Gemeinsam für mehr Wissen

DEUTSCHES KRANKENHAUS INSTITUT

Klimaschutz in deutschen Krankenhäusern: Status quo, Maßnahmen und Investitionskosten

Auswertung klima- und energierelevanter Daten deutscher Krankenhäuser

Ansprechpartnerinnen:

Dr. Anna Levsen

Melanie Filser

Deutsches Krankenhausinstitut e.V.
Hansaallee 201
40549 Düsseldorf
Telefon: 0211 / 47 051–14 I 0211 / 47 051–20
E-Mail: anna.levsen@dki.de I melanie.filser@dki.de
Erstelldatum: 15.07.2022 / Aktualisierung: 25.01.2023

Inhaltsverzeichnis

1 Executive Summary ... 10

2 Forschungsauftrag, Forschungsziele und theoretischer Hintergrund ... 15

2.1 Forschungsauftrag und Forschungsziel ... 15

2.2 Unmittelbare Emissionserzeugung im Krankenhaus ... 16

2.3 Gesetzliche Grundlagen, Normen und Richtlinien ... 17

3 Methodisches Vorgehen ... 23

3.1 Status quo in den Krankenhäusern ... 24

3.1.1 Fragebogenentwicklung und Krankenhausbefragung ... 24

3.1.2 Umsetzungsstand von Klimaschutzbemühungen nach Maßnahmenfeldern ... 27

3.2 Ableitung von Klimaschutzmaßnahmen ... 29

3.3 Abschätzung der Investitionskosten ... 31

3.4 Grundgesamtheit, Rücklaufquote und statistisches Vorgehen ... 31

4 Ergebnisse: Status quo in den Krankenhäusern ... 34

4.1 Anpassungsstrategie ... 34

4.2 Energiemanagement und Nutzerverhalten ... 38

4.2.1 Strategische Maßnahmen ... 38

4.2.2 Energieeffizientes Nutzerverhalten ... 41

4.2.3 Technische Unterstützung ... 43

4.2.4 Förderungsprogramme und bauliche Maßnahmen ... 45

4.2.5 Energiemanagement im Bereich Mobilität ... 47

4.3 Contracting ... 49

4.3.1 Vorkommen und Kosten von Contracting ... 50

4.3.2 Gründe für die Nutzung von Contracting ... 53

4.4 Strom ... 53

4.4.1 Verbrauchskennzahlen Strom ... 54

4.4.2 Erzeugung von Eigenstrom ... 56

4.5 Wärme ... 59

4.5.1 Kennzahlen zu Wärmeerzeugern ... 59

4.5.2 Warmwassererzeugung und -bereitstellung ... 63

4.5.3 Umsetzungsstand von Maßnahmen zur Optimierung der Wärmeversorgung ... 65

4.6 Wasser ... 67

4.6.1 Aktuelle Verbrauchskennzahlen ... 68

4.6.2 Wasseraufbereitung ... 71

4.6.3 Versickerung von Niederschlagswasser ... 72

4.6.4 Umsetzungstand der Maßnahmen zur Regulierung der Frischwasserzuleitung ... 73

4.6.5 Abwasser ... 74

4.7 Kälte ... 75

4.7.1 Kennzahlen zu Kälteerzeugern ... 76

4.7.2 Kennwerte zu Klimaanlagen ... 78

4.7.3 Umsetzungsstand der Maßnahmen zur Optimierung der Kälteversorgung ... 80
4.8 ABFALLMANAGEMENT ... 82
4.8.1 Abfallaufkommen ... 82
4.8.2 Kantinen- sowie Küchenabfälle ... 85
4.8.3 Abfallreduktion/-vermeidung ... 88
4.8.4 Abfallverwertung/-aufbereitung (Recycling) ... 90
4.9 ABLEITUNG DES UMSETZUNGSSTANDES VON KLIMASCHUTZBEMÜHUNGEN NACH MAßNAHMENFELDERN ... 92
5 Ergebnisse: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen ... 95
5.1 ENERGIEMANAGEMENT, NUTZVERHALTEN UND KLIMAFOLGEANPASSUNGEN ... 96
5.1.1 Energiemanagement und strategische Maßnahmen ... 96
5.1.2 Nutzerverhalten ... 99
5.1.3 Klimafolgenanpassungen ... 101
5.2 ENERGIE UND STROM ... 103
5.2.1 Anpassung Primärenergiemix ... 103
5.2.2 Strom- und energiesparende Maßnahmen ... 106
5.3 WÄRME ... 108
5.3.1 Anpassung des Primärenergiemix zur Wärmeversorgung ... 109
5.3.2 Optimierung technischer Anlagen und bauliche Maßnahmen am Gebäude ... 110
5.3.3 Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung ... 113
5.4 WASSER ... 115
5.4.1 Verbesserung der Effizienz bei Inventar, Anlagen, Systemen und Prozessen ... 117
5.4.2 Alternative Wasserbezugsquellen ... 119
5.4.3 Reduzierung der Abwasserbelastung ... 120
5.5 KÄLTE ... 121
5.5.1 Anpassung der Energieträger und Einsatz alternativer Kühlmethoden ... 123
5.5.2 Optimierung der Anlagentechnik/Kältemaschinen ... 124
5.5.3 Optimierung Klimaanlagen ... 127
5.6 ABFALLMANAGEMENT ... 128
5.6.1 Abfallvermeidung/-reduktion und Recyclingprodukte ... 129
5.6.2 Abfalltrennung/-verwertung ... 130
5.6.3 Reduzierung von Lebensmittelabfällen ... 131
5.7 BEREICHSÜBERGREIFENDE MAßNAHMEN ... 134
5.7.1 Mobilität ... 134
5.7.2 Inhalative Narkosemittel ... 134
5.7.3 Information, Vernetzung und Aufklärung ... 136
5.7.4 Contracting ... 138
6 Ergebnisse: Abschätzung von Investitionskosten ... 138
7 Fazit und Ausblick ... 147
8 Literaturverzeichnis ... 150
9 Anhang ... 164

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Arbeitspakete im Überblick ... 24
Abb. 2: Überführung der Themenfelder im Fragebogen in Maßnahmenfelder zum Klimaschutz im Krankenhaus ... 28
Abb. 3: Beispiel zur Ableitung des Umsetzungsstandes von Klimaschutzbemühungen nach Maßnahmenfeldern ... 29
Abb. 4: Verteilung der teilnehmenden Krankenhäuser nach Bettenklassengrößen ... 32
Abb. 5: Verteilung der beantworteten Fragebogenversionen ... 33
Abb. 6: Arbeitspaket und Informationsgrundlage zum Status quo in den Krankenhäusern ... 34
Abb. 7: Komponenten zur Anpassungsstrategie zur Klimabewältigung ... 35
Abb. 8: Notfallpläne für Extremwetterereignisse I ... 36
Abb. 9: Notfallpläne für Extremwetterereignisse II ... 37
Abb. 10: Anpassungsmaßnahmen für den Klimawandel ... 38
Abb. 11: Strategische Maßnahmen im Energiemanagement I ... 40
Abb. 12: Strategische Maßnahmen im Energiemanagement II ... 40
Abb. 13: Strategische Maßnahmen im Energiemanagement III ... 41
Abb. 14: Strukturen/Konzepte zum energieeffizienten Verhalten I ... 42
Abb. 15: Strukturen/Konzepte zum energieeffizienten Verhalten II ... 43
Abb. 16: Technische Unterstützungen zur Energieeinsparung I ... 44
Abb. 17: Technische Unterstützungen zur Energieeinsparung II ... 45
Abb. 18: Fördermittelprogramme von Bund und Ländern aus der Nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung ... 46
Abb. 19: Bauliche Maßnahmen zum Klimaschutz am Standort des Krankenhauses I ... 47
Abb. 20: Bauliche Maßnahmen zum Klimaschutz am Standort des Krankenhauses II ... 47
Abb. 21: Maßnahmen im Bereich Mobilität I ... 48
Abb. 22: Maßnahmen im Bereich Mobilität II ... 49
Abb. 23: Vorkommen von Contracting in Krankenhäusern ... 50
Abb. 24: Contracting-Arten im Krankenhaus im Vergleich 2013 und 2019 ... 51
Abb. 25: Bereiche mit Contracting im Krankenhaus ... 52
Abb. 26: Investitionsvolumen und laufende Kosten des Contractings ... 52
Abb. 27: Gründe für den Einsatz von Contracting ... 53
Abb. 28: Stromverbrauch und Stromkosten beim Bezug von Fremdstrom, 2019 ... 54
Abb. 29: Strombedarf und Stromkosten pro Bett, 2019 ... 55
Abb. 30: Energieverbrauch Fremdstrom pro m^2 Nettogrundfläche ... 56
Abb. 31: Eigenstromerzeugung 2019 ... 57
Abb. 32: Einsatz von Blockheizkraftwerken ... 58
Abb. 33: Leistung und Energieerzeugung durch ein BHKW ... 58
Abb. 34: Energieträger Blockheizkraftwerk ... 59
Abb. 35: Heizungssysteme ... 60
Abb. 36: Übersicht der Nutzung ausgewählter Energieträger ... 60

Abb. 37: Erdgasverbrauch und -kosten aus der zusätzlichen Krankenhausbefragung 09/2022 – Factsheets zum Erdgas in deutschen Krankenhäusern ... 62
Abb. 38: Wärmeerzeuger im Bestand ... 63
Abb. 39: Systeme zur Warmwassererzeugung/-bereitstellung ... 64
Abb. 40: Kennzahlen zu Warmwasserspeichern ... 65
Abb. 41: Einsatz von Systemen zur dezentralen Wärmerückgewinnung aus Abwasser ... 66
Abb. 42: Maßnahmen zur Optimierung der Wärmeversorgung ... 67
Abb. 43: Frischwasser-/Abwasserverbrauch (in m^3) und Kosten (in Euro) pro Bett für 2019 ... 69
Abb. 44: Hauseigene Wäscherei ... 70
Abb. 45: Hauseigene Aufbereitungseinheit für Medizinprodukte (AEMP) ... 70
Abb. 46: Trinkwasserinstallation (Trinkbrunnen) ... 71
Abb. 47: Brauch-/Trinkwasserbezug ... 72
Abb. 48: Niederschlagswasser ... 73
Abb. 49: Systeme zur Frischwasserzuleitung/-regulierung ... 74
Abb. 50: Maßnahmen zur Reduzierung der Abwasserbelastung ... 75
Abb. 51: Häufigkeiten der Art der Kälteversorgung ... 76
Abb. 52: Verbrauchskennzahlen von elektrisch betriebenen Kompressionskältemaschinen ... 77
Abb. 53: Kältemaschinen im Kälteverbund ... 77
Abb. 54: Systeme zum Betrieb von Klimaanlagen ... 78
Abb. 55: Kennwerte zur Klimaanlage ... 79
Abb. 56: Einsatzbereiche von Klimaanlagen ... 80
Abb. 57: Möglichkeiten der zusätzlichen Kühlung ... 81
Abb. 58: Optimierungsmöglichkeiten Kälteversorgung ... 81
Abb. 59: Abfallaufkommen der Krankenhäuser im Durchschnitt pro Krankenhaus für das 2019 ... 83
Abb. 60: Abfallaufkommen der Krankenhäuser im Durchschnitt pro Bett für 2019 ... 84
Abb. 61: Veränderung der Abfallmenge ... 85
Abb. 62: Outsourcing – Küche und Beköstigungstage ... 86
Abb. 63: Gründe für Lebensmittelabfälle ... 87
Abb. 64: Arten von Speiseversorgung ... 88
Abb. 65: Konzepte in der Speiseplanung zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen ... 89
Abb. 66: Allgemeine Maßnahmen und Bereiche zur Abfallreduktion/-vermeidung ... 90
Abb. 67: Allgemeine Methoden zur Abfallverwertung/-aufbereitung (Recycling) ... 91
Abb. 68: Kooperationen zur Abfallverwertung/-aufbereitung (Recycling) ... 92
Abb. 69: Ermittelte Umsetzungsstände von Klimaschutzbemühungen nach Maßnahmenfeldern ... 94
Abb. 70: Arbeitspaket und Informationsgrundlagen zur Ableitung von Klimaschutzmaßnahmen ... 95
Abb. 71: CO_2-Ausstoß bei Stromerzeugung ... 104
Abb. 72: Primärenergie, Endenergie und Nutzenergie ... 105
Abb. 73: CO_2-Ausstoß nach Heizungstyp ... 110
Abb. 74: Arbeitspaket und Informationsgrundlagen zur Abschätzung von Investitionskosten ... 139
Abb. 75: Individuelle Ausgangslage und Möglichkeiten determinieren die Investitionskosten ... 141

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Definition und Abgrenzung krankenhausrelevanter Inhalte für die ausgewählten Themenfelder ... 25
Tab. 2: Struktur und Aufbau beider Fragebogenversionen ... 26
Tab. 3: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus den Themenfeldern Energiemanagement und strategische Maßnahmen ... 99
Tab. 4: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus dem Themenfeld Nutzerverhalten ... 101
Tab. 5: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus dem Themenfeld Klimafolgenanpassungen ... 103
Tab. 6: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus dem Themenbereich Energie und Strom ... 105
Tab. 7: Stromeinsparung beim Ausschalten der Beleuchtung für drei Stunden ... 107
Tab. 8: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus dem Themenbereich Wärme ... 109
Tab. 9: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus dem Themenfeld Wasser ... 121
Tab. 10: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus dem Themenbereich Kälte ... 122
Tab. 11: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus dem Themenfeld Abfallmanagement ... 133
Tab. 12: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus unterschiedlichen Bereichen ... 137
Tab. 13: Praxisbeispiel Investitionsmaßnahmen Photovoltaikanlage ... 141
Tab. 14: Praxisbeispiele Investitionsmaßnahmen Blockheizkraftwerk ... 142
Tab. 15: Praxisbeispiele Investitionsmaßnahmen Beleuchtung ... 143
Tab. 16: Praxisbeispiele Investitionsmaßnahmen Gebäude ... 143

Anhangstabellenverzeichnis

Tab. 17: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgenanpassungen I ... 165
Tab. 18: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgenanpassungen II ... 166
Tab. 19: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgenanpassungen III ... 167
Tab. 20: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgenanpassungen IV ... 168
Tab. 21: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Energie und Strom ... 169
Tab. 22: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Wärme I ... 170
Tab. 23: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Wärme II ... 171
Tab. 24: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Wärme III ... 172
Tab. 25: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Wasser I ... 173
Tab. 26: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Wasser II ... 174
Tab. 27: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Kälte ... 175
Tab. 28: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Abfallmanagement I ... 176

Tab. 29: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Abfallmanagement II 177
Tab. 30: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Abfallmanagement III 178
Tab. 31: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Bereichsübergreifende Maßnahmen 179

Abkürzungsverzeichnis

AbfBeauftrV	Abfallbeauftragtenverordnung
AEMP	Aufbereitungseinheit für Medizinprodukte
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BUND Berlin	Bund für Umwelt und Naturschutz Berlin e.V.
DKG	Deutsche Krankenhausgesellschaft e. V.
EDL-G	Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienz-maßnahmen
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EnEG	Energieeinsparungsgesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GWP	Global Warming Potenzial
KGNW	Krankenhausgesellschaft Nordrhein-Westfalen
KH	Krankenhaus
KLIK	Klimamanager für Kliniken
KRINKO	Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LAGA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
LENA	Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt
StromStV	Stromsteuer-Durchführungsverordnung
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
UK BG	Unfallkassen und Berufsgenossenschaften
UKJ	Universitätsklinikum Jena
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
ZRE	Zentrum Ressourceneffizienz

1 Executive Summary

Klimaschutz in Krankenhäusern kann einen bedeutsamen Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasen leisten. Insgesamt werden zwischen 5,2 und 6,7 % des nationalen Ausstoßes dem Gesundheitswesen zugeschrieben. Krankenhäuser haben einen besonders hohen Energiebedarf und emittieren als zentrale Akteure im Gesundheitswesen einen entsprechend großen Anteil der in diesem Bereich ausgestoßenen Treibhausgase. Die fehlende Finanzierung von Klimaschutzmaßnahmen und die bislang nicht vorhandene politische Unterstützung haben das Engagement der Krankenhäuser im Klimaschutz ausgebremst, obwohl die Handlungsfelder umfangreich und mögliche Maßnahmen vielfältig sind.

Bislang liegen jedoch nur wenige Informationen über den Status quo der energetischen Sanierung, des tatsächlichen Energieverbrauchs und der notwendigen Maßnahmen zum klimagerechten Umbau des Krankenhauswesens vor. Um seitens der Politik und der Krankenhäuser im Klimaschutz aktiv zu werden und geeignete Maßnahmen zu identifizieren, ist dies jedoch unabdingbar. Die vorliegende Studie des Deutschen Krankenhausinstituts (DKI) schließt diese Lücke durch eine bundesweite Krankenhausbefragung zur Erfassung energierelevanter Daten, die im Herbst 2021 durchgeführt wurde. Ebenso wurden im Rahmen von Workshops mit Krankenhauspraktiker*innen sowie basierend auf Fachliteratur über 100 Klimaschutzmaßnahmen identifiziert und hinsichtlich ihrer Hebelwirkung und Umsetzbarkeit priorisiert. Abschließend wurden die Investitionskosten vor dem Hintergrund der Klimaschutzbemühungen im Krankenhaus diskutiert. Damit bietet das Gutachten die erste umfassende Erhebung klima- und energierelevanter Daten deutscher Krankenhäuser.

Stand des Klimaschutzes im Krankenhaus

Klimaschutz steht auf der strategischen Agenda vieler Krankenhäuser. 71 % der befragten Krankenhäuser gaben an, dass der Klimaschutz in ihre Anpassungsstrategie zum Klimawandel einfließt. 38 % der Häuser haben Leitlinien und Zielformulierungen zur Energieeinsparung und Nachhaltigkeit etabliert, 30 % beschäftigen eine*n Klimamanager*in. Daneben sind eine Reihe von Einzelmaßnahmen schon mehr oder weniger häufig im Einsatz:

- 68 % der befragten Krankenhäuser erfassen und monitoren ihre Verbrauchskennzahlen.
- 80 % der Krankenhäuser nutzen den Einsatz von Verschattung zur Verhinderung von Hitze bzw. Sonneneinstrahlung (z. B. durch Gebäudeteile, Bäume oder Jalousien) und 74 % der Krankenhäuser haben weitestgehend wärmedämmende Fenster installiert.
- 70 % der Krankenhäuser haben Konzepte zur Mülltrennung/-vermeidung etabliert; 75 % achten bereits beim Einkauf von Produkten auf die Reduzierung des Verpackungsmülls.

- Sofern medizinisch und hygienisch vertretbar, verwenden 54 % der Krankenhäuser Mehrwegprodukte anstatt Einwegprodukte.
- 57 % der teilnehmenden Krankenhäuser hatten 2019 ein Blockheizkraftwerk in Betrieb, davon wurden 98,1 % mit Erdgas, 1,4 % mit Biogas und 0,7 % mit Erdöl betrieben.
- Automatische Heizungsregler gehören bei 61 % der Krankenhäuser zum hausweiten Standard.
- Bei 64 % der Krankenhäuser kommen Perlatoren (Spar-Strahlregler) an Wasserhähnen und bei 57 % Spül-Stopp-Automatik an Toilettenspülungen standardmäßig zum Einsatz.
- 41% der Häuser haben energiesparende Lichtkonzepte im Einsatz, 39 % Konzepte zu geringerem Papierverbrauch.

Potenziale für den Klimaschutz im Krankenhaus

Aktuell ist das Potenzial der Krankenhäuser jedoch noch nicht ausgeschöpft: Die Verbreitung und Durchdringung von Maßnahmen zum Klimaschutz kann vielerorts noch verbessert werden. Bedarf zur Weiterentwicklung zeigt sich in folgenden Maßnahmenfeldern:

- Der höchste Bedarf ergab sich im Bereich Energie und Strom. Hier gaben 63 % der Kliniken Optimierungsmöglichkeiten zur Strom- und Energieversorgung an. Erneuerbare Energien kamen zwar zum Einsatz, jedoch nur in begrenztem Umfang: Insgesamt erzeugten 57 % der Krankenhäuser Eigenstrom, hierzu nutzten 24 % Photovoltaik-Anlagen.
- Insgesamt hatten 57 % der Häuser Blockheizkraftwerke im Einsatz, davon wurde jedoch nur rund 1 % mit Biogas statt fossilen Brennstoffen betrieben.
- In der Kälteversorgung haben 56 % der Krankenhäuser Weiterentwicklungspotenzial, vor allem bei Anpassungen der Energieträger, Optimierungen in der Anlagentechnik und dem Einsatz alternativer Kühlmethoden und Kältemittel (z. B. durch Nutzung eines Eisspeichers).
- Im Bereich der Wärmeversorgung sieht jedes zweite Krankenhaus Bedarf zur Weiterentwicklung, insbesondere bei der Optimierung technischer Anlagen und baulicher Maßnahmen am Gebäude (z. B. durch bessere Isolierung der Leitungen), bei Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung und der Anpassung des Primärenergiemix. So nutzen aktuell je nach Art nur 2 – 4 % der Krankenhäuser regenerative Energien zur Wärmeerzeugung.
- Bei der Wasserversorgung haben 47 % der Krankenhäuser Handlungsbedarf beim Klimaschutz, vor allem beim Inventar, der Verbesserung von Anlagen, Systemen und Prozessen sowie der Möglichkeit zu alternativen Wasserbezugsquellen (z. B. durch den

Einsatz einer Grauwasser-Recyclinganlage oder die Nutzung eines hauseigenen Brunnens).

- Im Bereich des Abfallmanagements haben 43 % der Krankenhäuser Optimierungspotenzial, vor allem bei der digitalen papierlosen Dokumentation sowie bei Konzepten zur Weiterverwendung von nicht mehr notwendigen, aber bereits vorbestellten Speisen und der Nutzung einer Pressanlage für Speisereste.
- Aufgrund hoher Treibhausgasemissionen sind inhalative Narkotika besonders klimaschädlich. Der Verzicht auf bzw. eine umfassende Reduktion der Verwendung von Desfluran als inhalatives Narkotikum kann die Klimabelastung durch die Krankenhäuser erheblich senken. Bei 21 % der befragten Krankenhäuser kamen Narkosegasauffangsysteme zur Reduktion des Treibhausgasausstoßes im OP (insbesondere durch die Narkosegase Sevofluran, Isofluran und Desfluran) bereits krankenhausweit zum Einsatz.
- Knapp zwei Drittel (65 %) der befragten Krankenhäuser haben Kenntnisse über nationale Fördermittelprogramme. Mehr als die Hälfte (55 %) dieser Krankenhäuser haben die Programme jedoch nicht in Anspruch genommen.

Handlungsmaßnahmen zum Klimaschutz im Krankenhaus

Die über 100 ermittelten Klimaschutzmaßmaßnahmen haben die befragten Expert*innen in Workshops priorisiert. Für insgesamt sieben Maßnahmenfelder haben sie die folgenden Maßnahmen als besonders wichtig für den Klimaschutz im Krankenhaus bewertet:

- Für den Bereich Energie und Strom gilt es, den Primärenergiebedarf zu reduzieren. Die Expert*innen sehen hierbei Erdwärmesonden als besonders geeignetes Mittel an. Die Laufzeitoptimierung von raumlufttechnischen Anlagen sowie der Einsatz von Zeitschaltungen oder Präsenzmeldern bieten die größten Möglichkeiten, kurzfristig Energie und Strom zu sparen. Teilbereiche der Energieversorgung können an einen professionellen Dienstleister ausgegliedert werden, etwa in den Bereichen Planung, Finanzierung und laufender Betrieb. Contracting trägt erheblich dazu bei, dass Krankenhäuser sich schnell und effizient energetisch sanieren können.
- Energiemanagement hat das Ziel, die Versorgungssicherheit zu gewährleisten sowie Energieeinsparpotenziale zu identifizieren. Laut den Krankenhauspraktiker*innen ist dabei die Unterstützung durch die Führungsebene essenziell. Zudem ist ein umfassendes Monitoring der Verbrauchskennzahlen notwendig, um darauf aufbauend zielgerichtete Anpassungsmaßnahmen vornehmen zu können.
- Das Nutzerverhalten kann nach Ansicht der Expert*innen vor allem durch etablierte Konzepte im Bereich der Abfallentsorgung, der gezielten, sich positiv auf das

Nutzerverhalten auswirkenden Gestaltung von Prozessen und der Sensibilisierung durch Hinweise zum ressourcenschonenden Verhalten beeinflusst werden (z. B. in Form von eindeutig gekennzeichneten Mülleimern, um Fehlwürfe zu vermeiden).

- Als Klimafolgenanpassungen empfehlen die Krankenhauspraktiker*innen insbesondere bauliche Maßnahmen. Dazu zählen die gezielte Verschattung und Klimatisierung, die Begrünung von Dächern und Fassaden sowie die Erweiterung und Gestaltung der Grünanlagen.
- Für die Kälteversorgung befürworten die Fachleute insbesondere durch Abwärme betriebene Absorptionskälteanlagen, die Nutzung von Grundwasserkälte sowie eine zentrale, automatische Steuerung und Regelung des Kältebetriebs.
- Bei der Wärmeerzeugung gilt es, den Primärenergiemix anzupassen, insbesondere durch die Substitution fossiler durch regenerative Energieträger als zentrale Maßnahme. Zudem kann eine Rückgewinnung aus Dampf Wärmeverluste reduzieren. Der Einsatz eines Blockheizkraftwerkes wird ebenfalls empfohlen.
- Die Installation von Spararmaturen oder selbstschließenden Geräten kann den Wasserverbrauch wirksam senken. Zur Entlastung der zentralen Wasserversorgung bietet sich zudem die Aufbereitung von Brauchwasser als alternative Bezugsquelle oder der direkte Grundwasserbezug über einen hauseigenen Brunnen an.
- Im Bereich des Abfallmanagements empfehlen die befragten Expert*innen eine umfassende Abfallentsorgungskontrolle bzw. -analyse, um vermeidbare Abfälle zu identifizieren. Zudem sind der Einsatz von hauseigenen Abfallbeauftragten sowie die Entfernung von To-go-Produkten in Kantinen und Cafeterien in Kombination mit der Einführung eines Pfandsystems leicht umzusetzende und wirksame Maßnahmen, um Abfälle zu reduzieren.

Investitionen für den Klimaschutz im Krankenhaus

Die vorliegende Studie zeigt nachdrücklich, dass es zahlreiche Maßnahmen für den effektiven Klimaschutz im Krankenhaus gibt. Damit lassen sich das Nutzerverhalten, die vorgehaltene Technik, ihr Betrieb sowie der Bezug von Primärenergiequellen beeinflussen. Die Auswahl und Umsetzung von Maßnahmen muss jedes Krankenhaus auf die individuelle Krankenhausstruktur und Liegenschaft anpassen. Dabei sind die auszuwählenden Investitionsmaßnahmen entsprechend den konkreten Vor-Ort-Bedingungen zu priorisieren.

Die energetische Sanierung von Krankenhäusern ist sehr kostenintensiv und erfordert daher zusätzliche Investitionsmittel in erheblichem Umfang. Dafür sind vor allem die folgenden Handlungsoptionen angezeigt:

- Vorhandene Fördermittelprogramme zur energetischen Sanierung sollten stärker und gezielter in Anspruch genommen werden. Bessere Informationen über geeignete Förderprogramme, einen leichteren Zugang zu ihnen und geringere Antragshürden können den Krankenhäusern hier wirksame Unterstützung bieten.
- Die Investitionsfinanzierung der Krankenhäuser ist Aufgabe der Bundesländer und in der Vergangenheit vernachlässigt worden. Angesichts des zusätzlichen Investitionsbedarfs für den Klimaschutz im Krankenhaus sind die Länder gefordert, für diesen Zweck ihre Fördermittel deutlich aufzustocken.
- Für die energetische Sanierung der Krankenhäuser sollte zusätzlich ein „Krankenhaus-Klimaschutzfonds“ gebildet werden. Ähnlich dem „Krankenhauszukunftsfonds“ für die Digitalisierung der Krankenhäuser würden über eine Mischfinanzierung von Bund und Ländern hierfür Mittel zur Verfügung gestellt. Die Investitionskosten für eine nachhaltige Sanierung der Krankenhäuser müssen angesetzt werden – voraussichtlich weit über dem Fördervolumen des Zukunftsfonds von 4,3 Milliarden Euro. Abhängig von den angestrebten Klimaschutzzielen für Krankenhäuser ist die Spanne breit und bewegt sich im mittleren zweistelligen Milliardenbereich, wenn alle individuell möglichen Maßnahmen umgesetzt werden. Eine Klimaneutralität stellt dabei das anzustrebende und nachhaltigste Zielszenario dar, welches mit den höchsten Kosten verbunden ist. Sofern geringere Mittel zum Einsatz kommen, bleibt dieses Ziel jedoch außer Reichweite.

Letztlich muss die Politik entscheiden, welche Klimaschutzziele für Krankenhäuser festgelegt werden, wie diese priorisiert werden und wie viele Mittel sie in die energetische Sanierung und damit die Zukunftsfähigkeit der Krankenhäuser investieren will. Für einen wirksamen Beitrag der Krankenhäuser zum Klimaschutz bedarf es dringend umfangreicher finanzieller Mittel, mit denen durch die Politik klar vorgegebene Maßnahmenbereiche schrittweise umgesetzt werden.

2 Forschungsauftrag, Forschungsziele und theoretischer Hintergrund

2.1 Forschungsauftrag und Forschungsziel

Der Klimawandel als globale Herausforderung verlangt klimaschonende und nachhaltige Maßnahmen in allen Bereichen. Das Gesundheitswesen als wichtiger Wirtschaftszweig kann durch Maßnahmen des Klimaschutzes einen erheblichen Beitrag leisten. Dem Gesundheitswesen wird dabei aus zweierlei Gründen eine hohe Bedeutung beigemessen. Einerseits ist das Gesundheitswesen für geschätzt 4,4 % der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich. Für das deutsche Gesundheitswesen wird sogar ein Beitrag von 5,2 bis 6,7 %[1] zu den landesweiten Treibhausgasen ausgewiesen (Karliner et al. 2019; Pichler et al. 2019). Andererseits sind die Auswirkungen des Klimawandels in Form von gesundheitlichen Beschwerden in der Bevölkerung, die versorgt werden müssen (wie z. B. Hitzeopfer), in diesem Sektor sofort und zuerst spürbar. Insbesondere Krankenhäuser, als zentrale Akteure im Gesundheitswesen, stehen mit einem kontinuierlichen 24-Stunden-Betrieb und damit einhergehendem hohen Energieverbrauch im Zentrum der Diskussionen.

Auf der 93. Gesundheitsministerkonferenz vom 30. September 2020 wurde das Thema Klimaschutz im Gesundheitswesen unter dem Tagesordnungspunkt „*Der Klimawandel – eine Herausforderung für das deutsche Gesundheitswesen*“ mit einem Beschluss gewürdigt, der das Ziel des Pariser Abkommens unterstützen soll, die Erderwärmung auf unter 1,5 °C zu begrenzen. Der Beschluss enthält neun Unterpunkte, die unterschiedliche Bereiche des Gesundheitswesens adressieren.

Punkt 8 widmet sich dem Thema „*Krankenhausinvestitionen/energetische Sanierung*“ und beinhaltet die Forderung nach einer validen Datenbasis, um den aktuellen und den zukünftigen Ressourcenverbrauch in Krankenhäusern hinsichtlich Energie, Wasser sowie Abfall zu erfassen und notwendige energierelevante Maßnahmen ableiten zu können.

Vor diesem Hintergrund haben die für Gesundheit zuständigen Minister*innen, Senator*innen der Länder die Deutsche Krankenhausgesellschaft e. V. (DKG) am 05.03.2021 schriftlich gebeten, eine landesweite Erfassung und Auswertung von klima- und energierelevanten Daten der Krankenhäuser zu beauftragen und daraus abzuleitende Empfehlungen zu veröffentlichen. Mit der Umsetzung dieses Anliegens hat die DKG das Deutsche Krankenhausinstitut (DKI) betraut.

Vor diesem Hintergrund war das Ziel dieser Studie, den aktuellen Status des Ressourcenverbrauchs und klimarelevanter Strukturen in den Krankenhäusern zu erfassen

[1] Bei beiden Werten handelt es sich um Schätzungen. Abweichungen kommen aufgrund abweichender Berechnungsmethoden sowie abweichender Datengrundlagen zustande.

und darauf aufbauend relevante Klimaschutzmaßnahmen abzuleiten sowie die Investitionskosten für eine energetische Sanierung abzuschätzen. Die Ergebnisse können als Grundlage zur politischen Entscheidungsfindung in Bezug auf Klimaschutzaktivitäten im Krankenhaussektor dienen.

2.2 Unmittelbare Emissionserzeugung im Krankenhaus

Um eine Grundlage für die empirische Erhebung und die weiteren Ausführungen zu Maßnahmen und Investitionskosten zu schaffen, wird im folgenden Kapitel zunächst auf ausgewählte theoretische Grundlagen eingegangen. Darunter fällt die Klassifikation der Treibhausgasemissionen in Geltungsbereiche (Scope) und die Erläuterungen über die Anwendung dieser im Kontext der vorliegenden Analyse. Da der Handlungsspielraum von Krankenhäusern in Bezug auf Klimaschutzmaßnahmen direkt, aber auch in Bezug auf flankierende Bereiche, wie Hygiene und Infektionsprävention, sowie allgemeingültige rechtliche Rahmenbedingungen tangiert wird, werden zusätzlich die wichtigsten gesetzlichen Grundlagen, Normen und Richtlinien kurz vorgestellt.

Der internationale Standard zur Berechnung von Treibhausgasemissionen unterteilt die Emissionen einer Organisation in verschiedene Bereiche, die sogenannten Scopes (Geltungsbereiche). Dabei findet eine Einteilung darüber statt, inwieweit Emissionen direkt einer Organisation zugerechnet werden können oder außerhalb der Organisation entstehen (Karliner et al. 2019; EnergieAgentur.NRW 2021b). Insgesamt werden drei Scopes unterschieden (Universitätsspital Basel 2020):

- **Scope 1** bezieht sich auf Treibhausgasemissionen, die unmittelbar von der Organisation erzeugt werden, zum Beispiel durch die Verbrennung von Erdgas, Treibstoffe für den Fuhrpark oder die Nutzung von Anästhesiegasen.
- **Scope 2** bezieht sich auf Emissionen, die bei der Erzeugung von Energie entstehen, die die Organisation zukauft (wie z. B. Fernwärme und -kälte). Es handelt sich um Emissionen, die zwar nicht direkt am eigenen Standort entstehen, aber im Auftrag der Organisation anfallen.
- **Scope 3** bezieht sich auf alle weiteren Emissionen, die mit Aktivitäten der Organisation verbunden sind, zum Beispiel durch Dienstreisen, die Verarbeitung der eingekauften Produkte oder Mobilität der Patient*innen.

Durchschnittlich entstehen weltweit 71 % der Emissionen bei vor- oder nachgelagerten Prozessen in der Wertschöpfungskette, wie z. B. bei der Herstellung von Produkten oder der Zulieferung. Diese sogenannten Scope-3-Emissionen sind jedoch enorm schwierig zu erfassen, insbesondere angesichts der Größe und Komplexität eines Krankenhauses. Darüber

hinaus sind die meisten dieser Teilbereiche nicht so präzise dokumentiert, dass sie für die Entwicklung einer Klimabilanz dienlich wären (Karliner et al. 2019; Universitätsspital Basel 2020). Aufgrund dessen ist die Bilanzierung der Scope-3-Emissionen bei der Berichterstattung zur unternehmensbezogenen Treibhausgasemission (z. B. mit dem Greenhouse Gas Protocol) optional, während die Scope-1- und -2-Emissionen in der Berichterstattung bilanziert werden müssten (vgl. World Business Council for Sustainable Development, World Resources Institute 2004).

2.3 Gesetzliche Grundlagen, Normen und Richtlinien

Im Folgenden wird auf **rechtliche Grundlagen und Normen** eingegangen, die sich für Krankenhäuser im Kontext von Klimaschutzmaßnahmen und ressourcenschonendem Verhalten ergeben. Ebenso werden **organisatorische Rahmenbedingungen** dargelegt, die ebenfalls zur Orientierung in diesem Vorhaben genutzt werden können. Die Auswahl der dargelegten Grundlagen, Normen und Richtlinien erfolgte in Rücksprache mit Krankenhauspraktiker*innen auf Basis der hohen Relevanz für das tägliche Arbeiten im Kontext von Klimaschutzmaßnahmen im Krankenhaus.

Zu den *zentralen Gesetzgebungen* im Bereich des Primärenergieeinsatzes zählt das **Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)**, welches eine gesetzliche Grundlage für die Vergütung von Strom, der aus Wasserkraft, Deponie-, Klär- oder Grubengas, Biomasse, Geothermie, Windkraft oder solarer Strahlungsenergie erzeugt wird, schafft. Zudem werden die öffentlichen Netzbetreiber dazu verpflichtet, diesen Strom vorrangig abzunehmen (EnergieAgentur.NRW 2021d). Das EEG ermöglicht Krankenhäusern einen wirtschaftlicheren Betrieb der Anlagen zur Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien, da von Netzbetreibern eine feste Vergütung gezahlt und Abnahmemenge garantiert wird. Da die Preise, die Anlagenbetreiber erhalten, unter den Preisen für den Verkauf an den Endverbraucher liegen, wird für Endverbraucher eine EEG-Umlage fällig. Allerdings wird diese auch an Dritte im eigenen Klinikverbund fällig, sobald Strom aus erneuerbaren Energien und Eigenproduktion weitergegeben wird (Umweltbundesamt 2021; Bundesnetzagentur 2021), wie das folgende Zitat eines technischen Leiters in einem Krankenhaus verdeutlicht:

> „Vor sieben Jahren haben wir in unserer Klinik ein BHKW (Blockheizkraftwerk) in Betrieb genommen und gleich mal einen sechsstelligen Betrag EEG-Umlage nachgezahlt. Für Strom, den wir an die Bewohner unserer Seniorenheime abgegeben haben. Die gelten als Dritte, was man sich allein schon auf der Zunge zergehen lassen muss. Ihre Verbräuche müssen wir deshalb mit großem technischem Einsatz messen, abgrenzen und dafür – anders als für den eigenverbrauchten selbst erzeugten Strom – EEG-Umlage entrichten.“ (Thalmayr 2022a)

„Wenn Eigenerzeuger Dritte mit ihrem Strom beliefern, müssen sie für diesen abgegebenen Strom jedoch grundsätzlich die volle EEG-Umlage bezahlen. Auf den ersten Blick klingt diese Regelung ebenso fair wie leicht umsetzbar. In der Praxis bedeutet sie für Krankenhäuser, Altenheime und Pflegeeinrichtungen, die Stromerzeugungsanlagen betreiben, jedoch: Sie müssen auf die Viertelstunde genau den messtechnischen Nachweis dafür erbringen, wieviel Strom sie jeweils selbst verbraucht oder z. B. an den Friseur im Haus, den Kioskbetreiber, die ausgegründete Forschungsgruppe um Professor XY, die Reinigungsfirma, den Blumenladen, den Belegarzt, den Getränkeautomaten, die Ladestation für die E-Autos von Besuchern und andere abgeben haben.“ (Thalmayr 2021b)

Das **Gebäudeenergiegesetz (GEG)** ist am 01.11.2020 in Kraft getreten. Die Energiesparverordnung (EnEV), das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) sind dabei im Gebäudeenergiegesetz aufgegangen. Das Gesetz betrifft alle neu entstehenden und bestehenden Gebäude, die beheizt oder klimatisiert werden und somit auch Krankenhäuser. Es regelt, welche energetischen Anforderungen, insbesondere im Hinblick auf die Heizungstechnik und den Wärmedämmstandard des Gebäudes erfüllt sein müssen, um den Verbrauch an Heizenergie zu reduzieren. Außerdem beinhaltet das Gesetz Vorgaben zum Luftaustausch sowie zur Minimierung von weniger gut gedämmten Stellen in Gebäuden. Auch Hitzeschutzmaßnahmen und der Anspruch an bestehende Klimaanlagen sind durch das GEG gesetzlich geregelt (Verbraucherzentrale 2020).

Das **Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG)** ist am 20.12.2019 in Kraft getreten und beinhaltet eine Bepreisung von CO_2 für die Sektoren Wärme und Verkehr. Hersteller, Importeure und Lieferanten von Brennstoffen müssen ab 2021 an einem Emissionshandelssystem teilnehmen, d. h., es müssen für die Emissionen der in Verkehr gebrachten Brennstoffe Zertifikate erworben und abgegeben werden. Das Gesetz betrifft Krankenhäuser nur indirekt, da diese keine Brennstoffe herstellen. Es werden jedoch finanzielle Auswirkungen in nennenswertem Umfang erwartet, da Energielieferanten die Kosten für den Emissionshandel an den Endverbraucher weitergeben. Für Krankenhäuser mit einem ausgeprägten Energiebedarf werden daher ab 2021 erhebliche Mehrkosten beim Brenn- und Treibstoffbezug erwartet (Fachvereinigung Krankenhaustechnik e.V. 2021).

Am 11.08.2021 wurde die Verordnung zur **Durchführung des Stromsteuergesetzes (Stromsteuer-Durchführungsverordnung – StromStV)** vom 31.05.2000 aktualisiert. Die Verordnung sieht unter anderem vor, dass sowohl Privatpersonen als auch Unternehmen wie beispielsweise Krankenhäuser von Steuerentlastungen profitieren, wenn Strom aus erneuerbaren Energieträgern genutzt wird (Bundesministerium der Justitz).

Mit der **EU-Energieeffizienzrichtlinie** sind auch Krankenhäuser[2] im Rahmen des **Gesetzes über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen (EDL-G)** seit 22.04.2015 verpflichtet, alle vier Jahre, erstmalig bis Dezember 2015, ein Energieaudit durchzuführen oder alternativ ein zertifiziertes Energiemanagementsystem einzuführen. Mit diesem Gesetz wird die europäische Richtlinie zur Steigerung der Energieeffizienz umgesetzt (Schmidt 2019). Ein Energieaudit beinhaltet eine systematische Inspektion und Analyse des Energieeinsatzes und des Energieverbrauchs mit dem Ziel, Energieflüsse und das Potenzial für Energieeffizienzverbesserungen zu identifizieren und darzulegen (EnergieAgentur.NRW 2021c).

Das **Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)** dient der Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung natürlicher Ressourcen und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen. Das Kreislaufwirtschaftsgesetz hat das vorherige Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) von 1994 am 01.06.2012 abgelöst (Umweltbundesamt 2020). Ziel des Gesetzes ist es, Abfälle zu reduzieren. Dabei steht die Vermeidung von Abfällen an erster Stelle. Weitere Maßnahmen der Abfallbewirtschaftung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling, sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung, Verfüllung und Beseitigung. Aufgrund der hohen und vielfältigen Abfallmenge im Krankenhaus ist das Gesetz dort sehr bedeutsam, um vor dem Hintergrund des Klimaschutzes zur Schonung natürlicher Ressourcen und umweltverträglichen Entsorgung von Abfall beizutragen (Debatin et al. 2011). Eine Novellierung des Gesetzes ist am 29.10.2020 in Kraft getreten und brachte auch für Krankenhäuser relevante Änderungen mit sich. Diese Änderungen beziehen sich auf die Gestaltung von Arbeitsabläufen, die Beschaffung oder Verwendung von Material und Gebrauchsgütern sowie auf Bauvorhaben und sonstige Aufträge.

Konkret bedeutet dies, dass Produkten Vorrang gegeben werden soll,

- die „in rohstoffschonenden, energiesparenden, wassersparenden, schadstoffarmen oder abfallarmen Produktionsverfahren hergestellt worden sind“;
- „durch Vorbereitung zur Wiederverwendung, die durch Recycling von Abfällen, insbesondere unter Einsatz von Rezyklaten oder aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt worden sind“ und
- im Vergleich zu anderen Erzeugnissen zu weniger oder schadstoffärmeren Abfällen führen oder sich besser zur umweltverträglichen Abfallbewirtschaftung eignen.“ (Umweltbundesamt 2020a)

[2] Ausgenommen sind nur kleine und mittlere Unternehmen sowie öffentliche Träger, soweit sie im konkreten Fall hoheitlich tätig sind.

Die rechtlichen Grundlagen für die Bestellung und Anforderungen einer bzw. eines Abfallbeauftragten regelt die **Verordnung über Betriebsbeauftragte für Abfall (Abfallbeauftragtenverordnung – AbfBeauftrV)**. In § 2 wird darauf hingewiesen, dass auch Krankenhäuser und Kliniken eine*n betriebsangehörige*n Abfallbeauftragte*n bestellen müssen, soweit pro Kalenderjahr mehr als zwei Tonnen gefährliche Abfälle anfallen. Das Kreislaufwirtschaftsgesetz regelt in § 60 die Aufgaben der*des Abfallbeauftragte*n. Seit dem 1. Juni 2017 gilt die neue Abfallbeauftragtenverordnung. Die aktualisierte Regelung sieht vor, dass die Institution der*des Abfallbeauftragte*n als ein bewährtes Instrument der betrieblichen Selbstüberwachung und aufgrund wachsender Anforderungen weiter ausgebaut wird.

Die **Mitteilung 18 der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA)** konkretisiert den gesetzlichen Rahmen für Krankenhäuser und dient als Vollzugshilfe. Das Abfallmanagement war und wird in Krankenhäusern immer bedeutender zur Schonung natürlicher Ressourcen und um die umweltverträgliche Entsorgung von Abfall sicherzustellen. Die LAGA M 18 ist das meistgenutzte Regelwerk für das Abfallmanagement im Krankenhaus.

Die **Energieeinsparverordnung (EnEV)** als untergesetzliches Regelwerk des **Energieeinsparungsgesetzes (EnEG)** hat ab Anfang 2008 Energieausweise schrittweise für alle bestehenden Gebäude eingeführt. Dazu gehören unter anderem auch alle Nicht-Wohngebäude, zu denen auch Krankenhäuser zählen. Grundsätzlich ist ein Energieausweis für Gebäude mit mehr als 500 m² Nutzfläche (nach dem 8. Juli 2015 mehr als 250 m² Nutzfläche) erforderlich, in denen Behörden und sonstige Einrichtungen für eine große Anzahl von Menschen öffentliche Dienstleistungen erbringen und die deshalb von diesen Menschen häufig aufgesucht werden. Der Energieausweis kann auf Grundlage des berechneten Energiebedarfs (Energiebedarfsausweis) sowie aufgrund des erfassten Energieverbrauchs der letzten Jahre (Energieverbrauchsausweis) erstellt werden. Die Erstellung des Ausweises sollte ebenso als Energieanalyse mit Blick auf Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz des Gebäudes verstanden werden (Stiftung viamedica 2009).

Bezogen auf einige technische Anlagen eines Krankenhauses, in denen energiesparende Maßnahmen zum Einsatz kommen können, bestehen zudem zum Teil **spezifische Regelungen**, wie beispielsweise eine DIN-Norm zur Nutzung von **raumlufttechnischen Anlagen**. Die **DIN 1946-4** beinhaltet Anforderungen, Bemessungs- und Ausführungsregeln für die Belüftung und regelt das Abschalten dieser technischen Vorsorgeeinrichtung. Jedoch besteht in Fachkreisen Uneinigkeit über die DIN 1946-4. So hat sich auch die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) des Robert Koch-Instituts kritisch gegenüber der Norm und der Relevanz von raumlufttechnischen Anlagen geäußert. Diese bietet aus medizinischer Sicht keinen ersichtlichen Vorteil im Hinblick auf die Prävention von postoperativen (Wund-)Infektionen (KRINKO 2010).

Im Hinblick auf die *organisatorischen Rahmenbedingungen* für Krankenhäuser unterstützt die Richtlinie 5800 des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI-Richtlinie 5800) zum Thema **„Nachhaltigkeit in Bau und Betrieb von Krankenhäusern“.** Die Richtlinie befasst sich mit einer nachhaltigen medizinischen Versorgung beim Bau und Betrieb von Krankenhäusern. Dabei steht der Gebäudelebenszyklus im Fokus. Es wird ein modularer und anwenderorientierter Überblick zur Planung, zum Neu- und Umbau über die Nutzung und Instandhaltung bis zur Entsorgung von Krankenhäusern gegeben (VDI-Gesellschaft Technologies of Life Sciences 2020).

Die Verordnung des **Gemeinschaftssystems für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung der Europäischen Union (EMAS-Verordnung)** wurde am 25.11.2009 erlassen. Ziel ist es, Organisationen, wie beispielsweise Krankenhäuser, zu unterstützen, um Prozesse zu optimieren, Umweltauswirkungen zu verringern und Ressourcen effektiver zu nutzen. EMAS stellt somit ein auf Freiwilligkeit beruhendes, umweltpolitisches Instrument dar (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2009).

Die **Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung/TrinkwV 2001)** ist am 1. Januar 2003 in Kraft getreten. Zentrale Aspekte der Trinkwasserverordnung liegen vor allem in den Regelungen zu sogenannten „Hausinstallationen“[3] (Trinkwasserverordnung - TrinkwV, vom 10.03.2016 (BGBl. I S. 459); Hauswirth 2003). Die Bedeutung der Trinkwasserverordnung wurde 2001 durch eine umfassende Novellierung unterstrichen. Dort finden sich unter anderem die Regelungen zur Betriebs- und Regenwassernutzung. Auch wenn die Nutzung von Niederschlags- und Grauwasser wasserbehördlich erlaubnisfrei gestattet ist, müssen seit der novellierten TrinkwV ab dem 1. Januar 2003 alle – auch bereits bestehende – Betriebs- und Regenwassernutzungsanlagen bei den Gesundheitsämtern angezeigt werden. Das Gesundheitsamt überwacht entsprechend der TrinkwV 2001 die Anlagen, aus denen Wasser für die Öffentlichkeit, insbesondere in Schulen, Kindergärten, Krankenhäusern, Gaststätten und sonstigen Gemeinschaftseinrichtungen, bereitgestellt wird (Braun et al. 2015).

Die Norm **DIN 1989 „Regenwassernutzungsanlagen Teil 1: Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung“** (April 2002) gilt für Anlagen zur Nutzung von Regenwasser in Haushalten, Gewerbe- und Industriebetrieben sowie in öffentlichen Einrichtungen, in denen es z. B. für Toilettenspülung, Kühlzwecke, Wasch- und Reinigungsanlagen und zur Bewässerung von Grünanlagen genutzt wird. Sie ist die wichtigste technische Vorschrift für Regenwassernutzungsanlagen und enthält Festlegungen zur Planung, Ausführung, zum

[3] Damit sind die Rohrleitungen, Armaturen und Geräte gemeint, die sich zwischen dem Punkt der Wasserentnahme für den menschlichen Gebrauch und dem Punkt seiner Übergabe aus einer Wasserversorgungsanlage an den Verbraucher befinden.

Betrieb und zur Wartung von Regenwassernutzungsanlagen (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) 2002).

Die **VDI Richtlinie 2070 „Betriebswassermanagement für Gebäude und Liegenschaften“** (März 2013) dient zum Planen, Betreiben und Instandhalten von Betriebswasseranlagen. Sie betrifft insbesondere die Nutzung von Grau-, Regen-, Oberflächen- und Prozesswasser. Dabei werden insbesondere folgende Anwendungen betrachtet: Grünflächenbewässerung, Reinigung, Toilettenspülung, gewerbliche Nutzung, Kühlwasser, Feuerlöschanlagen. In der Richtlinie werden die Anforderungen an die Schnittstellen bzw. Übergabestellen zwischen der Trinkwasserinstallation und der Betriebswasseranlage beschrieben sowie weitere Anforderungen an die Betriebswasseranlage definiert. Zweck dieser Richtlinie ist es, die Planung von Betriebswasseranlagen im Verbund mit anderen gebäudetechnischen Anlagen bei Gewährleistung der Gesundheit für den Menschen und dem Schutz für die Umwelt zu beschreiben (VDI 2022). Für Grauwasserrecyclinganlagen wurde von der Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung (fbr e.V.) das Hinweisblatt H 201 (Grauwasserrecycling-anlagen für Haushalte und für den öffentlichen/gewerblichen Bereich) erarbeitet (Braun et al. 2015).

3 Methodisches Vorgehen

Aufgrund der vielfältigen Bereiche zur energetischen Sanierung der Krankenhäuser wurde der Fokus auf die Bereiche gelegt, die eine direkte Erzeugung von Treibhausgasemissionen im Krankenhaus aufweisen und somit eine Hebelwirkung hinsichtlich Klimaschutzmaßnahmen vor Ort ermöglichen. Diese Bereiche konnten entsprechend dem internationalen Standard zur Berechnung von Treibhausgasemissionen hauptsächlich den ersten beiden Geltungsbereichen (Scope 1 und Scope 2, vgl. Kapitel 2.2) zugeordnet werden. Für alle weiteren Emissionen, die mit Aktivitäten der Organisation verbunden sind, zum Beispiel durch Dienstreisen, die Verarbeitung der eingekauften Produkte oder Mobilität der Patient*innen (Scope 3), wurden nur ausgewählte Aspekte miteinbezogen, wenn sie im Kontext der folgenden Themenfelder eine inhaltlich relevante Schnittmenge aufwiesen (wie z. B. im Kontext der Anpassungsstrategie wurde das Energiemanagement im Bereich Mobilität berücksichtigt).

Ausgewählte Themenfelder waren somit:

- Anpassungsstrategie
- Energiemanagement und Nutzerverhalten
- Contracting
- Strom
- Wärme
- Wasser
- Kälte
- Abfallmanagement

Demzufolge können die forcierten Themenfelder zwar kein vollumfängliches Bild des CO_2-Fußabdruckes der Krankenhäuser darlegen, jedoch ermöglichte die aktuelle Evaluation eine Annäherung an den potenziellen Beitrag von Krankenhäusern am Klimaschutz.

Im Folgenden soll näher auf das methodische Vorgehen zur Bearbeitung des in Kapitel 2 vorgestellten Forschungsvorhabens eingegangen werden.

Zur Zielerreichung wurden hierfür drei Arbeitspakete für das vorliegende Gutachten definiert:

1. Die Erfassung des **Status quo in den Krankenhäusern,**
2. die **Ableitung** von **Klimaschutzmaßnahmen** und
3. die **Abschätzung** von möglichen **Investitionskosten** (Abb. 1).

Die Grundlage dieser Arbeitspakete bildete eine umfassende Literaturrecherche, um auf der Basis von wissenschaftlichen Erkenntnissen und Praxisbeispielen einen Fragebogen zum

aktuellen Status des Ressourcenverbrauchs und klimarelevanter Krankenhausstrukturen zu entwickeln, Maßnahmen abzuleiten und die Investitionskosten abzuschätzen.

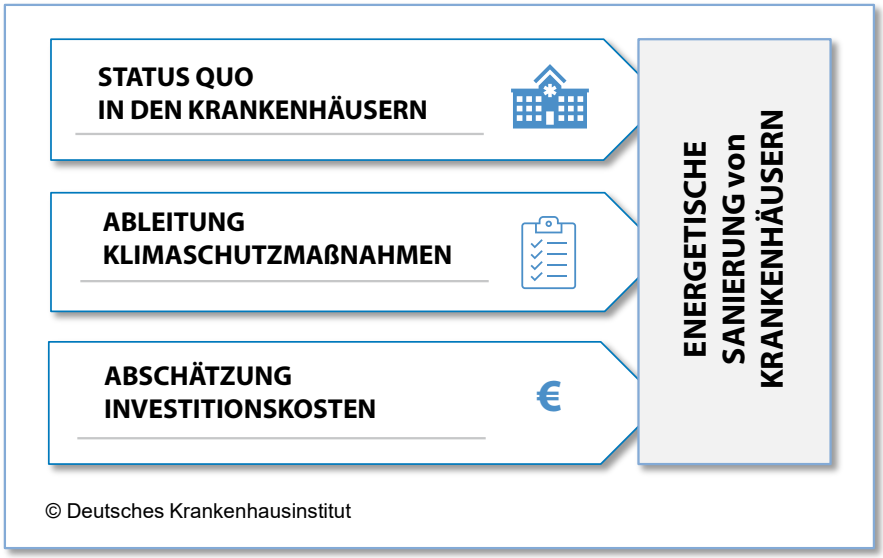


Abb. 1: Arbeitspakete im Überblick

3.1 Status quo in den Krankenhäusern

Die Basis zur Erfassung des Status quo in den Krankenhäusern stellte ein eigens für das Projekt entwickelter Fragebogen dar.

3.1.1 Fragebogenentwicklung und Krankenhausbefragung

Im Rahmen der Fragebogenentwicklung wurden für die ausgewählten Themenfelder Anpassungsstrategie, Energiemanagement, Nutzerverhalten, Contracting, Strom, Wärme, Wasser, Kälte und Abfallmanagement auf der Basis einer umfassenden Literaturrecherche inhaltliche und krankenhausrelevante Schwerpunkte ausgewählt. Die dazu formulierten Fragen wurden im Austausch mit drei Expert*innen aus dem Energie- und Krankenhaussektor[4] validiert. Hierfür wurde der Fragebogen im Rahmen eines Pretests an die Expert*innen verschickt und Anpassungen in den finalen Fragebogen integriert. Die definierten Inhalte pro Themenfeld können der nachstehenden Tabelle entnommen werden (Tab. 1).

[4] Hierbei handelt es sich um Praktiker*innen aus dem klimaschutznahen Krankenhausumfeld. Eine genauere Beschreibung zu den ausgewählten Krankenhauspraktiker*innen findet sich in Kapitel 3.2.

Tab. 1: Definition und Abgrenzung krankenhausrelevanter Inhalte für die ausgewählten Themenfelder

Definition und Abgrenzung	
Themenfeld	Inhalte
Anpassungsstrategie	Strategische Maßnahmen hinsichtlich der Krankenhausausrichtung zu den beiden Komponenten, Klimaschutz und Klimafolgenanpassungen zur Klimawandelbewältigung
Energiemanagement und Nutzerverhalten	Strategische Maßnahmen, wie Leitlinien und Zielformulierungen, Monitoring von Verbrauchskennzahlen, Anpassungen, Einbindung und Aufklärung von Personal, Strukturen und Prozesse zum energieeffizienten Verhalten. Informationen und Abruf von Fördermitteln, technische Unterstützungen, bauliche Gegebenheiten und Maßnahmen, Maßnahmen im Bereich von Mobilität
Contracting	Vorkommen von Contracting im Krankenhaus nach Art des Vertrages und der Einsatzbereiche, verbundene Investitionsvolumina und laufende Kosten, Gründe/Hindernisse für die Nutzung von Contracting
Strom	Stromverbrauch und -kosten (Fremdstrom). Eigenstromerzeugung vor allem mittels Photovoltaikanlagen, Einsatz und Befeuerung von Blockheizkraftwerken
Wärme	Einsatz, Verbrauch und Kosten von Energieträgerarten zur Wärmeversorgung, technische Anlagen zur Wärmeerzeugung, Systeme zur Wärmerückgewinnung und Warmwasseraufbereitung, Maßnahmen zur Optimierung der Wärmeversorgung
Wasser	Wasserverbrauch und -kosten. Outsourcing und hauseigene Einrichtungen, wie Wäscherei oder Aufbereitungseinheit für Medizinprodukte (AEMP). Vorhandene technische Umsetzungen/Installationen zur Wasserregulierung, Reduktion des Trinkwasserverbrauchs, Zweifachnutzung von Wasser durch Aufbereitung von Betriebs-/Grau- oder Regenwasser.
Kälte	Technische Anlagen zur Kälteversorgung, Einsatz, Verbrauch und Kosten von technischen Anlagen, Kennwerte zu Klimaanlagen und deren Einsatzorten, Maßnahmen zur Optimierung der Kälteversorgung
Abfallmanagement	Abfallaufkommen und -kosten. Prozesse der Abfalltrennung, -aufbereitung, -vermeidung und -reduktion, inkl. der Reduzierung von Lebensmittelabfällen und des Einsatzes von medizinischem Verbrauchsmaterial.

Zur Einschätzung des Ressourcenverbrauchs deutscher Krankenhäuser sind eine Reihe von unterschiedlichen Energiekennwerten abgefragt worden. Damit die pandemiebedingte Belastungssituation der Krankenhäuser die Daten nicht verzerrt, wurden die Energiekennwerte für das Jahr 2019 erfragt, um ein repräsentatives Bild der regulären Versorgungssituation abzubilden. Um den Bearbeitungsaufwand für die teilnehmenden Krankenhäuser möglichst gering zu halten, wurden zwei Fragebogenversionen mit

unterschiedlichen Themenschwerpunkten erstellt. In Tab. 2 ist die Struktur der Fragebogenversionen mit den jeweiligen Themen ersichtlich.

Die eine Hälfte der Krankenhäuser wurde gebeten, Auskunft zu den Themenfeldern Kälte und Abfallmanagement zu geben, die andere Hälfte zu den Themenfeldern Wärme und Wasser. Die Themenfelder Anpassungsstrategie, Energiemanagement, Nutzerverhalten, Contracting und Strom waren in beiden Fragebogenversionen enthalten und wurden somit in der gesamten Stichprobe parallel abgefragt (Tab. 2).

Entscheidungsgrundlage für die thematische Aufteilung der Themenschwerpunkte war, die Machbarkeit für die Häuser aufrechtzuerhalten und den damit verbundenen Rücklauf zu fördern.

Die Krankenhausbefragung wurde vom 28. Juni bis zum 05. August 2021 durchgeführt und umfasste eine Nachfassaktion. Die Befragungsunterlagen (Anschreiben, Fragebogen, freigemachtes Rückkuvert) waren an die Geschäftsführer*innen der Krankenhäuser adressiert. Diese wurden gebeten, das entsprechende fachliche Personal im Krankenhaus zur Beantwortung der Fragen hinzuzuziehen. Die Befragung war schriftlich zu beantworten und mit einem entsprechenden Rückkuvert zur Auswertung an das DKI zurückzusenden.

Tab. 2: Struktur und Aufbau beider Fragebogenversionen

Struktur und Aufbau der beiden Fragebogenversionen		
Themenfeld	Fragebogen Version A	Fragebogen Version B
Anpassungsstrategie	✓	✓
Energiemanagement und Nutzerverhalten	✓	✓
Contracting	✓	✓
Strom	✓	✓
Wärme	✓	–
Wasser	✓	–
Kälte	–	✓
Abfallmanagement	–	✓

Über eine zusätzliche Befragung des Deutschen Krankenausinstituts (DKI) für die Deutsche Krankenhausgesellschaft (DKG) wurden nach Abschluss der Studie in einer Krankenhausbefragung im September 2022 Verbrauchskennzahlen und Kosten zur Erdgasversorgung der Krankenhäuser für das Jahr 2019 erhoben, dem Jahr vor Beginn der Corona-Pandemie, und für das Jahr 2021 erfasst, dem letzten Jahr vor den aktuellen akuten Preissteigerungen auf dem Energiemarkt (Levsen und Filser 2022). Ziel dieser zusätzlichen Befragung war es, eine verlässliche Datenbasis zum Ausmaß der aktuellen Kostensteigerungen beim Erdgas zu schaffen.

Die Ergebnisse werden im Kapitel 4.5.1 zu den Kennzahlen für die Wärmeerzeugung berichtet und basieren auf den Angaben von 123 Krankenhäusern, die an ihren Standorten Erdgas nutzen. Unterschiede im Rücklauf nach Krankenhausgröße wurden durch statistische Gewichtungen nach Bettengrößenklassen ausgeglichen. Nach Maßgabe dieser Gewichtungen sind die Ergebnisse repräsentativ für die Grundgesamtheit der Krankenhäuser in Deutschland.[5]

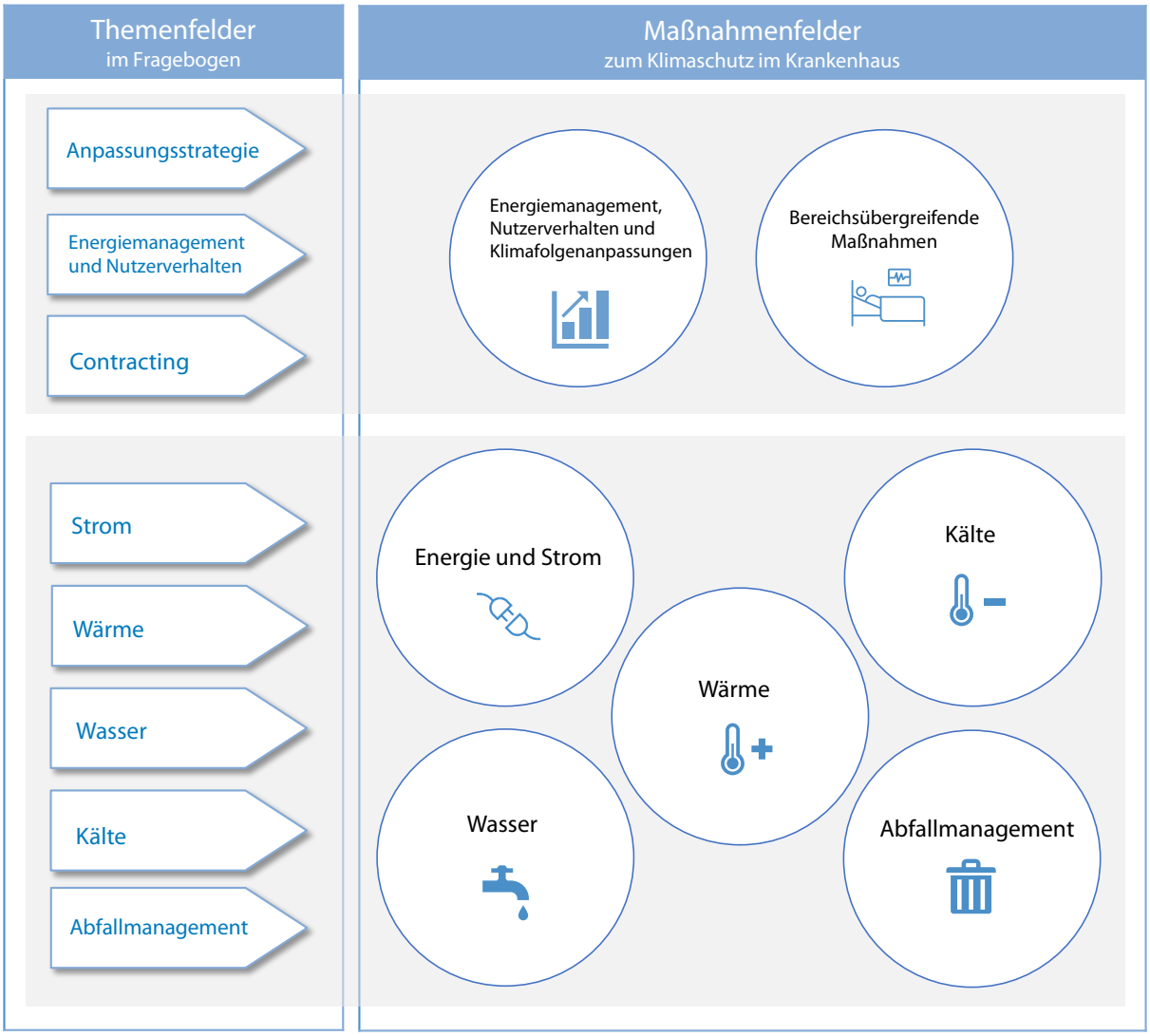
3.1.2 Umsetzungsstand von Klimaschutzbemühungen nach Maßnahmenfeldern

Auf der Basis des Fragebogens wurden die relevanten Fragen zu Umsetzungsstand von klimafreundlichen Strukturen, Prozessen und technischer Ausstattung in den Krankenhäusern identifiziert. Die Antworten auf diese Fragen wurden in einer angepassten Themenunterteilung als Maßnahmenfelder dargestellt (Abb. 2). Diese Einteilung basierte auf den konkret herausgearbeiteten Maßnahmenfeldern und unterschied sich von den Themenfeldern in der Fragebogenstruktur.

