Ontario, Kanada

Das Modell Ontario eConsult ersetzt die klassische Überweisung nicht pauschal, sondern macht Spezialisierung früher und selektiver verfügbar.Dadurch werden unnötige Überweisungen vermieden, Wartezeiten verkürzt und Versorgung dort gesteuert, wo Beratung statt direkter Facharztkontakt genügt. In der Auswertung der ersten zwei Jahre lag die mediane Antwortzeit bei einem Tag; in 51 % der Fälle konnte eine ursprünglich erwogene Überweisung vermieden werden[113].

110 Patientenpfade im Digitalen DMP Diabetes. Bertelsmann Stiftung (2026), siehe: https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/unsere-projekte/qualitaetsorientiertes-steuerungssystem/projektnachrichten/patientenpfade-im-ddmp-diabetes
111 NHS England 2024; Jalilian et al. 2024
112 Liddy et al. 2022
113 Liddy et al., 2022

Tabelle 3. Nachhaltigkeitswirkungen digitaler und hybrider Versorgungsformen aus GKV-Perspektive.

Versorgungs-modell	Versorgungs-wirkung	Ressourcen- und Kostenwirkung	Ökologische Wirkung	GKV-relevante Bedingung
Stationäre Versorgung	Unverzichtbar bei akuter Instabilität, komplexer Diagnostik, Interventionen und hoher Überwachungsbedürftigkeit.	Hoher Personal-, Infrastruktur- und Fixkostenbedarf; problematisch, wenn stationäre Strukturen für nachgelagerte Klärungen, Kontrollen oder Koordination genutzt werden.	Hoher Energie-, Gebäude-, Material- und Logistik-aufwand; ökologisch nur gut begründbar, wenn stationäre Intensität medizinisch erforderlich ist.	Stationär sollte nicht Standard-pfad, sondern Eskalations- und Spezialpfad sein.
Hybride Versorgung	Kann Zugang, Kontinuität und Bedarfsgerechtigkeit verbessern, wenn digitale, ambulante, aufsuchende und stationäre Elemente klar ineinandergreifen.	Effizienzpotenzial durch bessere Steuerung, weniger Doppelstrukturen und frühere Intervention; Risiko zusätzlicher Kontakte, wenn digitale Angebote additiv statt substitutiv wirken.	Potenzial durch weniger Wege, weniger vermeidbare Aufenthalte und bessere Ressourcennutzung; aber neue digitale Infrastruktur und Koordinationsaufwand.	Nachhaltig nur bei Fallselektion, klaren Eskalationspfaden, Vergütung ohne Fehlanreize und messbarer Substitution.
Rein digitale Versorgung[114]	Geeignet für definierte Anliegen, Monitoring, Beratung, Nachsorge oder niedrigschwellige Zugänge; begrenzt bei komplexen, instabilen oder sozial vulnerablen Fällen.	Geringe Grenzkosten pro Kontakt, aber hohes Risiko von Mengenausweitung, Parallelstrukturen und zusätzlicher Inanspruchnahme.	Ökologisch vorteilhaft, wenn reale Präsenzkontakte oder Wege ersetzt werden; weniger eindeutig, wenn zusätzliche Nutzung, Datenwachstum und Rebound entstehen.	GKV-relevant nur, wenn digitale Leistungen in Versorgungspfade eingebettet sind und nicht bloß zusätzliche Nachfrage erzeugen.

Tabelle 3 vergleicht unterschiedliche Versorgungskonfigurationen aus GKV-Perspektive. Im Mittelpunkt stehen ihre möglichen Versorgungs-, Ressourcen- und Kostenwirkungen sowie die Bedingungen, unter denen ökologische Nachhaltigkeitseffekte entstehen. Bedarfsgerechte Steuerung ist der am stärksten anschlussfähige Bereich für digitale Nachhaltigkeit. Elektronische Konsile, telemedizinische Fachberatung[1145], Portale und ePA-gestützte integrierte Modelle - etwa telemedizinische Hepatitis-C-Behandlungen an bestehenden Versorgungspunkten verdeutlichen, dass wirksame Versorgungssteuerung nicht allein von der Digitalisierung selbst abhängt, sondern von ihrer kontextnahen Einbettung in bestehende Versorgungsstrukturen. Virtual Wards (wie StäB) und Hospital-at-Home-Logiken zeigen, wann digitale Tools nachhaltig für Patient:innen wirken: als Bestandteil eines hybriden Versorgungsmodells mit Monitoring, klinischer Verantwortung und definierten Eskalationspfaden[116].

114 Derzeit listet das BfArM (Stand: Mai 2026) 59 Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGAs). Einige dieser DiGAs bieten auch „Blended Care"-Bausteine, können daher als hybrid eingestuft werden. Ein Beispiel ist die App InVirto, die als DiGA / App auf Rezept verordnet werden kann oder als TK-Modell „Digitale Psychotherapie" mit digitaler Behandlung über die InVirto App plus begleitenden Videogesprächen mit Psychotherapeuten. Dies erfolgt über einen Vertrag über eine „Besondere Versorgung" zwischen der TK und InVirto (InVirto, 2026)
115 Talal et al. 2024
116 NHS England 2024; Jalilian et al. 2024

4.3 Gesundes Altern

Vor dem Hintergrund des demografischen Wandels und der immer älter werdenden Gesellschaft sollte insbesondere darauf der Fokus liegen, wie der Bevölkerung gesundes Altern ermöglicht werden kann. Das gesunde Altern als wichtige Lebensphase ist in unserer systematischen Kurzauswertung mit relativ wenigen Studien repräsentiert[117]. Digitale Angebote für gesundes Altern sollten als Ergänzung zur persönlichen Versorgung verstanden werden: zur Symptomkontrolle, Angehörigenberatung, Krisenkommunikation. Besonders relevant sind hierbei einfache Zugänge, Geräte- und Sprachunterstützung, Datenschutzsensibilität und klare Regeln, wann digitale Formate nicht ausreichen. Hierzu sollten zukünftig weitere Untersuchungen erfolgen.

Praxis-Box gesundes Altern

Tele-Palliativversorgung beschreibt den Einsatz von Telekommunikationstechnologien, wie Videosprechstunden oder Fernüberwachung, um spezialisierte Palliativversorgung direkt in das Zuhause der Patient*innen zu bringen. Ein Umbrella-Review zeigt, dass Tele-Palliativversorgung Erreichbarkeit und Kontinuität stärken kann, aber auch Nähe und Vertrauensarbeit nicht ersetzen sollte. Es betont jedoch zugleich Barrieren wie Technikangst, digitale Exklusion, Implementationsaufwand und die Notwendigkeit niedrigschwelliger Unterstützung. Erprobungen in diesem Bereich sollten daher nicht nur Nutzung und Kosten messen, sondern auch Themen, wie die Belastung von Angehörigen[118].

117 Septian et al. 2025
118 Septian et al. 2025

5. Fundament: Analyse regulatorischer, technischer und organisationaler Hemmnisse

Die Literatur zeigt, dass der Erfolg digitaler Lösungen nicht allein von der eingesetzten Technologie abhängt, sondern maßgeblich davon, in welchen Versorgungspfad und unter welchen Rahmenbedingungen sie eingebettet is[119]. Die erhofften Nachhaltigkeitseffekte bleiben aus, wenn es an Standards fehlt, Zuständigkeiten unklar sind, Anwendungen schlecht nutzbar sind oder sich Wirkungen nicht messen lassen.

