

Vorlage Nr. 15/2064

öffentlich

Datum: 03.11.2023
Dienststelle: Fachbereich 31
Bearbeitung: Herr Weiler/Herr Reichel

Bau- und Vergabeausschuss	20.11.2023	Kenntnis
Umweltausschuss	22.11.2023	Kenntnis
Krankenhausausschuss 3	15.01.2024	Kenntnis
Krankenhausausschuss 2	16.01.2024	Kenntnis
Krankenhausausschuss 4	17.01.2024	Kenntnis
Krankenhausausschuss 1	18.01.2024	Kenntnis
Kulturausschuss	22.01.2024	Kenntnis
Ausschuss für den LVR- Verbund Heilpädagogischer Hilfen	25.01.2024	Kenntnis
Schulausschuss	29.01.2024	Kenntnis
Betriebsausschuss LVR- Jugendhilfe Rheinland	30.01.2024	Kenntnis

Tagesordnungspunkt:

LVR-Energiebericht 2020-2022

Kenntnisnahme:

Der LVR-Energiebericht 2020 bis 2022 wird gemäß Vorlage Nr. 15/2064 zur Kenntnis genommen.

UN-Behindertenrechtskonvention (BRK):

Diese Vorlage berührt eine oder mehrere Zielrichtungen des LVR-Aktionsplans zur Umsetzung der BRK.

nein

Gleichstellung/Gender Mainstreaming:

Diese Vorlage berücksichtigt Vorgaben des LVR-Gleichstellungsplans 2025. nein

Finanzielle Auswirkungen auf den Haushalt (Ifd. Jahr):

Produktgruppe:	
Erträge: Veranschlagt im (Teil-)Ergebnisplan	Aufwendungen: /Wirtschaftsplan
Einzahlungen: Veranschlagt im (Teil-)Finanzplan Bei Investitionen: Gesamtkosten der Maßnahme:	Auszahlungen: /Wirtschaftsplan
Jährliche ergebniswirksame Folgekosten:	
Die gebildeten Budgets werden unter Beachtung der Ziele eingehalten	

In Vertretung

A l t h o f f

Zusammenfassung:

Der letzte Energiebericht wurde im Jahr 2020 mit der Vorlage Nr. 14/4112 von der Verwaltung veröffentlicht. Der damalige Berichtszeitraum umfasste die Jahre 2017 bis 2019. Mit der heutigen Vorlage wird der LVR-Energiebericht 2020 bis 2022 im Sinne des dreijährigen Turnus veröffentlicht.

Das Dezernat 3 „Gebäude- und Liegenschaftsmanagement, Umwelt, Energie, Bauen für Menschen GmbH“ nimmt dabei die Aufgaben der Bündelung der Energiedaten sowie deren transparente Aufbereitung wahr.

Der Berichtszeitraum war geprägt von der Corona-Pandemie, dem Krieg zwischen Russland und der Ukraine sowie der Inflation mit den daraus resultierenden Bau- und Energiepreissteigerungen. Die energetischen Auswirkungen dieser Ereignisse auf den LVR werden in diesem Bericht dargestellt. Darüber hinaus wird über Baumaßnahmen mit energetischen Auswirkungen, über Anlagen zur Eigenerzeugung von Energie (Blockheizkraftwerke, Photovoltaikanlagen) sowie über anstehende Projekte und Maßnahmen, die in der Zukunft einen Einfluss auf den Energieverbrauch haben werden, berichtet.

Begründung der Vorlage Nr. 15/2064:

LVR-Energiebericht 2020 bis 2022

Wie die letzten beiden Energieberichte (Vorlage Nr. 14/2312 und Nr. 14/4112), umfasst der vorliegende Bericht wieder einen Betrachtungszeitraum von drei Jahren. Diese Vorgehensweise basiert auf einem Beschluss der Landschaftsversammlung vom 28.05.2015 zum Antrag Nr. 14/49, um eine bessere Vergleichbarkeit und Bewertung der durchgeführten energetischen Maßnahmen zu erlangen.

Das LVR-Dezernat 3 „Gebäude- und Liegenschaftsmanagement, Umwelt, Energie, Bauen für Menschen GmbH“, nimmt dabei die Verantwortung der Hebung von Synergien von energetischen, ökologischen und ökonomischen Optimierungsmöglichkeiten wahr und legt die Energieverbräuche für den Berichtszeitraum transparent dar.

Im Vergleich zum Energiebericht 2017 bis 2019 werden im aktuellen Bericht erstmals anstelle des bundeseinheitlichen Fernwärme-Emissionsfaktors die spezifischen Fernwärme-CO₂-Faktoren der Fernwärmeversorger verwendet, an die die jeweilige Liegenschaft angeschlossen ist.

Darüber hinaus berichtet die Verwaltung über verschiedene Baumaßnahmen, von denen Energieeinsparungen zu erwarten sind und listet die derzeit installierten regenerativen Energieerzeugungsanlagen in den Liegenschaften des LVR auf. Abschließend wird ein Ausblick auf aktuelle und zukünftige Maßnahmen und Projekte des LVR zur Reduzierung des Ressourcenverbrauchs gegeben.

Im Berichtszeitraum konnte die beheizte Fläche im LVR durch Freizug um ca. 27.000 m² reduziert werden.

Die aufgewendete Heizenergie ist gegenüber dem vorherigen Berichtszeitraum um 7,1% gesenkt worden, der Bezug an elektrischer Energie ging trotz weiterem Ausbau der digitalen Ausstattung um 3,6% zurück.

Weiterhin konnten die CO₂-Emissionen im Betrachtungszeitraum 2020 bis 2022 von durchschnittlich 65.000 t/a (Zeitraum 2017-2019) auf 58.239 t/a abgesenkt werden.

Der Energiebericht des LVR für die Jahre 2020 bis 2022 ist der Vorlage elektronisch als **Anlage** beigefügt. Der Energiebericht wird als Broschüre in den Sitzungen ausliegen.

Im Auftrag

St ö l t i n g

ENERGIEBERICHT

2020–2022



Impressum

© Copyright 2023

Landschaftsverband Rheinland

Alle in dieser Broschüre veröffentlichten Texte, Tabellen und Abbildungen dürfen nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers nachgedruckt, vervielfältigt oder in elektronischen Medien publiziert werden.

Zu widerhandlungen werden vom Herausgeber rechtlich verfolgt.

Herausgeber:

Landschaftsverband Rheinland

LVR-Fachbereich Umwelt, Baumaßnahmen, Betreiberaufgaben

Erstellung und Redaktion:

Detlef Althoff, Thomas Stölting, Hannah Baumert, Ronald Reichel, Philipp Weiler

LVR-Kliniken, LVR-Verbund Heilpädagogische Hilfen, LVR-Jugendhilfe Rheinland, LVR-InfoKom, LVR-FB 32 & 61

Satz und Druck:

Druckerei des Landschaftsverbandes Rheinland

Homepage:

www.lvr.de

Diesen Energiebericht mit Anlagen können Sie auch elektronisch erhalten:

lvr.de > Klima, Umwelt, Nachhaltigkeit > Klimaschutz > Energie

Bildrechte:

Alle im Bericht dargestellten Fotos und Grafiken sind im Eigentum des LVR und durch deren Mitarbeitenden entstanden. Fotos und Grafiken, die durch Dritte bereitgestellt wurden, werden entsprechend kenntlich gemacht.

Titelbilder auf dem Cover:

Neubau eines Diagnostik-, Therapie- und Forschungszentrums (DTFZ) in der LVR-Klinik Düsseldorf

Quelle: LVR-ZMB, A. Hiller

PV-Anlage Kommern

Quelle: Helmut Schmitz, Freilichtmuseum Kommern

E-Bus

Quelle: Fahrdienst ZV / LVR

Inhalt

Grußwort	6
Vorwort	8
Einleitung	11
1. Basisdaten	12
1.1 Ermittlung der Bruttogrundflächen (BGF).....	12
1.1.1 Gesamtbetrachtung der BGF im LVR inklusive Anmietungen	12
1.1.2 BGF des Allgemeinen Grundvermögens inklusive Anmietungen	12
1.1.3 BGF des Sondervermögens inklusive Anmietungen.....	13
1.2 Klimawandel, Treibhausgasemissionen und Trendentwicklungen der Lufttemperatur	14
1.3 Witterungsbereinigung des Wärmeenergieverbrauches	18
1.4 Bildung von Kennzahlen	20
2. Energiebedarf und Kosten	21
2.1 Befürchtete Energiemangellage 2022.....	21
2.2 Energiebedarf nach Liegenschaftskategorien und zugehörige Kennzahlen	22
2.2.1 Wärmeenergieverbrauch nach Liegenschaftskategorien	24
2.2.2 Witterungsbereinigter Wärmeenergieverbrauch nach Liegenschaftskategorien	25
2.2.3 Stromverbrauch nach Liegenschaftskategorien	26
2.2.4 Wasserverbrauch nach Liegenschaftskategorien.....	28
2.3 Energiebedarf nach Energieträgern	29
2.3.1 Wärmeenergieverbrauch nach Energieträgern	29
2.3.2 Stromverbrauch nach Energieträgern	30
2.4 Kosten des Energiebezugs und des Wasserverbrauchs	30
3. Treibhausgasemissionen aus Energienutzung	33
4. Technische Maßnahmen zur Energie- und Emissionseinsparung.....	36
4.1 Einsatz und Betrieb von Blockheizkraftwerken	36
4.2 Einsatz von regenerativer Energie	42
4.2.1 Einsatz und Betrieb von Photovoltaik-Anlagen	42
4.2.2 Einsatz und Betrieb von Wärmepumpen.....	46
4.2.3 Einsatz und Betrieb von Holzverbrennungsanlagen.....	48
4.3 Einsatz von Fernwärme	49
4.4 Umsetzungsstand der Gebäudeleittechnik (GLT)	51
4.5 Wegweisende Einzelmaßnahmen.....	54

4.5.1	Brückentechnologie biogenes Flüssiggas	54
4.5.2	Umweltfreundliche Nutzung von Grundwasser zu Kühlzwecken in der Zentralverwaltung.....	55
4.5.3	Kühlwasserableitung für den Neubau am Ottoplatz.....	57
4.5.4	Erzeugung von Wasserstoff an den LVR-Förderschulen	58
5.	Realisierte Einzelmaßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz ..	62
5.1	Realisierte Maßnahmen im Grundvermögen	62
5.1.1	Förderprogramm „Gute Schule 2020“	62
5.1.2	Realisierte Maßnahme außerhalb des Förderprogrammes „Gute Schule 2020“	69
5.2	Realisierte Maßnahmen in Kliniken.....	73
5.2.1	LVR-Klinik Bedburg-Hau	73
5.2.2	LVR-Klinikum Düsseldorf.....	75
5.2.3	LVR-Klinik Langenfeld.....	77
5.2.4	LVR-Klinik Viersen	78
5.2.5	LVR-Klinikum Essen	79
6.	Ausblick auf Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz	81
6.1	Ausblick auf Maßnahmen im Grundvermögen	81
6.1.1	Einführung eines Messstellenkonzepts im Grundvermögen	81
6.1.2	Einführung eines Energiemanagementsystems	83
6.1.3	Neubau des LVR-Hauses am Ottoplatz (Zentralverwaltung).....	83
6.1.4	Ausblick auf Maßnahmen in Kulturliegenschaften	87
6.1.5	Ausblick auf Maßnahmen in Schulen.....	92
6.2	Sachstandsberichte und Ausblick auf weitere Maßnahmen im Sondervermögen	100
6.2.1	Allgemeiner Sachstandsbericht der Kliniken im Hinblick auf die Einsparziele und befürchtete Energiemangellage.....	101
6.2.2	Sachstands- und Erfahrungsberichte des Sondervermögens	102
7.	Weitere Maßnahmen zu Umweltschutz und Nachhaltigkeitsthemen	108
7.1	Einführung von EMAS für alle Einrichtungen des LVR	108
7.2	Perspektivenwerkstatt Abfall und Ressourcenwirtschaft.....	109
7.3	Aktualisierung der LVR-Checkliste des ökologischen Bauens.....	111
7.4	Aufbau eines digitalen und nachhaltigen Mobilitätsmanagements für den LVR	113
7.5	Sensibilisierung	115
8.	Energieeinkauf.....	116

8.1 Änderung der Einkaufsstrategie ab dem 01.01.2023	116
8.2 Beschaffung von Energie	117
8.2.1 Beschaffung von elektrischer Energie	118
8.2.2 Beschaffung von Erdgas	122
8.2.3 Beschaffung von Heizöl.....	123
8.2.4 Beschaffung von Holzpellets.....	124
8.3 Ausblick - Entwicklung des Energieeinkaufs.....	124
9. Fazit und Ausblick	126
10. Anhang	127
11. Abkürzungsverzeichnis.....	144
12. Glossar	147

Grußwort

Liebe Leserinnen und Leser,

ich freue mich sehr, Ihnen den Energiebericht des LVR für die Jahre 2020, 2021 und 2022 vorstellen zu dürfen.



Als Folge des Klimawandels werden Extremwetterlagen statistisch häufiger auftreten; so werden neben heißen Sommern und Dürren auch Starkregenereignisse wahrscheinlicher. Der Ukrainekrieg hat, in den Worten des Bundeskanzlers, eine Zeitenwende eingeläutet und eine Energiekrise ausgelöst. In Sorge um Energieengpässe und mit dem Ziel, den Ausstoß klimaschädlicher Treibhausgase zu verringern, ist der Bedarf an nachhaltiger sowie möglichst regional erzeugter Energie größer denn je.

Dabei ist der Fokus auf eine nachhaltige Energieversorgung eng verknüpft mit den weltweiten Bemühungen zur Eingrenzung der **Klimaerwärmung**. Auf der 27. **UN-Klimakonferenz** (COP27) im Jahr 2022 in Scharm El-Sheikh wurde der dringende Handlungsbedarf zur Senkung der Treibhausgasemissionen unterstrichen. Zwar gibt es international, auf Bundesebene und in Nordrhein-Westfalen verschiedenste Anstrengungen zur Treibhausgasreduzierung, jedoch sind noch immense Anstrengungen notwendig, um die durchschnittliche Erderwärmung wie angestrebt auf maximal 1,5 °C zu begrenzen und damit noch tiefgreifende Veränderungen auf der Erde zu verhindern.

Auch wir beim LVR bemühen uns, unsere Treibhausgasemissionen nachhaltig zu senken. Da die größte Quelle für Treibhausgasemissionen im Energieverbrauch liegt, ist ein optimales Energiemanagement essenziell. Hieran arbeitet der LVR auf verschiedenen Ebenen: Wir nutzen technische Maßnahmen, um den Verbrauch optimiert zu steuern und setzen zahlreiche Bauprojekte zur Energieeinsparung um, z. B. durch Fassaden- und Dachsanierungen, nicht zuletzt baut der LVR die eigene Energieerzeugung aus und prüft verschiedene Möglichkeiten zur Speicherung überschüssiger Energie.

Darüber hinaus engagieren wir uns auch in anderen Bereichen des Umwelt- und Klimaschutzes – denn zum Motto „Qualität für Menschen“ gehört auch ein nachhaltiger Umgang mit Energieressourcen und unserer Umwelt.

Der Energiebericht, den Sie in den Händen halten, ist dabei ein wesentlicher Baustein zur Steuerung der Energieverbräuche und für das Monitoring der Wirksamkeit von Energieeinsparmaßnahmen.

An dieser Stelle danke ich daher herzlich den Mitarbeiter*innen meines Dezernates sowie den Kolleginnen und Kollegen in den LVR-Dienststellen für ihren großen Einsatz in den letzten drei Jahren, durch die der LVR den energetischen Herausforderungen begegnen und Energieeinsparungen erreichen konnte.

Für die kommende Zeit ist das bereits im letzten Energiebericht genannte Credo aktueller denn je: *„Jede nicht verbrauchte Kilowattstunde ist die effizienteste, umweltschonendste und wirtschaftlichste Kilowattstunde!“*.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr



Detlef Althoff

LVR-Dezernent
Gebäude- und Liegenschaftsmanagement, Umwelt,
Energie, Bauen für Menschen GmbH

Vorwort

Sehr geehrte Leserin,
sehr geehrter Leser,

wieder können wir Ihnen eine neue Ausgabe des LVR-
Energieberichts präsentieren, der diesmal die Jahre 2020 bis 2022
umfasst und betrachtet.



Der Berichtszeitraum stand diesmal unter dem besonderen Einfluss
von drei Ereignissen:

- Corona-Pandemie
- Energiekrise als Folge des Ukrainekrieges
- Inflation mit daraus folgender, extremer Bau- und Energiepreissteigerung

Eine solche Kumulation von Großkrisen in einem Berichtszeitraum ist außergewöhnlich
und wird hoffentlich ein Ausnahmefall bleiben. Die Auswirkungen werden uns aber noch
lange begleiten. So haben Ressourcenknappheit und hohe Preise bei vielen Menschen
bereits zu Verhaltensänderungen geführt, die in 2022 zu einer vorher nicht für möglich
gehaltenen Einsparung von Strom und Brennstoffen geführt hat.

Auch die Energiewende hat dadurch einen mächtigen Impuls bekommen, der den
Umstieg auf regenerative Energiesysteme erheblich beschleunigen wird. Trotz der
momentan noch systemoffen geführten Fachdiskussion ist erkennbar, dass neben
Photovoltaik- und Windstrom auch der Wasserstoff für die Energieversorgung der
Bundesrepublik Deutschland in der Zukunft eine bedeutende Rolle spielen wird.

Weiterhin wurde auch der Trend zur Digitalisierung des Verwaltungshandelns signifikant
beschleunigt. Neue Arbeitsmodelle, wie mobiles Arbeiten oder Desk Sharing nehmen
Einfluss auf den Bedarf an stationären Büroflächen und werden bereits mittelfristig zu
einem Rückgang des Flächenbedarfs führen. Damit einhergehend sollten sich auch die
dafür benötigten Energiebedarfe rückläufig entwickeln.

Der LVR hat auch in den vergangenen drei Jahren wiederum eine Reihe von Maßnahmen
erfolgreich umgesetzt, die zu spezifischen Energieeinsparungen und somit zur Reduktion
von Treibhausgas- und CO₂-Emissionen der Dienststellen geführt haben. Diesbezügliche
Beispiele haben wir im Textteil dieser Broschüre anschaulich beschrieben.

Neben den baulichen Verbesserungen der Gebäudehüllen hat die durch den Ukraine
Konflikt ausgelöste Energiekrise die Dringlichkeit des Wechsels von den fossilen
Energieträgern hin zu regenerativen Energiesystemen in unseren Dienststellen noch
einmal nachdrücklich ins Bewusstsein gerufen. Trotz des Wunsches nach einem schnellen
Umstieg sind hier noch vielfältige Probleme zu lösen, denn noch gibt es nicht für alle
Anforderungen eine wirtschaftliche innovative Lösung.

Die Flutkatastrophe im Juli 2021 hat uns auf tragische Weise daran erinnert, dass eine reduzierte Fixierung auf den Aspekt der Energieeinsparung und -versorgung, bei der Betrachtung einer Bauaufgabe deutlich zu kurz gesprungen wäre. Tatsächlich muss die Bauaufgabe zukünftig im Sinne der Nachhaltigkeit und der Resilienz noch umfassender gedacht werden als bisher.

Dafür hat der LVR in 2022 seine Checkliste für das ökologische Bauen einer vollständigen Überarbeitung unterzogen, um den Projektleitenden für jede einzelne Leistungsphase in der Planung eine umfassende Handlungsleitlinie an die Hand zu geben.

Aufgrund der zurückliegenden Trockenphasen ist ein weiterer wesentlicher Aspekt innerhalb der Projekte das Wassermanagement geworden, wobei nicht nur die Grauwassernutzung verstärkt in den Blick genommen wird, sondern auch Vorsorgemöglichkeiten für Hochwasser- oder Starkregenereignisse intensiv geprüft werden.

Das Investitionspaket für die Kliniken (2010 bis 2020) ist ausgelaufen und der Schwerpunkt der Bautätigkeit verschiebt sich in den kommenden Jahren hin zum Bereich der Förderschulen. Nach der Abarbeitung des Förderprogramms „Gute Schule 2020“ für die hochpriorisierten Schulstandorte werden die Dienststellen aktuell wieder daraufhin geprüft, wo der dringendste Handlungsbedarf besteht. In Verbindung mit der baulichen Sanierung sollen im Rahmen dieser Projekte auch die Treibhausgasemissionen des LVR mittels regenerativer Energiekonzepte minimiert werden.

Der LVR hat sich vorgenommen, mit dem Aufbau eines ganzheitlichen Energiemanagements einen fachlichen Schwerpunkt in dieser Zeit zu setzen. Mit der Konzeptionierung eines einheitlichen Messstellen- und Zählerkonzepts für die Dienststellen des LVR, seiner Ausschreibung, Beauftragung und dem angelaufenen Roll Out in den Liegenschaften ist der LVR diesem Ziel schon ein großes Stück nähergekommen. Die vollständige Implementierung des Systems ist für Dezember 2024 geplant.

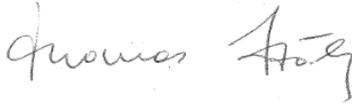
Parallel hat der Verband in 2022 begonnen seine CO₂ Emissionen zu bilanzieren, um Klarheit darüber zu erhalten, wo er momentan steht und wie sich das gesetzliche Zwischenziele 2030 sowie das Endziel der CO₂ Neutralität in 2045 erreichen lassen.

Eingebettet in ein umfassendes Monitoringsystem, welches durch die verpflichtende Einführung des Umweltmanagementsystems EMAS in allen Dienststellen des Verbandes gewährleistet wird, ist der LVR zukünftig in der Lage, zeitnah seine Umweltleistungen zu erfassen, zu verifizieren und Abweichungen entgegen zu wirken.

Die kommenden Jahre werden geprägt sein durch einen grundlegenden Umbruch der Energieversorgungssysteme und neuen digitalen Lösungen z. B. beim Energiemanagement, welche sich bereits heute durch die Einführung fortschrittlicher Zähler (Smart Meter) grundsätzlich realisieren lassen.

Der LVR wird diese technischen Entwicklungen genau verfolgen und immer wieder prüfen, ob und wo der LVR diese Konzepte in seinen Baumaßnahmen integrieren kann, um dem Ziel der Klimaneutralität immer wieder ein Stück näher zu kommen.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre und verbleibe mit freundlichen Grüßen

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Thomas Stölting'.

Thomas Stölting

LVR-Fachbereichsleiter

Umwelt, Baumaßnahmen, Betreiberaufgaben

Einleitung

Der Landschaftsverband Rheinland (LVR) arbeitet als Kommunalverband mit rund 22.000 Beschäftigten für die etwa 9,8 Millionen Menschen im Rheinland. Mit seinen 41 Schulen, 10 Kliniken, 20 Museen und Kultureinrichtungen, 4 Jugendhilfeeinrichtungen, dem Landesjugendamt sowie dem Verbund Heilpädagogischer Hilfen erfüllt er Aufgaben, die rheinlandweit wahrgenommen werden. Der LVR ist Deutschlands größter Leistungsträger für Menschen mit Behinderungen und engagiert sich für Inklusion in allen Lebensbereichen. „Qualität für Menschen“ ist sein Leitgedanke. So kümmern wir uns auch um den sparsamen und effizienten Einsatz von Energie in den von uns genutzten Immobilien.

Die dreizehn kreisfreien Städte und die zwölf Kreise im Rheinland sowie die Städteregion Aachen sind die Mitgliedskörperschaften des LVR. In der Landschaftsversammlung Rheinland gestalten gewählte Mitglieder aus den rheinischen Kommunen die Arbeit des Verbandes.

Die Immobilien des LVR sind in das allgemeine Grundvermögen und diverse Sondervermögen aufgeteilt. Während die Verwaltung und die Bewirtschaftung des Grundvermögens durch das LVR-Dezernat 3 „Gebäude- und Liegenschaftsmanagement, Umwelt, Energie, Bauen für Menschen GmbH“ aus der Zentralverwaltung in Köln erfolgt, werden die Immobilien der LVR-Kliniken, der LVR-Jugendhilfe, der Heilpädagogischen Hilfen und der LVR-InfoKom durch diese selbst verwaltet und gehören zu deren Sondervermögen. Die Zuständigkeit für Baumaßnahmen in den Sondervermögen ab einer Million Euro liegt beim LVR-Fachbereich Umwelt, Bauen, Betreiberaufgaben.

Der vorliegende Energiebericht umfasst alle Liegenschaften des Grund- und Sondervermögens inklusive Anmietungen des LVR.

1. Basisdaten

Die Liegenschaften des LVR gliedern sich in das allgemeine Grundvermögen und verschiedene Sondervermögen. In diesem Kapitel werden einleitend die Grunddaten der Liegenschaften beider Vermögensarten sowie grundlegende Informationen zur Einordnung dieses Energieberichtes dargestellt.