Die drei Themenfelder im Fragebogen Anpassungsstrategie, Energiemanagement und Nutzerverhalten sowie Contracting wurden auf zwei Maßnahmenfelder – zum einen Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgenanpassungen und zum anderen in bereichsübergreifende Maßnahmen – aufgeteilt. Die Themenfelder Wärme, Wasser, Kälte und Abfallmanagement wurden ohne Anpassung als Maßnahmenfelder übernommen. Das Maßnahmenfeld Strom und Energie basierte auf dem Themenfeld Strom aus dem Fragebogen sowie grundsätzlichen Maßnahmen, die den Primärenergiemix betreffen (Abb. 2).

Eine detaillierte Auflistung zu den herangezogenen Antworten der Krankenhäuser für die in Abb. 2 benannten Maßnahmenfelder kann im Anhang eingesehen werden.

[5] Statistisches Bundesamt (Destatis), 2021: Grunddaten der Krankenhäuser, 2019.



© Deutsches Krankenhausinstitut

Abb. 2: Überführung der Themenfelder im Fragebogen in Maßnahmenfelder zum Klimaschutz im Krankenhaus

Zur Ermittlung des Umsetzungsstandes wurden die unterschiedlichen Antwortkategorien auf die ausgewählten Fragen mit einer vergleichbaren Richtungsausprägung aufsummiert und ein gemeinsamer Durchschnitt gebildet. Dies bedeutet, dass zum einen die Antwortkategorien zusammengefasst wurden, die für das Vorhandensein von Klimaschutzmaßnahmen sprechen, wie z. B. „Ja“ und „krankenhausweiter Standard“, und zum anderen die Antwortkategorien zusammengefasst wurden, die ein Weiterentwicklungspotenzial abbilden, wie z. B. „In Planung“ oder „Nein“. So konnten zwei Durchschnittswerte in Form von Prozentangaben pro Maßnahmenfeld ermittelt werden.

Ein Durchschnittswert bildete dementsprechend den Anteil der Krankenhäuser ab, die bereits Umsetzungen in den unterschiedlichen Maßnahmenfeldern durchgeführt haben, und der andere Durchschnittswert steht für den Anteil der Krankenhäuser, die auf Nachfrage angaben,

dass ausgewählte Maßnahmen oder Anlagetechniken zum Klimaschutz noch nicht etabliert waren. Dieses Vorgehen stellte die Grundlage zur Annäherung an einen Vergleich des Umsetzungsstandes von Klimaschutzbemühungen in den Krankenhäusern zwischen den Maßnahmenfeldern dar. Zur Veranschaulichung des Vorgehens ist in der folgenden Abbildung ein Beispiel skizziert (Abb. 3).

BEISPIEL
ABLEITUNG UMSETZUNGSSTAND nach Maßnahmenfeldern

1 Maßnahmenfeld bestimmen

2 Antwortkategorien mit vergleichbarer Richtungsausprägung zuordnen

3 Bildung des durchschnittlichen Umsetzungsstandes in den KHs

Kälte

Betrachtungseinheit (Item)	Anteil der Krankenhäuser, die Umsetzungen etablierten	Anteil der Krankenhäuser, die Weiterentwicklungspotenzial haben	
	Ja	In Planung	Nein
Wärmerückgewinnungsanlagen	26	3	71
Optimierung raumlufttechnischer Anlagen	50	5	45
Automatisierte Steuerung der Betriebsparameter	81	4	15
Eisspeicher zur Kältespeicherung	3	3	94
Umsetzungsstand Ø Durchschnittswerte der Antwortausprägungen	40,0	60,0	

Anmerkungen: Alle Angaben sind in % ausgewiesen.

© Deutsches Krankenhausinstitut

Abb. 3: Beispiel zur Ableitung des Umsetzungsstandes von Klimaschutzbemühungen nach Maßnahmenfeldern

3.2 Ableitung von Klimaschutzmaßnahmen

Die Ableitung von Klimaschutzmaßnahmen folgte der thematischen Unterteilung der herausgearbeiteten Maßnahmenfelder (Abb. 2).

Um den Krankenhäusern einen Einblick in Möglichkeiten zum Klimaschutz in ihrem Haus zu geben, wurden in einer umfassenden Recherche praxisrelevante Klimaschutzmaßnahmen aus verschiedenen Quellen zusammengetragen. Neben **Studienerkenntnissen** und **Praxisbeispielen** von Krankenhäusern zu konkreten Klimaschutzmaßnahmen waren dies **vorhandene Datenbanken** (wie z. B. die Klik Green Datenbank (Klik-Datenbank 2021a)), **Maßnahmenlisten** (wie z. B. der Maßnahmenkatalog der „Green Hospital Plus Initiative“ des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit und Pflege (Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege 2021)) und **Leitfäden** (wie z. B. der Leitfaden zur Energieeffizienz

in deutschen Kliniken „Klinergie 2020“ von der Stiftung Viamedica (Stiftung viamedica 2009)). Zusätzlich wurden **ressourceneffiziente Konzepte**, wie die Kurzanalyse des VDI Zentrum für Ressourceneffiziente Wasserkonzepte für Krankenhäuser (Braun et al. 2015), gesichtet und zur Ableitung von Klimaschutzmaßnahmen herangezogen (Abb. 1).

Auf dieser Basis wurden pointierte Maßnahmenlisten für die ausgewählten Maßnahmenfelder[6] Energie und Strom, Wärme, Kälte, Wasser, Abfallmanagement und bereichsübergreifende Maßnahmen erstellt und in zwei Workshops mit insgesamt sieben Teilnehmer*innen diskutiert und ggf. ergänzt. Die Workshops wurden zum Zwecke einer fokussierten Diskussion in zwei Hauptthemenfelder unterteilt – 1. Wasser und Abfallmanagement sowie 2. Energie, Strom, Wärme und Kälte – und im August 2021 digital abgehalten. Die bereichsübergreifenden Maßnahmen wurden in beiden Gruppen diskutiert. Die Teilnehmer*innen wurden gebeten, sich nach individueller Fachkenntnis einem oder ggf. auch beiden Terminen zuzuordnen. Im Rahmen der digitalen Veranstaltungen zur Diskussion und ggf. Ergänzung der gesammelten Maßnahmen wurde sich an folgender Agenda orientiert. Dabei wurde zunächst ein kurzer Überblick über den aktuellen Stand der Studie vermittelt. Danach ergab sich ein fachlicher Austausch zu den gelisteten Maßnahmen sowie Ergänzungen durch die Teilnehmer*innen. Die Teilnehmer*innen setzten sich aus Energieexpert*innen (ein*e Teilnehmer*in) sowie aus Krankenhauspraktiker*innen (sechs Teilnehmer*innen) zusammen. Die Krankenhauspraktiker*innen waren in ihren Einrichtungen Stabsstellen oder Geschäftsbereichen mit Bezug zu Klimaschutz/Umweltschutz und Nachhaltigkeit zugeordnet. Vier Krankenhauspraktiker*innen wurden in ihren Einrichtungen zudem als Umweltschutz- und Gefahrgutbeauftragte eingesetzt. Alle Teilnehmer*innen verfügten über umfangreiche fachliche und technische Kompetenz, welche sich einerseits aus ihrem Tätigkeitsfeld und andererseits aus der akademischen Bildung (z. B. Ingenieur*innen oder Chemiker*innen) ableiten ließ.

Im Anschluss an die Workshops (September 2021) wurden die erarbeiteten Maßnahmenlisten an die beteiligten Krankenhauspraktiker*innen gesendet mit der Bitte um Bewertung der Hebelwirkung für den Klimaschutz über eine Skala von 1 (sehr gering) bis 10 (sehr hoch). Hierbei wurden die Krankenhauspraktiker*innen gebeten, bei ihrer Beurteilung auf der zehnstufigen Skala alle Umsetzungseinflüsse, wie z. B. Investitionskosten, Betriebskosten, Umsetzungswille bei den Anwendern, Managementwille, Umsetzungsdauer, Auswirkungen auf Rahmenbedingungen der Krankenhäuser und Machbarkeit hinsichtlich Qualität und Hygiene etc., zu berücksichtigen.

[6] Die im weiteren Verlauf zusätzlich verwendeten Kategorien zur Maßnahmenabgrenzung (insbesondere Energiemanagement und Nutzerverhalten) wurden den genannten Themenfeldern in der Excelübersicht direkt zugeordnet, um die Komplexität für die Workshopteilnehmer*innen zu reduzieren.

Über die Einzelbewertungen der Krankenhauspraktiker*innen wurde ein Mittelwert berechnet. Dieser Mittelwert diente zur Priorisierung der Maßnahmen über ein Ranking auf den Plätzen 1 bis 3. Dabei wurden die drei höchsten Mittelwerte der Maßnahmenbeurteilung absteigend auf die Top-3-Positionen gesetzt. Diese sogenannte Transformation der Mittelwerte auf die Top-Auswahl der Maßnahmenliste diente vor allem der Würdigung einzelner Maßnahmen, die aus der Perspektive der teilnehmenden Krankenhauspraktiker*innen besonders vielversprechend in Bezug auf die praktische Umsetzung waren.

3.3 Abschätzung der Investitionskosten

In einem letzten Schritt sollten die Investitionskosten für die energetische Sanierung der Krankenhäuser näherungsweise aufgezeigt werden. Dabei war eine exakte Quantifizierung des erforderlichen Investitionsvolumens angesichts der unzureichenden Datenlage nicht möglich. Flächendeckend lagen keine ausreichenden Daten dazu vor, welche konkreten Investitionen in den Krankenhäusern bzw. zu welchen Kosten erforderlich waren und wie diese Investitionen ggf. zu priorisieren waren. Im Rahmen dieser Studie sollten daher nur die potenziellen Dimensionen einer energetischen Sanierung von Krankenhäusern exemplarisch aufgezeigt werden.

Dies erfolgte zum einen über Praxisbeispiele. Konkret wurden die Kosten ausgewählter Investitionen in den Klimaschutz dargelegt. Selbst diese selektive Darstellung vermittelte ein anschauliches Bild der potenziellen Investitionskosten. Dabei wurde auf Datenbanken zu Klimaschutzmaßnahmen (vgl. Kap. 3.2) sowie einschlägige Fachliteratur zurückgegriffen.

Zum anderen sollten die potenziellen Investitionskosten für die energetische Sanierung durch einen Vergleich mit einem anderen Investitionsprogramm zur Modernisierung der Krankenhäuser veranschaulicht werden. Konkret ging es um den Krankenhauszukunftsfonds, mit dem Investitionen in die Digitalisierung der Krankenhäuser mit 4,3 Mrd. Euro unterstützt werden. Zur groben Abschätzung der Investitionskosten für Klimaschutzmaßnahmen sollte daher die finanzielle Ausstattung des Krankenhauszukunftsfonds als Referenzgröße herangezogen werden.

3.4 Grundgesamtheit, Rücklaufquote und statistisches Vorgehen

Grundgesamtheit der Befragung bildeten alle Allgemeinkrankenhäuser ab 50 Betten in Deutschland. Allgemeinkrankenhäuser unter 50 Betten wurden nicht in die Erhebung einbezogen, da es sich vielfach um Kliniken mit einem besonderen Leistungsspektrum und einer besonderen Struktur handelt (z. B. zahlreiche Privatkliniken ohne Versorgungsauftrag, kleine Fach- und Belegkliniken). Psychiatrische und psychosomatische Fachkrankenhäuser sind nicht einbezogen worden, da sie hinsichtlich Energiebedarf und energetischer Sanierung nur sehr begrenzt mit somatischen Krankenhäusern vergleichbar sind.

Insgesamt wurden in einer Vollerhebung 1.399 Allgemeinkrankenhäuser mit mehr als 50 Betten zur Teilnahme eingeladen. Zum Versand der beiden Fragebogenversionen wurden aus der Grundgesamtheit gesplittete Zufallsstichproben von jeweils 50 % gezogen. Die eine Hälfte der Stichprobe hat die Fragebogenversion A und die andere Hälfte hat die Fragebogenversion B zur Beantwortung erhalten (siehe Tab. 2). Insgesamt haben 263 Häuser an der Befragung teilgenommen. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 18,8 %.

Die Verteilung nach Bettengrößenklassen in der Stichprobe der teilnehmenden Krankenhäuser entsprach insgesamt der Verteilung in der Grundgesamtheit und bildet somit diesbezüglich die Krankenhauslandschaft in Deutschland repräsentativ ab (Abb. 4).

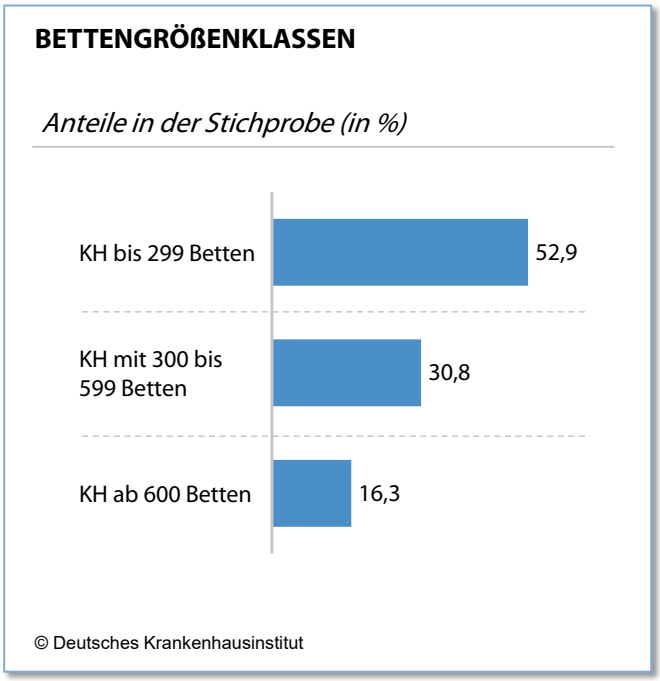


Abb. 4: Verteilung der teilnehmenden Krankenhäuser nach Bettenklassengrößen

Insgesamt wurde von 49,4 % der beteiligten Häuser die Fragebogenversion A und von 50,6 % der Krankenhäuser die Fragebogenversion B ausgefüllt. Somit war der Anteil der Fragebogenversionen im Rücklauf nahezu identisch (Abb. 5).

Die Bereiche Anpassungsstrategie, Energiemanagement, Nutzerverhalten, Contracting und Strom wurden für beide Fragebogenversionen in der gesamten Stichprobe mit 263 Krankenhäusern parallel abgefragt. Hinsichtlich der unterschiedlichen Fragebogenversionen wurde für die Krankenhauslandschaft eine statistisch repräsentative Auskunft von 130 Krankenhäusern zu den Themenfelder Wärme und Wasser (Version A) und von 133 Krankenhäusern zu den Themenfeldern Kälte und Abfallmanagement (Version B) erfasst.

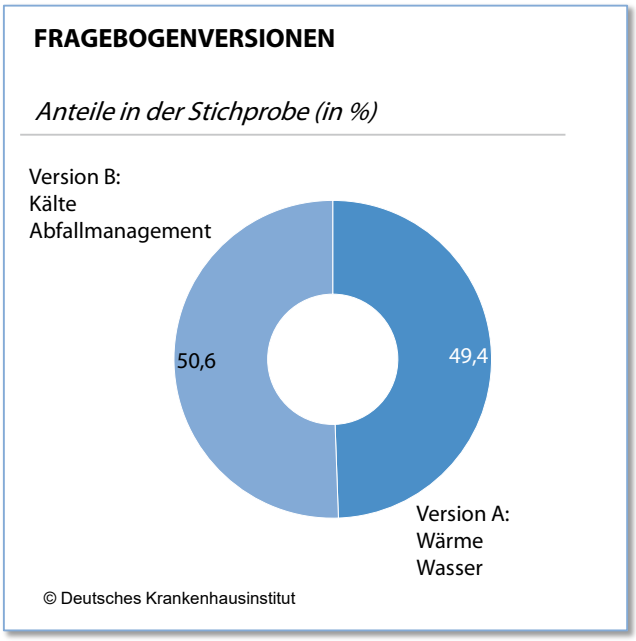


Abb. 5: Verteilung der beantworteten Fragebogenversionen

Die Dateneingabe, Datenprüfung und Datenauswertung für die standardisierten Fragen der Erhebung erfolgten im DKI mit dem Statistikprogramm SPSS. In der Datenauswertung wurden im Wesentlichen Verfahren und Kennwerte der deskriptiven Statistik eingesetzt (wie Häufigkeiten, Mittelwerte und Mediane).

Erwartungsgemäß zeigten die analysierten Kennwerte eine breite Streuung zwischen den befragten Krankenhäusern, die mit der Krankenhausgröße (gemessen an der Bettenanzahl) und Ausstattung zusammenhängt. Zur Kontrolle von Extrem- oder Ausreißer-Werten der Verteilungen wurde überwiegend der Median als statistischer Kennwert verwandt. Zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse wurden die Kennwerte zusätzlich standardisiert durchschnittlich pro Krankenhaus, Krankenhausbett oder Quadratmeter Nutzfläche angegeben.

4 Ergebnisse: Status quo in den Krankenhäusern

Im folgenden Kapitel wird der Status quo zur energetischen Sanierung in den Krankenhäusern auf der Basis der Krankenhausbefragung differenziert nach den Themenfeldern Anpassungsstrategie, Energiemanagement und Nutzerverhalten, Contracting, Strom, Wärme, Wasser, Kälte und Abfallmanagement berichtet. Im Anschluss daran soll über die in Kap. 3.1.2 beschriebene Ermittlung des Umsetzungsstandes ein Eindruck gegeben werden, inwieweit Klimaschutzbemühungen in den Krankenhäusern bereits umgesetzt wurden und in welchen Maßnahmenfeldern Weiterentwicklungspotenzial vorliegt (vgl. Abb. 6 und Kap 4.9).

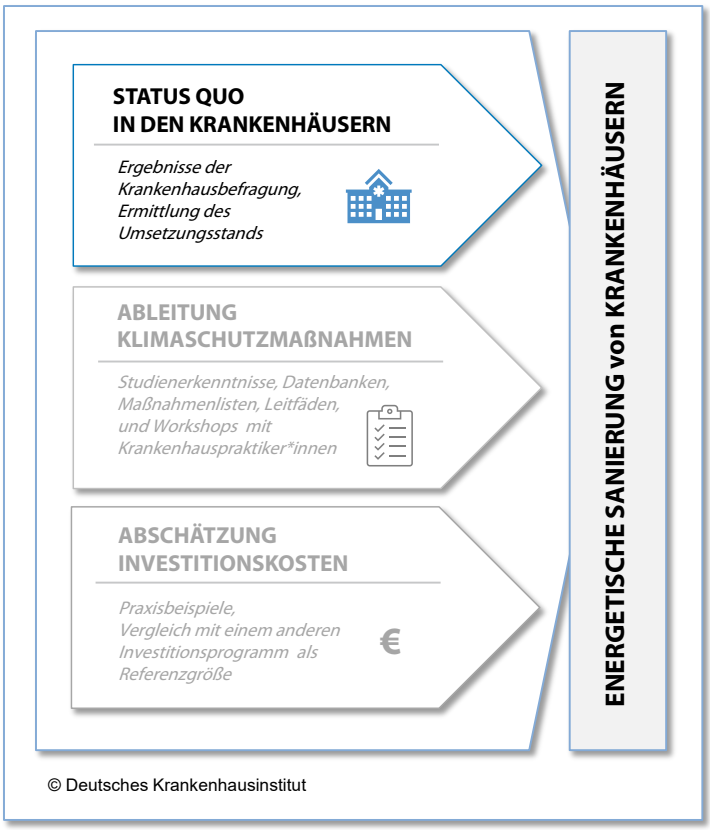


Abb. 6: Arbeitspaket und Informationsgrundlage zum Status quo in den Krankenhäusern

4.1 Anpassungsstrategie

Die Bekämpfung des Klimawandels umfasst zwei Strategien – die Verminderung des Klimawandels und die Anpassung an den Klimawandel (IPCC 2018). Durch die Verminderung des Ausstoßes oder das Auffangen von Treibhausgasemissionen sollen die Auswirkungen des Klimawandels eingeschränkt werden. Anpassungsstrategien zielen darauf ab, die Verwundbarkeit von Personen, Institutionen und Systemen gegenüber den Auswirkungen zu verringern, indem ihre Widerstandsfähigkeit erhöht wird (Keim 2008). Die Bedeutung von Anpassungsmaßnahmen betont auch das Pariser Abkommen, das die Anpassung an den Klimawandel dem Klimaschutz gleichstellt (Lesnikowski et al. 2017).

Die Krankenhäuser berücksichtigen beide Komponenten in ihrer strategischen Ausrichtung. Die Verlangsamung des Klimawandels fließt bei 17 % der Krankenhäuser vollständig und bei 54 % teilweise in die Anpassungsstrategie zur Klimabewältigung ein.

Für die Komponente der Klimafolgenanpassung, etwa durch Hitzeaktionspläne, fallen die Ergebnisse ähnlich aus (Abb. 7).

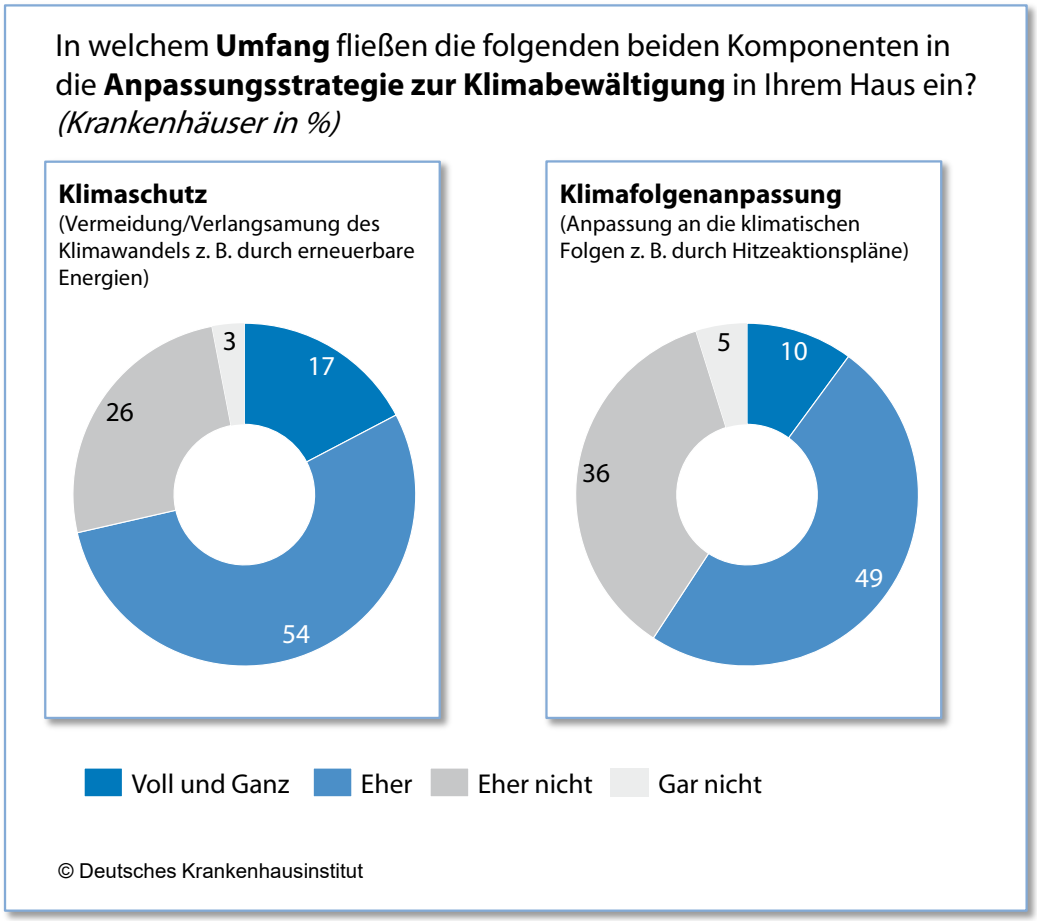


Abb. 7: Komponenten zur Anpassungsstrategie zur Klimabewältigung

Generell sind Anpassungsmaßnahmen folgenspezifisch und konzentrieren sich in Deutschland insbesondere auf die folgenden Effekte: Extremwetterereignisse (Hitzewellen, Fluten, Stürme), steigende Temperaturen, Ultraviolettstrahlung, vektorübertragene Krankheiten, gesundheitliche Auswirkungen von Luftschadstoffen, verminderte Trinkwasserqualität und Lebensmittelsicherheit (Umweltbundesamt 2015).

Besonders relevant für die Anpassung in Krankenhäusern ist der thermische Komfort von Patient*innen, der durch steigende Temperaturen und eine steigende Anzahl heißer Tage und tropischer Nächte bedroht ist (Åström et al. 2013). Verschattungen, Begrünungen von Dächern und Höfen, Entsiegelungen von Flächen sowie eine umfassende Klimatisierung sind

beispielhafte Maßnahmen, die steigenden Temperaturen entgegenwirken können (Hess et al. 2012; Achour et al. 2014). Weiterhin bedrohen vermehrt und stärker auftretende Extremwetterereignisse die strukturelle und funktionale Integrität von Krankenhäusern (IPCC 2018). Für solche Ereignisse sollten Notfallpläne bestehen, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Die Verfügbarkeit wichtiger Ressourcen wie Energie, Arzneimittel, Wasser und Lebensmittel muss sichergestellt werden (WHO 2021).

Vor diesem Hintergrund wurden die Krankenhäuser befragt, für welche Extremwetter-ereignisse Notfallpläne erstellt oder bestehende Pläne an ein erhöhtes Risiko angepasst wurden. Insgesamt zeigte sich, dass der kleinere Anteil der befragten Krankenhäuser Extremwetterereignisse wie Starkregen, Hitzewellen, Überflutungen, Kältewellen, Dürre oder Sturm in ihren Notfallplänen berücksichtigt (Abb. 8 und Abb. 9). Entsprechend der regionalen Wetterlage in Deutschland wurde ein bestehender Notfallplan am häufigsten (25 %) auf das erhöhte Risiko von Starkregen angepasst (Abb. 8).

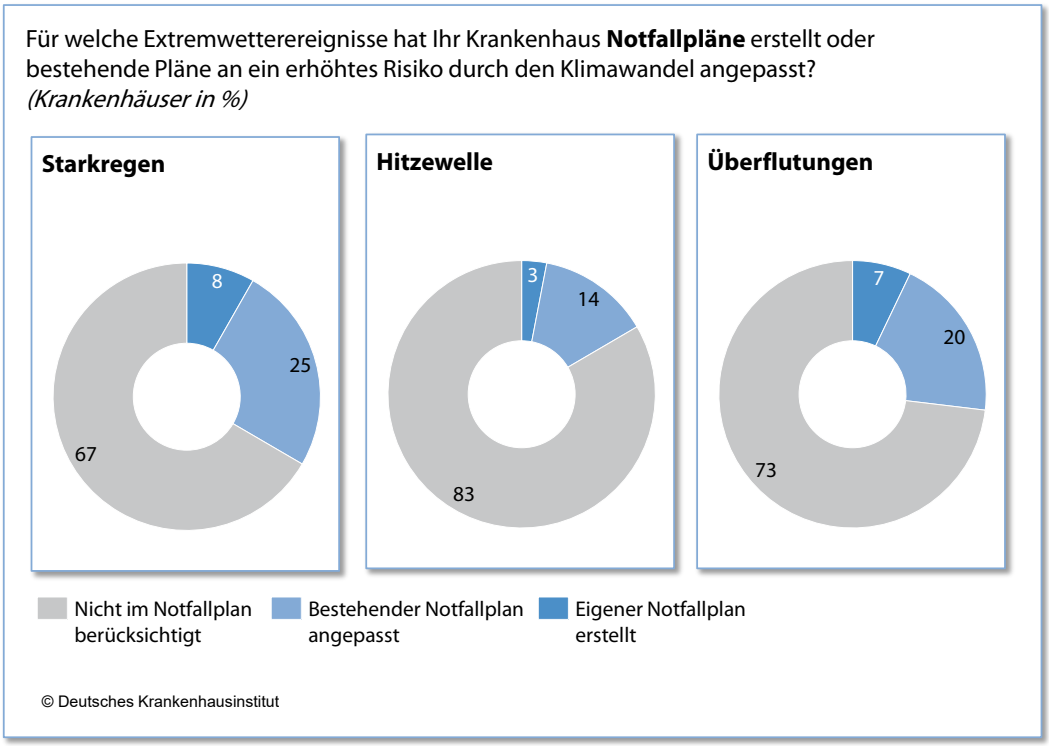


Abb. 8: Notfallpläne für Extremwetterereignisse I

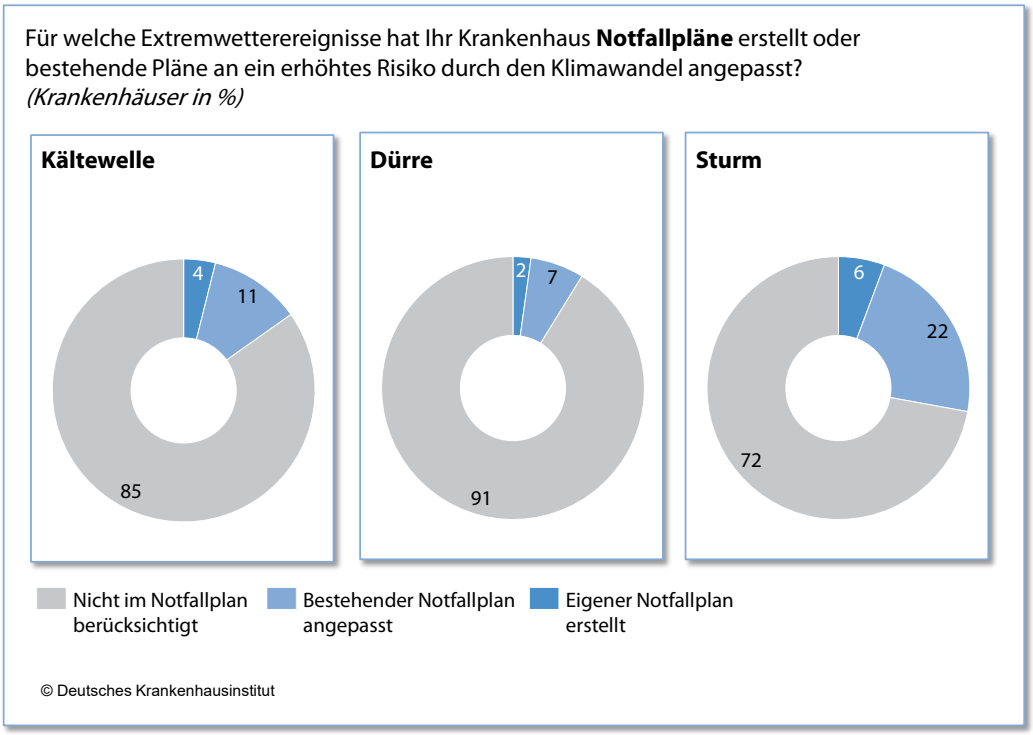


Abb. 9: Notfallpläne für Extremwetterereignisse II

Hinsichtlich des thermischen Komforts von Patient*innen und der Bedrohung durch stärker auftretende Extremwetterereignisse zeigte sich ein sehr heterogenes Bild in der strategischen Verfolgung von Anpassungsmaßnahmen für die Bereiche Sensibilisierung von Personal und Patient*innen zu Gesundheitsfolgen des Klimawandels, Hochwasserschutz, Kapazitätserhöhung für die Gesundheitsfolgen des Klimawandels und Frühwarnsysteme (Abb. 10).

Schwerpunkte der Anpassungsmaßnahmen von Krankenhäusern an den Klimawandel bildeten die Entwässerung und die Hitzeregulation (Abb. 10). Jeweils mehr als die Hälfte der Krankenhäuser setzte diese Maßnahmen in ihrer Anpassungsstrategie „sehr“ oder „ziemlich“ um. Andere Maßnahmen, wie beispielsweise die Sensibilisierung des Personals oder der Hochwasserschutz, sind weniger weit verbreitet.

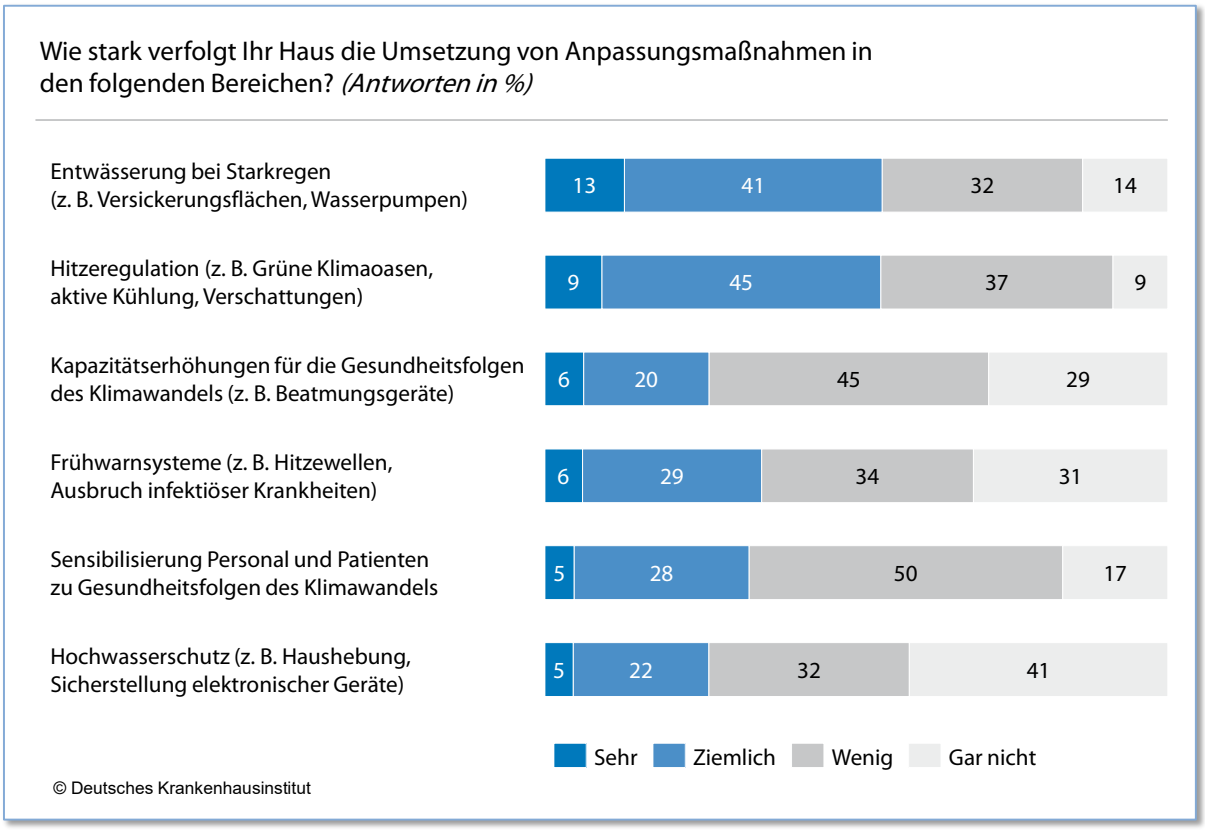


Abb. 10: Anpassungsmaßnahmen für den Klimawandel

4.2 Energiemanagement und Nutzerverhalten

Eine klimaschutzorientierte Führung ist die Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung von strategischen und strukturellen Maßnahmen. Ohne die volle Unterstützung aus der Führungsebene stehen die erforderlichen personellen und strukturellen Ressourcen zur Zielerreichung nicht zur Verfügung. Dabei steht bei einem fundierten Energiemanagement die Identifizierung von Energieeinsparpotenzialen und die Einleitung von energieeffizienten Maßnahmen im Fokus. Diese Ziele unterliegen im Gesundheitssektor stets dem übergeordneten Ziel, die Versorgungssicherheit der Patient*innen zu gewährleisten.

4.2.1 Strategische Maßnahmen

In der Krankenhausbefragung gaben 38 % der Krankenhäuser an, konkrete Leitlinien und Zielformulierungen zur Energieeinsparung und Nachhaltigkeit bereits etabliert zu haben (Abb. 11). Fast genauso viele, 31 % der Häuser, befinden sich aktuell in der Planung zur Umsetzung solcher Leitlinien und Zielformulierungen, ein Drittel der Häuser hatte diese noch nicht in ihre Strukturen aufgenommen. Klimaschutzzirkel oder Arbeitsgruppen zur Schaffung von nachhaltigen Betriebsabläufen (wie z. B. zur Umstellung auf Mehrweg-/Recycling-Produkte) wurden von insgesamt 23 % der Krankenhäuser vorgehalten (Abb. 11). Die Häufigkeit nahm

mit steigender Krankenhausgröße zu. Während nur 18 % der kleineren Häuser (unter 300 Betten) eine entsprechende Arbeitsgruppe hatten, waren es bei den größeren Häusern ab 600 Betten bereits 50 % (Daten nicht dargestellt).

Um bestehende Prozesse anzupassen, ist eine Überprüfung des Status quo unbedingte Voraussetzung. Dafür sollten Energieträger und deren Verbräuche strukturiert erfasst und bewertet werden, um betriebswirtschaftliche Kosten, gesamtwirtschaftliche Klimakosten sowie den ökologischen Fußabdruck zu minimieren (Debatin et al. 2011). Die regelmäßige Erfassung und das Monitoring von Verbrauchskennzahlen[7] (wie z. B. über ein softwaregestütztes Energiedatenmanagementsystem) wurde insgesamt von 68 % der befragten Krankenhäuser durchgeführt (Abb. 12). Hier zeigte sich mit steigender Bettenanzahl und Krankenhausgröße eine Zunahme der Krankenhäuser, die Verbrauchskennzahlen überwachen (Daten nicht abgebildet). Darüber hinaus führten 50 % der Krankenhäuser Anpassungen bzw. Änderungen aufgrund der Überprüfung von Verbrauchskennzahlen durch (z. B. Einstellung der Zimmergrundtemperatur etc.) (Abb. 12). Hier ließ sich kein Unterschied nach Bettengrößenklassen feststellen (Daten nicht abgebildet).

Zur Überprüfung und erfolgreichen Integration von Anpassungen der bestehenden Prozesse sind personelle Ressourcen unabdingbar. Das Projekt Klimamanager für Kliniken, KLIK green, bildet Klimamanager*innen für Kliniken aus, die in ihren Einrichtungen deren Nachhaltigkeit durch individuelle Maßnahmen erhöhen sollen. Es ist ein Gemeinschaftsprojekt des Bunds für Umwelt und Naturschutz Berlin e.V. (BUND Berlin e.V.), der Krankenhausgesellschaft Nordrhein-Westfalen e.V. (KGNW) sowie des Universitätsklinikums Jena (UKJ) und wird von der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesumweltministeriums gefördert. Bis zu 250 Krankenhäuser sollen bei der Weiterbildung von Personal zu Klimamanager*innen unterstützt werden (KLIK green - Klimamanager 2022).

Die aktuelle Befragung ergab, dass ein Drittel der teilnehmenden Häuser eine*n Klimaschutzmanager*in beschäftigen (Abb. 13).

Speziell dem Krankenhauspersonal kommt eine zentrale Rolle für ein klimafreundliches Energiemanagement zu. Regelmäßige Information und Aufklärung zu internen Leitlinien und Umweltzielen bilden dabei die Grundlage. Entsprechend dem Anteil der Krankenhäuser mit einschlägigen Leitlinien und Zielformulierungen (38 %, Abb. 11) informierten 25 % der Häuser ihre Mitarbeiter*innen regelmäßig (Abb. 13). Ebenso gaben 11 % der Krankenhäuser an, für

[7] Das Monitoring von Verbrauchskennzahlen als strategische Maßnahme meint an dieser Stelle nicht das gesetzlich vorgeschriebene Energieaudit.

ihr Personal Anreize zur Energiekosteneinsparung zu schaffen, z. B. durch Unterstützung eines hausinternen Projektes (Abb. 13).

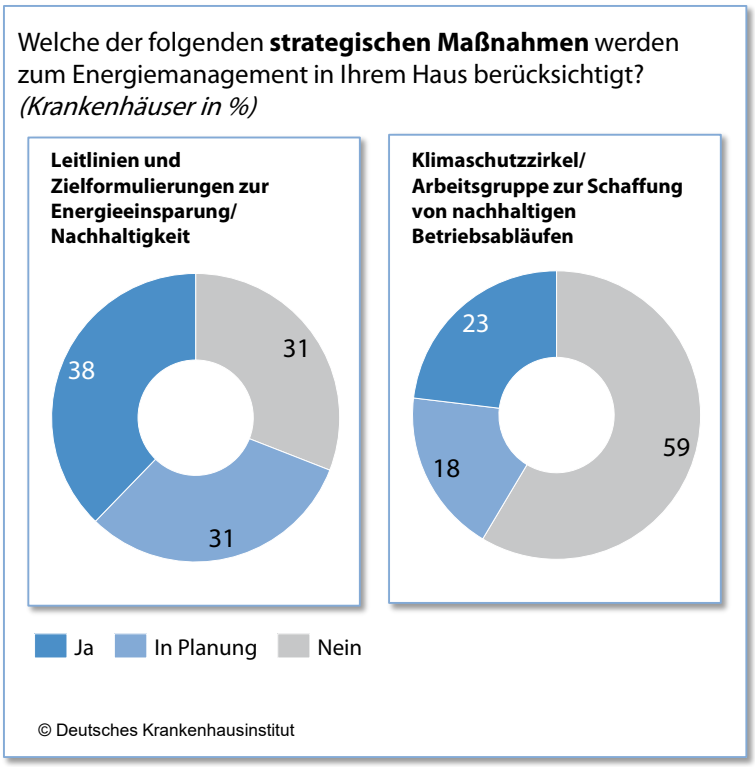


Abb. 11: Strategische Maßnahmen im Energiemanagement I

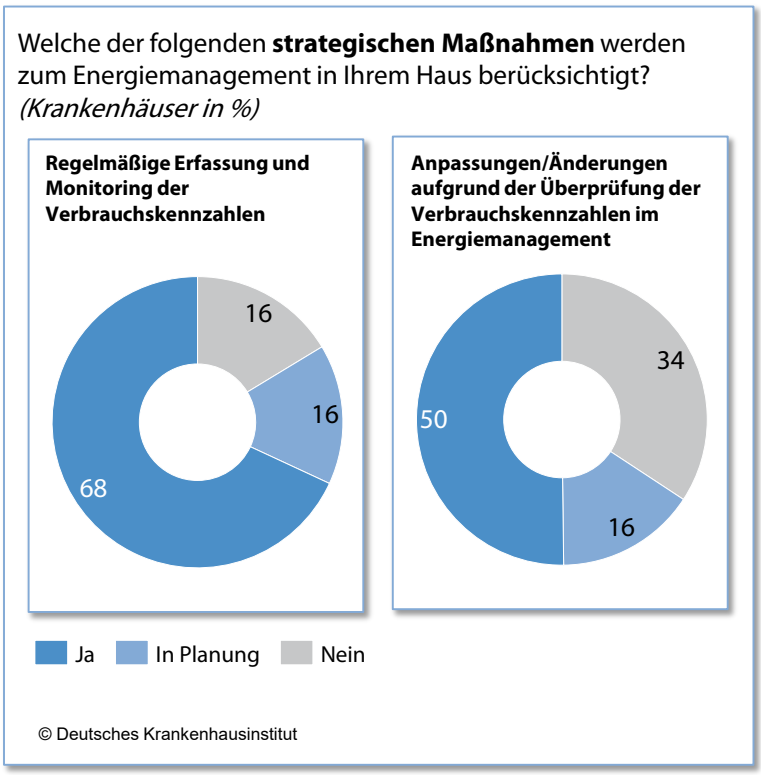


Abb. 12: Strategische Maßnahmen im Energiemanagement II

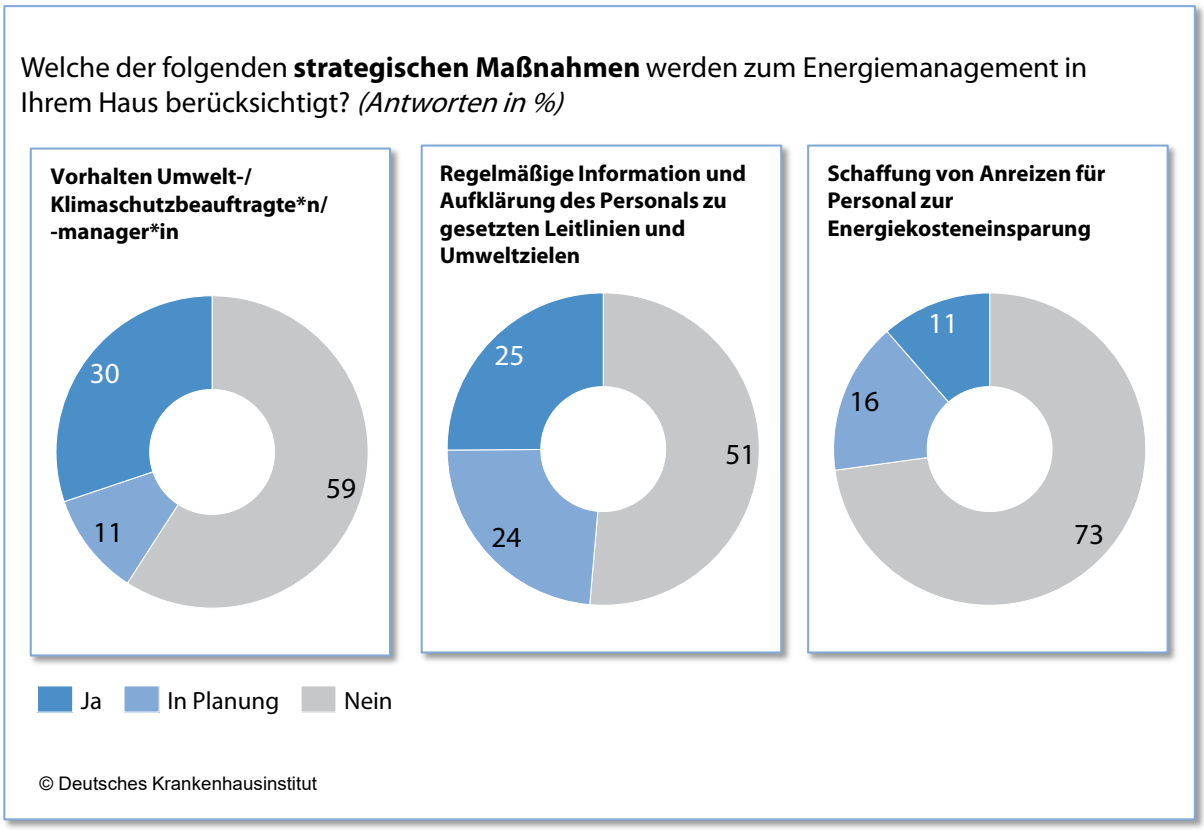


Abb. 13: Strategische Maßnahmen im Energiemanagement III

4.2.2 Energieeffizientes Nutzerverhalten

Veränderungen des Nutzerverhaltens sind geringinvestive Maßnahmen zur Reduktion von Energiekosten und -verbrauch. Nutzer*innen sind im Krankenhaus alle Personen, die Energie- und Wasserverbräuche beeinflussen, sprich Krankenhauspersonal und Patient*innen. Aber auch Besucher*innen und Mitarbeiter*innen von Dienstleistungsunternehmen gehören dazu.

Bei hoher Motivation können so bis zu 10 % des Energieverbrauchs eingespart werden. Bereiche mit Einsparpotenzialen durch Nutzerverhalten sind zum Beispiel: Stand-by-Betrieb, Ausschalten nicht gebrauchter Geräte und Beleuchtung, Einschalten von Energiespar-funktionen, Nutzung von Treppen statt Fahrstühlen, Türenschließen, Lüftungs- und Heizverhalten, Wasserverbrauch (Dickhoff und Protze 2016). Durch Plakate, Flyer und Schulungen können Nutzer*innen sensibilisiert und ein energiebewusstes Verhalten initiiert werden.

Vor diesem Hintergrund wurden die Krankenhäuser gefragt, in welchen Bereichen Strukturen oder Konzepte zum energieeffizienten Verhalten in ihren Häusern etabliert sind. Die Mehrheit der Krankenhäuser (70 %) hatte Konzepte zur Mülltrennung/-vermeidung etabliert, etwa Schilder oder Strukturen zur Vermeidung von Fehlwürfen (Abb. 14). Von den restlichen Häusern hielten 26 % entsprechende Strukturen zumindest teilweise vor. Über die Hälfte der

Krankenhäuser (61 %) hatte Strukturen oder Konzepte im hauswirtschaftlichen Bereich etabliert, wie z. B. bei der Planung der Speiseversorgung, Thermoskannen anstatt Warmhalteplatten etc. Darüber hinaus waren bei jeweils 41 % der Krankenhäuser Strom- und Beleuchtungskonzepte, wie z. B. die Nutzung von Tageslicht (wenn möglich) oder das Ausschalten von nicht genutzten Geräten nach Dienstende sowie Strukturen zur Wärme-/Heizeinsparung etabliert, wie etwa das Ausschalten von Heizungen in ungenutzten Räumen (Abb. 14). Ähnlich viele Krankenhäuser (39 %) hatten standardmäßig zur Papiereinsparung digitale Dokumentationsmöglichkeiten oder Voreinstellung an Druckern (wie das doppelseitige Drucken etc.) im Einsatz (Abb. 15). Standardmäßig weniger verbreitet waren Maßnahmen zur/zum Wassernutzung/-verbrauch, wie die Anleitung zum wassersparenden Verhalten (29 %), diese Maßnahmen wurden bei einem größeren Anteil der Häuser (36 %) nur teilweise eingesetzt (Abb. 15).

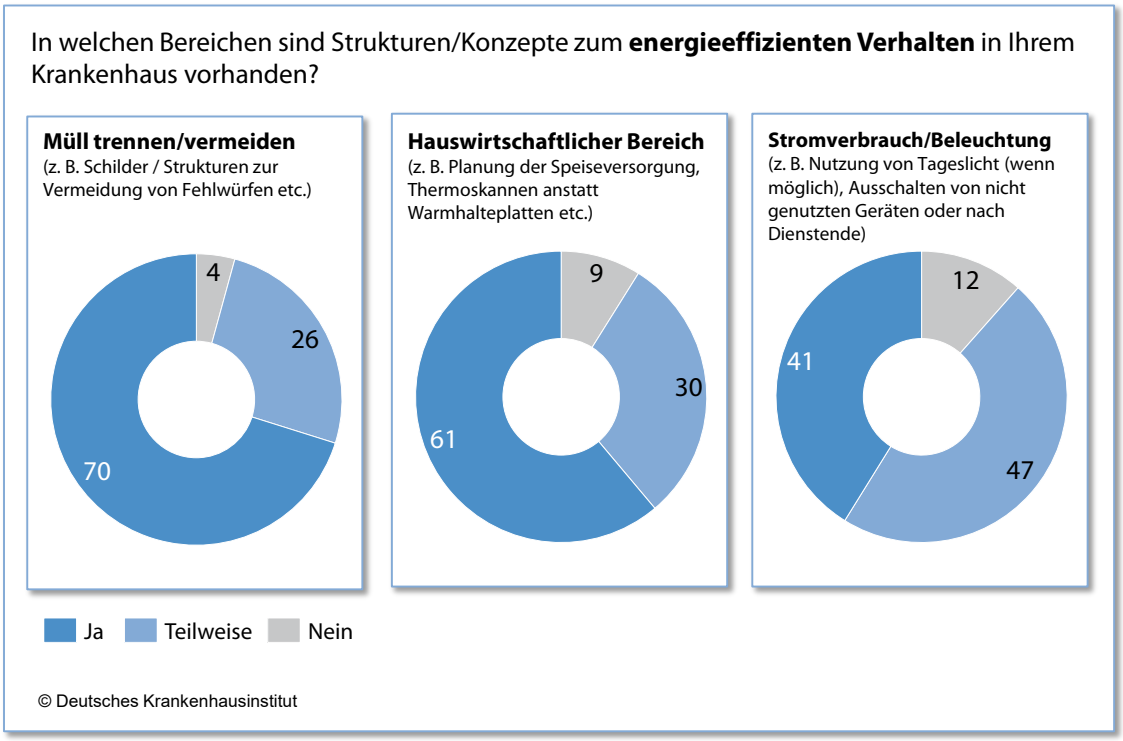


Abb. 14: Strukturen/Konzepte zum energieeffizienten Verhalten I

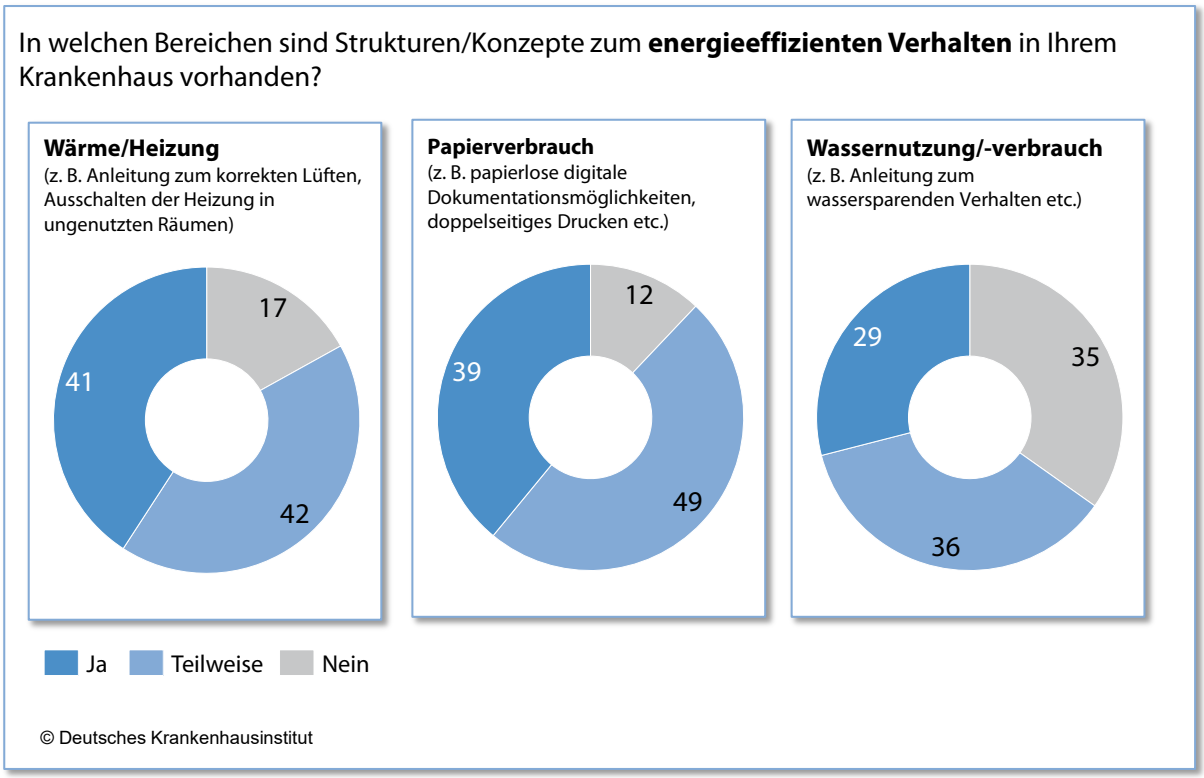


Abb. 15: Strukturen/Konzepte zum energieeffizienten Verhalten II

4.2.3 Technische Unterstützung

Unabhängig von einem energieeffizienten Nutzerverhalten stehen zur Energieeinsparung zahlreiche technische Unterstützungsmöglichkeiten zur Verfügung (wie z. B. die Installation von energiesparenden Geräten). Zu diesem Zweck wurden ausgewählte technische Unterstützungsmöglichkeiten gezielt abgefragt.

Je nach Krankenhausgröße kamen energiesparende Lichtkonzepte, wie tageslichtabhängige Beleuchtungssysteme, LED-Beleuchtung oder die Installation von Bewegungsmeldern sowie digitale Dokumentationsmöglichkeiten, unterschiedlich häufig zum Einsatz.

Energiesparende Lichtkonzepte waren in 34 % als krankenhausweiter Standard im Einsatz, in der Mehrheit der Häuser wurde dies auf einzelnen Stationen umgesetzt (63 %). Mit steigender Krankenhausgröße nahm die Häufigkeit energiesparender Lichtkonzepte zu. Zusätzlich wurde der gezielte Einsatz von Bewegungsmeldern bei der Mehrheit der Krankenhäuser auf einzelnen Stationen durchgeführt (77 %). 40 % der Krankenhäuser setzten digitale Möglichkeiten zur papierlosen Dokumentation ein. Dabei hatten Krankenhäuser mit 300 bis 599 Betten bereits häufiger eine digitale Dokumentationsmöglichkeit als große Krankenhäuser ab 600 Betten (Abb. 16).

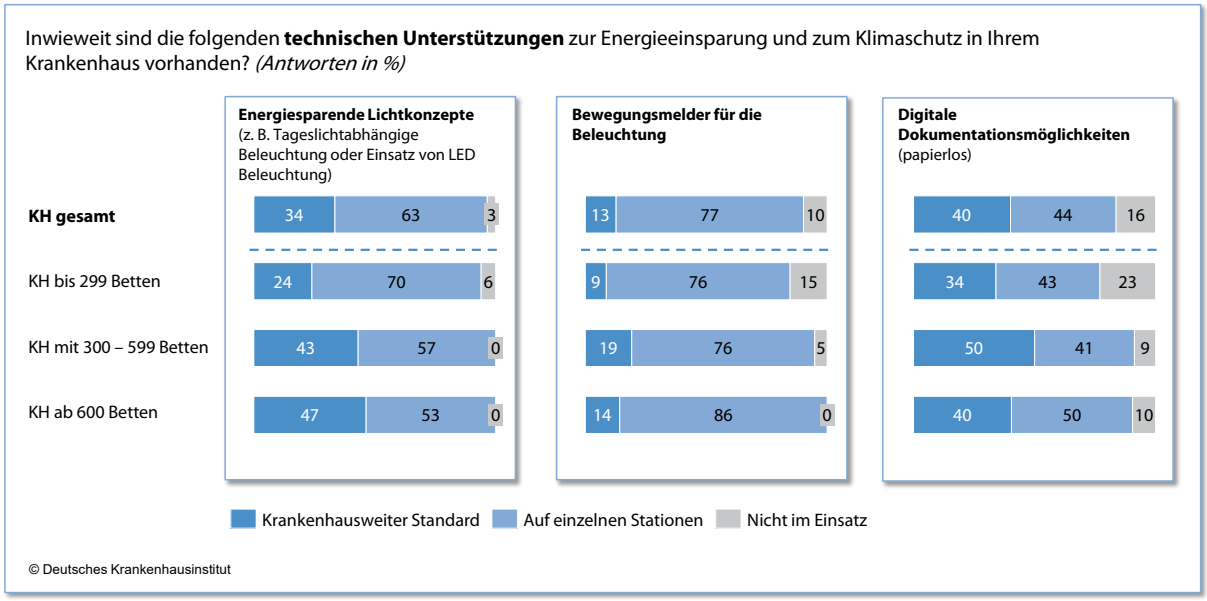


Abb. 16: Technische Unterstützungen zur Energieeinsparung I

Für die weiteren ausgewählten Maßnahmen zur technischen Unterstützung für eine Energieeinsparung ergaben sich keine Unterschiede nach der Krankenhausgröße. Zur technischen Unterstützung kamen am häufigsten automatische Heizungsregler als krankenhausweiter Standard zur Anwendung (61 %). Ebenfalls weit verbreitet war die Überprüfung der Wasserversorgungssysteme auf Leckagen (z. B. über monatliche Überprüfung der Wasserzähler) und das Abstellen von unnötigen Wasserströmen (Abb. 17). Maßnahmen, die weniger häufig als krankenhausweiter Standard, aber umso häufiger auf einzelnen Stationen eingesetzt wurden, waren die Installation von energieeffizienten oder wassersparenden Geräten (wie z. B. stromsparende Kühlschränke; wassersparende Spülmaschinen) und der Einsatz von Zeitschaltuhren (z. B. bei der Klimatisierung von Räumen oder Nutzung von elektrischen Geräten). Weniger weit verbreitet zeigten sich innovative Techniken, wie die Sicherung der Kälteversorgung durch Grundwasserkälte (Abb. 17).

Energieintensive Abteilungen, wie Intensivstationen/OP-Bereich, tragen zu über 50 % der Treibhausgasemissionen eines Krankenhauses bei. Dabei ist ein großer Faktor die Nutzung inhalativer Anästhetika (~35 % der Treibhausgasemissionen eines Krankenhauses) (Koch und Pecher 2020). Diesbezüglich wurde der krankenhausweite Einsatz von Narkosegasauffangsystemen zur Reduktion des Treibhausgasausstoßes im OP (insbesondere durch die Narkosegase Sevofluran, Isofluran und Desfluran) von 21 % der befragten Krankenhäuser angegeben und kam zusätzlich bei 11 % der Krankenhäuser auf einzelnen Stationen zum Einsatz.

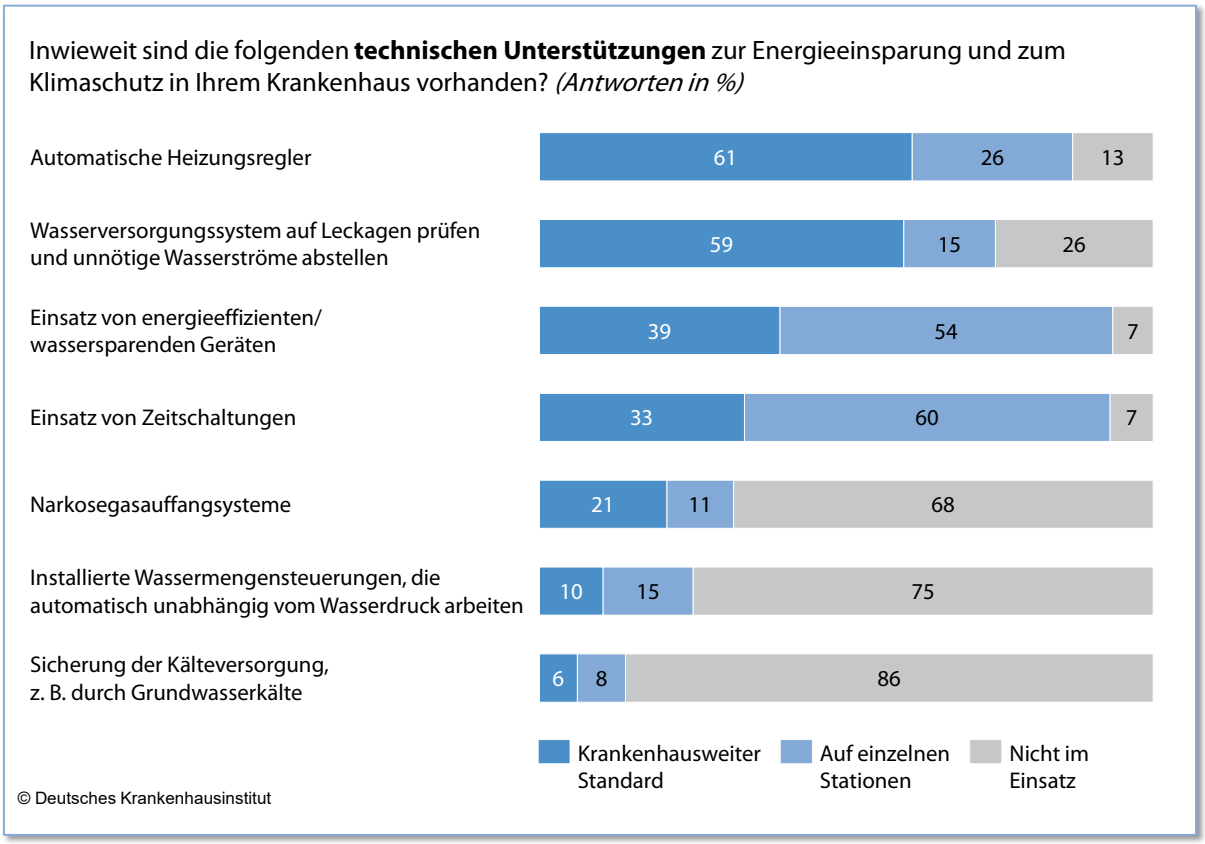


Abb. 17: Technische Unterstützungen zur Energieeinsparung II

4.2.4 Förderungsprogramme und bauliche Maßnahmen

Ebenso wie für den Einsatz innovativer technischer Unterstützungsmöglichkeiten sind bauliche Maßnahmen zum Klimaschutz maßgeblich von den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln abhängig. Vor diesem Hintergrund wurden die Krankenhäuser zum Wissen und zum Abruf von Fördermittelprogrammen befragt. Insgesamt hatten 65 % der Krankenhäuser Kenntnis über Fördermittelprogramme von Bund und Ländern aus der Nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung. Mit 32 % hatte ein Drittel der Krankenhäuser zum Befragungszeitpunkt Fördermittel in Anspruch genommen, 13 % der Anträge waren zu diesem Zeitpunkt in Bearbeitung (Abb. 18).

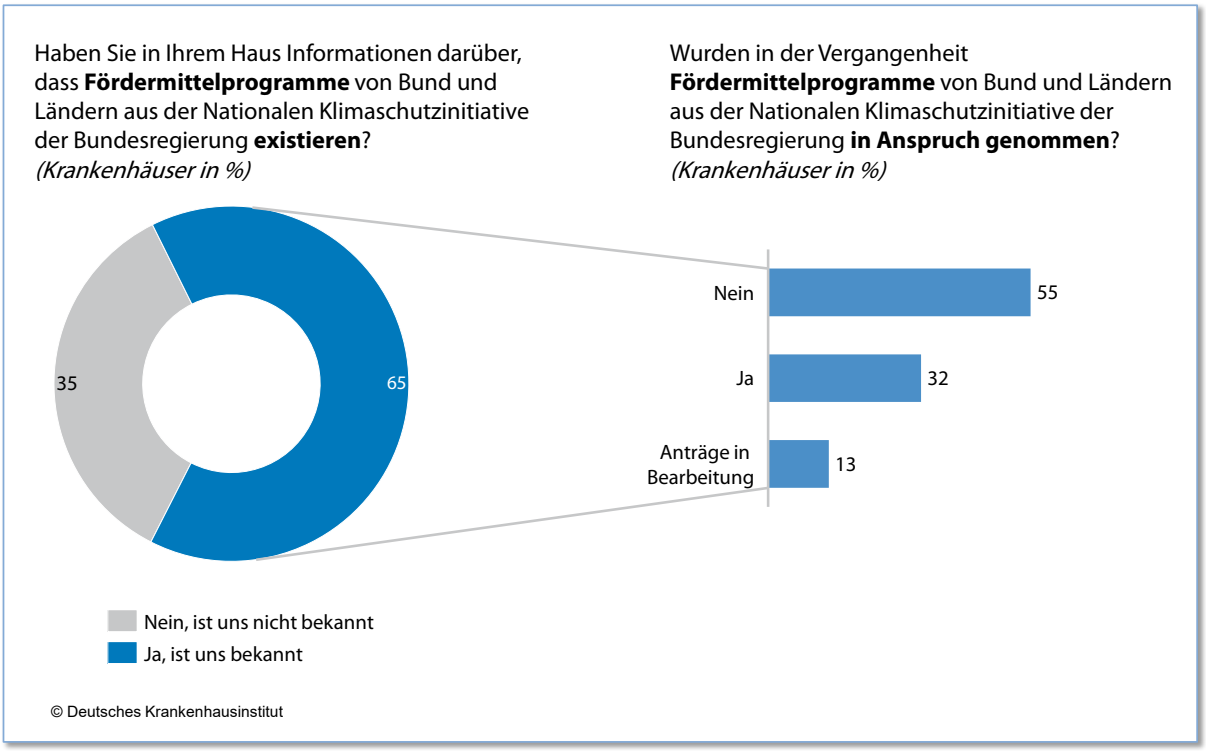


Abb. 18: Fördermittelprogramme von Bund und Ländern aus der Nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung

Das durchschnittliche Alter der Gebäude der befragten Krankenhäuser lag bei ca. 60 Jahren, was auf großes Sanierungspotenzial der baulichen Substanz hinweist. Vergleichsweise häufig wurden zum Befragungszeitpunkt in den Häusern bereits einfache bauliche Maßnahmen, wie die Dach- und Fassadenbegrünung als Beitrag zum CO_2-Ausgleich, umgesetzt. In fast der Hälfte der Krankenhäuser (47 %) wurde eine solche Begrünung bereits durchgeführt. Weniger häufig und mit wesentlich mehr finanziellem Aufwand verbunden war in diesem Bereich der Umbau oder die Erweiterung der Gartenanlage (35 %) und die Entsiegelung von verschlossenen Flächen (10 %) (Abb. 19). Der Einsatz von Verschattung zur Verhinderung von Hitze bzw. Sonneneinstrahlung (z. B. durch Gebäudeteile, Bäume oder Jalousien) wurde hingegen von 80 % der Krankenhäuser und die Installation von wärmedämmenden Fenstern von 74 % der Krankenhäuser weitestgehend umgesetzt (Abb. 20).