Für die Messung nachhaltiger Digitalisierung sind wenige, aber belastbare Kern-Indikatoren sinnvoll. Sie lassen sich als Bilanz ordnen: Was bringt eine Lösung in der Versorgung, und was kostet sie an Ressourcen? Auf der Nutzenseite zählt erstens, ob reale Kontakte, Wege und stationäre Tage tatsächlich weniger werden und nicht nur zusätzliche hinzukommen. Zweitens, ob das Behandlungsergebnis stimmt, klinisch wie aus Sicht der Patient:innen. Und drittens, ob alle Versichertengruppen gleichermaßen profitieren, nicht nur der Durchschnitt. Auf der Aufwandsseite steht der Aufwand im Versorgungspfad, also Personalzeit, Dokumentation und Doppelarbeit, sowie der Ressourcenverbrauch der Lösung selbst. Damit ein solches Set praktisch anwendbar wird, braucht es eine klare Vergleichsbasis und Kennzahlen, deren Erhebung im Versorgungsalltag leistbar bleibt. Für ökologische Größen wird das zusätzliche Erhebungen und Angaben der Hersteller erfordern. Derartige mehrdimensionale Bewertungsansätze können auch dabei helfen, Zielkonflikte sichtbarer zu machen.

Ein möglicher Weg dorthin sind Beteiligungsverfahren, in denen Leistungserbringende, Kostenträger und Nutzende eine digitale Versorgungslösung gemeinsam und entlang mehrerer Nachhaltigkeitsziele bewerten. Sichtbar wird dabei, was eine Bewertung anhand einzelner Ergebnisindikatoren nicht zeigt, etwa wenn eine Lösung aus einer Perspektive entlastet und aus einer anderen zusätzlichen Aufwand erzeugt.

Für digitale Geräte und digitale Medizinprodukte sollten diese Kern-Indikatoren um Kennzahlen zur Zirkularität ergänzt werden, etwa Nutzungsdauer, Rücklaufquote oder Materialverluste. Bislang gibt es im Gesundheitswesen jedoch kein einheitlich skalierbares Modell für Zirkularität: Die wirtschaftliche Tragfähigkeit hängt stark davon ab, wie die Rücknahme organisiert ist und welche Anreize die beteiligten Akteur:innen haben[120].

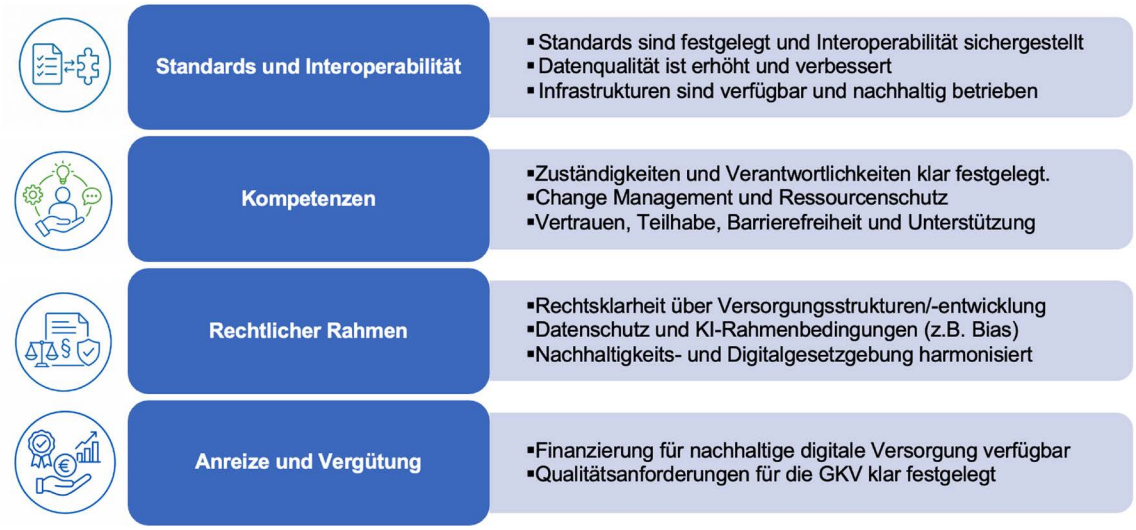

Abbildung 7. Bedingungen für nachhaltige Digitalisierung.
Interoperabilität, Teilhabe, nachhaltige Gestaltung von Arbeitsabläufen, Kompetenzen und rechtliche Sicherheit entscheiden darüber, ob digitale Versorgung tragfähig skaliert.

119 Apathy et al. 2021; Anderson et al. 2021; Kong et al. 2024
120 Smith et al. 2022; Kwon et al. 2024; Gupta et al. 2025

Auch aktuelle Praxisberichte aus dem deutschen Gesundheitswesen zeigen, dass Nachhaltigkeit bislang häufig als wichtig erkannt, aber operativ nur begrenzt in Strategie, Zuständigkeiten und Kennzahlen übersetzt wird[121]. Besonders relevant ist dabei, dass viele Einrichtungen Digitalisierung zwar als wichtigen Hebel ansehen, ihr Potenzial jedoch nur teilweise nutzen. So hat auch der Klinikreport Nachhaltigkeit der TK/DKI gezeigt, dass erst 21 % der Krankenhäuser ihre CO_2-Emissionen bereits ermitteln; 22% verfügen über Beschaffungsleitlinien mit ökologischen und sozialen Kriterien; 18% haben bislang einen Nachhaltigkeitsbericht veröffentlicht. Gleichzeitig messen 94% Investitionshilfen für klimaneutrale Umbauten eine sehr hohe Bedeutung bei[122].

Welche Bedingungen erfüllt sein müssen, damit digitale Versorgung nachhaltig wirkt, lässt sich in vier Feldern bündeln, die in den folgenden Abschnitten näher betrachtet werden.

5.1 Standards und Interoperabilität

Interoperabilität ist eine zentrale Voraussetzung nachhaltiger Digitalisierung im Gesundheitswesen, da sie die Grundlage für die strukturierte, sektorenübergreifende Nutzung und Auswertung von Gesundheitsdaten schafft. Die bisherige Entwicklung in Deutschland war jedoch über weite Strecken durch nationale Sonderwege und proprietäre Schnittstellen geprägt. Die daraus resultierenden Medienbrüche, Doppeluntersuchungen und manuellen Übertragungen binden personelle und ökologische Ressourcen, erschweren die Auswertung von Versorgungsdaten und können die Patientensicherheit beeinträchtigen.