1.1 Ermittlung der Bruttogrundflächen (BGF)

Im folgenden Kapitel werden die Bruttogrundflächen (BGF) aller Liegenschaften des LVR im Grund- und Sondervermögen ermittelt und zusammengefasst. Die Bruttogrundfläche umfasst die Summe aller Grundflächen eines Gebäudes und wird geschossweise ermittelt. Für den Energiebericht werden diese Daten in den späteren Kapiteln zur Bildung von Kennzahlen herangezogen.

1.1.1 Gesamtbetrachtung der BGF im LVR inklusive Anmietungen

Zum Dezember 2022 wurden von der Zentralverwaltung im Grundvermögen und von den einzelnen Dienststellen im Sondervermögen in Summe 1.055 beheizte Objekte mit einer Bruttogrundfläche von ca. 1,54 Mio. m² bewirtschaftet. Im Vergleich hierzu lagen diese Zahlen im Dezember 2019 bei 1.026 Gebäuden und einer Bruttogrundfläche von 1.571.320 m². Der Flächenrückgang des allgemeinen Grundvermögens betrug im Berichtszeitraum 19.644 m² und liegt vor allem im Rückbau des LVR-Hauses begründet. Im Sondervermögen verringerte sich die Fläche um 7.982 m², was unter anderem auf Geländeänderungen der LVR-Klinik Bonn zurückzuführen ist.

Tabelle 1 - Gebäudebestand des LVR in 2022

Bezeichnung	Anzahl beheizte Gebäude	Bruttogrundfläche [m ²]
Grundvermögen Gesamt	274	592.664
Kliniken Gesamt	490	778.661
HPH-Verbund Gesamt	212	118.000
Jugendhilfe Rheinland Gesamt	74	50.218
InfoKom Gesamt	5	4.081
LVR Gesamt	1.055	1.543.624

1.1.2 BGF des Allgemeinen Grundvermögens inklusive Anmietungen

Bestandteile des allgemeinen Grundvermögens sind alle Kulturstätten, Förderschulen und die Verwaltungsgebäude der Zentralverwaltung in Köln im Eigentum des LVR. Die genannten Zahlen beinhalten zudem angemietete Objekte, nicht jedoch Gebäude des allgemeinen Grundvermögens, die vermietet sind oder nicht beheizt werden, wie z. B. die Tiefgarage am Landesmuseum Bonn, Schutzdächer im musealen Bereich (APX und Anthonyütte) und Trafogebäude etc.

Tabelle 2 - Gebäudebestand für das allgemeine Grundvermögen in 2022

Bezeichnung	Anzahl beheizte Gebäude	Bruttogrundfläche [m ²]
Zentralverwaltung	13	84.574
Kulturstätten*	111	154.968
Schulen	150	353.122
Grundvermögen Gesamt	274	592.664

* einschließlich historischer, örtlich versetzter (translozierter) Gebäude, die an eine Energieversorgung angeschlossen sind

Im Dezember 2022 wurden 13 beheizte Objekte mit einer Bruttogrundfläche von 84.574 m² für die Zentralverwaltung im Allgemeinen Grundvermögen verwaltet. Zum Vergleich: Im Dezember 2019 waren es 12 Gebäude mit einer Bruttogrundfläche von 104.818 m². Durch den Auszug aus dem LVR-Haus und dessen Rückbau wurden Ausweichflächen für die Mitarbeitenden angemietet, die zu einer Erhöhung der Gebäudeanzahl führen. Ab 2020 wurden zusätzlich Flächen des K8, der Siegburger Str. 195a, 215 und 223 angemietet. Diese ergänzen die bereits im letzten Berichtszeitraum berücksichtigten Ausweichflächen. Die Fläche des abgerissenen LVR-Hauses ist wiederum größer als die ab 2020 angemieteten Büroflächen, was zu einer Verringerung der Bruttogrundfläche führt.

1.1.3 BGF des Sondervermögens inklusive Anmietungen

Bestandteile des Sondervermögens sind die Immobilien der LVR-Kliniken, der LVR-Jugendhilfe Rheinland, der Heilpädagogischen Hilfen und der LVR-InfoKom. Diese werden nicht zentral, sondern von den einzelnen Dienststellen selbst verwaltet und bewirtschaftet. Die Gebäude der LVR-InfoKom liegen im regionalen Bereich der Zentralverwaltung und werden in der Regel operativ durch das Dezernat 3 bewirtschaftet.

Tabelle 3 - Gebäudebestand in den Sondervermögen in 2022

Bezeichnung	Anzahl beheizte Gebäude	Bruttogrundfläche [m ²]
Krankenhauszentralwäscherei	2	5.238
Klinik Bedburg-Hau	116	87.821
Klinik Bonn	25	85.339
Klinik Düren	63	96.514
Klinikum Düsseldorf	45	118.252
Klinik Langenfeld	59	105.510
Klinik Viersen inkl. LVR-Klinik Viersen (Orthopädie)	115	153.375
Klinikum Essen	10	38.266
Klinik Köln	35	67.904
Klinik Mönchengladbach	20	20.442
HPH-Verbund	212	118.000
Jugendhilfe Rheinland	74	50.218
InfoKom	5	4.081
Sondervermögen Gesamt	781	950.959

Im Dezember 2022 wurden von den einzelnen Dienststellen im Sondervermögen 781 beheizte Objekte mit einer Bruttogrundfläche von 950.959 m² bewirtschaftet. Im Vergleich hierzu lagen diese Zahlen im Dezember 2019 bei 758 Gebäuden mit einer Bruttogrundfläche von 958.942 m². Durch Neubauten im Klinikbereich werden zum Teil alte Bettenhäuser aufgelöst, wie z. B. im Fall des Diagnostik-, Therapie- und Forschungszentrums (DTFZ) des LVR-Klinikums Düsseldorf. So führt der Wegfall einzelner großer Gebäude insgesamt zu einer Reduzierung der Bruttogrundfläche.

1.2 Klimawandel, Treibhausgasemissionen und Trendentwicklungen der Lufttemperatur

Die weltweit ausgestoßenen Treibhausgase verstärken die Erderwärmung und beschleunigen den Klimawandel. Aufgrund der wirtschaftlichen Entwicklung und des Anstiegs der Weltbevölkerung zwischen 2020 und 2022 um 140 Mio. Menschen auf 7,98 Mrd. erhöht sich auch der jährliche CO₂-Ausstoß.

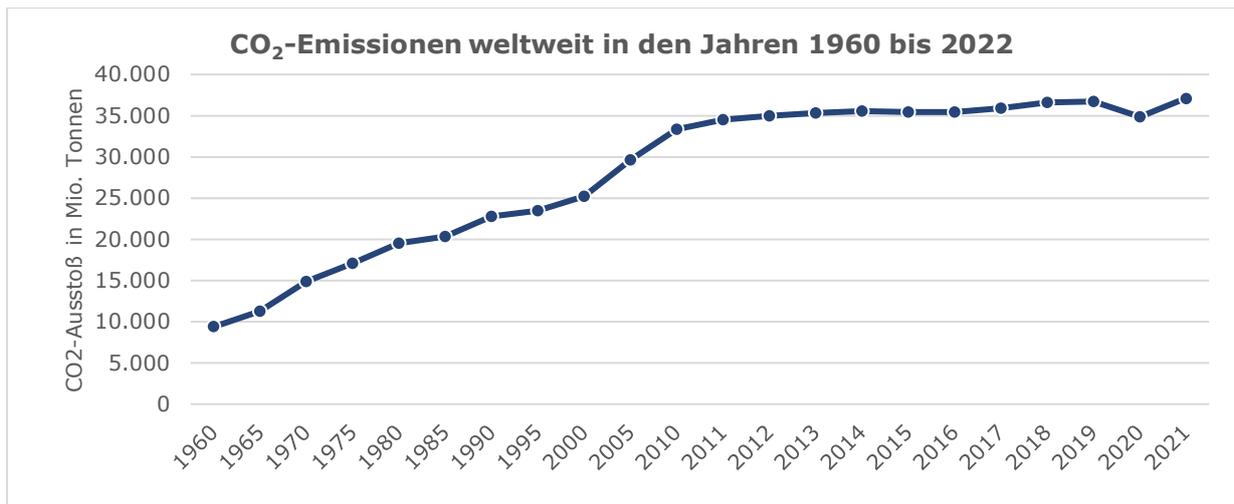


Bild 1 - CO₂-Emissionen weltweit in den Jahren 1960 bis 2021

Quelle: Global Carbon Project (2022), Abrufdatum: 30.05.2022

Der weltweite Ausstoß von CO₂ nahm seit 1960 kontinuierlich zu und erreichte im Jahr 2021 einen Wert von rund 37,1 Mrd. Tonnen CO₂. In den vergangenen Jahren stiegen die Emissionen in einem deutlich geringeren Maße. Laut einer Prognose der amerikanischen *Energy Information Administration* (EIA) zur weltweiten CO₂-Emission wird die Menge bis zum Jahr 2050 auf bis zu 42,8 Milliarden Tonnen ansteigen.

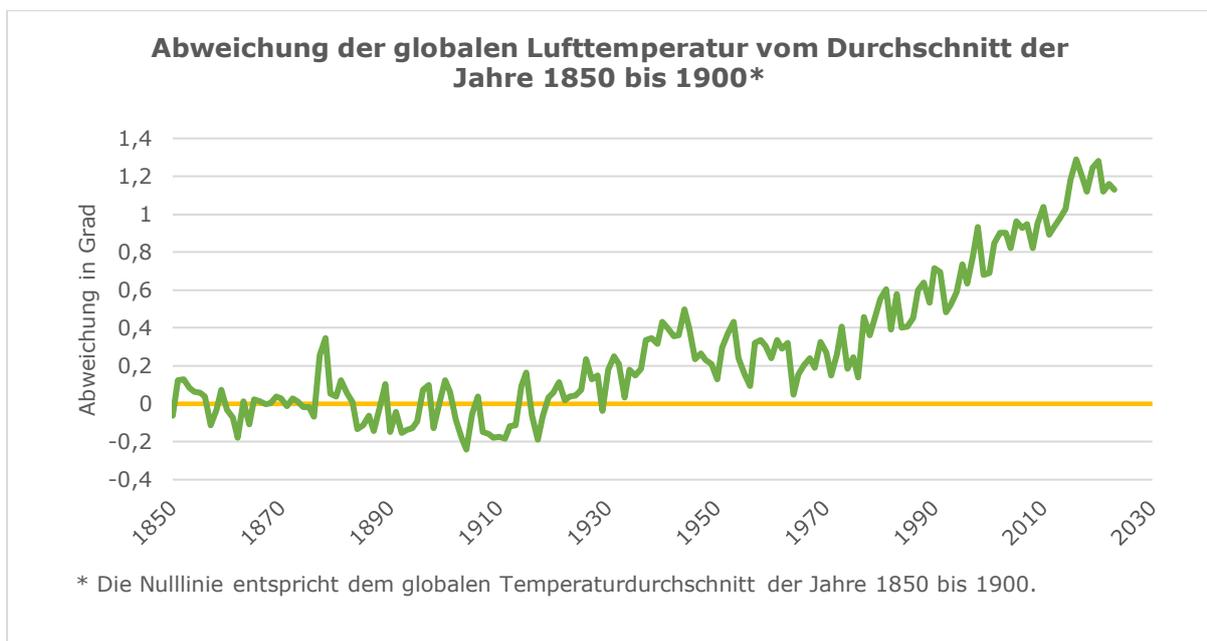


Bild 2 - Abweichung der globalen Lufttemperatur vom Durchschnitt der Jahre 1850 bis 1900

Quelle: Met Office Hadley Centre, Grafik: Umweltbundesamt, Abrufdatum 17.07.2023

Nach dem jüngsten Bericht des *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) hat sich die globale Oberflächentemperatur im Zeitraum von 2011 bis 2020 um 1,1 °C im Vergleich zu den Jahren 1850 bis 1900 erhöht. Seit Mitte der 1970er Jahre ist zudem ein

beschleunigter Anstieg der Jahresdurchschnittstemperaturen zu beobachten. Allein in diesem kurzen Zeitraum von 45 Jahren beträgt der Anstieg 1,04 °C gegenüber dem globalen Temperaturmittel der Periode 1961 bis 1990, das damals bei ca. 14 °C lag. Global gesehen war 2016 das wärmste Jahr seit Beginn der systematischen Messungen. Laut Klimaberichten ist mit weiteren Temperaturanstiegen zu rechnen, die weitreichende Auswirkungen auf das Klimasystem haben werden. Dazu gehört auch die Häufung von Extremwetterereignissen, wie die Flutkatastrophe im Jahr 2021 und ausgeprägten Dürremonaten im Sommer.

In Deutschland wurde im Jahr 2022 der bisherige Rekordwert der Jahresmitteltemperatur von 2018 mit 10,5 °C erneut erreicht. Auch das Jahr 2020 lag mit 10,4 °C nahe am Rekordwert. In den Berichtszeitraum fällt auch das Jahr 2021, welches mit 9,2 °C im Vergleich zu den restlichen Jahren eine geringere Jahresdurchschnittstemperatur aufweist. Ursache dafür war ein besonders kaltes Frühjahr mit dem kältesten April seit 44 Jahren und einem ebenfalls kühlen Mai. Diese Witterungseinflüsse spiegeln sich auch in den Wärmeenergieverbräuchen wider, die in Kapitel 2.2 zusammengefasst werden. Dennoch ist die Fünfjahresperiode (2018 bis 2022) die wärmste in Deutschland seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1881. Die Durchschnittstemperatur lag in diesem Zeitraum um 1,28 °C über der vorindustriellen Zeit und um 0,38 °C über der Fünfjahresperiode (2010-2014).

Tabelle 4 - Die zehn wärmsten Jahre in Deutschland im Zeitraum 1881 bis 2022

Rang	Jahr	Jahresdurchschnittstemperatur [°C]
1	2022	10,50
2	2018	10,50
3	2020	10,40
4	2014	10,30
5	2019	10,20
6	2000	9,90
7	2015	9,90
8	2007	9,90
9	1994	9,70
10	2016	9,60

Quelle: Deutscher Wetterdienst, Abrufdatum: 30. Dezember 2022

Für Nordrhein-Westfalen lassen sich die letzten 130 Jahre in drei unterschiedliche Phasen einteilen: Vom Beginn des 20. Jahrhunderts bis Ende der 1940er Jahre gab es eine Phase schwacher Erwärmung. Danach ist bis Anfang der 1980er Jahre ein weitgehend neutraler Verlauf zu beobachten. Seit Beginn der 1980er Jahre findet eine Erwärmung statt, die deutlich stärker ist als in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Insgesamt ist in Nordrhein-Westfalen im Zeitraum von 130 Jahren ein Temperaturanstieg von 1,7 °C zu verzeichnen.

Auch in Nordrhein-Westfalen war der Temperaturanstieg in den letzten 30 Jahren (1981 bis 2010) deutlich höher als im gesamten Zeitraum. Lag der Temperaturanstieg in den

100 Jahren von 1880 bis 1980 noch bei 0,1 °C pro Jahrzehnt, so war er in den letzten 30 Jahren mit 0,3 °C pro Jahrzehnt dreimal so hoch. Der Mittelwert von 1980 bis 2010 liegt mit 9,6 °C über dem Mittelwert von 1881 bis 2010 mit 8,9 °C. Seit 1988 liegen (mit Ausnahme der Jahre 1996 und 2010) alle gemessenen Jahresmittelwerte über dem langjährigen Wert von 8,9 °C.

Einen wesentlichen Einfluss auf den Energieverbrauch haben die „kalten“ Wintertage. Die Dauerfrosttage mit einer Höchsttemperatur unter 0 °C innerhalb von Nordrhein-Westfalen sind in der folgenden Grafik dargestellt. Erkennbar ist, dass die Anzahl der Dauerfrosttage seit 2014 abgenommen hat.

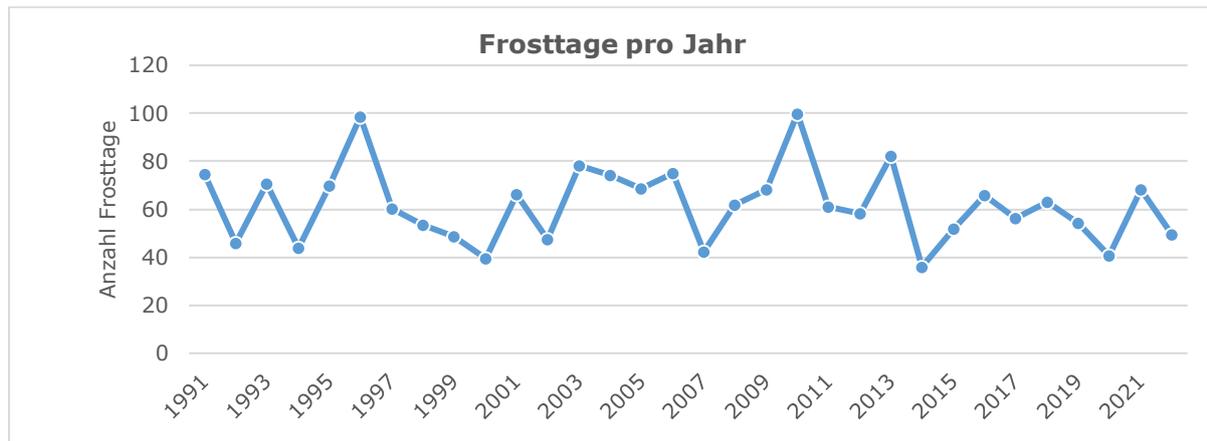


Bild 3 – Anzahl der Frosttage von 1991 bis 2022 für Nordrhein-Westfalen

Quelle: Klimaatlas NRW, Abrufdatum: 12.07.2023

Auch die mittlere Lufttemperatur im Winter ist seit Beginn der Industrialisierung kontinuierlich angestiegen. Im Zeitraum 1993 bis 2022 betrug die mittlere Lufttemperatur im Winter 2,8 °C. Vergleicht man diesen Wert mit den Temperaturen der Klimanormalperiode 1961 bis 1990, so ergibt sich eine mittlere Temperaturzunahme im Winter von 1,2 K. Eine ähnliche Entwicklung ist auch in den anderen Jahreszeiten zu beobachten.

Tabelle 5 - Durchschnittliche Lufttemperatur über die Jahreszeiten in °C

	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2020	1993-2022
Frühling	8,3	8,7	9,2	9,5	9,5
Sommer	16,3	16,7	17,1	17,5	17,6
Herbst	9,5	9,4	9,8	10,1	10,2
Winter	1,7	2,2	2,3	2,7	2,9

Quelle: Klimaatlas NRW (2022), Abrufdatum: 30.05.2023

Aus den dargestellten jahreszeitlichen Temperaturverläufen lassen sich direkte Einflüsse auf den Heizenergiebedarf ableiten. So führen in der Regel mildere Winter zu einem geringeren Heizenergiebedarf. Dies führt zu Einsparungen beim Bezug von Erdgas, Fernwärme, Heizöl etc. Umgekehrt führen wärmere Sommer zu erhöhten Kühlleistungen,

die zum Schutz von z. B. Mensch und Technik beispielsweise durch den Einsatz von Kältemaschinen erhöht werden. Dies führt zu einem erhöhten Stromverbrauch.

1.3 Witterungsbereinigung des Wärmeenergieverbrauches

Die Witterung hat, wie zuvor beschrieben, erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch des LVR im Bereich der Wärmeenergie. Für den mehrjährigen Vergleich der Wärmeverbrauchswerte eines Gebäudes oder einer Gebäudegruppe ist daher eine Witterungsbereinigung notwendig. Zur Berechnung einer Witterungsbereinigung existieren verschiedene Verfahren für unterschiedliche Anwendungsbereiche, wie z. B. die Erstellung von Energieausweisen oder den langjährigen Vergleich der Verbräuche eines Gebäudes oder ganzer Gebäudegruppen.

Wie bereits im Energiebericht 2017-2019, verwendet der LVR das Verfahren von Gradtagzahlen zur Witterungsbereinigung der Energiedaten nach der VDI-Richtlinie 3807, Blatt 1 Energieverbrauchskennwerte für Gebäude an. Der erforderliche Rechenweg ist im Folgenden im Detail dargestellt:

Nach der Richtlinie wird eine Rauminnentemperatur von 20 °C und eine Heizgrenztemperatur von 15 °C verwendet (G20/15). Die Heizgrenztemperatur ist die Tagesmitteltemperatur der Außenluft, ab der ein Gebäude beheizt werden muss. Je nach Baustandard kann die Heizgrenztemperatur angepasst werden.

Baustandard	Heizgrenztemperatur in °C
Altbau/Bestandsgebäude	15
Niedrigenergiehaus	12
Passivhaus	10

Zur Ermittlung der Gradtagszahl wird bei einem Bestandsgebäude für jeden Tag im Jahr, an dem die Heizgrenztemperatur von 15 °C unterschritten wird, die Differenz zwischen der mittleren Außenlufttemperatur und der mittleren Raumtemperatur 20 °C ermittelt. Dies ergibt die jeweilige Gradtagzahl. Sie wird in der Einheit Kelvin (K) angegeben. Für Tage, die im Mittel wärmer als die Heizgrenztemperatur waren, wird keine Gradtagzahl berechnet. Diese ist folglich 0.

Folgendes Beispiel zeigt die Ermittlung der Gradtagszahlen für ein Bestandsgebäude in Köln bei einer Raumtemperatur von 20 °C und einer Heizgrenztemperatur von 15 °C:

Datum	Tagesmitteltemperatur in °C	Gradtagszahl (G20/15)
17.10.2022	17,5	17,5 °C > 15,0 °C = 0

Am 17.10.2022 betrug die Tagesmitteltemperatur 17,7 °C. Da die Temperatur über der Heizgrenztemperatur von 15 °C liegt ist die Gradtagszahl 0.

Datum	Tagesmitteltemperatur in °C	Gradtagzahl (G20/15)
18.10.2022	14,8	20,0 °C - 14,8 °C = 5,2

Am 18.10.2022 sank die Tagesmitteltemperatur auf 14,8 °C unter die Heizgrenztemperatur von 15 °C. Die Differenz aus der Raumtemperatur von 20 °C und der Tagesmitteltemperatur ergibt sich eine Gradtagzahl von 5,2 K.

Datum	Tagesmitteltemperatur in °C	Gradtagzahl (G20/15)
19.10.2022	11,5	20,0 °C - 11,5 °C = 8,5

Am 19.10.2022 lag die Tagesmitteltemperatur bei 11,5 °C weiterhin unter der Heizgrenztemperatur von 15 °C. Somit ergibt sich eine Differenz 8,5 K aus der Raum- zur Tagesmitteltemperatur.

Die ermittelten Gradtagzahlen werden zu Monats- oder Jahreswerten summiert. Dies ergibt die Gradtagzahlen für den jeweiligen Zeitraum. Um die Vergleichbarkeit von Verbrauchsdaten über mehrere Jahre hinweg bei verschiedenen Witterungsbedingungen und Temperaturunterschieden zu berücksichtigen, werden die Verbräuche mit den Gradtagzahlen verrechnet. Durch die Verwendung von Gradtagzahlen können Energieverbrauchsdaten differenziert nach Berechnungszeiträumen oder nach verschiedenen klimatischen Regionen verglichen werden.

Das Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt (IWU) stellt ein Berechnungstool zur Verfügung, mit dem u. a. das Verhältnis der Jahresgradtagzahl zum langjährigen Mittel ermittelt werden kann. Die dort erfassten Jahresgradtagzahlen werden zur Witterungsbereinigung durch die Gradtagzahl des langjährigen Mittels des Zeitraums 1970 bis 2022 dividiert:

$$\text{Faktor Gradtagzahlen zu langjährigem Mittel} = \frac{\text{Gradtagzahl Messjahr}}{\text{Gradtagzahl langjähriges Mittel (1970 – 2022)}}$$

Das Berechnungstool berücksichtigt die Klimadaten der Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes. Für alle Liegenschaften im LVR-Gebiet wurde als Referenzstandort die Wetterstation Düsseldorf festgelegt, die langjährige und belastbare Datenreihen liefert.

Tabelle 6 - Jahresgradtagzahlen zur Witterungsbereinigung am Beispiel der Stadt Düsseldorf bei einer Raumtemperatur von 20 °C und einer Heizgrenztemperatur von 15 °C (G20/15)

Kalenderjahr	Jahresgradtagzahl G20/G15	Jahresgradtagzahl langjähriges Mittel	Faktor Witterungsbereinigung
2020	2689	3058	0,88
2021	3176	3058	1,04
2022	2729	3058	0,89

Quelle: Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt (IWU) (2023), Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

In einem milden Winter kann auch ohne Energieeinsparmaßnahmen Heizenergie eingespart werden. Um diese klimatisch bedingten Einsparungen für einen mehrjährigen Vergleich zu bereinigen, werden die absoluten Verbrauchsdaten für Wärmeenergie durch den Faktor für die Gradtagzahl zu einem langjährigen Mittel dividiert. Hierdurch wird eine vergleichbare Datenbasis erreicht. Erst durch diese Witterungsbereinigung wird erkennbar, ob tatsächlich aktiv Energie eingespart wurde.