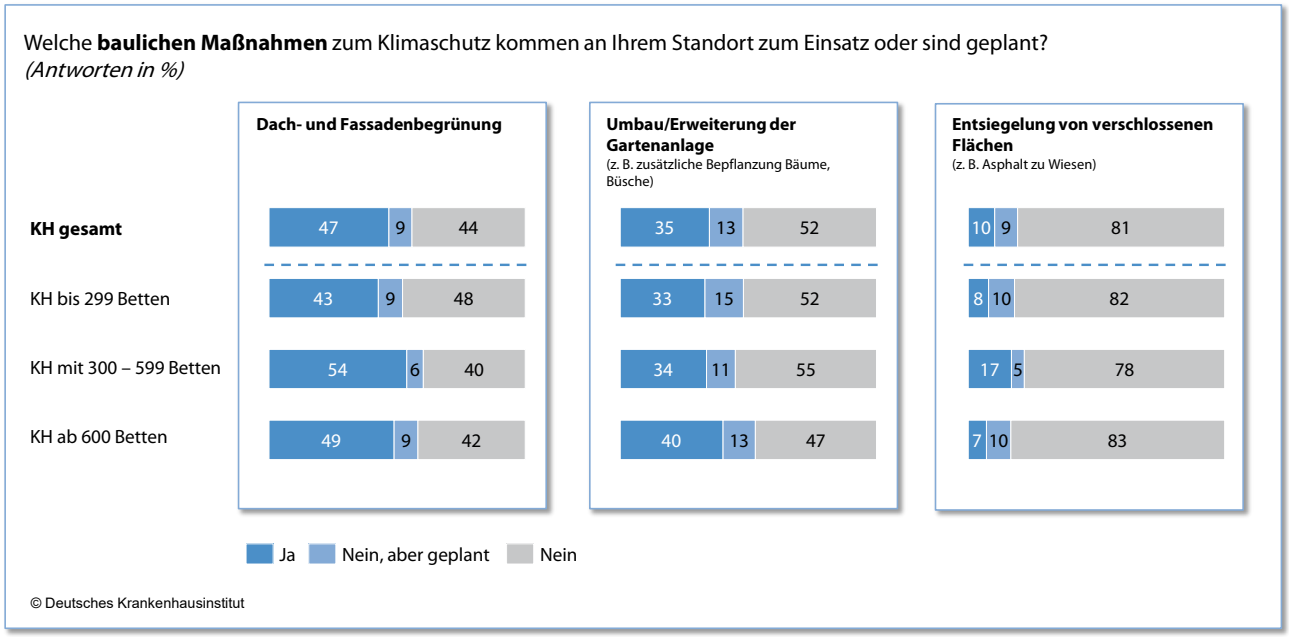


Abb. 19: Bauliche Maßnahmen zum Klimaschutz am Standort des Krankenhauses I

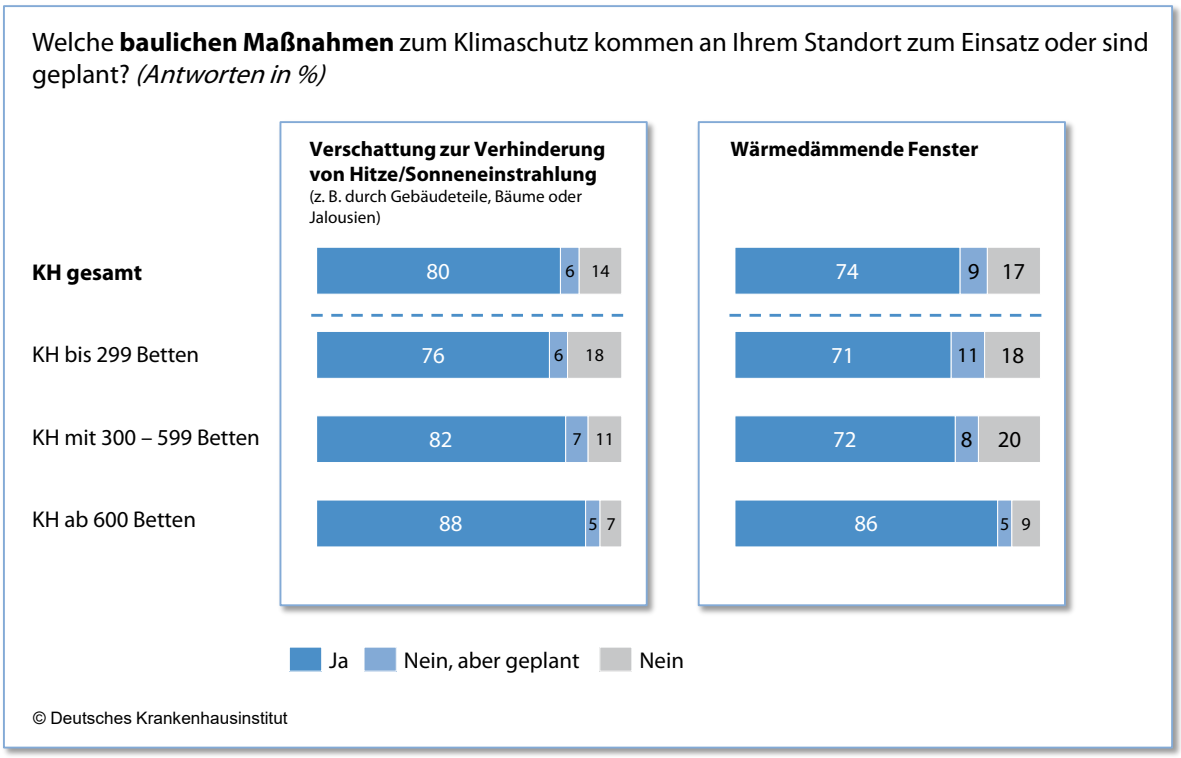


Abb. 20: Bauliche Maßnahmen zum Klimaschutz am Standort des Krankenhauses II

4.2.5 Energiemanagement im Bereich Mobilität

Als spezielles Wirkungsfeld im Energiemanagement wurden die Häuser zum Thema der Mobilität befragt.

Erwartungsgemäß gab ein geringer Anteil der Krankenhäuser (15 %) an, dass eine Anpassung der Taktung des Öffentlichen Personennahverkehrs an die Schichtzeiten der Mitarbeiter*innen umgesetzt wurde. Auch wenn die Krankenhäuser eine Anpassung bei den zuständigen Behörden anregen können, wurden in der Regel die zusätzlichen Kapazitäten von Bus und Bahn nur über den örtlichen Verkehrsverbund zur Verfügung gestellt und umgesetzt (Abb. 21).

Ein größerer Anteil der Krankenhäuser (41 %) bot dem Personal standardmäßig ein Jobrad im Rahmen eines hausinternen Angebotes zum Fahrradleasing für E-Bikes oder Standardfahrräder an. Bei 28 % der Krankenhäuser war dieses Angebot in Planung (Abb. 21). Von 29 % der Krankenhäuser wurden zum Befragungszeitpunkt E-Autos als Firmenwagen angeboten. Hier ergaben sich keine bedeutsamen Unterschiede bei den Antworthäufigkeiten in Abhängigkeit von der Krankenhausgröße (nach Bettenanzahl). Deutlich häufiger als in kleineren Krankenhäusern wurden E-Fahrzeuge im Fuhrpark der größeren Krankenhäuser ab 600 Betten eingesetzt (56 %) (Abb. 22).

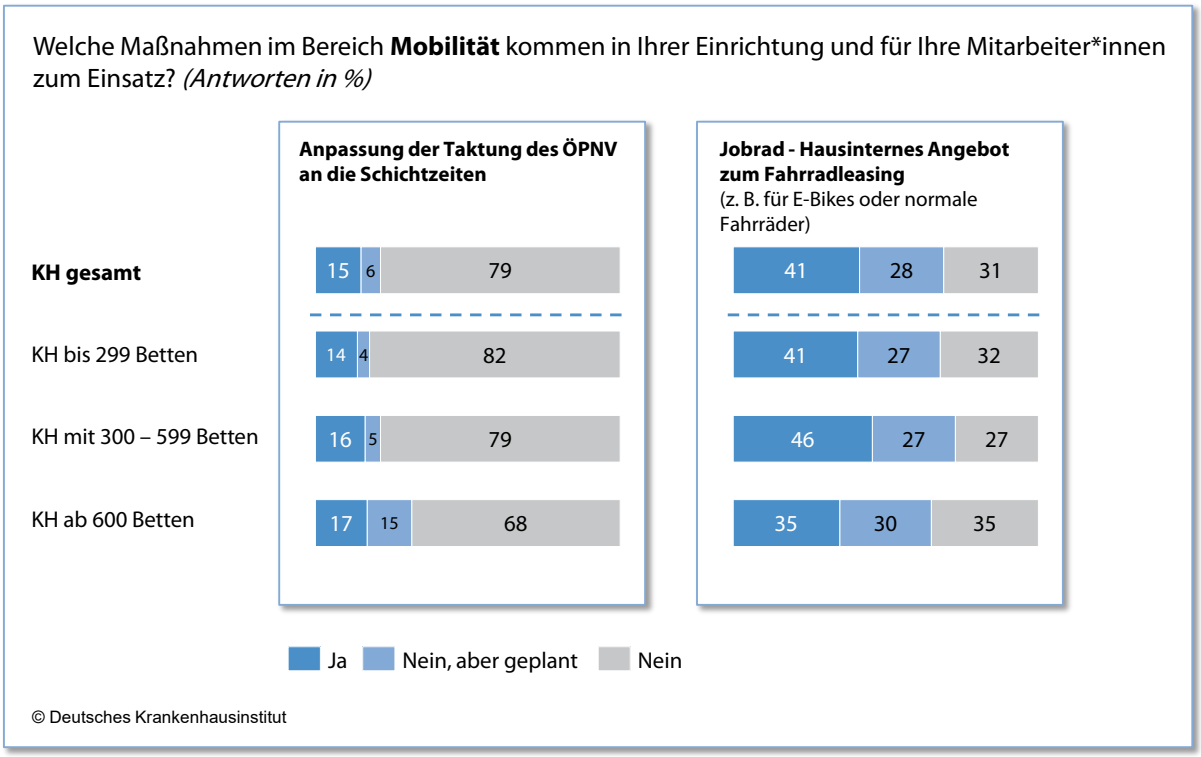


Abb. 21: Maßnahmen im Bereich Mobilität I

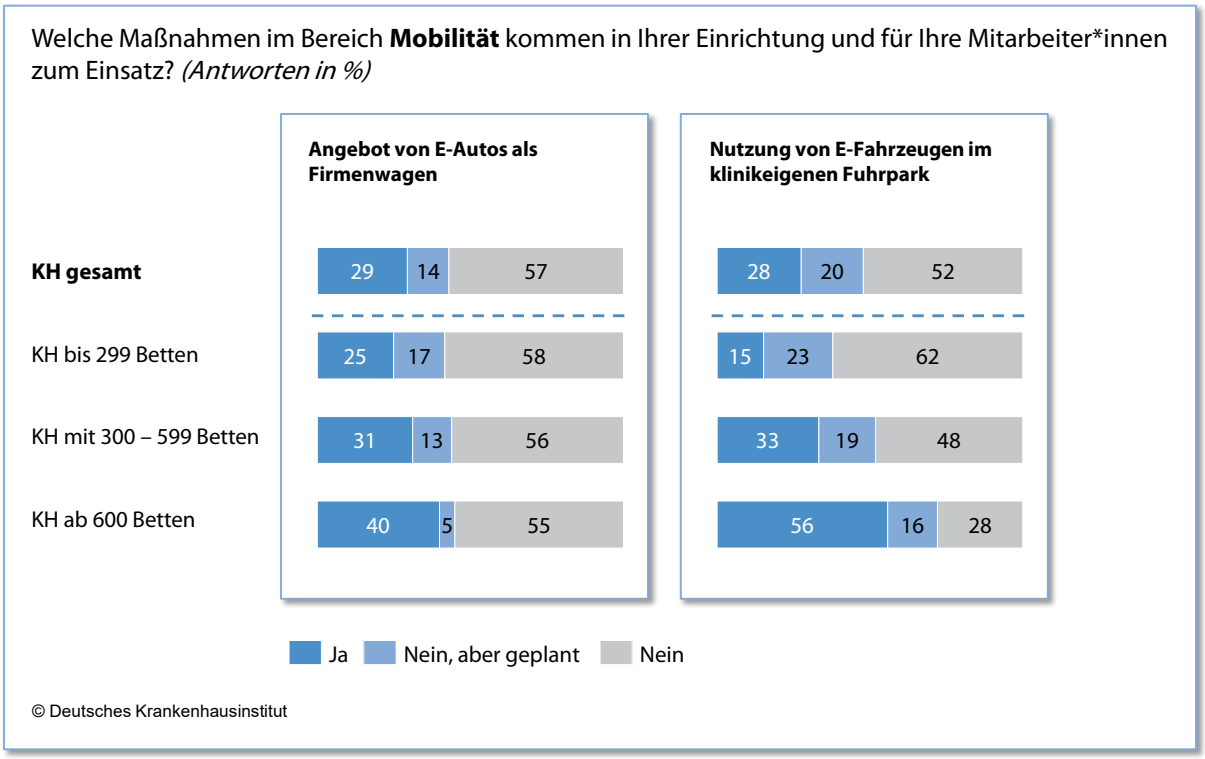


Abb. 22: Maßnahmen im Bereich Mobilität II

4.3 Contracting

Unter Contracting versteht man ein Dienstleistungskonzept, bei dem die Möglichkeit besteht, Teilbereiche der Energieversorgung und des Energiemanagements an einen Dienstleister auszugliedern. Das Contracting kann sich dabei auf die Bereiche Planung, Finanzierung, Bauausführung und den laufenden Betrieb von energetischen Investitionsprojekten beziehen. Das Ziel des Contractings ist es, eine vorgegebene Energiedienstleistung wirtschaftlich optimal bereitzustellen. Vorteile für den Contracting-Nehmer (hier das Krankenhaus) liegen in der verlässlichen Umsetzung eines energetischen Projekts ohne eigene Investitionsbemühungen, in der Versorgungssicherheit im Anlagenbetrieb sowie in der Anwendung moderner, energiesparender Technik (ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. 2008). In der Literatur finden sich je nach Bedarf des Contracting-Nehmers verschiedene Arten des Contractings (ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. 2008; EnergieAgentur.NRW 2012). Nachfolgend werden die vier Ausprägungen Energieliefer-Contracting, Performance-/Einspar-Contracting, Technisches Anlagenmanagement und Finanzierungs-Contracting näher betrachtet.

Energieliefer-Contracting ist eine Energiedienstleistung, bei der der Contractor (Dienstleister) die Planung, Finanzierung und den Bau von effizienzsteigernden Maßnahmen

übernimmt (Deutsche Energie Agentur (dena) 2021). Je nach Vereinbarung kann der Leistungsumfang auch Betrieb, Instandhaltung und Wartung beinhalten. Vergütungen erfolgen erfolgsabhängig aus Einsparungen der Effizienzmaßnahmen oder zu vorher definierten Konditionen (Deutsche Energie Agentur (dena) 2021). Das **Energiespar-Contracting** enthält ein Energiesparkonzept mit bindenden Einspargarantien in Höhe von etwa 20 bis 25 % für beispielsweise Strom, Gas, Heizöl oder Wasser. Diese Energieeinsparungen sind die Grundlage für eine erfolgsabhängige Vergütung der Dienstleistung (Energieagentur NRW 2021b). Beim **technischen Anlagenmanagement** übernimmt der Contractor die Verantwortung für die Betriebsführung mit dem Ziel, die technischen Anlagen zu optimieren (Energieagentur NRW 2021e). Das **Finanzierungs-Contracting** beschränkt sich in der Regel auf die Planung und Finanzierung der technischen Anlagen – der Betrieb wird dann vom Krankenhaus übernommen (Energieagentur NRW 2021c).

4.3.1 Vorkommen und Kosten von Contracting

21 % der befragten Krankenhäuser gaben an, dass Contracting im Jahr 2019 in ihrer Einrichtung genutzt wurde. In kleineren Krankenhäusern mit 50 bis 299 Betten kam Contracting in geringerem Umfang zum Einsatz (19 %). Am häufigsten wurde Contracting von Krankenhäusern ab 600 Betten (24 %) genutzt oder der Einsatz geplant (2 %). Die Unterschiede zwischen den Bettengrößenklassen sind jedoch gering (Abb. 23).

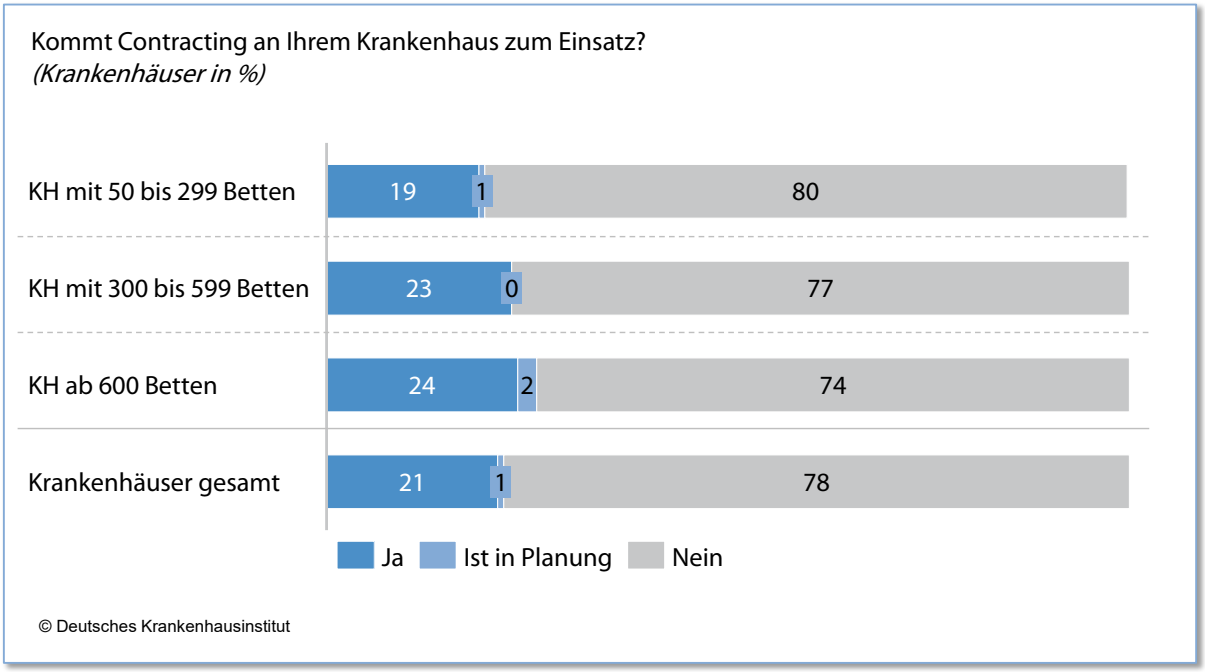


Abb. 23: Vorkommen von Contracting in Krankenhäusern

Hinsichtlich der Art des Contractings liegen für 2013 Vergleichsdaten aus dem *Krankenhaus Barometer* des DKI vor (Blum et al. 2014). Seinerzeit kam hauptsächlich das Energieliefer-Contracting zum Einsatz (42 %). Des Weiteren waren das technische Anlagenmanagement sowie das Performance-/Einspar-Contracting gleichermaßen verbreitet (24 % und 25 %, Abb. 24).

Die aktuellen Daten (2019) zeigen ein leicht verändertes Bild. Die Inanspruchnahme von technischem Anlagenmanagement im Rahmen des Contractings hatte sich im Jahr 2019 deutlich gesteigert (42 %). Ebenso ergab sich eine Steigerung beim Finanzierungs-Contracting (25 %). Ein Rückgang konnte 2019 für das Performance-/Einspar-Contracting beobachtet werden (22 %). Diese Art des Contractings zeigte im Jahr 2019 die geringste Inanspruchnahme im Vergleich zu den anderen abgefragten Contracting-Arten. Das Energieliefer-Contracting hat sich auf hohem Niveau stabilisiert (vgl. Abb. 24).

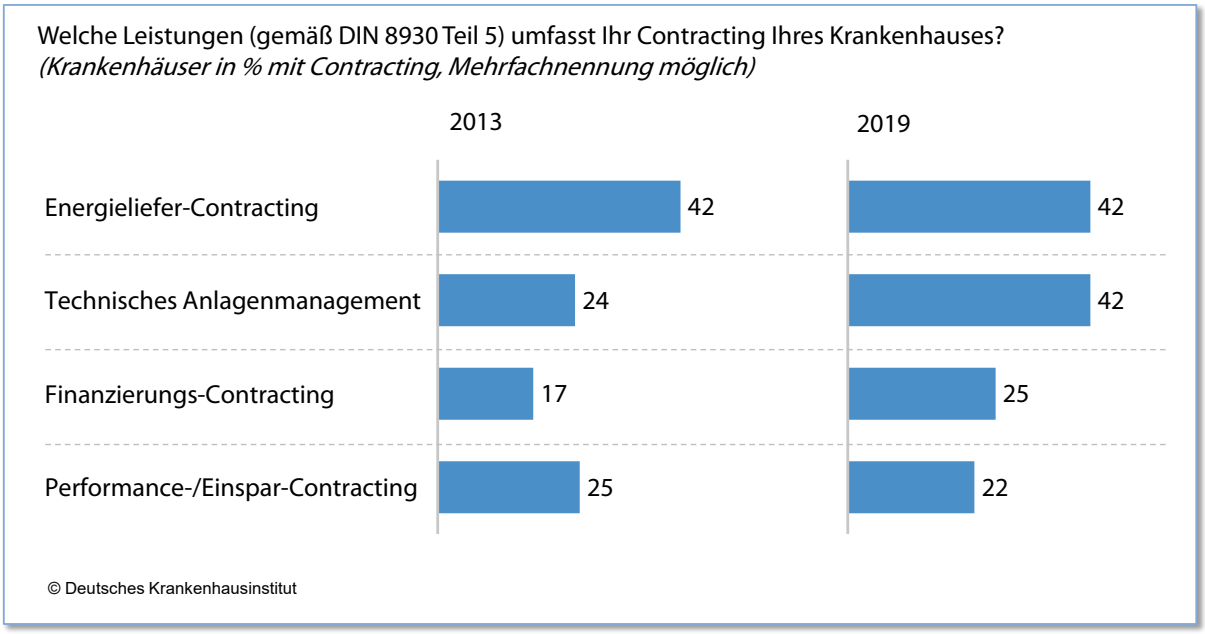


Abb. 24: Contracting-Arten im Krankenhaus im Vergleich 2013 und 2019

Über die Art des Contractings hinaus wurden die Krankenhäuser nach dem Einsatzgebiet/Bereich gefragt. Die meisten Contracting-Verträge wurden demnach im Bereich der Wärmeversorgung (18 %) abgeschlossen. Dies war ähnlich schon im Jahr 2013 der Fall (Blum et al. 2014).

Alle weiteren Einsatzbereiche, wie z. B. Kälteversorgung und Lüftungsanlagen, sind vergleichsweise selten Gegenstand von Contracting. Durchschnittlich wurden die Contracting-Verträge vor 7 bis 11 Jahren abgeschlossen. Die durchschnittliche Laufzeit lag somit zwischen 8 und 12 Jahren (vgl. Abb. 25).

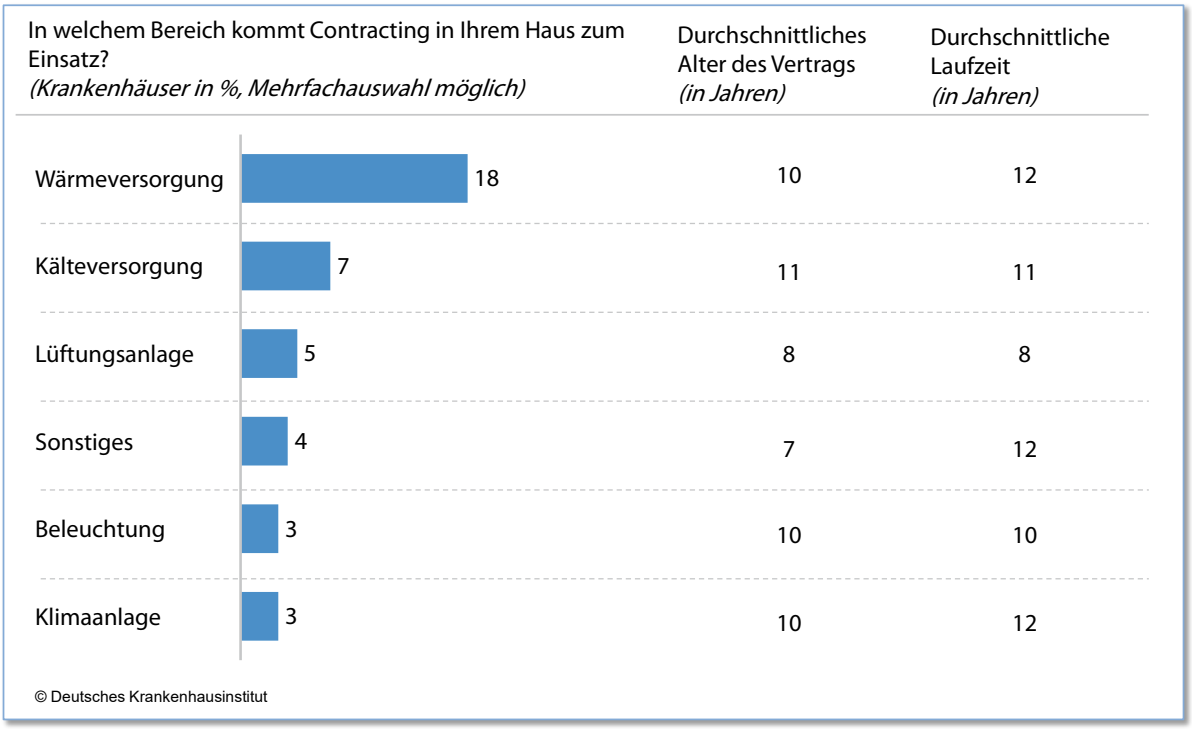


Abb. 25: Bereiche mit Contracting im Krankenhaus

Hinsichtlich der Kosten von Contracting ist zwischen dem Investitionsvolumen, welches durch den Contractor zum Erwerb einer technischen Anlage eingesetzt wird, und den laufenden Kosten auf Seiten des Contracting-Nehmers – z. B. eines Krankenhauses – zu unterscheiden.

Das Investitionsvolumen ist sehr stark abhängig vom Einsatzbereich und der technischen Anlage, für den/die ein Contracting eingesetzt werden soll. Daher war die Spanne der Rückmeldungen der befragten Krankenhäuser breit und belief sich auf 129.000 bis 11 Mio. Euro. Der Median der Verteilung lag bei 1,5 Mio. Euro. Die laufenden Kosten lagen im Mittel (Median) bei 264.000 Euro pro Jahr (Abb. 26).

Welche Kosten sind mit dem Contracting an Ihrem Standort verbunden?
(Krankenhäuser mit Contracting)

	Median
Laufende Kosten pro Jahr	264.000 Euro
Investitionsvolumen der technischen Anlagen auf Seiten des Contractors	1,5 Mio. Euro

© Deutsches Krankenhausinstitut

Abb. 26: Investitionsvolumen und laufende Kosten des Contractings

4.3.2 Gründe für die Nutzung von Contracting

Den Befragungsteilnehmern zufolge waren vor allem finanzielle Gründe für die Nutzung von Contracting ausschlaggebend. 90 % der Krankenhäuser gaben an, dass zu hohe Investitionskosten der Anlagentechnik „ziemlich“ oder „sehr“ relevant für die Entscheidung waren, ein Contracting einzusetzen. Ebenso war die Maximierung des Einsparpotenzials mit Blick auf den Energieverbrauch für 80 % der Teilnehmer von hoher Relevanz (Abb. 27).

Etwas über 50 % der befragten Krankenhäuser gaben an, dass sie aufgrund von personeller Knappheit in der eigenen Einrichtung auf Contracting zurückgegriffen haben. Eine begrenzte Expertise in der eigenen Einrichtung war hingegen weniger relevant. Für 40 % der Häuser hat dies gar keine Rolle bei der Entscheidung für ein Contracting gespielt, wie Abb. 27 zeigt.

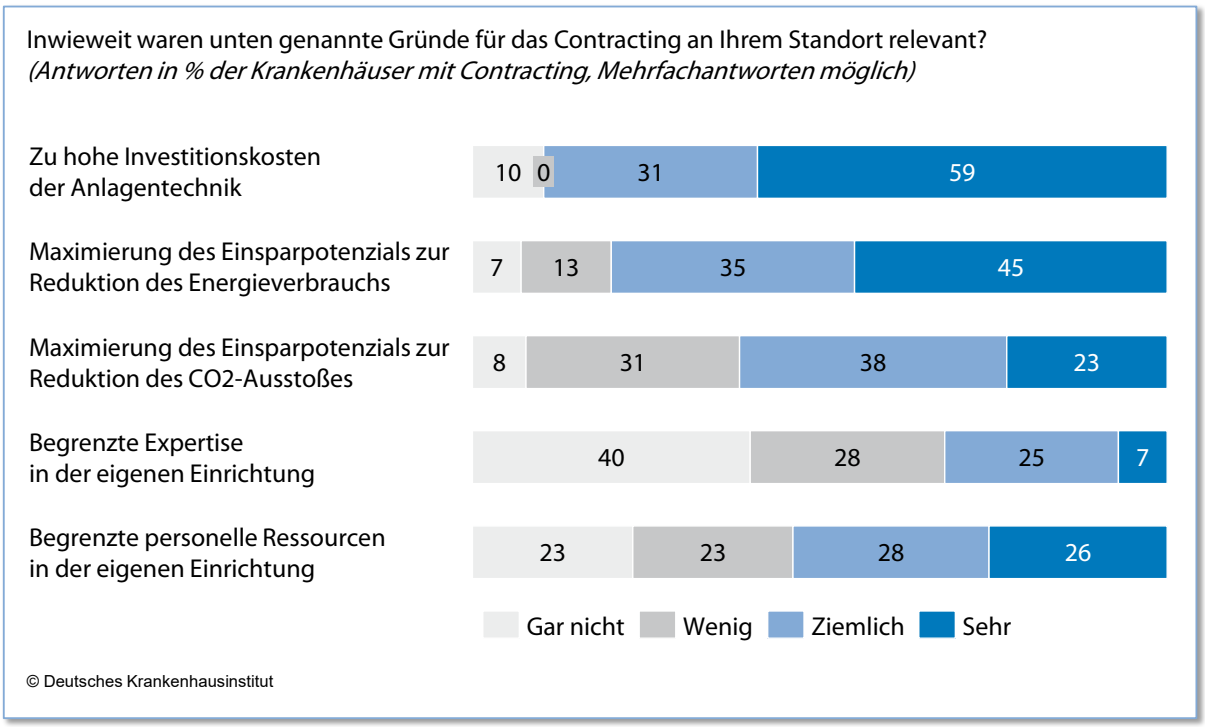


Abb. 27: Gründe für den Einsatz von Contracting

4.4 Strom

Der Energiebedarf im Krankenhaus ist hoch, bedingt durch zahlreiche ressourcenintensive technische Geräte, wie z. B. Medizintechnik, EDV- und Kommunikationsanlagen, Aufzüge, Beleuchtung und Lüftungsanlagen. Dabei entfallen ca. 20 bis 30 % des Energiebedarfs auf Strom, der in der Regel über Fremdstrom gedeckt wird (Tippkötter und Wallschlag 2009). Da die Bezugskosten von Strom hoch sind, entfallen ca. 50 % der gesamten Energiekosten im Krankenhaus auf den Strombezug (Stiftung viamedica 2009; Tippkötter und Wallschlag 2009).

4.4.1 Verbrauchskennzahlen Strom

Unter allen Krankenhäusern der Stichprobe wurde der Stromverbrauch als einer der zentralen Kennwerte in Bezug auf den Energieverbrauch abgefragt. Einerseits ging es um den Fremdstrombezug, andererseits um die damit verbundenen Kosten. Zur Kontrolle von verzerrenden Ausreißer-Werten wird nachfolgend der Median als maßgebliche Kennzahl ausgewiesen.

Erwartungsgemäß hängt der Strombedarf maßgeblich von der Krankenhausgröße, gemessen an den Betten, ab. Über alle teilnehmenden Krankenhäuser lag der Median der Verteilung bei 5,5 Mio. kWh pro Jahr (2019). Damit verbunden waren Kosten aller teilnehmenden Krankenhäuser mit einem Median von 1.064.206 Euro pro Jahr (2019) (Abb. 28). Einen erwartungsgemäß deutlich höheren Stromverbrauch mit entsprechenden Kosten wiesen Krankenhäuser ab 600 Betten auf. Dieser ist z. B. auf eine höhere Zahl an Standorten oder eine ausgeprägtere Anzahl von Großgeräten sowie technischen Anlagen zurückzuführen.

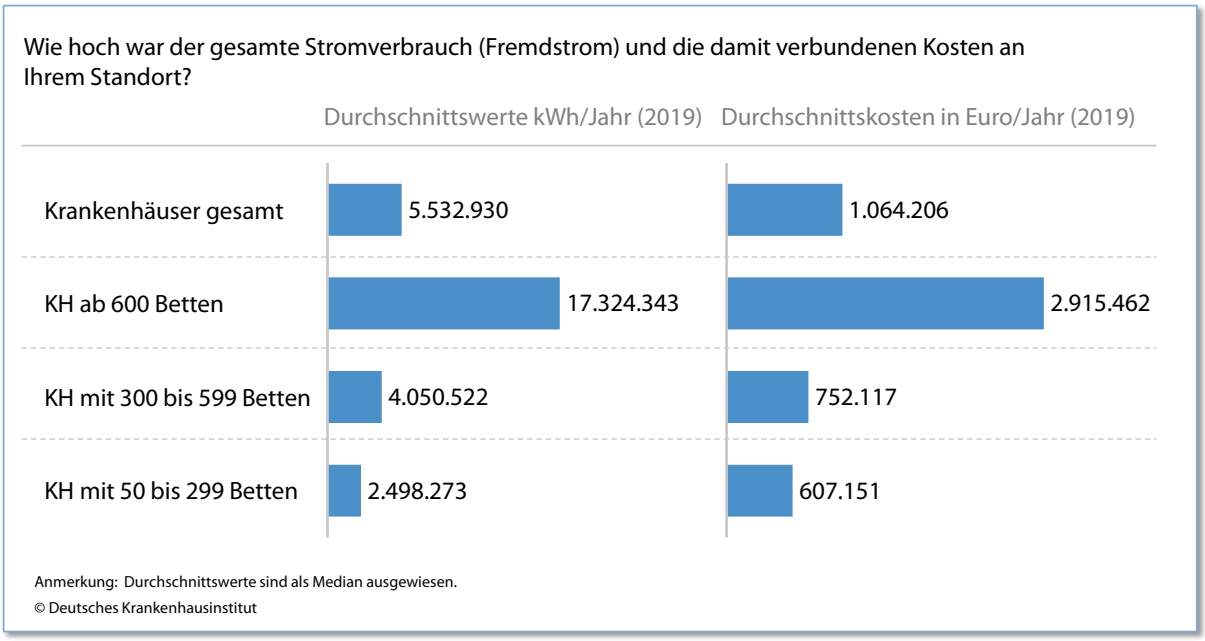


Abb. 28: Stromverbrauch und Stromkosten beim Bezug von Fremdstrom, 2019

Die standardisierte Analyse des Verbrauchs und der Kosten pro Bett zeigte ebenfalls deutlich überdurchschnittliche Werte für die großen Krankenhäuser auf. Für alle teilnehmenden Krankenhäuser ergab sich ein Verbrauch pro Bett und Jahr von 10.079 kWh (Median 2019) sowie Kosten pro Bett und Jahr in Höhe von 1.829 Euro (Median 2019) (Abb. 29). Die Verbrauchskennzahl des Jahresstromverbrauchs pro Bett war damit ca. doppelt so hoch wie der durchschnittliche Jahresstromverbrauch von ganzen Haushalten mit 3 und mehr Personen (Destatis 2019).

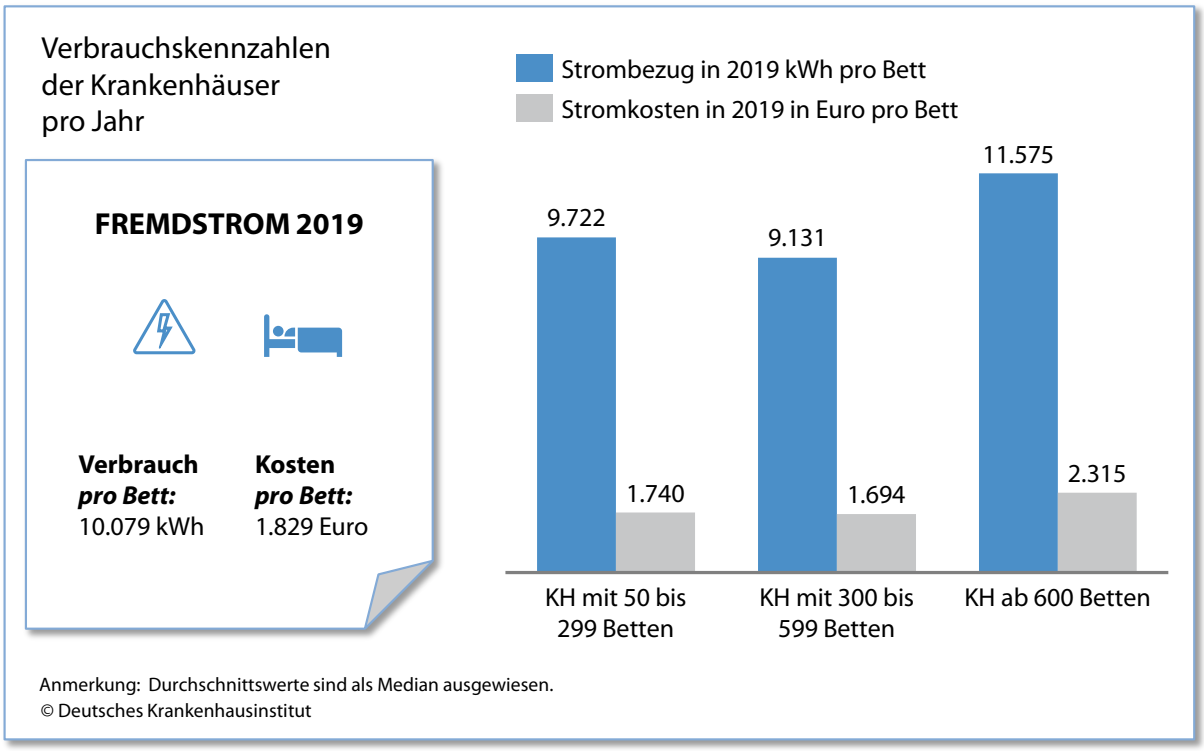


Abb. 29: Strombedarf und Stromkosten pro Bett, 2019

Standardisiert auf die Verbrauchsmenge an Fremdstrom pro m² / Nettogrundfläche[8] belegt ein Zeitvergleich von 2013 und 2019 einen merklichen Rückgang des Energieverbrauchs, wie Abb. 30 verdeutlicht. Für alle Krankenhäuser ergab sich für 2019 ein Verbrauch von 90 kWh pro m². Der Wert liegt damit 15 kWh pro m² (-14 %) unter dem Wert von 2013 (Blum et al. 2014).

[8] Die Nettogrundfläche ist die Summe aller begehbaren Flächen in den Geschossen eines Gebäudes.

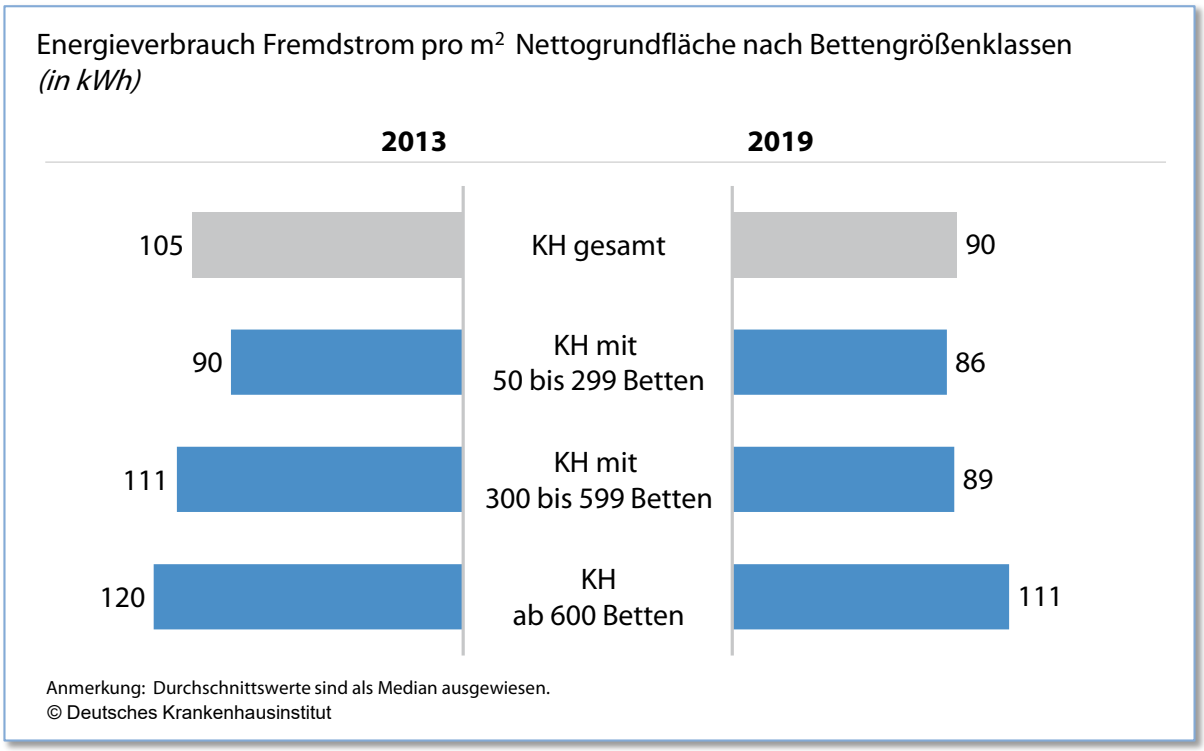


Abb. 30: Energieverbrauch Fremdstrom pro m² Nettogrundfläche

4.4.2 Erzeugung von Eigenstrom

Neben dem Fremdstrombezug besteht für Krankenhäuser die Möglichkeit, Eigenstrom zu produzieren. Mit 57 % der Allgemeinkrankenhäuser in Deutschland erzeugen bereits mehr als die Hälfte Eigenstrom. In den unteren Bettengrößenklassen ist die Eigenstromerzeugung stärker verbreitet als in den großen Krankenhäusern ab 600 Betten (Abb. 31).

Zur Erzeugung kommen hauptsächlich zwei Möglichkeiten zum Einsatz – einerseits eine Photovoltaikanlage und andererseits ein Blockheizkraftwerk. Im Rahmen einer Photovoltaikanlage wird Sonnenenergie mittels Solarzellen direkt in elektrische Energie umgewandelt (Stiftung viamedica 2009). 57 % der befragten Krankenhäuser erzeugten im Jahr 2019 Eigenstrom, davon produzierten 24 % der Häuser Eigenstrom mittels Photovoltaikanlage[9] (vgl. Abb. 31).

[9] Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, Eigenstrom parallel durch mehrere Quellen zu erzeugen. Die Befragung hat ergeben, dass bei 57 % der Krankenhäuser ein Blockheizkraftwerk betrieben wird. Es ist anzunehmen, dass Blockheizkraftwerke zusätzlich für die Produktion von Eigenstrom zum Einsatz kommen.

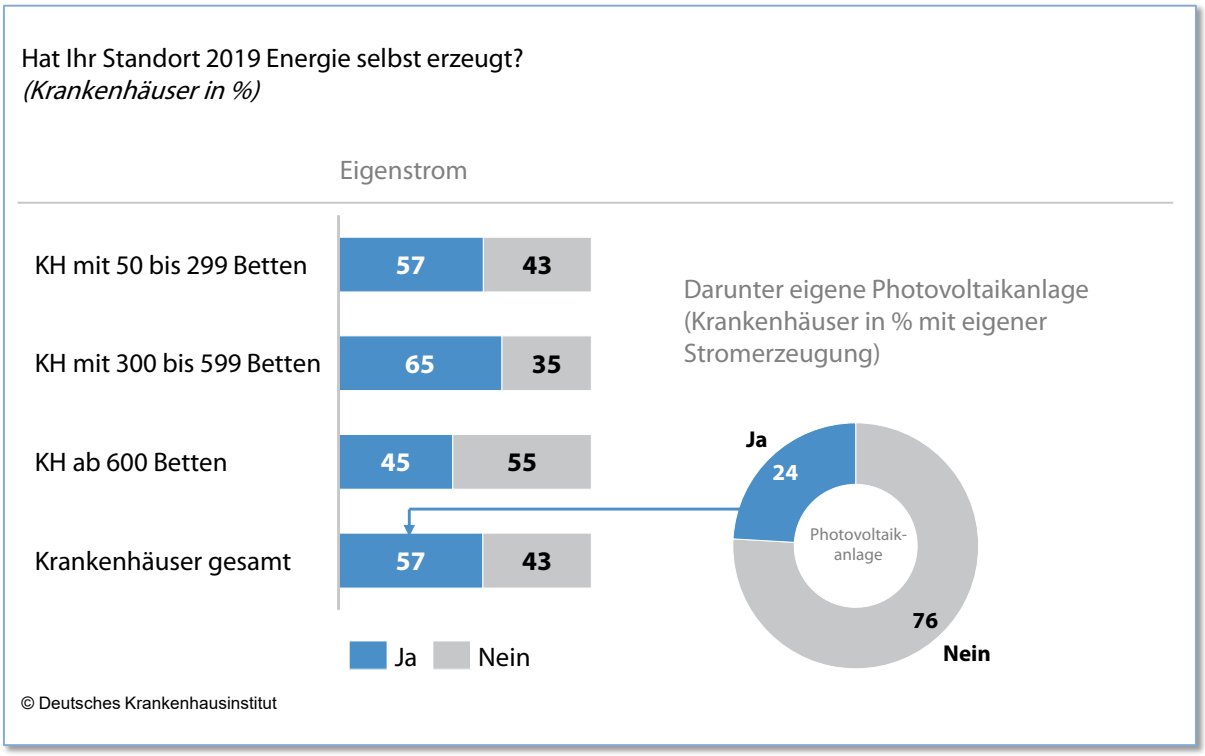


Abb. 31: Eigenstromerzeugung 2019

Bei einem Blockheizkraftwerk handelt es sich um eine technische Anlage zur gleichzeitigen Bereitstellung von Strom und Wärme. Ein Blockheizkraftwerk basiert auf dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Für Krankenhäuser eignen sich Blockheizkraftwerke aufgrund ihrer gleichzeitigen Verbrauchsstruktur von Wärme und Elektrizität besonders. Ein Blockheizkraftwerk erzeugt über Verbrennungsmotoren mittels flüssigem oder gasförmigem Brennstoff Energie, welche über einen Generator in Strom umgewandelt wird. Über einen Wärmetauscher kann die entstandene Abwärme anschließend weiterverwendet werden (z. B. zur Gebäudebeheizung). Ein wirtschaftlicher Betrieb eines Blockheizkraftwerks wird bei einer Krankenhausgröße ab 200 Betten angenommen (Stiftung viamedica 2009; ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. 2010).

Insgesamt hatten 57 % der teilnehmenden Krankenhäuser 2019 ein Blockheizkraftwerk in Betrieb. In der mittleren Bettengrößenklasse fiel der entsprechende Anteilswert mit 67 % überproportional aus. Das durchschnittliche Alter der technischen Anlage lag bei 10 Jahren. Für Krankenhäuser ab 600 Betten lag dieser Wert mit 12 Jahren noch etwas höher (Abb. 32).

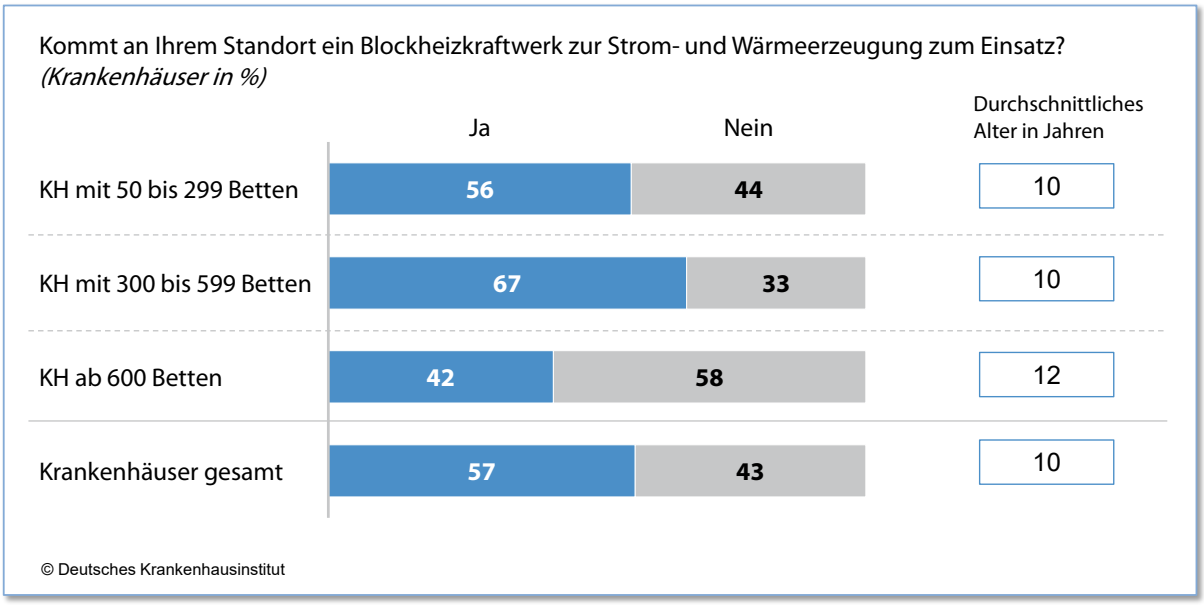


Abb. 32: Einsatz von Blockheizkraftwerken

Im Mittel (Median) sind die Blockheizkraftwerke auf eine Leistung von 239 kW Strom und 372 kW Wärme ausgelegt. Aus dem Betrieb eines Blockheizkraftwerks ergab sich eine Stromerzeugung von 1.472.454 kWh pro Jahr (2019). Die Wärmeerzeugung lag 2019 bei 2.450.000 kWh pro Jahr (jeweils Medianwerte) (vgl. Abb. 33).

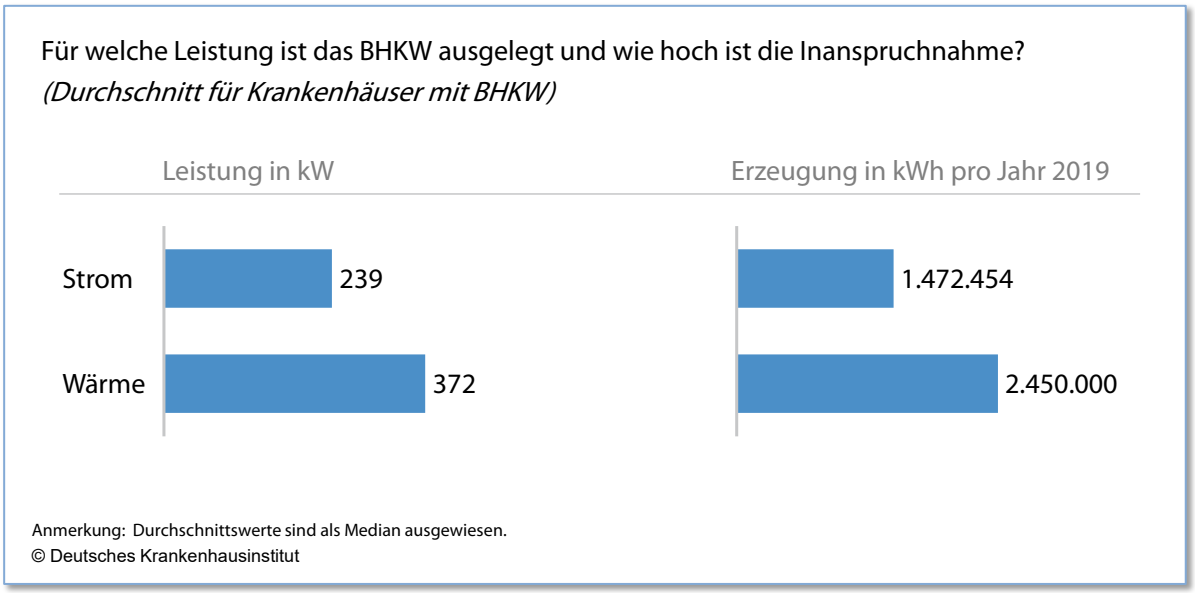


Abb. 33: Leistung und Energieerzeugung durch ein BHKW

Der Betrieb von Blockheizkraftwerken erfolgt überwiegend mit Erdgas (ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. 2010). 98,1 % der Befragungsteilnehmer*innen gaben an, ihr Blockheizkraftwerk mittels Erdgas zu

betreiben. Bei 1,4 % kam Biogas zum Einsatz und 0,7 % nutzten den Energieträger Erdöl (vgl. Abb. 34).

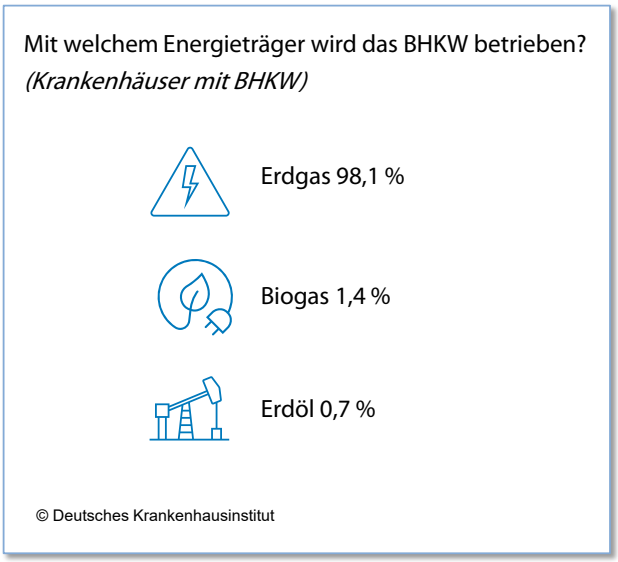


Abb. 34: Energieträger Blockheizkraftwerk

4.5 Wärme

Die Wärmeversorgung nimmt schätzungsweise 70 bis 80 % des Gesamtenergiebedarfs im Krankenhaus in Anspruch und hat damit eine sehr zentrale Bedeutung. Der Gesamtwärmebedarf im Krankenhaus setzt sich aus Raumwärme-, Warmwasser- und Dampfbedarf zusammen. Die Wärmeerzeugung erfolgt in den meisten Kliniken über Warmwasser- oder Dampfkessel. Als Energieträger kommen zumeist Erdgas oder Heizöl zum Einsatz (Stiftung viamedica 2009).

Aufgrund des hohen Energiebedarfs in diesem Bereich ergeben sich zahlreiche Optimierungsmöglichkeiten. Wichtige Handlungsfelder in diesem Kontext stellen die Auslastung der Wärmemaschinen, die Wärmerückgewinnung, das Management der Raumwärme und die Art des Energieträgers dar.

4.5.1 Kennzahlen zu Wärmeerzeugern

Im Rahmen der Datenerhebung wurden zentrale Kennzahlen der Wärmeversorgung vor allem hinsichtlich der eingesetzten Anlagentechnik sowie der genutzten Energieträger abgefragt. Wie Abb. 35 verdeutlicht, gaben fast alle Krankenhäuser (94 %) an, dass in ihrer Einrichtung ein zentrales Heizungssystem zum Einsatz kommt. Bei einem zentralen Heizungssystem wird Primärenergie in Form von z. B. Gas oder Heizöl zentral an einem Ort in Wärme umgewandelt und anschließend dorthin befördert, wo diese benötigt wird. Bei einem dezentralen

Heizungssystem wird Wärme erst am Ort der Verwendung erzeugt (wie z. B. über den Einsatz von Durchlauferhitzern zur Bereitstellung von Warmwasser an den Zapfstellen).

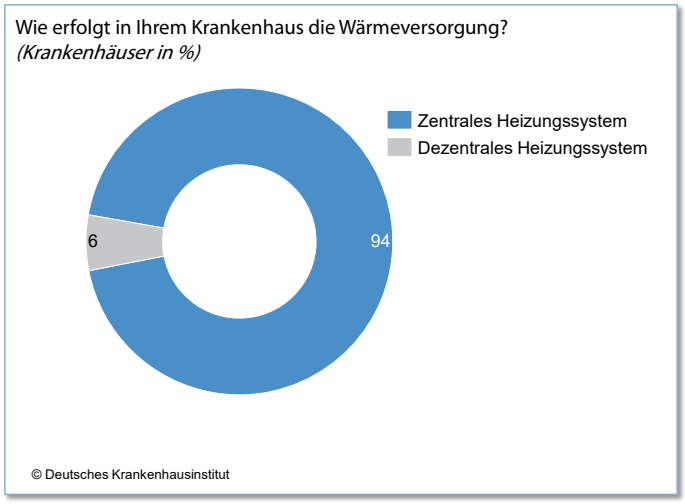


Abb. 35: Heizungssysteme

Bei den genutzten Energieträgern dominierte Erdgas mit 92 %. Fernwärme und leichtes Heizöl waren als Energieträger bei etwa der Hälfte der Krankenhäuser im Einsatz. Nahwärme und schweres Heizöl wurden dagegen nur bei weniger als 10 % der befragten Einrichtungen genutzt (vgl. Abb. 36). Unter *Sonstiges* wurden unter anderem Holzhackschnitzel und Heißwasser (130 °C) als weitere nicht gelistete Energieträger genannt.

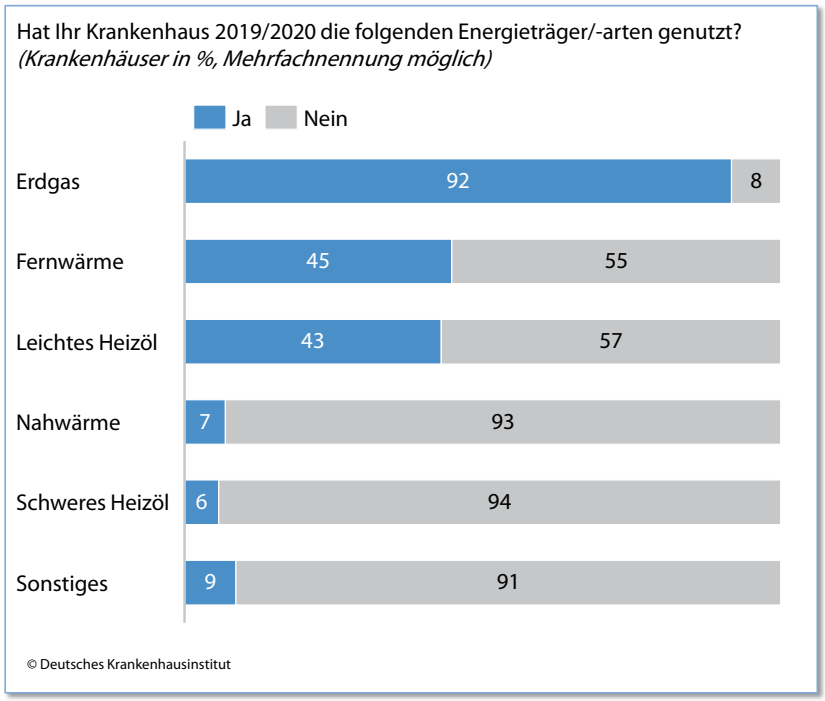


Abb. 36: Übersicht der Nutzung ausgewählter Energieträger

Fernwärme wies auf Basis der Rückmeldungen der befragten Krankenhäuser einen durchschnittlichen Verbrauch (Median) von 7,2 Mio. kWh pro Jahr auf. Die durchschnittlichen jährlichen Bezugskosten für Fernwärme lagen 2019 bei 481.792 Euro (Median).[10]

Anlässlich der aktuellen politischen Lage (Ukraine-Krieg) und der damit verbundenen Kostensteigerung für den Bezug von Erdgas wurde nach Abschluss der Studie eine zusätzliche Befragung des Deutschen Krankenausinstituts (DKI) für die Deutsche Krankenhausgesellschaft (DKG) im September 2022 durchgeführt. Dabei wurden **Verbrauchskennzahlen und Kosten zur Erdgasversorgung der Krankenhäuser** für das Jahr 2019 sowie 2021 erhoben (Levsen und Filser 2022).

Die Ergebnisse basieren auf den Angaben von **123 Krankenhäusern**, die an ihren Standorten Erdgas nutzen. Unterschiede im Rücklauf nach Krankenhausgröße wurden durch statistische Gewichtungen nach Bettengrößenklassen ausgeglichen. Nach Maßgabe dieser Gewichtungen sind die Ergebnisse **repräsentativ für die Grundgesamtheit der Krankenhäuser in Deutschland**[11].

Die Befragung zeigte, dass der **durchschnittliche Erdgasverbrauch** pro Krankenhaus 2019 bei 6,53 Mio. kWh und 2021 bei 6,81 Mio. kWh lag. Die Spanne des Erdgasverbrauchs fällt aufgrund des individuellen Nutzungsgrads von Erdgas erwartungsgemäß groß aus.

Die Kosten wurden in brutto angegeben und beinhalten neben dem Arbeits-/Verbrauchspreis alle durch den Dienstleister in Rechnung gestellten Steuern, Umlagen sowie Netzbetreiberkosten. Die **durchschnittlichen Kosten für den Erdgasbezug** pro Krankenhaus lagen 2019 bei 271.485 Euro und 2021 bei 293.660 Euro pro Bett[12] ergaben sich 2019 durchschnittliche Kosten in Höhe von 862 Euro. Diese lagen 2021 durchschnittlich bei 939 Euro (Abb. 37). Der **Preis pro kWh** belief sich 2019 im Durchschnitt auf 4,25 Cent und 2021 auf durchschnittlich 4,44 Cent.

10 Die Angaben zum Leichten Heizöl enthielten zu viele fehlende Werte, um valide Durchschnittswerte zu berechnen.
11 Statistisches Bundesamt (Destatis), 2021: Grunddaten der Krankenhäuser, 2019.
12 Als Basis zur Standardisierung der Verbrauchs- und Kostenkennzahlen pro Bett wurden die Angaben der Krankenhäuser zu den Planbetten aus 2019 herangezogen.

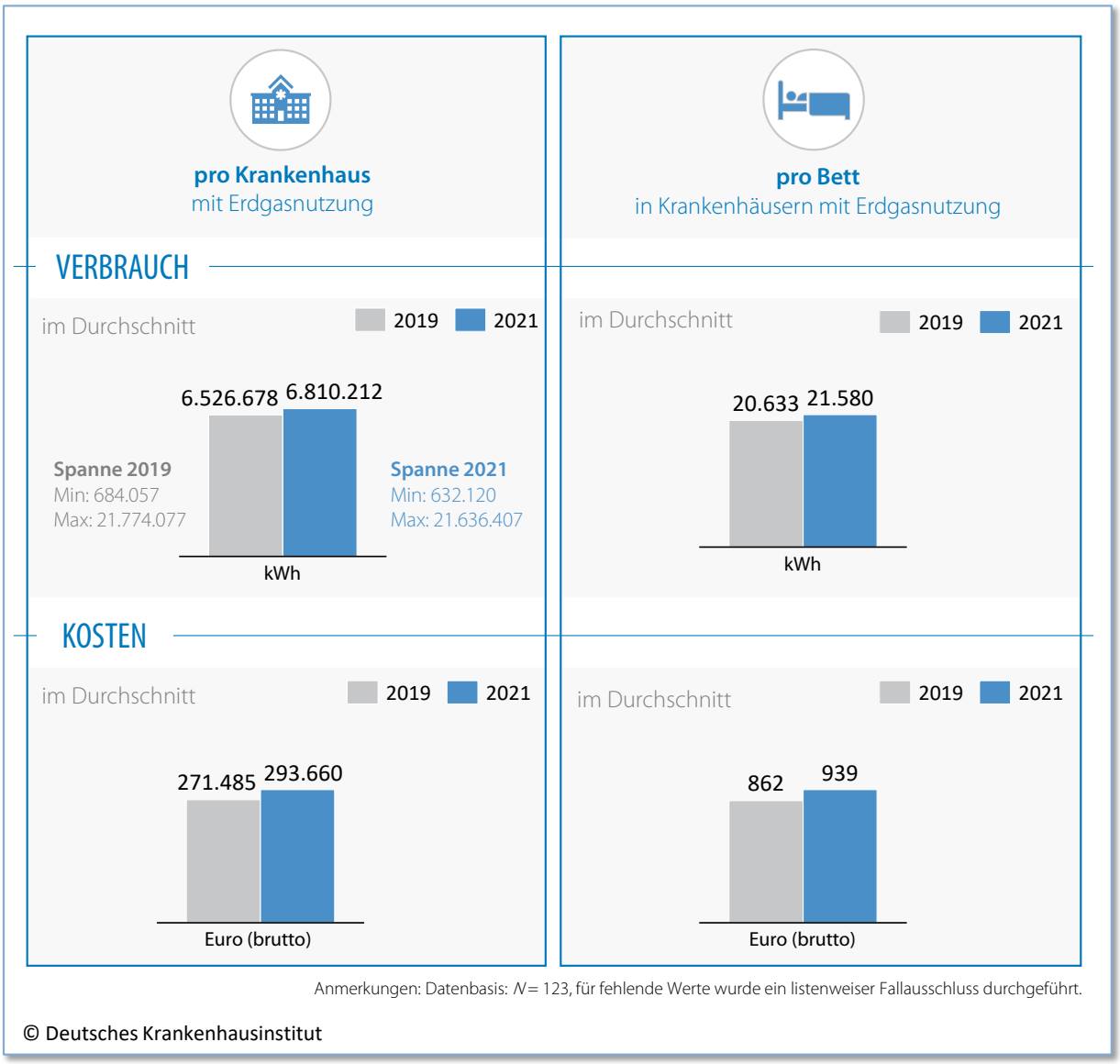


Abb. 37: Erdgasverbrauch und -kosten aus der zusätzlichen Krankenhausbefragung 09/2022 – Factsheets zum Erdgas in deutschen Krankenhäusern

Um einen Überblick über die Ausstattung der technischen Anlagen und ihre Leistungsfähigkeit im Bereich Wärmeversorgung zu erhalten, wurden die Krankenhäuser nach den genutzten Wärmeerzeugern und der installierten Wärmeleistung befragt. Die Angaben zum Alter der technischen Anlagen wurden zur Einschätzung eines möglichen Investitionsbedarfs in diesem Bereich ebenfalls erhoben.