Die Beispiele elektronischer Gesundheitsakten und eConsults zeigen, dass Nutzungsreife, Interoperabilität und organisatorische Einbettung zentrale Voraussetzungen dafür sind, digitale Effekte überhaupt belastbar bewerten zu können[123]. Dies erfordert eine konsistente und standardisierte Datengrundlage, die es ermöglicht, unterschiedliche Datenkategorien, insbesondere Outcome-, Prozess- und Teilhabedaten, systemübergreifend zu integrieren, zu vergleichen und auszuwerten. Ohne diese Datengrundlage bleibt offen, ob eine Intervention wirklich entlastet oder nur digitale Zusatzarbeit erzeugt. Standards sollten deshalb sowohl Austauschformate garantieren, als auch als Metriken der Nachhaltigkeitsbewertung dienen. Weiterhin zeigen Praxisbeispiele wie MEDI:CUS zudem, dass interoperable Gesundheitsdateninfrastrukturen dabei nicht nur die technischen Standards, sondern auch dauerhafte Betreiber- und Rolloutstrukturen benötigen. Nachhaltige Interoperabilität ist organisatorisch ebenso anspruchsvoll wie technisch. Die hierfür notwendige Interoperabilität erfordert die konsequente Anwendung etablierter internationaler Standards[124]. Auf syntaktischer Ebene ermöglicht insbesondere HL7 FHIR den strukturierten Datenaustausch, während auf semantischer Ebene Terminologien wie SNOMED CT und LOINC die eindeutige Interpretation klinischer Inhalte sicherstellen. Erst durch das koordinierte Zusammenspiel dieser Standards wird eine Datengrundlage geschaffen, die belastbare Aussagen über die Nachhaltigkeit digitaler Anwendungen erlaubt. Nachhaltige Dateninfrastrukturen benötigen dabei nicht nur standardisierte Schnittstellen, sondern ebenso verlässliche Governance-Strukturen, klar definierte Verantwortlichkeiten sowie langfristig angelegte Betriebs- und Rolloutkonzepte. Nachhaltige Interoperabilität stellt sowohl technische als auch organisatorische

121 BARMER 2022
122 Filser et al. 2024, S. 48ff.
123 Apathy et al. 2021; Anderson et al. 2021
124 https://digital-laend.de/medicus/

Anforderungen und setzt die konsequente Anwendung etablierter internationaler Standards voraus. Zur Datenqualität zählt darüber hinaus die Datendiversität. Bilden Gesundheitsdaten Geschlechterunterschiede, Altersgruppen und soziale Lagen nicht differenziert ab, entstehen verzerrte Auswertungen und in der Folge verzerrte Algorithmen. Insbesondere für datengetriebene KI-Systeme ist eine geschlechtersensible und diversitätsgerechte Datenerhebung daher als Bestandteil semantischer Qualität zu verstehen.

Vor diesem Hintergrund kann den Empfehlungen des Sachverständigenrats Gesundheit im Gutachten „Digitalisierung für Gesundheit" aus dem Jahr 2021 gefolgt werden, zügig eine umfassende Interoperabilität im Gesundheitswesen herzustellen und zugleich eine digitale Bildungs- und Informationsoffensive voranzutreiben[125]. Interoperabilität entscheidet damit nicht nur über die technische Anschlussfähigkeit digitaler Anwendungen, sondern über deren tatsächliche Wirksamkeit und Bewertbarkeit im Versorgungskontext.

Interoperabilität und Standards als Nachhaltigkeitshebel

Interoperabilität wirkt auf mindestens vier Ebenen zugleich: erstens technisch über kompatible Schnittstellen und stabile Austauschformate; zweitens semantisch über gemeinsame Begriffe und Kodierungen; drittens organisatorisch über abgestimmte Prozesse und Verantwortlichkeiten; und viertens regulatorisch über klare Berichtspflichten und nachweisbare Konformität. Ohne diese Ebenen bleiben elektronische Gesundheitsakten, ePA, Register oder KI-Lösungen lokal nützlich, systemisch, aber fragmentiert. Deshalb ist Standardisierung eine Voraussetzung dafür, dass digitale Lösungen Ressourcen sparen, Versorgung koordinieren und Datennutzung vertrauenswürdig skalieren können[126].

125 SVR-Gutachten 2021, S. 317
126 Williamson et al. 2024; Liu et al. 2026; Wu X et al. 2024

5.2 Rechtliche Rahmenbedingungen

Der rechtliche Rahmen bestimmt, welche digitalen Anwendungen verpflichtend eingeführt werden, wie Daten fließen dürfen, welche Sicherheits- und Datenschutzanforderungen gelten und nach welchen Standards Interoperabilität herzustellen ist. Er entscheidet damit über Skalierbarkeit, Anschlussfähigkeit und langfristige Betriebssicherheit und schafft die Voraussetzungen, unter denen digitale Versorgung überhaupt nachhaltig wirken kann.

Tabelle 4. Regulatorischer Rahmen: Digitalisierung und Nachhaltigkeit. Auswahl der für den Bericht relevanten Regelungen.

Kerngesetze Digitales Gesundheitswesen	**EU-Regulierung mit Gesundheitsbezug**	**Strategiepapiere, Interoperabilität, Umsetzung**
GeDIG (Kabinetsentwurf, Juli 2026)		
DigiG	EHDS-Verordnung	Digitalisierungsstrategie BMG
GDNG	AI Act (KI-VO)	Koalitionsvertrag
DVG	DSGVO / BDSG	Hightech Agenda
DVPMG	Data Governance Act	Gematik / IOP-Regelwerk
PDSG	Data Act	DigitalRadar
E-Health-Gesetz		
KHZG		
Nachhaltigkeitsgesetzgebung		
Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR)		
Circular Economy Act (EU) – derzeit in der Kommentierung befindlicher europäischer Rechtsrahmen		
EU-Medizinprodukteverordnung (EU MDR IVR), Infektionsschutz, Sterilität, Herstellerverantwortung		
WEEE Directive / ElektroG		
Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)		
Verpackungsgesetz (VerpackG)		

Auf nationaler Ebene ist die Entwicklung seit dem E-Health Gesetz durch eine Abfolge von Digitalgesetzen geprägt, die Infrastruktur und Anwendungen schrittweise verbindlicher machen. Das Digitale-Versorgung-Gesetz (DVG) hat insbesondere DiGAs als erstattungsfähige digitale Anwendungen verankert; DiPAs wurden später im Kontext der Pflege stärker geregelt[127]. Mit dem Krankenhauszukunftsgesetz (KHZG) wird Krankenhausdigitalisierung zudem über ein Investitions und Evaluationsregime strukturiert: Fördermittel und digitale Reifegradmessung werden gekoppelt, sodass Umsetzungsfortschritte und Reifegrade vergleichbar werden[128].

Mit dem Digital-Gesetz (DigiG) und dem Gesundheitsdatennutzungsgesetz (GDNG), die 2024 in Kraft traten und stufenweise umgesetzt werden, werden zwei strategische Ziele verstärkt: (a) die Beschleunigung der digitalen Versorgungspraxis und (b) die kontrollierte Erschließung von Gesundheitsdaten für gemeinwohlorientierte Zwecke. Im DigiG ist die „ePA für alle“ als Opt out Ansatz zentral, flankiert durch eine stärkere Standardisierung des E-Rezepts, eine tiefere Integration digitaler Anwendungen sowie die Stärkung von Telemedizin im Regelbetrieb[129]. Das GDNG zielt auf die bessere Nutzbarkeit von Gesundheitsdaten für Forschung und Gemeinwohl, indem eine dezentrale Gesundheitsdateninfrastruktur aufgebaut und durch eine zentrale Datenzugangs- und Koordinierungsstelle gesteuert wird[130].

Mit dem Gesetz für Daten und digitale Innovation im Gesundheitswesen (GeDIG) liegt seit Juli 2026 ein Kabinettsentwurf vor, der diese Linie fortsetzt. Vorgesehen sind unter anderem kassenindividuell ausgestaltbare ePA-Anwendungen einschließlich KI-gestützter Aufbereitungen von Befunden sowie ein Ausbau der gematik zur steuernden Digitalagentur; das parlamentarische Verfahren ist zum Redaktionsschluss noch nicht abgeschlossen.