1.4 Bildung von Kennzahlen

Kennzahlen können einerseits den Erfolg umgesetzter Maßnahmen belegen und andererseits als Frühwarnsystem auf sich anbahnende Missstände hinweisen. Sie dienen dazu, komplexe, betriebswirtschaftliche oder technisch-organisatorische Zusammenhänge zu analysieren. Ziel ist es, eine kontinuierliche, Effizienzsteigerung durch ein möglichst transparentes Kennzahlensystem für die energiebezogenen Aufwendungen des LVR zu erreichen. Hierbei müssen passende Systemgrenzen gezogen werden, um aus den resultierenden Kennzahlen die Energiesituation und Effizienz korrekt ableiten zu können.

So sollte z. B. eine signifikante Veränderung einer Kennzahl Anlass zur Überprüfung geben.

Die für den LVR gewählten Kennzahlen stellen die Zusammenhänge von Energieverbrauch pro beheizter Bruttogrundfläche dar. Weitere Kennzahlen können Energieverbrauch pro Nutzeinheit sein. Nutzeinheiten (NE) sind Mitarbeitende, Patient*innen-/Kunden*innentage, Anzahl an Schüler*innen, sowie Kindern/Jugendlichen.

Aufgrund der gebäudespezifischen Ausprägung und Nutzung sind die Kennzahlen unterschiedlicher Gebäudegruppen nicht miteinander vergleichbar, jedoch innerhalb einer Gebäudegruppe. So lassen sich innerhalb einer Gruppe von Gebäuden gleicher Nutzungsart die Objekte identifizieren, bei denen Analyse- und Handlungsbedarf besteht und Einsparpotentiale realisiert werden können.

Für einen Vergleich der Liegenschaften des LVR wurden folgende Kennzahlen erstellt:

Strom: spezifischer Stromverbrauch pro Quadratmeter Bruttogrundfläche kWh/m²

Wärme: spezifischer Wärmeverbrauch pro Quadratmeter Bruttogrundfläche kWh/m²

Wasser: spezifischer Wasserverbrauch pro Quadratmeter Bruttogrundfläche m³/m²

2. Energiebedarf und Kosten

Im folgenden Kapitel werden die Energie- und Wasserverbräuche sowie deren Kosten für den Zeitraum von 2020 bis 2022 detailliert aufgezeigt und die vom LVR ergriffenen Maßnahmen zur Abfederung der Auswirkungen des Krieges in der Ukraine erläutert.

2.1 Befürchtete Energiemangellage 2022

Fossile Energieträger wie Erdöl und Erdgas waren in der Vergangenheit vergleichsweise kostengünstig und unbegrenzt verfügbar. Allein Deutschland importierte im Jahr 2021 65 % seines Erdgasbedarfs¹ aus Russland.

Mit Beginn des Krieges in der Ukraine am 24.02.2022 hat sich die energiepolitische und energiewirtschaftliche Situation durch die konsequente Reduzierung der Gasimporte aus Russland und stark steigende Gaspreise grundlegend geändert. Um die Befüllung der Gasspeicher für den Winter 2022/2023 sicherzustellen, musste am 23.06.2022 erstmals die zweite Stufe des Gasnotfallplans aus dem Jahr 2019 durch das Bundeswirtschaftsministerium aktiviert werden.

Das Bundeswirtschaftsministerium richtete daraufhin einen klaren Appell an Wirtschaft, Industrie, Kommunen und Bevölkerung: „Eine massive Reduktion des Endenergieverbrauchs sowie der Umstieg auf erneuerbare Energien sind notwendig.“ Die Anforderungen wurden in den Verordnungen „zur Sicherung der Energieversorgung über kurzfristig wirksame Maßnahmen“ und „zur Sicherung der Energieversorgung über mittelfristig wirksame Maßnahmen“ der Bundesregierung konkretisiert.

Dieser Appell wurde im LVR umgehend aufgegriffen und unter Federführung des Dezernates 3 eine dezernatsübergreifende Arbeitsgruppe zur sofortigen Analyse von kurzfristig umsetzbaren Energieeinsparmaßnahmen eingerichtet.

Als Ergebnis dieser Arbeitsgruppe wurden u. a. folgende dezernatsübergreifende Maßnahmen beschlossen und umgesetzt

- Anpassung der flexiblen Arbeitszeit in den Dienstgebäuden der Zentralverwaltung von 6:00 Uhr bis 19:00 Uhr (zuvor 6:00 Uhr bis 22:00 Uhr)

¹ Russischer Anteil an Erdgasimporten von ausgewählten europäischen Ländern im Jahr 2021, Eurostat, 27. März, 2023. Abrufdatum: 18.08.2023

- Absenkung der Temperatur in Verwaltungsbereichen um 1 °C unter die Solltemperatur der Arbeitsstättenrichtlinie gemäß der EnSiKuMaV während der Nutzungszeiten
- Reduzierung der Absenkttemperatur in Verwaltungsbereichen außerhalb der Nutzungszeiten von zuvor 19 °C auf 16 °C
- Durchgehende Absenkung der Temperatur in Verwaltungsbereichen von 16 °C vom 24.12.2022 bis 01.01.2023
- Appell an die Mitarbeitenden, die Möglichkeit des mobilen Arbeitens aktiv zu nutzen
- Früheres Ausschalten der Gebäudebeleuchtungen um 20:00 Uhr in nicht-sicherheitsrelevanten Bereichen
- Verwendung von Papierhandtüchern statt elektrischer Händetrockner in den Toiletten und Abschalten von Durchlauferhitzern

Als zusätzliche Hilfestellung für die Mitarbeitenden des LVR wurden am 21.07.2021 weitere Tipps zum Energiesparen sowohl im dienstlichen als auch im privaten Bereich im Intranet veröffentlicht.

Durch die Umsetzung aller Maßnahmen konnte der LVR die seitens des Ministeriums vorgegebenen Einsparziele von 20 % im Landeshaus und Horion-Haus der Zentralverwaltung im Zeitraum Oktober bis Dezember 2022 im Vergleich zum Vorjahr übertreffen.

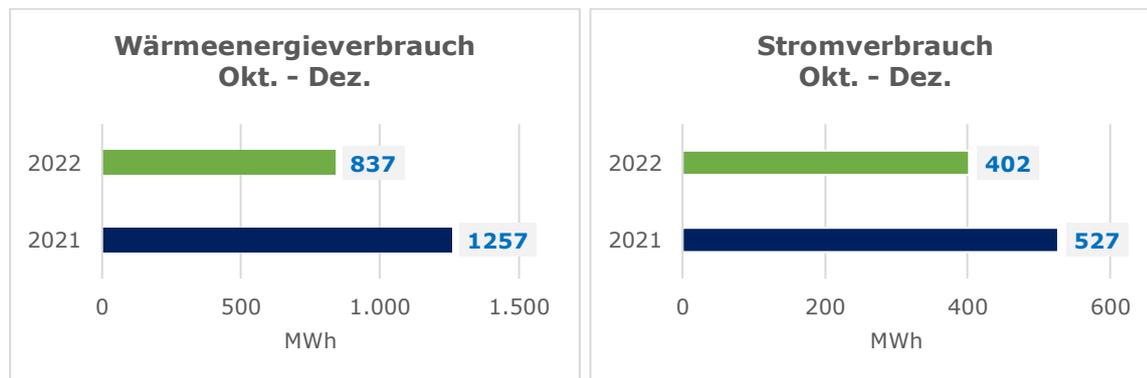


Bild 4 – Wärmeenergie- und Stromverbrauch Okt. – Dez. 2021 zu 2022

Im Landeshaus und Horion-Haus ist durch die umgesetzten Maßnahmen der witterungsbereinigte Heizenergiebedarf um 33,4 % und der Stromverbrauch um 23,7 % gesunken.

2.2 Energiebedarf nach Liegenschaftskategorien und zugehörige Kennzahlen

Die folgende Tabelle zeigt den Gesamtenergieverbrauch (Wärme und Strom) der einzelnen Liegenschaftskategorien im Zeitraum des vorliegenden Energieberichts. Im Vergleich zum letzten Energiebericht 2017 - 2019 hat sich dieser positiv entwickelt. So

konnte sowohl der absolute Stromverbrauch als auch der Wärmeenergieverbrauch weiter gesenkt werden. Das Jahr 2021 nimmt mit dem kältesten April seit 44 Jahren und dem drittkältesten Mai seit 30 Jahren aufgrund der daraus resultierenden besonders langen Heizperiode eine Sonderstellung ein. Auf den erhöhten Wärmeenergieverbrauch im Jahr 2021 wird in Kapitel 2.2.2 gesondert eingegangen.

Tabelle 7 - Absoluter Energieverbrauch nach Liegenschaftskategorien

Energie absolut [MWh]	2020	2021	2022
Zentralverwaltung	7.970	7.371	5.733
Schulen	40.774	44.123	38.206
Kultur	22.347	22.834	19.803
Kliniken	215.181	228.930	202.031
HPH-Netz	11.598	16.189	12.961
Jugendhilfe	7.923	9.072	7.684
InfoKom	1.726	1.475	1.299
Gesamt	307.518	329.993	287.716

Die Energieverbrauchsdaten basieren auf den Abrechnungen der Energieversorger für Strom und Wärme bzw. auf den Nebenkostenabrechnungen der Vermieter. Wo diese nicht vorlagen, wurden die regelmäßigen Verbrauchserfassungen der Liegenschaften aus der EMIS-Datenbank verwendet, einer Datenbank die zur regelmäßigen Erfassung der Zählerstände in den Liegenschaften genutzt wird.

Die Energieverbrauchsdaten der InfoKom geben nur den Stromverbrauch wieder, da die entsprechenden Nebenkostenabrechnungen für die durch InfoKom angemieteten Gebäude keine Aufschlüsselung des Wärmeenergieverbrauchs zulassen.

Tabelle 8 - Kennzahl: spezifischer Energieverbrauch nach Liegenschaftskategorien

spezifischer Energieverbrauch [kWh/m²]	2020	2021	2022
Zentralverwaltung	94,2	87,2	67,8
Schulen	115,5	125,0	108,2
Kultur	100,0	102,1	88,6
Kliniken	284,1	302,3	266,8
HPH-Netz	98,3	137,2	109,8
Jugendhilfe	157,8	180,7	153,0
InfoKom	423,0	361,3	318,2
LVR Gesamt	193,3	207,4	180,9

Bezogen auf die beheizten Flächen ergeben sich die in Tabelle 9 gezeigten spezifischen Gesamtenergieverbräuche (Energie absolut pro Quadratmeter beheizte Bruttogrundfläche). Eine Witterungsbereinigung wurde an dieser Stelle noch nicht berücksichtigt.

2.2.1 Wärmeenergieverbrauch nach Liegenschaftskategorien

Der absolute Wärmeenergieverbrauch ist im Betrachtungszeitraum rückläufig, mit Ausnahme des Jahres 2021 mit einem Anstieg um ca. 25.000 MWh. Die prozentualen Anteile der Liegenschaftskategorien am Gesamtwärmeenergieverbrauch sind in Bild 5 dargestellt. Den größten Wärmebedarf weisen die Kliniken mit durchschnittlich 72 % des Jahresverbrauchs auf, die auch die größte Bruttogrundfläche aufweisen. Nach dem Abriss des LVR-Hauses bezog die InfoKom bereits im Jahr 2019 angemietete Flächen für den Betrieb ihrer Rechenzentren. Entsprechende Nebenkostenabrechnungen für den Zeitraum 01.01.2020 bis 31.12.2022, aus denen die Verbrauchsdaten für Heizenergie entnommen werden können, liegen zum Redaktionsschluss noch nicht vor. Angaben zur Heizenergie können daher für InfoKom nicht getätigt werden.

Tabelle 9 - Absoluter Wärmeenergieverbrauch nach Liegenschaftskategorien

Wärme absolut [MWh]	2020	2021	2022
Zentralverwaltung	4.588	4.340	3.025
Schulen	33.956	37.157	31.659
Kultur	15.504	16.862	13.011
Kliniken	180.930	195.780	168.617
HPH-Netz	7.987	12.315	9.185
Jugendhilfe	7.078	8.155	6.826
Gesamt	250.044	274.610	232.324

Gegenüber dem nahezu gleichbleibenden absoluten Wärmeenergieverbrauch im letzten Berichtszeitraum 2017 bis 2019 sinkt der Wärmeenergieverbrauch im hier betrachteten Zeitraum 2020 bis 2022 liegenschaftsübergreifend um ca. 10 %.

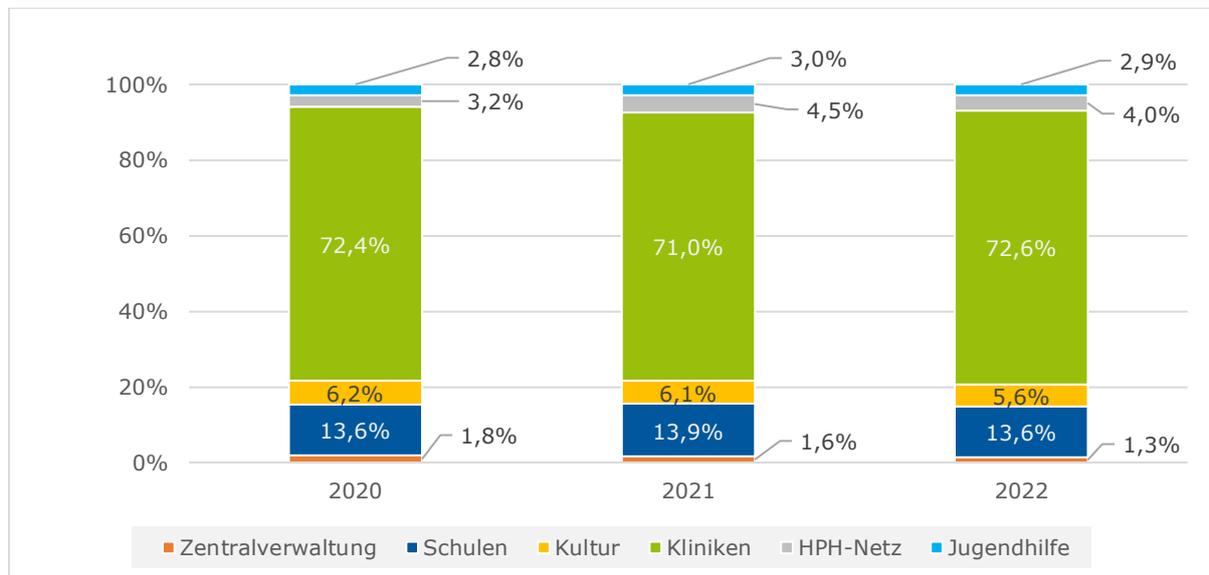


Bild 5 - Prozentualer Anteil des Wärmeenergieverbrauchs nach Liegenschaftskategorien

2.2.2 Witterungsbereinigter Wärmeenergieverbrauch nach Liegenschaftskategorien

Der Wärmeenergieverbrauch wird von Jahr zu Jahr durch unterschiedliche klimatische Bedingungen beeinflusst. Um die Wärmeenergieverbräuche verschiedener Jahre vergleichbar zu machen, werden die Energieverbräuche witterungsbereinigt. Die Ergebnisse werden in diesem Kapitel erläutert.

Tabelle 10 - Witterungsbereinigter Wärmeenergieverbrauch nach Liegenschaftskategorien

Wärme witterungsbereinigt [MWh]	2020	2021	2022
Zentralverwaltung	5.213	4.095	3.361
Schulen	38.586	35.054	35.177
Kultur	17.618	15.908	14.456
Kliniken	205.603	184.698	187.353
HPH-Netz	9.077	11.618	10.206
Jugendhilfe	8.043	7.694	7.585
Gesamt	284.141	259.066	258.137

Der Effekt der Witterungsbereinigung zeigt sich besonders deutlich im Jahr 2021, welches ein überdurchschnittlich kaltes Frühjahr hatte. Obwohl der absolute Wärmeenergieverbrauch gegenüber dem Jahr 2020 um 9 % gestiegen ist, sinkt der witterungsbereinigte Verbrauch im gleichen Zeitraum um 9 %.

Über alle Liegenschaften hinweg ist ein kontinuierlicher Rückgang des witterungsbereinigten Wärmeenergieverbrauchs von 2020 bis 2022 um insgesamt 9 % zu beobachten. Die Kliniken leisten dabei einen großen Beitrag.

Bei Liegenschaften mit BHKW ist bezüglich der Witterungsbereinigung nachfolgend dargestellte Besonderheit zu beachten (vgl. auch Kapitel 4.1). Der Betrieb von BHKW in Kliniken hat den Vorteil, dass für die Liegenschaft neben der Erzeugung von Wärme auch Strom ganzjährig bereitgestellt wird, der zu großen Teilen selbst verbraucht wird. Zusätzlich wird ganzjährig thermische Energie für die Warmwasserbereitung, als Prozesswärme für die Kälteerzeugung (vgl. Kapitel 6.1.4) und für den Betrieb von Klinik-eigenen Zentralwäschereien (Bedburg-Hau und Viersen) benötigt. Die BHKW bieten somit eine zuverlässige und vielseitige Energieversorgung für die Anforderungen der Kliniken. Diese Verbrauchsprofile können durch die genannten Punkte jedoch vom tatsächlichen Heizenergiebedarf abweichen, was bei der Einordnung der witterungsbereinigten Ergebnisse zu beachten ist.

In Zukunft soll insbesondere bei Liegenschaften mit hohem Energieverbrauch eine Differenzierung des Energieverbrauchs für Heizwärme, Warmwasserbereitung, Prozesswärme, Eigenstromerzeugung, Eigenstromverbrauch und Stromeinspeisung in das öffentliche Netz durch entsprechende Zählerkonzepte ermöglicht werden. Nur durch die genaue Betrachtung ist es möglich, die Energieflüsse zentral zu überwachen und später durch Soll-Ist-Vergleiche zu steuern.

Weitere Einflüsse können auf die pandemiebedingten Maßnahmen in 2021 und 2022, wie die vorübergehende Schließung von Kultureinrichtungen, die Ausweitung des Mobilen Arbeitens sowie auf die in Kapitel 2.1 beschriebenen Maßnahmen zur Abmilderung der befürchteten Energieknappheit durch den Ukraine-Krieg im Jahr 2022 zurückgeführt werden.

Kennzahl: Spezifischer witterungsbereinigter Wärmeenergieverbrauch nach Liegenschaftskategorien

Um Veränderungen innerhalb der beheizten Bereiche festzustellen, werden im Folgenden die Zahlen der witterungsbereinigten Wärmeenergie pro Quadratmeter beheizter Bruttogrundfläche dargestellt.

Tabelle 11 – Kennzahl: spezifischer witterungsbereinigter Wärmeenergieverbrauch nach Liegenschaftskategorien

spez. Wärme witterungsbereinigt [kWh/m²]	2020	2021	2022
Zentralverwaltung	61,6	48,4	39,7
Schulen	109,3	99,3	99,6
Kultur	78,8	71,2	64,7
Kliniken	271,5	243,9	247,4
HPH-Netz	76,9	98,5	86,5
Jugendhilfe	160,2	153,2	151,0
LVR-Gesamt	178,6	162,8	162,3

Durch die Bildung dieser Kennzahlen lässt sich analog zu den witterungsbereinigten absoluten Verbrauchszahlen (vgl. Tabelle 10) ein sinkender Verbrauch im Berichtszeitraum von 9 % feststellen.

2.2.3 Stromverbrauch nach Liegenschaftskategorien

Die Stromverbräuche werden aus den Summen des eingekauften Ökostroms, durch BHKW-generierten Strom sowie durch den von PV-Anlagen erzeugten und eigengenutzten Strom ermittelt.

Tabelle 12 - Absoluter Stromverbrauch nach Liegenschaftskategorien

Strom absolut [MWh]	2020	2021	2022
Zentralverwaltung	3.383	3.030	2.708
Schulen	6.818	6.966	6.547
Kultur	6.843	5.971	6.793
Kliniken	34.250	33.150	33.413
HPH-Netz	3.610	3.874	3.776
Jugendhilfe	844	917	857
InfoKom	1.726	1.475	1.299
Gesamt	57.474	55.383	55.393

Im Gegensatz zu den vorherigen Berichtszeiträumen sind in diesem Energiebericht die Strombezugsmengen des Rheinlandhauses, die bisher der Zentralverwaltung zugeordnet waren, nicht mehr enthalten. Das Rheinlandhaus ist eine eigene Liegenschaft der Rheinischen Versorgungskassen (RVK) und wird daher energetisch nicht dem LVR zugeordnet. Ebenso entfallen die Bezugsmengen durch den Abbruch des LVR-Hauses, die jedoch durch die angemieteten Ausweichflächen ausgeglichen werden.

Lag der Stromverbrauch im Jahr 2019 ohne die Bezugsmengen des Rheinlandhauses noch bei 60.123 MWh, so sank dieser im Jahr 2020 um ca. 4 % auf 57.474 MWh gesunken. Der Stromverbrauch weist im Berichtszeitraum eine Schwankungsbreite von 4 % auf. Die in Kapitel 2.2.2 beschriebenen Ereignisse wirkten sich ebenfalls auf den Stromverbrauch aus. Des Weiteren trug die Effizienzsteigerung in den Rechenzentren der InfoKom wesentlich zur Reduzierung des Stromverbrauchs bei.

Kontinuierlich werden elektronische Geräte wie Laptops und andere Elektrogeräte im Verwaltungsbereich auf energieeffizientere Geräte umgestellt. So wird trotz einer steigenden Geräteanzahl der Strombedarf nicht erhöht. Dieser Energieverbrauch kann jedoch nicht separat erfasst werden.

Kennzahl: Spezifischer Stromverbrauch nach Liegenschaftskategorien

Analog zur Kennzahlenbildung im Wärmesektor bezieht der spezifische Stromverbrauch den Stromverbrauch auf die Bruttogrundflächen der Liegenschaftskategorien. Die Ergebnisse sind in Tabelle 13 zusammengefasst.

Tabelle 13 - Kennzahl: spezifischer Stromverbrauch nach Liegenschaftskategorien

spez. Strom [kWh/m ²]	2020	2021	2022
Zentralverwaltung	40,0	35,8	32,0
Schulen	19,3	19,7	18,5
Kultur	30,6	26,7	30,4
Kliniken	45,2	43,8	44,1
HPH-Netz	30,6	32,8	32,0
Jugendhilfe	16,8	18,3	17,1
InfoKom	423,0	361,3	318,2
LVR-Gesamt	36,1	34,8	34,8

Auch hier ist erkennbar, dass Gebäudegruppen wie InfoKom, Verwaltung, Kultur und Kliniken aufgrund ihrer Nutzung und eingesetzten Technologie einen höheren Stromverbrauch pro Quadratmeter haben als andere Liegenschaftstypen. Die niedrigeren Stromverbräuche bei Schulen resultieren unter anderem aus geringeren Nutzungsintensitäten (z. B. Ferienzeiten) im Vergleich zu anderen Liegenschaftsgruppen. Durch die zunehmende Digitalisierung in den Schulen könnte sich deren spezifischer Stromverbrauch jedoch künftig ändern. Die Bereiche HPH und Jugendhilfe spiegeln eher die wohnungstypische Nutzung wieder.

2.2.4 Wasserverbrauch nach Liegenschaftskategorien

Im Berichtszeitraum zeigt sich ein stetig sinkender Wasserverbrauch von ca. 833.283 m³ in 2020 auf 718.386 m³ in 2022. Für die angemieteten Flächen der InfoKom werden die Wasserverbrauchswerte über die Nebenkostenabrechnungen abgerechnet, welche bis zum Redaktionsschluss noch nicht vorlagen. Somit ergibt sich für den Wasserverbrauch eine „Nullmeldung“.