Abb. 38 verdeutlicht, dass in über zwei Dritteln der befragten Krankenhäuser (66 %) ein Gaskessel zur Wärmeerzeugung zum Einsatz kommt. Gaskessel sind damit die am häufigsten

eingesetzten technischen Anlagen zur Wärmeerzeugung. Bei 53 %[13] der Teilnehmer kam 2019 ein Blockheizkraftwerk zur Wärmeerzeugung zum Einsatz. Ein Dampfkessel wurde bei 35 % der Einrichtungen genutzt. Fernwärme wurde bei 30 % eingesetzt. Bei etwas über 10 % der befragten Einrichtungen wurde Wärme mittels Ölkessel erzeugt. Weitere abgefragte Wärmeerzeuger aus dem Bereich der erneuerbaren Energien waren jeweils mit deutlich unter 5 % vertreten. Die höchste installierte Wärmeleistung wies im Mittel (Median) der Fernwärmeanschluss auf, der auch für die höchste Wärmeerzeugung pro Jahr (Median 2019) mit rund 4,85 Mio. kWh verantwortlich war. Im Vergleich (Abb. 38) weist das Blockheizkraftwerk mit 390 kW Leistung (Median) die geringste Wärmeleistung auf. Trotzdem lag die durchschnittliche Wärmerzeugung dieser Anlage bei den befragten Krankenhäusern im Durchschnitt (Median) bei 2,47 Mio. kWh. Der Ölkessel wies in der Befragung erwartungsgemäß das höchste durchschnittliche Alter auf (25 Jahre). Die regenerativen Energien Geothermie und sonstige Anlagen aus diesem Bereich waren mit durchschnittlich 7 Jahren die jüngsten Anlagen. Solarthermie als weitere regenerative Anlage war im Schnitt 15 Jahre alt. Blockheizkraftwerke kamen auf ein durchschnittliches Alter von 8 Jahren.

Kennzahlen der Wärmeerzeuger im Bestand

	Häufigkeiten *(Krankenhäuser in %[1])*	Installierte Wärmeleistung im Durchschnitt in kW	Wärmerzeugung im Durchschnitt in kWh pro Jahr 2019	Alter der Wärmerzeuger in Jahren
Gaskessel	66	2.400	2.869.075	21
Blockheizkraftwerk	53	390	2.470.000	8
Dampfkessel	35	800	1.773.960	20
Fernwärmeanschluss	30	3.490	4.847.675	20
Ölkessel	11	1.427	172.750	25
Geothermie[2]	4			7
Sonstige Anlagen zur Nutzung regenerativer Energien[3]	4			7
Solarthermie[2]	2			15

Anmerkung: Durchschnittswerte sind als Median ausgewiesen.

1 Mehrfachantworten möglich, mindestens ein Wärmeerzeuger der jeweiligen Art im Bestand vorhanden 2 Ausgewählte Daten, da N zum Teil nicht ausreichend hoch

© Deutsches Krankenhausinstitut

Abb. 38: Wärmeerzeuger im Bestand

4.5.2 Warmwassererzeugung und -bereitstellung

Wie zu Beginn des Kapitels erwähnt, stellt die Brauchwarmwassererzeugung einen erheblichen Teil des Wärmebedarfs dar. Die Warmwasserbereitstellung ist für Krankenhäuser

[13] Aufgrund der Zweiteilung des Fragebogens hat die Hälfte der befragten Krankenhäuser das Themenfeld Wärme zur Beantwortung erhalten, deshalb weichen die in Abb. 32 berichteten Zahlen minimal voneinander ab. Weitere Hinweise zur Aufteilung des Fragebogens finden sich in Kapitel 3.1.1.

aus hygienischen Gründen von zentraler Bedeutung. Insbesondere die Gefahr eines Legionellenbefalls ist im Bereich Warmwasser zu beachten. So sind ca. 5 % des Wasserverbrauchs einer Station auf regelmäßige Spülung zur Vermeidung eines Legionellenbefalls zurückzuführen (Braun et al. 2015). Die Warmwassererzeugung und -bereitstellung ist aber ebenso aufgrund des hohen Warmwasserbedarfs eines Krankenhauses sowie der dadurch notwendigen Speicherkapazitäten ein relevanter Aspekt im Energiemanagement.

Die Krankenhäuser wurden daher nach Systemen zur Warmwasserbereitstellung gefragt. Am häufigsten kam mit 78 % ein Pufferspeicher und Durchlauf-Wärmeüberträger zum Einsatz, wie Abb. 39 verdeutlicht. In ähnlichem Umfang waren Heizkessel mit 74 % vertreten. Speicher-Ladesysteme zählen mit 62 % auch noch zu den häufiger eingesetzten Warmwassererzeugern. Weitere Systeme waren dezentrale Durchflusssysteme (33 %) sowie Mischsysteme mit Durchlauferhitzer und Heizkessel (19 %). Als sonstige Systeme (16 %) wurden im Rahmen eines Freitextfeldes Nahwärme, Fernwärme, Wärmeplattentauscher, Abwärme aus einer Kältemaschine und Blockheizkraftwerke genannt.

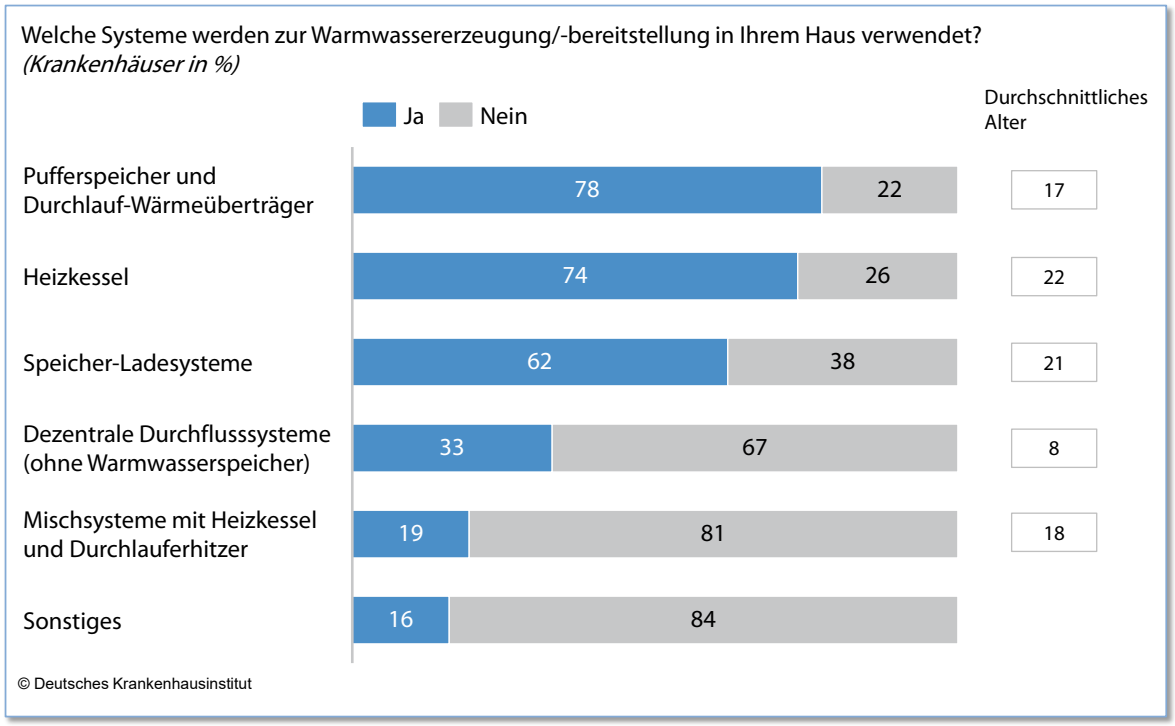


Abb. 39: Systeme zur Warmwassererzeugung/-bereitstellung

Das höchste Durchschnittsalter wiesen Heizkessel (22 Jahre) und Speicher-Ladesysteme (21 Jahre) auf. Für dezentrale Durchflusssysteme ergab sich in der Befragung ein geringes Durchschnittsalter von acht Jahren (vgl. Abb. 39).

Wie bereits erläutert, ist der Warmwasserbedarf in Krankenhäusern ausgeprägt und daher eine umfangreiche Kapazität an Warmwasserspeichern erforderlich, die gleichzeitig den hohen Hygieneansprüchen gerecht werden müssen. Abb. 40 gibt einen Überblick über Kennzahlen zu Warmwasserspeichern. Im Durchschnitt (Median) kamen drei Warmwasserspeicher zum Einsatz. Das sich daraus ergebende Volumen des gesamten Warmwasserspeichers lag im Mittel (Median) bei 4.400 Litern. Die Erwärmungsleistung der Kessel wurde im Mittel (Median) mit 350 kW angegeben. Um den möglichen Sanierungsbedarf der technischen Ausstattung einschätzen zu können, wurde auch in diesem Kontext nach dem Alter der technischen Anlage gefragt. Der älteste Warmwasserspeicher im Bestand der befragten Krankenhäuser war im Durchschnitt (Median) 24 Jahre alt.

Kennzahlen zu Warmwasserspeichern im Durchschnitt

Anzahl der Warmwasserspeicher	3
Volumen des gesamten Wasserspeichers (Summe der Warmwasserkessel)	4.400 Liter
Alter des ältesten Warmwasserspeichers	24 Jahre
Erwärmungsleistung	350 kW
Warmwasserbereitung pro Stunde	2 m^3/h

Anmerkung: Durchschnittswerte sind als Median ausgewiesen.

© Deutsches Krankenhausinstitut

Abb. 40: Kennzahlen zu Warmwasserspeichern

4.5.3 Umsetzungsstand von Maßnahmen zur Optimierung der Wärmeversorgung

Da Wärme in sehr zahlreichen und unterschiedlichen Bereichen im Krankenhaus benötigt wird, bieten sich umfangreiche Anknüpfungspunkte für Maßnahmen zur Optimierung der Wärmeversorgung und folglich Einsparpotenziale im Bereich des Primärenergieverbrauchs. Technischen Anlagen zur Wärmeerzeugung wird dabei das größte Potenzial beigemessen, da diese häufig überdimensioniert und nicht ideal ausgelastet sind. Neben der Auslastung und

Ausstattung der technischen Anlagen werden auch in der Raumwärmeverteilung und Wärmerückgewinnung Optimierungsmöglichkeiten gesehen (Stiftung viamedica 2009).

Die Krankenhäuser wurden zum Umsetzungsstand von Optimierungsmaßnahmen im Bereich der Wärmeerzeugung und Bereitstellung von Warmwasser zunächst nach dem Einsatz von dezentraler Wärmerückgewinnung aus Abwasser gefragt (vgl. Abb. 41). Keine der drei dargestellten Möglichkeiten zur dezentralen Wärmerückgewinnung kam in nennenswertem Umfang (1 bis 3 %) in den befragten Krankenhäusern zum Einsatz. Im Rahmen eines Freitextfelds unter „Sonstiges“ (7 %) wurden Brüdendampf-Nutzung der Kondensatrückführung, Wärmerückgewinnung aus der Kältemaschine sowie Wärmerückgewinnung aus der Klimaanlage genannt. Da im Krankenhaus Wasser jedoch in nennenswertem Umfang verbraucht wird, haben Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung aus Abwasser großes Potenzial.

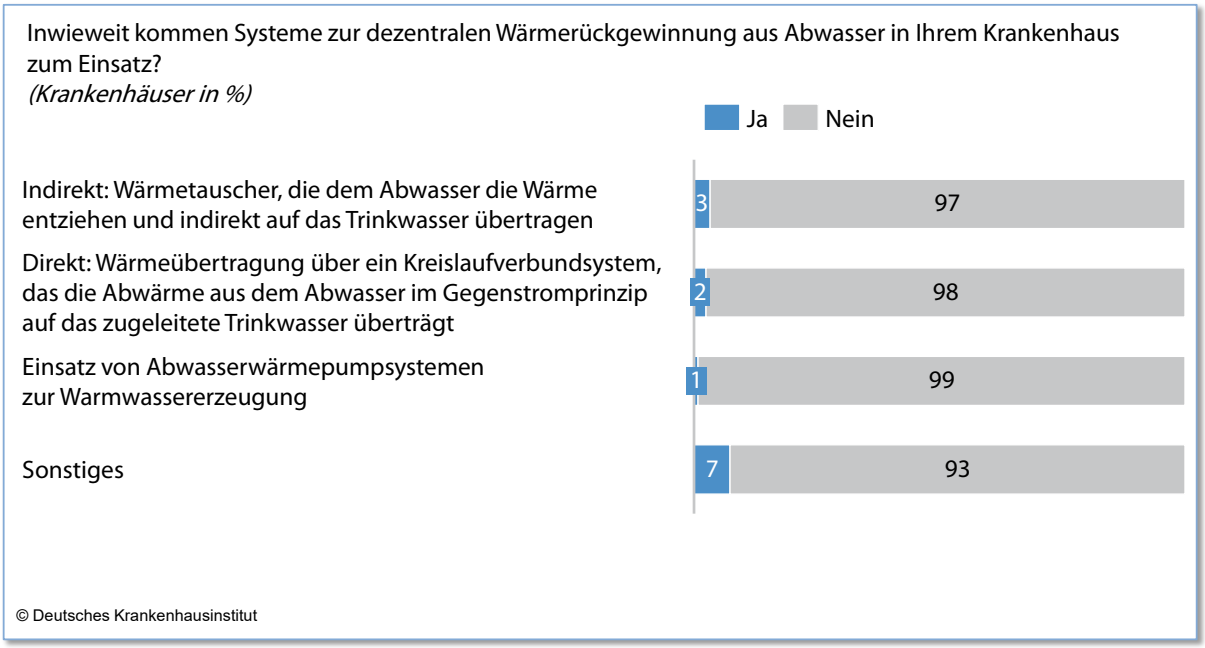


Abb. 41: Einsatz von Systemen zur dezentralen Wärmerückgewinnung aus Abwasser

Aus dem Bereich der Wärmeversorgung wurde unter anderem Wärmerückgewinnung mittels Abgaswärmetauschern thematisiert. Diese kamen bei rund 49 % der befragten Krankenhäuser zum Einsatz. 10 % planen ihren Einbau. Am häufigsten kam die regelmäßige Überprüfung und Einstellung der Regelungsanlage und der Wärmeerzeugungsanlage mit 92 % zum Einsatz. Ebenso als hochrelevant ergab sich die ausreichende Isolierung der Leitungen und Armaturen, die bei 87 % bereits zum Einsatz kam (Abb. 42).

Eine „Absenkung der Rücklauftemperatur“ wurde bereits bei 62 % der befragten Krankenhäuser als Maßnahme umgesetzt und war bei 7 % zum Befragungszeitpunkt geplant.

Der Einsatz eines hydraulischen Abgleichs war zum Befragungszeitpunkt bei 15 % geplant. 61 % der Krankenhäuser stimmen bereits alle thermischen Verbraucher eines Heiznetzes (z. B. Heizkörper oder Warmwasserzapfstellen) so aufeinander ab, dass Wärmeerzeuger, Umwälzpumpe und Verteilnetz entsprechend dem Verbrauch optimal genutzt werden. Mittels geringerer Überversorgung und geringerer Vorlauftemperatur kann so eine Energieeinsparung von bis zu 15 % erreicht werden (EnergieAgentur.NRW 2021f). Die Substitution fossiler Energieträger durch regenerative Energien wurde 2019 nur bei 11 % als Maßnahme zur Optimierung der Wärmeversorgung bzw. der gesamten Energieversorgung umgesetzt. 15 % gaben jedoch an, dass dies in Planung sei, wie Abb. 42 darlegt. Dennoch müssen die Anstrengungen der Krankenhäuser an dieser Stelle dringend unterstützt werden. Die Problematik gewinnt auch durch die aktuelle politische Lage (Ukraine-Krieg) noch an Bedeutung.

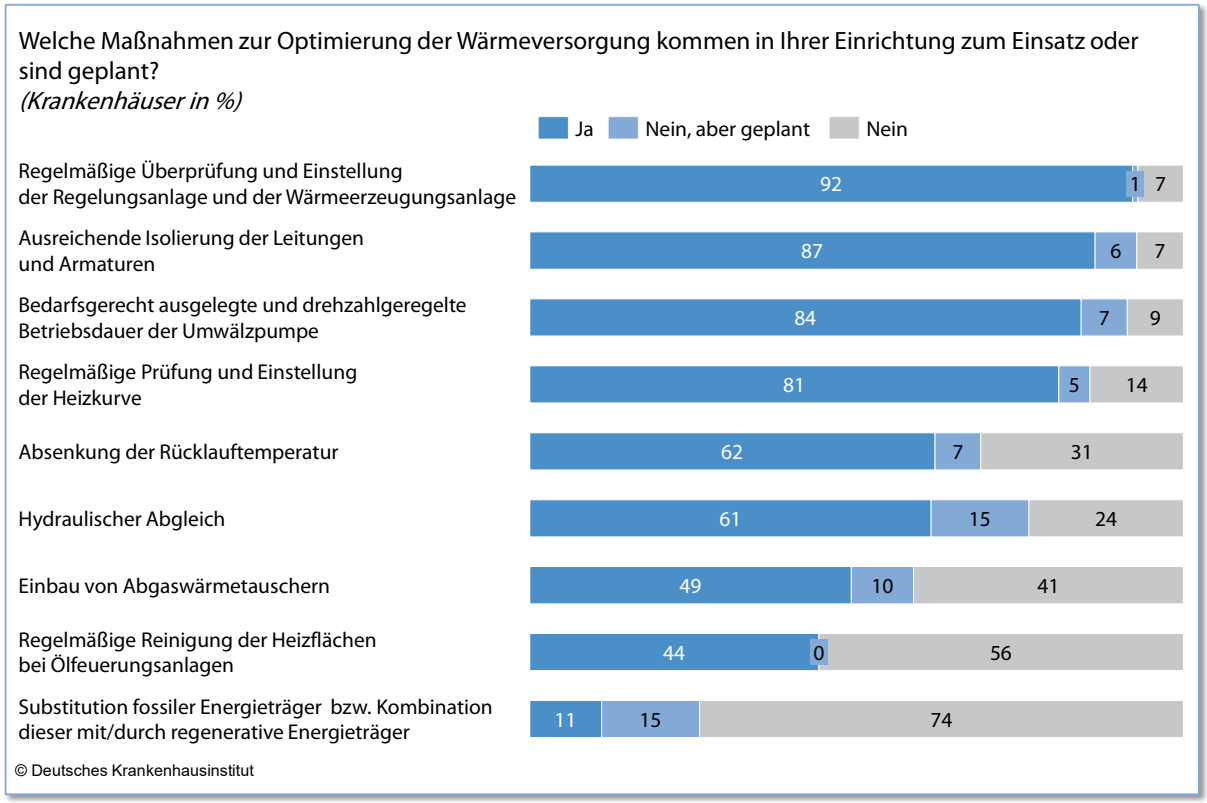


Abb. 42: Maßnahmen zur Optimierung der Wärmeversorgung

4.6 Wasser

Im Juni 2021 hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) einen Entwurf für eine nationale Wasserstrategie vorgestellt. Sie soll Antworten geben, wie im Jahre 2050 die Wasserversorgung für Mensch und Umwelt in ausreichender Menge und notwendiger Qualität gesichert werden kann.

Für den Krankenhausbetrieb ist eine sichere Bereitstellung von Wasser unabdingbar. Um das Ziel von klimagerechten Gesundheitseinrichtungen zu erreichen, ist es also erforderlich, die Bereitstellung und Nutzung von Wasser in den Transformationsprozess der Krankenhäuser zu integrieren.

Aus ökologischer Sicht sind besonders der Wasserverbrauch, die Wassernutzung und Abwasserbeseitigung für Gesundheitseinrichtungen hinsichtlich Kosten- und Umweltaspekten relevante Bereiche (Dickhoff et al. 2021).

Wasser wird im Krankenhaus nicht nur zum Waschen und Duschen benutzt. Es wird auch für Labore, zur Dampfsterilisation sowie als Prozess- und Kühlwasser eingesetzt. Ergebnisse einer Studie aus dem Jahr 2009 zeigten, dass im Krankenhaus pro Bett 300 bis 500 Liter Wasser täglich verbraucht werden (Tippkötter und Wallschlag 2009).

4.6.1 Aktuelle Verbrauchskennzahlen

Die erhobenen Kennzahlen zum Wasserverbrauch und zu den Kosten beziehen sich auf das Jahr 2019. Um unabhängig von der Krankenhausgröße die Kennzahlen vergleichen zu können, wurden die Angaben auf die Anzahl der Betten standardisiert.

Im Jahr 2019 lag der Frischwasserverbrauch bei 113,75 m^3 pro Bett. Damit waren durchschnittliche Kosten (Median) in Höhe von 199,59 Euro pro Bett (Median) verbunden. Hinzu kommt ein Abwasseraufkommen von 108,32 m^3 und Abwasserkosten von 261,35 Euro pro Bett in 2019 (Median) (Abb. 43).

Die Ermittlung des Frischwasserverbrauchs für das Jahr 2019 entsprach somit 113.750 Litern. Das sind 311,64 Liter täglich pro Bett[14]. Damit war der Wasserverbrauch pro Krankenhausbett 2019 fast 2,5 Mal so hoch wie der Verbrauch einer Privatperson. Hier lag der Verbrauch 2019 bei 46.500 Litern, das sind 127 Liter täglich (Weißbach 2020). Das Abwasseraufkommen zeigte sich ähnlich hoch und lag für das Jahr 2019 bei 108.320 Litern, dies entspricht 296,76 Liter täglich pro Bett.[15]

[14] Umrechnung Frischwasserverbrauch (Median) von m^3 in Liter pro Tag: 113,75 m^3 x 1.000 = 113.750 Liter pro Jahr geteilt durch 365 Tage sind 311,64 Liter pro Tag.

[15] Umrechnung Abwasseraufkommen (Median): 108,32 m^3 x 1.000 = 108.320 Liter pro Jahr geteilt durch 365 Tage sind 296,76 Liter pro Tag.

Abb. 43: Frischwasser-/Abwasserverbrauch (in m³) und Kosten (in Euro) pro Bett für 2019

Zur besseren Einordnung dieser Verbrauchskennzahlen wurden die Häuser befragt, inwieweit unterschiedliche Bereiche mit hohem Wasseraufkommen, wie die Wäscherei, Einheiten zur Desinfektion oder Trinkbrunneninstallationen, standardmäßig vom Krankenhaus selbst vorgehalten oder an Zulieferer ausgelagert wurden (Outsourcing). Nur ein kleiner Anteil der Krankenhäuser (5 %) betrieb eine hauseigene Wäscherei (Abb. 44). Der Großteil der Krankenhäuser (83 %) hatte die Wäscherei ausgelagert. Ein großer Anteil der Häuser (68 %) hatte hingegen hausintern eine Aufbereitungseinheit für Medizinprodukte (AEMP). In 86 % der Einheiten wurde Dampf zur Desinfektion verwendet (Abb. 45).

Vergleichsanalysen zum Wasserverbrauch zwischen den Häusern mit und ohne hauseigene Wäscherei ergaben keinen bedeutsamen Unterschied im Frischwasser-/Abwasser-aufkommen. Häuser ohne hauseigene AEMP (27 %) hatten im Jahr 2019 erwartungsgemäß ein niedrigeres Frischwasseraufkommen in Höhe von 96,42 m³ (Median) (Daten nicht abgebildet).

Weitere Einflussfaktoren auf den Frischwasserbedarf der Häuser sind Trinkwasserinstallationen (Trinkbrunnen), die vom zentralen Wassernetz versorgt werden. 27 % der Häuser betrieben eine entsprechende Trinkwasserinstallation (Abb. 46).

Zusätzlich wurden in 30 % der befragten Krankenhäuser die Klimaanlagen ausschließlich durch Frischwasser betrieben. Bei 51 % kam Kühlwasser in Kombination mit einem luftgekühlten System zum Einsatz. In 19 % der Krankenhäuser lag ein luftgekühltes System vor, das ohne den Einsatz von Wasserressourcen betrieben werden kann (Abb. 55). Weitere Details zum Betrieb von Klimaanlagen in den Krankenhäusern werden im Kapitel 4.7.2 behandelt.

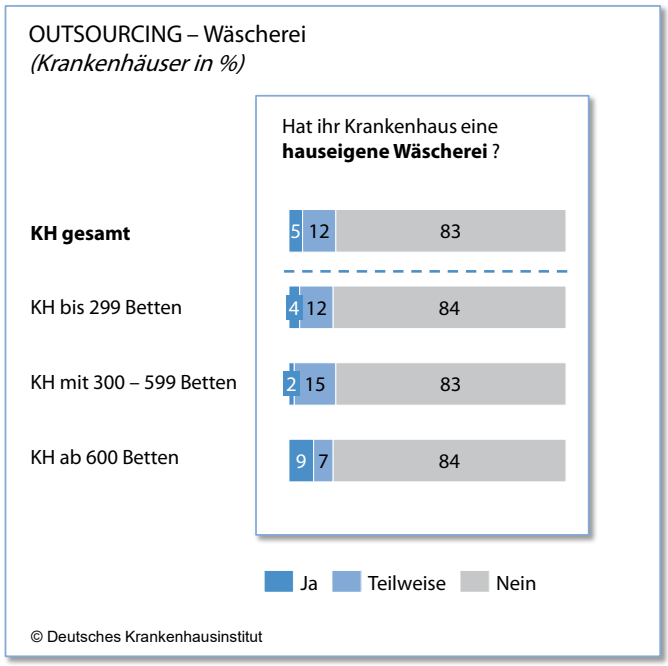


Abb. 44: Hauseigene Wäscherei

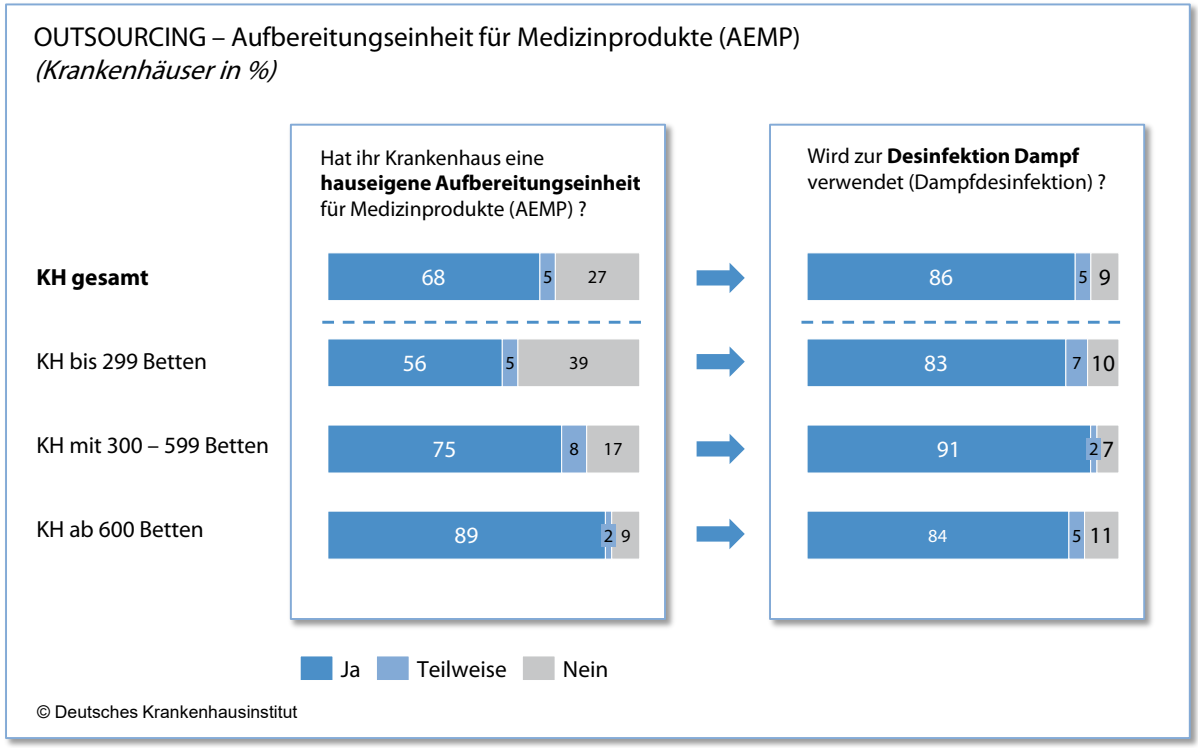


Abb. 45: Hauseigene Aufbereitungseinheit für Medizinprodukte (AEMP)

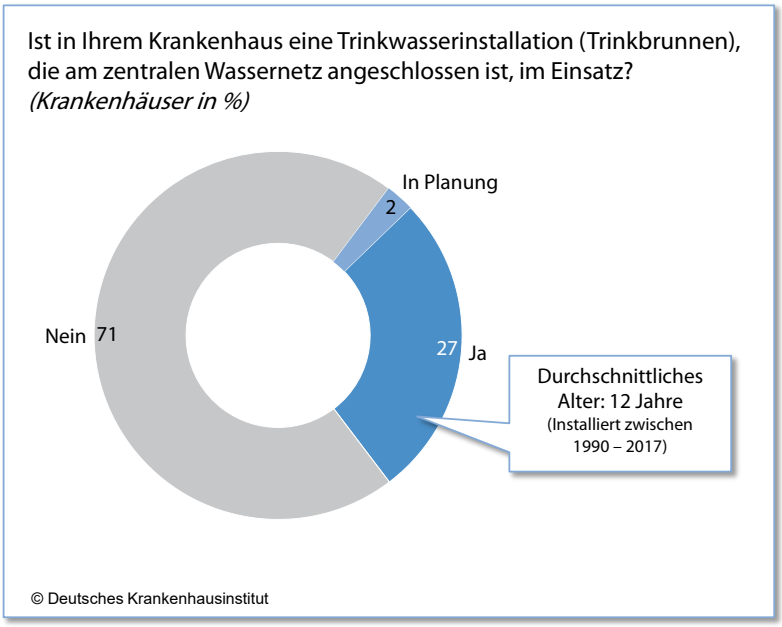


Abb. 46: Trinkwasserinstallation (Trinkbrunnen)

4.6.2 Wasseraufbereitung

Zum nachhaltigen Wassergebrauch können Bereiche, wie die stationären Sanitäranlagen, der OP- und Behandlungsbereich, das Labor, Therapiebäder, Wäschereien und Küchen oder die technische Wasseraufbereitung, im betrieblichen Wassermanagement eines Krankenhauses eine wichtige Rolle spielen. Die Palette der dafür notwendigen Maßnahmen umfasst beispielsweise die Gewinnung sowie Nutzung bzw. Versickerung von Niederschlagswasser (Dickhoff et al. 2021).

Die Krankenhausbefragung zeigte, dass die Brauch- und Trinkwasserversorgung fast ausschließlich, also in 97 % der Krankenhäuser, über einen zentralen Frischwasseranschluss gewährleistet wurde (Abb. 47). Dezentrale Systeme zur Brauch-/Trinkwasseraufbereitung, wie eine Grauwasser-Recycling-Anlage, Regenwasseraufbereitungsanlage, eine Kombination aus Regenwassernutzungs- und Versickerungslage oder der direkte Grundwasserbezug über einen eigenen Brunnen, kamen nur in einzelnen Krankenhäusern zum Einsatz.

Eine zentrale Aufgabe in diesem Bereich ist die Bekämpfung von Legionellen im Wasserleitungsnetz zur Gewährleistung einer sicheren Patientenversorgung in den Krankenhäusern. Aber auch rechtliche Vorgaben zur Wasserqualität des aufbereiteten Brauch- oder Regenwassers stellen die Häuser bei der Umsetzung von dezentralen Systemen zur Wasseraufbereitung vor enorme technische Herausforderungen (siehe Kapitel 2.3) und erklären den zurückhaltenden Einsatz bzw. die zurückhaltende Nutzung solcher Installationen (Tippkötter und Wallschlag 2009).

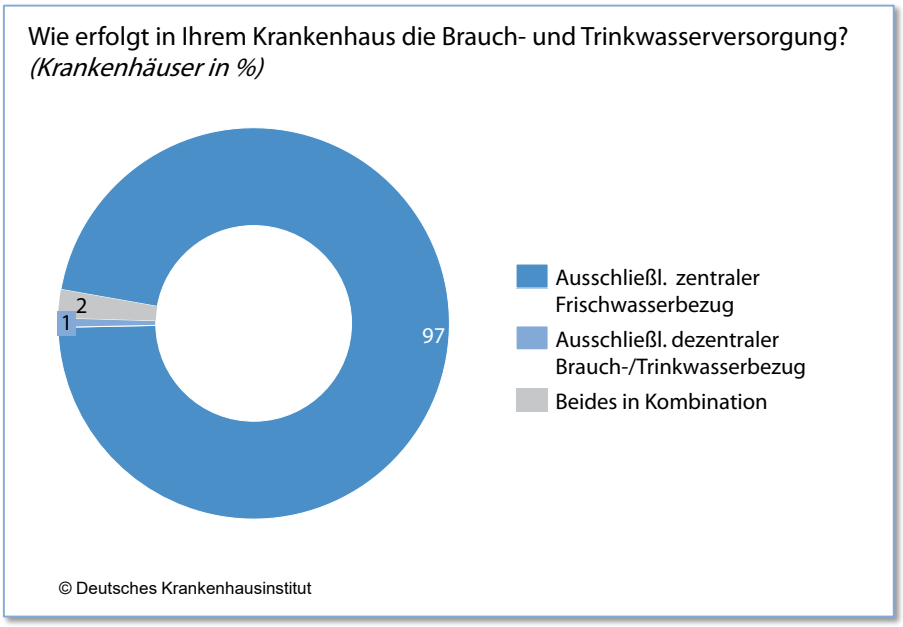


Abb. 47: Brauch-/Trinkwasserbezug

4.6.3 Versickerung von Niederschlagswasser

Neben der Gewinnung bzw. Nutzung von Niederschlagswasser in Wasseraufbereitungsanlagen spielt die Versickerung auf dem Klinikgelände ebenfalls eine Rolle beim klimaorientierten Wassermanagement (Dickhoff et al. 2021).

Die Entsiegelung und Begrünung von Flächen kann einen aktiven Beitrag zur Klimaanpassung leisten. Denn im Gegensatz zu vollversiegelten Oberflächen kann Regenwasser auf un- oder teilversiegelten Flächen versickern und im Boden gespeichert werden. Außerdem kühlen begrünte Flächen die Umgebung, anstatt sie zusätzlich aufzuheizen (Bundesstadt Bonn 29.10.2021). Entsiegelte Flächen bieten zudem Bepflanzungsmöglichkeiten, um die biologische Artenvielfalt zu fördern.

Aufgrund dessen wurden die Krankenhäuser befragt, inwieweit die Flächen auf dem Krankenhausgelände an die Kanalisation angeschlossen oder versickerungsfähig sind. Der Anteil von versickerungsfähigen (nicht angeschlossenen) Flächen betrug demnach im Mittel (Median) 20.676 m^2. Diese Flächen waren nicht an die Kanalisation angeschlossen und erstreckten sich größtenteils auf klinikeigene Parkanlagen oder angelegte Grünflächen auf dem Klinikgelände (Abb. 48). Der Anteil von angeschlossenen bzw. versiegelten Flächen war mit 20.000 m^2 (Median) in etwa gleich groß und bezog sich auf bebaute Grundflächen von Gebäuden jeder Art, wie z. B. Dachflächen des Klinikgebäudes. Auch Platten- oder Pflasterbeläge, die wegen durchlässiger Zwischenräume das Eindringen von Wasser in den Boden nicht vollständig ausschließen, stellen eine befestigte Fläche dar. Deutlich geringer fiel

der Anteil des Klinikgeländes aus, der teilweise versickerungsfähig ist (4.100 m²), wie z. B. wasserdurchlässige Pflastersysteme.

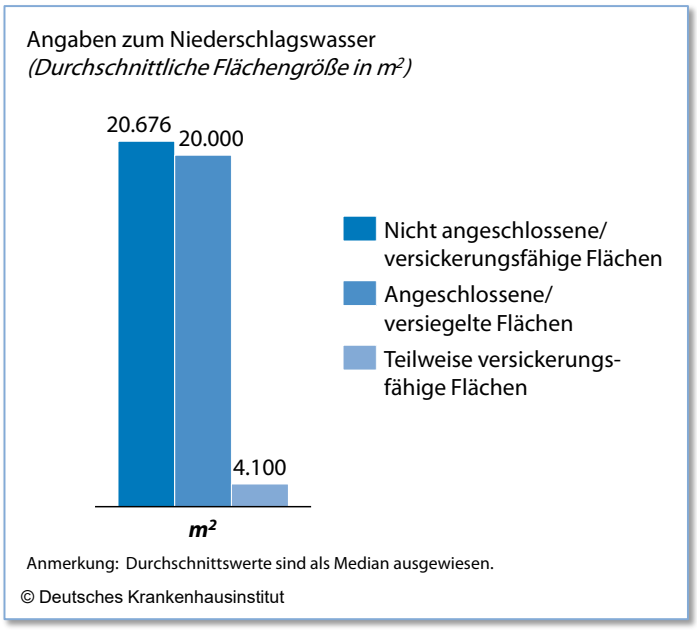


Abb. 48: Niederschlagswasser

4.6.4 Umsetzungstand der Maßnahmen zur Regulierung der Frischwasser-zuleitung

Zur Regulierung der Frischwasserzuleitung gibt es eine Reihe gängiger Systeme. Zu deren Nutzung sollten sich die Befragungsteilnehmer äußern.

Bei einem relevanten Anteil der Krankenhäuser kamen vor allem Perlatoren (Spar-Strahlregler) an Wasserhähnen (64 %) und Spül-Stopp-Automatik an Toilettenspülungen (57%) als krankenhausweiter Standard zum Einsatz. Bei einem ähnlich großen Anteil der Krankenhäuser wurden diese Systeme zur Versorgung auf einzelnen Stationen verwendet, und nur in wenigen Krankenhäusern waren sie nicht im Einsatz (Abb. 49). Bei über der Hälfte der Krankenhäuser (52 %) wurden Thermostat-Armaturen auf einzelnen Stationen eingesetzt, über ein Drittel (38 %) der Häuser verwandten diese krankenhausweit.

Dusch- und Waschtisch-Spararmaturen, durchflussbegrenzende oder selbstschließende Armaturen und Flussregulatoren waren weniger weit verbreitet und kamen bei den meisten Häusern nicht als krankenhausweiter Standard, sondern vorwiegend auf einzelnen Stationen zum Einsatz. Wasserlose Urinale kamen (aufgrund der hygienischen Anforderungen) kaum zum Einsatz (Abb. 49).

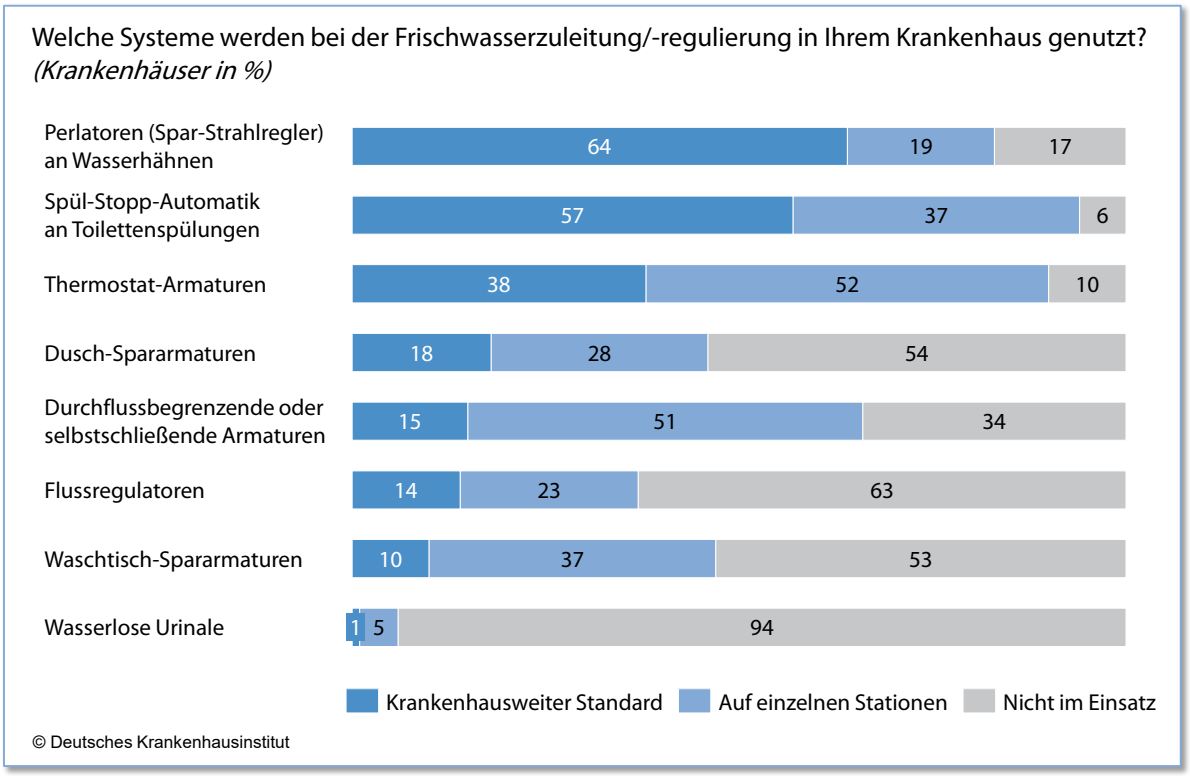


Abb. 49: Systeme zur Frischwasserzuleitung/-regulierung

4.6.5 Abwasser

„Im Oberflächenwasser und im Trinkwasser finden sich – allerdings in sehr geringen Mengen – Arzneimittelrückstände. Neben den wichtigen Eintragsquellen aus der Landwirtschaft und den Haushalten, sind auch Pflegeeinrichtungen und die Krankenhäuser zu nennen“ (EnergieAgentur.NRW 2021a).

Die Abwasserbeseitigung in Krankenhäusern ist eine komplexe Aufgabe und aktuell besteht keine rechtliche Verpflichtung zur Vorbehandlung des Abwassers durch Krankenhäuser (DWA 2019).

> „Mit Kläranlagen in Versuchsanordnung und in kleintechnischem Maßstab wurden erste Versuche gemacht, die Arzneimittel am Ort der Entstehung, also direkt am Krankenhaus, aus dem Abwasser zu entfernen. Die Ergebnisse dieser Forschungsvorhaben zeigten, dass dies technisch machbar, aber mit hohen Kosten verbunden ist. Dagegen ist in den meisten Fällen die Eliminierung der Arzneimittelrückstände durch eine vierte Klärstufe in den kommunalen Kläranlagen effektiver, da hier auch Arzneimittelrückstände, die aus anderen Quellen kommen, eliminiert werden können und dies insgesamt kostengünstiger ist“ (Tippkötter und Wallschlag 2009).

Entsprechend dieser Pilotprojekte wurde nur an sehr wenigen Standorten eine dezentrale Abwasser[vor]behandlung vorgenommen (4 %) oder aktuell geplant (4 %) (Abb. 50). Dennoch hatten bereits rund die Hälfte der Krankenhäuser niederschwellige Maßnahmen zur Reduzierung der Abwasserbelastung eingesetzt, 44 % nutzten biologisch abbaubares Reinigungsmittel und 46 % hatten chlorhaltiges Maschinengeschirrspülmittel gegen chlorfreies Mittel ausgetauscht (Abb. 50).

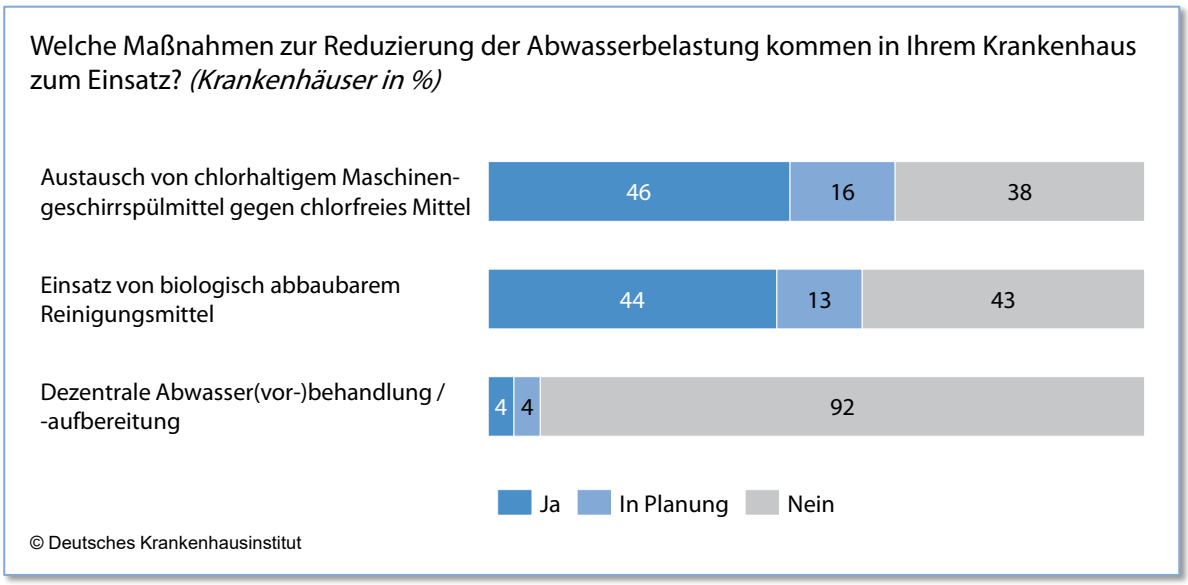


Abb. 50: Maßnahmen zur Reduzierung der Abwasserbelastung

4.7 Kälte

Kälteversorgung wird in Krankenhäusern insbesondere in Operationssälen, auf Intensivstationen, in Küchen sowie zunehmend auch in Patientenzimmern und Verwaltungsgebäuden benötigt. Zusätzlich machen medizinisch-technische Geräte sowie Beleuchtungs- und Rechneranlagen, die Abwärme erzeugen, eine Kühlung erforderlich (EnergieAgentur.NRW 2021e; Stiftung viamedica 2009; EnergieAgentur.NRW 2009). Im Bereich der Kälteversorgung wird zudem ein beträchtlicher Kälteanteil für die Konditionierung der Zuluft von raumlufttechnischen Anlagen benötigt (Tippkötter und Wallschlag 2009). Insgesamt wird nachts und am Wochenende lediglich eine Grundlast an Kälteversorgung benötigt, während unter der Woche am Tag die 3- bis 4-fache Last anfällt (Hagemeier et al. 2017).

Der Anteil der Kälteversorgung am Stromverbrauch des Krankenhauses wird in der Literatur auf 14 % geschätzt, was 5,8 % des Primärenergiebedarfs entspricht (Stiftung viamedica 2009). Zur Kälteversorgung stehen verschiedene technische Anlagen zur Verfügung, darunter vor allem Kompressionskältemaschinen, Absorptions- und Adsorptionskältemaschinen. Die beiden letztgenannten gehören zu den Sorptionskältemaschinen. Der wesentliche Unterschied zwischen Kompressionskältemaschinen und Sorptionskältemaschinen liegt darin,

dass Kompressionskältemaschinen einen hohen elektrischen Energiebedarf haben, Sorptionskältemaschinen hingegen werden durch die Zufuhr von Wärme angetrieben. In Bereichen, wo Abwärme (z. B. durch Kraft-Wärme-Kopplung/Blockheizkraftwerke) oder kostengünstig gewonnene Wärme (z. B. Solarenergie) zur Verfügung steht, sind Sorptionskältemaschinen daher besonders effektiv (EnergieAgentur.NRW 2021e; Stiftung viamedica 2009; EnergieAgentur.NRW 2009).

4.7.1 Kennzahlen zu Kälteerzeugern

Die Krankenhäuser wurden nach der Art der Kältemaschine, der verbundenen Leistung sowie dem Alter gefragt. Unter den Krankenhäusern, die Angaben zu Kältemaschinen gemacht haben, war die elektrisch betriebene Kompressionskältemaschine mit 90 % am häufigsten im Einsatz. In 10 % der Krankenhäuser kamen Absorptionskältemaschinen zum Einsatz. Zu Adsorptionskältemaschine haben die befragten Krankenhäuser keine Rückmeldung gegeben (vgl. Abb. 51).

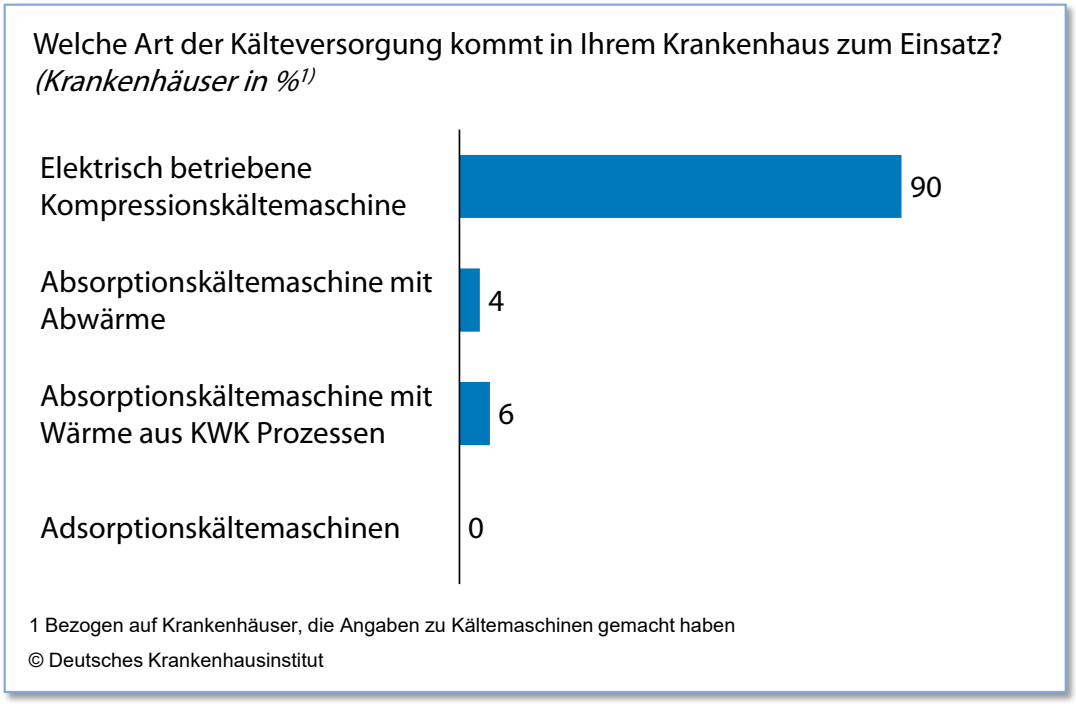


Abb. 51: Häufigkeiten der Art der Kälteversorgung

Da die elektrisch betriebene Kompressionskältemaschine die mit deutlichem Abstand häufigste technische Anlage der Kälteversorgung ist, werden aus statistischen Gründen Verbrauchskennzahlen nur für diese Anlage dargestellt (Abb. 52). Die installierte Erzeugerleistung lag im Mittel (Median) bei 550 kW. Mit dem Betrieb der Kältemaschine war ein Stromverbrauch von 266.585 kWh verbunden. Das Durchschnittsalter der elektrisch betriebenen Kompressionskältemaschine lag bei 18 Jahren.

Verbrauchskennzahlen von elektrisch betriebenen Kompressionskältemaschinen im Durchschnitt 2019

Installierte Erzeugerleistung Kälte (kW)	550
Tatsächlicher Kältebedarf (kWh)	513.350
Energieverbrauch Strom (kWh)	266.585
Durchschnittliches Alter	18 Jahre

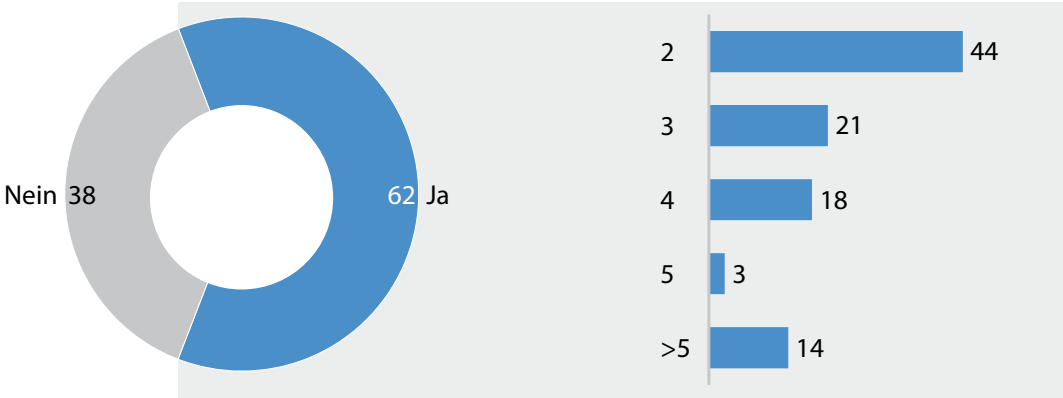
Anmerkung: Durchschnittswerte sind als Median ausgewiesen.

© Deutsches Krankenhausinstitut

Abb. 52: Verbrauchskennzahlen von elektrisch betriebenen Kompressionskältemaschinen

Mehrere Kältemaschinen können im Verbund die individuellen Auslastungen der Kältemaschinen sowie die Versorgung der technischen Anlagen, die Kälte benötigen, optimieren. Daher wurden die Krankenhäuser nach dem Vorliegen eines Kälteverbunds gefragt. 62 % der Krankenhäuser haben zum Befragungszeitpunkt Kältemaschinen im Verbund betrieben, am häufigsten mit zwei Kältemaschinen (44 %). Ein nennenswerter Anteil von 14 % betrieb mehr als 5 Kältemaschinen in einem Verbund, wie Abb. 53 darlegt.

Werden mehrere Kältemaschinen im Kälteverbund betrieben?
(Krankenhäuser in %)



© Deutsches Krankenhausinstitut

Abb. 53: Kältemaschinen im Kälteverbund

4.7.2 Kennwerte zu Klimaanlagen

Klimaanlagen gehören zum Bereich der raumlufttechnischen Anlagen, die neben der Temperatur auch relative Luftfeuchte, Druckverhältnis, Zuluft-Menge und Luftaustausch regeln. Im Krankenhaus kommen sie insbesondere in Operationssälen, Intensivstationen, Kreißsälen oder Säuglingsstationen zum Einsatz. Hygiene ist im Kontext von raumlufttechnischen Anlagen ein zentrales Thema, da neben Keimarmut auch ein niedriger Gehalt an Mikroorganismen, Staub, Narkosegasen und Geruchsstoffen gewährleistet werden muss (Tippkötter und Wallschlag 2009). Durch den hohen Bedarf an raumlufttechnischen Anlagen im Krankenhaus werden in diesem Bereich umfangreiche Optimierungsmaßnahmen gesehen. Im Fragebogen wurde das Thema mit Fragen zur Art und Ausprägung von Klimaanlagen gewürdigt.

Bei über der Hälfte (51 %) der befragten Krankenhäuser kam zum Betrieb der Klimaanlage sowohl ein wasser- als auch ein luftgekühltes System zum Einsatz. Mit 30 % kam bei knapp einem Drittel ein wassergekühltes System zum Einsatz. 19 % nutzten ein luftgekühltes System (vgl. Abb. 54).

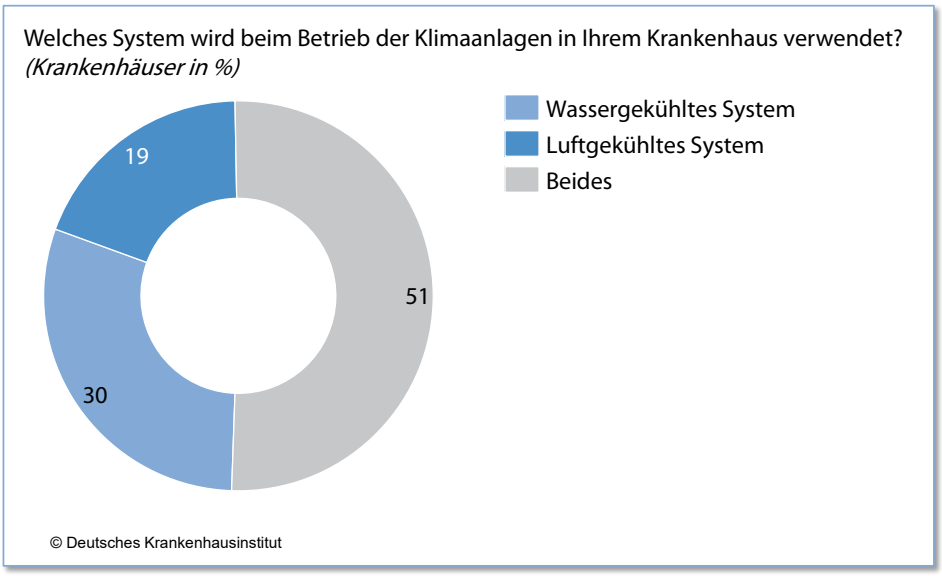


Abb. 54: Systeme zum Betrieb von Klimaanlagen

Die befragten Einrichtungen gaben an, dass die eingesetzten Klimaanlagen im Mittel (Median) einen Stromverbrauch von 385.000 kWh aufwiesen. Damit verbunden waren durchschnittliche Stromkosten von 117.094 Euro pro Jahr (Median). Im Schnitt kamen diese technischen Anlagen auf ein Alter von 18 Jahren (vgl. Abb. 55).

Kennwerte zur Klimaanlage
im Durchschnitt 2019

Stromverbrauch (kWh)	*385.000*
Stromkosten (Euro)	*117.094*
Durchschnittliches Alter	*18 Jahre*

Anmerkung: Durchschnittswerte sind als Median ausgewiesen.

© Deutsches Krankenhausinstitut

Abb. 55: Kennwerte zur Klimaanlage

Am häufigsten kamen Klimaanlagen in Diagnostikbereichen (90 %) sowie zur Klimatisierung von OP-Sälen (89 %) zum Einsatz, wie Abb. 56 verdeutlicht. Neben den beiden genannten Bereichen war die Klimatisierung von Notaufnahmen ebenfalls häufiger verbreitet (63 %). Weitere Bereiche waren Patientenzimmer (38 %), administrative Bereiche (34 %) sowie sonstige Bereiche (43 %) (z. B. Cafeteria).

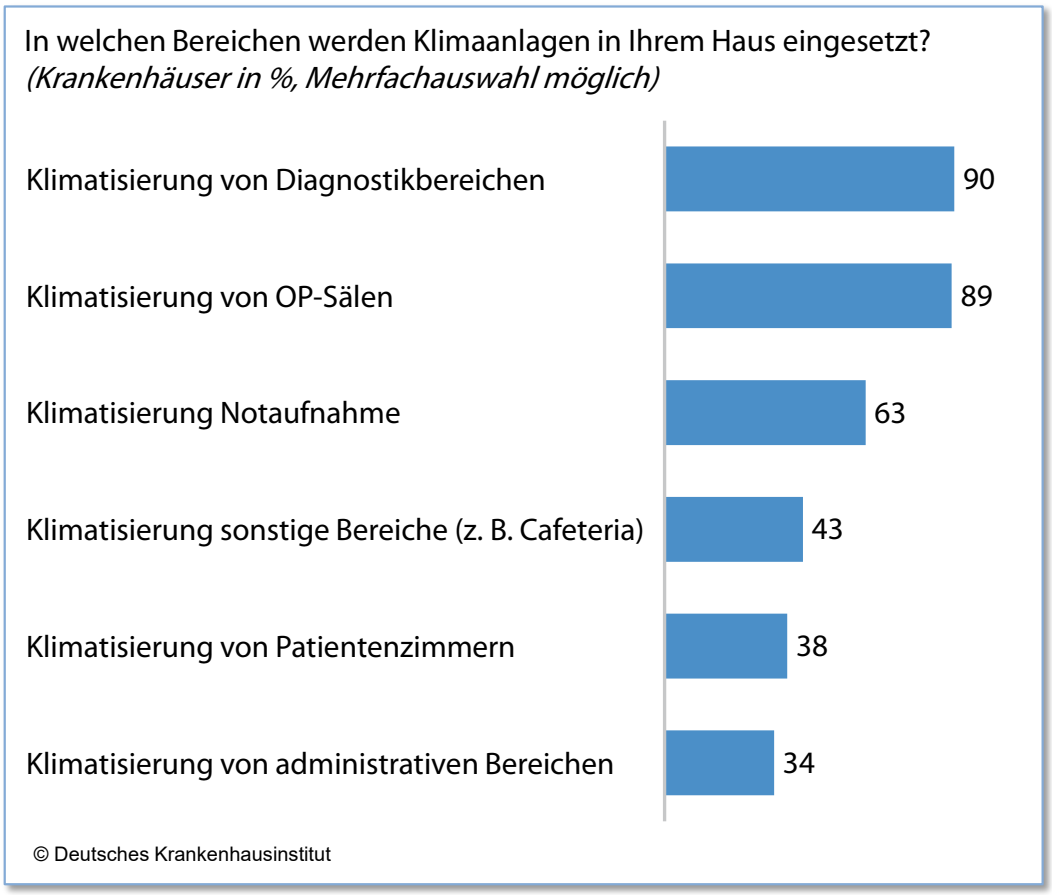


Abb. 56: Einsatzbereiche von Klimaanlagen

4.7.3 Umsetzungsstand der Maßnahmen zur Optimierung der Kälteversorgung

Maßnahmen zur Optimierung der Kälteversorgung können sich einerseits auf die Kältemaschinen (Art, Leistung, Betrieb und Auslastung) selbst beziehen, andererseits auf die genutzte Primärenergie. Darüber hinaus bestehen Einsparpotenziale beim Betrieb des Kältenetzes und in der Nutzung bzw. der Abnahmemenge durch den Endverbraucher (Tippkötter und Wallschlag 2009). Außerdem besteht die Möglichkeit, auf alternative Kältequellen zurückzugreifen. Dazu zählen z. B. freie Kühlung über die Außenluft oder adiabate Kühlung. Bei der freien Kühlung über die Außenluft wird die zumeist ausreichend kühle Außenluft entweder direkt oder über einen Wärmeübertrager zur Kühlung genutzt. Dieses Verfahren kam 2019 bei 81 % der Krankenhäuser zum Einsatz. Bei der adiabaten Kühlung wurde Verdunstungskälte zur Raumkühlung genutzt, was bei 44 % der befragten Einrichtungen bereits im Einsatz war, wie Abb. 57 verdeutlicht.

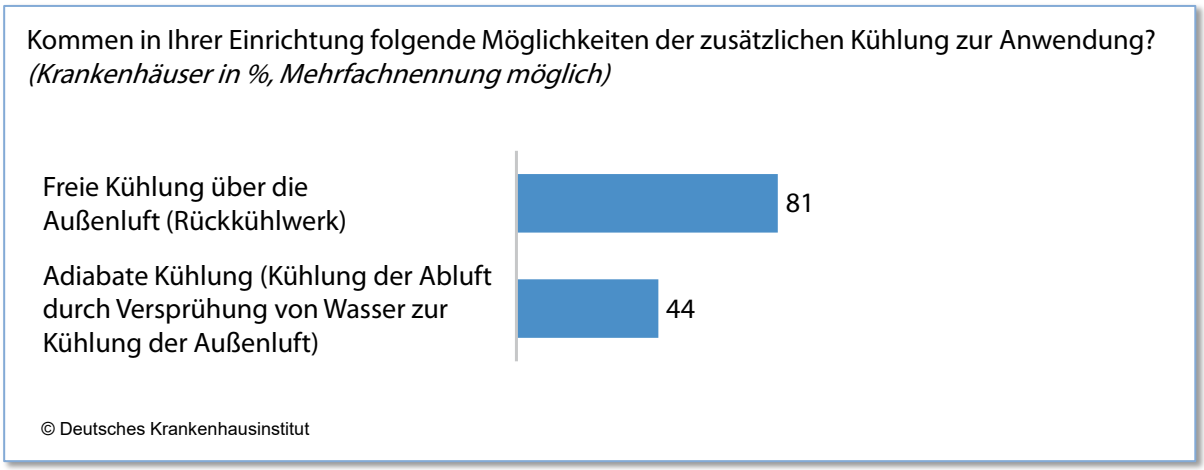


Abb. 57: Möglichkeiten der zusätzlichen Kühlung

81 % nutzten zur Optimierung der Kälteversorgung die zentrale Steuerung zur automatischen Steuerung und Regelung der Betriebsparameter von Kältemaschinen und Kälteversorgung. Fast die Hälfte der befragten Einrichtungen nutzte 2019 die Optimierung über Luftkonditionierung der raumlufttechnischen Anlagen (50 %). Wärmerückgewinnungsanlagen waren nur bei jedem vierten Krankenhaus im Einsatz (26 %). Eisspeicher zur Kältespeicherung können genutzt werden, um Lastspitzen in der Kälteversorgung abzufangen. Dabei kann über die nächtliche Ladung des Eisspeichers die Versorgung mit Kälte tagsüber gewährleistet werden. Dieses Verfahren ist jedoch kaum verbreitet, wie Abb. 58 verdeutlicht.

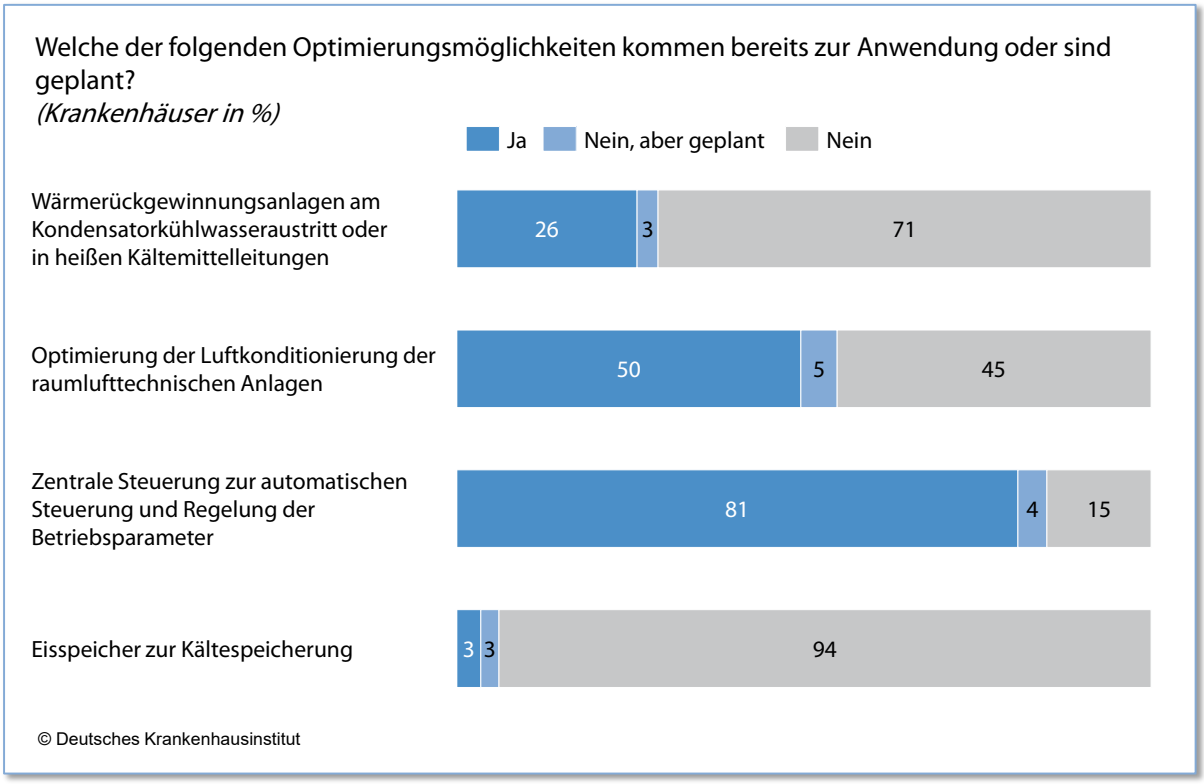


Abb. 58: Optimierungsmöglichkeiten Kälteversorgung

4.8 Abfallmanagement

Aufgrund der hohen Hygienestandards in Krankenhäusern entfällt jährlich eine große Menge Abfall auf deutsche Krankenhäuser, beispielweise durch den Durchlauf von Einwegprodukten (Debatin et al. 2011).