Parallel baut die EU den Rechtsrahmen aus. Die DSGVO (ergänzt durch das BDSG) bildet die Grundregel für jede Verarbeitung personenbezogener Daten; Gesundheitsdaten sind als besonders schutzwürdig einzuordnen. Nachhaltige Digitalisierungsprojekte erfordern daher eine frühzeitige Integration von „Privacy by Design“-Prinzipien, einschließlich transparenter Rollenmodelle und technisch-organisatorischer Schutzmaßnahmen, in die zentralen Prozessstrukturen. Mit dem Data Governance Act und dem Data Act werden zudem europaweit Regeln für Datenteilung und Datenzugang etabliert (u.a. Vertrauensmechanismen/ Intermediäre sowie Zugangs- und Portabilitätsregeln für Daten aus vernetzten Produkten und Diensten)[131].

Sektorspezifisch ist die European Health Data Space (EHDS)-Verordnung ein wesentlicher EU Baustein: Sie schafft gemeinsame Regeln, Standards, Infrastrukturen für Primär- und Sekundärnutzung elektronischer Gesundheitsdaten sowie Anforderungen an Systeme elektronischer Gesundheitsakten. Aufgrund technischer Vorläufe wird die Anwendung der EHDS-Regeln stufenweise eingeführt[132]. Damit wird ein verbindlicher Korridor für grenzüberschreitende Versorgung, Forschung und Regulierung geschaffen, auf den nationale Regelungen (z.B. Datennutzungsstrukturen) ausgerichtet werden müssen.

127 DVG vom 09.12.2019, BGBl. I S. 2562, PDSG vom 14.10.2020, BGBl. I S. 2115, DVPMG vom 03.06.2021, BGBl. I S. 1309.
128 KHZG vom 23.10.2020, BGBl. I S. 2208.
129 DigiG vom 22.03.2024, BGBl. 2024 I Nr. 101.
130 GDNG vom 22.03.2024, BGBl. 2024 I Nr. 102.
131 Data Governance Act, VO (EU) 2022/868.
132 EHDS-Verordnung, VO (EU) 2025/327.
133 KI-Verordnung, VO (EU) 2024/1689.

Für KI-Anwendungen wirkt zusätzlich der EU AI Act als horizontaler Rahmen mit gestaffelten Geltungsfristen. Er verlangt je nach Risikoklasse Dokumentation, Governance, Aufsicht, Transparenz und Konformität. Im Kontext nachhaltiger Digitalisierung ist besonders relevant, dass der AI Act Evaluations- und Standardisierungsmechanismen etabliert, die perspektivisch auch Aspekte der Energieeffizienz und Ressourcennutzung adressieren[133].

Für die praktische Umsetzung werden Interoperabilität und Standardisierung in Deutschland zunehmend über formalisierte Governance gesteuert. Die Gesundheits-IT-Interoperabilitäts-Governance-Verordnung (GIGV), die Wissensplattform INA und die zugehörigen Verfahrensregeln (GVO) setzen einen Rahmen, wie technische, syntaktische und semantische Standards bewertet, versioniert und verbindlich gemacht werden. Im Krankenhausbereich konkretisiert ISiK diese Logik über stufenbasierte Schnittstellenanforderungen[134].

Schließlich sind Strategie- und Umsetzungsdokumente (insb. Digitalisierungsstrategie 2026 und Koalitionsvertrag 2025) als „politische Taktgeber“ für derzeitige Prioritäten zu berücksichtigen. Sie konkretisieren Erwartungen an ePA Nutzung, elektronische Kommunikation, Forschungsdatennutzung und standardbasierten Datenaustausch und liefern damit eine Anschlusslogik, an der die Messvoraussetzungen nachhaltiger Digitalisierung ausgerichtet werden kann[135].

Nachhaltigkeits- und Versorgungsregulatorik stehen dabei bislang weitgehend nebeneinander. Die Digitalgesetzgebung steuert Infrastruktur, Datenflüsse und Erstattung. Teilhabeaspekte werden dort punktuell adressiert, nicht aber als übergreifendes Kriterium für Förderung und Vergütung. Ökologische Kriterien kommen bislang nicht vor. Die Nachhaltigkeitsregulierung setzt umgekehrt an Produkten und Stoffströmen an, ohne an Zulassung, Leistungserbringung und Erstattung anzuschließen. Das gilt für die europäische Ökodesign-Verordnung (ESPR) ebenso wie für die Elektroaltgeräte-Richtlinie (WEEE), das Kreislaufwirtschaftsgesetz und das Verpackungsgesetz. Nachhaltigkeit ist damit in den normativen Grundlagen der Versorgung kaum verankert. Sie bleibt eine freiwillige Zusatzanforderung, solange beide Regelungsstränge getrennt geführt werden.

Dass diese Trennung umstritten ist, zeigt die laufende Revision der EU-Medizinprodukteverordnung. In den Stellungnahmen zum Kommissionsvorschlag vom Dezember 2025 wird gefordert, ökologische Anforderungen an Medizinprodukte nicht im Zulassungsrecht, sondern kohärent über die parallele Nachhaltigkeitsgesetzgebung zu regeln[136]. Dies ist auch insgesamt zu empfehlen.

133 KI-Verordnung, VO (EU) 2024/1689.
134 GIGV vom 21.03.2024, BGBl. 2024 I Nr. 117.
135 Digitalisierungsstrategie 2026 (für messbare Ziele, EUFokus EHDS) und Koalitionsvertrag 2025 (Datenaustausch bis 2027)
136 Kommissionsvorschlag zur Änderung von MDR und IVDR, COM(2025) 1023 final vom 16.12.2025; BVMed, Stellungnahme zur MDR-Revision vom 14.07.2026.

5.3 Kompetenzen

Kompetenzen bilden die dritte Fundamentebene. Sie betreffen nicht nur Patient:innen, sondern auch Leistungserbringende, Organisationen und die GKV selbst. Digitale Gesundheitskompetenz entscheidet, ob Versicherte digitale Angebote verstehen, anwenden und einschätzen können. Professionelle Kompetenz entscheidet, ob Teams digitale Tools sinnvoll in Arbeitsabläufe übersetzen. Organisationale Kompetenz entscheidet, ob Verantwortlichkeiten, Support, Datenschutz und Evaluation tragfähig verankert werden.

Die Studienlage zur digitalen Teilhabe zeigt, dass fehlender Internetzugang, Gerätezugang, Sprachbarrieren, geringe digitale Selbstwirksamkeit und kognitive Überlastung reale Nutzungsbarrieren sind[137]. Kompetenzaufbau darf deshalb nicht als Schulungsanhang verstanden werden. Er ist eine Wirkbedingung digitaler Versorgung: Ohne Unterstützung profitieren vor allem die bereits digital stärkeren Gruppen.

Für Gesundheitsfachkräfte geht es um mehr als Bedienkompetenz. Entscheidend sind Prozesskompetenz, Datenkompetenz, KI-Urteilsfähigkeit, Risiko-Sensibilität und Sensibilität für Verzerrungen sowie die Fähigkeit, digitale Kanäle patientenzentriert zu vermitteln[138]. Für Akteur:innen, wie der gesetzlichen Krankenkasse, kommen Vergabe-, Vertrags-, Monitoring- und Evaluationskompetenzen hinzu: Programme müssen so gestaltet werden, dass Nutzen, Risiken und Teilhabe beobachtbar bleiben.

Damit wird Kompetenz zu einem eigenständigen Nachhaltigkeitskriterium. Ein digitales Programm ist erst dann skalierungsreif, wenn nicht nur Technik und Rechtsgrundlage vorliegen, sondern auch die betroffenen Gruppen es praktisch nutzen, verstehen und in Routineprozesse integrieren können.