Tabelle 14 - Absoluter Wasserverbrauch nach Liegenschaftskategorien

Wasser absolut [m ³]	2020	2021	2022
Zentralverwaltung	13.433	8.344	6.004
Schulen	78.152	74.361	80.116
Kultur	35.238	28.735	30.858
Kliniken	584.168	492.524	488.916
HPH-Netz	101.955	111.250	93.357
Jugendhilfe	20.338	19.728	19.136
Infokom	0*	0*	0*
Gesamt	833.283	734.942	718.386

* Wasserverbrauchswerte für die InfoKom lagen zum Redaktionsschluss nicht vor

Der stärkste Rückgang des Wasserverbrauchs ist in den Kliniken zu verzeichnen, aber auch im HPH-Netz. Der Rückgang im Bereich der Zentralverwaltung ist darauf zurückzuführen, dass durch den Abriss des LVR-Hauses Ausweichflächen angemietet wurden, für die zum Redaktionsschluss noch keine Nebenkostenabrechnungen für das Jahr 2022 und teilweise auch für das Jahr 2021 vorlagen, so dass der Wasserverbrauch nicht abschließend ermittelt werden konnte.

Der Wasserverbrauch der Schulen und Kulturgebäude bleibt weitestgehend unverändert. Er hängt insbesondere von den Schüler- und Besucheranzahlen ab und ist nur wenig durch den LVR beeinflussbar. Einflüsse der Corona-Pandemie zeigen sich unter anderem in einem Rückgang des Wasserverbrauchs von 2020 auf 2021 in den beiden Liegenschaftskategorien aufgrund von eingeschränktem Schulbetrieb und geringeren Besucherzahlen.

Kennzahl: spezifischer Wasserverbrauch nach Liegenschaftskategorien

Hier zeigt sich insgesamt ein abnehmender Verbrauch pro Quadratmeter von ca. 0,52 m³ pro Quadratmeter in 2020 auf 0,45 m³ pro Quadratmeter in 2022, was eine weitere Reduktion von 18 % gegenüber 2019 mit 0,55 m³ pro Quadratmeter darstellt.

In den Bereichen Klinik, Zentralverwaltung und HPH-Netz sanken die Verbräuche pro Quadratmeter, während sie in den Bereichen Schulen, Kultur und Jugendhilfe nahezu konstant blieben.

Tabelle 15 - Kennzahl: spezifischer Wasserverbrauch nach Liegenschaftskategorien

spez. Wasser [m ³ /m ²]	2020	2021	2022
Zentralverwaltung	0,16	0,10	0,07
Schulen	0,22	0,21	0,23
Kultur	0,16	0,13	0,14
Kliniken	0,77	0,65	0,65
HPH-Netz	0,86	0,94	0,79
Jugendhilfe	0,40	0,39	0,38
LVR-Gesamt	0,52	0,46	0,45

2.3 Energiebedarf nach Energieträgern

In diesem Kapitel werden die Energieverbräuche nach den Energieträgern für die Wärmeerzeugung wie z. B. Erdgas, Pellets, Heizöl, etc. und Strom z. B. Fremdbezug, PV-Anlagen, Blockheizkraftwerke dargestellt und verglichen.

2.3.1 Wärmeenergieverbrauch nach Energieträgern

Der mit Abstand wichtigste Energieträger in Bezug auf die Wärmebereitstellung in den Liegenschaften des LVR war im Berichtszeitraum das Erdgas. In energieintensiven Liegenschaften, wie Kliniken und Schulen mit Schwimmbädern, unterstützen erdgasbetriebene BHKW die Bereitstellung von Wärme und Strom.

Über den Betrachtungszeitraum ist bei allen Energieträgern ein Rückgang der Verbräuche zu verzeichnen. Allerdings ist im Jahr 2021 der witterungsbedingte Anstieg der Verbräuche durch den langen, kalten Frühling deutlich erkennbar. Flüssiggas wurde in der Vergangenheit nur in der Liegenschaft Halfeshof der Jugendhilfe zur Wärmeerzeugung eingesetzt und wird aktuell nicht mehr verwendet. Im Klinikum Düren wird Flüssiggas als Reserve für das BHKW zur Notstromerzeugung vorgehalten. Die Reserve musste nicht in Anspruch genommen werden, weshalb auch hier kein Wert angegeben wird.

Tabelle 16 - Wärmeenergieverbrauch nach Energieträger

Energieträger absolut [MWh]	2020	2021	2022
Heizöl	5.634	6.024	5.305
Erdgas	221.152	243.625	204.205
Flüssiggas	0	0	0
Fernwärme	22.766	24.597	22.406
<i>Nahwärme</i>	47.229	48.765	43.956
Holzpellets	492	364	408
Gesamt	250.044	274.610	232.324

Nahwärme wird in LVR-eigenen Anlagen in den jeweiligen Liegenschaften durch Kesselanlagen oder Blockheizkraftwerke erzeugt und innerhalb oder in benachbarten

Liegenschaften verteilt und genutzt. Da für die Erzeugung von Nahwärme in der Regel Erdgas als Primärenergieträger eingesetzt wird und dieser in der obigen Tabelle bereits ausgewiesen ist, ist die kursiv dargestellte Nahwärme in der Gesamtsumme nicht enthalten. Auf diese Weise wird die doppelte Bilanzierung von Energieträgern vermieden.

2.3.2 Stromverbrauch nach Energieträgern

Der LVR deckt den Strombedarf über alle Dienststellen aus drei Bezugsquellen. Zum einen wird, wie in Kapitel 0 beschrieben, zertifizierter Ökostrom über ein geregeltes Ausschreibungsverfahren an den Strommärkten beschafft; dies ist in der nachfolgenden Tabelle als Fremdstrombezug dargestellt. Darüber hinaus sind in einigen Dienststellen Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) sowie Blockheizkraftwerke (BHKW-Anlagen) installiert, die eine Eigenstromerzeugung ermöglichen. Diese Dienststellen und Erzeugungsanlagen sind in Kapitel 0 näher beschrieben.

Tabelle 17 – In den Dienststellen genutzter Strom nach Energieträger

Energieträger absolut [MWh]	2020	2021	2022
Fremdstrombezug	35.661	34.657	37.682
Eigennutzung aus PV-Anlagen	234	142	153
Eigennutzung aus BHKW	21.579	20.585	17.558
Gesamt	57.474	55.383	55.393

Aufgrund der individuellen Eigenstromerzeugung in den jeweiligen Dienststellen sowie des aktuellen Abnahmeverhaltens vor Ort wird ein Teil des eigenerzeugten Stroms als Überschussstrom in das öffentliche Stromnetz zurückgespeist. Dieser Überschussstrom wird dem LVR vom jeweiligen Netzbetreiber monetär vergütet und ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 18 – Eingespeister Strom aus Eigenerzeugung

Energieträger absolut [MWh]	2020	2021	2022
Einspeisung aus PV-Anlagen	297	315	377
Einspeisung aus BHKW-Anlagen	4.142	3.125	1.840
Gesamt	4.438	3.440	2.217

2.4 Kosten des Energiebezugs und des Wasserverbrauchs

Im Folgenden werden die Energiekosten des LVR zum einen nach Energiearten und zum anderen nach Liegenschaftskategorien dargestellt. Die angegebenen Beträge verstehen sich als Bruttobeträge (inkl. 19,0 % Umsatzsteuer) und beinhalten alle Energieverbräuche von Wärmeenergie über Strom bis hin zu Wasser.

Tabelle 19 – Aufwendung nach Energiearten und Wasser

Energiekosten absolut [T€]	2020	2021	2022
Heizöl	259,69	395,05	587,86
Erdgas	8.801,51	9.206,74	19.512,19
Flüssiggas	0,00	0,00	0,00
Fernwärme	1.817,75	1.851,32	2.257,71
Holzpellets	22,50	17,18	40,47
Strom	7.390,03	6.872,77	8.452,30
Wasser	1.870,82	1.811,61	1.758,89
Gesamt	20.162,31	20.154,67	32.609,42

Die Gesamtkosten für alle Energieträger und Wasser in den Jahren 2020 und 2021 liegen auf einem konstanten Niveau mit leichten Schwankungen innerhalb der Energieträger, die sich in Summe bis auf eine Abweichung von 1 % ausgleichen.

Im Jahr 2022 sind die Auswirkungen des am 24.02.2022 begonnenen Krieges in der Ukraine auf den Energiemarkt deutlich zu erkennen. Die Beschaffungskosten in 2022 gegenüber 2021 steigen für Erdgas um 111 %, für Fernwärme um 22 % und für Strom um 23 %.

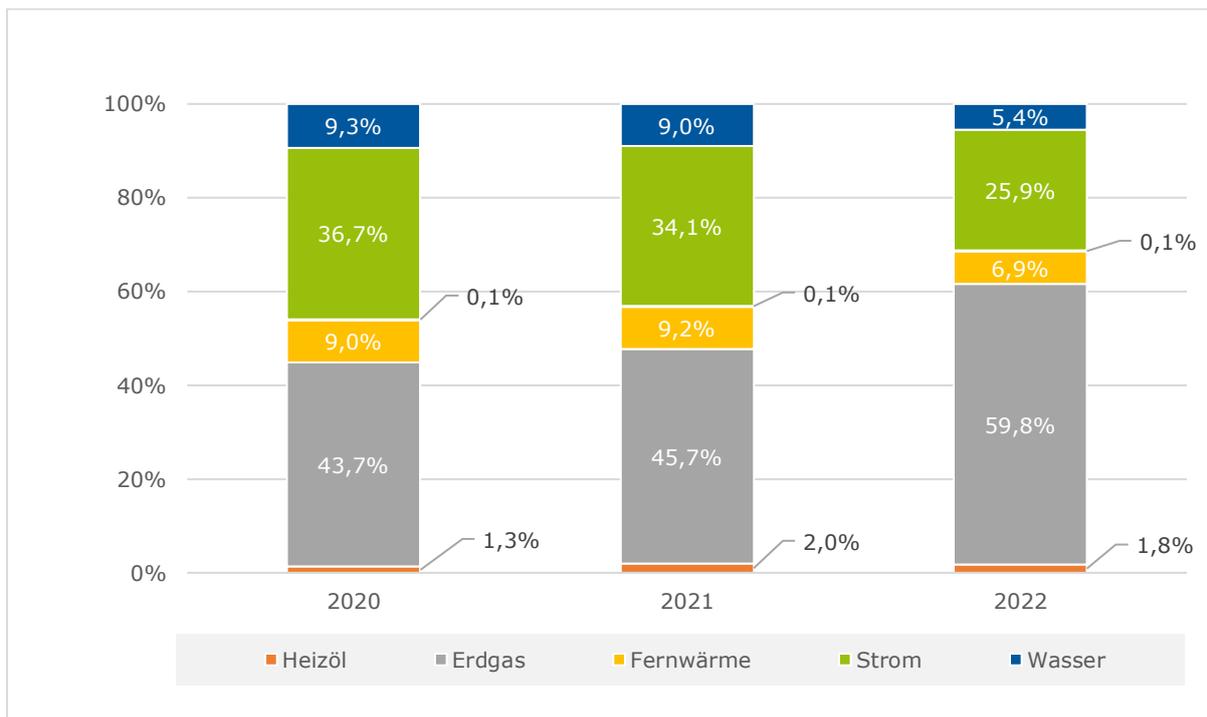


Bild 6 - Prozentualer Anteil der Energiekosten nach Energieträgern

Für Erdgas steigt der prozentuale Anteil an den Gesamtenergiekosten von 46 % im Jahr 2021 auf 60 % im Jahr 2022. Durch den Anstieg des Kostenanteils von Erdgas im Jahr 2022 sinken die prozentualen Anteile der anderen Energieträger, obwohl auch für Strom und Fernwärme nicht unerhebliche Preissteigerungen zu verzeichnen sind.

Tabelle 20 - Aufwendungen nach Liegenschaftskategorien

Energiekosten absolut [T€]	2020	2021	2022
Zentralverwaltung	1.148,34	969,69	1.042,06
Schulen	3.145,18	3.241,56	4.533,53
Kultur	2.247,86	2.134,21	2.901,32
Kliniken	10.780,23	11.014,15	21.047,06
HPH-Netz	1.823,95	1.849,97	1.903,85
Jugendhilfe	493,17	562,61	937,44
InfoKom	523,11	382,48	244,17
Gesamt	20.161,85	20.154,67	32.609,42

* zum Zeitpunkt der Berichterstellung lagen noch nicht alle Endabrechnungen der Mietobjekte vor, so dass vereinzelt keine Angaben zu den Wasser- und Heizenergiekosten gemacht werden können.

Bei der Kostenentwicklung in den Bereichen Jugendhilfe und Zentralverwaltung ist zu berücksichtigen, dass zum Zeitpunkt der Datenermittlung für diesen Energiebericht teilweise noch nicht alle Endabrechnungen der angemieteten Liegenschaften vorlagen.

3. Treibhausgasemissionen aus Energienutzung

Über 80 % der Treibhausgasemissionen in Deutschland entstehen bei der Verbrennung fossiler Energieträger, zum weitaus größten Teil in Form von Kohlendioxid (CO₂). Bei der Berechnung der Treibhausgasemissionen wird aber nicht nur CO₂ berücksichtigt, sondern auch andere Treibhausgase wie Lachgas und Methan. Die verschiedenen Gase haben nicht die gleiche Wirkung auf den Treibhauseffekt, sondern halten sich unterschiedlich lange in der Atmosphäre auf, z. B. hat Methan nach Veröffentlichungen des Bundesamtes eine 25-mal höhere Klimawirkung als CO₂, wird aber schneller abgebaut. Um diese Gase vergleichbar zu machen, werden alle Treibhausgase entsprechend ihrer Klimawirksamkeit in CO₂-Äquivalente (kurz: CO₂äq) umgerechnet. CO₂-Äquivalente sind somit eine Maßeinheit, um die Klimawirkung der verschiedenen Treibhausgase vergleichbar zu machen.

Darüber hinaus wird zwischen direkten und indirekten Emissionen unterschieden. Direkte Emissionen werden am Ort der Energieumwandlung, z. B. im Heizkessel, freigesetzt. Allerdings muss auch die Vorkette berücksichtigt werden, das heißt auch die Rohstoffförderung und die Herstellung der Verarbeitungsanlagen (Materialeinsatz) des Brennstoffes oder Generation des Stroms mit Emissionen verbunden sind. Diese Emissionen werden als indirekte Emissionen bezeichnet.

Im Energiebericht 2020 bis 2022 werden die direkten und indirekten Emissionen zusammengefasst und als CO₂-Äquivalente inkl. Vorkette bilanziert. Diese Vorgehensweise wird seit dem Energiebericht 2013-2016 angewendet. Die CO₂-Vorkette ist auch im integrierten Klimaschutzkonzept des LVR (veröffentlicht 2016) und in der aktualisierten EMAS-Umwelterklärung der LVR-Zentralverwaltung enthalten. Die Berechnung der CO₂-Äquivalente erfolgte auf Basis der vom Umweltbundesamt veröffentlichten Emissionsfaktoren.

Die CO₂-Emissionsfaktoren hängen wiederum vom eingesetzten Brennstoff ab. Aufgrund der Relevanz dieser Parameter werden in Deutschland keine internationalen Durchschnittswerte, sondern länderspezifische CO₂-Emissionsfaktoren verwendet.

Tabelle 21 – CO₂-Äquivalente für die Stromproduktion nach Umweltbundesamt (2022)

Energieträger	CO ₂ äq [kgCO ₂ /kWh]
Öl	0,313
Gas	0,247
Photovoltaik	0,057
Wind (onshore)	0,018
Wind (offshore)	0,097
Wasserkraft	0,003

Tabelle 22 – CO₂-Äquivalente für die Wärmeproduktion nach Umweltbundesamt

Energieträger	CO ₂ äq [kgCO ₂ /kWh]
Heizöl	0,313
Erdgas	0,247
Fernwärme	<i>standortspezifisch</i>
Holzpellets	0,018
Wärmepumpe Wasser/Wasser	0,041
Wärmepumpe Sole/Wasser	0,031
Wärmepumpe Luft/Wasser	0,014
Flüssiggas	0,285

Quelle: Umweltbundesamt (2022),

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energietraeger-2021>, Abrufdatum: 22.08.2023

Eine Ausnahme bilden die Emissionsfaktoren für Fernwärme. Die realen Emissionen von Fernwärme können je nach Erzeugungsweise und Berechnungsmethode stark von deutschlandweit gemittelten Emissionsfaktoren abweichen. Für die Berechnungen in diesem Bericht wurden erstmals die spezifischen CO₂-Faktoren der jeweiligen Fernwärmeversorger genutzt, an deren Fernwärmenetz die jeweiligen Liegenschaften angeschlossen sind. Nur dort, wo kein spezifischer Fernwärme-CO₂-Faktor des Versorgers ermittelt werden konnte, wurde der bisher beim LVR verwendete, bundeseinheitliche Fernwärme-Emissionsfaktor verwendet, der vom Umweltbundesamt veröffentlicht wird. Dies betrifft jedoch nur eine Liegenschaft.

Die erstmalige Verwendung der Versorger-eigenen Wärmefaktoren führt dazu, dass die hier berechneten Werte nunmehr die tatsächlichen Emissionsmengen realistisch wiedergeben, aber nicht mehr mit den früher veröffentlichten Werten vergleichbar sind.

Ein Rückgang der Emissionen ist insbesondere im Jahr 2022 zu verzeichnen. Die geänderte Einkaufsstrategie im Gasbereich sowie Anpassungen bei den Raumtemperaturen führten zu einer Reduktion der Erdgasemissionen um rund 10.000 t CO₂ im Jahr 2022, während das Jahr 2021 das kälteste Jahr im Betrachtungszeitraum war. Auch der Rückgang der Fernwärmeemissionen in diesem Jahr ist auf die oben genannten Maßnahmen zurückzuführen. Von 2020 bis 2022 fielen die Emissionen um 4.220 t bzw. 7,3 %.

Die bilanzierten Treibhausgasemissionen des LVR sind in Tabelle 23 aufgeführt. Vom Jahr 2020 bis zum Jahr 2021 ist ein Anstieg der Emissionen zu verzeichnen, der auf die wieder erhöhte Präsenzzeit nach dem Corona-geprägten Jahr 2020 zurückzuführen ist. Obwohl der Fernwärmebezug im Betrachtungszeitraum rückläufig ist, ist die Reduktion der Emissionen in diesem Bereich im Vergleich zu den Vorjahren insbesondere auf die angepasste Berechnungsmethodik zurückzuführen. Darüber hinaus haben die in Kapitel 2.1 vorgestellten Maßnahmen zur Energieeinsparung Wirkung gezeigt. So

konnten die gesetzten Ziele im Verwaltungsbereich für die Monate Oktober bis Dezember sogar übertroffen werden und leisteten ebenso einen erheblichen Beitrag zur Emissionsminderung.

Ein Rückgang der Emissionen ist insbesondere im Jahr 2022 zu verzeichnen. Unter anderem trug die Anpassung der Raumtemperaturen zu einer Reduktion der Erdgasemissionen um rund 10.000 t CO₂ im Jahr 2022 bei, während das Jahr 2021 das kälteste Jahr im Betrachtungszeitraum war. Auch der Rückgang der Fernwärmeemissionen in diesem Jahr ist auf die oben genannten Maßnahmen zurückzuführen. Von 2020 bis 2022 fielen die Emissionen um ca. 4.190 t bzw. 7,7 %.

Tabelle 23 - Emission von CO₂-Äquivalente inkl. Vorkette in t/a

CO ₂ äq inkl. Vorkette in t/a	2020	2021	2022
Heizöl	1.762	1.884	1.659
Erdgas	54.678	60.234	50.488
Flüssiggas	0	0	0
Fernwärme	1.036	1.247	1.107
Holzpellets	9	7	7
Strom - Fremdstrombezug	177	173	190
Strom - PV-Anlagen	27	16	17
Gesamt	57.688	63.560	53.469

Die Stromerzeugung in Blockheizkraftwerken basiert auf dem Verbrennungsprozess von Gas. Nach dem in Kapitel 4.1 erläuterten Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung erzeugen die BHKW des LVR neben Wärme auch Strom, der in den Dienststellen genutzt wird. Die THG-Emissionen der BHKW wurden in der Bilanzierung über den eingesetzten Brennstoff Erdgas berücksichtigt. Eine differenzierte Zuordnung dieser Emissionen zum erzeugten Strom oder zur erzeugten Wärme ist derzeit aufgrund nicht flächendeckend vorhandener Unterzähler nicht möglich. Da es sich um wärmegeführte BHKW handelt, werden die entstehenden Emissionen vollständig dem Wärmesektor zugeordnet. Der erzeugte Strom wird entsprechend als Gutschrift behandelt, die nicht in die Bilanz eingeht.

4. Technische Maßnahmen zur Energie- und Emissionseinsparung

Der LVR verfolgt im Rahmen seines Klimaschutzkonzeptes als wesentliches Ziel die Reduzierung der Treibhausgasemissionen und die Senkung des Verbrauches fossiler Energieträger. Zu diesem Zweck hat er bereits in der Vergangenheit eine Vielzahl von Energiesparmaßnahmen ergriffen, um den Energiebedarf zu senken. Seit vielen Jahren werden Blockheizkraftwerke, Photovoltaikanlagen und Wärmepumpen eingesetzt sowie Gebäude im Passivhausstandard geplant und realisiert. Von den Energieversorgern wird ausschließlich zertifizierter Ökostrom bezogen.

In den folgenden Kapiteln werden technische Anlagen zur Energieeinsparung und Emissionsminderung vorgestellt, die in verschiedenen Projekten des LVR zum Einsatz kommen.

4.1 Einsatz und Betrieb von Blockheizkraftwerken

Als Blockheizkraftwerk (BHKW) wird eine Anlage bezeichnet, die auf dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) basiert und als kompaktes Modul gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt: Mechanische Energie wird mittels eines Generators in elektrische Energie umgewandelt. Über den Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors des BHKWs entsteht dabei gleichzeitig thermische Energie, die wiederum für Heizzwecke genutzt werden kann.

Der Nutzungsgrad der eingesetzten Primärenergie (Brennstoff) wird so deutlich erhöht und ermöglicht eine Brennstoffeinsparung von bis zu einem Drittel der Primärenergie im Vergleich zur getrennten Erzeugung von Strom und Wärme bei gleicher Leistung. Damit einher geht auch eine deutliche Reduzierung der Schadstoffemissionen. Eine weitere deutliche Verbesserung der CO₂-Bilanz von BHKWs ist durch die Nutzung regenerativ erzeugter Primärenergieträger wie Biogas oder zukünftig grünem Wasserstoff möglich. Grüner Wasserstoff ist eine Form von Wasserstoff, der mit Elektrolyseuren erzeugt wird, deren Energiebedarf durch erneuerbare Energien wie Wind- oder Sonnenenergie gedeckt wird.

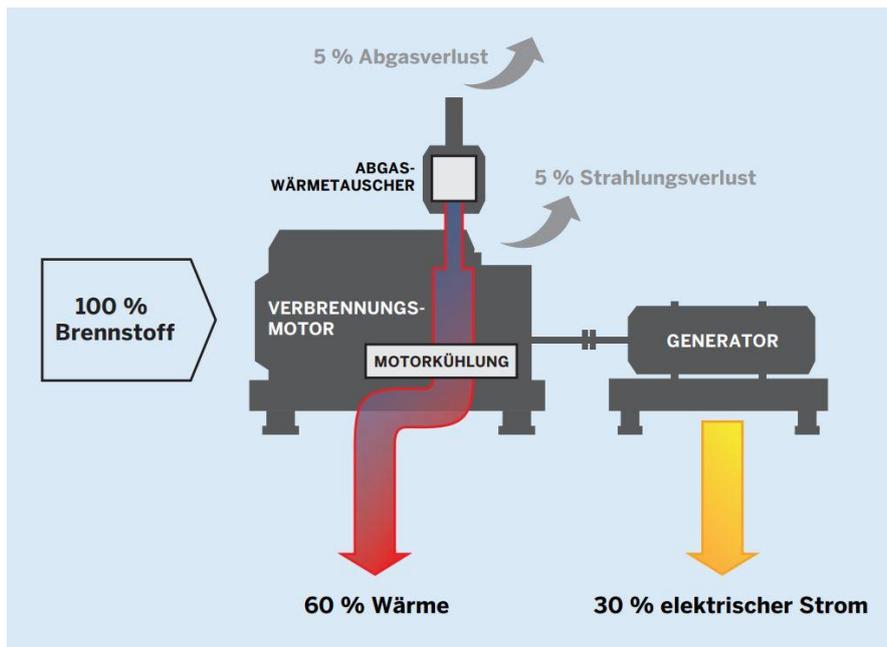


Bild 7 - Schema eines Blockheizkraftwerkes (BHKW)

Quelle: EnergieAgentur.NRW (2014). Abrufdatum 14.08.2023

Die BHKW des LVR werden „wärmegeführt“ betrieben, d. h. die Betriebsweise orientiert sich am vorhandenen Wärmebedarf der Liegenschaft und der produzierte Strom ist ein Nebenprodukt. Der gleichzeitig erzeugte Strom wird in der Dienststelle verbraucht, nicht benötigte Mengen werden in das Stromnetz des Energieversorgers eingespeist. Die Einspeisevergütung ist im Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) geregelt.