> „Abfälle sind wertvolle Rohstoffe, die effektiv genutzt werden können, um natürliche Ressourcen zu schonen. Zu diesem Zweck und zum Schutz von Mensch und Umwelt spielt die Kreislaufwirtschaft in den abfallpolitischen Zielen der Bundesregierung eine zentrale Rolle“ (Dickhoff et al. 2021).

In Abhängigkeit von den medizinischen Disziplinen und Spezialisierungen der Krankenhäuser fallen sehr spezifische Abfälle an. In Gesundheitseinrichtungen besteht der Abfall aus hausmüllähnlichen Inhalten und zahlreichen anderen Stoffen, Materialien und Gegenständen. Er enthält unproblematische Anteile wie einfache Servietten, Papier oder Glasflaschen, aber auch Desinfektionsmittelbehälter, Kanülen, Medikamentenreste oder veraltete Medizingeräte, die einer besonderen Entsorgung bedürfen (Dickhoff et al. 2021). Darüber hinaus können Krankenhausabfälle Spuren von Blut, Sekreten und Exkreten sowie spitze und scharfe Gegenstände enthalten. Auch ethisch bedenkliche Abfälle (wie z. B. Körper-, Organ- oder Gewebeabfall) müssen mit angemessener Sorgfalt entsorgt werden (Unfallkassen und Berufsgenossenschaften (UK BG) 2020). Entsprechend hoch sind die Ansprüche an die Entsorgung und Aufbereitung der klinischen Abfälle.

> „Die Entsorgung ist eine verantwortungsvolle logistische Aufgabe, die hygienischen, infektions- und datentechnischen sowie ökologischen Anforderungen genügen muss“ (Dickhoff et al. 2021), um Umwelt und Gesundheit nicht zu gefährden (Health Care Without Harm (hcwh) 2021).

Deshalb wird das Abfallmanagement in Krankenhäusern immer bedeutender, um gemäß dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) die Schonung natürlicher Ressourcen und die umweltverträgliche Entsorgung von Abfall sicherzustellen. Wie bereits eingangs in Kapitel 2.3 beschrieben, dient das KrWG der Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung natürlicher Ressourcen (Umweltbundesamt 2020b).

4.8.1 Abfallaufkommen

Zur aktuellen Bestandsaufnahme des Abfallmanagements in den teilnehmenden Häusern wurde in der Krankenhausbefragung zunächst die Gesamtmenge des Abfallaufkommens des Krankenhauses abgefragt und differenziert nach der Menge der gängigen Abfallkategorien gefragt. Die Kategorien entsprechen dem Expertenkonsens der in der Studie durchgeführten

Expertenworkshops zum Thema Abfallmanagement im Krankenhaus und unterteilen sich in elf Kategorien: 1. Nicht infektiöser medizinischer Patientenabfall, 2. Infektiöser Abfall, 3. Gemischter Siedlungsabfall, 4. Papier/Pappe/Kartonage, 5. Kunststoffverpackung, 6. Glas, 7. Batterien und Akkus, 8. Arzneimittel, 9. Küchen- sowie Kantinenabfälle, 10. Sonstige Wertstoffe (z. B. Metalle etc.) und 11. Sonstige Abfälle.

Die Krankenhäuser wurden gebeten, die Abfallmenge insgesamt und pro Abfallkategorie in Tonnen für das Jahr 2019 anzugeben. Das Abfallaufkommen pro Krankenhaus lag für das Jahr 2019 bei 420,19 Tonnen (Median) (Abb. 59). Zusätzlich wurden die Angaben zur gesamten Abfallmenge und den drei größten Abfallkategorien in Kilogramm umgerechnet und auf die Anzahl der Betten standardisiert, um unabhängig von der Krankenhausgröße das Abfallaufkommen vergleichen zu können (Abb. 60).

Im Mittel (Median) fielen 2019 etwa 1.430 Kilogramm Abfall pro Krankenhausbett an. Das Abfallaufkommen im Krankenhaus war damit fast drei Mal so hoch wie das jährliche Abfallaufkommen einer Person (457 kg) im privaten Haushalt (Statistisches Bundesamt 2019).

Dabei ergaben sich für 2019 die höchsten Abfallwerte pro Krankenhausbett mit 670 Kilogramm für die nicht infektiösen medizinischen Patientenabfälle, mit 350 Kilogramm für den gemischten Siedlungsabfall und mit 230 Kilogramm für Küchen- sowie Kantinenabfälle (Abb. 60).

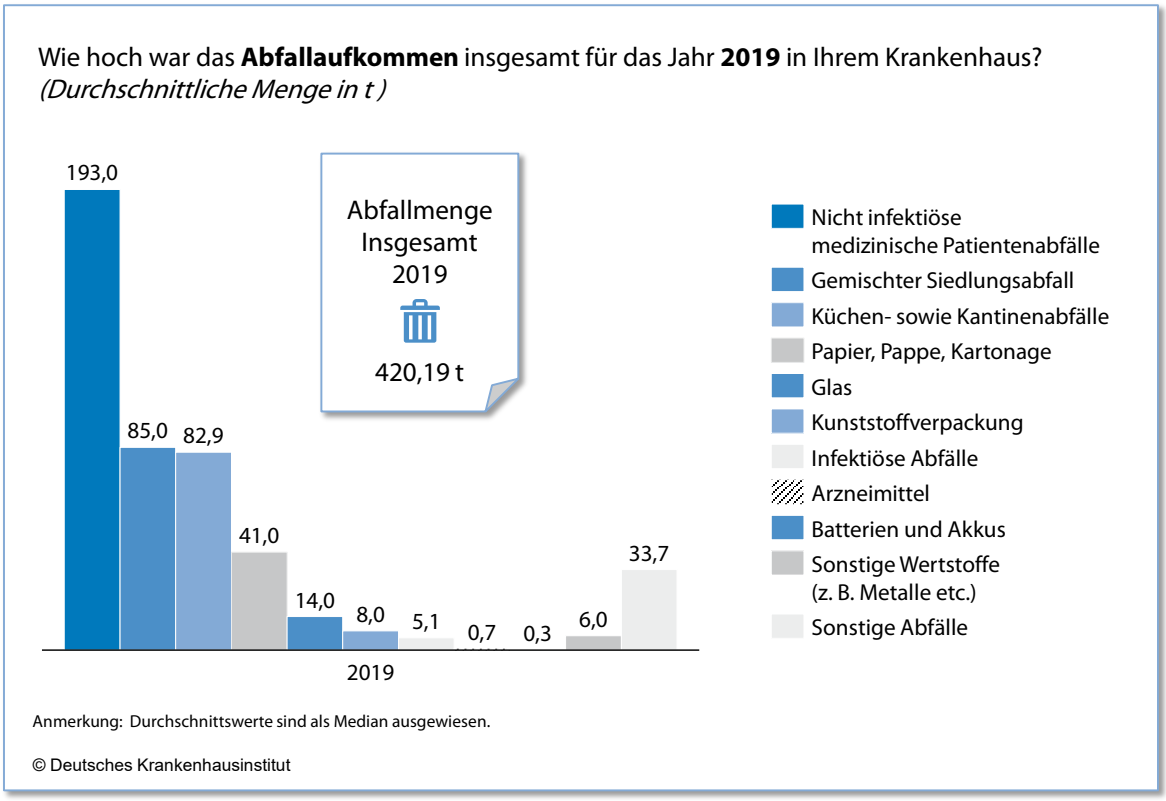


Abb. 59: Abfallaufkommen der Krankenhäuser im Durchschnitt pro Krankenhaus für das 2019

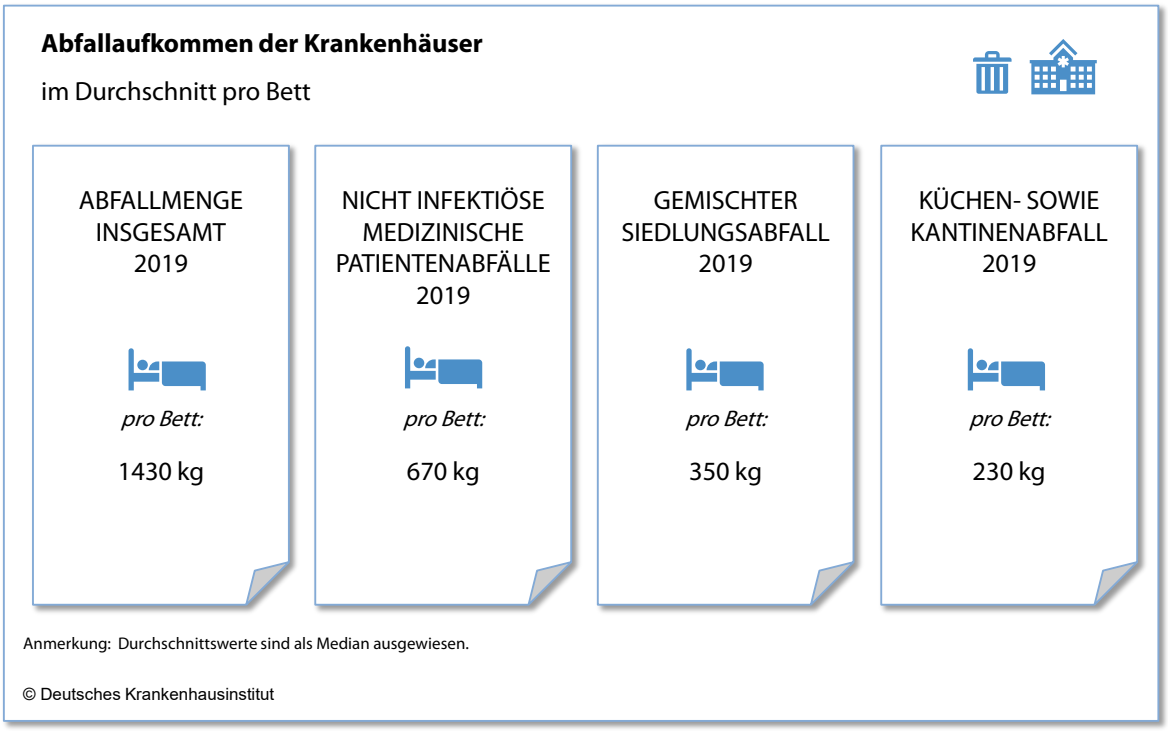


Abb. 60: Abfallaufkommen der Krankenhäuser im Durchschnitt pro Bett für 2019

Gefragt nach der Entwicklung des Abfallaufkommens im Vergleich zum Vorjahr, gab knapp die Hälfte der Krankenhäuser an, dass sich die Abfallmenge in ihrem Haus von 2018 bis 2019 nicht verändert hat. 17 % der Häuser hatten 2019 weniger und 34 % der Krankenhäuser mehr Abfall als im Vorjahr. Bei jeweils 35 % der Häuser lag der Grund für eine veränderte Abfallmenge in einem erhöhten Patienten/-Versorgungsaufkommen bzw. in einem verbesserten/veränderten Abfallmanagement. 27 % der befragten Krankenhäuser führten diese auf Änderungen in den gesetzlichen Vorgaben zurück, wie die im Kapitel 2.3 erwähnte Novellierung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (Abb. 61).

Die Ökobilanzierung ist eine Methode, um umweltrelevante Vorgänge in Unternehmen zu erfassen und zu bewerten. Ursprünglich wurde sie vor allem zur Bewertung von Produkten entwickelt. Krankenhäuser können über eine genormte Ökobilanzierung ein entsprechendes „Umwelt-Zertifikat“ erlangen. Eine vollständige Ökobilanz nach der Norm ISO 14040 umfasst die Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen, die Sachbilanz, die Wirkungsabschätzung und Auswertung (VDI Zentrum Ressourceneffizienz 2022). Eine detaillierte Analyse der Abfall- und Stoffströme im Krankenhaus sowie deren Umweltbelastung und ökologischer Nutzen sind die Basis für das Zertifikat.

Gefragt nach dem Ökozertifikat DIN EN ISO 14040 zur klimafreundlichen Abfallentsorgung, gaben nur zwei Krankenhäuser an, diese Zertifizierung durchgeführt zu haben (Daten nicht abgebildet).

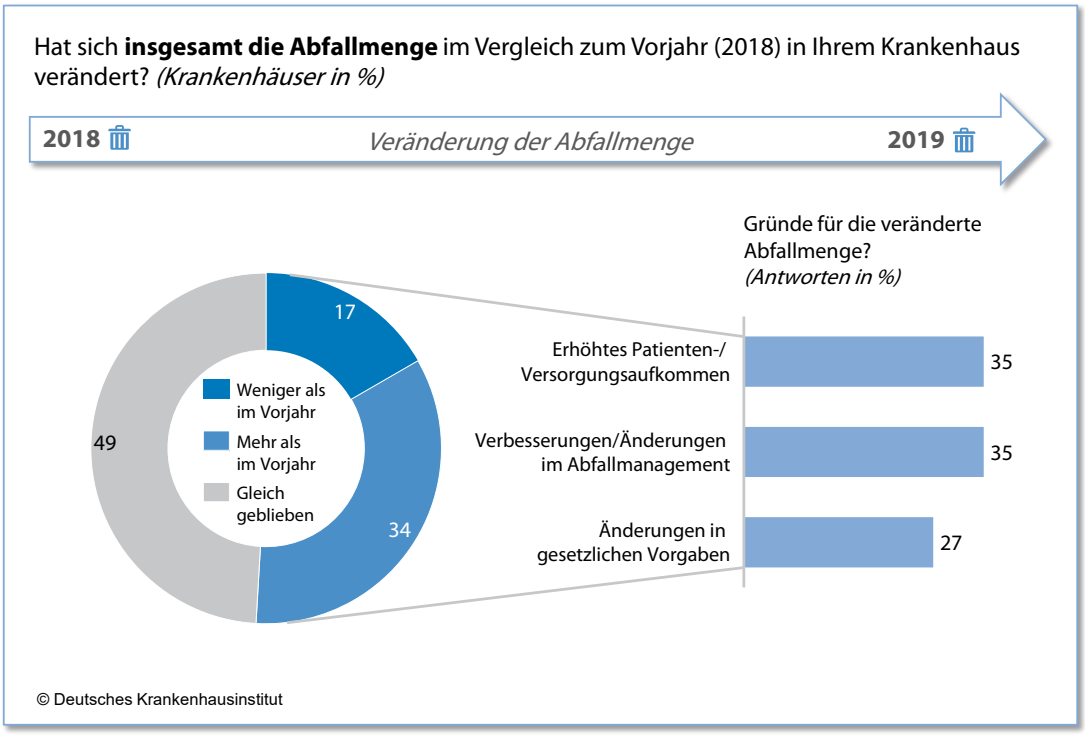


Abb. 61: Veränderung der Abfallmenge

4.8.2 Kantinen- sowie Küchenabfälle

Die anfallenden Abfälle einer hauseigenen Küche tragen maßgeblich zum Abfallaufkommen der Krankenhäuser bei. Dabei zeigte sich in der Krankenhausbefragung, dass 2019 insgesamt 230 Kilogramm Kantinen- sowie Küchenabfälle pro Krankenhausbett anfielen (vgl. Kapitel 4.8.1). In diesem Zusammenhang stellte sich heraus, dass insgesamt 76 % der Häuser eine hauseigene Küche betreiben. Für das Jahr 2019 gaben die Krankenhäuser durchschnittlich 137.716 Beköstigungstage an (Abb. 62).

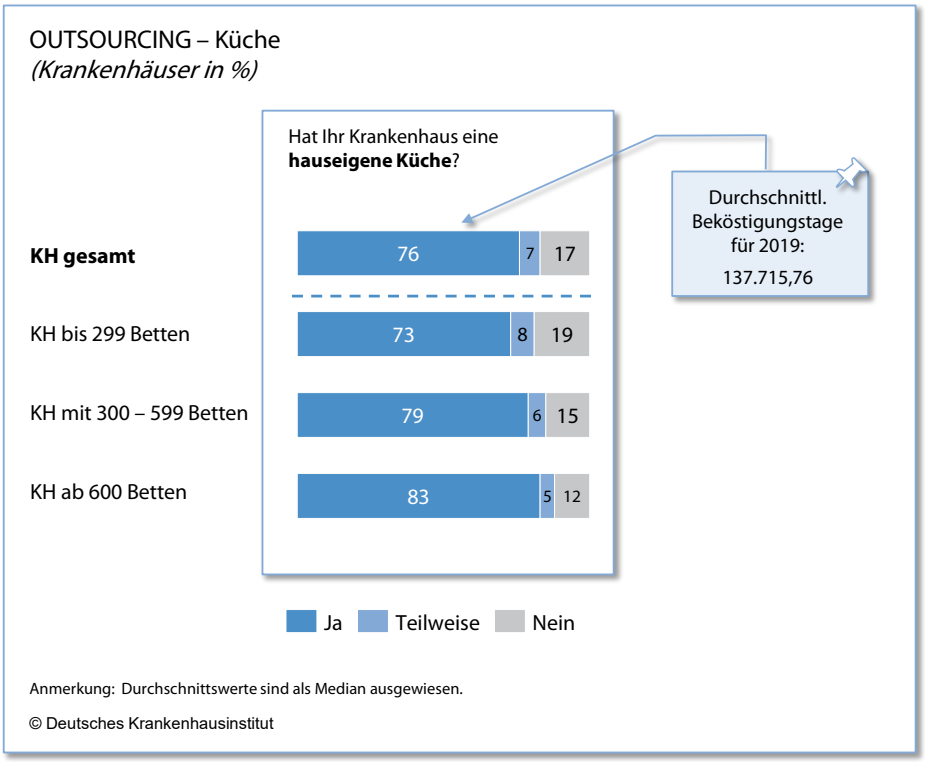


Abb. 62: Outsourcing – Küche und Beköstigungstage[16]

Um einen Eindruck zur Abfallentstehung im Küchen- sowie Kantinenbereich zu erhalten, wurden die Krankenhäuser gefragt, inwieweit die unterschiedlichen Aspekte bei der Speiseversorgung für das Aufkommen der Lebensmittelabfälle in ihrem Haus verantwortlich sind.

Die Befragung ergab, dass Lebensmittelabfälle in der Speiseversorgung durch unterschiedliche Ursachen bedingt sind. Bei 40 % der Krankenhäuser waren die anfallenden Speisereste pro Gericht hauptsächlich verantwortlich. Darüber hinaus waren zum Teil Gründe wie die fehlende Möglichkeit zur kurzfristigen Anpassung der Speiseplanung (51 %) und Tellerrückläufer von nicht genutzten Gerichten (65 %) für anfallende Lebensmittelabfälle verantwortlich (Abb. 63).

[16] Unter einem Beköstigungstag (oder auch Vollbeköstigung) versteht man die Summe der angebotenen Mahlzeiten eines Tages als 1 Frühstück, 1 Mittagessen und 1 Abendessen sowie ggf. die Zwischenmahlzeiten.

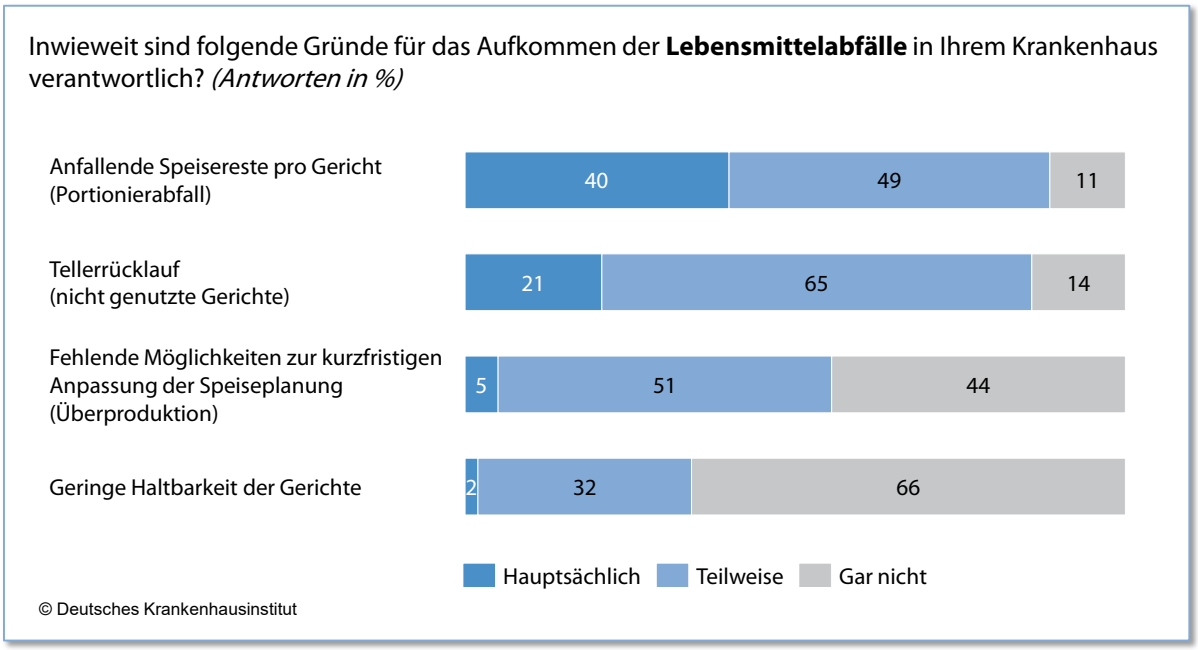


Abb. 63: Gründe für Lebensmittelabfälle

Nicht nur das Abfallaufkommen der Küchen- und Kantinenabfälle ist durch Lebensmittelabfälle bedingt. Der sogenannte Siedlungsabfall beinhaltet ebenfalls anteilig Lebensmittelabfälle. Ein wesentlicher Prozess, der bei der Betrachtung der Lebensmittelabfälle berücksichtigt werden muss, ist die Art der Speiseversorgung. Dabei gibt es drei grundlegende Prinzipien, auf denen die Speiseversorgung im Klinikbetrieb basieren kann: 1. Die konventionelle Küche, 2. Entkoppelte Küche und 3. Systemküche.

Im Rahmen des großen Anteils der befragten Krankenhäuser, die eine hauseigene Küche betrieben (76 %), wurde von der Mehrheit der Häuser angegeben (68 %), dass die Speiseversorgung auf der Basis einer konventionellen Küche („Cook & Serve“, Kochen und Servieren) durchgeführt wird. Dabei wurden die Speisen klinikintern nach dem Kochen direkt serviert. Die entkoppelte Küche („Cook & Chill/Freeze“, Kochen und Kühlen/Einfrieren), bei der die Speisen ebenfalls klinikintern in der hauseigenen Küche zu- bzw. vorbereitet wurden, war bei 23 % der Häuser standardmäßig und bei 16 % teilweise umgesetzt. Die Systemküche („Cook & Chill/Freeze“, Kochen und Kühlen/Einfrieren durch externe Zulieferer) kam in 22 % der Häuser standardmäßig zum Einsatz (Abb. 64).

Grundlegend ist die Wahl zur Art der Speiseversorgung von vielen anderen Faktoren, wie Überlegungen zur Qualität und regionalen Möglichkeiten abhängig, jedoch haben die beiden Alternativen zur konventionellen Küche hinsichtlich der Reduzierung von Lebensmittelabfällen einen Vorteil in der Zu- bzw. Vorbereitungsart der Speisen. Diese werden über Kühlungs- oder Gefriermöglichkeiten länger haltbar gemacht und können einfacher nach Bedarf portioniert werden. Der Unterschied zwischen den beiden Alternativen liegt ausschließlich darin, dass

dieser Vorgang bei der entkoppelten Küche klinikintern durchgeführt wird, während dies bei der Systemküche von externen Zulieferern übernommen wird.

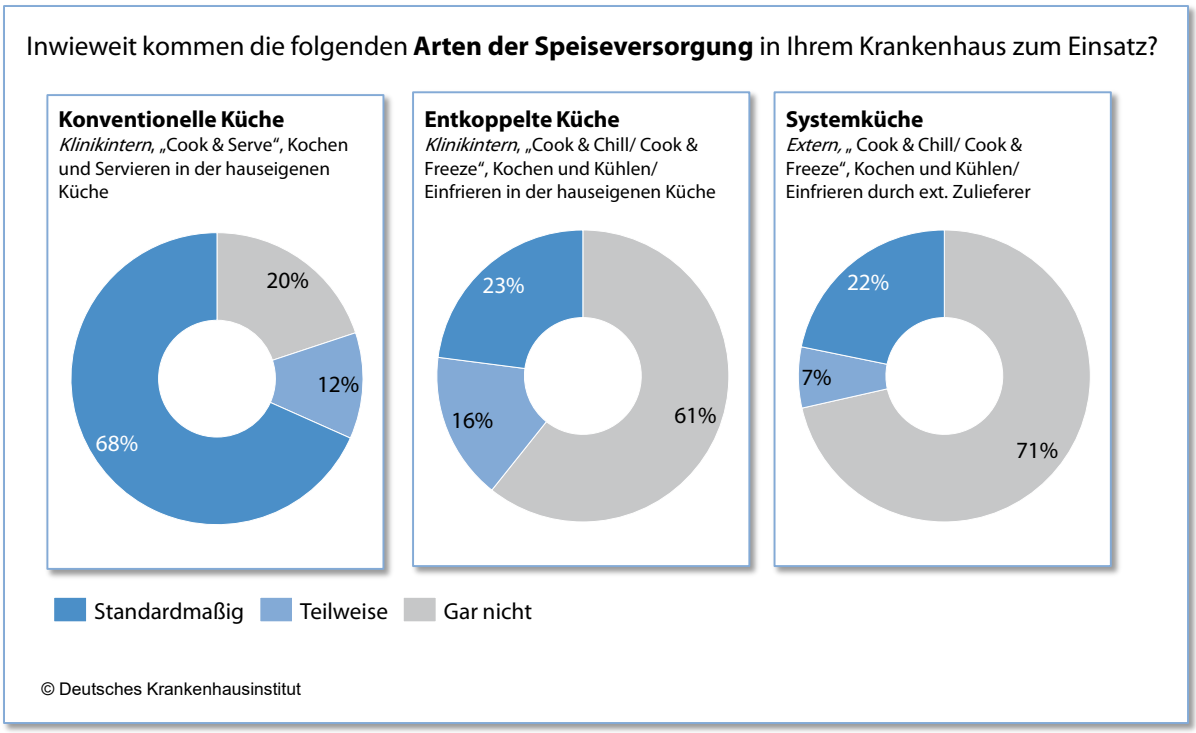


Abb. 64: Arten von Speiseversorgung

4.8.3 Abfallreduktion/-vermeidung

Insgesamt waren Konzepte in der Speiseplanung, die eine Vermeidung bzw. Reduzierung von Lebensmittelabfällen unterstützen, bei den befragten Krankenhäusern zum Befragungszeitpunkt nicht weit verbreitet.

Konzepte zur Weiterverwendung von nicht mehr notwendigen, aber bereits vorbestellten/produzierten Speisen (z. B. alternativer Einsatz der Gerichte bei vorzeitiger Entlassung von Patient*innen) wurden von 36 % der Krankenhäuser durchgeführt. 19 % hatten sich zum Befragungszeitpunkt in der Planung eines solchen Konzepts befunden. Ein großer Anteil der Häuser (45 %) hatte in dieser Hinsicht keine Konzepte etabliert (Abb. 65).

Eine Umstellung des Produktionssystems auf Menüs mit längerer Haltbarkeit und Portionierbarkeit (z. B. tiefgekühlte Produkte „Cook & Freeze" oder vorbereitete und gekühlte Produkte „Cook & Chill") wurde in 32 % der Krankenhäuser durchgeführt. 52 % der Häuser nutzten diese Methode zur Speiseversorgung nicht (Abb. 65).

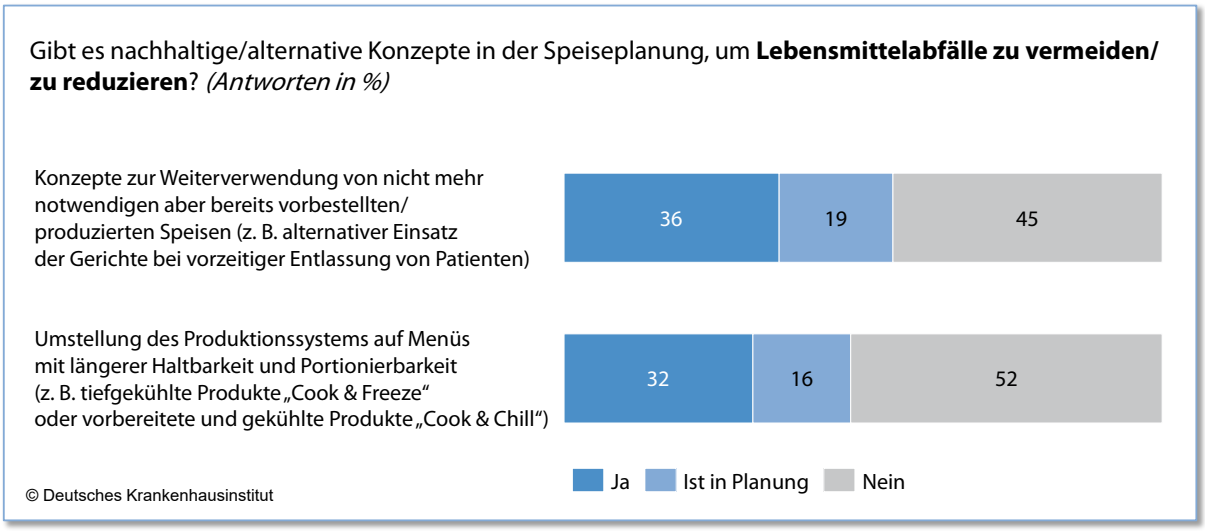


Abb. 65: Konzepte in der Speiseplanung zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen

Die Abfallvermeidung bildet einen wichtigen Aspekt des Abfallmanagements. Die große Mehrheit der Krankenhäuser (74 %) hatte beim Einkauf von Produkten auf die Reduzierung des Verpackungsmülls geachtet. Hierfür wurden z. B. Großgebinde statt Klein- und Kleinstverpackungen eingekauft. Die Reduzierung des Verpackungsmülls im Einkauf betrifft gleichermaßen die Patientenversorgung, den administrativen und hauswirtschaftlichen Bereich. Herauszustellen ist, dass dies mit 84 % am häufigsten für den Bereich der Patientenversorgung zutraf (Abb. 66).

Produkte aus Recyclingmaterial (z. B. Ökopapier) setzten insgesamt 60 % der Häuser ein. In 86 % dieser Krankenhäuser wurden die Produkte aus Recyclingmaterial vorrangig im administrativen Bereich verwendet, aber auch zur Patientenversorgung und im hauswirtschaftlichen Bereich kamen sie in zwei Drittel der Krankenhäuser zum Einsatz (Abb. 66).

Sofern medizinisch und hygienisch vertretbar, wurden in über der Hälfte der Krankenhäuser (54 %) Mehrwegprodukte anstatt Einwegprodukte verwendet, wie z. B. Pipettenspitzen mit Refill-System, Mehrwegkaffeebecher etc. Der größte Anwendungsbereich war der hauswirtschaftliche Einsatz (83 %), gefolgt von der Patientenversorgung (71 %) und dem administrativen Bereich (64 %) (Abb. 66).

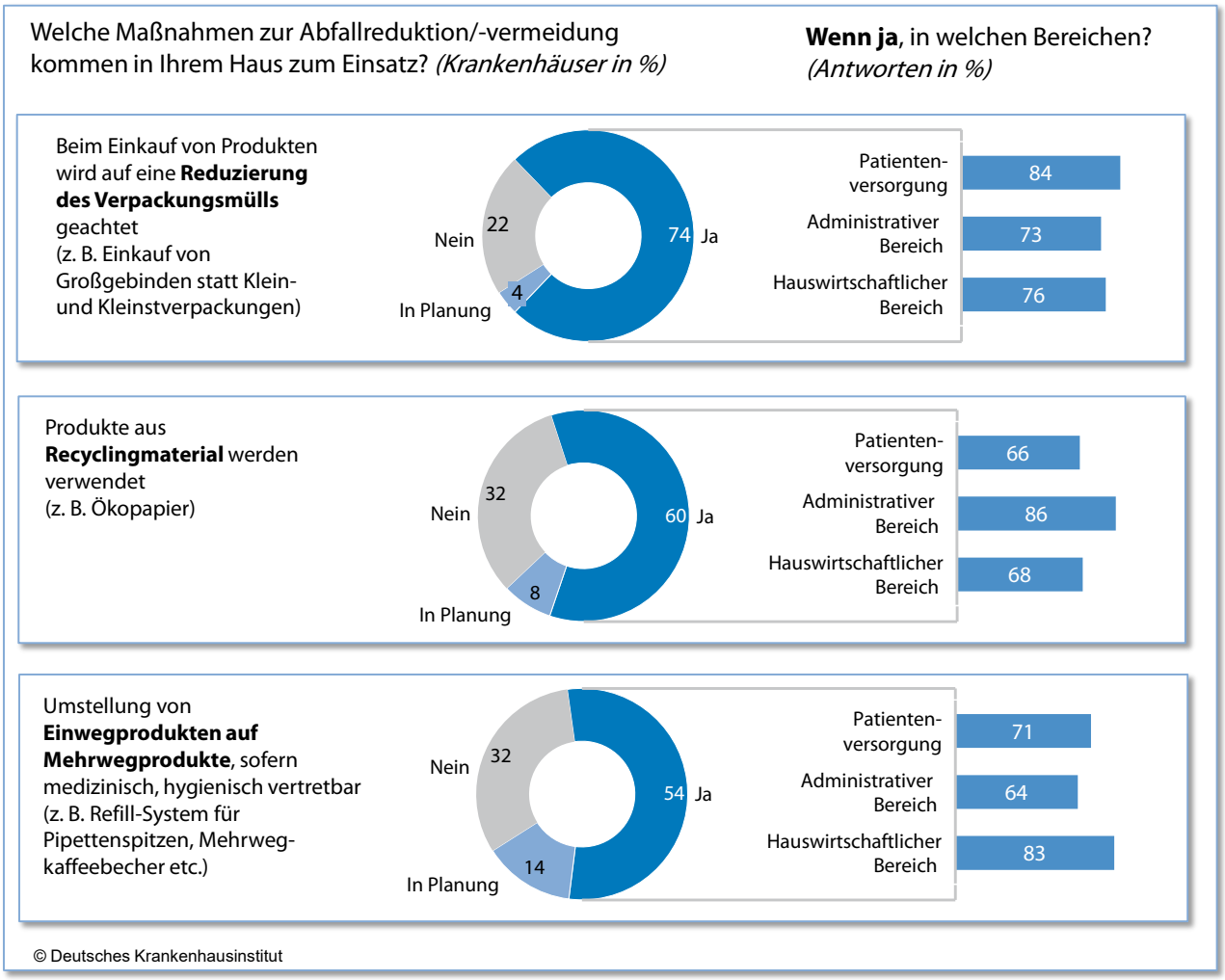


Abb. 66: Allgemeine Maßnahmen und Bereiche zur Abfallreduktion/-vermeidung

4.8.4 Abfallverwertung/-aufbereitung (Recycling)

Neben Maßnahmen zur Abfallreduktion/-vermeidung sollten im Abfallmanagement auch Maßnahmen zur Entsorgung und zum Recycling berücksichtig werden.

Methoden zur Abfalltrennung wie eine etablierte Abfalltrennkultur, die Wertstofftrennung in der Abfallwirtschaft und Strukturen/Konzepte zur Vermeidung von Fehlwürfen kamen in jeweils rund 90 % der Krankenhäuser zum Einsatz. In 60 % der befragten Krankenhäuser wurde eine Abfallentsorgungskontrolle und eine erweiterte Entsorgungsdokumentation durchgeführt. Weniger häufig kam die Verwertung von Bioabfällen in einer hauseigenen Biogasaufbereitungsanlage oder die Nutzung einer Speiseresteverpressungsanlage zum Einsatz (Abb. 67).

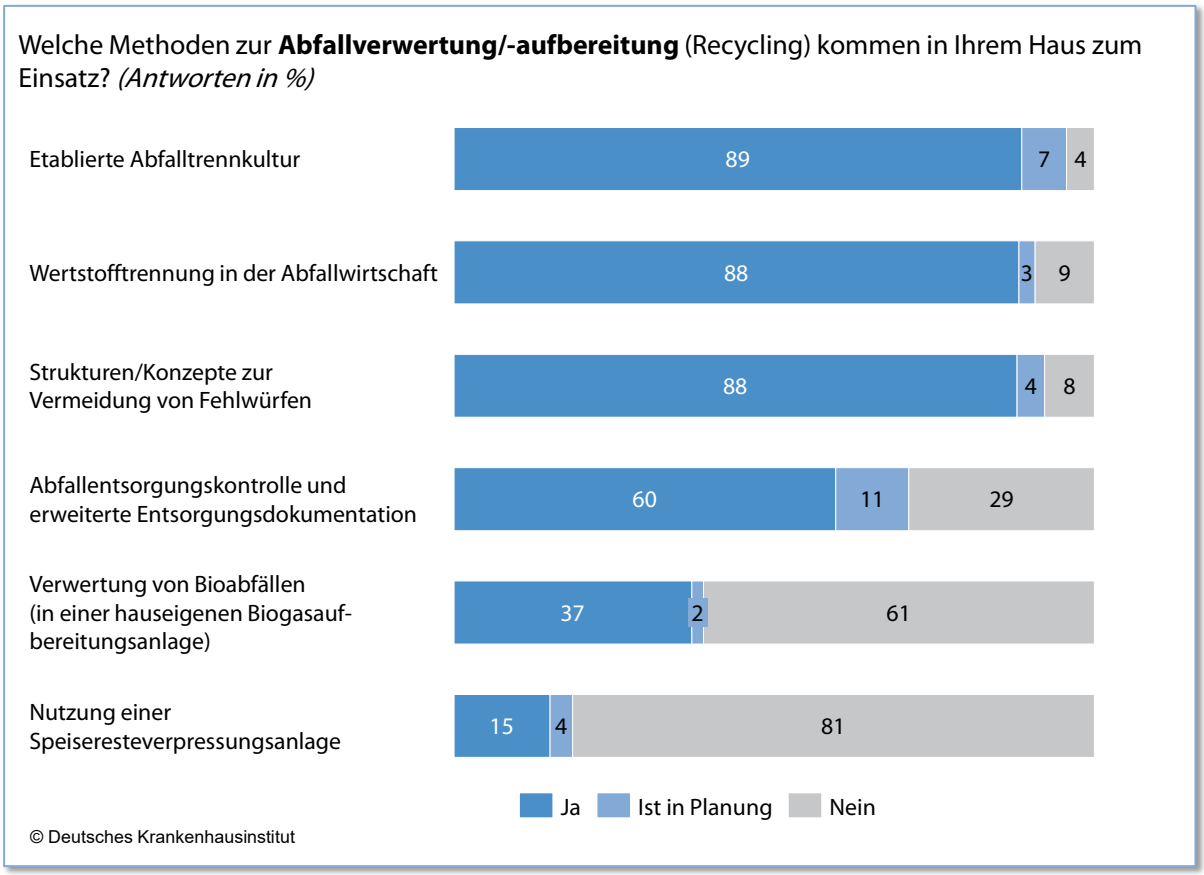


Abb. 67: Allgemeine Methoden zur Abfallverwertung/-aufbereitung (Recycling)

Hinsichtlich weiterer Maßnahmen zur Abfallverwertung/-aufbereitung in Kooperation mit externen Dienstleistern wurde die Kooperation mit Entsorgungsfirmen für bestimmte Wertstoffe (Metalle etc.) am häufigsten angegeben (86 %). In 62 % der Krankenhäuser war die Rückgabe von Abfällen an den Hersteller und Vertreiber standardmäßig im Einsatz. Während die Verwertung von Bioabfällen in einer eigenen Biogasaufbereitungsanlage seltener (37 %) eingesetzt wurde (vgl. Abb. 67), gab über die Hälfte der befragten Häuser an, eine Kooperation mit einer Biogasaufbereitungsanlage zu haben (Abb. 68).

Weniger weit verbreitet war die Kooperation mit Entsorgungsfirmen zum Recycling von Plastikabfällen. Dies wurde zum Befragungszeitpunkt in 46 % der Krankenhäuser durchgeführt (Abb. 68).

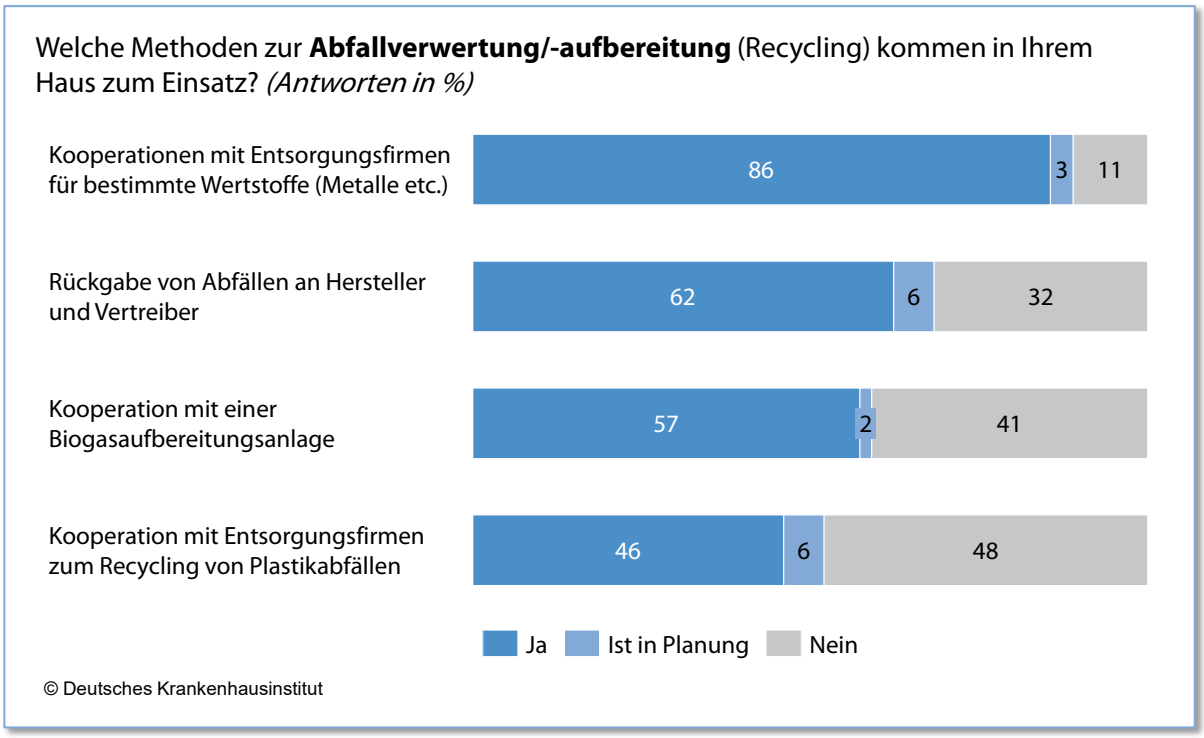


Abb. 68: Kooperationen zur Abfallverwertung/-aufbereitung (Recycling)

4.9 Ableitung des Umsetzungsstandes von Klimaschutzbemühungen nach Maßnahmenfeldern

Die Ermittlung des Umsetzungsstandes zu den Klimaschutzbemühungen der befragten Krankenhäuser zeigte eindeutig einen Bedarf zur Weiterentwicklung der energetischen Sanierung. Die Durchschnittswerte in den Maßnahmenfeldern Energie und Strom, Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgenanpassungen, Kälte, Wärme, Wasser, Abfallmanagement und bereichsübergreifenden Maßnahmen (wie Mobilität, Contracting, Narkosegase, Information, Aufklärung und Vernetzung) verdeutlichten, dass in allen Bereichen mehr als 40 % der Krankenhäuser Unterstützung für eine klimagerechte Umstellung benötigten (Abb. 69).

Auf Basis der Antworten aus der Krankenhausbefragung ergab sich der höchste Bedarf zur Weiterentwicklung für den Bereich **Energie und Strom**. Es zeigte sich, dass bei 63 % der Krankenhäuser strom- und energiesparende Maßnahmen verstärkt werden müssen und die Anpassung des Primärenergiemix ein zentrales Thema darstellt.

Zur Weiterentwicklung von Prozessen, Strukturen und Anlagen im Bereich **Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgeanpassungen** benötigten durchschnittlich 59 % der Häuser Unterstützung.

Für die **Kälteversorgung** benötigten 56 % der Krankenhäuser vor allem Unterstützung bei Anpassungen der Energieträger, Optimierungen in der Anlagetechnik und dem Einsatz alternativer Kühlmethoden und Kältemittel.

In der Umsetzung von Klimaschutzbemühungen für den Bereich **Wärme** hatten 50 % aller Krankenhäuser Bedarf zur Weiterentwicklung. Hierbei spielten vor allem Themen wie die Anpassung des Primärenergiemix, die Optimierung technischer Anlagen und bauliche Maßnahmen am Gebäude, aber auch Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung eine zentrale Rolle.

Ein ähnlicher Umsetzungsstand ließ sich für Optimierungen im Bereich der **Wasserversorgung** feststellen. Hier gab es bei 47 % der Krankenhäuser Handlungsbedarf zur Weiterentwicklung von Klimaschutzmaßnahmen hinsichtlich der Effizienz beim Inventar, die Verbesserung von Anlagen, Systemen und Prozessen und der Möglichkeit zu alternativen Wasserbezugsquellen, wie z. B. die Aufbereitung von Regenwasser als Betriebswasser.

Auch wenn die Krankenhäuser im **Abfallmanagement** bereits differenzierte Maßnahmen, wie eine etablierte Abfalltrennkultur oder die Umstellung von Einweg- auf Mehrwegprodukte etabliert hatten, ließ sich bei 43 % der Krankenhäuser Entwicklungspotenzial zum Ausbau von Klimaschutzmaßnahmen feststellen.

Neben den bereits genannten, spezifischen Maßnahmenfeldern wurde der Umsetzungsstand von **bereichsübergreifenden Maßnahmen** gesondert ermittelt. Die Grundlage für diesen Bereich bildeten die Angaben der Krankenhäuser zu speziellen Fragen, wie zum Einsatz von Narkosegasauffangsystemen oder die Nutzung von E-Fahrzeugen im klinikeigenen Fuhrpark, aber auch übergeordnete Themen, wie der Einsatz von Contracting und der Zugang zu Fördermittelprogrammen wurden berücksichtigt. Aufgrund der vielfältigen Maßnahmen in diesem Bereich konnte der ermittelte Umsetzungsstand nicht im direkten Vergleich zu den oben genannten spezifischen Maßnahmenfeldern stehen. Der Grund hierfür lag darin, dass diese einen konkret definierten Bereich abbildeten, wohingegen in den bereichsübergreifenden Maßnahmen auch strategische und strukturelle Klimaschutzbemühungen abgebildet wurden, die wiederum Einfluss auf die Hebelwirkung in den spezifischen Bereichen (Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgenanpassungen, Energie und Strom, Wärme, Wasser, Kälte, Abfallmanagement) hatten. Dennoch zeigte sich auch für diesen Bereich mit 66 % ein sehr hoher Weiterentwicklungsbedarf.

Eine konkrete Umsetzung von Maßnahmen müsste jedoch für jedes Krankenhaus höchst individuell auf die entsprechende Krankenhausstruktur und Liegenschaft einzeln angepasst werden. Wie bereits die Ergebnisse der Krankenhausbefragung zeigten, ist die Situation zum Klimaschutz in den Häusern sehr heterogen (Kap. 4.1 bis 4.8).

Um den Krankenhäusern einen Einblick in ihre Möglichkeiten zum Klimaschutz zu geben, wird im nachfolgenden Kapitel eine Übersicht zu praxisrelevanten Klimaschutzmaßnahmen gegeben.

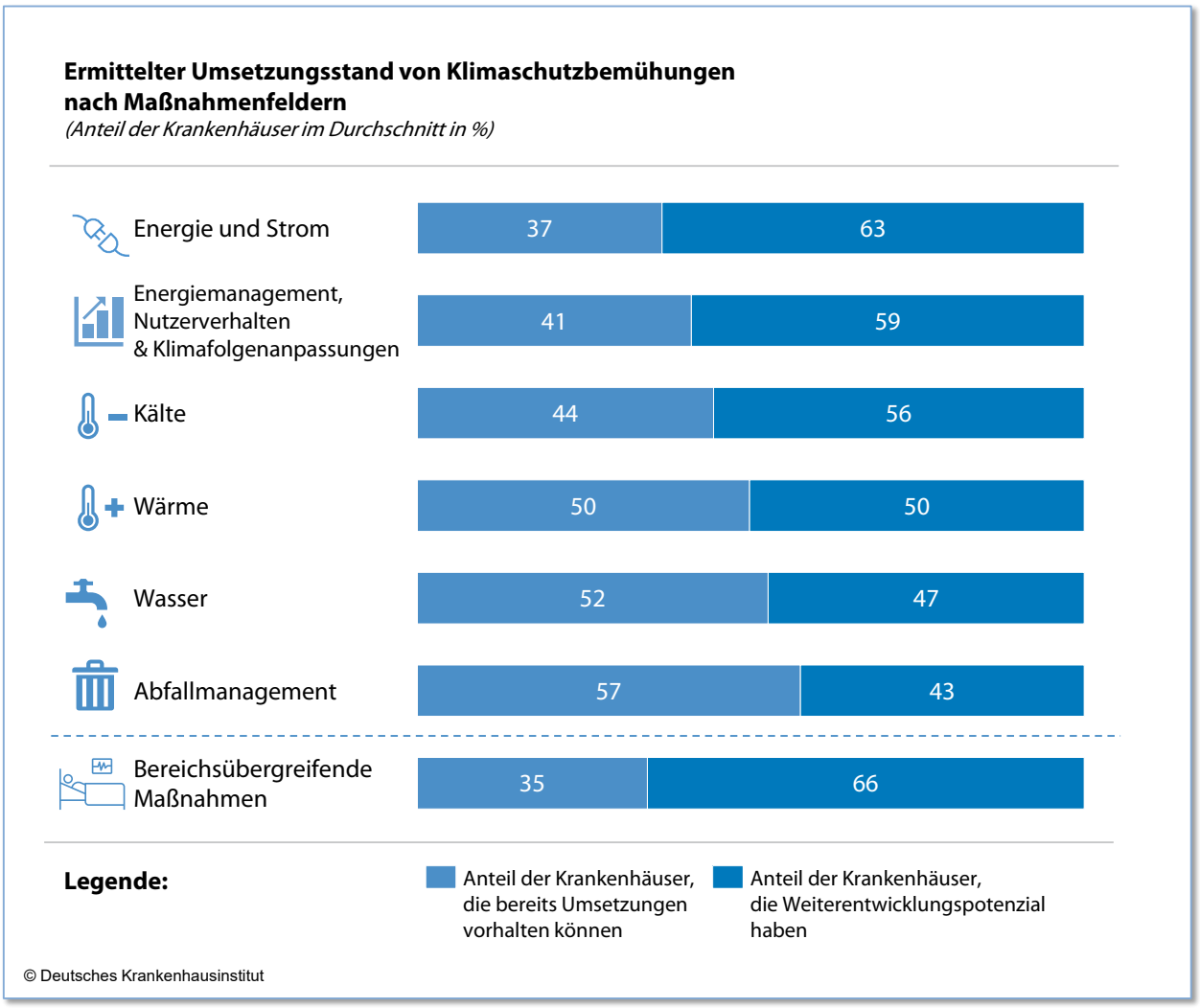


Abb. 69: Ermittelte Umsetzungsstände von Klimaschutzbemühungen nach Maßnahmenfeldern

5 Ergebnisse: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen

Praxisrelevante Klimaschutzmaßnahmen wurden in einer umfassenden Recherche aus verschiedenen Quellen (Studienerkenntnissen, Datenbanken, Maßnahmenlisten, Leitfäden und Praxisbeispielen) zusammengetragen. Diese Sammlung soll den Krankenhäusern einen Einblick in ihre Möglichkeiten zum Klimaschutz geben (Abb. 70).

Die Maßnahmen wurden entsprechend der Beurteilung der Krankenhauspraktiker*innen nach ihrer Hebelwirkung für den Klimaschutz qualitativ ausgewertet und geclustert. Dabei wurden die Krankenhauspraktiker*innen gebeten, die einzelnen Maßnahmen auf einer Skala von 1 (sehr gering) bis 10 (sehr hoch) nach ihrer Hebelwirkung für den Klimaschutz im Krankenhaus einzuschätzen. Die beurteilten Einzelmaßnahmen wurden entsprechend der definierten Maßnahmenfelder zu den Bereichen Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgenanpassung, Energie und Strom, Wärme, Wasser, Abfallmanagement und bereichsübergreifende Maßnahmen zugeteilt und zusammenfassend in Listen dargestellt.

Über die Berechnung des Mittelwertes der Einzelbewertungen wurden die Top-3-Maßnahmen ermittelt, die aus der Perspektive der teilnehmenden Krankenhauspraktiker*innen besonders vielversprechend in Bezug auf die praktische Umsetzung waren.

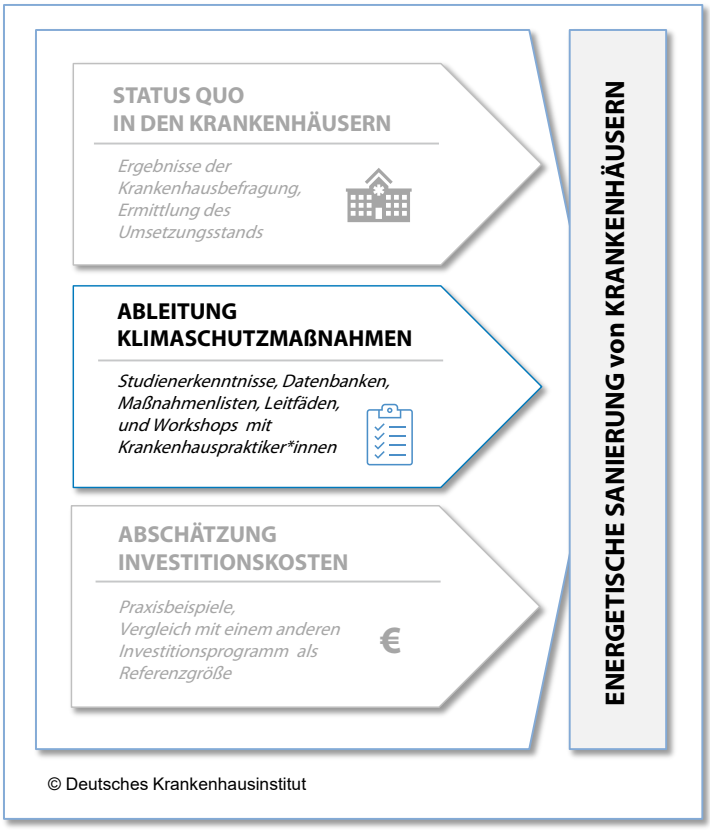


Abb. 70: Arbeitspaket und Informationsgrundlagen zur Ableitung von Klimaschutzmaßnahmen

5.1 Energiemanagement, Nutzverhalten und Klimafolgeanpassungen

Die Erläuterungen zu den folgenden Maßnahmen umfassen drei große Teilbereiche. Zunächst wurden der Einfluss von Aspekten des Energiemanagements und die dazugehörigen strategischen Maßnahmen diskutiert. Darüber hinaus wurden Maßnahmen zum Nutzerverhalten fokussiert und Maßnahmen hinsichtlich unumgänglicher Klimafolgenanpassungen betrachtet (Tab. 3).

5.1.1 Energiemanagement und strategische Maßnahmen

Energiemanagement hat das Ziel, die Versorgungssicherheit zu gewährleisten sowie Energieeinsparpotenziale zu identifizieren und einzuleiten. Systematisches Energiemanagement kann die Energieeffizienz in Organisationen fortlaufend erhöhen sowie den Energieverbrauch und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen mindern (Umweltbundesamt (BMU) 2020). Energieträger und deren Verbräuche werden strukturiert erfasst und bewertet, um betriebswirtschaftliche Kosten, gesamtwirtschaftliche Klimakosten sowie den ökologischen Fußabdruck zu minimieren (Debatin et al. 2011).

> „Um auch langfristig eine Verbesserung der Energieeffizienz zu erreichen, legen Unternehmen eine organisationsweite Energiepolitik fest, setzen sich Energieziele, schaffen Aktionspläne und messen die Zielerreichung anhand von Leistungskennzahlen. Außerdem nimmt das Energiemanagement Einfluss auf die organisatorischen und technischen Abläufe im Betrieb sowie die Verhaltensweisen der Beschäftigten. So werden beispielsweise Zuständigkeiten für energierelevante Prozesse geregelt, Kommunikationsverfahren festgelegt und die nötigen Kompetenzen des Personals ermittelt und sichergestellt“ (Umweltbundesamt (BMU) 2020).

Zur Umsetzung eines nachhaltigen Energiemanagements im Krankenhaus ist die **Unterstützung durch die Führungsebene** unabdingbar, dies bestätigten auch die befragten Krankenhauspraktiker*innen (Tab. 3). Dabei bildet die **Etablierung von Leitlinien und Zielformulierungen** zur Energieeinsparung oder Nachhaltigkeit die Grundlage. Eng mit der Unterstützung durch die Führungsebene verknüpft ist die Bereitstellung von personellen Ressourcen und Verantwortlichkeiten für diese Thematik. Eine erste Maßnahme kann das **Vorhalten einer/eines Umwelt-/Klimaschutzbeauftragten bzw. -manager*in** sein.

> „Wenn wir beim Thema Klimaschutz vorankommen wollen, brauchen wir Menschen, die sich explizit darum kümmern“, fordert daher der Vizepräsident der Fachvereinigung Krankenhaustechnik e.V. und Leiter des Baumanagements bei der FACT GmbH, Matthias Vahrson (Thalmayr 2022a).

Unabhängig davon beurteilten auch die Krankenhauspraktiker*innen vor allem den **Einsatz eines Klimaschutzzirkels / einer Arbeitsgruppe** zur Schaffung und Durchsetzung von

nachhaltigen Betriebsabläufen als besonders vielversprechende Maßnahme (Tab. 3) (Weimann 2020; Osterloh 2021; Dickhoff und Protze 2016).

Die Hebelwirkung der **regelmäßigen Erfassung und des Monitorings von Verbrauchskennzahlen**, um Einsparpotenziale strukturiert aufzufinden und mögliche Investitionen gezielt zu tätigen, wurde von den befragten Krankenhauspraktiker*innen hinsichtlich des Klimaschutzes ebenfalls als besonders hoch beurteilt (Tab. 3).

Die Einführung einer konkreten **Ökobilanzierung** über die Durchführung eines **Energieaudits**, das den Anforderungen der DIN EN 16237-1 entspricht, wurde seit 2015 verpflichtend vom Energiedienstleistungsgesetz eingeführt (EnergieAgentur.NRW 2021c). Die gewonnenen Daten sollen eine Weiterentwicklung des Energieaudits zum Energiemanagementsystem gemäß ISO 50001, ISO 14001 oder EMAS ermöglichen (Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt (LENA) 2020).

> „Der Verband der Elektrotechnik hat das Energieeinsparpotential im Verbrauch und Erzeugung von Wärme, Strom, Wasser, Abwasser und Kälte deutscher Krankenhäuser auf 30 Prozent bestimmt (Deutsche Gesellschaft für Biomedizinische Technik im VDE 2011). Dies wäre ein Einsparpotential von 300.000 € pro Krankenhaus. Allein die Einführung eines systematischen und genormten Managementsystems (bspw. ISO 50001 oder 14001) ermöglicht Energieeinsparungen von mehr als 10 Prozent“ (Energieagentur NRW 2021a).

Neben den gesetzlich verpflichtenden Energieaudits kann auch der **Einsatz von Nachhaltigkeits-Zertifikaten** wie z. B. das BUND-Gütesiegel „Energie sparendes Krankenhaus“ Einsparungen von Primärrohstoffen, Energie und CO_2 anstoßen und Nachahmungseffekte initiieren (Stiftung viamedica 2009).

> „Das BUND-Gütesiegel „Energie sparendes Krankenhaus“ ist eine Auszeichnung, die im Jahr 2001 vom Bund für Umwelt und Naturschutz e. V. Landesverband Berlin (BUND Berlin) in Zusammenarbeit mit dem BUND Arbeitskreis Energie entwickelt wurde. Die Projektidee besteht darin, Krankenhäuser, die in großem Umfang Energie einsparen und ihren Kohlendioxidausstoß verringern, auszuzeichnen und damit Nachahmungseffekte zu initiieren.“ (Stiftung viamedica 2009)

In diesem Zusammenhang sollte zur Orientierung für die Krankenhausleitung auch die Verwendung von bereits vorhandenen Datenbanken zu praxisorientierten Klimaschutzmaßnahmen in Betracht gezogen werden, wie z. B. die Klik Green Datenbank (Klik Green 2021), der Maßnahmenkatalog der „Green Hospital Plus Initiative“ des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit und Pflege (Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege 2021), Leitfäden zur Energieeffizienz in deutschen Kliniken, wie z. B. „Klinergie

2020“ der Stiftung Viamedica (Stiftung viamedica 2009) oder ressourceneffiziente Konzepte des VDI Zentrums Ressourceneffizienz (VDI ZRE) (Braun et al. 2015).

Dabei gilt es immer zu berücksichtigen, dass die Übertragbarkeit der Einsparpotenziale der Maßnahmen auf das eigene Krankenhaus von spezifischen Variablen (Größe, Spezialisierung, Ausstattung, Lage etc.) abhängig und daher nicht ohne Weiteres gegeben ist.

Aufgrund hoher Komplexität und Anforderungen der Krankenhäuser an Ökonomie und Versorgungssicherheit kann ein **softwaregestütztes Energiemanagementsystem** hilfreich sein. Hierfür wurden Normen für zertifizierte Energiemanagementsysteme geschaffen, die den Anforderungen in den unterschiedlichen Bereichen oder Branchen gerecht werden (Umweltbundesamt (BMU) 2020).

Somit kann ein softwaregestütztes Energiemanagementsystem zum einen bei der Entscheidung für Investitionen in die Energieeffizienz unterstützen und zum anderen **Anpassungen oder Änderungen aufgrund der Überprüfung der Verbrauchskennzahlen** wie die Einstellung der Zimmergrundtemperatur oder den Einsatz von Mehrweg- oder Recycling-Produkten anstoßen, um den Energieverbrauch im Krankenhaus zu reduzieren (Stiftung viamedica 2009).

Hinsichtlich der strategischen Umsetzung von Klimaschutzzielen sollten jedoch auch weiterführende Maßnahmen berücksichtigt werden. Dazu gehören Strukturanpassungen wie die **Reduktion von tierischen Produkten und der Ersatz durch nichttierische Produkte in der Krankenhaus-Cafeteria.** Auch der Einfluss **klimaschutzoptimierter Ausschreibungen** mit Emissionskriterien als Qualitätskriterium auf Liefer-/Dienstleistungsketten sollte berücksichtigt werden (z. B. Beachtung hochwertiger Verwertung von Abfällen beim Dienstleister in der Kooperation mit einer Biogasaufbereitungsanlage oder Berücksichtigung einer umweltfreundlichen Herstellung bei der Ausschreibung von Produkten wie dem Wäscheeinkauf).

> „Nur ein Drittel ihres CO_2-Fußabdrucks können Kliniken selbst beeinflussen. Der Löwenanteil entsteht in Lieferketten. Dafür sei neben Bau und Technik in erster Linie der Einkauf zuständig.“ (Thalmayr 2022a)

Dieser Aspekt sollte ebenfalls als Standard bei der Ausschreibung von Neu- oder Umbau sowie der Sanierung von Gebäuden und entsprechend über die aktuell geltenden Standards hinaus künftig berücksichtigt werden.

Tab. 3: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus den Themenfeldern Energiemanagement und strategische Maßnahmen

ENERGIEMANAGEMENT, NUTZERVERHALTEN und KLIMAFOLGENANPASSUNGEN	
Maßnahmenbeschreibung	TOP Maßnahmen der Krankenhaus-praktiker*innen
Energiemanagement und strategische Maßnahmen	
Unterstützung durch die Führungsebene	1
Etablierung von Leitlinien und Zielformulierungen zur Energieeinsparung/Nachhaltigkeit	
Vorhalten einer/eines Umwelt-/Klimaschutzbeauftragte*n/-manager*in	
Klimaschutzzirkel/Arbeitsgruppe zur Schaffung von nachhaltigen Betriebsabläufen	
Regelmäßige Erfassung und Monitoring der Verbrauchskennzahlen	2
Einführung Ökobilanzierung (Energieaudit)	
Einsatz von Nachhaltigkeits-Zertifikaten wie z. B. das BUND-Gütesiegel „Energie sparendes Krankenhaus“	
Softwaregestütztes Energiemanagementsystem (auf der Basis von Normen für Zertifizierungen)	
Anpassungen/Änderungen aufgrund der Überprüfung der Verbrauchskennzahlen im Energiemanagement (z. B. Einstellung der Zimmergrundtemperatur etc.)	3
Reduktion von tierischen Produkten und Ersatz durch nicht-tierische Produkte in der Krankenhaus -Cafeteria	
Einfluss auf Liefer-/Dienstleistungsketten durch klimaschutzoptimierte Ausschreibungen mit Emissionskriterien als Qualitätskriterium	

5.1.2 Nutzerverhalten

Ähnlich der Einführung eines Energiemanagementsystems bieten Veränderungen des Nutzerverhaltens geringinvestive Maßnahmen zur Reduktion von Energiekosten und -verbrauch.

> „Nutzer*innen sind im Krankenhaus alle Personen, die Energie- und Wasserverbräuche beeinflussen, sprich Personal und Patient*innen. Durch Plakate, Flyer und Schulungen können Nutzer*innen sensibilisiert und ein energiebewusstes Verhalten initiiert werden. Bei hoher Motivation können so bis zu 10 % des Energieverbrauchs eingespart werden“ (KLiK 2016).

Um das Einsparpotenzial in diesem Bereich vollumfänglich ausschöpfen zu können, sollten **Prozesse grundlegend so angepasst werden, dass sich diese positiv auf das Nutzerverhalten auswirken** (Tab. 4). Beispielsweise können die **Standardeinstellungen an Geräten** das maximale Einsparpotenzial vorgeben, wie die Einstellung von sparsamen Druckfunktionen, Einstellungen zum Stand-by-Betrieb, Einschalten von Energiesparfunktionen

oder Standards zur digitalen Dokumentation (Stiftung viamedica 2009). Im Nutzerverhalten hat sich bereits eine **etablierte Abfalltrennkultur mit Strukturen/Konzepten zur Vermeidung von Fehlwürfen,** etwa durch farbliche Markierungen, das Bereitstellen von entsprechenden Behältern usw. als sehr förderlich erwiesen und wurde von den befragten Krankenhauspraktiker*innen als besonders vielversprechend in Bezug auf die Hebelwirkung im Klimaschutz beurteilt (Tab. 4) (Dickhoff und Protze 2016; Klik-Datenbank 2021a; Schäfer 2021). Auch einfache Maßnahmen wie das **Anbringen von Hinweisen** zum Ausschalten von nicht gebrauchten Geräten und Beleuchtungen oder zur Nutzung der Treppe statt des Aufzuges können die Anpassung von Prozessen und Abläufen fördern und somit in der Summe zum gewünschten Einsparziel beitragen (Tab. 4) (Dickhoff 2020).