Kompetenzmodell für nachhaltige Digitalisierung

1. Versicherte: digitale Gesundheitskompetenz, Zugang, Sprache, Barrierearmut.

2. Fachkräfte: Automatisierungs-, Daten- und KI-Kompetenz.

3. Organisationen: Support, Verantwortlichkeiten, Datenschutz, Change Management.

4. GKV: Vertragsdesign, Evidenzbewertung, Monitoring, Teilhabe- und Nachhaltigkeitsindikatoren.

5.4 Anreize und Vergütung

Ob digitale Versorgung nachhaltig wirkt, hängt schließlich davon ab, ob sich ihr Einsatz für die Beteiligten trägt. Substitutionsstarke Versorgungsformen erbringen dieselbe oder eine bessere Versorgung mit weniger Präsenzkontakten, Wegen und stationären Tagen.. Damit sie sich tragen, muss die Vergütung diesen Nutzen abbilden und nicht allein die erbrachte Leistung. Hinzu kommt, dass ökologische und soziale Anforderungen bislang kaum in Vergütungs- und zu wenig in Beschaffungsentscheidungen einfließen. Hier liegt zugleich der Ansatzpunkt, Nachhaltigkeitsanforderungen über Selektivverträge und Beschaffung wirksam werden zu lassen.

137 Rising et al., 2024; Initiative D21, 2024; Williamson et al., 2024; Liu et al., 2026
138 Turnbull et al., 2024; Fazakarley et al., 2023; Barwise et al., 2024

6. Handlungsempfehlungen für die Gesetzliche Krankenversicherung

Der vorliegende Report spricht zusammenfassend folgende Empfehlungen aus. Die Reihenfolge der Empfehlungen folgt dabei der Unterscheidung von Nachhaltigkeit durch und in der Digitalisierung. Vorangestellt ist die Wirkung in der Versorgung, weil sich dort substitutionsstarke Versorgungspfade, ePA-nahe Datenflüsse und indikationsspezifische digitale Medizinprodukte bereits heute identifizieren und skalieren lassen. Bewertungsmaßstäbe und Teilhabeanforderungen schließen daran an, der ökologische Fußabdruck der Digitalisierung selbst bildet den Abschluss.

1. **Substitutionsstarke hybride Versorgungspfade priorisieren.**

   Am besten belegt sind die Nachhaltigkeitswirkungen digitaler Angebote dort, wo sie fest in die Versorgung eingebunden sind und Wege, Arztkontakte oder Krankenhaustage tatsächlich ersetzen.

   Die GKV sollte deshalb jene Versorgungsformen priorisieren, bei denen diese Substitution beobachtbar ist. Besonders anschlussfähig sind hybride Modelle mit digitalen Bausteinen wie Telemedizin, elektronische Konsile, indikationsbezogene Fernüberwachung und häuslich rückgebundene Versorgungsformen, etwa die stationsäquivalente Behandlung, die auch auf den somatischen Bereich ausgeweitet werden sollte.

2. **Interoperabilität und Datenqualität als Vertrags- und Steuerungsziel.**

   Mehrere Quellen zeigen übereinstimmend, dass fehlende Standards, Medienbrüche und manuelle Workarounds Effizienz- und Nachhaltigkeitseffekte schnell entwerten. Freiwillige Selbstverpflichtungen zur Interoperabilität haben bislang nicht die erforderliche Verbindlichkeit geschaffen.

   Interoperabilität sollte für die gesetzliche Krankenkasse kein Randthema der IT bleiben, sondern als verbindliches Vertrags- und Steuerungsziel ausgestaltet werden. Wo Verträge, Förderungen oder Erprobungen digitale Bausteine enthalten, sollten die nachgewiesene Konformität mit internationalen Standards (HL7 FHIR, SNOMED CT, LOINC, UCUM), die Anschlussfähigkeit an bestehende Versorgungsprozesse und den europäischen Gesundheitsdatenraum sowie überprüfbare Anforderungen an Datenqualität und Datendiversität verbindliche Voraussetzungen für Vertragsschluss, Vergütung und Förderung sein. Ergänzend sollten evaluierbare Outcomes von Beginn an berücksichtigt werden. Anwendungen ohne nachgewiesene Standardkonformität sollten nicht gefördert und nicht in die Regelversorgung überführt werden.

3. **Eine nachhaltige Nutzenbewertung erarbeiten, erproben und etablieren.**

   Für digitale Anwendungen existiert bislang kein einheitliches und allgemein etabliertes Nachhaltigkeitslabel. Erste Transparenzansätze wie der Blaue Engel für ressourcen- und energieeffiziente Software (DE-UZ 215) adressieren die Software- und Hardwareebene, ersetzen aber keine Versorgungsbewertung. Für nachhaltige Versorgungspfade und -lösungen im Gesundheitswesen fehlt eine standardisierte und akzeptierte Methodik.

   Die GKV sollte deshalb die Erarbeitung und Erprobung eines Kernsets tragfähiger Kennzahlen für eine nachhaltige Nutzenbewertung anstoßen und auf dessen umfassenden Etablierung hinwirken. Anknüpfen lässt sich an die in Kapitel 5 hergeleiteten Kern-Indikatoren, die den Nutzen im Versorgungspfad und den Aufwand der Lösung selbst nebeneinanderstellen. Für

digitale Geräte und digitale Medizinprodukte sind Indikatoren für Zirkularität zu ergänzen, etwa Nutzungsdauer, Rücklaufquote oder Materialverluste. Erst ein solcher Maßstab macht Nachhaltigkeitsaussagen zu digitalen Versorgungsangeboten verbindlich und vergleichbar.

4. Digitale Teilhabe als Nachhaltigkeitskriterium verankern.

Die ungleiche Nutzung und Verteilung digitaler Gesundheitsangebote ist kein soziales Begleitproblem, sondern beeinflusst direkt, ob digitale Angebote wirken oder zu weiterer Exklusion führen. Davon hängt ab, ob sie in der Breite wirken oder bestehende Ungleichheiten verstärken.

Digitale Teilhabe sollte daher als eigenständiges Nachhaltigkeitskriterium in die Bewertung digitaler Versorgungsmodelle einbezogen werden. Hierzu zählen unter anderem verständliche und barrierearme Oberflächen, adressatengerechte Kommunikation, Schulungs- und Unterstützungsangebote sowie die systematische Beobachtung von Nutzungsunterschieden nach Alter, Bildung, kulturellem Hintergrund und sozialer Belastungslage.

5. Nachhaltigkeit in Beschaffung und Selektivverträgen operationalisieren

Nachhaltigkeit „in“ der Digitalisierung und Nachhaltigkeit „durch“ Digitalisierung werden bislang selten zusammen betrachtet. Vor allem die Circular-Health-Literatur zeigt, dass Nachhaltigkeit wirksam wird, wenn sie in Vertrags-, Beschaffungs- und Vergütungslogik übersetzt wird.

Die GKV sollte Nachhaltigkeitskriterien stärker in Selektivverträgen und Beschaffungsstandards verankern. Dazu gehören ökologische und soziale Mindestanforderungen, Qualitäts- und Weiterbildungselemente sowie, wo sinnvoll, Anreize für nachweislich nachhaltigere Leistungserbringung. Hierbei sollte die GKV mutig vorangehen und, wo möglich, ihre Beschaffungsmacht für Grünes und Soziales Einkaufen durchsetzen. Damit diese Hebel nicht auf einzelne Akteure beschränkt bleiben, braucht es zugleich eine Nachhaltigkeitsstrategie für den gesamten Gesundheitssektor, an der sich Beschaffung, Vergütung und Versorgungsgestaltung gemeinsam ausrichten können.