Im Gegensatz dazu steht der „stromgeführte“ Betrieb, bei dem sich die Betriebsweise am Strombedarf des anliegenden Netzes orientiert. In der Regel zielt diese Betriebsweise darauf ab, möglichst viel Strom in das öffentliche Netz einzuspeisen und so eine möglichst hohe Einspeisevergütung zu generieren. Nachteilig ist bei dieser Betriebsweise, dass die anfallende Wärmeenergie der Motorkühlung in das Abwasser abgeleitet wird und, sofern kein Wärmebedarf besteht, energetisch ungenutzt bleibt. Diese Betriebsweise ist bei den momentanen geringen Einspeisevergütungen nicht wirtschaftlich darstellbar.

In den LVR-Kliniken werden besonders leistungsstarke BHKW betrieben. Sie versorgen die gesamte Klinik mit Strom, Heizwärme und decken den ganzjährigen Wärmebedarf für die Trinkwassererwärmung sowie Prozesswärme größtenteils ab.

Im Allgemeinen Grundvermögen des LVR werden BHKW-Anlagen vor allem in Förderschulen mit Schwimmbad eingesetzt. Das BHKW wird ganzjährig zur Beheizung der Schwimmbäder genutzt und kann somit auch in den Sommermonaten wirtschaftlich betrieben werden. Wirtschaftliche Laufzeiten können mit einem BHKW ab 4.000 Betriebsstunden pro Jahr erreicht werden.

Da diverse BHKW-Anlagen im Allgemeinen Grundvermögen sowie im Sondervermögen mittlerweile ihre technische Lebensdauer erreicht bzw. überschritten haben, wurde im

Berichtszeitraum mit dem Austausch und der Erneuerung dieser Aggregate an mehreren Klinikstandorten wie z. B. Düren, Düsseldorf, Langenfeld, Mönchengladbach, Bonn und Viersen begonnen. Weitere Erneuerungen der BHKW an sieben LVR-Förderschulen werden im Jahr 2023 abgeschlossen und in Betrieb gehen.

Tabelle 24 - LVR BHKW Anlagen im Eigenbetrieb

Liegenschaft	Elektrische Leistung [kW _{el}]	Thermische Leistung [kW _{th}]	Inbetriebnahme	produzierte Strommenge [MWh _{el}]		
				2020	2021	2022
LVR-Gerricus-Schule Düsseldorf	50,0	81,0	2006	118	66	-
LVR-Viktor-Frankl-Schule Aachen	18,0	36,0	2010	80	25	4
LVR-Schule am Volksgarten ¹ Düsseldorf	50,0	81,0	2006	BHKW ist demontiert. Beheizung durch 2 Gaskessel. Werden 2024 durch Fernwärmeanschluss ersetzt		
LVR-Christy-Brown-Schule ¹ Duisburg	20,0	47,0	2008	BHKW erneuert. Inbetriebnahme in 2023 mit 50,0 kW _{el} und 82,0 kW _{th}		
LVR-Irena-Sendler-Schule ¹ Euskirchen	20,0	43,0	2009	BHKW erneuert. Inbetriebnahme in 2023 mit 30,0 kW _{el} und 52,0 kW _{th}		
LVR-Gerd-Jansen-Schule Krefeld; (1/2)	20,0	47,0	2009	BHKW erneuert. Inbetriebnahme in 2023 mit 50,0 kW _{el} und 82,0 kW _{th}		
LVR-Gerd-Jansen-Schule Krefeld; (2/2)	20,0	47,0	2009			
LVR-Donatus-Schule Pulheim	25,0	55,0	2021	-	16	88
LVR-Frida-Kahlo-Schule St. Augustin	50,0	100,0	2008	86	219	118
LVR-Förderschule ¹ Wuppertal; (1/2)	20,0	47,0	2009	BHKW erneuert. Inbetriebnahme in 2023 mit 50,0 kW _{el} und 82,0 kW _{th}		
LVR-Förderschule ¹ Wuppertal; (2/2)	20,0	47,0	2009			
LVR-Förderschule ¹ Mönchengladbach	22,0	44,0	2010	BHKW erneuert. Inbetriebnahme in 2023 mit 50,0 kW _{el} und 82,0 kW _{th}		
LVR-Förderschule ¹ Linnich	20,0	43,0	2007	BHKW erneuert. Inbetriebnahme in 2023 mit 50,0 kW _{el} und 82,0 kW _{th}		

LVR-Christoph-Schlingensief-Schule ¹ KME Oberhausen	20,0	47,0	2007	BHKW erneuert. Inbetriebnahme in 2023 mit 50,0 kW _{el} und 82,0 kW _{th}		
HPH-Netzwerk ²	4,1	10,6	2019	38	34	18
LVR-Jugendhilfe Halfeshof ³	50,0	81,0	2011	287	158	-
LVR-Klinik Bedburg-Hau; (1/5)	400,0	794,0	1993	5.763	5.564	5.416
LVR-Klinik Bedburg-Hau; (2/5)	400,0	794,0	1993			
LVR-Klinik Bedburg-Hau; (3/5)	400,0	794,0	1993			
LVR-Klinik Bedburg-Hau; (4/5) ¹	500,0	867,0	1983			
LVR-Klinik Bedburg-Hau; (5/5) ¹	500,0	867,0	1983			
LVR-Klinik Bonn; (1/2)	310,0	520,0	1998	3.749	3.475	223
LVR-Klinik Bonn; (2/2)	310,0	520,0	1998			
LVR-Klinik Düren; (1/4)	140,0	212,0	2016	4.123	3.844	3.832
LVR-Klinik Düren; (2/4)	240,0	374,0	2016			
LVR-Klinik Düren; (3/4)	240,0	374,0	2016			
LVR-Klinik Düren; (4/4 Foren.) ⁴	50,0	88,0	2009			
LVR-Klinik Düsseldorf; (1/3)	120,0	182,0	2017	2.313	2.627	2.491
LVR-Klinik Düsseldorf; (2/3)	120,0	182,0	2017			
LVR-Klinik Düsseldorf; (3/3)	120,0	182,0	2017			
LVR-Klinik Langenfeld; (1/3)	140,0	212,0	2015	3.100	2.798	2.597
LVR-Klinik Langenfeld; (2/3)	140,0	212,0	2015			
LVR-Klinik Langenfeld; (3/3)	140,0	212,0	2015			
LVR-Klinik Mönchengladbach	70,0	115,0	2017	523	482	463
LVR-Klinik Viersen; (1/3)	265,0	400,0	2019	5.353	5.003	4.558
LVR-Klinik Viersen; (2/3)	265,0	400,0	2019			
LVR-Klinik Viersen; (3/3)	265,0	400,0	2019			
Gesamt	5.564	9.558		25.533	24.311	19.808

¹ BHKW wird lediglich zur Notstromversorgung genutzt.

- ² Dem HPH-Netzwerk wird in der Liegenschaft in 47533 Kleve, Querstraße 5 selbsterzeugter Strom durch ein BHKW, welches dem Vermietenden gehört, unentgeltlich zur Verfügung gestellt. Die Betriebsführung und Instandhaltung obliegt dem Eigentümer.
- ³ Das BHKW ist seit 12/2021 außer Betrieb.
- ⁴ Das BHKW ist seit 06/2020 außer Betrieb.

4.2 Einsatz von regenerativer Energie

Als regenerative Energien oder erneuerbare Energien werden Energieträger bezeichnet, die aus heutiger Sicht nahezu unerschöpflich zur Verfügung stehen oder sich zeitnah erneuern. Im Gegensatz dazu stehen die fossilen Energieträger wie Erdgas oder Erdöl, die endlich sind oder sich nur in sehr langen Zeiträumen regenerieren können. Zu den erneuerbaren Energien zählen Geothermie, Biomasse, Wasserkraft, Meeresenergie, Sonnenenergie und Windenergie. Die mit Abstand wichtigste Energiequelle für den LVR ist die Sonne.

4.2.1 Einsatz und Betrieb von Photovoltaik-Anlagen

Auf den Dächern der LVR-Liegenschaften sind derzeit insgesamt 36 Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) mit einer Gesamtleistung von 1.310 Kilowatt peak (kW_p) installiert. Davon werden derzeit 26 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 806 kW_p vom LVR selbst betrieben. Die restlichen Anlagen sind im Besitz von Investoren, die die Dachflächen des LVR gepachtet haben.

Bei PV-Anlagen wird in 2 Nutzungsmodelle unterschieden, die im Folgenden erläutert werden.

Das Modell der Eigennutzung (EN): Der erzeugte Strom wird in der Liegenschaft selbst verbraucht und Überschüsse in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Dies führt zu einer Reduktion des Fremdstrombezuges.

Das Modell der Einspeisung (ES): Die erzeugten Strommengen werden zu 100 % in das öffentliche Stromnetz eingespeist und stehen als regenerativ erzeugter Strom allen Abnehmern im Stromnetz zur Verfügung.

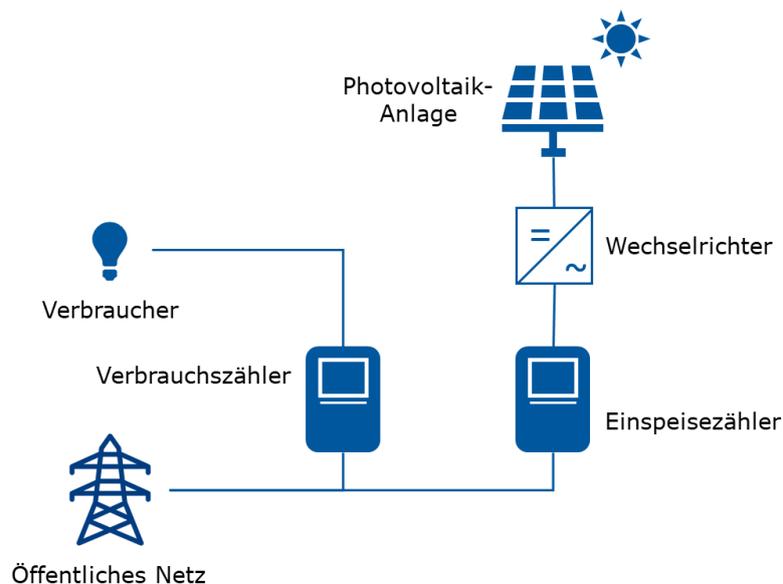


Bild 8 - Schema Modell der Einspeisung (ES))

Der LVR betreibt sowohl PV Anlagen zur Eigennutzung des erzeugten Stroms als auch zur Einspeisung. Für die eingespeisten Strommengen erhält der LVR eine Einspeisevergütung, die abhängig vom Errichtungsjahr der PV-Anlage variiert. Bis zur Einführung der EEG Novelle 2012 war das Modell der Einspeisung durch eine hohe Vergütung die wirtschaftlichere Betriebsweise von PV-Anlagen. Mit der Verringerung der Einspeisevergütung ab 2012 legte der LVR den Fokus bei der Auslegung von Neuanlagen auf die Eigennutzung des Stroms.

Durch die vom LVR betriebenen PV-Anlagen wurden in den Jahren 2020 bis 2022 die unten aufgeführten Strommengen erzeugt:

Tabelle 25 - Durch den LVR betriebene PV-Anlagen

Liegenschaft	installierte Leistung [kW _p]	Inbetriebnahme	produzierte Strommenge [MWh]					
			2020		2021		2022	
			ES	EN	ES	EN	ES	EN
LVR-Schule am Königsforst Rösrath	30	2005	26,0	0,0	26,0	0,0	25,9	0,0
LVR-Förderschule KME Linnich	30	2006	2,3	0,0	2,5	0,0	6,7	0,0
LVR-Irena-Sendler-Schule Euskirchen	30	2007	14,2	0,0	4,6	0,0	2,4	0,0
Archäologischer-Park-Xanten Kaffeemühle	4	2007	0,0	4,3	0,0	4,2	0,0	4,7
LVR-Wilhelm-Körper-Schule Essen	9	2008	7,0	0,0	7,2	0,0	7,5	0,0
LVR-Christoph-Schlingensief-Schule Oberhausen	30	2008	3,9	0,0	1,2	0,0	1,4	0,0
LVR-Klinik Bonn Haus 3	30	2009	30,1	0,0	27,5	0,0	31,3	0,0
LVR-Klinik-Viersen Tagesklinik Heinsberg	8,3	2010	6,5	0,0	6,0	0,0	6,9	0,0
LVR-Johann-Joseph-Gronewald-Schule Köln	10	2010	10,7	0,0	10,2	0,0	11,0	0,0
LVR-Schule am Königsforst Turnhalle Rösrath	21	2010	14,3	0,0	14,3	0,0	13,4	0,0
LVR-Viktor-Frankl-Schule Aachen	30	2010	28,4	0,0	30,0	0,0	18,3	0,0
LVR-Tagesklinik Düsseldorf	30	2010	24,8	0,0	26,7	0,0	28,6	0,0

LVR-Klinik Viersen Tagesklinik Geronto- und Allgemeinpsy.	12,4	2011	11,2	0,0	10,2	0,0	11,7	0,0
LVR-Gutenberg-Schule Stolberg	12	2011	10,0	0,0	7,4	0,0	11,2	0,0
LVR-Gerricus-Schule Düsseldorf	20	2011	16,0	0,0	0,3	0,0	17,7	0,0
LVR-Klinik Langenfeld Haus 53	78,4	2012	66,8	0,0	47,6	0,0	68,8	0,0
LVR-RWB-Essen	39,2	2012	26,5	0,0	27,0	0,0	27,7	0,0
LVR-Klinik Düren, Haus 11, 1. BA	76,5	2013	0,0	79,5	0,0	70,9	0,0	80,4
LVR-Freilichtmuseum Kommern	82	2013	12,3	39,5	6,2	27,7	0,0	14,5
Archäologischer-Park- Xanten Besuchereingang	7,7	2015	0,0	9,2	0,0	8,6	0,0	9,5
LVR-Klinik Düren, Haus 11, 2. BA	84,2	2017	0,0	0,0	44,0	0,0	77,0	0,0
LVR-Freilichtmuseum Kommern WC-Haus	9,8	2019	1,9	7,0	1,0	7,0	0,0	6,3
LVR-Klinik Langenfeld	17,3	2019	5,4	11,0	5,1	9,3	7,9	8,5
Archäologischer-Park- Xanten Eingang Römermuseum	7,5	2019	0,0	8,7	0,0	8,2	0,0	9,0
Archäologischer-Park- Xanten Limespavillon	7,8	2021	-	-	0,0	10,6	0,0	3,8
LVR-Klinikum Essen	89	2022	-	-	-	-	0,0	20,6
Gesamtsumme	806	-	318	159	305	147	375	157

Mit der Eigennutzung von solar erzeugtem Strom treibt der LVR seine Klimaschutzziele voran und reduziert den Verbrauch fossiler Energieträger zur Stromerzeugung innerhalb des LVR. Im Bearbeitungszeitraum dieses Energieberichts wurden zwei weitere Anlagen, auf dem LVR Klinikum Essen und im Archäologischen Park Xanten, mit einer Leistung von 96,8 Kilowatt peak (kW_p) installiert.

Tabelle 26 - Verpachtete LVR-Dachflächen für PV-Anlagen ohne Eigennutzung

Liegenschaft	Installierte Leistung [kW _p]	Inbetriebnahme
Rheinisch-Westfälisches Berufskolleg, Essen	30	2010
LVR-Frida-Kahlo-Schule, St. Augustin	99	2010
LVR-Karl-Tietenberg-Schule, Düsseldorf	65	2011
LVR-Förderschule, Wuppertal	58	2011
LVR-Gerd-Jansen-Schule, Krefeld	62	2011
LVR-Dietrich-Bonhoeffer-Schule, Bedburg-Hau	30	2012
LVR-David-Hirsch-Schule, Aachen	60	2012
LVR-Klinikum Essen, Essen	30	2012
LVR-Ernst-Jandl-Schule, Bornheim	30	2013
LVR-Christopherusschule, Bonn	40	2011/2013
Gesamt	504	

4.2.2 Einsatz und Betrieb von Wärmepumpen

Wärmepumpen sind technische Anlagen, die in einem thermodynamischen Prozess Umweltwärme auf ein höheres Temperaturniveau anheben. Ohne diesen Prozess reicht die Temperatur der Umweltwärme nicht aus, um diese zum Heizen zu nutzen. Nach dem gleichen Prinzip in umgekehrter Reihenfolge funktionieren beispielsweise auch haushaltsübliche Kühlschränke. Als Wärmereservoir dient einer Wärmepumpe hingegen nicht der Kühlschrankinnenraum, sondern Luft, Wasser oder das Erdreich.

Beim gebräuchlichsten Prinzip, der Kompressionswärmepumpe, wird ein Kältemittel durch Aufnahme von Wärmeenergie aus der Umgebung verdampft. Mit Hilfe von elektrischer Energie wird die verdampfte Flüssigkeit auf einen hohen Druck verdichtet. Dadurch steigt die Temperatur der Flüssigkeit. Über einen Wärmeüberträger wird die nun nutzbare Energie an einen Heizkreislauf oder andere technische Systeme abgegeben.

Der elektrische Energieaufwand, der zum Antrieb einer Wärmepumpe benötigt wird, ist umso geringer, je geringer der Temperaturunterschied zwischen der Umgebungstemperatur und der Vorlauftemperatur der Heizungsanlage ist. Daher eignen sich solche Anlagen sehr gut in Kombination mit Heizsystemen, die mit niedrigen Vorlauftemperaturen arbeiten (z. B. Fußbodenheizung oder Deckenstrahlplatten).

Der sogenannte COP-Wert (*Coefficient of Performance*) beschreibt die Effizienz der Wärmepumpe, indem die nutzbare Wärmeenergie ins Verhältnis zur eingesetzten Hilfsenergie gesetzt wird. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) erweitert diese Kennzahl auf ein Jahr und gibt das Verhältnis der jährlichen Wärmeabgabe der Wärmepumpe zur jährlichen Hilfsenergie an. Beides sind wichtige Kennzahl zur Beurteilung der Effizienz von Wärmepumpen.

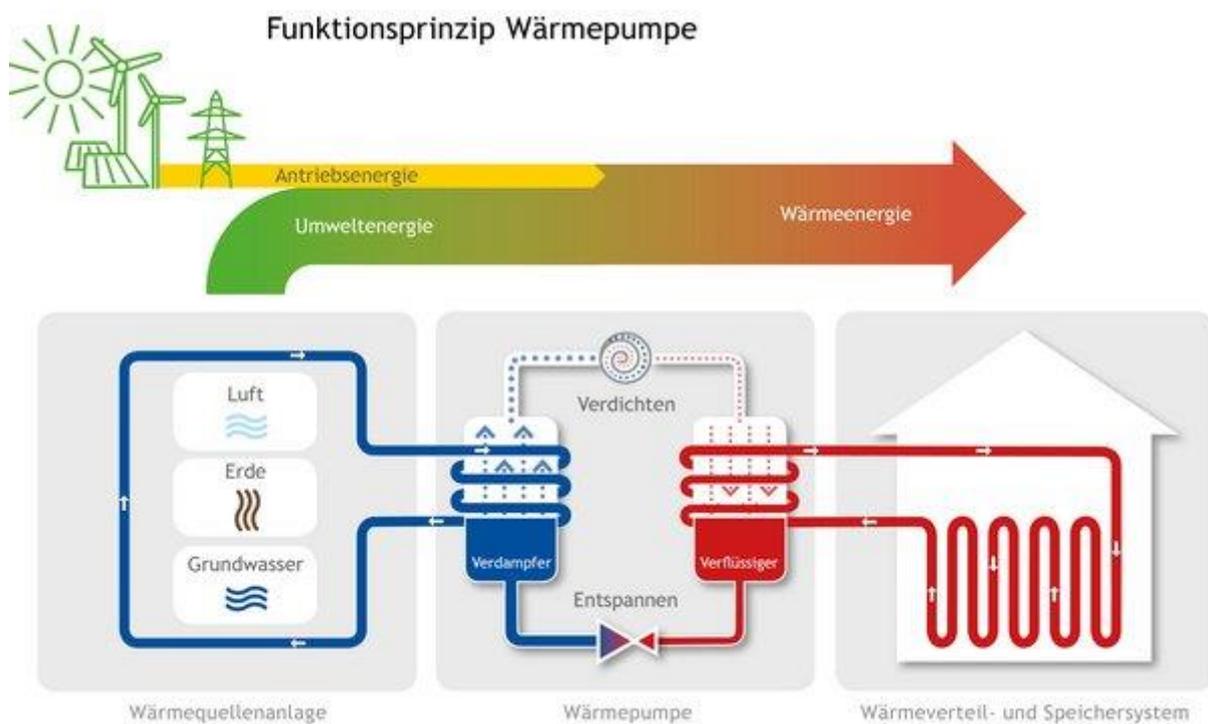


Bild 9 - Schema einer Wärmepumpe inkl. Primärenergiebezug und Verteilerkreislauf

Quelle: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V., Abrufdatum: 12.07.2023

Die für die Wärmepumpen benötigte elektrische Energie wird beim LVR aus 100 % Ökostrom gewonnen. Damit ist dieses Heizkonzept besonders umweltfreundlich und nahezu emissionsfrei.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Liegenschaften des LVR aufgelistet, deren Heizkonzept bereits eine Wärmepumpe beinhaltet. Der Neubau des LVR-Hauses am Ottoplatz wird ebenfalls mit einer Wärmepumpe ausgestattet werden.

Tabelle 27 - LVR-Liegenschaften mit Wärmepumpe

Liegenschaft	Gebäude	Wärmequelle
Büro „K8“	Zentralverwaltung	Wasser / Wasser
LVR-Johann-Joseph-Gronewald-Schule, Köln	Kindergarten	Wasser / Wasser
LVR-Klinik Köln	Tagesklinik in Köln-Chorweiler	Wasser / Wasser
LVR-Klinik Essen	Stationsgebäude Wickenburgstraße	Wasser / Wasser
LVR-Klinik Düren	Stationsgebäude (Haus 11)	Wasser / Wasser
LVR-Archäologischer Park Xanten	LVR-Römer-Museum	Wasser / Wasser
LVR-Archäologischer Park Xanten	Gastronomie „Kaffeemühle“	Wasser / Wasser
LVR-Archäologischer Park Xanten	Besuchereingang Süd	Wasser / Wasser
LVR-Archäologischer Park Xanten	Besuchereingang West	Wasser / Wasser
LVR-Freilichtmuseum Kommern	Pavillons	Wasser / Wasser

4.2.3 Einsatz und Betrieb von Holzverbrennungsanlagen

Der Einsatz von Holzfeuerungsanlagen bietet sich für Standorte an, an denen eine zentrale Versorgung z. B. mit Erdgas nicht möglich und eine autarke Wärmeerzeugung erforderlich ist. Als Holzfeuerungsanlagen werden im LVR bevorzugt Holzpelletheizungen eingesetzt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Dienststellen des LVR aufgeführt, in denen heute Holzpellets eingesetzt werden. Zusätzlich ist die aus den Holzpellets gewonnene Wärme dargestellt. Der Heizwert von Holzpellets beträgt 4,8 kWh pro kg Pellets. Umwandlungsverluste von Heizungsanlagen werden nicht berücksichtigt

Tabelle 28 – LVR-Liegenschaften mit Holzpelletheizung

Dienststellen	2020 [MWh]	2021 [MWh]	2022 [MWh]
LVR-Ernst-Jandl-Schule, Bornheim	233	173	196
Bergisches Freilichtmuseum Lindlar, Eingangsgebäude	48	47	47
Archäologischer Park Xanten, Verwaltungsgebäude Bahnhofstraße	211	144	165
Gesamt	492	364	408

Wie die vorstehende Tabelle zeigt, ist im Jahr 2020 ein deutlicher Rückgang der eingesetzten Holzpellets in den Folgejahren 2021 und 2022 verzeichnen. Bei der Einordnung des Wärmeenergieverbrauchs ist zu beachten, dass es sich bei den dargestellten Energiemengen um zugekaufte Holzpellets handelt. Der Rückgang der Energiemengen von 2020 auf 2021 deutet daher auf einen geringeren Verbrauch im Jahr 2020 hin, so dass im Folgejahr weniger Holzpellets zugekauft werden mussten.

4.3 Einsatz von Fernwärme

Die Nutzung von Fernwärme ist eine effiziente, wirtschaftliche und zuverlässige Heizenergiequelle und wird im Rahmen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) ein wichtiger Faktor in lokalen Wärmeplanungskonzepten sein. Sofern die in den Heizkraftwerken eingesetzten Primärenergieträger aus regenerativen Quellen stammen, handelt es sich zudem um eine umweltfreundliche Heizenergie. Es ist mit einem Ausbau der bereits existierenden Fernwärmenetze zu rechnen. Insbesondere in Ballungsräumen wie Düsseldorf, Essen oder Köln bietet Fernwärme eine effiziente Art der Wärmeversorgung.