Darüber hinaus kommt der **Sensibilisierung und Schulung von Mitarbeiter*innen hinsichtlich Klimaschutzmaßnahmen** eine große Bedeutung zu. **Regelmäßige Information, Aufklärung und Motivation des Personals** zum ressourcenschonenden Verhalten sind als krankenhausweiter Standard zu empfehlen (Osterloh 2021; Dickhoff und Protze 2016). Hierfür können Maßnahmen wie die **Etablierung einer „Energiespar-/Abfallfibel“** zur zentralen Information für Mitarbeiter*innen eingeführt werden (Viamedica 2016). Dabei sind vor allem Themen wie **energieeffizientes Lüftungs- und Heizverhalten** oder **wassersparendes Verhalten** (wie z. B. nur komplett beladene Waschmaschinen laufen lassen, Gartenbewässerung anpassen etc.) wichtige Bereiche. Auch sollten in der Verwaltung **nicht gebrauchte IT-Geräte** (nach Dienstende) **ausgeschaltet werden** (Dickhoff und Protze 2016). Nach Bedarfsermittlung kann das nächtliche **Ausschalten oder die Anpassung von nicht genutzten diagnostischen Geräten** (z. B. digitales Röntgen oder Ultraschall) unter Berücksichtigung der Vorhaltung für die Notfallversorgung eine zusätzliche Maßnahme darstellen (Viamedica 2016). Auch Anreize für Mitarbeitende**,** wie z. B. die Finanzierung von wohltätigen oder mitarbeiterorientierten Projekten mit eingesparten Energiekosten, können Nutzerverhalten stärken (Tab. 4).

Tab. 4: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus dem Themenfeld Nutzerverhalten

ENERGIEMANAGEMENT, NUTZERVERHALTEN und KLIMAFOLGENANPASSUNGEN		
	Maßnahmenbeschreibung	TOP Maßnahmen der Krankenhaus-praktiker*innen
	Nutzerverhalten	
	Prozesse werden so angepasst, dass diese sich positiv auf das Nutzerverhalten auswirken (z. B. nur ein Drucker pro Flur, Standardeinstellung an Geräten, digitalisierte Dokumentation etc.)	2
	Etablierte Abfalltrennkultur, Strukturen/Konzepte zur Vermeidung von Fehlwürfen (z. B. farbliche Markierungen, entsprechende Behälter (feuerfeste Abfallbehälter) werden angeschafft etc.)	1
	Anbringen von Hinweisen zum ressourcensparenden Verhalten (z. B. Hinweise zum Ausschalten von nicht gebrauchten Geräten und Beleuchtungen, Heizungen oder zur Nutzung der Treppe statt des Aufzuges)	3
	Sensibilisierung und Schulung der Mitarbeiter*innen hinsichtlich Klimaschutzmaßnahmen	
	Regelmäßige Information, Aufklärung und Motivation des Personals	
	„Energie-/Abfallfibel" – zentrale Informationen für Verbraucher zum energieeffizienten Lüftungs- und Heizverhalten oder wassersparenden Verhalten	
	Ausschalten von nicht gebrauchten IT-Geräten oder nach Dienstende	
	Nächtliches Ausschalten oder die Anpassung von nicht genutzten diagnostischen Geräten (z. B. digitales Röntgen oder Ultraschall) unter Berücksichtigung der Notfallversorgung	
	Mitarbeitermotivation über die Finanzierung von wohltätigen oder mitarbeiterorientierten Projekten aus Mitteln der eingesparten Energiekosten	

5.1.3 Klimafolgenanpassungen

Neben Maßnahmen zur Verminderung oder dem Auffangen von Treibhausgasemissionen fokussieren Klimaschutzmaßnahmen auch Anpassungen an die Auswirkungen des Klimawandels auf die Krankenhäuser.

Anpassungsstrategien zielen darauf ab, die Verwundbarkeit von Personen, Institutionen und Systemen gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels zu verringern, indem sie deren Widerstandsfähigkeit erhöhen (Keim 2008). Anpassungsmaßnahmen sind folgenspezifisch und konzentrieren sich in Deutschland insbesondere auf die folgenden Effekte: Extremwetterereignisse (Hitzewellen, Fluten, Stürme), steigende Temperaturen, Ultraviolett-strahlung, vektorübertragene Krankheiten, gesundheitliche Auswirkung von Luftschadstoffen, verminderte Trinkwasserqualität und Lebensmittelsicherheit (Umweltbundesamt 2015). Diese vermehrt und stärker auftretenden Extremwetterereignisse bedrohen auch die strukturelle und funktionale Integrität von Krankenhäusern (IPCC 2018).

Patient*innen und **Klinikpersonal sollten über die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels aufgeklärt und zu klimasensitivem Verhalten geschult werden** (WHO 2021).

Besonders relevant für eine präventive Anpassung der Krankenhäuser ist der thermische Komfort der Patient*innen, der durch steigende Temperaturen und eine steigende Anzahl heißer Tage und tropischer Nächte bedroht ist (Åström et al. 2013). Wärmeisolierung durch **wärmedämmende Fenster, Verschattungen zur Vermeidung von Sonneneinstrahlung und Hitze sowie eine umfassende Klimatisierung** sind beispielhafte Maßnahmen, die steigenden Temperaturen entgegenwirken können (Hess et al. 2012; Achour et al. 2014). Die Krankenhauspraktiker*innen waren ebenfalls von der enormen Bedeutung dieser Maßnahmen für den klinischen Alltag im Kontext der Anpassungsstrategie von Krankenhäusern überzeugt und sprachen ihnen die größte Hebelwirkung für den Klimaschutz in diesem Bereich zu (Tab. 5, Tab. 12).

In diesem Zusammenhang wurde 2021 im Maßnahmenkatalog der Green HospitalPLUS Initiative des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit und Pflege eine Erweiterung durch die Bereiche „Energie, Umwelt und Mensch“ eingeführt sowie Maßnahmen zur Naturraum-Rückgewinnung angeregt, die als Unterstützung der Krankenhäuser für eine nachhaltige Gestaltung des Krankhausbetriebes dienen sollen. Dabei handelt es sich konkret um die **Dach- oder Fassadenbegrünung oder das Anpflanzen von Bäumen als Erweiterung/Umbau der Gartenanlage auf dem Klinikgelände** (Tab. 5) (Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege 2021). Neben dem therapeutischen Einsatz von Parkanlagen in der Behandlung von Patient*innen (als Therapiegarten) haben Untersuchungen ergeben, dass sich eine Begrünung, z. B. der Blick auf ein Gründach, positiv auf die Rekonvaleszenz und Aufenthaltsdauer von Krankenhauspatient*innen auswirkt (Elison 2019). Maßnahmen wie die **Entsiegelung von verschlossenen Flächen,** z. B. Ersatz versiegelter Parkflächen durch Rasengittersteine, können das Ableiten von größeren Wassermengen unterstützen. **Dämme oder bruchsichere Fenster**, die auch sehr hohen Windgeschwindigkeiten standhalten, können Beeinträchtigungen der Krankenhausstruktur vorbeugen (Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege 2021; Keim 2008; Achour et al. 2014). Darüber hinaus erlauben **Frühwarnsysteme** in den Krankenhäusern die rechtzeitige Einleitung von angemessenen Vorbereitungsmaßnahmen (Notfallplänen) und sollten auf die aktuellen klimatischen Veränderungen (Hitzewellen, Überflutungen) angepasst werden (Loosemore et al. 2011).

Tab. 5: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus dem Themenfeld Klimafolgenanpassungen

ENERGIEMANAGEMENT, NUTZERVERHALTEN und KLIMAFOLGENANPASSUNGEN		
	Maßnahmenbeschreibung	TOP Maßnahmen der Krankenhaus-praktiker*innen
	Klimafolgenanpassungen	
	Aufklärung/Schulungen der Patient*innen und des Klinikpersonals zu gesundheitlichen Folgen des Klimawandels und zu klimasensitivem Verhalten	
	Wärmedämmende Fenster als Hitzeschutz im Gebäude	
	Verschattungen zur Vermeidung von Sonneneinstrahlung und Hitze sowie Klimatisierung (z. B. durch Gebäudeteile, Bäume oder Jalousien)	1
	Dach- oder Fassadenbegrünung	2
	Erweiterung/Umbau der Gartenanlage (z. B. Anpflanzen von Bäumen)	3
	Entsiegelung von verschlossenen Flächen (z. B. Ersatz versiegelter Parkflächen durch Rasengittersteine)	
	Dämme oder bruchsichere Fenster	
	Frühwarnsysteme für das Auftreten von Extremwetterereignissen (Hitzewellen, Fluten, Stürme)	

5.2 Energie und Strom

Die Maßnahmen zu „Energie und Strom“ umfassen zwei große Teilbereiche. Einerseits werden im Folgenden **Maßnahmen zum Primärenergiemix** und dessen Optimierung diskutiert. Andererseits wird ein Fokus auf **Maßnahmen zum Stromsparen mittels technischer Anpassungen** gelegt (Tab. 6). Maßnahmen zum Einsatz von Endenergie in den einzelnen Themenfeldern, wie z. B. Wärme und Kälte, werden in den jeweiligen Kapiteln diskutiert.

5.2.1 Anpassung Primärenergiemix

Grundsätzlich ist im Zuge des Klimaschutzes empfehlenswert, den **Primärenergiemix** von fossilen Brennstoffen hin zu **erneuerbaren Energien** zu optimieren. Fossile Energieträger und Kernbrennstoffe nehmen bei kontinuierlicher Entnahme stetig ab. Energien aus nachhaltigen Quellen bleiben dagegen ständig verfügbar (Stiftung viamedica 2009). Außerdem ergeben sich bei der Energiegewinnung aus Primärenergie (hier am Beispiel Strom) für fossile Brennstoffe deutlich höhere Belastungen durch den CO_2-Ausstoß als für erneuerbare Energien. Vor dem Hintergrund der aktuellen politischen Entwicklung hinsichtlich des Ukraine-Kriegs und der damit verbundenen Entwicklung der Gasmärkte hat die Dringlichkeit einer Anpassung des Primärenergiemix zusätzlich zugenommen. Nicht nur die Verfügbarkeit von

Gas wird abnehmen, auch die Preise sind bereits deutlich angestiegen (BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft 2022).

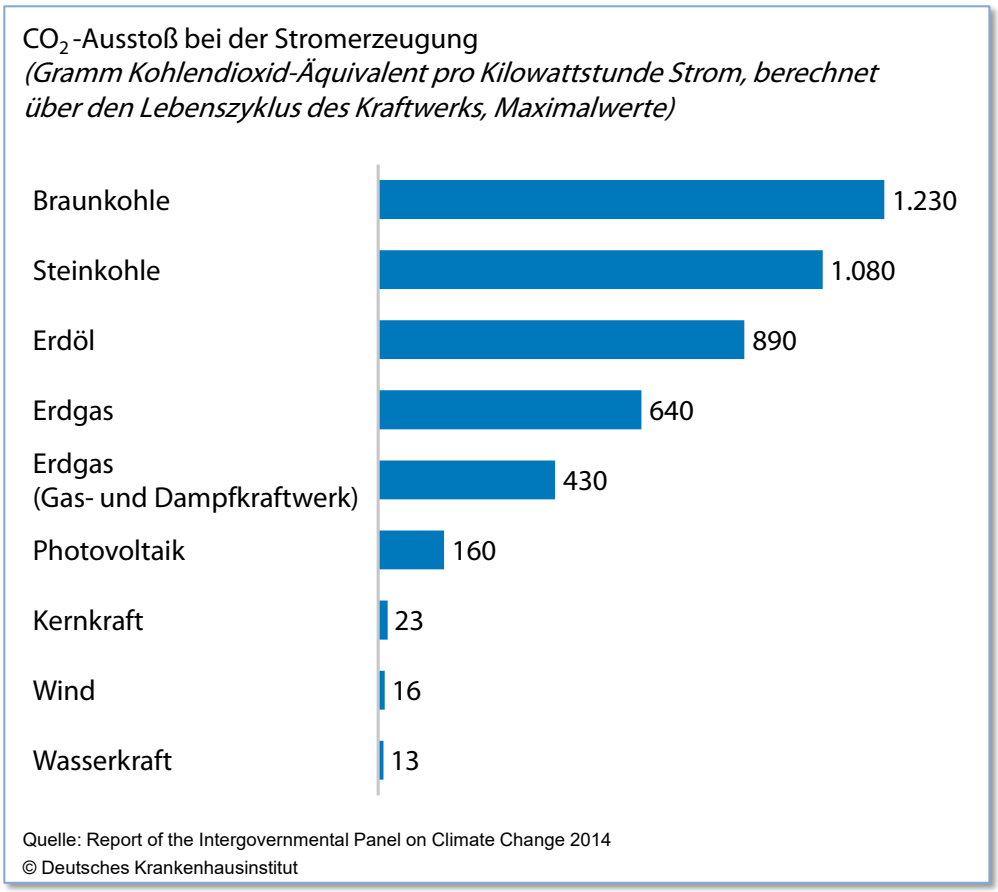


Abb. 71: CO_2-Ausstoß bei Stromerzeugung

Abb. 71 verdeutlicht, welche Emissionen bei der Stromerzeugung mit den einzelnen Primärenergiearten in Verbindung stehen. Erneuerbare Energien (hier konkret Wind- und Wasserkraft sowie Photovoltaik) erweisen sich demnach als deutlich umweltschonender, gemessen am Ausstoß von CO_2-Emissionen. Eine Beeinflussung des Primärenergiemix muss immer im Kontext der benötigten Endenergie gesehen werden, wie Abb. 72 verdeutlicht. Je nach technischer Anlagenausstattung sind unterschiedliche Energieträger erforderlich. Daher werden individuelle Maßnahmen zum Einsatz von Endenergie in den jeweiligen Themengebieten diskutiert.

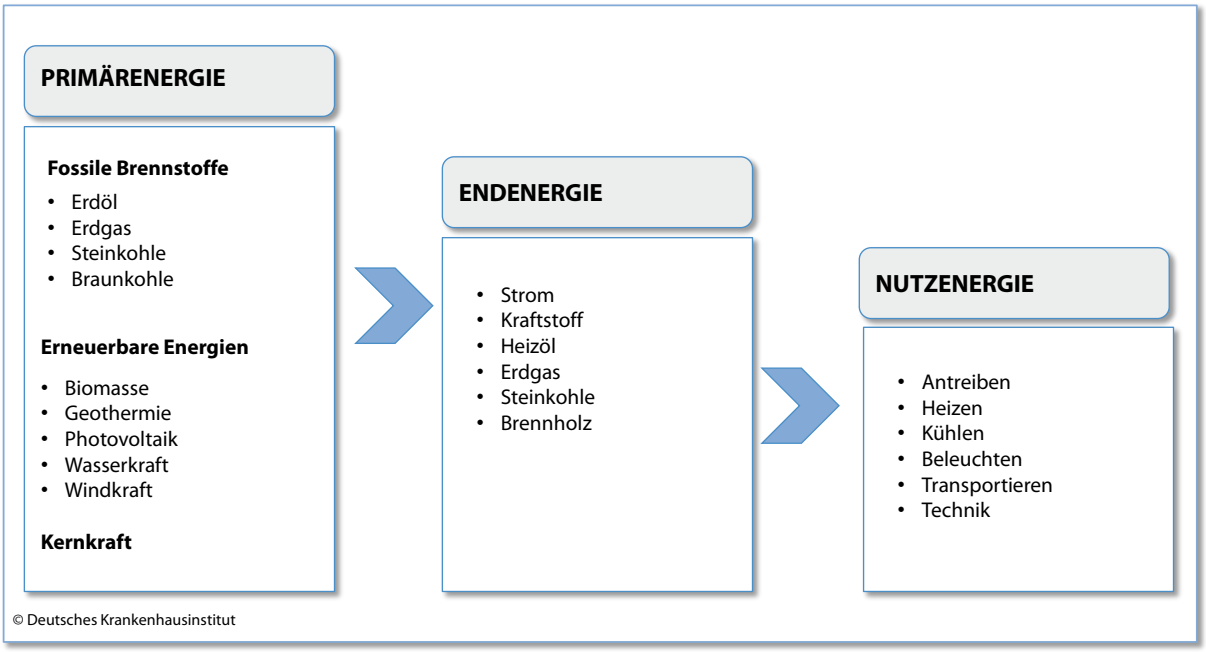


Abb. 72: Primärenergie, Endenergie und Nutzenergie

Tab. 6: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus dem Themenbereich Energie und Strom

ENERGIE und STROM		
	Maßnahmenbeschreibung	TOP Maßnahmen der Krankenhaus-praktiker*innen
	Primärenergie	
	Beim Strombezug auf Strom aus weniger CO_2-ausstoßende Brennstoffe zurückgreifen	
	Primärenergiemix: Verstärkter Einsatz von erneuerbaren Energien (z. B. Sonnenstrahlen und Biomasse)	
	Eigenerzeugung Strom mittels erneuerbarer Energien (v. a. Photovoltaikanlagen)	
	Erdwärmesonden zur Wärmung der Fußböden im Winter und Kühlung der Decken im Sommer	1
	Strom- und energiesparende Maßnahmen	
	Reduktion Beleuchtung des Warentransportsystems von 24 h auf 12 h	
	Umstellung von PCs auf Thin- oder Zero-Clients	
	Energiesparende Lichtkonzepte (z. B. tageslichtabhängige Beleuchtung oder Einsatz von LED-Beleuchtung)	
	Einsatz von Präsenzmeldern zur Beleuchtung von eher selten genutzten Räumen und Fluren	
	Laufzeitoptimierung der Raumlufttechnik durch bedarfsgerechte Reduktion der Laufzeiten	2
	Lastspitzenverteilungsmanagement für Stromverbrauch einführen/nutzen	
	Sanierung der Krankenhausküche (z. B. durch die Substitution von Strom durch Gas zum Betrieb der Kochgeräte)	
	Einsatz von Zeitschaltungen oder Präsenzmeldern (z. B. bei der Klimatisierung von Räumen oder Nutzung von elektrischen Geräten)	3

Als konkrete Maßnahmen aus dem Bereich der **erneuerbaren Energien** wird in der Literatur häufig die Nutzung von **Geothermie** favorisiert. Dabei handelt es sich um Erdwärme, die im zugänglichen Teil der Erdkruste gespeichert und annähernd unerschöpflich ist. Es besteht grundsätzlich die Möglichkeit, das Erdreich als Wärmespeicher oder das Grundwasser als Energiequelle zu nutzen. Mit beiden Verfahren ist es möglich zu kühlen oder Wärme zu erzeugen. Da das Heißwasserreservoir unter der Erdoberfläche in der Region Deutschland eher begrenzt ist, kommt zumeist das Erdreich als Wärmespeicher zum Einsatz. Dies geschieht mittels Sonden, die bis zu 100 Meter tief in der Erde versenkt werden, wo die Temperaturen zwischen 8 und 12 Grad Celsius liegen. Dieser Temperaturbereich eignet sich sowohl zum Heizen einer Wärmepumpe als auch zum Kühlen von Räumen im Sommer (Stiftung viamedica 2009). Aus Sicht der Krankenhauspraktiker*innen ist diese Maßnahme besonders empfehlenswert, auch wenn dafür zunächst finanzielle Investitionen erforderlich sind.

5.2.2 Strom- und energiesparende Maßnahmen

Bei der **Endenergie „Strom“** besteht neben dem Fremdstrombezug die Möglichkeit, Eigenstrom zu erzeugen, etwa über die Kraft-Wärme-Kopplung mittels eines Blockheizkraftwerkes oder Photovoltaikanlagen. Die Nutzung der Sonnenenergie ist abhängig von den baulichen Gegebenheiten des Krankenhauses (Dachfläche und Dachausrichtung) sowie der räumlichen Lage in Deutschland, kann allerdings aufgrund der Umweltneutralität und der annähernd unerschöpflichen Verfügbarkeit ökologisch und ökonomisch als idealer Energieträger bewertet werden. Zusätzlich ergibt sich durch vor Ort erzeugte Energie mehr Versorgungssicherheit und Unabhängigkeit mit Blick auf knapper werdende fossile Brennstoffe (Stiftung viamedica 2009).

Stromsparmaßnahmen mit hohem Wirkungsgrad ergeben sich vor allem für die Bereiche **Beleuchtung** und raumlufttechnische Anlagen. Der Anteil des Stromverbrauchs der Beleuchtung am gesamten Stromverbrauch wird in der Literatur im Mittel mit 21 % angegeben und variiert zwischen 6 und 40 % (Dickhoff und Protze 2016; Viamedica 2016). Insbesondere der **Einsatz von LED-Beleuchtung** kann zu umfangreicher Energieeinsparung führen. Zusätzlich wird der Beleuchtung auch Bedeutung in Bezug auf Wohlbefinden, Therapie- und Heilungsverlauf beigemessen (Stiftung viamedica 2009; Viamedica 2016). Das optimierte Beleuchtungskonzept der Asklepios Klinik Barmbek in Hamburg konnte durch den Einsatz von vorwiegend LED-Leuchtmitteln beispielsweise pro Jahr mehr als 500.000 kWh Strom und 280 Tonnen CO_2 einsparen (Philips Deutschland GmbH 2010). Ebenso führen tageslichtabhängige Beleuchtungskonzepte zu Einsparungen, da Beleuchtung dadurch weniger zum Einsatz

kommt und somit Strom gespart werden kann. Dies kann z. B. auch über eine reduzierte Beleuchtung des Warentransportsystems erreicht werden. Präsenzmelder können ebenso dazu beitragen, den Stromverbrauch durch Beleuchtung zu minimieren. Je nach technischer Ausstattung besteht zudem die Möglichkeit, Präsenzmelder nicht nur für die Beleuchtung, sondern z. B. auch für Heizung oder Belüftung einzusetzen. Tab. 7 verdeutlicht an einem einfachen Rechenbeispiel, wie hoch die Wirkung allein durch Ausschalten des Lichts für einige Stunden sein kann. Grundsätzlich wurde der Einsatz von Präsenzmeldern durch die Krankenhauspraktiker*innen als besonders relevant gewürdigt und als eine der TOP-3-Maßnahmen in dem dargelegten **Maßnahmenbündel** in Tab. 6 eingestuft.

Tab. 7: Stromeinsparung beim Ausschalten der Beleuchtung für drei Stunden

Einsparung beim Ausschalten der Beleuchtung für 3 Stunden
Deckenleuchte ca. 1,20 m, 2 Röhren, 50 Watt, 220 Tage in Betrieb

	1 Deckenleuchte	500 Deckenleuchten
Vermiedener Stromverbrauch	38 kWh/Jahr	19.000 kWh/Jahr
Vermiedene Stromkosten	9,50 €	4.750,00 €

© Deutsches Krankenhausinstitut

Auch raumlufttechnische Anlagen im Krankenhaus haben einen hohen Energieverbrauch. Zentrale Aufgabe der raumlufttechnischen Anlagen ist die Sicherstellung der Keimarmut in der Raumluft sowie die Eindämmung von Staub, Geruchsstoffen und Narkosegasen. Als Maßnahme zur Energieeinsparung hat sich in der Diskussion mit den Krankenhaus-praktiker*innen sowie in der Literatur eine Laufzeitoptimierung der raumlufttechnischen Anlagen mit daraus resultierender Reduktion der Laufzeiten als besonders empfehlenswert ergeben. Hygienische Gründe sind bei der Entscheidung der Reduktion der Laufzeiten aufgrund der Keimbelastung der Luft immer handlungsleitend. Anwendungsbeispiele konnten jedoch zeigen, dass eine Reduktion der Laufzeiten bei gleichzeitig hohem Hygienestandard möglich ist. Der Gesamtenergieverbrauch lag in einem Anwendungsbeispiel in der operations-freien Zeit 40 % unter dem Wert einer herkömmlichen 50%ig absenkbetriebgefahrenen Vergleichsanlage. Die damit verbundene Energieeinsparung lag pro OP-Saal und Jahr bei

rund 1.000 kWh (Management & Krankenhaus 2015c). Ebenso können zur Energieeinsparung bei raumlufttechnischen Anlagen Präsenzmelder zum Einsatz kommen.[17]

5.3 Wärme

Der Wärmebedarf eines Krankenhauses wird durch die Verbräuche für Raumwärme, Warmwasser und Dampf bestimmt. Es ergeben sich Optimierungsmaßnahmen in den Bereichen der **eingesetzten Primärenergie**, der **grundsätzlichen Ausstattung der Anlagentechnik** und deren Nutzung, der **Wärmerückgewinnung** und der **Vermeidung von Wärmeverlusten**. Abhängig von der Krankenhausgröße und der Ausstattung eines Krankenhauses in Bezug auf das Thema Wärme sind unterschiedliche Maßnahmen empfehlenswert oder erforderlich. Die Wärmeversorgung sollte bei Überlegungen zur energetischen Sanierung jedoch immer höchste Priorität haben, da Wärme im Krankenhaus den größten Ressourcenverbrauch (70 – 89 % des Gesamtenergiebedarfs) verursacht und daher auch das höchste Optimierungspotenzial aufweist (Stiftung viamedica 2009). Die nachfolgende Darstellung enthält, wie auch bereits in den vorangegangenen Kapiteln, alle relevanten Maßnahmen aus der Literaturrecherche sowie aus der Praxiserfahrung der Krankenhäuser. Einen Überblick über ausgewählte Maßnahmen liefert Tab. 8.

[17] Im Universitätsklinikum Dresden werden Präsenzmelder im OP-Bereich bereits eingesetzt. Dort ist eine bedarfsgerechte Zuschaltung der RLT-Anlage durch Präsenzmelder so eingerichtet, dass eine Vorlaufzeit von 30 Minuten sichergestellt ist (Management & Krankenhaus 2015c.

Tab. 8: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus dem Themenbereich Wärme

WÄRME		
	Maßnahmenbeschreibung	TOP Maßnahmen der Krankenhaus-praktiker*innen
	Primärenergie	
	Substitution fossiler Energieträger bzw. Kombination dieser mit/durch regenerative/n Energieträger/n (Geothermie, Biomasse, Solarthermie)	1
	Optimierung technischer Anlagen und bauliche Anpassungen	
	Einsatz eines Blockheizkraftwerks	3
	Einsatz moderner Heizungsanlagentechnik zur Warmwassererzeugung und -versorgung, wie z. B. Warmwasser-Zirkulationspumpen oder thermostatische Mischventile	
	Einsatz oder Modernisierung von Wärmepumpen	
	Regelmäßige Prüfung und Einstellung der Heizkurve	
	Regelmäßige Reinigung der Heizflächen bei Ölfeuerungsanlagen	
	Regelmäßige Überprüfung und Einstellung der Regelungsanlage und der Wärmeerzeugungsanlage	
	Hydraulischer Abgleich	
	Vermeidung von Wärmeverlusten/Wärmerückgewinnung	
	Bauliche Anpassungen zur Vermeidung von Wärmeverlusten (z. B. Dämmung Dach und Fassade; Treppenhäuser mit Windfang versehen)	
	Nachträglicher Einbau von Abgaswärmetauschern bei Heizkesseln	
	Wärmerückgewinnung aus Dampf	2
	Wärmerückgewinnung aus Abwasser	
	Dezentralisierung der Warmwassererzeugung bei geringem Bedarf über lokale Durchlauferhitzer	
	Rohrnetzsanierung mit dem Ziel, kleinere Rohrdurchmesser und eine bessere Dämmung beim Wärmetransport zu erreichen	

5.3.1 Anpassung des Primärenergiemix zur Wärmeversorgung

Grundsätzlich werden Maßnahmen zur Anpassung des Primärenergieträgers diskutiert und empfohlen, darunter vor allem die Nutzung von nachhaltigen Energien, wie z. B. Gas aus Biogasanlagen oder Wärme mittels Geothermie oder Solarthermie. Die Vorteile von erneuerbaren Energiequellen liegen in ihrer Unerschöpflichkeit sowie im geringen CO_2-Ausstoß, wie auch Abb. 73 verdeutlicht. Dort ergibt sich für erzeugte Wärme mittels Fernwärme ein 8,5-fach niedrigerer CO_2-Ausstoß als für Wärme, die über Heizöl erzeugt wurde. Auch in der Diskussion mit den Krankenhauspraktiker*innen erwies sich der Einsatz

erneuerbarer Energien (Solarthermie, Geothermie, Biomasse etc.) als besonders relevant und empfehlenswert, zumal als Energieträger für die Erzeugung von Wärme aktuell meist noch Erdgas oder Erdöl verwendet wird (Hagemeier et al. 2017).

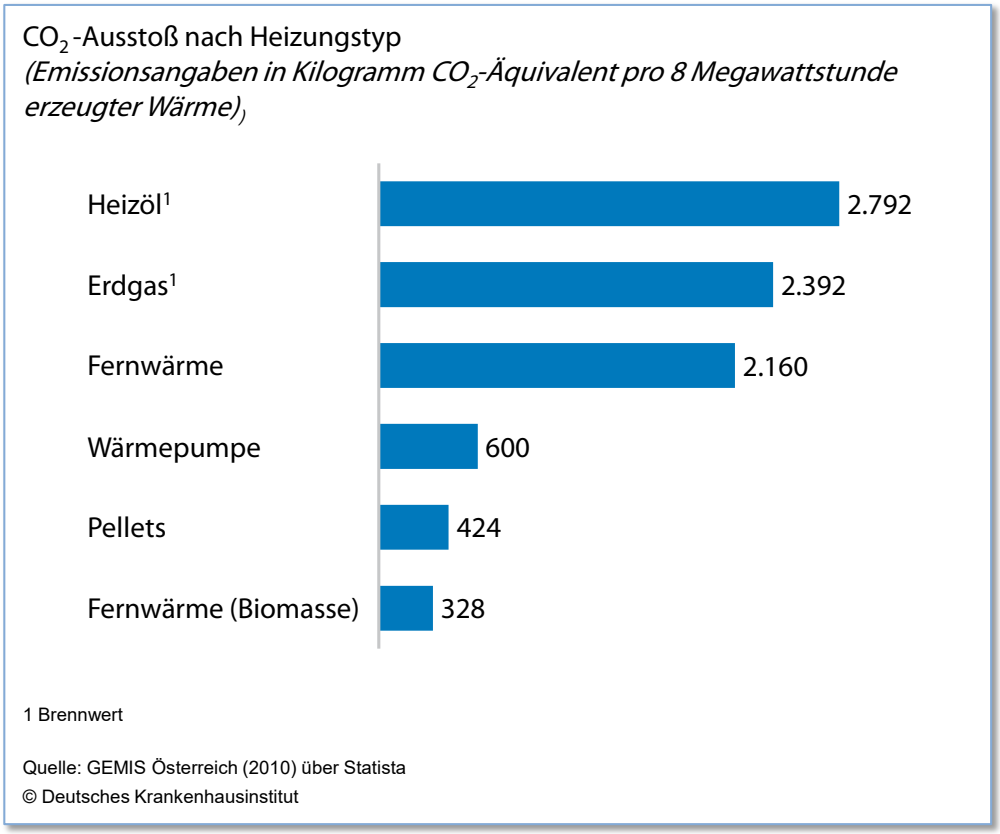


Abb. 73: CO_2-Ausstoß nach Heizungstyp

Konkrete Anknüpfungspunkte ergeben sich aus dem Bereich der erneuerbaren Energien zur Warmwasserbereitung über Solarthermie, bei der Sonneneinstrahlung in nutzbare Wärmeenergie umgewandelt wird. Dafür nutzt Solarthermie Sonnenkollektoren, mithilfe derer z. B. Wasser aufgeheizt werden kann. Durchschnittlich kann mittels Solarkollektoren bei einer Fläche von 6 m^2 ca. 2.100 kWh Wärmeenergie pro Jahr erzeugt werden. Mittels Wärmetauscher oder Umwälzpumpe kann die Wärmeenergie zur Unterstützung des Heizkreislaufes oder zur Warmwasserbereitung genutzt werden (Stiftung viamedica 2009).

5.3.2 Optimierung technischer Anlagen und bauliche Maßnahmen am Gebäude

Um die **bestehende Anlagentechnik effizienter zu nutzen**, ergaben sich in der Literatur und in der Diskussion mit den Krankenhauspraktiker*innen zahlreiche Möglichkeiten für einen ressourcenschonenderen Betrieb der technischen Anlagen.

Der Einsatz erneuerbarer Energien legt den Grundstein für den nachhaltigeren Betrieb von Wärmeerzeugern. Einige ältere Anlagen jedoch, die z. B. noch mit Heizöl betrieben werden

(Ölfeuerungsanlagen), sind auf diese Art der fossilen Primärenergie festgelegt. Bei dieser Art der Wärmemaschine sollte über eine grundsätzliche Erneuerung der Anlagentechnik nachgedacht werden. Veraltete Heizkessel mit niedrigen Wirkungsgraden sollten z. B. durch moderne Niedertemperatur- oder Brennwertkessel ersetzt werden (Hagemeier et al. 2017; Energieagentur NRW 1990; Tippkötter und Wallschlag 2009). In der Literatur wird zudem bemängelt, dass die Auslegung der Wärmeerzeugungsanlage in einigen Krankenhäusern noch aus dem jeweiligen Baujahr stammt, zu umfangreich ist und nicht zum tatsächlichen Wärmebedarf passt. Dies führt dazu, dass die Maschine nicht effizient ausgelastet werden kann (Hibbeler und Krüger-Brand 2013).

Neben der Überprüfung der Einstellungen der Maschine (z. B. Heizkurve) ist die Anlagentechnik grundsätzlich so auszugestalten, dass sie zum Heizbedarf passt (Stiftung viamedica 2009). Dies deckt sich mit der Empfehlung, zeitgemäße Anlagentechnik zum Einsatz zu bringen. Das erfordert jedoch umfangreiche finanzielle Mittel. Mit Blick auf die eingesetzte Anlagentechnik empfiehlt sich ein **Blockheizkraftwerk**[18]. Wie bereits in Kapitel 4.4.2 erläutert, stellen Blockheizkraftwerke insbesondere für Krankenhäuser ab 200 Betten eine sehr effiziente Möglichkeit dar, Strom und Wärme gleichzeitig zu erzeugen. Im Vergleich zur getrennten Erzeugung von Strom (in Großkraftwerken) und Wärme verbraucht ein Blockheizkraftwerk ca. 40 % weniger Primärenergie, da der eingesetzte Brennstoff besser ausgenutzt wird. Da der Strom- und Wärmebedarf in Krankenhäusern kontinuierlich hoch ist, eignen sich Blockheizkraftwerke dort besonders. Diese Maßnahme ist jedoch mit einer hohen Initialinvestition für die technische Anlage verbunden (ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. 2010). Von den Krankenhauspraktiker*innen wurde diese dennoch stark befürwortet und gehörte im direkten Maßnahmenvergleich zu den TOP-3-Maßnahmen in diesem Themenbereich.

Im Themenfeld Wärme nimmt auch die **Bereitstellung von Warmwasser** eine zentrale Rolle ein. Die hierfür eingesetzte Anlagentechnik liefert Ansatzpunkte für Optimierungsmaßnahmen. Aus dem Bereich der Heizungsanlagentechnik ergeben sich Maßnahmen insbesondere für **Warmwasser-Zirkulationspumpen und thermostatische Mischventile**.

Die **Zirkulationspumpe für Warmwasser** kann dafür sorgen, dass schneller warmes Wasser an den Zapfstellen zur Verfügung steht, was insbesondere in Gebäudekomplexen mit vielen Zapfstellen (Wasserhähnen) relevant ist. Die Pumpe sorgt dafür, dass das aufbereitete Wasser kontinuierlich im Leitungssystem zirkuliert und folglich direkt mit dem Öffnen des Wasserhahns warmes Wasser zur Verfügung gestellt werden kann. Einerseits kann hier direkt ungenutztes kaltes Trinkwasser gespart werden, andererseits wird weniger Energie

[18] Da die meisten Blockheizkraftwerke mit Erdgas betrieben werden, ist deren Einsatz vor der aktuellen politischen Entwicklung und den damit verbundenen Auswirkungen auf den Gasmarkt (Verfügbarkeit und Preise) zur bewerten.

aufgewendet, um neues warmes Wasser zu erzeugen. Bei älteren Warmwasser-Zirkulationspumpen lohnt sich der Austausch ebenso, da der Energieverbrauch (Strom) wesentlich höher ist als bei neuen hocheffizienten Pumpen. Innerhalb kurzer Zeit amortisiert sich eine Neuanschaffung (Management & Krankenhaus).

> „Eine effiziente Maßnahme ist der Austausch der Pumpensysteme. Moderne Heizungs-Umwälzpumpen und Warmwasser-Zirkulationspumpen verbrauchen deutlich weniger Energie und schonen so über die niedrigeren Energiekosten das Budget (Management & Krankenhaus)."

Neben Warmwasser-Zirkulationspumpen lassen sich über den **Einsatz thermostatischer Mischventile** Energieeinsparungen erreichen. Thermostatische Mischventile kommen in Bezug auf die Heizungstechnik zur Warmwasserversorgung zum Einsatz und sorgen dafür, die Warmwassertemperatur auf einen einheitlichen Höchstwert zu begrenzen. Sie haben den energetischen Vorteil, dass sie gleichzeitig Wasser und Energie sparen, da die Mischfunktion des Thermostatmischers unter anderem den Vorteil hat, dass sie keine Hilfsenergie benötigt (Tippkötter und Wallschlag 2009).

Eine weitere energetische Optimierung der Wärmeversorgung kann über den **Einsatz bzw. Austausch von Wärmepumpen** erreicht werden, die dem Erdreich, dem Grundwasser oder der Luft Wärme entziehen und diese auf ein zum Heizen geeignetes Temperaturniveau bringen. Eine Wärmepumpe wird durch Strom betrieben und kann ein Vielfaches an Wärme erzeugen. Dabei verzichtet eine Wärmepumpe vollständig auf das Verbrennen von fossilem Gas oder Öl, da die Energie der Umwelt genutzt wird. Wärmepumpen nutzen ein Kältemittel, welches bereits bei sehr geringen Temperaturen verdampft. Das nun dampfförmige Kältemittel wird von der Wärmepumpe so lange verdichtet, bis die zum Heizen erforderliche Temperatur erreicht ist (Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V. 2017).

In Bezug auf **Ölfeuerungsanlagen** wird als Maßnahme aus dem Bereich der Optimierung der Nutzung der Anlage die **regelmäßige Reinigung der Heizflächen** empfohlen. Diese Maßnahme ohne investive Mittel führt bereits zu nennenswerter Einsparung (Stiftung viamedica 2009). Grundsätzlich ist für alle Heizungsanlagen ein **hydraulischer Abgleich** empfehlenswert. Dabei geht es um eine gleichmäßige Wärmeverteilung auf alle Wärmeabnehmer, abhängig von der jeweilig benötigten Wärmemenge (Dickhoff und Protze 2016).

Die Einstellung der Regelungsanlage und der Wärmeerzeugungsanlage sollte regelmäßig überprüft werden, sodass sie zum tatsächlichen Wärmebedarf, aber auch zum effizienten Betrieb der Maschine passen. Eine **detaillierte Bestandsaufnahme und Überwachung des Wärmebedarfs** sind dafür zwingend erforderlich, was wiederum elementarer Bestandteil

eines guten Energiemanagements sein sollte (vgl. hierzu Kapitel 4.5.3). Ebenso relevant in diesem Kontext ist die **regelmäßige Überprüfung und Einstellung der Heizkurve**. Eine Heizkurve regelt die Vorlauftemperatur einer Heizung und passt diese an die Witterung an. Moderne Heizungssysteme sind sogar in der Lage, weitere Faktoren wie z. B. Sonneneinstrahlung bei der Einstellung der Heizkurve zu berücksichtigen. Das Energiesparpotenzial einer richtig eingestellten Heizkurve ergibt sich über verminderte Wärmeverluste sowie eine verbesserte Regelung der Raumtemperaturen (Tippkötter und Wallschlag 2009).

Zusätzlich bestehen Möglichkeiten, um Wärme im Gebäude und System zu halten, indem **bauliche Anpassungen** vorgenommen werden. Dazu finden sich in der Literatur Maßnahmen, wie z. B. die Dämmung des Daches oder der Fassade oder Windfänge an Außentüren, um Wärmeverluste auf diesem Wege zu vermeiden. Ebenso können wärmeisolierende Fenster zum Einsatz kommen.

> „Alle Maßnahmen zum baulichen Wärmeschutz binden zwar hohe Investitionskosten, sind aber langfristig in vielen Fällen ökonomischer (Stiftung viamedica 2009).“

5.3.3 Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung

Ausgeprägtes Einsparpotenzial von Wärmeenergie verbirgt sich in der Wärmerückgewinnung sowie in der Vermeidung von Wärmeverlusten. Insbesondere im Bereich der Wärmerückgewinnung ergeben sich zahlreiche Anknüpfungspunkte durch die verschiedenen Wärmeträger, z. B. bei den Wärmeträgern Wasser und Dampf oder durch Abgase, die bei der Verbrennung entstehen. In vielen Bereichen fällt unvermeidbare Wärme an, die man sich aber durch Wärmerückgewinnung zunutze machen kann (Stiftung viamedica 2009).

Sofern Heizkessel mit höheren Temperaturen im Einsatz sind, empfiehlt sich der nachträgliche Einbau von Abgaswärmetauschern, damit die **Abgaswärme** optimal zur weiteren Energieversorgung ausgenutzt werden kann. Es besteht dadurch die Möglichkeit von Brennstoffeinsparungen von bis zu 25 % (Stiftung viamedica 2009; Tippkötter und Wallschlag 2009).

Ebenso eignet sich **Dampf**, um daraus Wärme zurückzugewinnen. Konkret ergeben sich zwei Optimierungsmaßnahmen. **Dampfkondensat** kann zur **Wiederverwendung im Heizkessel** rückgeführt werden. Bei der Wärmeabgabe des Dampfes entsteht Kondensat, das immer noch Energie in Form von Wärme beinhaltet. Dieses Kondensat kann genutzt werden, indem es zur Aufbereitung in das Kesselspeisewasser zurückgeführt wird. Dadurch wird weniger Energie zum Aufheizen des Kessels benötigt (Energieagentur NRW 1990). Eine weitere Methode zur Rückgewinnung von Wärme aus Dampf ergibt sich bei der **Dampfsterilisation mit innovativen Wärmetauschersystemen,** die im Kühlwasser enthaltene Wärme

zurückgewinnen und in das betriebliche Heizungsnetz einspeisen. Bei dieser Technik werden innovative Autoklaven[19] eingesetzt, die mit mehreren Kühlkreisläufen und Wärmetauschern ausgestattet sind. Als Besonderheit sind die Wärmetauscher an die Wärmerückgewinnungsanlage des Gebäudes angeschlossen, sodass die bisher ungenutzte Abwärme zurückgewonnen und in das betriebliche Heizungsnetz eingespeist werden kann. Durch diese Form von Wärmerückgewinnung kann die vorhandene Wärme, die sonst über zusätzliche Wärmeerzeugung zustande gekommen wäre, im System gehalten werden. Darüber hinaus reduziert sich der Wasserverbrauch pro Zyklus von bisher 1.600 Liter auf durchschnittlich 15 Liter, der Stromverbrauch von bisher 13 kWh auf knappe 9 kWh pro Zyklus. Auch bei der Zykluszeit ergibt sich eine durchschnittliche Einsparung von 10 Minuten. Dadurch werden entsprechend CO_2-Emissionen reduziert (Umweltbundesamt 2014). In der Diskussion mit den Krankenhauspraktiker*innen haben sich Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung aus Dampf als sehr empfehlenswert erwiesen und wurden unter den TOP-3-Maßnahmen im Themenbereich Wärme eingruppiert.

Des Weiteren lässt sich Wärme ebenso aus dem Abwasser, welches im Gebäude entsteht, nutzbar machen. **Abwasserwärmerückgewinnung oder Abwasserwärmenutzung** ist die Wärmerückgewinnung der im Abwasser enthaltenen Abwärme. Mit Abwasser lässt sich nicht nur im Winter heizen, sondern im Sommer lassen sich auch Gebäude klimatisieren. Mithilfe von Wärmetauschern und Wärmepumpen lässt sich Wärmeenergie aus Abwasser nutzbar machen.

Hierbei sollen zwei Methoden zur Gewinnung von Abwasserwärme, die für die Versorgung von Krankenhäusern infrage kommen würden, erwähnt werden. Abwasserwärme kann unter anderem aus der Kanalisation oder direkt vom Gebäude gewonnen werden. Die Restwärme bzw. Restenergie aus dem Abwasser steht kostenlos zur Verfügung. Ihre Nutzung reduziert den Verbrauch anderer Energieträger, wie Erdgas oder Erdöl, welche bislang primär zur Wärmeversorgung der Gebäude eingesetzt werden (Hagemeier et al. 2017). Aufgrund dessen kann die Nutzung von Abwasserwärme zukünftig zur Dekarbonisierung in der Energiewende beitragen. Die Methode zur Gewinnung von Abwasserwärme aus dem öffentlichen Kanalsystem ist bei Vorliegen eines passenden Kanals mit entsprechendem Energiepotenzial umsetzbar. Dabei kann die Standortprüfung unter Umständen sehr zeit- und kostenintensiv sein, dennoch bietet die Energiequelle Abwasser selbst im Winter ein konstant hohes Temperaturniveau, sodass Abwasserwärmenutzungsanlagen eine hohe Wirtschaftlichkeit bieten und insbesondere in Städten und Ballungsgebieten effizient eingesetzt werden können. Die Nutzung der Abwasserwärme, die direkt vom Gebäude selbst erzeugt wird, wird als

[19] Autoklaven sind nach Definition gasdicht verschließbare Druckbehälter zur thermischen Behandlung von Materialien und Gegenständen im Überdruckbereich.

System für größere Gebäudekomplexe oder Industriebetriebe mit Prozesswärme wie Hotels, Heime, Sportanlagen und Krankenhäuser empfohlen, da gegenüber dem Kanalisationssystem hier nur die Abwärme, die aus dem Objekt selbst stammt, genutzt werden kann.

Wird das Abwasser in einem (meist außerhalb der Gebäudehülle liegenden) Schacht zentral gesammelt, kann Wärme durch einen integrierten Wärmetauscher gewonnen werden. Tageszeitliche Schwankungen der Abwassermenge werden durch die Zwischenspeicherung gepuffert. Dabei sind Wärmetauscher und Wärmepumpe über einen Solekreislauf miteinander verbunden. Die Strecke zwischen Gebäudehülle und Schacht ist in der Regel relativ kurz und somit sind die Verluste an die Umgebung minimal. Die durchschnittlich gemessenen Temperaturen können somit etwa ~23 °C betragen. Mithilfe von Wärmepumpen kann der Warmwasserbedarf im Einzelfall vollständig gedeckt werden.

Zusätzlich sollte in Betracht gezogen werden, Wärmeverluste beim Transport und der Verteilung der Wärme (Wasser, Dampf etc.) zu vermeiden. Dazu eignet sich eine **Rohrnetzsanierung** mit dem Ziel, kleinere Rohrdurchmesser und eine bessere Dämmung der Rohre zu erreichen (Klik-Datenbank 2015b). Insbesondere wenn Wasser das Medium der Wärmeenergie darstellt, zählt dazu auch die regelmäßige Wartung sowie Überprüfung der Funktionstauglichkeit der **Wasserleitungsisolierung** und der Sensoren zur Temperaturüberprüfung für Kälte- und Wärmebrücken. Außerdem ist eine **Dezentralisierung der Warmwassererzeugung** für Verbraucher mit geringem Warmwasserbedarf zu empfehlen. Sie können vom Warmwassernetz getrennt und durch einen Durchlauferhitzer versorgt werden. Dadurch werden überdimensionierte Warmwassernetze und große Wärmeverluste verhindert (Braun et al. 2015).

5.4 Wasser

Aufgrund der besonderen Anforderungen, die mit der Trinkwasserversorgung von Krankenhäusern und dem Schutz der Patient*innen einhergehen, stehen Maßnahmen zur Aufrechterhaltung oder Steigerung der Wasserqualität von besonderer Bedeutung, nicht nur für den Klimaschutz, sondern auch für die Patientensicherheit.

> „Mögliche Schwachstellen für die erforderliche hohe Qualität von Trinkwasser in Krankenhäusern sind Warmwasserspeicher, das Hausinstallationssystem selbst (u. a. Länge und Verzweigungsgrad der Leitungen, potenzielle Stagnationsbereiche, unzureichende thermische Isolierung von Kalt- und Warmwasser), Perlatoren, Mischbatterien und Duschschläuche, Klimaanlagen sowie Bäder und Hydrotherapie-einrichtungen“ (Braun et al. 2015).

Schwachstellen in Krankenhäusern, die zur Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität führen können, sollten bei der Betrachtung der Ressourceneffizienz im Bereich der

Wasserversorgung besonders berücksichtigt werden. Maßnahmen zur Einsparung bzw. effizienten Nutzung von Wasser haben dabei aktuell eher eine nachrangige Rolle.

> „In Umweltberichten von Kliniken werden häufig Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs, nicht aber innovative Wasserkonzepte dargelegt. Zwar wird die Bedeutung des schonenden Umgangs mit der Ressource Wasser oft hervorgehoben, jedoch gehen entsprechende Innovationskonzepte nicht über den Einbau von Wasserstopptasten bei den Toiletten-Spülungen sowie von Perlatoren an Wasserhähnen des Hauses hinaus“ (Braun et al. 2015).

Um diesem Thema als wichtigem Bestandteil eines klimaschutzorientierten Energiemanagements in deutschen Krankenhäusern zukünftig mehr Bedeutung zu verleihen, wurden mögliche Maßnahmen zur Einsparung bzw. optimierten Nutzung von Trinkwasser aus der Literatur und dem Erfahrungsschatz von Krankenhauspraktiker*innen evaluiert (Tab. 9).

Technische Optimierungspotenziale, die für die Versorgung mit möglichst keimfreiem und auf die Bedürfnisse eines Krankenhauses angepasstem Trinkwasser ausgerichtet sind, wurden bereits in unterschiedlichen Studien und Pilotprojekten für Krankenhäuser erprobt (Braun et al. 2015).

> „Verschiedene Maßnahmen können helfen, das Risiko für eine Qualitätsbeeinträchtigung des im Krankenhaus genutzten Trinkwassers zu minimieren. Empfohlen wird beispielsweise die Begrenzung von Leitungsquerschnitt und Zapfstellen bei Warmwasserspeichern, damit das Wasser nicht zu lange im Speicher verweilt. Auch sollte das Wasser auf knapp über 60 °C erwärmt werden bei einer Temperaturdifferenz zwischen Warmwasser und Zirkulation von knapp unter 5 °C, um Bakterien wie beispielsweise Legionellen effektiv abzutöten“ (Braun et al. 2015).

In diesem Zusammenhang wurden vom VDI ZRE in einer Kurzanalyse Empfehlungen und Ansätze für ein effizientes Wassermanagement in Krankenhäusern gelistet (VDI ZRE GmbH 2015, S. 6).

Maßnahmen, die der Optimierung und energetischen Sanierung im Bereich der Warmwasserversorgung dienen können, wurden bereits im Kontext des Themenfeldes Wärme (vgl. Kapitel 5.3) dargelegt und diskutiert. Neben offensichtlichen Stellschrauben, wie die Schulung des Personals zum ressourcenorientierten Nutzerverhalten, spielt die Reduzierung von Wasserverlusten (z. B. undichte Stellen in der Hausinstallation) sowie die Verbesserung der Effizienz bei Inventar, Anlagen, Systemen und Prozessen eine wichtige Rolle. Ebenso wie die Zweitnutzung von Grauwasser, das andernfalls direkt in das Abwassersystem geleitet werden würde (z. B. für Toilettenspülung oder Bewässerung der Gartenanlagen) (vgl. VDI ZRE GmbH 2015).

Die folgenden Maßnahmen, die aus der Literatur für die Wasserversorgung und -nutzung in Krankenhäusern zusammengestellt wurden, spiegeln die Ansätze des VDI ZRE für ein effizientes Wassermanagement wider. Ergänzt werden sie um von den Krankenhaus-praktiker*innen ausgewählte Maßnahmen (Tab. 9).

5.4.1 Verbesserung der Effizienz bei Inventar, Anlagen, Systemen und Prozessen

Hinsichtlich der erwähnten Ansätze für Empfehlungen des VDI ZRE zur Reduzierung des Wasserverlustes (z. B. undichte Stellen in der Hausinstallation) und der Verbesserung von Inventar, Anlagen, Systemen und Prozessen sollen technische Optimierungsmöglichkeiten und Good-Practice-Beispiele in Krankenhäusern aufgezeigt werden.

Die **Überprüfung des Wasserversorgungssystems auf Leckagen und das Abstellen von unnötigen Wasserströmen** wurde im Bereich des Monitorings von den Krankenhaus-praktiker*innen als eine besonders effiziente Maßnahme für die flächendeckende Umsetzung in Krankenhäusern beurteilt. Bereits die Ergebnisse der Krankenhausbefragung konnten zeigen, dass 59 % der Krankenhäuser diese Maßnahmen als krankenhausweiten Standard integriert haben (vgl. Tab. 9). Dabei verweist das VDI ZRE zum Auffinden von Leckagen auf das monatliche Ablesen und Auswerten der Wasserzähler (Braun et al. 2015). Mit dieser Maßnahme werden somit vor allem personelle Ressourcen gebunden, die von den Krankenhäusern zur Verfügung gestellt werden müssen.

Zur Verbesserung von Inventar, Anlagen, Systemen und Prozessen werden einfache Maßnahmen gezählt, wie den **Gießrhythmus im Außenbereich an jahreszeitliche Gegebenheiten anzupassen** oder die Prüfung der Möglichkeit für eine Mikro-Bewässerung (z. B. Tröpfchenbewässerung). Darüber hinaus kann der Wasserverbrauch in Krankenhäusern durch Maßnahmen (wie z. B. Flussregulatoren, Wasch-/Dusch-Spararmaturen etc.), die zum Teil auch in privaten Haushalten Einzug gehalten haben, erheblich gesenkt werden (Braun et al. 2015).

> Dies zeigte bereits „ein europäisches Demonstrationsvorhaben aus dem Jahr 2002: Einsparungen von Frischwasser in Krankenhäusern ließen sich u. a. durch Einsatz von Flussregulatoren (25 %), Waschtisch-Spararmaturen (ca. 60 %), Dusch-Spararmaturen (40 – 80 %), Toiletten-Spülsystemen (50 %), wasserlosen Urinalen (100 %) sowie aktuelleren Steckbeckenspülern (25 – 60 %) erzielen. Ein 800 Betten großes Krankenhaus konnte durch den Einbau einfacher Spareinrichtungen für Handwaschbecken und WC-Spülkästen […] seinen Wasserverbrauch um 19.000.000 Liter (19.000 m^3) und somit seine wasserbezogenen Kosten um 75.000 Euro senken“ (Braun et al. 2015).

Demzufolge kann die **Installation von Spararmaturen oder selbstschließende Geräte**, wie durchflussbegrenzende oder selbstschließende Armaturen, Flussregulatoren, Waschtisch-/Dusch-Spararmaturen oder Spül-Stopp-Automatik an Toilettenspülungen, eine kurzfristige Maßnahme mit hohem Einsparpotenzial für die Häuser sein.

> „Bei einer Umrüstung der Toilettenspülung ist darauf zu achten, dass das Klosettbecken für das verringerte Spülvolumen geeignet ist [VDI 6024 (2008) S. 8 f.]. In Krankenhäusern sollten keine wassersparenden Toilettenspülungen vorgesehen werden, da durch die unsachgemäße Entsorgung von Verbänden und sonstigen Gebrauchsartikeln Verstopfungsgefahr besteht [VDI 6024 (2008) S. 14]. Detaillierte Informationen zum Thema finden Sie in der Richtlinie VDI 6024, Blatt 1 „Wassersparen in Trinkwasser-Installationen – Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung“ (VDI Zentrum Ressourceneffizienz 2009-2022).

Auch der Einsatz von **Einhebelmischern an Waschbecken anstatt Zwei-Griff-Armaturen** sollte hier erwähnt werden. Laut Stiftung Warentest kann mit Einhebelmischern bis zu 30 % Wasser und Energie gespart werden. Mit den weit verbreiteten Zwei-Griff-Armaturen dauert es länger, bis die gewünschte Wassermenge und Temperatur eingestellt sind. Im Dusch- und Badebereich kann der **Einsatz von Thermostat-Armaturen** zur Vermeidung von Temperaturschwankungen und somit ebenfalls zur Einsparung von Wasser und Energie dienen (SanitärJournal 2017), ähnlich zum Mechanismus des thermostatischen Mischventils in der Optimierung der Heizungsanlagentechnik (vgl. 5.3.2).

Ebenso stellt der **Austausch von älteren elektronischen Geräten**, wie Geschirrspüler und Waschmaschinen, gegen neue, besonders sparsame Geräte, eine mögliche Investition dar. Je nach Energieeffizienz der aktuell verwendeten Geräte kann der Ersatz der alten Geräte sinnvoll sein, um nicht nur den Wasserverbrauch, sondern auch den Stromverbrauch zu senken.

Im Kontext des thermischen Komforts der Patient*innen kann die **Umstellung von wassergekühlten Klimaanlagen auf luftgekühlte Systeme** in der Kälteversorgung eines Krankenhauses eine effektive Maßnahme zur Wassereinsparung darstellen (Tab. 9). Hier gilt jedoch, dass in der Umsetzung der höhere Energieverbrauch und die Auswahl der eingesetzten Energiequellen beachten werden müssen, damit die angestrebte Ressourceneffizienz nicht zunichte gemacht wird (Braun et al. 2015).

Als weitere Maßnahme zur Reduzierung des Wasserverbrauchs wurde von den Krankenhauspraktiker*innen die Anwendung von **Handschuhen zur Patientenwäsche** empfohlen (Klinikum München 2021). Jedoch wird darüber die Abfallmenge erhöht. Bei einer

ganzheitlichen Betrachtung im Energie-/Klimaschutzmanagement eines Krankenhauses sollten diese Optionen daher abgewogen werden.

5.4.2 Alternative Wasserbezugsquellen

Neben gezielten Wassersparmaßnahmen kann die **kontrollierte Aufbereitung oder Wiedernutzung** als Betriebswasser (für z. B. die Toilettenspülung oder Bewässerung) von **Grau- oder Regenwasser** unter Beachtung des Gesundheitsschutzes in einer Aufbereitungsanlage den Trinkwasserverbrauch und den Abwasseranfall reduzieren. Diese Anlagen werden unterschiedlich bezeichnet, je nachdem welches Wasser der Anlage zugeführt wird. Dabei kann es sich um Betriebswasser, Grauwasser oder Regenwasser handeln.

Bei Grauwasser handelt es sich um Schmutzwasser, das durch die Nutzung von Dusche, Badewanne, Handwaschbecken und/oder Waschmaschinen entsteht und frei von Toilettenabwasser und mit Fett belastetem Küchenabwasser ist.

> „Um Grauwasser erneut nutzen zu können, wird dieses fäkalienfreie, nur gering verschmutzte Abwasser aufgefangen, gefiltert und mechanisch-biologisch gereinigt. Danach entspricht es dem Hygienestandard für Toiletten-Spülung, Gartenpflege, zum Putzen und sogar zum Wäschewaschen“ (Braun et al. 2015).

Hierbei sind insbesondere die rechtlichen Vorgaben und Rahmenbedingungen zur Wasserqualität, wie sie in Kapitel 2.3 ausgeführt wurden, von zentraler Bedeutung.

Regenwasser als Betriebswasserquelle über eine/n **Regenwassernutzungsanlage/-speicher** zum Einsatz als Kühl- und Prozesswasser sowie zur Gartenbewässerung wird bisher von wenigen Krankenhäusern eingesetzt (vgl. Kapitel 4.6.2).

> „Die Nutzung von Regenwasser zur Einsparung von Trinkwasser hat als Ergänzung zu moderner wassersparender Sanitärtechnik erheblich an Bedeutung gewonnen. Dies gilt sowohl für private und öffentliche Gebäude wie für eine Vielzahl von gewerblichen Bereichen“ (Braun et al. 2015).

Das Evangelische Krankenhaus Hubertus, Berlin, bewässert seine Parkanlage seit 2010 ausschließlich mit Regenwasser, um Trinkwasser zu sparen. Aus einem installierten Regenwasserspeicher wurden neben der Parkbewässerung auch das Feuerlöschsystem sowie einige Toiletten und Spülgeräte gespeist. So können, laut Krankenhaus, etwa 1.500 m^3 Frischwasser jährlich eingespart werden (Braun et al. 2015).

> „Wie groß die Einsparmöglichkeiten durch die Nutzung des Regenwassers genau sind, ist abhängig davon, wie viel Regen fällt und wie groß die nutzbare Dachfläche ist, mit der Regenwasser gesammelt werden kann“ (Braun et al. 2015).

Eine innovative Maßnahme zur energieeffizienten Wasserversorgung stellt der direkte **Grundwasserbezug über einen hauseigenen Brunnen** und die Aufbereitung als Brauchwasser dar (Tab. 9). Diese Maßnahme lässt sich jedoch nur auf bestimmte Liegenschaften der Krankenhäuser übertragen, da die Umsetzung maßgeblich von den regionalen Bedingungen abhängig ist. Falls die Möglichkeit eines direkten Grundwasserbezugs vorhanden ist, könnte laut Krankenhauspraktiker*innen die Aufbereitung dieses Grundwassers als Brauchwasser hinsichtlich einer energieeffizienten Wasserversorgung berücksichtigt werden.

5.4.3 Reduzierung der Abwasserbelastung

Im Kontext der Wasserversorgung von Krankenhäusern werden aufgrund einer ganzheitlichen Versorgungsperspektive auch immer wieder Maßnahmen zur Reduzierung der Abwasserbelastung durch Arzneimittelrückstände und andere Gefahrstoffe diskutiert.

Investitionskosten von Anlagen zur **separaten Erfassung und Behandlung von Krankenhausabwässern** liegen für mittelgroße Krankenhäuser (ca. 400 Betten) bei etwa 2 Millionen Euro. Deshalb wurden sie bisher nur vereinzelt in Pilotprojekten mit unterschiedlichen Methoden, wie etwa mittels Kläranlagen in Versuchsanordnung und in kleintechnischem Maßstab zur Vorbehandlung von Klinikabwasser (wie z. B. Absorptionsverfahren mit Pulveraktivkohle o. ä. Filtersysteme) eingesetzt (Braun et al. 2015). Diese Methoden konnten in Anbetracht der hohen Kosten noch keinen tatsächlichen Mehrwert zeigen, wohingegen eine Eliminierung der Arzneimittelrückstände durch eine vierte Klärstufe in den kommunalen Kläranlagen effektiver und kostengünstiger erschien (Tippkötter und Wallschlag 2009).

> „Internationale Forschungsergebnisse konnten bislang keine nennenswerten ressourceneffizienten Maßnahmen einer separaten Krankenhausabwasserbehandlung darlegen. Die biologische Abwasserreinigung erwies sich – bei erhöhtem Energieverbrauch – als nicht ausreichend für die Beseitigung der meisten Arzneimittelrückstände“ (Braun et al. 2015).

Die befragten Krankenhauspraktiker*innen beurteilten eine lokale Abwasser[vor]behandlung ebenfalls als eine enorme Herausforderung für die Krankenhäuser, die aufgrund der rechtlichen Anforderungen und des geringen Mehrwerts in der praktischen Umsetzung keine nennenswerte Option darstellt.

Tab. 9: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus dem Themenfeld Wasser

WASSER		
	Maßnahmenbeschreibung	TOP Maßnahmen der Krankenhaus-praktiker*innen
	Verbesserung der Effizienz bei Inventar, Anlagen, Systemen und Prozessen	
	Wasserversorgungssystem auf Leckagen prüfen und unnötige Wasserströme abstellen	
	Gießrhythmus im Außenbereich an jahreszeitliche Gegebenheiten anpassen oder die Möglichkeit für eine Mikro-Bewässerung	
	Installation Spararmaturen oder selbstschließende Geräte (z. B. durchflussbegrenzende oder selbstschließende Armaturen, Flussregulatoren, Waschtisch-/Dusch-Spararmaturen, Spül-Stopp-Automatik an Toilettenspülungen)	3
	Einhebelmischer an Waschbecken anstatt Zwei-Griff-Armaturen	
	Einsatz von Thermostat-Armaturen	
	Austausch von älteren elektronischen Geräten, wie Geschirrspüler und Waschmaschinen, gegen effizientere und wassersparende	
	Austausch von wassergekühlten Klimaanlagen durch luftgekühlte Systeme	1
	Einsatz von Waschhandschuhen zur Patientenwäsche	
	Alternative Wasserbezugsquellen	
	Betriebs-/Grauwasseraufbereitung (Grauwasser-Recycling-Anlage, Zweitnutzung von Betriebswasser, das andernfalls direkt in das Abwassersystem geleitet würde)	
	Regenwassernutzungsanlage/-speicher zur Aufbereitung als Betriebswasser	
	Direkter Grundwasserbezug über einen hauseigenen Brunnen und Aufbereitung als Brauchwasser	2
	Reduzierung der Abwasserbelastung	
	Methoden zur separaten Erfassung und Behandlung von Krankenhausabwässern	

5.5 Kälte

Gründe für Kältebedarf im Krankenhaus sind zahlreich. Kältebedarf ergibt sich vor allem aus der Kühlung innerer Wärmequellen, wie medizinische Großgeräte (beispielsweise Computertomographen) oder andere wärmeerzeugende Technologie, wie EDV (beispielsweise Serverräume). Darüber hinaus besteht ein hoher Kältebedarf im Krankenhausbetrieb. Kühlräume und -geräte werden in der Pathologie, für Medikamente und Lebensmittel benötigt (Energieagentur NRW 2021d; Lang 2018). Ebenso ergibt sich Kältebedarf zum Erhalt des Patienten- und Personalkomforts. Krankenhausräume werden mittels luft- und wassergestützter Systeme klimatisiert (Stiftung viamedica 2009).

In etwa 15 % des Stromverbrauchs eines Krankenhauses werden für die Kälteerzeugung benötigt (Stiftung viamedica 2009). Zusätzlich kommt Primärenergie zum Betrieb der Kältemaschinen zum Einsatz. Der Kältebedarf variiert stark: Nachts und am Wochenende wird lediglich eine Grundlast benötigt, während unter der Woche am Tag die drei- bis vierfache Last anfällt (Hagemeier et al. 2017). Optimierungsmaßnahmen für den Themenbereich Kälte orientieren sich am Einsatz des primären Energieträgers, an der Nutzung der Anlagentechnik, am eingesetzten Kältemittel und an Möglichkeiten alternativer Kühlung.

Einen Überblick über relevante Maßnahmen aus der Literaturrecherche sowie aus der Diskussion mit den Krankenhauspraktiker*innen liefert Tab. 10.

Tab. 10: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus dem Themenbereich Kälte

KÄLTE		
	Maßnahmenbeschreibung	TOP Maßnahmen der Krankenhaus-praktiker*innen
	Anpassung Energieträger und Einsatz alternativer Kühlmethoden	
	Geothermische Kühlung	
	Fernkälte	
	Solarthermische Kühlung	
	Einsatz der freien Kühlung über die Außenluft	
	Kälteversorgung über Grundwasserkälte	2
	Adiabate Kühlung (Kühlung der Abluft durch Versprühung von Wasser zur Kühlung der Außenluft)	
	Brunnenwassernutzung zur Klimakaltwassererzeugung für Gebäudeklimatisierung	
	Optimierung der Anlagentechnik	
	Betrieb mehrerer Kältemaschinen im Verbund	
	Optimierung und bessere Auslastung der Kühlkette und der Kältemaschine	
	Einsatz dezentraler Splitgeräte in der Kälteversorgung	
	Absorptionskälteanlage betrieben durch Abwärme	1
	Zentrale Steuerung zur automatischen Steuerung und Regelung der Betriebsparameter	3
	Umstellung von Durchlaufkühlung auf Umlaufkühlung	
	Eisspeicher zur Kältespeicherung	
	Optimierung Kältemittel	
	Umstellung auf neue Kältemittel	
	Einsatz von Kältemittel mit Null CO_2-Emission	

5.5.1 Anpassung der Energieträger und Einsatz alternativer Kühlmethoden

Wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln erläutert, sollte zunächst der Primärenergieeinsatz optimiert werden. Konventionell werden in Krankenhäusern Kompressionskältemaschinen zur Erzeugung von Kälte eingesetzt. Diese verwenden mechanische Verdichter, mit denen das Kältemittel bei niedrigen Temperaturen verdampft und Wärme der Umgebung entzieht (Hagemeier et al. 2017). Dafür verbrauchen sie viel elektrische Energie und haben einen entsprechend großen ökologischen Fußabdruck (Stiftung viamedica 2009). Um weniger energetische Ressourcen zu verzehren, ist es auch im Themenbereich Kälte empfehlenswert, auf erneuerbare Energien zu setzen. Dazu besteht, wie bereits im Kapitel zum Themenbereich Wärme erläutert, z. B. die Möglichkeit, auf geothermische Kälte oder solarthermische Kühlung umzustellen (Tippkötter und Wallschlag 2009).