Längerfristig braucht es eine Beschaffungs- und Allianzlogik, die Nachhaltigkeit in der Digitalisierung stärkt: Softwareeffizienz, Hardware-Lebensdauer, Reparierbarkeit bzw. Reprozessierbarkeit und Recycling werden dann Teil der digitalen Versorgungspolitik.

7. Fazit

Digitalisierung ist nicht per Definition nachhaltig. Die Studienlage legt nahe, dass sie ihren Wert dort entfaltet, wo sie die Versorgung spürbar verbessert, Wege, Wiederaufnahmen oder Doppelarbeit vermeidet und zugleich für alle Versichertengruppen nutzbar bleibt. Über verschiedene Studien hinweg zeigt sich, dass diese Effekte an Bedingungen geknüpft sind: Digitale Angebote müssen bestehende Versorgung tatsächlich entlasten oder besser koordinieren und in funktionierende Arbeitsabläufe eingebettet sein.

Für die GKV ist nachhaltige Digitalisierung deshalb eine Frage der Auswahl. Ausbauen sollte sie, was die Versorgung erkennbar verbessert, Ressourcen spart und allen Versichertengruppen offensteht. Erproben sollte sie, wo das Potenzial sichtbar ist, die Bedingungen aber noch unklar sind. Zurückhaltend bleiben sollte sie dort, wo nichts ersetzt wird, die Anschlussfähigkeit fehlt oder Teilhabe nicht mitgedacht ist.

8. Quellen

Alsdorf H, Kosmol L, Rivera Fernandez Z. Relevanz und Bedeutung der Nachhaltigkeit – Green IT/IS als Nischenthema in KMU der DACH-Region. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik. 2023;60:159–173. DOI:10.1365/s40702-022-00863-y

Anderson E, Rinne ST, Orlander JD, et al. Electronic consultations and economies of scale: a qualitative study of clinician perspectives on scaling up e-consult delivery. J Am Med Inform Assoc. 2021;28(10):2165-2175. DOI: 10.1093/jamia/ocab139.

Apathy NC, Holmgren AJ, Adler-Milstein J. A decade post-HITECH: Critical access hospitals have electronic health records but struggle to keep up with other advanced functions. J Am Med Inform Assoc. 2021;28(9):1947-1954. DOI: 10.1093/jamia/ocab102.

BARMER; F.A.Z.-Institut. Klimaneutraler Gesundheitssektor: Meilensteine auf einem langen Weg. 2022.

Barwise AK, Curtis S, Diedrich DA, Pickering BW. Using artificial intelligence to promote equitable care for inpatients with language barriers and complex medical needs: clinical stakeholder perspectives. J Am Med Inform Assoc. 2024;31(3):611-621. DOI: 10.1093/jamia/ocad224.

Bateson G. Steps to an Ecology of Mind. Chicago: University of Chicago Press; 2000.

Bean AM, Payne RE, Parsons G, et al. Reliability of LLMs as medical assistants for the general public: a randomized preregistered study. Nat Med. 2026;32:609–615. DOI:10.1038/s41591-025-04074-y

Bhushan A, Misra P. Unlocking the potential: multimodal AI in biotechnology and digital medicine—economic impact and ethical challenges. npj Digital Medicine. 2025;8:619. DOI: 10.1038/s41746-025-01992-6.

Boege I, Corpus N, Schepker R, Kilian R, Fegert JM. Cost-effectiveness of intensive home treatment enhanced by inpatient treatment elements in child and adolescent psychiatry in Germany: A randomised trial. European Psychiatry. 2015;30(5):583–589. DOI:10.1016/j.eurpsy.2015.01.009

Boh WF, Melville NP, Baptista J, Chasin F, Horita F, Ixmeier A, Johnson SL, Ketter W, Kranz J, Miranda S, Nan N, Pentland BT, Recker J, Sadeghi S, Sarker S, Sarker S, Sutanto J, Wang P, Wilopo W. Digital resilience for the climate crisis: A multi-perspective analysis. MIS Quarterly. 2026;50(1):1–34. DOI:10.25300/MISQ/2025/18779.

Colquhoun DA, Hovord D, Rachel R, et al. Environmental and patient safety outcomes of a health-system Green Anesthesia Initiative (GAIA): a retrospective observational cohort study. Lancet Planet Health. 2025;9(2):e124-e133. DOI: 10.1016/s2542-5196(24)00331-0.

Crawford K. Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence. New Haven: Yale University Press; 2021.

Department of Health and Social Care. Design for Life roadmap. GOV.UK policy paper, published 16 October 2024, updated 31 January 2025.

Domingues B, Pereira AP, Pradhan A, et al. Digital Versus In-Person Physical Therapy in Adults With Musculoskeletal Conditions: Retrospective Matched-Cohort Analysis of Surgery and Low-Value Surgical Rates. J Med Internet Res. 2025. DOI: 10.2196/82573.

Dupenloup P, Pei RL, Chang A, et al. A model to design financially sustainable algorithm-enabled remote patient monitoring for pediatric type 1 diabetes care. Front Endocrinol. 2022;13:1021982. DOI: 10.3389/fendo.2022.1021982.

Engert M, Hein A, Maruping LM, Thatcher JB, Krcmar H. Self-organization and governance in digital platform ecosystems: An information ecology approach. MIS Quarterly. 2025;49(1):91–122. DOI:10.25300/MISQ/2024/18413

European Parliament; Council of the European Union. Regulation (EU) 2024/1781 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for sustainable products (ESPR). Official Journal of the European Union. 2024.

Fazakarley CA, Breen M, Leeson P, Thompson B, Williamson V. Experiences of using artificial intelligence in healthcare: a qualitative study of UK clinician and key stakeholder perspectives. BMJ Open. 2023;13:e076950. DOI: 10.1136/bmjopen-2023-076950.

Ferre F, Furelau P, Labaste F, et al. Medical-Economic and Ecological Impact of Anesthesia Teleconsultation: Retrospective Observational Study. JMIR Form Res. 2025;9:e70259. DOI: 10.2196/70259.

Filser M, Janson D, Blum K, Schoenheit I. Klinikreport Nachhaltigkeit: Wie weit sind Deutschlands Krankenhäuser? Deutsches Krankenhausinstitut; imug; Techniker Krankenkasse. 2024.

Green Coding Solutions. Green Metrics Tool: Measure software for energy and CO_2. Berlin: Green Coding Solutions; 2026.

Gupta R, Sasaki M, Taylor SL, et al. Developing and Applying the BE-FAIR Equity Framework to a Population Health Predictive Model: A Retrospective Observational Cohort Study. J Gen Intern Med. 2025. DOI: 10.1007/s11606-025-09462-1.

Hoveling T, Ijzenbrandt J, Hinrichs-Krapels S, Ritzen L, Bramer WM, van Raaij E, Faludi J, Bakker C, Diehl JC. Mapping circular economy product and material flows in healthcare: A visual taxonomy. Journal of Cleaner Production. 2026;538:147258. DOI: 10.1016/j.jclepro.2025.147258.

Hoveling T, Nijdam AS, Monincx M, Faludi J, Bakker C. Circular economy for medical devices: Barriers, opportunities and best practices from a design perspective. Resources, Conservation and Recycling. 2024;208:107719. DOI: 10.1016/j.resconrec.2024.107719.

Hung P, Granger M, Boghossian N, et al. Dual Barriers: Examining Digital Access and Travel Burdens to Hospital Maternity Care Access in the United States, 2020. Milbank Q. 2023;101(4):1327-1347. DOI: 10.1111/1468-0009.12668.