In der Regel wird die Energie in zentralen Heizkraftwerken, meist in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK), für eine Vielzahl von Wärme- und Stromabnehmern erzeugt. Als Primärenergie wird häufig Erdgas eingesetzt, aus dem Wärme und Strom mit einem Gesamtwirkungsgrad von 60 % bis 85 % erzeugt werden. Durch die Anwendung des Kraft-Wärme-Kopplungs-Prinzips im Entstehungsprozess sind die CO₂-Emissionen im Vergleich zu anderen auf fossilen Brennstoffen basierende Wärmeerzeugungstechniken vermindert. Zukünftig soll der regenerative Anteil beispielsweise durch die Verwendung von Wasserstoff als Brennstoff erhöht werden. Hierzu gibt es bereits ein Pilotprojekt der RheinEnergie AG in Zusammenarbeit mit der Deutz AG.

Die erzeugte Wärme wird von einem Energieversorgungsunternehmen über ein Fernwärmenetz im regionalen Umfeld verteilt und von unterschiedlichsten Kunden, wie z. B. dem LVR, zum Heizen von Gebäuden und zur Warmwasserbereitung genutzt.

Der LVR bezieht derzeit in 26 Liegenschaften Fernwärme. Dabei können folgende Versorgungskonzepte bei der physikalischen Entnahme der Wärmeenergie unterschieden werden:

Versorgungskonzept A - Bezug in Ballungsräumen z. B. dem Innenstadtbereich von Köln: Hier wird die Fernwärme in einem zentralen Heizkraftwerk erzeugt und über isolierte Fernwärmeleitungen zu den Heizungsanlagen in den jeweiligen Gebäuden im Stadtgebiet transportiert.

Versorgungskonzept B - Versorgung in „Arealnetzen außerhalb“: Hier werden kleinere Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, z. B. Blockheizkraftwerke, von einem „Wärmelieferanten“ zentral betrieben und versorgen mehrere Wärmeabnehmer. So stellte z. B. die LVR-Paul-Klee-Schule am ehemaligen Standort Leichlingen die Räumlichkeiten für die „Wärmezentrale“ eines Arealnetzes eines Wärmelieferanten

zur Verfügung, der dort u. a. ein BHKW betrieb, mit dem sowohl die Schule als auch ein angrenzendes Wohngebiet mit Wärme versorgt wurde.

Versorgungskonzept C - Versorgung in „Arealnetzen-Eigen“: Hier werden LVR-eigene Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, z. B. BHKWs, zentral betrieben und versorgen mehrere Wärmeabnehmer. So versorgt z. B. die LVR-Gerricus-Schule mit ihrer Wärmeerzeugung die auf der gegenüberliegenden Straßenseite gelegene LVR-Kurt-Schwitters-Schule. Ebenso bezieht die LVR-Louis-Braille-Schule Energie von der LVR-Klinik Düren

Tabelle 29 - An Fernwärme angebunden Liegenschaften des LVR

Liegenschaft	Ort	Nutzergruppe	Bereich
LVR-Landeshaus	Köln	A	ZV
LVR-Horion-Haus	Köln	A	ZV
Büro „Deutzer Freiheit“*	Köln	A	ZV
Büro „Cologne-Office-Center“*	Köln	A	ZV
Büro „Theodor-Babilon-Straße“*	Köln	A	ZV
Büro „Gürzenich-Quartier“*	Köln	A	ZV
LVR-Severinschule	Köln	A	Schule
LVR-Johaniterschule	Duisburg	A	Schule
LVR-Helen-Keller-Schule	Essen	A	Schule
LVR-Wilhelm-Körper-Schule	Essen	A	Schule
LVR-Paul-Klee-Schule**	Leichlingen	B	Schule
LVR-Louis-Braille-Schule	Düren	C	Schule
LVR-Gerricus-Schule	Düsseldorf	C	Schule
LVR-David-Hirsch-Schule	Aachen	B	Schule
LVR-Johann-Joseph-Gronewald-Schule	Köln	A	Schule
LVR-Rheinisch-Westfälisches Berufskolleg	Essen	A	Schule
LVR-LandesMuseum Bonn	Bonn	A	Kultur
LVR-Zentrum für Medien und Bildung	Düsseldorf	A	Kultur
LVR-Industriemuseum	Oberhausen	A	Kultur
LVR-Klinik Bonn	Bonn	A	Klinik
LVR-Klinik Düren	Düren	C	Klinik
LVR-Klinikum Düsseldorf	Düsseldorf	A	Klinik
LVR-Klinik Langenfeld	GPZ-Solingen	A	Klinik
LVR-Klinikum Essen	Essen	A	Klinik
LVR-Klinik Köln	Köln	A	Klinik

*: Durch den LVR angemietete Flächen, in denen Energiebedarf und Kosten über die jeweiligen Nebenkostenabrechnungen der Vermieter erhoben werden.

** : Bis zur Aufgabe des Schulstandorts nach der Flutkatastrophe 2021

4.4 Umsetzungsstand der Gebäudeleittechnik (GLT)

Wenn es um Fragen des zuverlässigen Anlagenbetriebes, der Betriebskostenkontrolle, der Energieeinsparung, des Klimaschutzes und der flexiblen Gebäudenutzung geht, nimmt die Gebäudeautomation (GA) sowohl bei Neubauten als auch im Gebäudebestand eine wichtige Schlüsselfunktion ein. Der LVR-Fachbereich 31 - Umwelt, Baumaßnahmen, Betreiberaufgaben betreibt eine übergeordnete Gebäudeleittechnik für die Gebäude des Allgemeinen Grundvermögens.

Alle Dienststellen des LVR verfügen über Local Area Networks (LANs). Die LANs sind über das LVR-Netzwerk miteinander verbunden. Diese Infrastruktur bildet die Basis für die gesamte IT-Kommunikation im LVR und stellt sicher, dass alle in den jeweiligen Dienststellen betriebenen Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)-Anlagen ohne nennenswerte Zeitverzögerung mit dem Gebäudeleitsystem in Köln kommunizieren können.

Die Topologie bzw. der Aufbau des Gebäudeleitsystems ist in der folgenden Übersicht dargestellt:

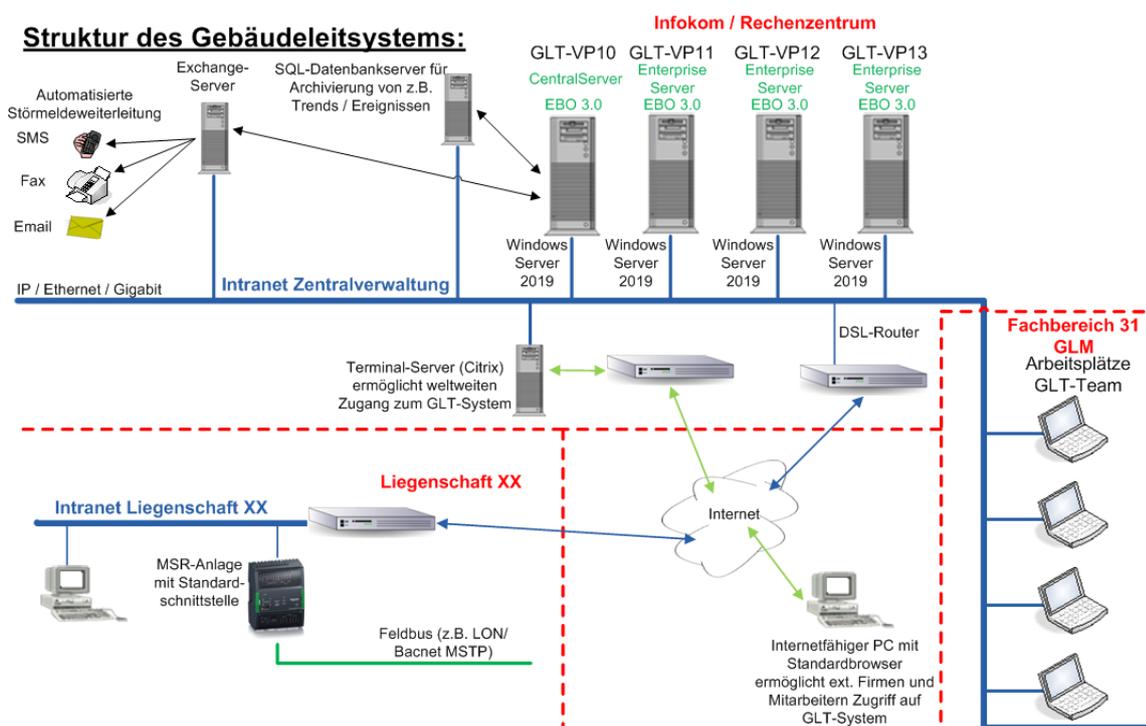


Bild 10 – Struktur des Gebäudeleitsystems

Vorrangiges Ziel ist es, einen wirtschaftlichen, energieeffizienten, funktions- und bedarfsgerechten Betrieb der technischen Anlagen in den Liegenschaften des LVR zu ermöglichen. Daraus ergeben sich u. a. eine Optimierung der Energieverbräuche, schnellere Reaktionszeiten bei Störungen und geringere Ausfallzeiten und damit höhere Verfügbarkeiten der technischen Anlagen und Anlagenteile.

Für den wirtschaftlichen Betrieb von Anlagen ist die technische Überwachung zur Erreichung der maximalen Lebensdauer von Anlagen und Anlagenkomponenten bei gleichzeitiger Kontrolle der Betriebszustände unerlässlich. Zusätzlich ermöglicht ein energetisches Monitoring differenzierte Aussagen über die Energieströme in Gebäuden.

Die übergeordnete Gebäudeleittechnik ist Bestandteil des technischen Monitorings beim LVR. Aus diesem Grund wird der Ausbau der Datenkommunikation zwischen den dezentralen Mess-, Steuer- und Regelanlagen und der Gebäudeleittechnik in Köln nach einem einheitlichen technischen Standard erfolgen.

Jede neu installierte MSR-Anlage wird auf die vorhandene Gebäudeleittechnik in der Zentralverwaltung aufgeschaltet, auf der die Anlagenprozesse visualisiert werden. Mittels Fernzugriff über das bestehende EDV-Netz des LVR können diese MSR-Anlagen fernüberwacht und -bedient werden.

Beim zuständigen Haustechniker der jeweiligen Liegenschaft wird ein webbasierter Bedien- und Beobachtungsplatz vorgehalten. Damit können sowohl der Betreiber vor Ort als auch die GLT-Administratoren in Köln jederzeit alle wesentlichen Anlagenzustände einsehen und die für den Betrieb notwendigen Sollwerte und Zeitprogramme den jeweiligen Erfordernissen anpassen. Um einen möglicherweise unwirtschaftlichen Anlagenbetrieb erkennen zu können, werden manuell übersteuerte Anlagenteile als Warnmeldung signalisiert.

Dies dient dazu, einen unplanmäßigen oder ungeregelten Anlagenbetrieb, der zu einem erhöhten Energieverbrauch führen kann, zu dokumentieren und ggf. notwendige Maßnahmen einleiten zu können.

Derzeit sind die in der folgenden Tabelle aufgeführten Liegenschaften des allgemeinen Grundvermögens auf die zentrale Gebäudeleittechnik der Zentralverwaltung aufgeschaltet. Von der Zentralverwaltung sind derzeit zwei Objekte (LVR-Haus im Rückbau), von den 41 Schulen derzeit 33 Schulen und von den 20 Kultureinrichtungen derzeit 12 Liegenschaften angeschlossen.

Tabelle 30 – LVR-Liegenschaften mit Anbindung an die zentrale Gebäudeleittechnik

Liegenschaft	Ort	Bereich
Landeshaus	Köln	ZV
Horion-Haus	Köln	ZV
LVR-Berufskolleg Sozialwesen	Düsseldorf	Schule
LVR-David-Hirsch-Schule	Aachen	Schule
LVR-Karl-Tietenberg-Schule	Düsseldorf	Schule
LVR-Gerricus-Schule	Düsseldorf	Schule
LVR-Gerd-Jansen-Schule	Krefeld	Schule
LVR-Victor-Frankl-Schule	Aachen	Schule
LVR-Dietrich-Bonhoeffer-Schul	Bedburg-Hau	Schule
LVR-Christophorusschule	Bonn	Schule
LVR-Schule am Volksgarten	Düsseldorf	Schule

LVR-Christy-Brown-Schule	Duisburg	Schule
LVR-Helen-Keller-Schule	Essen	Schule
LVR-Irena-Sendler-Schule	Euskirchen	Schule
LVR-Belvedereschule (Teilaufschaltung)	Köln	Schule
LVR-Luise-Leven-Schule	Krefeld	Schule
LVR-Donatusschule	Pulheim	Schule
LVR-Schule am Königsforst	Rösrath	Schule
LVR-Frida-Kahlo-Schule	St. Augustin	Schule
LVR-Frida-Kahlo-Schule AS: Ledenhof	Bonn	Schule
LVR-Schule Wuppertal	Wuppertal	Schule
LVR-Förderschule Mönchengladbach	M'Gladbach	Schule
LVR-Schule	Linnich	Schule
LVR-Christoph-Schlingensief-Schule	Oberhausen	Schule
LVR-David-Ludwig-Bloch-Schule	Essen	Schule
LVR-Max-Ernst-Schule	Euskirchen	Schule
LVR-Johann-Joseph-Gronewald-Schule	Köln	Schule
LVR-Johann-Joseph-Gronewald-Schule Biggestr.	Köln	Schule
LVR-Louis-Braille-Schule	Düren	Schule
LVR-Kurt-Schwitters-Schule	Düsseldorf	Schule
LVR-Wilhelm-Körber-Schule	Essen	Schule
LVR-Gutenberg-Schule	Stolberg	Schule
LVR-Ernst-Jandl-Schule	Bornheim	Schule
Rheinisch-Westfälisches Berufskolleg	Essen	Schule
LVR-Schule für Kranke	Viersen	Schule
Abtei Brauweiler Kunstfond	Pulheim	Kultur
LVR-Landes Museum (Museum, Verwaltung, Werkstatt)	Bonn	Kultur
LVR-Landes Museum (Museumsdepot)	Meckenheim	Kultur
LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland	Bonn	Kultur
LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland	Nideggen	Kultur
LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland (Archiv, Altbau, Festsaal, Gutshof)	Pulheim	Kultur
LVR-RIM (Hansastraße)	Oberhausen	Kultur
RIM Peter-Behrens-Bau (Essener Straße)	Oberhausen	Kultur
LVR-RIM (Scherenschleiferei)	Solingen	Kultur
LVR-Freilichtmuseum	Kommern	Kultur
LVR-Archäologischer Park (Insula 6, Entdeckerforum, Mühle, Eingang Süd)	Xanten	Kultur
LVR-Niederrheinmuseum Wesel	Wesel	Kultur

Die Aufschaltung weiterer Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik-Anlagen auf das zentrale Gebäudeleitsystem in der Zentralverwaltung ist für folgende Liegenschaften geplant bzw. befindet sich derzeit in der Umsetzungsphase:

Tabelle 31 – Geplante LVR-Liegenschaften zur Anbindung an die zentrale Gebäudeleittechnik

Liegenschaft	Umfang	Ort	Bereich
Landeshaus	Erneuerung	Köln	ZV
LVR-Haus	Neubau	Köln	ZV
LVR-Horion-Haus	Ertüchtigung MSR	Köln	ZV
LVR-Gerd-Jansen-Schule	Erweiterung	Krefeld	Schule
LVR-Förderschule Mönchengladbach	Erweiterung	M ´ Gladbach	Schule
LVR-Förderschule Leichlingen	Neubau	Langenfeld	Schule
LVR-David-Ludwig-Bloch-Schule	Ertüchtigung	Essen	Schule
LVR-Johann-Joseph-Gronewald-Schule	Erweiterung	Köln	Schule

4.5 Wegweisende Einzelmaßnahmen

Der LVR bemüht sich ständig um die Erprobung und den Einsatz neuester Technologien, um Energieverbrauch zu minimieren und Energieeffizienz zu maximieren. Im Folgenden werden die neuesten Themen vorgestellt

4.5.1 Brückentechnologie biogenes Flüssiggas

In der LVR-Gerd-Jansen-Schule in Krefeld ist die bestehende Wärmeerzeugungsanlage des Bestandsgebäudes (Gaskessel mit BHKW) bereits ausgelastet. Daher wird die für das Schuljahr 2023/2024 geplante Erweiterung der Schule in Form einer Containeranlage mit vier zusätzlichen Klassenräumen über eine Gasbrennwerttherme mit Wärme versorgt.

Das Besondere an dieser Gasbrennwerttherme ist, dass hier keine fossilen Energieträger zum Einsatz kommen. Die für das Erweiterungsgebäude benötigte Heizenergie wird stattdessen aus 100 % biogenem Flüssiggas gewonnen.

Das Biogene Flüssiggas hergestellt wird aus

- Rest- und Abfallstoffen: z. B. Fetten und Ölen aus der Lebensmittelindustrie;
- gebrauchten Speisefetten und -ölen aus Industrie und Gewerbe (z. B. Frittierfett);
- Maiskernölen (als Reststoffen aus der Ethanol-Herstellung),
- Reststoffen aus der Pflanzenöl-Herstellung, Pflanzenölen: Öle aus Raps, Soja, Palmen, Nüssen und Leinen.

Alle eingesetzten Rohstoffe lassen sich zu 100 % bis zur Quelle zurückverfolgen. Es werden nur erneuerbare Rohstoffe aus nachhaltiger Produktion eingesetzt; Zertifizierungen nach ISCC, RSPO und RSPO-RED liegen vor.

Das Biogene Flüssiggas wird von einer Firma in der Nähe von Rotterdam hergestellt, per Binnenschifffahrt nach Duisburg und von dort mit Bahn (Kesselwaggons) und LKW auf die bundesweiten Flüssiggasverteilzentren verteilt, von wo die Belieferung im „Nahverkehr“ an die Endverbraucher erfolgt.

Die Kosten sind aktuell vergleichbar mit Preisen für Erdgas: So ist die Grundversorgung über die Stadtwerke Krefeld mit **fossilem** Erdgas mit rund 11,81 ct/KWh gegenüber der Versorgung mit **biogenem** Flüssiggas zu einem Lieferpreis von 12,37 ct/KWh unwesentlich günstiger. Zurzeit wäre bei einem jährlichen Verbrauch von 30.000 kWh Wärmeenergie das biogene Flüssiggas um rund 1.700 € teurer im Vergleich zu fossilem Erdgas.

Aufgrund der Verteuerung von Erdgas, insbesondere durch die zukünftig steigende CO₂-Steuer, ändert sich diese Situation, so dass Erdgas ökologisch wie auch ökonomisch signifikante Nachteile gegenüber biogenem Flüssiggas haben wird.

Das biogene Flüssiggas ist als gasförmige Biomasse im aktuellen GEG als Erfüllungsoption für die Nutzungspflicht erneuerbarer Energien bei neuen Heizungsanlagen aufgeführt und anerkannt.

4.5.2 Umweltfreundliche Nutzung von Grundwasser zu Kühlzwecken in der Zentralverwaltung

Im Jahr 2013 hat der LVR das Projekt **Fontus** aufgelegt, welches den Einsatz von konventionellen Kältemaschinen durch die Kühlung mit Grundwasser deutlich reduziert.

Das Landeshaus und das Horion Haus werden aus einem gemeinsamen Brunnen an der Hermann-Pünder-Straße mit Grundwasser versorgt, für den Neubau am Ottoplatz wird eine eigene Brunnenanlage auf dem dortigen Grundstück errichtet.

Das nach dem Kühlen der Räumlichkeiten erwärmte Rücklaufwasser wird über ein LVR-eigenes Einleitbauwerk unter dem Rheinboulevard vor der Westfassade des Landeshauses in den Rhein eingeleitet.

Nach Erteilung der Fördergenehmigung wurde und wird das Projekt nun schrittweise umgesetzt. Das Projekt wird auch auf den Neubau des LVR-Hauses am Ottoplatz erweitert.

Im Rahmen des Projektes Fontus wurden die bestehenden Kältemaschinen inkl. der Rückkühlwerke im **Landeshaus** zurückgebaut. Da die benötigte Kühlleistung des Landeshauses über das aus einem Brunnen geförderte Grundwasser sichergestellt wird, ist nur noch zur Abdeckung von Spitzenlasten und zur Entfeuchtung der Außenluft in den Klimaanlage eine kleinere Kältemaschine installiert worden. Dies ist auch im Horion Haus so umgesetzt worden.

Im Horion-Haus wird diese Kältemaschine auch als Redundanz-Gerät für die Kühlung des IT-Netzknottens von InfoKom als Sicherheitsreserve benötigt.

Bei der im Horion-Haus installierten Kältemaschine handelt es sich um eine Wärmepumpe, die so ausgelegt ist, dass die Abwärme des IT-Netzknottens zur Anhebung der Rücklauftemperatur für die Vorerwärmung der Heizungsanlage genutzt werden kann.

Im Landeshaus wird die installierte Kältemaschine hierzu in den Jahren 2024 und 2025 nochmals hydraulisch neu integriert, um so zukünftig das grundwassergekühlte Kaltwasser noch weiter herunter zu kühlen, so dass die raumlufttechnischen Anlagen im Landeshaus wieder mit dem vorgesehenen Temperaturniveau je nach Nutzungsfall (Teillast/Volllast) von 9/15 °C betrieben werden können. Die Kühlleistung allein durch Grundwasser ist bei Außentemperaturen oberhalb von 32 °C (Auslegungstemperatur nach DIN) nicht mehr ausreichend.

Planungsbüro:	HPI Himmen
Baubeginn:	05/2017
Bauende:	06/2020
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 2,861 Mio. €



Bild 11 – Verlauf der Ablaufleitungen der Grundwasser-Kälteversorgung des Landes- und Horion-Hauses

Im Rahmen des Projekts **Fontus** wurde für die Kühlung des Horion Hauses das Teilprojekt **Firun** aufgelegt.

Dabei wurden im Horion-Haus alle Büroräume mit einer aktiven Kühlung ausgestattet:

Im Rahmen umfangreicher Bauarbeiten wurde ein Kaltwasser-Rohrnetz eingebaut und mit den neu installierten 430 Umluftkühlgeräten (insgesamt 570 kW Kälteleistung) verbunden. Die Montagearbeiten waren als Wanderbaustelle im laufenden Geschäftsbetrieb durch das ganze Gebäude konzipiert und gingen einher mit einer parallel laufenden Brandschutzsanierung in diesem Gebäude.

Die Anlage ist seit 2019 in Betrieb und kühlt die Büro- und Sitzungsräume in den Sommermonaten zur Zufriedenheit der dortigen Mitarbeitenden.

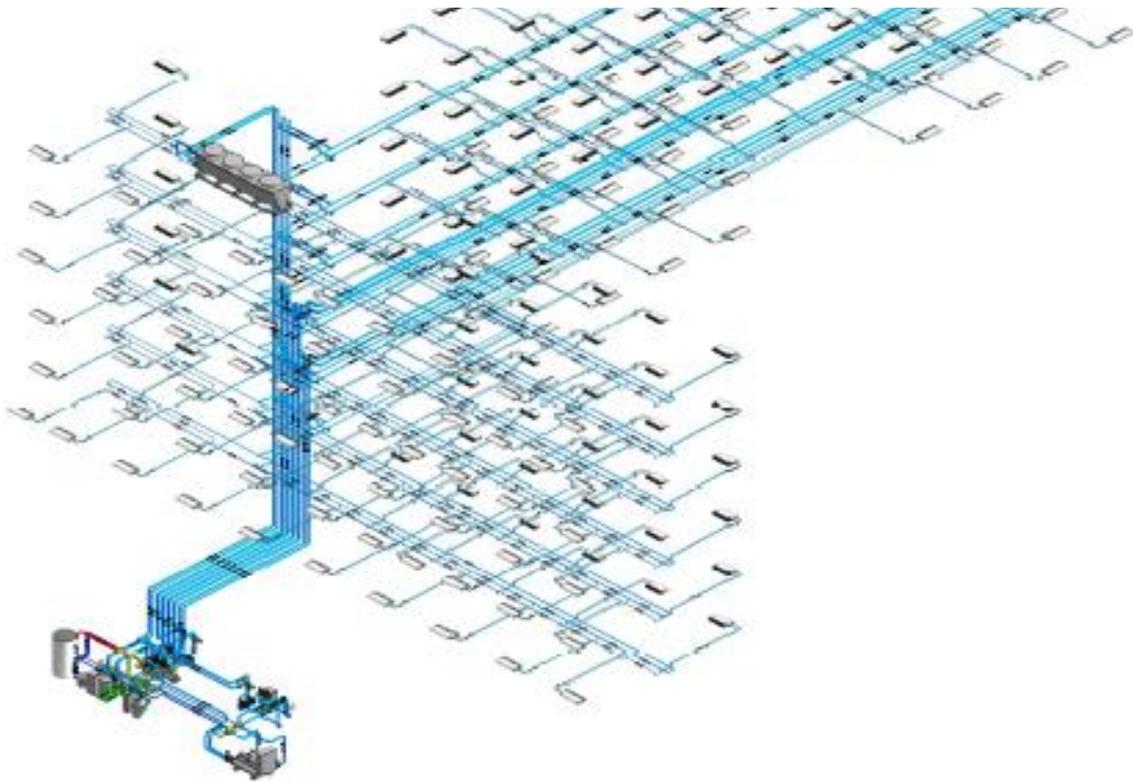


Bild 12 – Ausschnitt aus dem eingebauten Kaltwasser-Rohrnetz im Horion-Haus

4.5.3 Kühlwasserableitung für den Neubau am Ottoplatz

Für den Neubau des LVR Hauses am Ottoplatz wird eine weitere Brunnenanlage zur Gebäudekühlung errichtet. Diese dient vor allem der Rückkühlung der Wärmepumpe und Kältemaschinen sowie die Versorgung der Kühldecken in den Nutzungsbereichen.