Bei der **solarthermischen Kühlung** wird Sonneneinstrahlung im Solarkollektor zunächst in Wärme umgewandelt. Mittels thermodynamischer Verfahren wird entweder Kaltwasser oder konditionierte Frischluft bereitgestellt. Vorteile dieser Methode liegen in der Parallelität von höchster Sonneneinstrahlung und Kältebedarf sowie darin, dass der thermodynamisch ungünstige Umweg über die Erzeugung von Strom vermieden werden kann (Stiftung viamedica 2009). Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass eine Solaranlage auch für die Warmwasserbereitung oder Heizung genutzt werden kann (vgl. Kapitel 5.3).

Bei der **geothermischen Kühlung** wird Wasser in Kontakt mit dem kühlen Untergrund gebracht. Das kalte Wasser kann dann zur Gebäudekühlung genutzt werden, indem es durch Rohrsysteme Decken und Wände durchströmt. Das Verfahren hat den Vorteil, dass es ganz ohne technisch erzeugte Kühlung auskommt (Stiftung viamedica 2009).

Bei einer **Grundwasser- oder Brunnenkühlung** wird das konstant kühle Grund- oder Brunnenwasser zur Klimatisierung von Gebäuden herangezogen. Mittels Saugbrunnen wird Wasser entnommen und dem internen Kühlkreislauf zugeführt (Nowitzky 2012). Dabei sind Einsatzmöglichkeiten im Bereich von Luftkühlern der Lüftungsgeräte, Fußbodenkühlung, Kühldecken oder zur Kühlung der Kondensatoren der Kältemaschine denkbar (Waßmann 2020).

> „Die Betriebskosten für Grundwasserkühlung sind um den Faktor 8 – 9 günstiger als die mit Kältemaschinen erzeugte Kühlung“ (Waßmann 2020).

Vorteilhaft bei dieser Art der Kühlung ist der geringe Stromverbrauch. Voraussetzung für die Grundwassernutzung ist jedoch, dass das Grundwasser in mit vertretbarem Aufwand erreichbarer Tiefe, ausreichender Menge und Fließgeschwindigkeit sowie passender

Temperatur verfügbar ist (Nowitzky 2012). Die Nutzung von Grundwasser zur Kühlung wurde durch die Krankenhauspraktiker*innen als besonders relevant im Zuge der energetischen Sanierung von Krankenhäusern eingeschätzt.

Eine weitere Möglichkeit einer energieeffizienten Kälteversorgung besteht in der Nutzung von **Fernkälte**. Dabei wird in einer „Kältezentrale“ mittels Absorptionskältemaschine und Abwärme Kälte erzeugt und den Nutzern über ein gut isoliertes Rohrleitungsnetz zugeleitet. Energiequellen für die genutzte Abwärme können z. B. erneuerbare Brennstoffe oder Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen sein. Neben der Stromeinsparung beim Nutzer besteht ein weiterer Vorteil in der höheren Effizienz einer gemeinsam genutzten Fernkälte-Großanlage gegenüber Einzellösungen. Eine Fernkälteversorgung über Grundwasserkühlung kann ebenso zum Einsatz kommen (Verband Fernwärme Schweiz 2022).

> „Fernkälte ist dafür die ideale Technologie: Sie spart 70 Prozent an Energie und 50 Prozent an CO_2-Emissionen im Vergleich zu herkömmlichen Klimageräten.
>
> […]
>
> Gerade im dicht verbauten Stadtzentrum ist Fernkälte eine optimale Lösung. Denn herkömmliche Klimaanlagen verbrauchen nicht bloß mehr Energie, sie benötigen auch deutlich mehr Platz“ (Hoor 2021).

5.5.2 Optimierung der Anlagentechnik/Kältemaschinen

In Krankenhäusern kommen verschiedene technische Anlagen zum Einsatz, die den Kältebedarf eines Krankenhauses abdecken. Kältemaschinen stehen dabei im Zentrum, daher betreffen die im Folgenden vorgestellten Maßnahmen insbesondere diese Art der Anlagentechnik. Optimierungsmaßnahmen ergeben sich einerseits durch den Einsatz modernerer Kälteerzeuger, andererseits kann auch die Optimierung von Standort, Betrieb und Steuerung bestehender Anlagen erhebliche Einsparungen im Bereich der Betriebs- und Energiekosten mit sich bringen (Stiftung viamedica 2009). Darunter fällt auch das eingesetzte Kältemittel, welches großen Einfluss auf die Treibhausgasemissionen haben kann (Tippkötter und Wallschlag 2009).

Unabhängig von der eingesetzten Kältemaschine empfiehlt sich die Nutzung einer **zentralen Steuerung**, die die Betriebsparameter automatisch kontrolliert und regelt. Dadurch können eine **Optimierung und bessere Auslastung der Kühlkette und der Kältemaschine** erreicht werden. So kann z. B. eine ggf. überdimensionierte Anlage wirtschaftlicher betrieben werden (Tippkötter und Wallschlag 2009). Diese Maßnahme wurde durch die Krankenhaus-praktiker*innen besonders gewürdigt und auf Platz drei der relevantesten Maßnahmen gewählt.

> „Krankenhäuser haben einen stark schwankenden Kältebedarf, der zwischen 100 kW Teillast und mehreren Tausend kW bei Volllast liegen kann. Hier kann **intelligente Steuerungssoftware** die Kälteleistung automatisch an den entsprechenden Bedarf anpassen, und dies bei bedarfsgerecht veränderbarer Vorlauftemperatur“ (Management & Krankenhaus 2011).

Eine weitere Maßnahme zur optimierten Auslastung der Kältemaschine ergibt sich über die Nutzung von **Kältemaschinen im Verbund**. Dadurch besteht die Möglichkeit, Lastspitzen besser auffangen zu können (EnergieAgentur.NRW 2021e).

Um elektrischen Lastspitzen vorzubeugen, kann sich der **Einbau eines Eisspeichers** lohnen. Dieser kann in Zeiten von niedriger Last mit günstigem Niedertarifstrom geladen werden und in Starklastzeiten Kälte abgeben. Dadurch können Betriebskosten erheblich gesenkt und gleichzeitig die Versorgungssicherheit erhöht werden (Tippkötter und Wallschlag 2009; Fahl et al. 2016).

> „Im Jahr 2014 hat sich das Klinikum [Ludwigsburg] deshalb einen Eisspeicher mit einer Kältekapazität von 3.570 KWh und einem Volumen von 55.000 Litern zugelegt. Dies ermöglicht eine bessere Auslastung der Blockheizkraftwerke, weil der Eisspeicher ein Aufladen der Kältemaschinen über Nacht ermöglicht. Tagsüber wird die nachts erzeugte Kälte verbraucht. Nur noch zu Spitzenzeiten muss das Klinikum Kältemaschinen hinzuschalten. Die Einführung des Eisspeichers und die bessere Auslastung der Blockheizkraftwerke haben dazu geführt, dass das Klinikum Ludwigsburg im Jahr 2017 insgesamt nur 1.992 MWh Strom zukaufen musste“ (Lang 2018).

Elektrisch betriebene Kompressionskältemaschinen kommen aktuell am häufigsten in Krankenhäusern zum Einsatz (vgl. Kapitel 4.7.1), sind jedoch aufgrund der Verwendung problematischer Kältemittel und auch mit Blick auf den hohen Strombedarf und die verbundenen Treibhausgasemissionen kritisch zu bewerten (Stiftung viamedica 2009). Verwendete Kältemittel können bei Undichtigkeiten und unzureichender Entsorgung Treibhausgaseffekte induzieren (Energieagentur NRW 2021d). Eine umweltschonendere Alternative stellen Ad- und Absorptionsmaschinen mit anschließender Resorption dar. Bei diesen entsteht die Kälteabgabe durch einen Kreislaufprozess aus Ab- respektive Adsorption zweier Stoffe, der durch Wärmezufuhr angetrieben wird (Hagemeier et al. 2017). Für diesen Prozess kann auch umweltfreundlichere Abwärme verwendet werden (Energieagentur NRW 2021d). Daher empfehlt es sich, grundsätzlich über eine **Modernisierung der technischen Anlage (z. B. thermische Kältemaschine/Absorptionskältemaschine mit Abwärme)** nachzudenken, sofern eine elektrisch betriebene Kompressionskältemaschine im Einsatz ist.

Diese Maßnahme, insbesondere unter Zuhilfenahme von Abwärme, wurde durch die Krankenhauspraktiker*innen als TOP-1-Maßnahme eingeordnet.

> „Um der Kosten- und Energiespirale entgegenzuwirken, setzen immer mehr Krankenhäuser auf den Einsatz integrierter Kältekonzepte auf Basis energieeffizienter Kältemaschinen. Damit lassen sich bis zu 50 % des Energiebedarfs für die Gebäudekühlung einsparen“ (Management & Krankenhaus 2011).

Auch wenn die initiale Investition in eine Kältemaschine hoch ist, so amortisiert sich eine moderne Anlage aufgrund der niedrigeren Betriebskosten gegenüber einer elektrisch betriebenen Kompressionskältemaschine schnell (Stiftung viamedica 2009).

Kältemittel, die im Zusammenhang mit Kältemaschinen im Krankenhaus eingesetzt werden, haben Einfluss auf den Klimawandel. Dies liegt darin begründet, dass bei Undichtigkeit der Anlage und bei unzureichender Entsorgung von Kältemittel Treibhausgase in die Atmosphäre gelangen können (Tippkötter und Wallschlag 2009; Stiftung viamedica 2009). **Fluorierte Treibhausgase** (F-Gase) werden sehr häufig als Kältemittel auch in Krankenhäusern eingesetzt und sind klimawirksam, d. h., sie tragen zur Klimaerwärmung bei. Das Treibhauspotenzial liegt um das 100- bis 22.000-Fache höher als das von CO_2.

Ein auch für Krankenhäuser relevantes Regelwerk in Bezug auf Kältemittel stellt die **EU-F-Gase-Verordnung** dar. Sie hat zum Ziel, die europaweiten Emissionen von klimarelevanten F-Gasen bis zum Jahr 2030 um 70 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 zu reduzieren. Einige Kältemittel wurden bereits verboten oder in ihrer erlaubten Menge reduziert und machen eine Umrüstung auf andere Kältemittel im Krankenhaus erforderlich. In diesem Zusammenhang sind insbesondere Kältemittel mit einem hohen Global-Warming-Potenzial (GWP) von mehr als 2.500 betroffen, die seit Juli 2020 nicht mehr zugelassen sind (Inverkehrbring- und Nachfüllverbot) (Thalmayr 2022b). Allerdings kann eine Umrüstung Leistungseinbußen von bis zu 30 % mit sich bringen, da das neue Kältemittel die Effizienz des Betriebs einer Kältemaschine beeinflussen kann (Tippkötter und Wallschlag 2009). Es besteht jedoch nicht nur die Möglichkeit, auf Kältemittel mit niedrigerem GWP umzusteigen. Alternativ dazu können klimafreundlichere Kältemittel wie Propan (R-290) oder Ammoniak (R-717) oder andere natürliche Kältemittel, wie CO_2, eingesetzt werden.

> „Während sich bei den natürlichen Kältemitteln Ammoniak derzeit hauptsächlich in der Großindustrie bewähre und CO_2 bei der Tiefkühlung punkte, hätten sich im Krankenhaus luftgekühlte Propananlagen als sehr effizient erwiesen […]“ (Thalmayr 2021a).

In Bezug auf Propan werden jedoch Bedenken hinsichtlich des Brandschutzes diskutiert (Thalmayr 2022b).

Aufgrund der Regelungen der EU-F-Gase-Verordnung, für die 2022 eine weitere Verschärfung erwartet wird, ist eine vorausschauende und klimafreundliche Planung zum Einsatz von Kältemitteln in Krankenhäusern jedoch unabdingbar und muss zwingend Teil einer Strategie zur weiteren energetischen Sanierung sein. Dabei gilt es auch zu berücksichtigen, dass ein in der Nutzung eingeschränktes oder verbotenes Kältemittel im Falle einer Undichtigkeit nicht nachgefüllt werden kann und für diesen Fall über alternative Kühlsysteme nachgedacht werden muss (Thalmayr 2022b).

5.5.3 Optimierung Klimaanlagen

Auch wenn Klimaanlagen nicht in allen Krankenhäusern oder allen Bereichen vorkommen, so rücken sie doch aus zwei Gründen in den Fokus: aufgrund zunehmenden Klimatisierungsbedarfs durch vermehrte Hitzewellen und durch hohen Energiebedarf beim Betrieb der Anlagen (Stiftung viamedica 2009).

> „Doch Klimaanlagen seien in den Patientenzimmern „eher selten“ [...] Klimatisiert würden meist nur Funktionsbereiche, wie etwa der Operationssaal oder die Notaufnahme.“ (Deutsches Ärzteblatt 2019a)

> „‚Um auf Hitzewellen besser vorbereitet zu sein, ist klar: Wir brauchen in den Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen mehr Klimaanlagen. Diese sollten jedoch auf jeden Fall CO2-neutral sein. Sonst gießen wir Öl ins Feuer‘, sagte FDP-Gesundheitspolitiker Andrew Ullmann.“ (Deutsches Ärzteblatt 2019b)

Sofern Klimaanlagen im Einsatz sind, haben Optimierungsmaßnahmen das Ziel, Verbrauchsenergie und CO_2-Emissionen einzusparen. Bei Lüftungs- und Klimaanlagen ergeben sich vor allem Anknüpfungspunkte aufgrund von schlechtem Regelungsverhalten, falscher Dampfbefeuchtung, zu hohen Luftmengen sowie unangepassten Betriebszeiten (Tippkötter und Wallschlag 2009).

Kältebereitstellung für Klimaanlagen erfolgt zumeist über elektrisch angetriebene Kältemaschinen. Mittels **adiabater Kühlung** kann durch Nutzung der vorhandenen Befeuchter ein Teil der elektrischen Kälteenergie substituiert werden. Dazu macht man sich den Verdunstungseffekt von Wasser zunutze: Wasser verdunstet und nimmt dabei Energie auf. Diese Energie wird der Luft entzogen, die sich dadurch abkühlt. Allerdings steht der Energieeinsparung ein erhöhter Wasserverbrauch gegenüber (Tippkötter und Wallschlag 2009).

> „Der große Vorteil der adiabaten Kühlung liegt deshalb auch in der Reduzierung der Betriebskosten. So sollen durch eine adiabate Kühlung die Kosten für die

> Klimatisierung auf ein Drittel der Kosten durch Kompressionskältemaschinen gesenkt werden können“ (Oebbeke 2008).

Sollte eine Klimaanlage mittels Wasserkühlung betrieben werden, so besteht die Möglichkeit, diese auf **luftgekühlte Systeme** umzustellen, wodurch deutliche Wassereinsparungen erzielt werden können. Hier gilt jedoch, dass in der Umsetzung der höhere Energieverbrauch und die Auswahl der eingesetzten Energiequellen beachtet werden müssen, damit die angestrebte Ressourceneffizienz durch den erhöhten Einsatz von Primärenergie (wie z. B. Strom) nicht zunichte gemacht wird (Braun et al. 2015).

5.6 Abfallmanagement

Das Abfallmanagement wird künftig im Gesundheitswesen immer bedeutender, um ressourcenschonend zu agieren, weniger Rohstoffe zu verbrauchen, Wertstoffe zurückzugewinnen oder Abfälle umweltgerecht zu entsorgen (EnergieAgentur.NRW 2021a).

Aufgrund der unterschiedlichen Abfallarten eines Krankenhauses, wie Gefahrenstoffe und infektiöse oder ethisch bedenkliche Abfallstoffe, sind die Ansprüche an die Entsorgung des Klinikabfalls hoch (Health Care Without Harm 2020). Die gesetzlichen Regelungen und Orientierungshilfen, die für die Krankenhäuser von Bedeutung sind, wurden im Kapitel 2.3 aufgeführt.

Umweltschonende Maßnahmen im Bereich des Abfallmanagements eines Krankenhauses umfassen die Abfallvermeidung, -verwertung und sichere Entsorgung (EnergieAgentur.NRW 2021a).

Die Grundlage hierfür bilden Ansätze der Kreislaufwirtschaft (z. B. „Zero Waste“). Die Kreislaufwirtschaft steht im Gegensatz zum traditionellen linearen Wirtschaftsmodell („Wegwerfwirtschaft“), das auf große Mengen billiger, leicht zugänglicher Materialien und Energien setzt. Im Rahmen der Kreislaufwirtschaft sollen bestehende Materialien und Produkte so lange wie möglich geteilt, geleast, wiederverwendet, repariert, aufgearbeitet und recycelt werden (Europäisches Parlament 2015).

> „Auf diese Weise wird der Lebenszyklus der Produkte verlängert. In der Praxis bedeutet dies, dass Abfälle auf ein Minimum reduziert werden. Nachdem ein Produkt das Ende seiner Lebensdauer erreicht hat, verbleiben die Ressourcen und Materialien so weit wie möglich in der Wirtschaft. Sie werden also immer wieder produktiv weiterverwendet, um weiterhin Wertschöpfung zu generieren“ (Europäisches Parlament 2015).

Entsprechend dem Kreislaufwirtschaftsgesetz sind die zählenden Logistikketten und -Kreisläufe ganzheitlich zu betrachten (Dickhoff et al. 2021).

Um dies zu gewährleisten, wird empfohlen, dass in Gesundheitseinrichtungen nachhaltige Maßnahmen wie der Einsatz von ressourceneffizienten Produkten, Konsum- und Investitionsgütern und Dienstleistungen geplant und umgesetzt werden (siehe auch VDI 5800 Blatt 1 „Nachhaltigkeit in Bau und Betrieb von Krankenhäusern – Grundlagen“) (VDI-Gesellschaft Technologies of Life Sciences 2020).

So kann beispielsweise im Krankenhaus ein Beitrag zu diesem Thema die **Anpassung der Kriterien zur Produktausschreibung an nachhaltige Prozessabläufe** sein, oder es wird bei der **Kooperation mit einer Biogasaufbereitungsanlage (Abholung von Bioabfällen zur Aufbereitung) auf eine hochwertige Verwertung beim Dienstleister** geachtet.

Hinsichtlich nachhaltiger Strukturen zum Thema Klimaschutz seitens der Zulieferer oder Dienstleister gibt es weitere wichtige Anknüpfungspunkte, auf die an dieser Stelle aufgrund der weitreichenden Thematik nicht näher eingegangen werden kann. Wie eingangs beschrieben, soll der Fokus für den Bereich des Abfallmanagements im Krankenhaus auf die direkten Emissionsbereiche gelegt werden (Kap. 2.2). Aufgrund der Reichweite der beteiligten Prozesse werden im Folgenden nur Hinweise zu einzelnen Maßnahmen für die Abfallvermeidung/-reduzierung und zur Abfalltrennung/-verwertung sowie zum Recycling aufgeführt (Tab. 11).

5.6.1 Abfallvermeidung/-reduktion und Recyclingprodukte

Dementsprechend kann in einem ersten, einfach umsetzbaren Schritt zur Abfallvermeidung die **Bestellung von Großgebinden statt Klein- und Kleinstgebinden** den Verpackungsmüll reduzieren. Hierfür gaben die befragten Krankenhäuser flächendeckend an, dass bereits beim Einkauf von Produkten auf eine Reduzierung des Verpackungsmülls geachtet wird (vgl. Kapitel 4.8.3).

Grundlegend kann die Abfallvermeidung über unterschiedliche Maßnahmen gesteuert werden; eine wichtige Grundlage hierfür stellt die **Abfallentsorgungskontrolle/-analyse zur Identifikation von reduzierbaren Abfallmengen (vermeidbare und nicht vermeidbare Abfälle)** dar. Die Krankenhauspraktiker*innen bewerteten diese grundlegende Struktur als die wichtigste Maßnahme mit der größten Hebelwirkung für ein ressourcenschonendes Abfallmanagement. So können vor allem in Verwaltungsgebäuden reduzierbare Abfälle identifiziert werden (Tab. 11).

Zur Umsetzung einer differenzierten Abfallentsorgungskontrolle/-analyse bedarf es personeller Ressourcen. Aus Sicht der Krankenhauspraktiker*innen stellt der Einsatz einer/eines **hauseigene*n Abfallbeauftragte*n** eine der drei wichtigsten Maßnahmen im Abfallmanagement (Tab. 11) dar (vgl. Kapitel 4.8).

Darüber hinaus kann zur Umsetzung eines ganzheitlichen Abfallmanagements im Krankenhaus die **Anschaffung bzw. Nutzung einer speziellen Software als Entscheidungshilfe beim Produkteinkauf** dienen; hier wird aufgrund der eingegebenen Daten eine Empfehlung für Einweg-/Mehrweg- oder Recyclingprodukte gegeben. Ein naheliegendes Beispiel ist der **Einsatz von Recyclingpapier statt Frischfaserpapier**. Dabei können weitere Bereiche im Krankenhaus von einer **Umstellung von Einwegprodukten auf Mehrwegprodukte** profitieren – sofern medizinisch und hygienisch vertretbar, z. B. Refill-System für Pipettenspitzen.

> Das Global Green & Healthy Hospital Netzwerk stellt für Mitglieder ein Waste Guidance Document zur Verfügung. In Anesthesiology wurde kürzlich eine Roadmap für die nachhaltige Verwendung von plastikenthaltenden Produkten im perioperativen Umfeld vorgeschlagen (Xiao et al. 2021).

Im hauswirtschaftlichen Bereich wurde von den Krankenhauspraktiker*innen die **Entfernung von To-go-Produkten aus der Kantine und die Einführung von Pfandsystemen** als eine der effizientesten Maßnahmen zur Abfallvermeidung im Krankenhausalltag eingeschätzt (Tab. 11).

Die **Installation eines hauseigenen Trinkwasserbrunnens/-automaten, inklusive wiederverwertbaren Trinkflaschen, ohne Plastik,** stellt eine einfach umsetzbare Maßnahme dar und kann die Einsparung von Ressourcen in diesem Bereich effizient unterstützen.

> Im Universitätsspital wurden 2020 durch die Erweiterung von Trinkwasserbrunnen im Vergleich zu 2019 19.555 Liter Erdöl gespart. Dabei wird über die Berechnung einer Schweizer Studie davon ausgegangen, dass ein Liter Mineralwasser in einer PET-Einwegflasche rund 0,3 Liter Erdöl beansprucht (Material, Abfüllung, Kühlung, Transport) (Universitätsspital Basel 2020; Wälti und Almeida 2016).

5.6.2 Abfalltrennung/-verwertung

Eine strukturierte Abfalltrennung (inkl. Trenn-, Erfassung- und Farbleitsystemen), die dazu dient, Fehlwürfe weitestgehend zu vermeiden, wurde im Kapitel 5.1.2 Nutzerverhalten ausführlich behandelt und unterstützt maßgeblich die **Wertstofftrennung in der Abfallwirtschaft** (Dickhoff et al. 2021; Debatin et al. 2011). Die Vermeidung von Mischformen ermöglicht es, die ökologische Verwertung von Abfällen durchzuführen. Wiederverwertbare Abfälle sollten deswegen getrennt gesammelt werden. Die Abfälle können sowohl stofflich (Recycling) als auch energetisch (Müllverbrennungsanlage) verwertet werden (UK BG 2020).

> „Eine stoffspezifische Zählung und Nutzung von Rücknahme- und Recyclingoptionen für beispielsweise Wertstofffraktionen, Druckerpatronen und Toner, Elektro- und

> Elektronik-Altgeräten, Pumpen, Batterien und Holzfraktionen senkt den Ressourcenverbrauch“ (Dickhoff et al. 2021).

Hierzu gibt es unterschiedliche Maßnahmen in einem Krankenhaus, um Abfälle korrekt zu beseitigen und den Recyclingprozess zu unterstützen. **Abfälle können an den Hersteller und Vertreiber zurückgegeben werden** (z. B. elektronische Altgeräte, Leuchtstoffröhren, Batterien, Altöl, Verpackungsabfälle etc.). Darüber hinaus können Kunststoffabfälle oder bestimmte Wertstoffe (Metalle etc.) über die **Kooperationen mit Entsorgungsfirmen** recycelt werden.

Am Beispiel des Universitätsspitals Basel konnten im Jahr 2020 durch den Ausbau der Kunststoffsammlung in der Nephrologie 324 kg Kunststoff recycelt, statt in der Kehrichtverbrennungsanlage verbrannt zu werden. Hier wurden seit April 2019 die 1.080 Kanister, die bei der Dialyse zum Einsatz kommen gesammelt und an den Hersteller zurückgegeben (Universitätsspital Basel 2020).

Auch am Berufsgenossenschaftlichen Universitätsklinikum Bergmannsheil in Bochum konnte festgestellt werden, „dass die getrennte Erfassung von Wertstoffen im Abfall nicht nur zu einer Einsparung geführt hat, sondern dass damit auch die Treibhausgasbelastung um über 170 Tonnen CO_2 reduziert wurde“ (Schäfer 2021).

5.6.3 Reduzierung von Lebensmittelabfällen

Neben nicht infektiösen medizinischen Patientenabfällen und gemischtem Siedlungsabfall sind Küchen- sowie Kantinenabfälle Hauptverursacher des Gesamtabfalls in einem Krankenhaus (vgl. Kapitel 4.8.1 Ergebnisse zum Abfallaufkommen). Deshalb stellt die Reduzierung von Lebensmittelabfällen neben einer strukturierten Abfalltrennung in der Abfallwirtschaft eines Krankenhauses ein zentrales Thema für ein ressourcenschonendes Abfallmanagement dar (vgl. Debatin et al. 2011).

> „Im Krankenhaus werden in der Verpflegung von Patient*innen, Mitarbeitenden und Besucher*innen große Lebensmittelmengen umgesetzt, sodass hier ein wichtiger Hebel für Verbesserungen der Umweltauswirkungen besteht.“ (Universitätsspital Basel 2020).

Für eine **längere Haltbarkeit der Gerichte** spricht in der Speisezubereitung die sogenannte **entkoppelte Küche**: Dabei werden die Gerichte, anstatt nach der Zubereitung direkt zu servieren (konventionelle Küche, „Cook & Serve“), zunächst gekühlt („Cook & Freeze“) oder eingefroren („Cook & Chill“) (kma Online Whitepaper 2021). Aufgrund der Haltbarkeit dieser Gerichte wird die Planung der Speiseversorgung unterstützt. Die Krankenhauspraktiker*innen beurteilten die Möglichkeit zur **differenzierten Essensbestellung und der kurzfristigen**

Anpassung von Vorbestellungen bei Änderungen im Stationsablauf, wie die Anmeldung von OP-Tagen in der Küche, als Unterstützung in der Speiseplanung als wesentlich effektiver. Dabei spielte auch die Aufklärung der Patient*innen für eine passgenauere Bestellung eine zentrale Rolle, insbesondere um Portionsabfälle zu vermeiden.

Gezielte Maßnahmen zur **Weiterverwendung von nicht mehr notwendigen, aber bereits vorbestellten/produzierten/abgelaufenen Speisen** (z. B. alternativer Einsatz der Gerichte bei vorzeitiger Entlassung von Patient*innen, wie die Initiative „Zu gut für die Tonne") zeigten sich bereits in der Praxis als willkommene Maßnahmen. So konnte im Universitätsspital Basel die Menge fertiger Speisen, die entsorgt werden mussten, enorm verringert werden.

> „Allein im Mitarbeitenden-Restaurant Centro wurden zwischen Februar und Dezember 2020 Lebensmittel mit einem Gesamtgewicht von 5.471 kg vor der Entsorgung bewahrt. Dies wurde ermöglicht durch die Maßnahme «Stopp Foodwaste»: Während verlängerter Öffnungszeiten von 13.35 bis 14.00 Uhr sind die Speisen vom Mittagsbuffet zum halben Preis erhältlich – ein Angebot, das von den Mitarbeitenden rege genutzt wird. Die obligatorische Entsorgung aufgrund von Hygienerichtlinien der verbliebenen Speisen nach der Schließung konnte so nach hinten verschoben und elegant verringert werden.“
>
> In den Cafeterien des Universitätsspitals Basel und des Universitäts-Kinderspitals bei Basel (Centrino, Giardino, Punto und Nemo) wurde durch die sogenannte «Happy Hour» – dem Verkauf von Frischwaren eine Stunde vor Schließung zum halben Preis – ein Anreiz geschaffen, damit sich unsere Mitarbeitenden auf dem Heimweg noch das eine oder andere gönnen können. Auf diese Weise konnten zwischen Februar und Dezember 2020 insgesamt 36.142 Einheiten (z. B. Sandwiches) verkauft statt entsorgt werden. Außerdem konnten 12.694 Gebäcke als «Gebäck vom Vortag» zu einem symbolischen Preis von 50 Rappen nach dem regulären Verkaufstag an den Mann oder die Frau gebracht werden.“ (Universitätsspital Basel 2020)

Neben der Reduzierung von Lebensmittelabfällen wurde von den Krankenhauspraktiker*innen der optimierten Entsorgung in der Kreislaufwirtschaft eine zentrale Bedeutung beigemessen. In diesem Zusammenhang wurde die Einführung einer **Speiseresteverpressungsanlage oder einer Methode zur Speiseresteverflüssigung im Tank** explizit empfohlen, um die anfallenden Speisereste vorzuverarbeiten und das Abfallvolumen zu reduzieren.

Zum Abfallmanagement gehören demnach verschiedene Prozesse und Maßnahmen. All diese Maßnahmen müssen zur Abfallvermeidung/-reduzierung mit dem Beschaffungsprozess von verpackungsarmen Produkten, dem Einsatz von Mehrweg- statt Einwegprodukten sowie Recyclingprodukten einhergehen. Darüber hinaus sollte im Sinne der Kreislaufwirtschaft eine

strukturierte Abfall-/Wertstofftrennung im Abfallmanagement eines Krankenhauses zum effizienten Ressourceneinsatz eine zentrale Rolle spielen.

Tab. 11: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus dem Themenfeld Abfallmanagement

ABFALLMANAGEMENT		
	Maßnahmenbeschreibung	TOP Maßnahmen der Krankenhaus-praktiker*innen
	Abfallvermeidung/-reduktion (und Recyclingprodukte)	
	Beim Einkauf von Produkten wird auf eine Reduzierung des Verpackungsmülls geachtet (z. B. Einkauf von Großgebinden statt Klein- und Kleinstverpackungen)	
	Abfallentsorgungskontrolle/-analyse zur Identifikation von reduzierbaren Abfallmengen (vermeidbare und nicht vermeidbare Abfälle) (z. B. in Verwaltungsgebäuden)	1
	Hauseigene*r Abfallbeauftragte*r	2
	Anschaffung/Nutzung von Softwareprogrammen für Entscheidungshilfe der Produkte (Einweg-/Mehrweg-/Recycling-Produkte).	
	Produkte aus Recyclingmaterial werden verwendet (z. B. Ökopapier)	
	Umstellung von Einwegprodukten auf Mehrwegprodukte, sofern medizinisch/hygienisch vertretbar (z. B. Refill-System für Pipettenspitzen, Mehrwegkaffeebecher etc.)	
	Entfernung von To-go-Produkten aus der Kantine und Einführung von Pfandsystemen	3
	Installation eines hauseigenen Trinkwasserbrunnens/-automaten, inkl. wiederverwertbarer Trinkflaschen, ohne Plastik	
	Abfalltrennung/-verwertung (Recycling)	
	Wertstofftrennung in der Abfallwirtschaft, um Abfallmischformen zu vermeiden	
	Rückgabe von Abfällen an Hersteller und Vertreiber (z. B. elektronische Geräte, Leuchtstoffröhren, Batterien, Altöl, Verpackungsabfälle etc.)	
	Kooperation mit Entsorgungsfirmen zum Recycling von Kunststoffabfällen (z. B. separate Sammelbehälter) oder für bestimmte Wertstoffe (z. B. Metalle etc.)	
	Reduzierung von Lebensmittelabfällen	
	Methoden zur längere Haltbarkeit der Gerichte: Umstellung von einer konventionellen Küche ("Cook & Serve" – Kochen & Servieren in der hauseigenen Küche) auf eine entkoppelte Küche ("Cook & Chill“ – Kochen und Kühlen oder "Cook & Freeze" – Kochen und Einfrieren in der hauseigenen Küche)	
	Differenzierte Essensbestellung, um Lebensmittelabfälle zu vermeiden, Patient*innen über eine passgenauere Bestellung aufklären oder Anmeldungen von OP-Tagen in der Küche	
	Konzepte zur Weiterverwendung von nicht mehr notwendigen, aber bereits vorbestellten/ produzierten/abgelaufenen Speisen (z. B. alternativer Einsatz der Gerichte bei vorzeitiger Entlassung von Patient*innen, Initiative „Zu gut für die Tonne": Verteilung an Mitarbeiter*innen)	
	Nutzung einer Speiseresteverpressungsanlage oder einer Methode zur Speiseresteverflüssigung im Tank	

5.7 Bereichsübergreifende Maßnahmen

5.7.1 Mobilität

Der Maßnahmenbereich Mobilität beinhaltet nicht nur für das Krankenhaus selbst Einsparpotenziale, sondern auch für Besucher*innen und Patient*innen. Diese Maßnahmen sind dem Scope 3, der in Kapitel 2.2 vorgestellten Einordnung von Klimaschutzbemühungen, einzusortieren. Um Besucher*innen, Mitarbeiter*innen und Patient*innen das Erreichen des Krankenhauses zu erleichtern, empfiehlt sich eine gute Anbindung an den öffentlichen Nahverkehr. Dabei sollten die Arbeitszeiten der Mitarbeiter*innen insbesondere im Blick behalten werden, sodass auch zu Randzeiten eine Transportmöglichkeit besteht. Für Fahrzeuge mit Elektroantrieb sollten Ladestationen angeboten werden, die im besten Fall mit Strom aus erneuerbaren Energien versorgt werden, z. B. mittels Photovoltaikanlagen. Optimierungsmöglichkeiten ergeben sich zudem für den krankenhauseigenen Fuhrpark, der auf alternative Antriebsarten umgestellt werden kann. Maßnahmen für den Bereich Mobilität im Krankenhaus sind in Tab. 12 gelistet. Das Angebot für Mitarbeiter*innen zur Nutzung eines **E-Autos als Firmenwagen** wurde durch die Krankenhauspraktiker*innen als besonders effektiv beurteilt. Zudem besteht die Möglichkeit, auch den Krankentransport, wo möglich und sinnvoll, auf Elektroantrieb umzustellen, wie z. B. ein e-Rettungswagen der Wietmarscher Ambulanz und Sonderfahrzeug GmbH (Wibbeling et al. 2022).

5.7.2 Inhalative Narkosemittel

Ein großes Einsparpotenzial von CO_2-Emissionen lässt sich in der Anästhesiologie der Kliniken finden. Volatile Anästhetika sind inhalative Narkosemittel, die den Patient*innen über einen Verdampfer (Vaporizer) des Narkosegerätes verabreicht werden. Alle volatilen Anästhetika sind halogenierte Kohlenwasserstoffe und damit hochpotente Treibhausgase. Heutzutage werden in der Anästhesie von Patienten*innen für Operationen hauptsächlich volatile Anästhetika wie Isofluran, Sevofluran und Desfluran verwendet.

> „Der Verbrauch an volatilen Anästhetika ist in den letzten Jahrzehnten steil gestiegen und wird weitersteigen, einerseits durch eine verbesserte medizinische Versorgung in den aufstrebenden Entwicklungsländern und andererseits durch die wachsende Alterung in den westlichen, hochentwickelten Staaten, da ältere Patienten im Durchschnitt häufiger eine Operation benötigen. In Deutschland wurden 2012 bei ca. 7 Mio. Operationen inhalative Anästhetika eingesetzt, wobei die Anteile von Sevofluran ca. 55 %, von Desfluran ca. 35 % und von Isofluran ca. 10 % betrugen. Weltweit haben volatile Anästhetika 2014 ein CO_2-eq[20] von 3 Mio. Tonnen verursacht, 80 % davon

[20] Die Einheit Kohlendioxidäquivalent (CO_2-eq) wird genutzt, um die Emissionen verschiedener Treibhausgase, basierend auf ihrem Beitrag an der globalen Erderwärmung miteinander zu vergleichen.

> allein durch Desfluran. Desfluran hat von allen volatilen Anästhetika mit Abstand den größten Einfluss auf die Erderwärmung […]." (Koch und Pecher 2020).

Der Vergleich in einer Studie zeigte, dass eine 7-stündige Narkose bei einem Frischgasfluss von 0,5 l/min mit 2 % Sevofluran einen Treibhausgaseffekt verursacht, der vergleichbar mit einer 783 km langen Autofahrt ist. Bei 1,2 % Isofluran sind es 667 km und bei 6 % Desfluran 3 924 km (Koch und Pecher 2020; Özelsel et al. 2019; Conway et al. 2020).

Aufgrund dessen sollten primär Sevofluran oder Isofluran genutzt werden, während Desfluran und Lachgas nur zur Anwendung kommen sollten, wenn dies klinisch indiziert ist (ggf. Wachkraniotomien für Desfluran) (Koch und Pecher 2020).

Sevofluran hat gegenüber Desfluran keine pharmakokinetischen Nachteile und stellt somit die direkte Alternative unter den inhalativen Anästhetika dar. Zusätzlich sind klimaschonende Alternativen zu Inhalationsanästhesien zum einen die Regionalanästhesie und zum anderen die total intravenöse Anästhesie. Untersuchungen der gängigsten Inhalationsanästhesien kamen zu dem Ergebnis, dass der Klimaeffekt einer total intravenösen Anästhesie gegenüber Inhalationsanästhesien praktisch vernachlässigbar ist (Bolkenius und Heller 2021).

In der Klinik für Anästhesiologie der Kliniken des Landkreises Karlsruhe wurde Anfang 2018 die Verwendung von Desfluran eingeschränkt. Primäres Ziel der Studie war es, die Relevanz der Intervention in Bezug auf den Gesamt-CO_2-Fußabdruck der Anästhesiologischen Klinik zu untersuchen (Richter H, Weixler S, Schuster M 2020).

Die Anästhesiologische Klinik des Universitätsspitals Basel hat bereits entschieden, sofort vollständig auf den Einsatz von Desfluran zu verzichten. Prof. Luzius Steiner, Chefarzt Anästhesie, äußerte sich dazu:

> „Es stehen heute klimaschonendere Alternativen zur Verfügung, die weder in der Patientensicherheit und im Patientenkomfort noch in der Behandlungs- und Ergebnisqualität relevante Nachteile gegenüber Desfluran haben.“ (Universitätsspital Basel 2021).

Eine aktuelle Analyse von Koch und Pecher 2020 kam zu dem Ergebnis, dass der **Verzicht auf Desfluran** die CO_2-Emission von Krankenhäusern von 64 % auf 4 % reduzieren kann (Koch und Pecher 2020). Dementsprechend beurteilten die Krankenhauspraktiker*innen den Verzicht auf Desfluran ebenfalls als eine der Maßnahmen in den Krankenhäusern mit der größten Hebelwirkung für den Klimaschutz (Tab. 12).

Darüber hinaus ermöglichen die neusten Entwicklungen in der Medizintechnik den Einsatz von sogenannten **Narkosegasauffangsystemen.** Diese sind in der Lage, Narkosegase aus der Luft herauszufiltern, die den Patient*innen im Rahmen eines operativen Eingriffes verabreicht

werden und dann in Teilen von diesen wieder ausgeatmet werden. Über die Nutzung von Narkosegasfilterkartuschen können diese Gase nicht nur aufgefangen werden, sondern zur Wiederwendung über die Rückgabe der vollen Filterkartuschen an den Hersteller recycelt werden (Zeosys Medical GmbH; Kolbert 2020). Im Marienkrankenhaus Kassel wurde 2020 erstmalig solch ein neues System in einem Pilotprojekt eingesetzt (Marienkrankenhaus Kassel 2020). Im Hinblick auf die Beurteilung der Klimaschutzmaßnahmen durch die Krankenhauspraktiker*innen wurde dieser Maßnahme ebenfalls ein hohes Einsparpotenzial zugeschrieben (Tab. 12).

5.7.3 Information, Vernetzung und Aufklärung

Eine unmittelbare Übertragbarkeit der vorgestellten Maßnahmen und ihrer Einsparpotenziale auf einzelne Krankenhäuser ist aufgrund spezifischer Variablen (Größe, Spezialisierung, Ausstattung, Lage etc.) nur begrenzt gegeben.

Um passgenaue Maßnahmen und Fördermöglichkeiten für die spezifischen Bedingungen an den unterschiedlichen Standorten der Krankenhäuser zu forcieren, kann die **Vernetzung und interdisziplinäre Zusammenarbeit** sehr hilfreich sein.

Initiativen zur Weiterentwicklung des Klimaschutzes in Krankenhäusern, wie z. B. das KLIK green-Projekt, tragen mit der Expertise von unterschiedlichen Projektpartner*innen (BUND Berlin, Krankenhausgesellschaft Nordrhein-Westfalen und Universitätsklinikum Jena) zum Informationsaustausch bei und bieten Krankenhäusern, insbesondere bei der Umsetzung von nicht-/geringinvestiven Maßnahmen eine Unterstützung.

> „Unsere bisherigen Erfahrungen zeigen, dass Krankenhäuser sehr engagierte Akteure für den Klimaschutz sind. Das Einsparpotenzial in den Häusern ist kontinuierlich hoch und die Einrichtungen verstehen, dass Klimaschutz gleichzeitig Gesundheitsschutz ist“, so Annegret Dickhoff, Projektleiterin beim BUND Berlin (Management & Krankenhaus 2020).

Über eine Datenbank mit Klimaschutzmaßnahmen (erreichbar unter: https://www.klik-krankenhaus.de/klik-datenbank/suche-nach-massnahmen) garantiert KLIK green den Wissensaustausch zwischen den Krankenhäusern. Darüber erhalten Kliniken nicht nur praxisorientierte Anregungen zur Umsetzung von Maßnahmen und die Möglichkeit zur Vernetzung, sondern auch Anleitung bei der Suche nach Fördermitteln.

In diesem Zusammenhang sollte die Notwendigkeit zur **Information und Aufklärung der Häuser über Fördermittelprogramme von Bund und Ländern aus der nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung** betont werden.

Auch das Projekt „KLIK – Klimamanager für Kliniken“ unterstützt bis zu 250 Krankenhäuser bei der Weiterbildung von Mitarbeiter*innen zu Klimamanager*innen und sollte hier erwähnt werden. Dieses Projekt wird unter anderem vom BUND durchgeführt und im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesumweltministeriums gefördert (ÄrzteZeitung 2021).

Über solche Initiativen wird nicht nur das Bewusstsein für die notwendigen Klimaschutzmaßnahmen in den Krankenhäusern gestärkt, sondern sie kommen auch dem aktuellen Bedarf der Krankenhäuser entgegen. In der vorliegenden Krankenhausbefragung konnte ermittelt werden, dass aktuell 30 % der Kliniken eine*n Klimaschutzmanager*in vorhalten (Kapitel 4.2.1).

Tab. 12: Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen aus unterschiedlichen Bereichen

BEREICHSÜBERGREIFENDE Maßnahmen	
Maßnahmenbeschreibung	TOP Maßnahmen der Krankenhaus-praktiker*innen
Mobilität	
JobRad - Hausinternes Angebot zum Fahrradleasing (z. B. für E-Bikes oder normale Fahrräder)	
Anpassung der Taktung des ÖPNV an die Schichtzeiten der Mitarbeit*innen zur effizienteren Nutzung des ÖPNV	
Antrieb der Fahrzeugflotte über Biodiesel oder Rapsöl	
Angebot von E-Autos als Firmenwagen	3
Nutzung von E-Fahrzeugen im klinikeigenen Fuhrpark auf dem Klinikgelände	
Errichtung Ladesäulen für E-Fahrzeuge (Strombereitstellung z. B. mittels Photovoltaik)	
Inhalative Narkosemittel	
Verzicht/Reduktion auf/von Desfluran als inhalatives Narkotikum	1
Einsatz von Narkosegasauffangsystemen zur Reduktion des Treibhausgasausstoßes im OP (insbesondere durch die Narkosegase Sevofluran, Isofluran und Desfluran)	
Information, Vernetzung und Aufklärung	
Vernetzung/Interdisziplinäre Zusammenarbeit (z. B. mit RKI, Landesamt für Umwelt)	
Information & Aufklärung zu Förderungsmittelprogrammen von Bund und Ländern aus der nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung	
Contracting	
Inanspruchnahme von Contracting verschiedener Ausgestaltung	2
Inanspruchnahme einer unabhängigen Contracting-Beratung	

5.7.4 Contracting

Zahlreiche Maßnahmen zur energetischen Sanierung in Krankenhäusern sind mit hohem Investitionsaufwand sowie hohem Einsatz personeller Ressourcen verbunden. Zudem erfordern sie zum Teil umfangreiches technisches Know-how. Insbesondere mit Blick auf knappe Investitionsmittel in Krankenhäusern und dem damit einhergehenden Investitionsstau sollten Krankenhäuser bei Klimaschutzmaßnahmen ein Contracting in Betracht ziehen. Dadurch können Maßnahmen umgesetzt werden, die anderweitig nicht finanziert werden könnten (Hibbeler 2008).

Contracting kann erheblich dazu beitragen, dass Krankenhäuser schnell und effizient energetisch sanieren können, ohne dabei Einschränkungen in der Wahl der Sanierungsmaßnahme hinnehmen zu müssen. Beim Contracting werden Teilbereiche der Energieversorgung und des Energiemanagements an einen Dienstleister ausgegliedert. Das Contracting kann sich dabei auf die Bereiche Planung, Finanzierung, Bauausführung und den laufenden Betrieb von energetischen Investitionsprojekten beziehen. Das Ziel des Contractings besteht darin, eine vorgegebene Energiedienstleistung wirtschaftlich optimal bereitzustellen. Vorteile für den Contracting-Nehmer, hier das Krankenhaus, liegen in der verlässlichen Umsetzung eines energetischen Projekts ohne eigene Investitionsbemühungen, in der Versorgungssicherheit im Anlagenbetrieb sowie in der Anwendung moderner, energiesparender Technik (ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. 2008).

Vor diesem Hintergrund wurde die **Inanspruchnahme von Contracting** durch Krankenhäuser für die verschiedenen Einsatzbereiche von den Krankenhauspraktiker*innen ebenfalls als sehr förderlich beurteilt.

Bevor eine Contracting-Maßnahme umgesetzt wird, empfiehlt sich jedoch eine **unabhängige Contracting-Beratung**, die einerseits Energiesparpotenziale und technische Optimierungsmöglichkeiten aufzeigt und andererseits Hinweise auf die geeignete Contracting-Art gibt. Anbieter dieser Beratung sind zumeist unabhängige Energieagenturen (Hibbeler 2008).

6 Ergebnisse: Abschätzung von Investitionskosten

Die Ergebnisse der Krankenhausbefragung bestätigen den enormen Bedarf zur Weiterentwicklung von Klimaschutzbemühungen in Krankenhäusern für alle erfassten Maßnahmenfelder (vgl. Kap. 3.1.2, Abb. 2). Besonders ausgeprägt zeigte sich dieser für den Bereich Energie und Strom. Neben geringinvestiven Maßnahmen spielen vor allem Themen wie die Anpassung des Primärenergiemix und mit dessen Nutzung verbundene Anlagetechnik, aber auch bauliche Maßnahmen zur Modernisierung eine zentrale Rolle für die

Weiterentwicklung des Klimaschutzes in Krankenhäusern. Es ergibt sich im Zuge der vorliegenden Analyse im nächsten Schritt die Frage nach notwendigen Investitionskosten in die technische Ausstattung und andere relevante Rahmenbedingungen (z. B. geringinvestive Maßnahmen zur Beeinflussung des Nutzerverhaltens) der Krankenhäuser mit dem Ziel einer weiteren energetischen Sanierung.

Im folgenden Kapitel werden daher zunächst Kosten von ausgewählten Klimaschutz-Investitionen in Form von Praxisbeispielen dargelegt. Dabei wurde auf Datenbanken zu Klimaschutzmaßnahmen sowie einschlägige Fachliteratur zurückgegriffen (vgl. Kap. 3.2). Bereits diese selektive Darstellung vermittelt ein anschauliches Bild der potenziellen Investitionskosten, die mit Klimaschutzbemühungen verbunden sein können. Um sich im Anschluss einer gesamthaften Abschätzung von Investitionskosten zur energetischen Sanierung der Krankenhauslandschaft zu nähern, wird der Vergleich mit dem Fördervolumen des Krankenhauszukunftsfonds bemüht und dieser als Referenzgröße herangezogen.

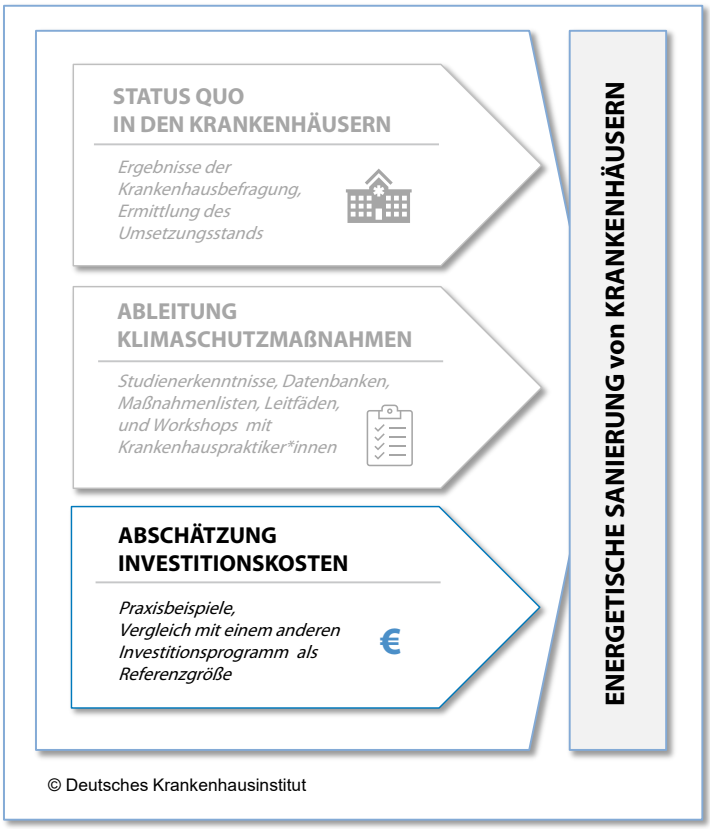


Abb. 74: Arbeitspaket und Informationsgrundlagen zur Abschätzung von Investitionskosten

Die Analysen im vorliegenden Gutachten haben gezeigt, dass die energetische Ausstattung von Krankenhäusern sehr heterogen ausfällt (vgl. Kap. 4). Abhängig von Alter, Größe, Gebäudestruktur, Leistungsspektrum, Know-how sowie Fördermöglichkeiten im jeweiligen Bundesland offenbarte sich an zahlreichen Stellen großes Potenzial für eine weitere

energetische Sanierung von Krankenhäusern, über die bereits umgesetzten Maßnahmen hinaus. In jedem Bereich eines Krankenhausbetriebs gibt es Verbesserungsoptionen im Klimaschutz. Krankenhäuser können somit einen wertvollen und umfangreichen Beitrag zur Vermeidung und Verringerung von Treibhausgasemissionen leisten. Zur Ausschöpfung dieses Potenzials fehlen jedoch die Investitionsmittel. Zusätzlich hat sich gezeigt, dass eine Reihe von Krankenhäusern mögliche Fördermittelprogramme nicht in Anspruch nimmt (vgl. Kap. 4.2.4). Verantwortlich für die Investitionsfinanzierung der Krankenhäuser sind die Bundesländer. Ein zentrales Problem liegt jedoch darin, dass die Bundesländer ihrer Verpflichtung zur Investitionsfinanzierung nicht in ausreichendem Maße nachkommen. Die Deutsche Krankenhausgesellschaft bezifferte den rechnerischen Investitionsbedarf der deutschen Krankenhäuser 2020 auf mehr als sechs Milliarden Euro. Die Länder haben jedoch nur ca. drei Milliarden Euro davon getragen (Deutsche Krankenhausgesellschaft 2021). Vor diesem Hintergrund erscheinen zusätzliche Investitionen in den Klimaschutz schwer umzusetzen, wenn bereits an anderer Stelle wertvolle Investitionsmittel in umfangreichem Maße fehlen.

> „Den Krankenhäusern in NRW fehlt es an finanziellen Mitteln. 630 Millionen Euro bekommen die Kliniken jährlich von Land und Bund. Laut Angaben der Krankenhausgesellschaft liegt der Bedarf jedoch bei 1,5 Milliarden jährlich.
>
> Die Folge: „Wenn der Geschäftsführer die Wahl hat zwischen einer dringenden Renovierung oder einer Klimaanlage, fällt die Kühlung hinten runter", so die Sprecherin der Krankenhausgesellschaft (ruhr24.de 2019).

Es stellt sich die Frage, welche Investitionssummen erforderlich wären, um Klimaschutzmaßnahmen in der deutschen Krankenhauslandschaft finanzieren zu können. Angesichts heterogener Voraussetzungen in den Krankenhäusern ist eine allgemeingültige Aussage nicht zu treffen. Ebenso ist für die Abschätzung der Investitionskosten die **Definition eines möglichen Zielzustands** durch die Politik zwingend erforderlich.[21] Zum Beispiel können eine **Emissionseinsparung in festgelegtem Umfang** oder das **Modernisieren von ausgewählter Anlagentechnik** auf einen definierten Standard Ziel (z. B. Wärmemaschinen oder der deutschlandweite Aufbau von PV-Anlagen auf Krankenhausdächern, wo sinnvoll) sein. In jedem Szenario bzw. Zielbild würden unterschiedlich hohe Investitionskosten zum Tragen kommen. Allerdings ergeben sich auch hier individuelle Unterschiede etwa in den baulichen Gegebenheiten (z. B. Einsatz einer Photovoltaikanlage) oder der Verfügbarkeit von Energie in der näheren Umgebung (z. B. Biogas oder Nahwärme). Diese Bedingungen determinieren die Möglichkeiten einer energetischen Sanierung, wie Abb. 75 verdeutlicht.

[21] Eine Verpflichtung zur Erreichung dieser Zielgrößen muss ebenso politisch verankert werden, um eine Umsetzung tatsächlich sicherzustellen.

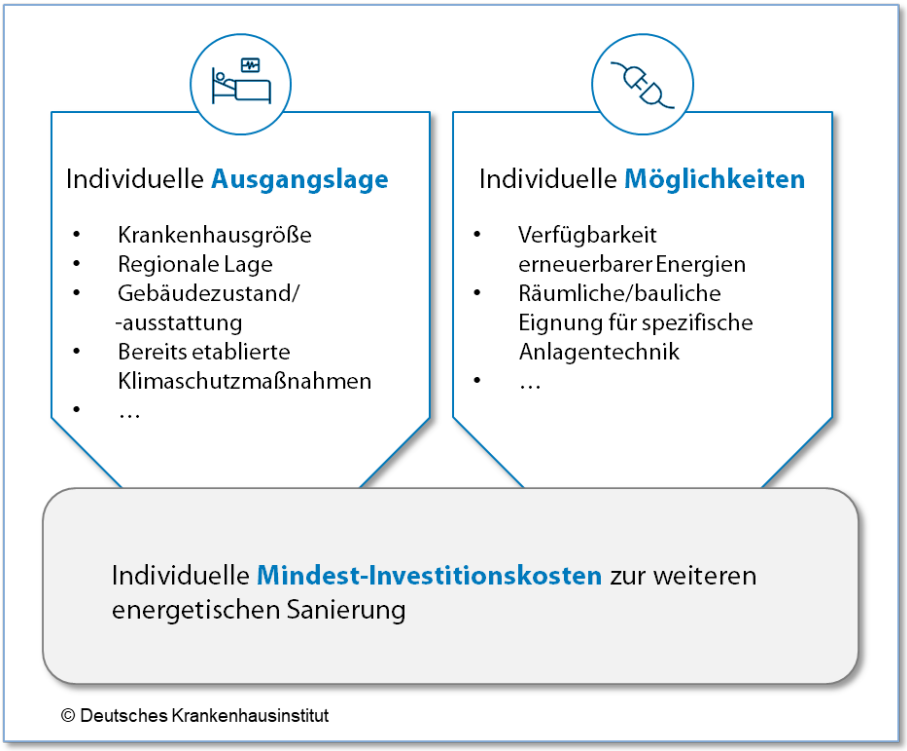


Abb. 75: Individuelle Ausgangslage und Möglichkeiten determinieren die Investitionskosten

Um eine Einschätzung zur Größenordnung von finanziellen Investitionen im Bereich Klimaschutz bei Krankenhäusern zu vermitteln, werden im Folgenden beispielhafte Klimaschutzinvestitionen aus der Praxis vorgestellt.

Tab. 13: Praxisbeispiel Investitionsmaßnahmen Photovoltaikanlage

Einrichtung	Maßnahmenbeschreibung	Jahr	Investitionssumme
Leopoldina Krankenhaus Schweinfurt	• 572 Photovoltaik Dünnschicht Module • 500 m² Dachfläche • Leistung bei optimaler Sonneneinstrahlung: 44.000 kWh/ Jahr	2014	100.000 €
BDH-Klinik Greifswald	• Kollektoren-Fläche: 1.000 m² • Leistung: 180.000 kWh Strom pro Jahr	2020	180.000 €
Klinik Bavaria GmbH & Co. KG	• Anlage auf dem Dach MedZAB I und MedZAB II • Stromerzeugung von 117.800 kWh pro Jahr	2020	156.000 €

Die in Tab. 13 dargestellten Praxisbeispiele weisen für die Neuanschaffung einer Photovoltaikanlage Investitionskosten von 100.000 bis 180.000 Euro auf (BDH-Klinik Greifswald 2020; Sonne bringt Energie fürs Leo 2014; Klik-Datenbank 2020). Damit verbunden sind im

Fall der Klinik Bavaria GmbH & Co. KG vermiedene CO_2-Äquivalente-Emissionen in Höhe von ca. 50 Tonnen pro Jahr (Klik-Datenbank 2020). Die BDH-Klinik Greifswald geht von einem verringerten CO_2-Ausstoß um 104 Tonnen pro Jahr aus (BDH-Klinik Greifswald 2020).

Der Report des National Health Service UK, welcher das Ziel eines emissionsfreien nationalen Gesundheitsdienstes ausruft, benennt die Nutzung von Photovoltaikanlagen als eine sehr relevante Klimaschutzmaßnahme. Damit wird eine Reduktion der Treibhausgase des NHS UK im Umfang von 1,6 % erwartet. Verbundene Investitionen werden für den gesamten NHS UK auf ca. 2,26 Mrd. Euro geschätzt.

> „Installation of photovoltaics across the entire NHS estate would reduce the NHS Carbon Footprint by 1.6 %. However, investment costs for this are high – £ 1.9 billion paid back over 15 years, with a net saving of £ 1.2 billion – and would need to be considered for early implementation to maximise benefits“ (NHS 2020).

Tab. 14: Praxisbeispiele Investitionsmaßnahmen Blockheizkraftwerk

Einrichtung	Maßnahmenbeschreibung	Jahr	Investitionssumme
Krankenhaus Mara in Bielefeld	• Elektrische Leistung von 142 kW • Thermische Leistung von 216 kW	2014	750.000 €
Krankenhaus Eichhof	• Elektrische Leistung von 240 kW Strom pro Stunde • Thermische Leistung von 380 kW Abwärme pro Stunde	2019	225.000 €
Franziskus Hospital Aachen	• Elektrische Leistung von 140 kW • Thermische Leistung von 210 kW	2015	1.000.000 €

Wie bereits bei den Maßnahmen aus dem Bereich Wärme dargestellt (vgl. Kap. 5.3.2), stellen Blockheizkraftwerke eine sehr effiziente und klimaschonende Maßnahme zur Energie- und Wärmegewinnung dar. Die in Tab. 14 dargestellten Beispielinvestitionen verdeutlichen, dass mit dieser Maßnahme hohe Investitionssummen verbunden sind (Osthessen News 2019; Management & Krankenhaus 2015b; SOKRATHERM 2015). Mit der Investition des Krankenhauses Mara in Bielefeld in ein Blockheizkraftwerk wurde eine Einsparung von 609 Tonnen an CO_2-Emissionen pro Jahr prognostiziert (SOKRATHERM 2015).

Tab. 15: Praxisbeispiele Investitionsmaßnahmen Beleuchtung

Einrichtung	Maßnahmenbeschreibung	Jahr	Investitionssumme
Asklepios Klinik Hamburg Barmbek	• Optimierung der kompletten Beleuchtung • Einsatz von LED-Technik und hocheffizienten Leuchtstofflampen	2010	ca. 150.000 €
Universitäts-medizin Göttingen	• Wechseln von ca. 2.000 Lampen • Vorhandene Leuchte wurde beibehalten, die T5- oder T8-Röhren und Vorschaltgeräte (KVG/VVG/EVG) entsorgt	2015	100.000 €

Der Maßnahmenbereich Energie und Strom beinhaltet den Teilbereich Beleuchtung. Dieser ist vom Investitionsumfang weniger aufwändig. Die Investitionssummen aus Tab. 15 liegen zwischen 100.000 und 150.000 Euro (Klik-Datenbank 2015a; Philips Deutschland GmbH 2010). Das Einsparpotenzial eines optimierten Beleuchtungskonzepts wird jedoch als sehr hoch eingeschätzt, da Beleuchtung umfangreich und dauerhaft im Einsatz ist. Das St. Anna Kinderspital (Österreich) konnte durch den Austausch von 1.100 Lampen ca. 70 Tonnen CO_2-Emissionen pro Jahr einsparen (energieleben 2020).

Tab. 16: Praxisbeispiele Investitionsmaßnahmen Gebäude

Einrichtung	Maßnahmenbeschreibung	Jahr	Investitionssumme
Klinik Bavaria GmbH & Co KG	• Dachbegrünung (extensive Begrünung und Lavendeldach) • Zwischenbau 60 m² (extensiv), Halle 319 m² (extensiv), Bäderabteilung 477,54 m² (Lavendeldach mit Laufweg), Turnhalle 370 m² (extensiv)	2021	80.000 €
Städtisches Klinikum Dessau	• Dämmung der Geschossdecke • Dächer der Gebäude „Schwesternwohnheim“, „Kursushaus“ und Altenpflegeheim	2021	3.000 €

Investitionen in die Dachbegrünung wurden in der Klinik Bavaria mit 80.000 Euro beziffert (Klik-Datenbank 2019). Die Dämmung ausgewählter Geschossdecken im Städtischen Klinikum Dessau führte zu Investitionen in Höhe von 3.000 Euro (Klik-Datenbank 2021b).

Zur weiteren Orientierung wird an dieser Stelle auf den **Neubau des Krankenhauses Lichtenfels** eingegangen. Das Krankenhaus gilt als Vorreiter der „Green Hospital Initiative“ in

Bayern (Kucera 2019). Im Rahmen des Neubaus, der 2018 eingeweiht wurde, wurden vom Freistaat zusätzlich zu den eigentlichen Baukosten **8 Mio. Euro** für ein **klimaschonendes Baukonzept** zur Verfügung gestellt (Management & Krankenhaus 2015a). Die Pflegedirektorin der Klinik in Lichtenfels fasst die zahlreichen Klimaschutzmaßnahmen zusammen:

> „Wir haben zum Beispiel eine optimierte Gebäudehülle, Dreifachverglasung, Wärmerückgewinnung, Geothermie, Solarthermie, Biogas, Ökostrom und Photovoltaik. Das Green Hospital soll überall dort, wo Ressourcen verbraucht werden, nachhaltig sein. Dabei geht es nicht nur um ökologische, sondern auch um wirtschaftliche und soziale Nachhaltigkeit.“ (Roth 2020)

Der gesamte Neubau des Klinikums hat Kosten in Höhe von 122 Mio. Euro verursacht. Mit dem Neubau konnten CO_2-Emissionen im Umfang von 75 % gegenüber den Emissionen des Altbaus reduziert werden (Management & Krankenhaus 2015a).

Insgesamt belegen die ausgewählten Beispiele, dass schon einzelne Investitionen in den Klimaschutz sehr kostenaufwändig sind. Von daher lässt sich allenfalls erahnen, welche finanziellen Mittel die energetische Sanierung eines ganzen Krankenhauses oder der Krankenhauslandschaft insgesamt erfordern.

Grenzen der exakten Quantifizierung des erforderlichen Investitionsvolumens sind zum einen in der unzureichenden Datenlage begründet. Es liegen flächendeckend keine ausreichenden Daten dazu vor, welche konkreten Investitionen in den Krankenhäusern erforderlich sind, welche Kosten damit verbunden sind und wie diese Investitionen ggf. zu priorisieren sind. Zum anderen ist die Priorisierung von Investitionen in die energetische Sanierung von Krankenhäusern nicht nur eine unternehmerische, sondern zunächst und in erster Linie eine politische Entscheidung.

Vor diesem Hintergrund können und sollen mit dem vorliegenden Gutachten nur die möglichen Dimensionen der energetischen Sanierung von Krankenhäuern aufgezeigt werden. So taxieren Augurzky und Lueke allein für Krankenhäuser in Nordrhein-Westfalen einen Investitionsbedarf von 7,1 Mrd. Euro[22], wenn Klimaneutralität bis 2030 erreicht werden soll (Augurzky und Lueke 2022). Pro Haus entspräche dies einem durchschnittlichen Investitionsbetrag von 23 Mio. Euro. Die Autor*innen schätzen den Bedarf anhand von zehn Klimaschutzmaßnahmen und rechnen die Kosten auf Basis eines sog. Modellkrankenhauses für alle Plankrankenhäuser in Nordrhein-Westfalen hoch, was aufgrund der bereits erläuterten

[22] Universitätskliniken sind nicht enthalten. Für diese wird ein zusätzlicher Investitionsbedarf in Höhe von 0,74 Mrd. Euro angenommen.

hohen Individualität der Klimaschutzbemühungen und der Ausgangslagen je Krankenhausstandort (vgl. Abb. 75) deutliche Unschärfen mit sich bringt.

Unstrittig dürfte der Finanzierungsbedarf für Klimaschutzbemühungen aber so groß sein, dass er nicht über die bisherige Investitionsförderung nach dem KHG gedeckt werden kann. Wie bereits von der GMK gefordert, ist deswegen zur Übernahme der Kosten für die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden ein Sonderprogramm außerhalb der Krankenhausfinanzierung aufzulegen. Naheliegend wäre hier aus unserer Sicht die Bildung eines „Krankenhaus-Klimaschutzfonds“ analog zum Krankenhauszukunftsfonds zur Förderung der Digitalisierung von Krankenhäusern. Zur groben Abschätzung der Investitionskosten für Klimaschutzmaßnahmen soll daher im Folgenden die finanzielle Ausstattung des **Krankenhauszukunftsfonds als Referenzgröße** herangezogen werden.

Der Krankenhauszukunftsfonds hat das Ziel, die Digitalisierung der Krankenhäuser für ausgewählte Fördertatbestände voranzutreiben, etwa für die elektronische Dokumentation von Pflege- und Behandlungsleistungen, das digitale Medikationsmanagement oder die IT-Sicherheit. Dazu steht ein Fördervolumen von 4,3 Milliarden Euro bereit, welches sich aus 3 Milliarden Euro vom Bund sowie bis zu 1,3 Milliarden Euro von den Bundesländern und/oder Krankenhausträgern zusammensetzt (Bundesamt für soziale Sicherung 2022). Ähnlich könnte auch ein „Krankenhaus-Klimaschutzfonds“ aufgestellt sein, d. h. eine Mischfinanzierung über Bund und Länder für ausgewählte Fördertatbestände wie Abfallmanagement, Energie und Strom, Kälte und Wärme etc.

Für eine nachhaltige energetische Sanierung der Krankenhäuser dürfte ein Fondsvolumen von 4,3 Milliarden Euro aber definitiv nicht ausreichen.[23] Im Folgenden wird kurz begründet, warum ein „Krankenhaus-Klimaschutzfonds“ im Vergleich zum Fördervolumen des Krankenhauszukunftsfonds höher ausfallen müsste.