Indraratna P, Biswas U, McVeigh J, Mamo A, Magdy J, Vickers D, Watkins E, Ziegl A, Liu H, Cholerton N, Li J, Holgate K, Fildes J, Gallagher R, Ferry C, Jan S, Briggs N, Schreier G, Redmond SJ, Loh E, Yu J, Lovell NH, Ooi SY. A Smartphone-Based Model of Care to Support Patients With Cardiac Disease Transitioning From Hospital to the Community (TeleClinical Care). JMIR mHealth and uHealth. 2022;10(2):e32554. DOI: 10.2196/32554.

Initiative D21; Kantar. D21-Digital-Index 2024/25: Jährliches Lagebild zur Digitalen Gesellschaft. 2024.

ISO. ISO 59004:2024 Circular economy - Vocabulary, principles and guidance for implementation. Geneva: International Organization for Standardization; 2024.

Jacobides MG, Cennamo C, Gawer A. Towards a theory of ecosystems. Strategic Management Journal. 2018;39(8):2255–2276. DOI: 10.1002/smj.2904.

Jalilian A, Sedda L, Unsworth A, Farrier M. Length of stay and economic sustainability of virtual ward care in a medium-sized hospital of the UK: a retrospective longitudinal study. BMJ Open. 2024. DOI: 10.1136/bmjopen-2023-081378.

Khatib R, et al. Disparities in Patient Portal Engagement Among Patients With Hypertension Treated in Primary Care. JAMA Netw Open. 2024. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.11649.

Kim S, Thombley R, Eiden E, et al. Differences in physician electronic health record use by telemedicine intensity: evidence from 2 academic medical centers. J Am Med Inform Assoc. 2025;32(9):1462-1470. DOI: 10.1093/jamia/ocaf122.

Kong M, Willard-Grace R, Khoong E, et al. Implementing team-based telemedicine workflows in safety-net primary care. Am J Manag Care. 2024;30(6 Spec No):SP437-SP444. DOI: 10.37765/ajmc.2024.89550.

Kwon C, Essayei L, Spencer M, et al. The Environmental Impacts of Electronic Medical Records Versus Paper Records at a Large Eye Hospital in India: Life Cycle Assessment Study. J Med Internet Res. 2024;26:e42140. DOI: 10.2196/42140.

Lamas CA, Alves PGS, de Araujo LN, et al. Telehealth Initiative to Enhance Primary Care Access in Brazil (UBS+Digital Project): Multicenter Prospective Study. J Med Internet Res. 2025. DOI: 10.2196/68434.

Lamb CE. Alternatives to admission for children and adolescents: providing intensive mental healthcare services at home and in communities: what works? Current Opinion in Psychiatry. 2009;22(4):345–350. DOI:10.1097/YCO.0b013e32832c9082

Lear SA, Norena M, Banner D, et al. Assessment of an Interactive Digital Health-Based Self-management Program to Reduce Hospitalizations Among Patients With Multiple Chronic Diseases: A Randomized Clinical Trial. JAMA Netw Open. 2021;4(12):e2140591. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2021.40591.

Liddy C, Mitchell R, Keely E, et al. The Provincial Spread and Scale of the Ontario eConsult Service: Evaluation of the First 2 Years. Ann Fam Med. 2022;20(3):262-265. DOI: 10.1370/afm.2812.

Liu JB, Dacier BM, Dragonetti BM, et al. Language concordance in the digital collection of patient-reported outcome measures. JAMIA Open. 2026;9(1):ooaf180. DOI: 10.1093/jamiaopen/ooaf180.

Loreau M, Naeem S, Inchausti P, et al. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. Science. 2001;294(5543):804–808. DOI:10.1126/science.1064088

Machleid F, Michnevich T, Huang L, Schröder-Frerkes L, Wiegmann C, Muffel T, Kaminski J. Remote Measurement-Based Care Interventions for Mental Health: Systematic Review and Meta-Analysis. JMIR Mental Health. 2026;13. DOI: 10.2196/63088.

Márton A. Steps toward a digital ecology: Ecological principles for the study of digital ecosystems. Journal of Information Technology. 2022;37(3):250–265. DOI:10.1177/02683962211043222

Márton A, Ens N. In Contamination. Disturbance Ecology and Organization Studies. Organization Studies. 2025 Sept 16. DOI:10.1177/01708406251381044

McManus RJ, Little P, Stuart B, et al. Home and Online Management and Evaluation of Blood Pressure (HOME BP) using a digital intervention in poorly controlled hypertension: randomised controlled trial. BMJ. 2021;372:m4858. DOI: 10.1136/bmj.m4858.

Meliva. Praxis Chat. 2026. https://meliva.de/praxis-chat/.

Melkas H, Judl J, Pesu J, Pekkarinen S, Saurio R. Sustainability of Digital Home Care and Health Care Services in 2 Case Studies in Finland: Combined Climate and Social Impact Assessment. JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies. 2025;12:e71379. DOI: 10.2196/71379.

Müller, S.; Dinges, S. M. T.; Gass, F.; Fegers-Wustrow, I.; Treitschke, J.; von Korn, P.; Boscheri, A.; Krotz, J.; Freigang, F.; Dubois, C.; Winzer, E. B.; Linke, A.; Edelmann, F.; Feuerstein, A.; Wolfram, O.; Schäfer, K.; Verket, M.; Wolfarth, B.; Dörr, M.; Wachter, R.; Hackenberg, B.; Rust, S.; Nebling, T.; Amelung, V.; Halle, M. Telemedicine-supported lifestyle intervention for glycemic control in patients with CHD and T2DM: multicenter, randomized controlled trial. Nature medicine. 2025;31(4). DOI: 10.1038/s41591-025-03498-w.

MVZ Alte Poliklinik. PatMed - Ihre digitale Patientenakte. 2026. https://www.mvz-poliklinik.de/digitales/digitale-patientenakte.

Naumann S, Dick M, Kern E, Johann T. The GREENSOFT model: A reference model for green and sustainable software and its engineering. Sustainable Computing: Informatics and Systems. 2011;1(4):294–304. DOI:10.1016/j.suscom.2011.06.004

NHS England. Virtual wards operational framework. 2024.

Oliveira CRA, Pires MC, Meira KC, et al. Effect of a Structured Multilevel Telehealth Service on Hospital Admissions and Mortality During COVID-19 in a Resource-Limited Region in Brazil: Retrospective Cohort Study. J Med Internet Res. 2024;26. DOI: 10.2196/48464.

Purohit A, Smith J, Hibble A. Does telemedicine reduce the carbon footprint of healthcare? A systematic review. Future Healthc J. 2021;8(1):e85-e91. DOI: 10.7861/fhj.2020-0080.

Rabinowitz G, Cho LD, Benda NC, et al. The Telemedicine Experience in Primary Care Practices in the United States: Insights From Practice Leaders. Ann Fam Med. 2023. DOI: 10.1370/afm.2967.

Rauschenberg C, Hirjak D, Ganslandt T, Schulte-Strathaus JCC, Schick A, Meyer-Lindenberg A, Reininghaus U. Digitale Versorgungsformen zur Personalisierung der stationsäquivalenten Behandlung. Der Nervenarzt. 2022;93:279–287. DOI:10.1007/s00115-021-01100-5

Recker J, Zeiss R, Mueller M. iRepair or I Repair? A dialectical process analysis of control enactment in the iPhone repair aftermarket. MIS Quarterly. 2024;48(1):321–346. DOI: 10.25300/MISQ/2023/17511

Regierungskommission für eine moderne und bedarfsgerechte Krankenhausversorgung. Krankenhausversorgung in Deutschland 2035: Zielbild der Reformen - zukünftige Aufgaben und Bedeutung der Krankenhäuser. 14. Stellungnahme und Empfehlung. Bundesministerium für Gesundheit; 2025.