Dazu werden im Nördlichen Mantelbau, in der Bodenplatte des 2. UG, zwei Brunnen mit einem Innendurchmesser von 1.300 mm errichtet. Jeder Brunnen ist mit einem Pumpenpaar und einer Förderleistung von jeweils 216 m³/h ausgestattet, so dass im Spitzenlastfall über die Brunnen eine Redundanz von 100 % gewährleistet ist.

Das nach der Nutzung im Gebäude erwärmte Brunnenwasser wird ebenfalls über das Einleitbauwerk unter dem Rheinboulevard in den Rhein eingeleitet. Dabei ist eine Einleittemperatur von maximal 28 °C einzuhalten.

Als Verbindung zwischen dem Neubauprojekt Ottoplatz und dem Einleitbauwerk wurde in der Zeit von Oktober 2022 bis Dezember 2023 eine erdverlegte Kühlwasserleitung DN 250 errichtet. Als Trassenverlauf dient ein Fuß- und Radweg auf einer Länge von ca. 190 m entlang der Opladener- und Mindener Straße bis zum Einmündungsbereich Mindener Straße, Siegesstraße. Zur Unterquerung der Mindener Straße wurde auf einer Länge von ca. 70 m, bei einer Verlegtiefe von ca. 8 m, die KVB-Trasse (Gleiströge) unterquert und im weiteren Verlauf auf dem LVR-eigenen Gelände entlang der Urbanstraße und südlich um das Landeshaus herum, bis zum Einleitbauwerk geführt.

Die Unterquerung der Mindener Straße und der Gleiströge erfolgte im Kölner Stollen-Verfahren. Der Stollen wurde in Spritzbetonbauweise erstellt und hat eine lichte Höhe von 1,80 m sowie eine Breite von 1,40 m. Nach Einbau der Kühlwasserleitung wurde der Stollen mittels eines fließfähigen, volumenbeständigen Stoffs verfüllt.



Bild 13 - Verlauf der Kühlwasserleitung zwischen dem Neubaubereich am Ottoplatz und dem Einleitbauwerk

4.5.4 Erzeugung von Wasserstoff an den LVR-Förderschulen

Viele Schulen des LVR bieten mit ihren Dachflächen eine ideale Möglichkeit zur Installation von PV-Anlagen. Allerdings steht das Erzeugungsprofil der PV-Anlagen im Gegensatz zum Bedarfsprofil der Schulen. Während die PV-Anlagen insbesondere in den Sommermonaten hohe solare Erträge produzieren, ist der elektrische Bedarf der Schulen in diesen Zeiten eher gering. Dies liegt unter anderem an den Ferienzeiten in diesen Monaten, in denen der Schulbetrieb reduziert ist. Zum anderen ist die erzeugte Leistung von PV-Anlagen um die Mittagszeit am höchsten. Der Schulbetrieb dauert jedoch nur bis zum frühen Nachmittag. Demgegenüber steht der hohe Energiebedarf der Schulen in den Wintermonaten durch Heizung und Beleuchtung. Die Wärmebereitstellung hat wiederum einen sehr großen Anteil an der CO₂-Bilanz des LVR.

Für die LVR-Gerricus Förderschule wurde eine PV-Machbarkeitsstudie zur Erweiterung der bestehenden Anlage erstellt. Die Ergebnisse stellten dar, dass bei einer installierten Leistung von 835 kW_p nur 26 % des erzeugten Stroms selbst genutzt werden könnten und 74 % als Überschuss eingespeist werden müssten. Auch mit einem Batteriespeicher mit einer Leistung von 240 kW ließe sich der Anteil der Eigennutzung nur auf 38 % erhöhen.

Aus den Überlegungen heraus, wie die erzeugte Energie vor Ort weitestgehend gespeichert und genutzt werden könnte, entstand in Kooperation mit der TH Köln die Masterarbeit zum Thema „Konzeptentwicklung zur lokalen Wasserstoffherzeugung mithilfe von Photovoltaik zur CO₂-neutralen Deckung des Wärmebedarfs der Gerricus-Schule“.

Der überschüssige Strom, würde vor Ort mit Hilfe einer Elektrolyseanlage in Wasserstoff umgewandelt. Überschussstrom würde in der Elektrolyse eingesetzt, um eine chemische Reaktion zu erwirken, bei der reines Wasser in seine Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff aufgespalten wird. Der daraus erzeugte Wasserstoff gilt als „grüner Wasserstoff“ und somit als klimaneutraler Energieträger, da der eingesetzte Strom aus erneuerbaren Energien stammt.



Bild 14 – Skizze der Dachflächen der Gerricus-Schule mit möglichen PV Anlagen
Quelle: LVR PV-Machbarkeitsstudie für die LVR-Gerricus Förderschule

Der erzeugte Wasserstoff könnte anschließend in Blockheizkraftwerken und Brennwertkesseln zur Wärmeerzeugung genutzt werden. Die Funktionsweise ist analog zur herkömmlichen Erdgastechnik. Die Brenner der technischen Anlagen müssten entsprechend auf die Verbrennung von Wasserstoff ertüchtigt werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Nutzung von selbst erzeugtem Wasserstoff bieten Brennstoffzellen. Hier würde der Wasserstoff unter Zuführung von Sauerstoff in einem chemischen Prozess wieder in Wasser umgewandelt. Die dabei freigesetzte elektrische

Energie und die entstehende Wärme können zur Energieversorgung der Schule genutzt werden. Da bei der Verbrennung von Wasserstoff kein CO₂ freigesetzt wird, ist der Einsatz von Wasserstoff im Wärmebereich neben dem Bezug von Ökostrom eine interessante Möglichkeit, eine vollständig treibhausgasneutrale Energieversorgung zu gestalten.

Neben den wasserstoffbasierten Verbrennungstechnologien wurde in der Masterarbeit auch die Nutzung einer Erdwärmepumpe zur Grundlastdeckung untersucht. Da die Gericus-Schule im Rahmen des Schulsanierungsprogramms saniert werden soll, wurden in Szenarien verschiedene Sanierungskonzepte in Kombination mit den oben genannten Wärmeerzeugungstechnologien untersucht. Dabei wurde geprüft, inwieweit eine autarke Energieversorgung möglich ist.

Die Speicherung des Wasserstoffs erfolgt in allen Szenarien in einem Druckspeicher, der eine hohe Speicherkapazität aufweist und als saisonaler Speicher dient. So könnte der Wärmebedarf im Winter durch die Wärmeerzeugung aus Stromüberschüssen des Sommers gedeckt werden.

Da unterschiedliche Szenarien betrachtet wurden, könnte je nach Kombinationen der Anlagentechniken sowohl ein Überschuss an Wasserstoff entstehen oder es müsste sogar zusätzlich Wasserstoff aus weiteren Quellen generiert werden, wenn die Eigenproduktion von Wasserstoff aus PV-Strom nicht ausreicht. In letzterem Fall müsste der übrige Wasserstoffbedarf durch Elektrolyse aus Netzstrom oder durch die Lieferung von Wasserstoff beispielsweise per LKW gedeckt werden. Beide Möglichkeiten können auch CO₂-neutral gestaltet werden. Bei der Deckung der Wärmegrundlast durch eine Wärmepumpe könnten wiederum sogar Wasserstoffüberschüsse entstehen. Eine schematische Übersicht des erstellten Modells ist in Bild 15 dargestellt.

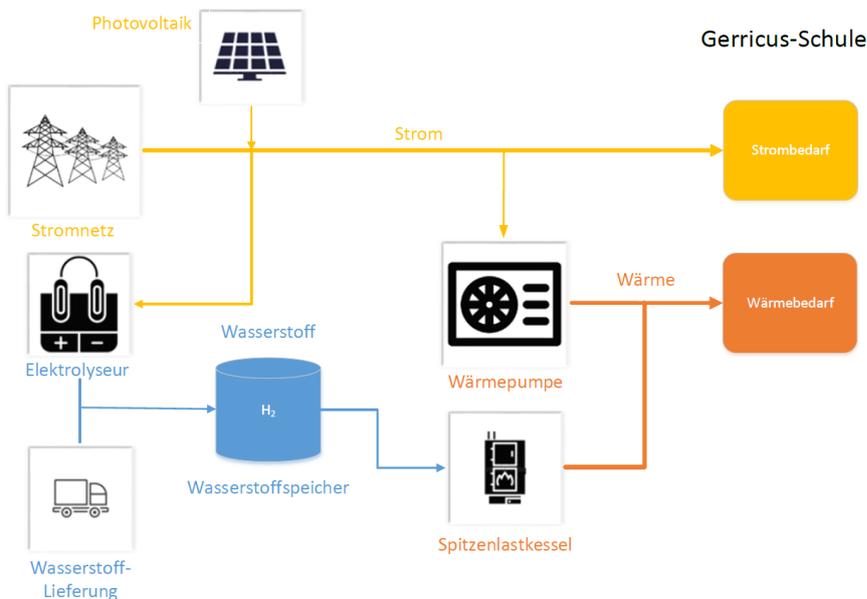


Bild 15 - Beispielkonzeptauslegung zur Wärmeversorgung der Gericus-Schule: Wärmepumpe in Verbindung mit einem Wasserstoff-Spitzenlastkessel

Die Ergebnisse zeigen, dass bei einer Senkung des Wärmebedarfs auf den Passivhausstandard und dem Einsatz einer effizienten Wärmepumpe über das Jahr betrachtet ein Wasserstoffüberschuss erzielt werden würde. Der Wasserstoffbedarf wäre in diesem Fall gering, da die Wärmegrundlast durch die Erdwärmepumpe bereitgestellt werden würde. Nur die Spitzenlast würde in diesem Szenario durch die Wasserstofftechnologien abgedeckt werden. Der Erdgasbezug würde vollständig entfallen, während der Strombedarf durch die Erdwärmepumpe deutlich ansteigen würde. Gleichzeitig würde sich der technische Aufwand der Energieversorgung durch die Integration einer Elektrolyseanlage und eines Wasserstoffspeichers erhöhen. Überschüssiger Wasserstoff könnte zur Betankung von Fahrzeugen oder zur Versorgung einer anderen Liegenschaft genutzt werden. Perspektivisch könnte überschüssiger PV-Strom auch direkt in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist werden, sobald der Wasserstoffbedarf der Gericus-Schule gedeckt und der maximale Wasserstoffspeicherstand erreicht wäre.

Die Wasserstofftechnologie befindet sich derzeit noch in der Entwicklung. Zwar wurden deutschlandweit bereits kleinere Projekte dieser Art erprobt, dennoch erfolgte keines an Standorten, die der Gericus-Schule ähneln, obwohl sich Schulen aufgrund der gegensätzlichen Verläufe von PV-Erzeugung und des Energiebedarfes besonders eignen würde. Für Wohnobjekte sind bereits modulare Komplettlösungen, bestehend aus einem Elektrolyseur, einem Wasserstoffspeicher und einer Brennstoffzelle, auf dem Markt erhältlich. Allerdings fehlen für sämtliche Anwendungsfälle die Langzeiterfahrungswerte. Die Technologien haben für den gewerbeähnlichen Maßstab zum Zeitpunkt der Erstellung der Masterarbeit noch keine vollumfängliche Marktreife erreicht und sind nur vereinzelt verfügbar. Im Vordergrund des öffentlichen Bestrebens steht derzeit die anteilige Beimischung von Wasserstoff von 20-30 % in das Erdgasnetz und nicht die Nutzung von Wasserstoff bei Letztverbrauchern. Die Entwicklung der Branche wird daher vorerst weiter beobachtet und weitere Studien sollten durchgeführt werden.

Gegenüber Batteriespeichern verfügt die Wasserstofftechnologie über hohe Speicherkapazitäten, die die Speicherung von Solarstrom aus den Sommermonaten bis in den Winter ermöglicht. Durch die hohen Erzeugungsüberschüsse in den Sommermonaten, die eine großzügig dimensionierte PV-Anlage produziert, rücken die Umwandlungsverluste, die die Wasserstofftechnologie mit sich bringt, in den Hintergrund.

5. Realisierte Einzelmaßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz

Im folgenden Kapitel werden verschiedenste Baumaßnahmen vorgestellt, die im Berichtszeitraum abgeschlossen wurden und sich durch Flächenzuwächse oder energetische Optimierungen der Liegenschaften positiv auf den Energiebedarf des LVR auswirken werden.

5.1 Realisierte Maßnahmen im Grundvermögen

Im Bereich des Grundvermögens wurden sowohl in der Zentralverwaltung als auch in den Schulen einige wegweisende Einzelmaßnahmen zur nachhaltigen Energienutzung umgesetzt (siehe Kapitel 4.5). Die meisten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz wurden im Rahmen des LVR-Investitionspakets und des Schulinvestitionsprogramms „Gute Schule 2020“ des Landes Nordrhein-Westfalen an Schulen durchgeführt.

5.1.1 Förderprogramm „Gute Schule 2020“

Das für diese Förderung erforderliche Maßnahmenpaket wurde mit Vorlage 14/1787 am 09.02.2017 durch den Landschaftsausschuss beschlossen und umfasst 13 Baumaßnahmen. Das Förderprogramm ist nicht ausdrücklich auf die Optimierung der Gebäudeenergieeffizienz ausgelegt, vielmehr lässt es eine Vielzahl von Optionen zu, die die bauliche und technische Situation der Schulen verbessern sollen. Die Verwaltung hatte diejenigen Vorhaben angemeldet, die aufgrund ihrer Priorität hinsichtlich des Sanierungsbedarfes oder der Erfordernisse der Schulentwicklung an erster Stelle standen.

Im Energiebericht 2017 bis 2019 wurden das Programm und die geplanten Vorhaben bereits in den Blick genommen und beschrieben; einzelne Projekte wurden bereits im letzten Berichtszeitraum abgeschlossen und in Kapitel 5 des letzten Energieberichts vorgestellt:

- LVR-Helen-Keller-Schule, Essen: Sanierung der Pflegebereiche und des Trinkwassernetzes
- LVR-Schule am Volksgarten, Düsseldorf: Sanierung der Dachflächen
- LVR-Berufskolleg, Fachschule für Sozialwesen, Düsseldorf: Sanierung Fenster, Fassade und Sonnenschutz
- LVR-Dietrich-Bonhoeffer-Schule, Bedburg-Hau: Erweiterung in Modulbauweise

Mittlerweile sind die Planungen und Realisierungen der im letzten Energiebericht vorgestellten Projekte fortgeschritten. Im Folgenden werden die im Berichtszeitraum 2020 bis 2022 realisierten Maßnahmen vorgestellt, während weitere Vorhaben, die sich

noch in der Umsetzung befinden, und weitere geplante Maßnahmen in Kapitel 0 zusammengefasst sind.

LVR-Kurt-Schwitters-Schule, Düsseldorf

Neubau einer Erweiterung mit Turnhalle und Sanierung des Bestands

Planungsbüro	Entwurf LVR / Architekt Andreas Godt Ausführung KPS-Architekten Köln
Baubeginn:	04/2018
Übergabe:	08/2021
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 15,426 Mio. €
Energetischer Baustandard:	Neubau Passivhaus
Bruttogrundfläche:	5.702 m ²
Nutzfläche:	3.207 m ²
Bruttorauminhalt:	24.084 m ³
Primärenergiebedarf:	Entsprechend Passivhaus bzw. EnEV



Bild 16 – Neue Turnhalle der LVR-Kurt-Schwitters-Schule Düsseldorf

Quelle: LVR-ZMB, A. Hiller

Beschreibung der Maßnahme:

Die Kurt-Schwitters-Schule wurde um einen Neubau mit Turnhalle erweitert. Das Bestandsschulgebäude wird derzeit bei laufendem Schulbetrieb saniert.



Bild 17 - Eingangsbereich
Quelle: LVR-ZMB, A. Hiller

Der südliche Teil des Bestandsgebäudes mit dem alten Foyer, der Aula und der Hausmeisterwohnung wurde abgerissen. An dieser Stelle entstand von Herbst 2018 bis August 2021 der Neubau mit einem Foyer, der Mensa, Klassenräumen und einer Turnhalle. Der Neubau wurde mit Beginn des Schuljahrs 2021 übergeben.

Anschließend wurde der nördliche Teil des Bestandsgebäudes entkernt. Die Kubatur des Bestandsgebäudes ist weitgehend erhalten geblieben, der Grundriss wurde neu geordnet und den modernen Erfordernissen angepasst, es entsteht bis Ende 2023 ein saniertes Bestandsgebäude, das die gültigen Anforderungen der EnEV erfüllt.

Der Neubau wurde in Massivbauweise errichtet mit Dachdecken in Holzkonstruktion. Die Fassade beider Gebäudeteile erscheint in Holzlamellenausführung mit Sockelpartien in Verblendmauerwerk. Bei der Konstruktion der Bauweise und Auswahl der Materialien

wurde besonders auf Langlebig-/ Nachhaltigkeit geachtet; dies gilt ebenso für die Wiederverwendung des vorhandenen Gebäudes statt Abriss und Neubau. Insgesamt entsteht ein Schulgebäude in heller und freundlicher Atmosphäre.

LVR-David-Ludwig-Bloch-Schule, Essen
Errichtung eines Neubaus für den Offenen Ganzttag

Planungsbüro	Knabben + Korbitza; Architektur und Tragwerksplanung
Baubeginn:	07/2019
Bauabschluss:	07/2021
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 6,086 Mio. €
Energetischer Baustandard:	Passivhaus
Bruttogrundfläche:	1.585 m ²
Nutzfläche:	760 m ²
Bruttorauminhalt:	6.897 m ³
Primärenergiebedarf:	81,1 kWh/(m ² a)



Bild 18 – Neubau OGS LVR-David-Bloch-Schule

Quelle: LVR-ZMB, A. Hiller

Beschreibung der Maßnahme:

Die David-Ludwig-Bloch-Förderschule in Essen wurde um einen Neubau für den Offenen Ganztag erweitert.

Das Grundstück befindet sich in einem Wohngebiet zwischen der bestehenden David-Ludwig-Bloch-Förderschule mit ca. 240 Schüler*innen der Klassen 1 bis 10 mit dem Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation und dem LVR-Kindergarten für Kinder mit demselben Förderschwerpunkt.

Auf dem 3.887 m² großen Grundstück ist ein zweigeschossiger Holzrahmenbau mit Teilunterkellerung für die Übermittagsversorgung und die Betreuung von ca. 96 Schüler*innen der Klassen 1-6 am Nachmittag entstanden.

Im Neubau befinden sich acht Gruppenräume, eine Mensa, eine Verteilerküche einschließlich der notwendigen Neben- und Personalräume. Die zweigeschossige zentrale Eingangshalle lädt mit ihren Sitzstufen zum Aufenthalt ein und durch die Sichtbeziehungen zum Obergeschoss kann dieser Raum zur Kommunikation genutzt werden, welche im Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation meist rein visuell erfolgt.

Die Außenwände des Erdgeschosses und des Obergeschosses sind in Holzrahmenbauweise mit 30 cm Dämmung ausgeführt. Die Fassade wurde mit langlebigen und pflegeleichten Trespa-Platten bekleidet. Die tragenden und nichttragenden Innenwände sind überwiegend in Holzrahmenbauweise ausgeführt.

Lediglich die zentrale Eingangshalle, das Fluchttreppenhaus und die Schächte wurden aus konstruktiven Gründen in Ortbeton hergestellt.

Die Decken über Erdgeschoss und 1. Obergeschoss wurden aus Kastenelementen, die einen hohen Vorfertigungsgrad besitzen und damit die Bauzeit verkürzen, erstellt. Unterseitig wurde eine Akustikdecke aus geschlitztem Holz in den Gruppenräumen und im Speisesaal montiert, in allen anderen Räumen wurden abgehängte Rasterdecken eingebaut. Der geschlossene Holzbau war bereits nach vier Wochen fertiggestellt.

Die Dachkonstruktion aus Holz wurde als Pultdach auf die oberste Geschossdecke aufgelegt und das Dach als Kaltdach ausgebildet. Im Falle einer Aufstockung wird die Konstruktion abgenommen und kann nach Errichten des 2. Obergeschosses wiederverwendet werden. Die Gebäudestatik ist konstruktiv schon für eine mögliche Aufstockung bemessen.

Aufgrund des Förderschwerpunkts wurden hohe Anforderungen an die Raumakustik gestellt. Die eingebauten Decken und Akustikpaneele an den Wänden erfüllen die Anforderungen und sorgen für eine Raumakustik nach Anforderungen an die Raumnutzung der DIN 18041.

Es ist eine aufgeständerte PV-Anlage im Einklang mit der Dachbegrünung verbaut. Die installierte Leistung beträgt 43,32 kW_p mit 122 Modulen. Die Energie ist zur Nutzung in der OGS und Schule vorgesehen.

LVR-Donatus-Schule, Pulheim

Sanierung der Pflegebereich und des Trinkwassernetzes

Planungsbüro	K. Kreimeyer-Kuebart, L. Reiter
Baubeginn:	05/2018
Bauabschluss:	05/2021
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 5,935 Mio. €



Bild 19 - Pflegebereich der Donatus-Schule in Pulheim

Quelle: LVR-ZMB, A. Hiller

Beschreibung der Maßnahme:

Es wurden verschiedenen Maßnahmen an der Donatus-Schule durchgeführt; Energieeinsparungen konnten durch die Erneuerung der Beleuchtung und die Sanierung des Trinkwassernetzes erzielt werden. Unter anderem wurden die Rohrquerschnitte angepasst und es wurden wassersparende Armaturen verbaut, sowie Warmwasserzapfstellen auf ein notwendiges Maß beschränkt.

LVR-Johann-Joseph-Gronewald-Schule, Köln Erweiterung / Neubau Kindergarten

Planungsbüro	DRATZ ARCHITEKTUR & STÄDTEBAU BDA, Oberhausen; pbundl architekten; potthast-becker und lindner partnerschaft mbB, Köln
Baubeginn:	08/2020
Bauabschluss:	10/2022
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 5,243 Mio. €
Energetischer Baustandard:	Passivhaus
Bruttogrundfläche:	1.363 m ²
Nutzfläche:	780 m ²
Bruttorauminhalt:	5.215 m ³
Primärenergiebedarf:	100 kWh/(m ² a)



Bild 20 – LVR-Förderschule für Hören und Kommunikation Köln – Erweiterung des Kindergartens
Quelle: LVR-ZMB, J. Esters

Beschreibung der Maßnahme:

Für die optimale Betreuung der stetig steigenden Anzahl von Kindern in der Frühförderung der Förderschule Hören und Kommunikation am Standort Biggestraße der Johann-Joseph-Gronewald-Schule in Köln wurde ein Neubau einer sechsgruppigen Kindertagesstätte im Passivhausstandard errichtet.

Das Gebäude ersetzt den bisher an selber Stelle verorteten eingeschossigen Bestandsbau aus dem Jahr 1959. Der Neubau ist zudem in allen tragenden und aussteifenden Bauteilen in Holzbauweise ausgeführt und verbindet somit die energetischen und ökologischen Vorzüge dieser Bauweise. Besonderes Augenmerk wurde auf eine, trotz der innerstädtischen und etwas beengten Lage, großzügige Gestaltung der Außenbereiche gelegt. Die Wärmeerzeugung erfolgt über eine Wärmepumpe mit einer Leistung von 18 kW.