Legt man das Fördervolumen des Zukunftsfonds von 4,3 Milliarden Euro zugrunde, dann liegt bei rund 1.830 Plankrankenhäusern bundesweit der statistische Erwartungswert für den Förderbetrag pro Krankenhaus bei ca. 2,4 Millionen Euro. Der Finanzbedarf für notwendige und nachhaltige Klimaschutzinvestitionen im Krankenhaus dürfte aus den folgenden Gründen merklich über diesem Erwartungswert liegen:

- Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen sind zumeist kostenaufwändig. Nur wenige Maßnahmen erfordern keine oder geringinvestive Mittel (vgl. ausführlich Kap 5).

[23] Ausdrücklich soll damit nicht behauptet werden, dass das Fördervolumen von 4,3 Mrd. Euro für eine umfassende Digitalisierung der Krankenhäuser ausreichend sei. Der Zukunftsfonds dient hier nur als Referenzgröße.

- Wirksame Klimaschutzmaßnahmen machen im Krankenhaus häufig bauliche Maßnahmen notwendig. Damit sind entsprechend hohe Aufwände und große Investitionsvolumina verbunden.
- Auch die in diesem Kapitel gelisteten Einzelbeispiele zeigen, dass selbst wenige Maßnahmen sich zu beträchtlichen Investitionen summieren können.
- Vor allem Anlagentechnik, die im Kontext des Klimaschutzes besonders relevant ist, ist in ihrer Anschaffung und im Betrieb kostspielig. Da sich Klimaschutzmaßnahmen häufig auf das Modernisieren oder Ersetzen veralteter Anlagentechnik beziehen, kann es bereits bei einzelnen Maßnahmen zu sehr hohen Investitionssummen kommen (vgl. z. B. Tab. 14 zu Anschaffungskosten von Blockheizkraftwerken).
- Im Vergleich dazu sind Investitionen in die digitale Infrastruktur, wie sie sich aus den Fördertatbeständen des Krankenhauszukunftsfonds ergeben, zumindest teilweise deutlich niedriger.
- Die Maßnahmenbereiche der energetischen Sanierung im Krankenhaus wie Energie, Wärme oder Kälte sind tendenziell breiter gefasst als die teilweise eng gefassten Fördertatbestände des Zukunftsfonds wie Patientenportale, digitales Medikations-management oder digitale Behandlungsdokumentation. Damit ergeben sich auch mehr Handlungsoptionen und -bedarfe für entsprechende Investitionen in den Klimaschutz.

Vor dem Hintergrund der genannten Argumente lässt sich schlussfolgern, dass die notwendigen und nachhaltigen **Investitionskosten für Klimaschutzmaßnahmen weit über dem Fördervolumen des Krankenhauszukunftsfonds in Höhe von 4,3 Milliarden Euro** liegen dürften. Je nach angestrebtem Zielszenario (z. B. Klimaneutralität aller Krankenhäuser) bewegt sich das **erforderliche Investitionsniveau im mittleren zweistelligen Milliardenbereich**.

Wie bereits die Ergebnisse der Krankenhausbefragung zeigten, ist die Situation zum Klimaschutz in den Häusern sehr heterogen. Darüber hinaus muss eine konkrete Umsetzung von Maßnahmen für jedes Krankenhaus höchst individuell auf die entsprechende Krankenhausstruktur und Liegenschaft einzeln angepasst werden. Aufgrund dessen bleibt eine genaue Bestimmung des erforderlichen Investitionsvolumens weiterhin offen.

Unter Berücksichtigung des von Augurzky und Lueke verfassten Gutachtens für die Krankenhäuser in Nordrhein-Westfalen ergäbe sich deutschlandweit ein Gesamtvolumen eines Klimaschutzfonds in Höhe von ungefähr 42 Mrd. Euro (Augurzky und Lueke 2022). An dieser Stelle sei darauf verwiesen, dass dies lediglich die baulichen Maßnahmen für eine klimaneutrale Sanierung der Krankenhäuser darstellen würde. Letztlich muss die Politik entscheiden, welche Klimaschutzziele für Krankenhäuser festgelegt werden, wie diese priorisiert werden und wie viele Mittel sie in die energetische Sanierung und damit die

Zukunftsfähigkeit der Krankenhäuser investieren will. Für einen wirksamen Beitrag der Krankenhäuser zum Klimaschutz bedarf es dringend umfangreicher finanzieller Mittel, mit denen durch die Politik klar vorgegebene Maßnahmenbereiche schrittweise umgesetzt werden.

Sofern geringere Mittel zum Einsatz kommen, bleibt das Ziel einer Klimaneutralität der Krankenhäuser außer Reichweite.

7 Fazit und Ausblick

Mit dem Beschluss auf der 93. Gesundheitsministerkonferenz (GMK) vom 30. September 2020 wurde der Klimawandel als eine zentrale künftige Herausforderung für das Gesundheitswesen identifiziert. Zur energetischen Sanierung von Krankenhäusern wurde eine valide Datenbasis gefordert, um den Ressourcenverbrauch in Krankenhäusern zu erfassen und notwendige energierelevante Maßnahmen ableiten zu können. Das vorliegende Gutachten gibt hierzu eine erste Einschätzung.

Die repräsentative Krankenhausbefragung gibt einen Überblick zum Stand der energetischen Sanierung in der deutschen Krankenhauslandschaft. Dabei standen die Themenfelder Energiemanagement und Nutzerverhalten, Contracting, Strom, Wärme, Wasser, Kälte und Abfallmanagement im Zentrum der Analyse. Insgesamt fallen die Ergebnisse heterogen aus. Es gibt Häuser mit wenigen und Häuser mit zahlreichen Aktivitäten zum Klimaschutz bis hin zu weit entwickelten Leuchttürmen. Im Schnitt ist der Handlungs- und Sanierungsbedarf aber hoch.

Auf Basis der Gespräche mit Krankenhauspraktiker*innen und einer umfassenden Literaturrecherche konnten zahlreiche Maßnahmen zur energetischen Sanierung identifiziert werden. In Summe tragen diese Maßnahmen dazu bei, Treibhausgasemissionen einzusparen und das Klima nachhaltig zu verbessern. Als Werkzeugkasten für die energetische Sanierung sind sie gut auf die individuellen Bedingungen und unterschiedlichen Entwicklungsstadien in den Krankenhäusern vor Ort anwendbar. Im Zentrum der vorgestellten Maßnahmen stehen nicht nur der geringere Ressourceneinsatz (z. B. verringerte Inanspruchnahme fossiler Brennstoffe), sondern auch die weitere Optimierung in deren Verbrauch (z. B. durch energiesparendes Verhalten). Konkrete Praxisbeispiele aus Leuchtturmprojekten von Kliniken verdeutlichen das Potenzial und die Vielfalt von Klimaschutzmaßnahmen im Krankenhaus.

Zahlreiche Maßnahmen konnten für alle klimaschutzrelevanten Handlungsfelder im Krankenhaus ermittelt werden, die unterschiedlich hohe Investitionskosten mit sich bringen.

Damit lassen sich sowohl das Nutzerverhalten, die Anlagentechnik und ihr Betrieb als auch der Primärenergiemix beeinflussen.

Der Investitionsbedarf lässt sich finanziell nur schwer taxieren, weil er von den individuellen Bedingungen und Möglichkeiten der Krankenhäuser vor Ort sowie von Art und Kosten der erforderlichen Investitionen abhängt. Zur effektiven CO_2-Einsparung sind jedoch zumeist kostenintensive Maßnahmen erforderlich. Investitionskosten für die energetische Sanierung der Krankenhäuser lassen daher ein höheres Volumen als die jährlichen Fördermittel der Bundesländer nach dem KHG von 3 Milliarden Euro erwarten, die den tatsächlichen Investitionsbedarf der Krankenhäuser schon bislang nicht decken. Es ist demzufolge sehr unwahrscheinlich, dass die zusätzlichen Investitionen in den Klimaschutz über die Förderung nach dem KHG finanzierbar sind, weil die Bundesländer ihrer Investitionsverpflichtung auch hier nicht ausreichend nachkommen dürften. Aufgrund der in der Vergangenheit nicht ausreichenden Finanzierung von Investitionskosten durch die Bundesländer wurde die energetische Sanierung in deutschen Krankenhäusern nicht ausreichend ermöglicht und stark ausgebremst. Da sich die prekäre Situation im Bereich der Finanzierung von Investitionskosten in der nahen Zukunft jedoch nicht zufriedenstellend lösen lässt und der Klimaschutz höchste Priorität haben muss, liegen Überlegungen zu alternativen Finanzierungsmöglichkeiten nahe. Dies sollte insbesondere vor dem Hintergrund des gesamtgesellschaftlichen Interesses von Klimaschutzbemühungen, neben der Investitionsverantwortung der Bundesländer, auch im Verantwortungsbereich des Bundes liegen, wie es bereits im Zuge des Krankenhauszukunftsfonds geschehen ist.

Für die energetische Sanierung der Krankenhäuser schlagen wir daher zusätzlich zur Investitionsfinanzierung durch die Bundesländer einen „Krankenhaus-Klimaschutzfonds“ vor. Ähnlich dem „Krankenhauszukunftsfonds“ für die Digitalisierung der Krankenhäuser würden über eine Mischfinanzierung von Bund und Ländern hierfür Mittel zur Verfügung gestellt. Die Investitionskosten für eine nachhaltige Sanierung der Krankenhäuser dürften dabei weit über dem Fördervolumen des Zukunftsfonds von 4,3 Milliarden Euro liegen. Je nach Zielszenario liegen notwendige Investitionskosten im mittleren zweistelligen Milliardenbereich. Eine Klimaneutralität stellt dabei das anzustrebende und nachhaltigste Zielszenario dar, welches mit den höchsten Kosten verbunden ist.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die energetische Sanierung der Krankenhäuser nicht nur für den Umwelt- und Klimaschutz sinnvoll ist. Sie macht die Krankenhäuser auch zukunftsfähig, um die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels bewältigen zu können. Es ist daher Zeit, dass die Politik handelt. Mit Blick auf die Ziele des Pariser Klimaabkommens und die zuletzt wieder gestiegenen Treibhausgasemissionen in Deutschland ist der Handlungsbedarf konkret und dringend wie nie zuvor.

„Die Lücke, die beim Thema Nachhaltigkeit zwischen Wunsch und Wirklichkeit klafft, ist riesig […] Wir müssen endlich ins Handeln kommen und dieses die Zukunft unserer Nachkommen verschlingende Loch schließen.“ so Christoph Franzen, Technischer Leiter der Alexianer GmbH Krefeld und Schatzmeister im Bundesvorstand der Fachvereinigung Krankenhaustechnik e.V. (Thalmayr 2022a).

„Wenn es die Politik Krankenhausbetreibern nicht leichter macht, wird sich in diesen energieintensiven Einrichtungen wenig ändern (können) […]. Mehr gut ausgebildetes technisches Personal, einfache Regularien und durchdachte Förderprogramme könnten Vieles vereinfachen“ fasst Maria Thalmayr der FKT zusammen (Thalmayr 2022a).

Danksagung

Das Deutsche Krankenhausinstitut bedankt sich herzlich bei allen Krankenhäusern, die sich an der Erhebung beteiligt haben. Ebenso bedanken wir uns besonders bei den beteiligten Krankenhauspraktiker*innen. Mit ihrer Teilnahme haben sie ermöglicht, den Bericht zu einer wichtigen Erkenntnisgrundlage und Entscheidungshilfe zu machen.

Zudem danken wir Herrn Felix Polomsky für seine Unterstützung bei der Erstellung des Kapitels zur Anpassungsstrategie in Krankenhäusern.

8 Literaturverzeichnis

Achour, Nebil; Miyajima, Masakatsu; Pascale, Federica; Price, A. (2014): Hospital resilience to natural hazards: Classification and performance of utilities. In: *Disaster Prevention and Management* 23, S. 40–52. DOI: 10.1108/DPM-03-2013-0057.

ÄrzteZeitung (2021): Hitzewellen: Spahn will Krankenhäuser und Heime umbauen lassen. Online verfügbar unter https://www.aerztezeitung.de/Politik/Hitzewellen-Spahn-will-Krankenhaeuser-und-Heime-umbauen-lassen-420667.html?utm_term=2021-06-21&utm_source=2021-06-21-AEZ_NL_NEWSLETTER&utm_medium=email&tid=TIDP881023XF347BF81DC144A26A5426F560ACABEC7YI4&utm_campaign=AEZ_NL_NEWSLETTER&utm_content=Ihr%20%c3%84rzte%20Zeitung-Newsletter%20vom%20[rundate], zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Åström, Christofer; Orru, Hans; Rocklöv, Joacim; Strandberg, Gustav; Ebi, Kristie L.; Forsberg, Bertil (2013): Heat-related respiratory hospital admissions in Europe in a changing climate: a health impact assessment. In: *BMJ Open* 3 (1). DOI: 10.1136/bmjopen-2012-001842.

ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (Hg.) (2008): Contracting für Krankenhäuser. Optimierung der Energieversorgung durch Spezialisten. Online verfügbar unter https://asue.de/sites/default/files/asue/themen/energiedienstleistung/2008/broschueren/10_11_08_contracting_krankenhaeuser.pdf, zuletzt geprüft am 14.02.2022.

ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (Hg.) (2010): Blockheizkraftwerke in Krankenhäusern. Kostensenkung durch effiziente Strom- und Wärmeerzeugung.

Augurzky, Boris; Lueke, Sven (2022): Das klimaneutrale Krankenhaus. Finanzierungsmöglichkeiten von Umsetzungsmaßnahmen. Gutachten im Auftrag der Krankenhausgesellschaft Nordrhein-Westfalen e. V. (KGNW). Hg. v. hcb Institute for Health Care Business. Online verfügbar unter https://www.kgnw.de/download/hcb-gutachten-finanzierungsmoeglichkeiten-umsetzung-klimaneutrales-krankenhaus-2022-03-30, zuletzt geprüft am 23.06.2022.

Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege (2021): Green Hospital Plus Initiative Maßnahmenkatalog Säule Umwelt.

BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2022): Der Krieg in der Ukraine und die Folgen für die Energiewirtschaft. Online verfügbar unter https://www.bdew.de/energie/der-krieg-in-der-ukraine-und-die-folgen-fuer-die-energiewirtschaft/, zuletzt aktualisiert am 14.04.2022, zuletzt geprüft am 21.06.2022.

BDH-Klinik Greifswald (Hg.) (2020): Klimaschutz im Krankenhaus. Die BDH-Klinik Greifswald zeigt: Klimaschutz im Krankenhaus kann gelingen. Mitte September nahm die Klinik eine eigene Photovoltaik-Anlage (PVA) in Betrieb. Online verfügbar unter https://www.bdh-klinik-greifswald.de/bdh-klinik-greifswald/klinikportrait/aktuelles/meldungen/2020-10-21-Photovoltaik-Anlage.php, zuletzt geprüft am 11.03.2022.

Blum, Karl; Löffert, Sabine; Steffen, Petra; Offermanns, Matthias (2014): Krankenhaus Barometer. Umfrage 2014. Hg. v. Deutsches Krankenhaus Institut (DKI).

Bolkenius, Daniel; Heller, Axel R. (2021): Klimaschutz: Nachhaltigkeit in der Anästhesie (118). Online verfügbar unter https://www.aerzteblatt.de/archiv/222665/Klimaschutz-Nachhaltigkeit-in-der-Anaesthesie, zuletzt geprüft am 14.02.2022.

Braun, Anette; Rijkers-Defrasne, Sylvie; Seitz, Heike (2015): Ressourceneffiziente Wasserkonzepte für Krankenhäuser. Kurzanalyse Nr. 11. Hg. v. VDI Zentrum Ressourceneffizienz. Berlin.

Bundesamt für soziale Sicherung (Hg.) (2022): Der Krankenhauszukunftsfonds. Bis zu 4,3 Milliarden Euro für die Modernisierung von Krankenhäusern. Online verfügbar unter https://www.krankenhauszukunftsfonds.de/DE/Krankenhauszukunftsfonds/krankenhauszukunftsfonds_node.html, zuletzt geprüft am 14.03.2022.

Bundesministerium der Justitz: Verordnung zur Durchführung des Stromsteuergesetzes 2021. Online verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/stromstv/BJNR079400000.html, zuletzt geprüft am 14.02.2022.

Bundesnetzagentur (2021): EEG-Umlage. Online verfügbar unter https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/BK04/BK4_72_EEG/BK4_EEG.html, zuletzt geprüft am 14.02.2022.

Bundesstadt Bonn (29.10.2021): Förderprogramm zur Entsiegelung startet. Online verfügbar unter https://www.bonn.de/pressemitteilungen/oktober-2021/foerderprogramm-zur-entsiegelung-und-begruenung-startet.php, zuletzt geprüft am 14.02.2022.

Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V. (Hg.) (2017): Praxisratgeber Modernisieren mit Wärmepumpe. Berlin. Online verfügbar unter https://www.enbausa.de/fileadmin/user_upload/Downloads/BWP_RatgeberModernisierung_A5_web.pdf, zuletzt geprüft am 10.02.2022.

Conway, Neal; Baumann, Adrian; Gucwa, Natalia; Schneider, Gerhard; Schneider, Frederick (2020): Perioperative Medizin: Die klimafreundlichere Narkose. In: *Deutsches Ärzteblatt* 117 (25).

Debatin, Jörg F.; Goyen, Mathias; Kirstein, Alexander (Hg.) (2011): Alles Grün … … auch im Krankenhaus. Green Hospital ; Wege zur effektiven Nachhaltigkeit. 1. Aufl. s.l.: Georg Thieme Verlag KG. Online verfügbar unter

http://medien.ubitweb.de/pdfzentrale/978/313/161/Vorwort_9783131612212_005_021.pdf, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Destatis (2019): Stromverbrauch der privaten Haushalte nach Haushaltsgrößenklassen. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/private-haushalte/Tabellen/stromverbrauch-haushalte.html;jsessionid=FC665DBECC2C9A0150C1C598A6ED3B0A.live722?view=main, zuletzt geprüft am 25.01.2023.

Deutsche Energie Agentur (dena) (2021): Contracting. Welche Chancen Energiedienstleistung bietet. Online verfügbar unter https://www.dena.de/themen-projekte/energieeffizienz/gebaeude/sanierungsstrategien-und-immobilienwirtschaft/contracting/.

Deutsche Gesellschaft für Biomedizinische Technik im VDE (2011): Krankenhäuser können 600 Millionen Euro an Energiekosten sparen. Online verfügbar unter https://idw-online.de/de/news451418, zuletzt aktualisiert am 2011, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Deutsche Krankenhausgesellschaft (2021): Bestandsaufnahme zur Krankenhausplanung und Investitionsfinanzierung in den Bundesländern 2021. Unter Mitarbeit von Dezernat II – Krankenhausfinanzierung und -planung. Hg. v. Deutsche Krankenhausgesellschaft. Berlin. Online verfügbar unter https://www.dkgev.de/fileadmin/default/Mediapool/3_Service/3.4._Publikationen/3.4.7._Bestandsaufnahme_im_Krankenhaus/2021_DKG_Bestandsaufnahme_KH-Planung_Investitionsfinanzierung.pdf, zuletzt geprüft am 19.02.2022.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (2002): DIN 1989-1. Hg. v. BEUTH VERLAG. Online verfügbar unter https://webshop.dwa.de/de/din-1989-1.html, zuletzt aktualisiert am 21.02.2022, zuletzt geprüft am 21.02.2022.

Deutsches Ärzteblatt (Hg.) (2019a): Klimaanlagen in Krankenzimmern „eher selten“. Online verfügbar unter https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/104926/Klimaanlagen-in-Krankenzimmern-eher-selten, zuletzt geprüft am 08.03.2022.

Deutsches Ärzteblatt (Hg.) (2019b): Regierung sieht sich für Klimaanlagen in Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen nicht zuständig. Online verfügbar unter https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/105664/Regierung-sieht-sich-fuer-Klimaanlagen-in-Krankenhaeusern-und-Pflegeeinrichtungen-nicht-zustaendig, zuletzt geprüft am 08.03.2022.

Dickhoff, Annegret (2020): Von Energieeinparung bis Abfallvermeidung. Das Projekt KLIK green für 250 Kliniken und das BUND-Gütesiegel „Energie sparendes Krankenhaus. BUND Berlin e.V.

Dickhoff, Annegret; Grah, Christian; Schulz, Christian; Weimann, Edda (2021): Klimagerechte Gesundheitseinrichtungen. Rahmenwerk, Version 1.0. Hg. v. Annegret Dickhoff, Christian Grah, Christian Schulz und Edda Weimann.

Dickhoff, Annegret; Protze, Nele (2016): Leitfaden Klimaschutz in Kliniken verankern. Impulse geben und Potenziale nutzen. Hg. v. Bund für Umwelt und Naturschutz e.V. Landesverband Berlin (BUND Berlin).

Elison, Michael (2019): Grünflächen zur Unterstützung schnellerer Gesundung. GALABAU PRAXIS. Online verfügbar unter https://galabau-praxis.de/aktuelles-details/gruenflaechen-zur-unterstuetzung-schnellerer-gesundung, zuletzt geprüft am 03.02.2022.

Energieagentur NRW (1990): Energie im Krankenhaus. Ein Leitfaden für Kostensenkung und Umweltschutz durch rationelle Energieverwendung. Online verfügbar unter https://www.yumpu.com/de/document/read/7570763/energie-im-krankenhaus-ein-leitfaden-fur-kostensenkung-und, zuletzt geprüft am 30.01.2022.

Energieagentur NRW (2021a): Energie- und Umweltmanagementsysteme. Online verfügbar unter https://www.energieagentur.nrw/energieeffizienz/krankenhaus/energie_und_umweltmanagementsysteme, zuletzt geprüft am 28.06.2021.

Energieagentur NRW (2021b): Energiespar-Contracting. Online verfügbar unter https://www.energieagentur.nrw/finanzierung/contracting/energiespar-contracting?mm=ContractingModelle#ts.

Energieagentur NRW (2021c): Finanzierungs-Contracting. Online verfügbar unter https://www.energieagentur.nrw/finanzierung/contracting/finanzierungs-contracting?mm=ContractingModelle#ts.

Energieagentur NRW (2021d): Kälteversorgung. Online verfügbar unter https://www.energieagentur.nrw/energieeffizienz/krankenhaus/kaelteversorgung.

Energieagentur NRW (2021e): Technisches Anlagenmanagement. Online verfügbar unter https://www.energieagentur.nrw/finanzierung/contracting/technisches_anlagenmanagement?mm=ContractingModelle#ts.

EnergieAgentur.NRW (Hg.) (2009): Energieeffizienz für Krankenhäuser. Leitfaden. 2. Auflage. Emsdetten.

EnergieAgentur.NRW (2012): Leitfaden - Energieeffizienz für Krankenhäuser. Energieagentur NRW. Online verfügbar unter https://broschuerenservice.nrw.de/energieagentur/shop/Leitfaden_-_Energieeffizienz_f%C3%BCr_Krankenh%C3%A4user, zuletzt geprüft am 14.10.2021.

EnergieAgentur.NRW (2021a): Abfallmanagement. Online verfügbar unter https://www.energieagentur.nrw/energieeffizienz/krankenhaus/abfallmanagement#ts, zuletzt geprüft am 08.12.2021.

EnergieAgentur.NRW (2021b): Emissions-Kategorien (Scopes) nach dem Greenhouse Gas Protocol. Online verfügbar unter http://www.ccf.nrw.de/navi/downloads/emissionsquellen/Emissions_Kategorien_Scopes.pdf, zuletzt geprüft am 08.12.2021.

EnergieAgentur.NRW (2021c): Energieaudit. Online verfügbar unter https://www.energieagentur.nrw/energieeffizienz/krankenhaus/energieaudit?mm=Thema-Energie#ts), zuletzt geprüft am 21.12.2021.

EnergieAgentur.NRW (2021d): Erneuerbare Energien Gesetz (EEG). Online verfügbar unter https://www.energieagentur.nrw/foerderung/erneuerbare-energien-gesetz-eeg, zuletzt geprüft am 16.12.2021.

EnergieAgentur.NRW (2021e): Kälteversorgung. Online verfügbar unter https://www.energieagentur.nrw/energieeffizienz/krankenhaus/kaelteversorgung, zuletzt geprüft am 26.11.2021.

EnergieAgentur.NRW (2021f): Wärmeversorgung. Online verfügbar unter https://www.energieagentur.nrw/energieeffizienz/krankenhaus/waermeversorgung, zuletzt geprüft am 26.11.2021.

energieleben (Hg.) (2020): St. Anna Kinderspital: Dank LED besseres Licht – und bessere CO2 Bilanz. Online verfügbar unter https://www.energieleben.at/st-anna-kinderspital-dank-led-besseres-licht-und-bessere-co2-bilanz/, zuletzt geprüft am 11.03.2022.

Europäisches Parlament (2015): Kreislaufwirtschaft: Definition und Vorteile. Online verfügbar unter https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/economy/20151201STO05603/kreislaufwirtschaft-definition-und-vorteile, zuletzt geprüft am 19.01.2022.

Fachvereinigung Krankenhaustechnik e.V. (2021): CO2-Zertifikatehandel: Vertragsänderungen nicht vorschnell unterschreiben. Online verfügbar unter https://www.fkt.de/artikel/post/detail/News/co2-zertifikatehandel-vertragsaenderungen-nicht-vorschnell-unterschreiben/, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Fahl, Ulrich; Heyden, Erik; Wolf, Stefan; Möck, Philipp; Haid, Achim (2016): Energieeffizienz in Gesundheitseinrichtungen. Erfolgsbeispiele aus Baden-Württemberg. 2. Auflage. Hg. v. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. Online verfügbar unter https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/089._Energieeffizienz_in_Gesundheitseinrichtungen_Erfolgsbeispiele.pdf, zuletzt geprüft am 08.03.2022.

Hagemeier, Anne; Schnier, Matthias; Beier, Carsten (2017): Hospital Engineering–Teilprojekt „Energieeffizienz. Energetische Modellierung von Krankenhäusern für Transparenz und Energieeinsparung. Hg. v. Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT. Oberhausen.

Hauswirth, S. (2003): Überwachung und Beprobung von Hausinstallationen nach der Trinkwasserverordnung. In: *Gesundheitswesen (Bundesverband der Arzte des Offentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))* 65 (12), S. 729–735. DOI: 10.1055/s-2003-812682.

Health Care Without Harm (2020): Sustainable healthcare waste management in the EU Circular Economy model. Online verfügbar unter https://noharm-europe.org/articles/news/europe/sustainable-healthcare-waste-management, zuletzt geprüft am 14.01.2022.

Health Care Without Harm (hcwh) (2021): Waste Management. Online verfügbar unter https://noharm-europe.org/issues/global/waste.

Hess, Jeremy J.; McDowell Julia Z.; Luber George (2012): Integrating Climate Change Adaptation into Public Health Practice: Using Adaptive Management to Increase Adaptive Capacity and Build Resilience. In: *Environmental Health Perspectives* 120 (2), S. 171–179. DOI: 10.1289/ehp.1103515.

Hibbeler, Birgit (2008): Energiesparen im Krankenhaus: Klimaschutz rechnet sich. Die Preise für Strom und Gas explodieren. Trotzdem ist Energiesparen für viele Krankenhäuser kein Thema. Dabei kann man marode Anlagen modernisieren, ohne selbst investieren zu müssen – mit dem „Energiespar-Contracting“. In: *Deutsches Ärzteblatt* 105 (41), 2140-2141. Online verfügbar unter https://www.aerzteblatt.de/int/article.asp?id=61828, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Hibbeler, Birgit; Krüger-Brand, Heike (2013): Deutsches Ärzteblatt: Archiv "Nachhaltigkeit: Das grüne Krankenhaus" (11.10.2013). In: *Deutsches Ärzteblatt* 110 (41). Online verfügbar unter https://www.aerzteblatt.de/pdf.asp?id=147581, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Hoor, Alexander (2021): Hitze-Juni: Wiens klimafreundliche Kühlung läuft auf Hochtouren. Online verfügbar unter https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20210627_OTS0016/hitze-juni-wiens-klimafreundliche-kuehlung-laeuft-auf-hochtouren, zuletzt geprüft am 06.03.2022.

IPCC (2018): Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Hg. v. Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen. IPCC.

Karliner, Josh; Slotterback, Scott; Boyd, Richard; Ashby, Ben; Steele, Kristian (2019): Health Care's Climate Footprint. How the health sector contributes to the global climate crisis and opportunities for action. Hg. v. Health Care Without Harm. Online verfügbar unter https://noharm-global.org/sites/default/files/documents-files/5961/HealthCaresClimateFootprint_092319.pdf, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Keim, Mark E. (2008): Building human resilience: the role of public health preparedness and response as an adaptation to climate change. In: *American journal of preventive medicine* 35 (5), S. 508–516.

KLIK green - Klimamanager (2022). Gemeinschaftsprojekt des BUND für Umwelt und Naturschutz Berlin e.V. (BUND Berlin e.V.), der Krankenhausgesellschaft Nordrhein-Westfalen e.V. (KGNW) und des Universitätsklinikums Jena (UKJ).

Klik-Datenbank (2015a): Maßnahme Beleuchtungswechsel Retro-Fit. Online verfügbar unter https://www.klik-krankenhaus.de/klik-datenbank/suche-nach-massnahmen?tx_klikdb_search%5Baction%5D=show&tx_klikdb_search%5Bcontroller%5D=Measure&tx_klikdb_search%5Bmeasure%5D=241&cHash=80fb8a74e6ec1f5cbe851871f5beecd4, zuletzt geprüft am 11.03.2022.

Klik-Datenbank (2015b): Maßnahme Rohrnetzsanierung. Online verfügbar unter https://www.klik-krankenhaus.de/klik-datenbank/suche-nach-massnahmen?tx_klikdb_search%5Baction%5D=show&tx_klikdb_search%5Bcontroller%5D=Measure&tx_klikdb_search%5Bmeasure%5D=242&cHash=e29fc5f821dd09e88c8745e7b14b70b7, zuletzt geprüft am 30.01.2022.

Klik-Datenbank (2019): Maßnahme Dachbegrünung über der Bäderabteilung (Lavendeldach). Online verfügbar unter https://www.klik-krankenhaus.de/klik-datenbank/suche-nach-massnahmen?tx_klikdb_search%5Baction%5D=show&tx_klikdb_search%5Bcontroller%5D=Measure&tx_klikdb_search%5Bmeasure%5D=456&cHash=0283e608fdcf2c85f7e36cfd034707a3, zuletzt geprüft am 14.03.2022.

Klik-Datenbank (2020): Maßnahme Installieren einer PV-Anlage. Online verfügbar unter https://www.klik-krankenhaus.de/klik-datenbank/suche-nach-massnahmen?tx_klikdb_search%5Baction%5D=show&tx_klikdb_search%5Bcontroller%5D=Measure&tx_klikdb_search%5Bmeasure%5D=455&cHash=280d3d904039435623cb41cc180b0bcb, zuletzt geprüft am 11.03.2022.

Klik-Datenbank (2021a): Klik Datenbank Maßnahmen. Online verfügbar unter https://www.klik-krankenhaus.de/klik-datenbank/suche-nach-massnahmen, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Klik-Datenbank (2021b): Maßnahme Dämmung der obersten Geschossdecke nach § 10 EnEV. Online verfügbar unter https://www.klik-krankenhaus.de/klik-datenbank/suche-

nach-massnahmen?tx_klikdb_search%5Baction%5D=show&tx_klikdb_search%5Bcontroller%5D=Measure&tx_klikdb_search%5Bmeasure%5D=470&cHash=73c19b566cfd66a39ae4399c099ed9f8, zuletzt geprüft am 14.03.2022.

Klinikum München (2021): Projekt Waschhandschuhe. GB Pflege & Service. München.

kma Online Whitepaper (2021): Nachhaltig Wirtschaften bei der Speiseversorgung im Krankenhaus. Hg. v. Marfo B.V. Lelystad.

Koch, Susanne; Pecher, Sabine (2020): Neue Herausforderungen für die Anästhesie durch den Klimawandel. In: *Der Anaesthesist* 69 (7), S. 453–462. DOI: 10.1007/s00101-020-00770-1.

Kolbert, Ursula (2020): Aktiver Klimaschutz auch im OP - Sophienklinik. In: *Sophienklinik GmbH*, 2020. Online verfügbar unter https://www.sophienklinik.de/news/aktiver-klimaschutz-auch-im-op/, zuletzt geprüft am 04.02.2022.

KRINKO (2010): Kommentar der KRINKO zur DIN 1946-4 (2008). Unter Mitarbeit von Robert Koch-Institut. Robert Koch-Institut, Infektionskrankheiten / Erreger. Online verfügbar unter https://edoc.rki.de/handle/176904/255, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Kucera, Martin (2019): Das Green Hospital Lichtenfels als grünes Vorbild. Hg. v. kma Online. Online verfügbar unter https://www.kma-online.de/aktuelles/klinik-news/detail/das-green-hospital-lichtenfels-als-gruenes-vorbild-a-39950/artikel-seite-0, zuletzt geprüft am 19.02.2022.

Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt (LENA) (2020): Energieeffizienz für Krankenhäuser in Sachsen-Anhalt. LENA. Magdeburg.

Lang, Michael (2018): Zwei innovative Beispiele für Energieeffizienz-Maßnahmen im Klinikum. Baden-Württemberg. Hg. v. kma Online. Online verfügbar unter https://www.kma-online.de/aktuelles/management/detail/zwei-innovative-beispiele-fuer-energieeffizienz-massnahmen-im-klinikum-a-37752, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Levsen, A.; Filser, M. (2022): Erdgas in deutschen Krankenhäusern - DKI Factsheet. Krankenhausbefragung. Hg. v. Deutsches Krankenhaus Institut (DKI). Online verfügbar unter https://www.dki.de/sites/default/files/2022-10/20220926_Erdgasverbrauch%20und%20-kosten%20Krankenhaus_DKI%20Analyse_final.pdf, zuletzt geprüft am 20.10.2022.

Management & Krankenhaus (Hg.): Energieeffizienz in Krankenhäusern durch Pumpentausch steigern. Bauen & Einrichten. Online verfügbar unter https://www.management-krankenhaus.de/produkte/bauen-einrichten/energieeffizienz-krankenhaeusern-durch-pumpentausch-steigern, zuletzt geprüft am 01.02.2022.

Management & Krankenhaus (Hg.) (2011): Reduktion des Energieverbrauchs durch moderne Kältemaschinen | Management-Krankenhaus. Online verfügbar unter

https://www.management-krankenhaus.de/topstories/bauen-einrichten/reduktion-des-energieverbrauchs-durch-moderne-kaeltemaschinen, zuletzt geprüft am 08.03.2022.

Management & Krankenhaus (Hg.) (2015a): Green Hospital Klinikum Lichtenfels. Online verfügbar unter https://www.management-krankenhaus.de/topstories/bauen-einrichten/green-hospital-klinikum-lichtenfels, zuletzt geprüft am 14.03.2022.

Management & Krankenhaus (Hg.) (2015b): Kraft-Wärme-Kopplung mittel BHKW im Franziskushospital in Aachen. Online verfügbar unter https://www.management-krankenhaus.de/news/kraft-waerme-kopplung-mittel-bhkw-im-franziskushospital-aachen, zuletzt geprüft am 11.03.2022.

Management & Krankenhaus (Hg.) (2015c): RLT-Anlagen sorgen für saubere Luft und weniger Kosten. Online verfügbar unter https://www.management-krankenhaus.de/topstories/hygiene/rlt-anlagen-sorgen-fuer-saubere-luft-und-weniger-kosten, zuletzt geprüft am 28.01.2022.

Management & Krankenhaus (Hg.) (2020): Klimamanager optimiert Einsparungspotential bei Energie, Material und Ressourcen | Management-Krankenhaus. Online verfügbar unter https://www.management-krankenhaus.de/news/klimamanager-optimiert-einsparungspotential-bei-energie-material-und-ressourcen, zuletzt aktualisiert am 11.01.2023, zuletzt geprüft am 11.01.2023.

Marienkrankenhaus Kassel (2020): Recycling klimaschädlicher Narkosegase. Im Marienkrankenhaus Kassel kommt erstmals in Hessen ein System zum Einsatz, das klima- und ozonschädigende Narkosegase filtert und recycelt, um die Umwelt zu schonen. Online verfügbar unter https://marienkrankenhaus-kassel.de/recycling-klimaschaedlicher-narkosegase/, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

NHS (Hg.) (2020): Delivering a Net Zero National Health Service. Online verfügbar unter https://www.england.nhs.uk/greenernhs/wp-content/uploads/sites/51/2020/10/delivering-a-net-zero-national-health-service.pdf, zuletzt geprüft am 11.03.2022.

Nowitzky, Gerald (2012): Kühlung aus der Tiefe. Online verfügbar unter https://www.it-zoom.de/it-mittelstand/e/kuehlung-aus-der-tiefe-4663/, zuletzt geprüft am 06.03.2022.

Oebbeke, Alfons (2008): Adiabate Kühlung benötigt keinen zusätzlichen Strom. Online verfügbar unter https://www.baulinks.de/webplugin/2008/1128.php4, zuletzt geprüft am 08.03.2022.

Osterloh, Falk (2021): Der Strukturwandel hat begonnen. In: *Deutsches Ärzteblatt* 118 (26), S. 1299–1304.

Osthessen News (2019): Eigenes Blockheizkraftwerk versorgt Eichhof-Krankenhaus. In: *Osthessen News*, 26.10.2019. Online verfügbar unter https://osthessen-news.de/n11627014/eigenes-blockheizkraftwerk-versorgt-eichhof-krankenhaus.html, zuletzt geprüft am 11.03.2022.

Özelsel, Timur J-P; Sondekoppam, Rakesh V.; Buro, Karen (2019): The future is now-it's time to rethink the application of the Global Warming Potential to anesthesia. In: *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie* 66 (11), S. 1291–1295. DOI: 10.1007/s12630-019-01385-w.

Philips Deutschland GmbH (2010): Asklepios Klinik Barmbek: Neues Licht für den Klimaschutz. Hamburger Klinik wechselt komplett zur energieeffizienten Beleuchtung. Online verfügbar unter https://www.philips.de/a-w/about/news/archive/standard/news/lighting/20101215_AsklepiosKlinikBarmbek.html, zuletzt geprüft am 20.01.2022.

Pichler, Peter-Paul; Jaccard, Ingram S.; Weisz, Ulli; Weisz, Helga (2019): International comparison of health care carbon footprints. In: *Environ. Res. Lett.* 14 (6), S. 64004. DOI: 10.1088/1748-9326/ab19e1.

Roth, Timo (2020): Green Hospital: nicht nur ökologisch, sondern ganzheitlich nachhaltig. Interview mit Anja Schönheit-Müller, Pflegedirektorin, REGIOMED Klinikum Lichtenfels. Online verfügbar unter https://www.medica.de/de/News/Thema_des_Monats/%C3%84ltere_Themen_des_Monats/Themen_des_Monats_2020/Green_Hospital/Green_Hospital_nicht_nur_%C3%B6kologisch,_sondern_ganzheitlich_nachhaltig, zuletzt geprüft am 14.03.2022.

ruhr24.de (Hg.) (2019): Hitze im Krankenhaus: Keine Klimaanlage für Patienten in NRW. Online verfügbar unter https://www.ruhr24.de/dortmund/hitze-krankenhaus-keine-klimaanlage-patienten-13093441.html, zuletzt geprüft am 08.03.2022.

SanitärJournal (2017): Wetten, dass Sie mehr beim Wasser sparen können? Weniger Energie-Kosten durch intelligente Armaturen. Online verfügbar unter https://www.sanitaerjournal.de/wetten-dass-sie-mehr-beim-wasser-sparen-koennen_11774, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Schäfer, Gerd (2021): CO2-Reduzierung durch Abfallwirtschaft. Getrennte Abfallsammlung schont das Klima. 01. Aufl. Hg. v. Bergmannsheil Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum. UK RUB Universitätsklinikum Ruhr-Universität Bochum.

Schmidt, Ingo (2019): Energieaudit nach EDL-G. In: *das Krankenhaus* (3), S. 233–234. Online verfügbar unter file:///C:/Users/ALEVSE~1.DKI/AppData/Local/Temp/Das%20Krankenhaus%2003-2019.pdf, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

SOKRATHERM (Hg.) (2015): Krankenhaus in Bielefeld setzt auf BHKW (1 x GG 140). Online verfügbar unter https://www.sokratherm.de/krankenhaus-in-bielefeld-setzt-auf-bhkw-1-x-gg-140/, zuletzt geprüft am 11.03.2022.

Sonne bringt Energie fürs Leo (2014). In: *Schweinfurter Tagblatt*, 03.02.2014. Online verfügbar unter https://www.leopoldina-

krankenhaus.com/uploads/media/20140203_Sonne_bringt_Energie_fuers_Leo_SWTB_VZ.pdf, zuletzt geprüft am 11.03.2022.

Statistisches Bundesamt (2019): Aufkommen an Haushaltabfällen, Deutschland, Jahre, Abfallarten. GENISIS-Online Datenbank.

Stiftung viamedica (Hg.) (2009): Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in deutschen Kliniken. Informationskampagne Klinergie 2020. 1. Auflage. Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene. Freiburg.

Thalmayr, Maria (2021a): FKT-Online-Seminar: Kälteversorgung – Natürliche Kältemittel und ganzheitliche Energiekonzepte. Fachvereinigung Krankenhaustechnik e.V. Online verfügbar unter https://www.fkt.de/news-wissen/online-seminare/details/post/detail/News/fkt-online-seminar-kaelteversorgung-natuerliche-kaeltemittel-und-ganzheitliche-energiekonzepte/, zuletzt geprüft am 08.03.2022.

Thalmayr, Maria (2021b): Konfuses Energierecht – „Da reiß ich doch lieber die PV vom DACH!“. Hg. v. Fachvereinigung Krankenhaustechnik e.V. Online verfügbar unter https://www.fkt.de/artikel/post/detail/News/konfuses-energierecht-da-reiss-ich-doch-lieber-die-pv-vom-dach/, zuletzt geprüft am 07.02.2022.

Thalmayr, Maria (2022a): Klimaschutz im Krankenhaus: Macht es nicht so megakompliziert! Hg. v. Fachvereinigung Krankenhaustechnik e.V. Online verfügbar unter https://www.fkt.de/artikel/post/detail/News/klimaschutz-im-krankenhaus-macht-es-nicht-so-megakompliziert/, zuletzt geprüft am 07.02.2022.

Thalmayr, Maria (2022b): Kühlen mit Propan. Hg. v. Fachvereinigung Krankenhaustechnik e.V. (1). Online verfügbar unter https://www.fkt.de/fileadmin/user_upload/2022-FKT-Nachrichten/FKT_HCM_01-22.pdf, zuletzt geprüft am 08.03.2022.

Tippkötter, Rainer; Wallschlag, Benedikt (2009): Leitfaden. Energieeffizienz für Krankenhäuser. 2. Aufl. Hg. v. Energie Agentur NRW.

Umweltbundesamt (2015): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_24_2015_vulnerabilitaet_deutschlands_gegenueber_dem_klimawandel_1.pdf, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Umweltbundesamt (2020a): Bevorzugungspflicht für umweltfreundliche Erzeugnisse. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/bevorzugungspflicht-fuer-umweltfreundliche, zuletzt geprüft am 22.06.2022.

Umweltbundesamt (2020b): Kreislaufwirtschaftsgesetz. Online verfügbar unter https://www.bmu.de/gesetz/kreislaufwirtschaftsgesetz.

Umweltbundesamt (2021): Erneuerbare-Energien-Gesetz. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz hat sich seit dem Jahr 2000 als effektives und effizientes Instrument für die

Förderung von Strom aus regenerativen Quellen bewährt. Die erneuerbaren Energien tragen zunehmend zur Stromversorgung in Deutschland bei. Damit gehen eine deutliche Minderung der Kohlendioxidemission im Stromsektor sowie positive volkswirtschaftliche Effekte einher. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-gesetz#erfolg, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Umweltbundesamt (BMU) (2020): Energiemanagement mit System. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/wirtschaft-umwelt/umwelt-energiemanagement/energiemanagement-system#wie-funktioniert-ein-energiemanagement, zuletzt aktualisiert am 14.01.2020.

Unfallkassen und Berufsgenossenschaften (UK BG) (2020): Sicheres Krankenhaus. Hg. v. Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege.

Universitätsspital Basel (2020): Nachhaltigkeitsbericht 2020. Universitätsspital Basel. Online. Online verfügbar unter https://jahresbericht.unispital-basel.ch/2020/berichte/nachhaltigkeitsbericht.html, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Universitätsspital Basel (2021): Narkosen am Universitätsspital Basel werden klimaschonender. Medienmitteilungen des Universitätsspitals Basel. Online verfügbar unter https://www.unispital-basel.ch/medien/medienmitteilungen/details/article/narkosen-am-universitaetsspital-basel-werden-klimaschonender/?cHash=77abe61cb62174e5292193a02cdaa0ef, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

VDI (2022): VDI 2070 - Betriebswassermanagement für Gebäude und Liegenschaften. Online verfügbar unter https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-2070-betriebswassermanagement-fuer-gebaeude-und-liegenschaften, zuletzt aktualisiert am 21.02.2022, zuletzt geprüft am 21.02.2022.

VDI Zentrum Ressourceneffizienz (2009-2022): Wassersparende Toilettenspülung. Ressurcenschonendes Gebäude. Online verfügbar unter https://www.ressource-deutschland.de/themen/bauwesen/ressourcenschonendes-gebaeude/wassersparende-toilettenspuelung/, zuletzt geprüft am 31.01.2022.

VDI Zentrum Ressourceneffizienz (2022): Ökobilanz - DIN EN ISO 14040/44.

VDI-Gesellschaft Technologies of Life Sciences (2020): VDI 5800 Blatt 1. Nachhaltigkeit in Bau und Betrieb von Krankenhäusern. Online verfügbar unter https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-5800-blatt-1-nachhaltigkeit-in-bau-und-betrieb-von-krankenhaeusern-grundlagen, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Verband Fernwärme Schweiz (Hg.) (2022): Was ist Fernkaelte. Online verfügbar unter https://www.fernwaerme-schweiz.ch/fernwaerme-deutsch/allgemeine-Fragen/Was_ist_Fernkaelte.php, zuletzt geprüft am 06.03.2022.

Verbraucherzentrale (2020): GEG: Was steht im neuen Gebäudeenergiegesetz? Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) löst die EnEV ab und legt energetische Anforderungen an beheizte oder klimatisierte Gebäude fest. Worauf es bei einer Erneuerung oder Modernisierung ankommt. Online verfügbar unter https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/energetische-sanierung/geg-was-steht-im-neuen-gebaeudeenergiegesetz-13886, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Trinkwasserverordnung - TrinkwV, vom 10.03.2016 (BGBl. I S. 459) (21.05.2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch. Fundstelle: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001,Teil I, Nr. 24. Online verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv_2001/BJNR095910001.html, zuletzt geprüft am 23.06.2022.

Viamedica (2016): Energiesparfibel. Krankenhausmitarbeiter schützen das Klima. Hg. v. Viamedica. Online verfügbar unter https://www.viamedica-stiftung.de/fileadmin/user_upload/Materialien/Energiesparfibel_web.pdf, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Wälti, Corinne; Almeida, Joao (2016): ENt-Sorgen? Abfall in der Schweiz illustriert. Hg. v. Bundesamt für Umwelt (BAFU). Bern.

Waßmann, Bernd (2020): Grundwasserkühlung schlägt Kältemaschinen um etliche Faktoren. Hg. v. Management & Krankenhaus. Online verfügbar unter https://www.management-krankenhaus.de/news/grundwasserkuehlung-schlaegt-kaeltemaschinen-um-etliche-faktoren, zuletzt geprüft am 06.03.2022.

Weimann, Edda (2020): Wieso sollte jedes Krankenhaus nachhaltig wirtschaften? In: *Pädiatrische Allergologie* (4), S. 43–48.

Weißbach, Anne (2020): Wasserverbrauch im Singlehaushalt: Überblick & Kosten. Hg. v. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW). Online verfügbar unter https://www.co2online.de/energie-sparen/heizenergie-sparen/warmwasser/wasserverbrauch-singlehaushalt/, zuletzt geprüft am 15.02.2022.

Wibbeling, Sebastian; Raida, Andrea; Gerhardt, Malin (2022): Nachhaltige Mobilitäts- und Logistiklösungen im Krankenhaus. In: J. A. Werner, Thorsten Kaatze und Andrea Schmidt-Rumposch (Hg.): Green Hospital. Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung im Krankenhaus. Mit einem Geleitwort von Eckart v. Hirschhausen. Unter Mitarbeit von Eckart von Hirschhausen. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, S. 47–59.

Xiao, Maggie Z. X.; Abbass, Syed Ali Akbar; Bahrey, Lisa; Rubinstein, Edward; Chan, Vincent W. S. (2021): A Roadmap for Environmental Sustainability of Plastic Use in Anesthesia and the Perioperative Arena. In: *Anesthesiology* 135 (4), S. 729–737. DOI: 10.1097/ALN.0000000000003845.

Zeosys Medical GmbH: Volatile Anästhesie ohne CO2 Emission. Das Kreislaufsystem. Online verfügbar unter https://zeosys-medical.de/human/, zuletzt geprüft am 04.02.2022.

9 Anhang

Tab. 17: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgenanpassungen I

Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgeanpassungen

	Betrachtungseinheit (Item)	Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können	Anmerkung[1] Zusammensetzung	Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben	Anmerkung Zusammensetzung	
					In Planung	Nein
Strategische Maßnahmen	Leitlinien und Zielformulierungen zur Energieeinsparung/ Nachhaltigkeit	38	-----	62	31	31
	Klimaschutzzirkel/ Arbeitsgruppe zur Schaffung von nachhaltigen Betriebsabläufen	23	-----	77	18	59
	Regelmäßige Erfassung und Monitoring der Verbrauchskennzahlen	68	-----	32	16	59
	Anpassung/Änderungen aufgrund der Überprüfung der Verbrauchskennzahlen im Energiemanagement	50	-----	50	16	24
	Umwelt-/ Klimaschutzbeauftragte*r/ - manager*in	30	-----	70	16	51
	Regelmäßige Information und Aufklärung des Personals zu gesetzten Leitlinien und Umweltzielen	25	-----	75	24	51
	Schaffung von Anreizen für Personal zur Energiekosteneinsparung	11	-----	89	16	73

Anmerkung: Alle Angaben sind in Prozent ausgewiesen.

1 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die bereits Umsetzungen vorhalten können, inkludiert die Antwortoptionen: ja und krankenhausweiter Standard.

Tab. 18: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgenanpassungen II

Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgeanpassungen	Betrachtungseinheit (Item)	Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können	Anmerkung[1] Zusammensetzung	Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben	Anmerkung Zusammensetzung	
					Teilweise	Nein
Nutzer-verhalten	Strukturen/Konzepte zum energieeffizienten Verhalten im Bereich Stromverbrauch/Beleuchtung	41	-----	59	47	22
	Strukturen/Konzepte zum energieeffizienten Verhalten für den Bereich Wassernutzung/-verbrauch	28	-----	72	37	35
	Strukturen/Konzepte zur Vermeidung von Fehlwürfen	88	-----	12	4	8
	Strukturen/Konzepte zum energieeffizienten Verhalten im Bereich Müll trennen/vermeiden	70	-----	30	26	4
	Strukturen/Konzepte zum energieeffizienten Verhalten im hauswirtschaftlichen Bereich	61	-----	39	30	9
	Strukturen/Konzepte zum energieeffizienten Verhalten für den Bereich Wärme/Heizung	41	-----	59	41	18
	Strukturen/Konzepte zum energieeffizienten Verhalten für den Bereich Papierverbrauch	39	-----	61	49	12

Anmerkung: Alle Angaben sind in Prozent ausgewiesen

1 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die bereits Umsetzungen vorhalten können, inkludiert die Antwortoption: ja.

Tab. 19: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgenanpassungen III

Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgeanpassungen

	Betrachtungseinheit (Item)	Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können	Anmerkung Zusammensetzung		Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben	Anmerkung Zusammensetzung	
			Voll und ganz	Eher		Eher nicht	Gar nicht
Anpassungs-strategie	Komponenten in der Anpassungsstrategie zur Klimabewältigung - Klimafolgenanpassung	**59**	10	49	**41**	36	5
	Komponenten in der Anpassungsstrategie zur Klimabewältigung - Klimaschutz	**71**	17	54	**29**	26	3
	Betrachtungseinheit (Item)	**Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können**	Anmerkung Zusammensetzung		**Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben**	Anmerkung[1] Zusammensetzung	
			Erstellt	Angepasst			
	Notfallpläne - Starkregen	**33**	8	25	**67**	-----	
	Notfallpläne - Hitzewelle	**17**	3	14	**83**	-----	
	Notfallpläne - Überflutung	**27**	7	20	**73**	-----	
	Notfallpläne - Kältewelle	**15**	4	11	**85**	-----	
	Notfallpläne - Dürre	**9**	2	7	**91**	-----	
	Notfallpläne - Sturm	**28**	6	22	**72**	-----	

Anmerkung: Alle Angaben sind in Prozent ausgewiesen

1 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die Weiterentwicklungspotenzial haben, inkludiert die Antwortoption: nicht im Notfallplan berücksichtigt.

Tab. 20: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgenanpassungen IV

Energiemanagement, Nutzerverhalten und Klimafolgeanpassungen

	Betrachtungseinheit (Fragebogen-Item)	Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können	Anmerkung[1] Zusammensetzung	Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben	Anmerkung Zusammensetzung	
					In Planung	Nein
Bauliche Maßnahmen	Dach- und Fassadenbegrünung	47	-----	53	9	44
	Umbau/Erweiterung der Gartenanlage	35	-----	65	13	52
	Entsiegelung verschlossener Flächen	10	-----	90	9	81
	Verschattung zur Verhinderung von Hitze/Sonneneinstrahlung	80	-----	20	6	14
	Wärmedämmende Fenster	74	-----	26	9	17
Umsetzungsstand Ø Durchschnittswerte der Antwortausprägungen		**41,4**		**58,6**		

Anmerkung: Alle Angaben sind in Prozent ausgewiesen

1 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die bereits Umsetzungen vorhalten können, inkludiert die Antwortoptionen: ja und krankenhausweiter Standard.

Tab. 21: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Energie und Strom

Energie und Strom	Betrachtungseinheit (Fragebogen-Item)	Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können	Anmerkung[1] Zusammensetzung	Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben	Anmerkung Zusammensetzung	
					Einzelne Stationen	Nicht im Einsatz
Strom	Erzeugung von Eigenstrom	57	-----	43	-----	
	Bei Eigenstromerzeugung eigene Photovoltaikanalage	24	-----	76	-----	
	Einsatz BHKW zur Strom- und Wärmeversorgung	57	-----	43	-----	
Technische Unterstützung	Energiesparende Lichtkonzepte	34	-----	66	63	3
	Bewegungsmelder für die Beleuchtung	13	-----	87	77	10
	Einsatz von energieeffizienten Geräten	39	-----	61	54	7
	Einsatz von Zeitschaltungen	33	-----	67	60	7
Umsetzungsstand Ø Durchschnittswerte der Antwortausprägungen		**36,7**		**63,3**		

Anmerkung: Alle Angaben sind in Prozent ausgewiesen

1 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die bereits Umsetzungen vorhalten können, inkludiert die Antwortoptionen: ja und krankenhausweiter Standard.

Tab. 22: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Wärme I

Wärme	Betrachtungseinheit (Fragebogen-Item)	Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können	Anmerkung[1] Zusammensetzung	Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben	Anmerkung[2] Zusammensetzung
Warmwasser	Einsatz von Systemen zur Wärmerückgewinnung aus Abwasser	34	-----	66	-----
	Einsatz von Wärmetauscher	3	-----	97	-----
	Einsatz von Wärmeübertragung über Kreislaufverbundsystem	2	-----	98	-----
	Einsatz von Abwasserwärmepumpe	1	-----	99	-----

Anmerkung: Alle Angaben sind in Prozent ausgewiesen

1 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die bereits Umsetzungen vorhalten können, inkludiert die Antwortoption: ja.
2 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die Weiterentwicklungspotenzial haben, inkludiert die Antwortoption: nein.

Tab. 23: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Wärme II

Wärme	Betrachtungseinheit (Fragebogen-Item)	Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können	Anmerkung[1] Zusammensetzung	Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben	Anmerkung Zusammensetzung	
					In Planung	Nein
	Regelmäßige Überprüfung und Einstellung der Regelungs- und Wärmerzeugungsanlage	92	-----	8	1	7
	Ausreichende Isolierung der Leitungen und Armaturen	87	-----	13	6	7
	Bedarfsgerecht ausgelegte und drehzahlgeregelte Betriebsdauer der Umwälzpumpe	84	-----	16	7	9
	Regelmäßige Prüfung und Einstellung der Heizkurve	81	-----	19	5	14
	Absenkung der Rücklauftemperatur	62	-----	38	7	31
	Hydraulischer Abgleich	61	-----	39	15	24
	Einbau von Abgaswärmetauschern	49	-----	51	10	41
	Regelmäßige Reinigung der Heizflächen bei Ölfeuerungsanlagen	44	-----	56	0	56
	Substitution fossiler Energieträger bzw. Kombination dieser mit / durch regenerative Energieträger	11	-----	89	15	74

Anmerkung: Alle Angaben sind in Prozent ausgewiesen

1 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die bereits Umsetzungen vorhalten können, inkludiert die Antwortoptionen: ja und krankenhausweiter Standard.

Tab. 24: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Wärme III

Wärme

	Betrachtungseinheit (Fragebogen-Item)	Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können	Anmerkung[1] Nutzung Energieträger/ Wärmeerzeuger		Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben	Anmerkung[2] Nutzung Energieträger	
			Ja	Nein		Ja	Nein
Wärme	Leichtes Heizöl	57		X	43	X	
	Schweres Heizöl	94		X	6	X	
	Erdgas	8		X	92	X	
	Fernwärme	45	X		55		X
	Nahwärme	7	X		93		X
	Gaskessel	34	-----		66	-----	
	BHKW	53	-----		47	-----	
	Fernwärmeanschluss	30	-----		70	-----	
	Ölkessel	89	-----		11	------	
	Einsatz von Geothermie	4	-----		96	-----	
	Solarthermie	2	-----		98	-----	
	sonstige Anlagen zur Nutzung regenerativer Energien	4	-----		96	-----	
	Betrachtungseinheit (Fragebogen-Item)	**Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können**	Anmerkung[3] Zusammensetzung		**Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben**	Anmerkung Zusammensetzung	
						Einzelne Stationen	Nicht im Einsatz
Technische Unterstützung	Automatische Heizungsregler	61	-----		39	26	13
Umsetzungsstand Ø Durchschnittswerte der Antwortausprägungen		**50,0**			**50,0**		

Anmerkung: Alle Angaben sind in Prozent ausgewiesen

1 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die bereits Umsetzungen vorhalten können, inkludiert die Häufigkeiten der Wärmeerzeuger im Bestand
2 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die Weiterentwicklungspotenzial haben, inkludiert die Häufigkeiten der Wärmeerzeuger im Bestand
3 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die bereits Umsetzungen vorhalten können, inkludiert die Antwortoptionen: ja und krankenhausweiter Standard.

Tab. 25: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Wasser I

Wasser	Betrachtungseinheit (Fragebogen-Item)	Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können	Anmerkung[1] Zusammensetzung		Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben	Anmerkung[2] Zusammensetzung	
			Im Einsatz	Auf einzelnen Stationen		In Planung	Nein
Wasser	Einsatz einer Trinkwasserinstallation (Trinkbrunnen)	27	-----		73	2	71
	Dezentrale Systeme zur Trinkwasseraufbereitung	3	-----		97	-----	
	Perlatoren (Spar-Strahlregler) an Wasserhähnen	83	64	19	17	-----	
	Spül-Stopp-Automatik an Toilettenspülungen	94	57	37	6	-----	
	Thermostat-Armaturen	90	38	52	10	-----	
	Dusch-Spararmaturen	46	18	28	54	-----	
	Durchflussbegrenzende oder selbstschließende Armaturen	66	15	51	34	-----	
	Flussregulatoren	37	13	23	57	-----	
	Waschtisch-Spararmaturen	47	10	37	53	-----	

Anmerkung: Alle Angaben sind in Prozent ausgewiesen

1 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die bereits Umsetzungen vorhalten können, inkludiert die Antwortoptionen: ja und auf einzelnen Stationen
2 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die Weiterentwicklungspotenzial haben, inkludiert die Antwortoption: nein.

Tab. 26: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Wasser II

Wasser	Betrachtungseinheit (Fragebogen-Item)	Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können	Anmerkung[1] Zusammensetzung	Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben	Anmerkung Zusammensetzung	
					In Planung	Nein
Abwasser	Austausch von chlorhaltigem Maschinengeschirrspülmittel gegen chlorfreies Mittel	46	-----	54	16	38
	Einsatz von biologisch abbaubarem Reinigungsmittel	44	-----	56	13	43
Technische Unterstützung	Einsatz von energieeffizienten/ wassersparenden Geräten	39	-----	61	54	7
	Wasserversorgungssysteme auf Leckagen prüfen und unnötige Wasserströme abstellen	59	-----	41	15	26
Umsetzungsstand Ø Durchschnittswerte der Antwortausprägungen		**52,4**		**47,6**		

Anmerkung: Alle Angaben sind in Prozent ausgewiesen

1 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die bereits Umsetzungen vorhalten können, inkludiert die Antwortoptionen: ja und krankenhausweiter Standard.

Tab. 27: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Kälte

Kälte

	Betrachtungseinheit (Fragebogen-Item)	Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können	Anmerkung[1] Zusammensetzung		Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben	Anmerkung[2] Zusammensetzung	
						In Planung	Nein
Kälte	Freie Kühlung über die Außenluft (Rückkühlwerk)	81	-----		19	-----	
	Adiabate Kühlung	56	-----		44	-----	
	Wärmerückgewinnungs-anlagen am Kondensator-kühlwasseraustritt oder in heißen Kältemittelleitungen	26	-----		74	3	71
	Optimierung der Luftkonditionierung der Raumlufttechnischen Anlagen	50	-----		50	5	45
	Zentrale Steuerung zur automatischen Steuerung und Regelung der Betriebsparameter	81	-----		19	4	15
	Eisspeicher zur Kältespeicherung	3	-----		97	3	94
	Betrachtungseinheit (Fragebogen-Item)	**Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können**	Anmerkung Zusammensetzung		**Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben**	Anmerkung Zusammensetzung	
			Im Einsatz	Auf einzelnen Stationen			
Technische Unterstützung	Sicherung der Kälteversorgung	14	6	8	86	-----	
Umsetzungsstand Ø Durchschnittswerte der Antwortausprägungen		**44,4**			**55,6**		

Anmerkung: Alle Angaben sind in Prozent ausgewiesen

1 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die bereits Umsetzungen vorhalten können, inkludiert die Antwortoptionen: ja und krankenhausweiter Standard.
2 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die Weiterentwicklungspotenzial haben, inkludiert die Antwortoption: In Planung und nein.

Tab. 28: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Abfallmanagement I

Abfallmanagement

	Betrachtungseinheit (Fragebogen-Item)	Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können	Anmerkung[1] Zusammensetzung	Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben	Anmerkung Zusammensetzung	
					In Planung	Nein
Abfall	Abfallbeauftragte*r über gesetzliche Verpflichtungen hinaus	55	-----	45	-----	
	Konzepte zur Weiterverwendung von nicht mehr notwendigen, aber bereits vorbestellten Speisen	36	-----	64	19	45
	Umstellung von Einwegprodukten auf Mehrwegprodukten, sofern medizinisch/hygienisch vertretbar	54	-----	46	14	32
	Produkte aus Recyclingmaterial verwenden	60	-----	40	8	32
	Beim Einkauf von Produkten wird auf eine Reduzierung des Verpackungsmülls geachtet	74	-----	26	4	22
	Etablierte Abfalltrennkultur	89	-----	11	7	4
	Wertstofftrennung in der Abfallwirtschaft	88	-----	12	3	9
	Abfallentsorgungskontrolle und erweiterte Entsorgungs-dokumentation	60	-----	40	3	36

Anmerkung: Alle Angaben sind in Prozent ausgewiesen

1 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die bereits Umsetzungen vorhalten können, inkludiert die Antwortoptionen: ja und krankenhausweiter Standard

Tab. 29: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Abfallmanagement II

Abfallmanagement

	Betrachtungseinheit (Fragebogen-Item)	Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können	Anmerkung[1] Zusammensetzung		Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben	Anmerkung Zusammensetzung	
			Ja	In Planung		In Planung	Nein
Abfall	Verwertung von Bioabfällen in einer hauseigenen Biogasaufbereitungsanlage	39	2	37	61	-----	
	Nutzung einer Pressanlage für Speisereste	19	15	4	81	-----	
	Kooperation mit Entsorgungsfirmen für bestimmte Wertstoffe	86	-----		14	3	11
	Rückgabe von Abfällen an den Hersteller und Vertreiber	62	-----		38	38	0
	Kooperation mit einer Biogasaufbereitungsanlage	57	-----		43	2	41
	Kooperation mit Entsorgungsfirmen zum Recycling von Plastikabfällen	46	-----		54	6	48

Anmerkung: Alle Angaben sind in Prozent ausgewiesen

1 Abhängig vom Item wird die Antwortmöglichkeit „in Planung“ dem Anteil der Krankenhäuser (KHs), die bereits Umsetzungen vorhalten können oder dem Anteil der KHs, die Weiterentwicklungspotenzial haben zugeordnet.

Tab. 30: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Abfallmanagement III

Abfallmanagement

	Betrachtungseinheit (Fragebogen-Item)	Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können	Anmerkung[1] Zusammensetzung	Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben	Anmerkung Zusammensetzung	
					Teilweise	Nein
Abfall	Fehlende Möglichkeit zur kurzfristigen Anpassung der Speiseplanung (Überproduktion)	44	-----	56	51	5
	Geringe Haltbarkeit der Gerichte	66	-----	34	32	4
	Betrachtungseinheit (Fragebogen-Item)	**Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können**	Anmerkung Zusammensetzung	**Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben**	Anmerkung Zusammensetzung	
					Einzelne Stationen	Nicht im Einsatz
Technische Unterstützung	Digitale Dokumentationsmöglichkeiten (papierlos)	40	-----	89	44	45
Umsetzungsstand Ø Durchschnittswerte der Antwortausprägungen		**57,4**		**42,6**		

Anmerkung: Alle Angaben sind in Prozent ausgewiesen

1 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die bereits Umsetzungen vorhalten können, inkludiert die Antwortoptionen: ja und krankenhausweiter Standard.

Tab. 31: Grundlage zur Ableitung des Umsetzungsstands für das Maßnahmenfeld Bereichsübergreifende Maßnahmen

Bereichsübergreifende Maßnahmen	Betrachtungseinheit (Fragebogen-Item)	Anteil der KHs, die bereits Umsetzungen vorhalten können	Anmerkung[1] Zusammensetzung		Anteil der KHs, die Weiterentwicklungs-potenzial haben	Anmerkung Zusammensetzung	
			Im Einsatz	Auf einzelnen Stationen		In Planung	Nein
Mobilität	Anpassung ÖPNV an die Schichtzeiten	15	-----		85	6	79
	Nutzung von E-Fahrzeugen im klinikeigenen Fuhrpark	28	-----		72	20	52
	Angebot von E-Autos als Firmenwagen	29	-----		71	14	57
	Jobrad - Hausinternes Angebot zum Fahrradleasing	41	-----		59	28	31
Contracting Information,	Optimierung der Luftkonditionierung der raumlufttechnischen Anlagen	21	-----		79	1	78
Aufklärung und Vernetzung	Kenntnis über Fördermittelprogramme von Bund und Ländern	65	-----		35	-----	
	Inanspruchnahme von Fördermittelprogrammen	45	32	13	55	-----	
Technische Unterstützung	Narkosegasauffangsysteme	32	21	11	68	-----	
Umsetzungsstand Ø Durchschnittswerte der Antwortausprägungen		**34,5**			**65,5**		

Anmerkung: Alle Angaben sind in Prozent ausgewiesen

1 Anteil der Krankenhäuser (KHs), die bereits Umsetzungen vorhalten können, inkludiert die Antwortoptionen: ja und krankenhausweiter Standard.