Rising KL, Guth A, Gentsch AT, et al. Development and Preliminary Validation of a Screener for Digital Health Readiness. JAMA Netw Open. 2024;7(9):e2432718. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.32718.

Rønn C, Laroche J, Fürstenau D. Value Estimation for all Value Stream Stakeholders. Horizon Europe DiCE Project. 2026.

Rønn C, Lehrer C, Fürstenau D. Organizing Vision in Ecosystems: The Case of Circular Digital Health. In: Proceedings of the 46th International Conference on Information Systems. Association for Information Systems; 2025.

Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen (SVR). Digitalisierung für Gesundheit: Ziele und Rahmenbedingungen eines dynamisch lernenden Gesundheitssystems. Gutachten 2021.

Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen (SVR). Resilienz im Gesundheitswesen: Wege zur Bewältigung künftiger Krisen. Gutachten 2023. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2023.

Saharkhiz M, Rao T, Parker Lü L, et al. Telehealth Expansion and Medicare Beneficiaries' Care Quality and Access. JAMA Netw Open. 2024;7(5):e2411006. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.11006.

Scheumann R, Finkbeiner, M. Carbon Footprint & ökobilanzielle Bewertung der Aufbereitung und Vermarktung gebrauchter IT-Hardware. Projektbericht im Auftrag der AfB, Berlin. 2013

Schmitz NEJ, Richie C, Selvan R, Lannelongue L, Stern AD, Schneider N, Lennerz J, Indave Ruiz BI, Strauch M, Boor P. Sustainable AI in medicine: balancing benefits and environmental costs. Nature Reviews Nephrology. 2026. DOI: 10.1038/s41581-026-01047-3.

Septian RB, Suryana R, Rukhama RA, Destyanto AA, Librianty R. The Use of Telehealth in Home-Based Palliative Care: An Umbrella Review of Systematic Reviews. Home Health Care Management & Practice. 2025. DOI: 10.1177/10848223251359667.

Shah SJ, et al. Physician Perspectives on Ambient AI Scribes. JAMA Netw Open. 2025. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2025; 8(3):e251904.1904.

Smith CL, et al. We can't mitigate what we don't monitor: using informatics to measure and improve healthcare systems' climate impact and environmental footprint. J Am Med Inform Assoc. 2022; 29(12):2168–2173. DOI: 10.1093/jamia/ocac113.

Stults CD, Deng S, Martinez MC, et al. Evaluation of an Ambient Artificial Intelligence Documentation Platform for Clinicians. JAMA Netw Open. 2025;8(5):e258614. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2025.8614.

Susanto AP, Lyell D, Widyantoro B, et al. AI-Assisted Cardiovascular Risk Assessment by General Practitioners in Resource-Constrained Indonesian Settings Using a Conceptual Prototype: Randomized Controlled Study. J Med Internet Res. 2025. DOI: 10.2196/73131.

Tai-Seale M, Baxter SL, Vaida F, et al. AI-Generated Draft Replies Integrated Into Health Records and Physicians' Electronic Communication. JAMA Netw Open. 2024;7(4):e246565. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.6565.

Talal AH, et al. Integrated Hepatitis C-Opioid Use Disorder Care Through Facilitated Telemedicine: A Randomized Trial. JAMA. 2024. DOI: 10.1001/jama.2024.2452.

Technopolis; IÖW (Hrsg.). Metastudie „Nachhaltigkeitseffekte der Digitalisierung". Eine Auswertung aktueller Studien zur (quantitativen) Bemessung der Umwelteffekte durch die Digitalisierung. Berlin. 2024.

Thompson HM, Sharma B, Bhalla S, et al. Bias and fairness assessment of a natural language processing opioid misuse classifier: detection and mitigation of electronic health record data disadvantages across racial subgroups. J Am Med Inform Assoc. 2021;28(11): 2393–2403. DOI: 10.1093/jamia/ocab148.

Turer RW, McDonald SA, Lehmann CU, et al. Real-Time Electronic Patient Portal Use Among Emergency Department Patients. JAMA Netw Open. 2024;7(5):e249831. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.9831.

Turnbull SL, Dack C, Lei J, et al. Barriers and facilitators to use of digital health tools by healthcare practitioners and their patients, before and during the COVID-19 pandemic: a multimethods study. BMJ Open. 2024;14:e080055. DOI: 10.1136/bmjopen-2023-080055.

Umweltbundesamt; RAL gGmbH. Blue Angel: Resources and Energy-Efficient Software Products (DE-UZ 215). Basic Award Criteria. Berlin; 2025.

Van Alstyne M, Parker G, Gawer A, Tiwana A, Zhu F. Platforms and Ecosystems. In: Burton-Jones A, Seetharaman P, editors. MIS Quarterly Research Curations; 2024.

Vordenberg A, et al. Investigating Older Adults' Perceptions of AI Tools for Medication Decisions: Vignette-Based Experimental Survey. Journal of Medical Internet Research. 2024;26:e60794. DOI: 10.2196/60794.

Wang P. Connecting the parts with the whole: toward an information ecology theory of digital innovation ecosystems. MISQ. 2021;45(1b):397–422. DOI:10.25300/MISQ/2021/15864

Wang EY, et al. Environmental emissions reduction of a preoperative evaluation center utilizing telehealth screening and standardized preoperative testing guidelines. Resources, Conservation & Recycling. 2021;171:105652. DOI: 10.1016/j.resconrec.2021.105652.

WHO Regional Office for Europe. Environmentally sustainable health systems: a strategic document. Copenhagen: World Health Organization Regional Office for Europe; 2017.

Williamson AK, Antonio MG, Davis S, et al. Human technology intermediation to reduce cognitive load: understanding healthcare staff members' practices to facilitate telehealth access in a Federally Qualified Health Center patient population. J Am Med Inform Assoc. 2024;31(4):832-845. DOI: 10.1093/jamia/ocad257.

Winkler AS, Brux CM, Carabin H, das Neves CG, Häsler B, Zinsstag J, et al. The Lancet One Health Commission: harnessing our interconnectedness for equitable, sustainable, and healthy socioecological systems. The Lancet. 2025;406:501–570. DOI: 10.1016/S0140-6736(25)00627-0.

Wu X, Wu Y, Tu Z, et al. Cost-effectiveness and cost-utility of a digital technology-driven hierarchical healthcare screening pattern in China. Nat Commun. 2024. DOI: 10.1038/s41467-024-47211-w.

Wu J, Yuan CT, Moyal-Smith R, et al. Electronic health record-supported implementation of an evidence-based pathway for perioperative surgical care. J Am Med Inform Assoc. 2024;31(3):591–599. DOI: 10.1093/jamia/ocad237.

Xu Y, Prentice C, Torres-Rueda S, Meczner A, Multmeier J, Wickham A, Kelly L, Klepchukova A, Stsefanovich H, Zhaunova L. Economic evaluation of a digital symptom checker for endometriosis using a Markov decision process model. npj Digital Medicine. 2026;9:128. DOI: 10.1038/s41746-025-02332-4

Zeiss R. Circular Economy in the Digital Age: How Information Systems Can Advance Sustainable Consumption and Production. PhD thesis. Universität zu Köln; 2021