5.1.2 Realisierte Maßnahme außerhalb des Förderprogrammes „Gute Schule 2020“

LVR-Max Ernst-Schule, Euskirchen Neubau von vier Internatsgebäuden

Planungsbüro	LVR, FB 31, Objektplanung: Architekturbüro Rongen GmbH, Wassenberg
Baubeginn:	08/2018
Bauabschluss:	04/2021
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 9,305 Mio €
Energetischer Baustandard:	Passivhaus
Bruttogrundfläche:	2.144 m ²
Nutzfläche:	1.656 m ²
Bruttorauminhalt:	7.460 m ³
Primärenergiebedarf:	70,83 kWh/(m ² a)



Bild 21 - LVR-Max Ernst Schule Euskirchen, 2. Bauabschnitt

Quelle: LVR-ZMB, D. Schmitz

Beschreibung der Maßnahme:

Die vorhandenen sechs Internatsbungalows in direkter Nachbarschaft zur LVR-Förderschule waren technisch, energetisch und konstruktiv überaltert und wurden auf

demselben Grundstück durch vier neue Internatsgebäude in zwei Bauabschnitten für insgesamt 32 Kinder ersetzt.

Die nahezu baugleichen, eingeschossigen Neubauten bestehen jeweils aus drei Gebäudeabschnitten: Der mittlere nimmt die Eingangszone mit den Wohn- und Aufenthaltsbereichen auf, während in den jeweils seitlich anschließenden Endabschnitten die Schlaf- und Sanitärbereiche der Kinder untergebracht sind.

Der mittlere Komplex ist mit einem zum Innenhof ansteigenden Pultdach, die beiden Endflügel mit begrünten Flachdächern überdeckt. Eine überdachte Veranda vor dem Wohn- und Essbereich zum Innenhof bietet wettergeschützte Spielmöglichkeiten und Sonnenschutz. Jeweils zwei L-förmige Wohngruppen eines Bauabschnittes gruppieren sich gedreht und gespiegelt um einen kleinen Spielhof, der an zwei gegenüberliegenden Seiten offen zugänglich ist.

Die vier Neubauten wurden, gemäß den LVR Regelstandards zum ökologischen und bauunterhaltsfreundlichen Bauen in einer nachhaltigen Holzrahmenbauweise errichtet, was sich auch konsequent in der Fassadengestaltung widerspiegelt. Die Dachflächen sind größtenteils extensiv begrünt.

Je zwei Wohngebäude werden von einer bivalenten Wärmeerzeugungsanlage, bestehend aus einer Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Grundversorgung und von einem Gas-Brennwertgerät für Spitzenlasten, ergänzt durch dezentrale Außenlüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung, versorgt.

**Jugendhilfe Rheinland Halfeshof Solingen
Sanierung Haus 5 mit neuer Bezeichnung Haus 17, Wohngebäude für zwei
Jugendgruppen**

Planungsbüro	Michael Schumann Architekten, Köln
Baubeginn:	01/2020
Bauabschluss:	06/2023
Genehmigte HU-Bau-Kosten	ca. 3,188 Mio €
Energetischer Baustandard:	EnEV im Einzelbauteilnachweis
Bruttogrundfläche:	2.127 m ²
Nutzfläche:	1.412 m ²
Primärenergiebedarf:	Keine Angaben aufgrund von Einzelbauteilnachweis



Bild 22 –Halfeshof der Jugendhilfe Rheinland, Haus 17

Quelle: LVR-ZMB, J. Esters

Beschreibung der Maßnahme:

Das aus zwei höhenversetzten Baukörpern bestehende Gebäude für zwei Jugendgruppen mit integrierten Klassen- und Werkräumen (Haus 17) auf dem Halfeshof in Solingen wurde Anfang der 1980er Jahre in Holzrahmenbauweise errichtet.

Die zunächst auf das Dach beschränkte Sanierung musste aufgrund eines bisher unbekanntem Wasserschadens um die Sanierung der Außenwände und der Fassade erweitert werden. Im Rahmen der Baumaßnahme erhielt das Dach eine 16 cm Holzfaserdämmung und die Fassade eine 18 cm Mineralwolldämmung sowie eine Trapezblechverkleidung. Ebenso wurden die Bäder, die Wasserver- und -entsorgung sowie die Elektrotechnik erneuert. Das Gebäude erhielt LED-Beleuchtung und eine kontrollierte Wohnraumlüftung.

Mit der Umsetzung der geschilderten Sanierungsmaßnahmen konnte das Gebäude auf EnEV-Niveau gebracht und die Verbrauchskosten deutlich gesenkt werden. Eine Photovoltaik- oder eine Solarthermieanlage als auch ein Gründach waren aufgrund der statischen Konstruktion nicht möglich.

LVR-Heinrich-Welsch-Schule, Köln Lieferung und Aufbau von Klassenraumcontainern

Planungsbüro	LVR FB 31, Diana Flügge-Schütz, Carsten Allrich
Baubeginn:	11/ 2020
Bauabschluss:	12/ 2021
Genehmigte HU-Bau-Kosten	ca. 567.000,- €
Energetischer Baustandard:	EnEV 2014 (ab 2016)
Bruttogrundfläche:	227 m ²
Nutzfläche:	197 m ²



Bild 23 - Klassenraumcontainer der LVR Heinrich-Welsch-Schule

Quelle: L. Reiter

Beschreibung der Maßnahme:

Aufgrund stark gestiegener Schülerzahlen an der Heinrich-Welsch-Schule in Köln mit dem Förderschwerpunkt Sprache wurde zur Aufrechterhaltung des geordneten Schulbetriebs die Bereitstellung zusätzlicher Räumlichkeiten erforderlich. Im eingeschossigen Altbau aus den 70er Jahren konnten keine zusätzlichen Räume bereitgestellt werden.

Da sich das Hauptgebäude und das Grundstück im Eigentum der Stadt Köln befindet, sollte ein nachhaltiges Gebäude in standardisierter Modulbauweise, bestehend aus zwei Klassenräumen und einem Gruppenraum, mit dazugehöriger WC-Anlage und Technikraum realisiert werden. Diese Bauweise wurde außerdem gewählt um dem kurzfristigen Bedarf Rechnung zu tragen und von der durch die Vorfertigung verkürzten Bauzeit zu profitieren.

Die Zuwegung erfolgt über eine barrierefreie Rampenanlage gegenüber dem Haupteingang. Unter Beteiligung des Umweltamtes der Stadt Köln konnte die große Platane, die sich seitlich neben dem Gebäude befindet, durch besondere Maßnahmen im Bereich der Fundamentierung geschützt und erhalten werden. Die Energieversorgung erfolgt durch Anbindung an den Altbestand.

5.2 Realisierte Maßnahmen in Kliniken

Im Folgenden werden bereits umgesetzte Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in den Kliniken erläutert. Sofern an den Standorten nur kleinere Einzelmaßnahmen umgesetzt wurden, die sich im Kontext größerer, noch laufender Maßnahmen und Planungen finden, werden diese zusammen mit den geplanten Maßnahmen in Kapitel 6.2 aufgeführt.

5.2.1 LVR-Klinik Bedburg-Hau

Neubau eines Stationsgebäudes

Allgemeine Psychiatrie und Gerontopsychiatrische Tagesklinik

Planungsbüro	LVR, FB 31, Heribert Hardt, Sander Hofrichter Architekten, Düsseldorf
Baubeginn:	2016
Bauabschluss:	2020
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 21,916 Mio. €
Energetischer Baustandard:	Passivhaus
Bruttogrundfläche:	7.568 m ²
Nutzfläche:	3.892 m ²
Bruttorauminhalt:	31.754 m ³
Primärenergiebedarf:	119,9 kWh/(m ² a)



Bild 24 - LVR Klinikum Bedburg-Hau, Neubau eines Stationsgebäudes

Quelle: LVR-ZMB, A. Hiller

Beschreibung der Maßnahme:

Der Neubau des Aufnahmezentrums (Haus 56) wurde in direkter Anbindung an das bestehende Stationsgebäude „Föhrenbachklinik“ errichtet. Es wurde als Passivhaus für

insgesamt 92 Patient*innen erbaut. Das Gebäude besteht aus dem Eingangsgebäude (Bauteil A) und dem Stationsgebäude (Bauteil B). Das dreigeschossige Eingangsgebäude liegt zwischen der bestehenden Föhrenbachklinik und dem neuen Stationsgebäude und verbindet diese.

Eingangsgebäude und Stationsgebäude sind barrierefrei über eine offen gestaltete Grünfläche erreichbar. Die Notaufnahme für das Haus 56 befindet sich auf der Rückseite der Pforte und wird über eine eigene Zufahrt von Westen her erschlossen. In unmittelbarer Nähe zur Notaufnahme befinden sich auch die Räumlichkeiten der Ambulanz. Im ersten Obergeschoss ist eine gerontologische Tagesklinik für zwölf Patient*innen untergebracht.



Bild 25 - Atrium „Lichthof“
Quelle: LVR-ZMB, A. Hiller

Das Stationsgebäude mit einer Länge von ca. 108 m ist zweigeschossig, wobei die fast baugleichen Grundrisse im Erdgeschoss und ersten Obergeschoss insgesamt 80 Patient*innen auf vier psychiatrischen Stationen aufnehmen können. In den Kernbereichen der Stationen befindet sich das vollverglaste Atrium, welches für Tageslicht im Gebäude bis tief in die angrenzenden Räume bzw. Flur- und Wartezonen sorgt. Alle Funktionsbereiche sind für das Personal über die umlaufenden Flure der Stationen, die am Atrium liegen, erreichbar. Das Atrium im Erdgeschoss kann von Mitarbeitenden und Patient*innen zum Aufenthalt genutzt werden.

Die Zimmer für Patient*innen sind als Doppelzimmer mit eigener Nasszelle konzipiert. Pro Station steht ein ebenfalls barrierefreies Zimmer zur Verfügung. Die Dienstzimmer sowie die Arzt- und Untersuchungsräume befinden sich direkt auf den jeweiligen Stationen. Diese verfügen alle über einen offen gestalteten Aufenthalts- und Essbereich.

Das anspruchsvolle Technikkonzept des Neubaus sieht neben einer hocheffizienten Lüftungsanlage eine thermische Betonkernaktivierung in den Decken vor, die im Winter zum Beheizen und im Sommer zum Kühlen der Räumlichkeiten genutzt wird. Weitere energiesparende Besonderheiten wie Hocheffizienzpumpen bei der Energieverteilung und der Einsatz von LED-Technik bei der Beleuchtung im Gebäude sind Bausteine zur Erreichung des Passivhausstandards mit dem Ziel eines ressourcenschonenden Energie-Gesamtkonzeptes.

Das statische Konzept sieht vorausschauend vor, dass das Stationsgebäude zu einem späteren Zeitpunkt über die gesamte Grundrissfläche um ein Geschoss aufgestockt werden kann. Konstruktive und technische Vorkehrungen für eine solche Erweiterung sind bereits heute getroffen.

Die höhenversetzten Flachdächer des Aufnahmezentrums (Haus 56) wurden als extensiv begrünte Dachflächen ausgebildet. Das auf diesen Flächen anfallende Niederschlagswasser/Regenwasser wird nicht in die Kanalisation eingeleitet, sondern über im Boden liegende Entwässerungseinrichtungen bzw. Entwässerungsschichten in den Außenanlagen versickert und somit vollständig dem Grundwasser zugeführt.

5.2.2 LVR-Klinikum Düsseldorf

Neubau eines Diagnostik-, Therapie- und Forschungszentrums (DTFZ)

Planungsbüro	LVR, FB 31, Renate Buciek, Michael Schulte, Objektplanung: Architekten RDS Partner Planungsgesellschaft mbH, Hattingen
Baubeginn:	09/2014
Bauabschluss:	05/2021
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 64,796 Mio. €
Energetischer Baustandard:	Passivhaus
Bruttogrundfläche:	27.800 m ²
Nutzfläche:	13.575 m ²
Bruttorauminhalt:	109.378 m ³
Primärenergiebedarf:	117 kWh/(m ² a)



Bild 26 - LVR Klinikum Düsseldorf, Neubau DTFZ

Quelle: LVR-ZMB, A. Hiller

Beschreibung der Maßnahme:

Der Neubau des Diagnostik-, Therapie- und Forschungszentrums (DTFZ) für das LVR-Klinikum Düsseldorf ist der erste und umfangreichste Bauabschnitt zur Umsetzung des Konzeptes, die zentralen Funktionsbereiche der medizinischen Infrastruktur im Westen des Klinikgeländes zu arrondieren.

Nach dem Rückbau von drei bestehenden Klinikgebäuden wurde der erste Bauabschnitt des DTFZ als neues zentrales Herzstück des Geländes errichtet.

Der Neubau umfasst insgesamt 13 Stationen mit 287 Betten und 8 tagesklinischen Plätzen sowie zahlreiche Funktionsbereiche. Das Gebäude besteht aus zwei Riegeln, die durch eine zentrale dreigeschossige Eingangshalle verbunden sind. Der nördliche Bauteil ist fünfgeschossig, der südliche Bauteil viergeschossig. Das Grundrisskonzept ermöglicht die ebenerdige Anordnung der Stationen um einen Innenhof, wodurch in beiden Gebäudeteilen jeweils zwei Atrien entstehen.

Im Erdgeschoss des Gesamtgebäudes befinden sich verschiedene Funktionsbereiche, Laborbereiche sowie die zentrale Aufnahme und die Institutsambulanz. In den Obergeschossen ist Platz für sechs allgemeinpsychiatrische Stationen, die somatische Neurologie inkl. Schlaganfallspezialstation, gerontopsychiatrische Pflegebereiche inkl. einer Wahlleistungsstation und beherbergt im 4. Obergeschoss des Bauteils Nord die Wahlleistungsstation der Allgemeinpsychiatrie mit hochwertigem Ausstattungsumfeld.

Die statische Grundstruktur des Gebäudes bildet eine Stahlbetonskelettkonstruktion mit unterzugsfreien Stahlbetonflachdecken. Die nichttragenden Innenwände sind je nach Anforderung teilweise als Beton- und Mauerwerkswände ausgeführt. Um eine hohe Flexibilität in der Raumaufteilung zu gewährleisten, wurde der überwiegende Teil der Innenwände in leichter Skelettbauweise errichtet.

Die Fassade ist als langlebige, hinterlüftete Vorhangfassade mit leichten Fassadenplatten und Fassaden-Glaselementen in Farbverläufen ausgeführt und verleiht dem Gebäude ein modernes, freundliches Erscheinungsbild.



Bild 27 - LVR Klinikum Düsseldorf,
Dachterrassenbereich

Quelle: LVR-ZMB, A. Hiller

Der obere Gebäudeabschluss ist als extensiv begrüntes Flachdach und in Teilbereichen als begehbare Dachterrassen mit intensiv begrüntem Bereich ausgebildet. Die Dachterrassenbereiche sind für die Patient*innen der jeweiligen Stationen zugänglich.

Während der gesamten Planungsphase wurden die LVR-Standards für ökologisches Bauen sowie die Standards zum

baureinigungs- und bauunterhaltungsfreundlichen Bauen berücksichtigt und im weiteren Bauprozess umgesetzt.

5.2.3 LVR-Klinik Langenfeld

Errichtung einer Fahrradremise

Planungsbüro	Planung durch die Technische Abteilung der LVR-Klinik Langenfeld
Baubeginn:	02/2022
Bauabschluss:	06/2022
Erstellungskosten	73.000 €
Bruttogrundfläche:	42 m ²
Erneuerbare Energien:	Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 2 kW _p und Stromspeicher 2,4 kWh

Beschreibung der Maßnahme:

Zur Förderung der klimaneutralen Mobilität wurde auf dem Gelände der LVR-Klinik Langenfeld eine neue Fahrradremise errichtet. Die Fahrradremise bietet Platz für bis zu 20 Fahrräder von Mitarbeitenden und ist zum Abstellen und zum Sichern der einzelnen Fahrräder mit Fahrradbügeln ausgestattet. Zudem ist die Fahrradremise abschließbar.



Bild 28 - Fahrradremise

Die Fahrradremise ist durch eine Photovoltaikanlage mit Stromspeicher elektrisch autark. Die Photovoltaikanlage mit Speicher ermöglicht sowohl die Beleuchtung der Fahrradremise als auch die Lademöglichkeit für E-Bikes bzw. Pedelecs.

Diese Maßnahme ist ein Beitrag zur Förderung der nachhaltigen Mobilitätsmöglichkeiten für Mitarbeitende.

5.2.4 LVR-Klinik Viersen

Neubau eines Stationsgebäudes und Sanierung Haus 12

Planungsbüro	LVR, FB 31, Hermann Kolfen, Objektplanung: Sander Hofrichter Architekten
Baubeginn:	2016
Bauabschluss:	2020
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 32,719 Mio. €
Energetischer Baustandard:	Passivhaus
Bruttogrundfläche:	13.900 m ²
Nutzfläche:	6.119 m ²
Bruttorauminhalt:	55.450 m ³
Primärenergiebedarf:	116 kWh/(m ² a)



Bild 29 - LVR Klinikum Viersen, Neubau eines Stationsgebäudes

Quelle: LVR-ZMB, A. Hiller

Beschreibung der Maßnahme:

Der Neubaukomplex als Ersatz für das bestehende Standard-Bettenhaus gliedert sich in ein viergeschossiges Stationsgebäude und ein eingeschossiges Eingangsgebäude, das gleichzeitig als Scharnier den Neubau mit dem unter Ensembleschutz stehenden Altbau (Haus 12) verbindet. Dieses Bestandsgebäude wurde in die Funktionen des Neubaus

integriert, bleibt aber als eigenständiges Gebäude sichtbar und übernimmt eine identitätsstiftende Rolle in Verbindung mit dem raumgreifenden Neubau, der sich mit seiner klaren Architektursprache in die Parkstruktur des Klinikums einfügt.



Von der zentralen Eingangshalle im Erdgeschoss führt ein teiltransparenter Verbindungsgang zum Erschließungskern des dahinterliegenden kammförmigen Stationsgebäudes. Sieben Stationen auf vier Geschossen und der Therapiebereich im zweiten Obergeschoss werden über zwei barrierefreie Personenaufzüge und ein Treppenhaus erschlossen. Insgesamt stehen auf sieben Stationen 134 Betten und sieben Krisenzimmer zur Verfügung.

Bild 30 - Symbiose Neubau und Denkmalschutz

Quelle: LVR-ZMB, A. Hiller

Das Haus 12 wurde in enger Abstimmung mit dem Denkmalschutz saniert. Hier sind nun mit der Cafeteria und der Ausgabeküche im Erdgeschoss sowie der Verwaltung mit Besprechungsräumen im Obergeschoss denkmalverträgliche Nutzungen angeordnet, die gut in die historisch vorgegebene Grundrissstruktur des Gebäudes integriert werden konnten.

Der Neubau wurde nach Passivhausstandard errichtet und erhielt eine extensive Dachbegrünung, eine Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung sowie eine thermische Solaranlage.

5.2.5 LVR-Klinikum Essen

Neubau einer PV-Anlage

Planungsbüro	Technische Abteilung des LVR Klinikums Essen, Harald Schamberg
Baubeginn:	08/2021
Bauabschluss:	09/2022
Erstellungskosten:	193.000 €



Bild 31 – Photovoltaik-Anlage des LVR Klinikums Essen

Beschreibung der Maßnahme:

In der LVR-Universitätsklinik Essen wurde von August 2021 bis September 2022 am Standort Virchowstr. 174 eine neue Photovoltaikanlage errichtet. Auf vier verschiedenen Dachflächen wurden insgesamt 243 monofaziale Solarmodule verbaut, die jeweils eine Leistung von 370 Wp erzeugen können. Somit ergibt sich eine Gesamtleistung von 89,9 kW_p.

Jedes einzelne Modul hat eine Größe von 1756x1039 mm und ein Gewicht von 21 kg. Die Module werden mit Ballaststeinen beschwert und fixiert, damit diese nicht durch starken Wind in Mitleidenschaft gezogen werden können.

Im Inneren des Gebäudes sind fünf Wechselrichter verbaut, die den erzeugten Gleichstrom in Wechselstrom umwandeln. Alle Wechselrichter werden zusammengeschaltet um die volle Leistung erzeugen zu können. Jeder Wechselrichter ist über das Internet mit dem sogenannten Sunny-Portal verbunden um die einzelnen Erträge auslesen zu können. Auf einem Monitor im Erdgeschoss können somit die Stunden-, Tages-, Wochen-, Monats- und Jahreserträge genau abgelesen werden. Zusätzlich sind alle Daten über einen Laptop oder eine Handy-App einsehbar.

6. Ausblick auf Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz

Im Folgenden werden Einzelmaßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz vorgestellt, die entweder bereits in der Ausführung sind oder sich derzeit in Planung befinden. In Kapitel 6.2 werden im Rahmen von Sachstandsberichten zusätzlich umgesetzte Maßnahmen im Sondervermögen vorgestellt und der energetische Sachstand dargelegt.

6.1 Ausblick auf Maßnahmen im Allgemeinen Grundvermögen

6.1.1 Einführung eines Messstellenkonzepts im Allgemeinen Grundvermögen

Nach erfolgreichem Vergabeverfahren startete im Jahr 2022 der Einführung des Messstellenkonzeptes in den Liegenschaften der Zentralverwaltung, der Schulen und der Kulturinrichtungen des LVR mit einem einheitlichen Messstellenbetreiber als Grundstein für das Energiedatenmanagementsystem (EDM-System). Die Einführung eines Messstellen- und Zählerkonzeptes sowie eines EDM-Systems in den genannten Liegenschaften dient der Erfüllung der Anforderungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes, des Stromsteuergesetzes sowie des Energiesteuergesetzes und der Umsetzung des Arbeitspunktes 2.1.2 „Energiedatenmanagement“ aus dem „Integrierten Klimaschutzkonzept des LVR“. Die Umsetzung eines Messstellenkonzeptes in den Kliniken erfolgt durch die diese in Eigenregie.

Die Liegenschaften des LVR beziehen derzeit verschiedene Arten von Energieträgern wie Strom, Fernwärme, Erdgas, Flüssiggas, Heizöl, Holzpellets und Wasser. Darüber hinaus wird Strom in Eigenerzeugungsanlagen (BHKW und PV-Anlagen) erzeugt. Der eigen- und fremderzeugte Strom wird gegebenenfalls an Dritte wie beispielsweise Kantinenpächter weitergegeben. Ebenso erfolgt die Weitergabe von Wärme und Wasser an Dritte. In diesem Zusammenhang sind strom- und energiesteuerrechtliche Vorgaben zu beachten. Ausgehend von den individuellen Anforderungen der jeweiligen Gesetze bedeutet dies, dass u. a. folgende Daten zur Stromerfassung messtechnisch erfasst und revisions sicher dokumentiert werden müssen:

- a. Fremdstrombezug (Ökostrom vom Stromlieferanten)
- b. In Blockheizkraftwerken (BHKW) und Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) eigenerzeugter Strom
- c. Messtechnische und zeitgleiche Erfassung, der Stromweitergabe an Dritte (Mieter von Objekten, Kantinenpächter etc.)
- d. LVR-Eigenstrombedarf

Dazu werden je Dienststelle geeignete Stromzähler in den vorhandenen Stromunterverteilungen installiert. Die Stromzähler erhalten einen Netzwerkanschluss,

um eine automatisierte Zählerfernauslesung zu realisieren. Die Stromzähler werden so installiert, dass diese den Stromfluss von den o.g. Punkten erfassen, im Viertelstundenintervall messen und elektronisch speichern. Diese Messdaten werden dann über die installierte Netzwerkanbindung an eine Datenbank übermittelt, dort revisionsicher archiviert und zur weiteren Verarbeitung bereitgestellt.

Um dieser gesetzlich geforderten Art der Datenerfassung gerecht zu werden, wurde für die zuvor genannten Dienststellen ein wettbewerblicher Messstellenbetreiber (wMSB) beauftragt, der die o. g. Daten entsprechend den gesetzlichen Anforderungen in den Liegenschaften elektronisch (fernauslesbar) erfasst, aufbereitet und entsprechende Messwerte und Auswertungen in einem Energiedatenmanagementsystem zur Verfügung stellt. Diese Energiedaten sollen zukünftig wiederum über Schnittstellen zur Verfügung gestellt werden, um z. B. im CAFM-System eine Verknüpfung von gemessenen Energiedaten und abrechnungsrelevanten Daten herzustellen.

Im zweiten Projektschritt werden darüber hinaus weitere relevante Energiedaten wie Erdgas, Fernwärme, Wasser etc. der Hauptverbraucher auf Basis der Anforderungen der DIN EN ISO 50001, die Bestandteil der EMAS-Zertifizierung ist, erfasst (siehe Kapitel 7.1). Gleichzeitig wird mit der Umsetzung dieses Projektschrittes dem im Energiebericht 2017 - 2019 angekündigtem Aufbau eines ganzheitlichen Energiemanagements Rechnung getragen.

Die beiden Projektschritte sind im folgenden Flussdiagramm schematisch dargestellt (erster Schritt orange, zweiter Schritt grün).

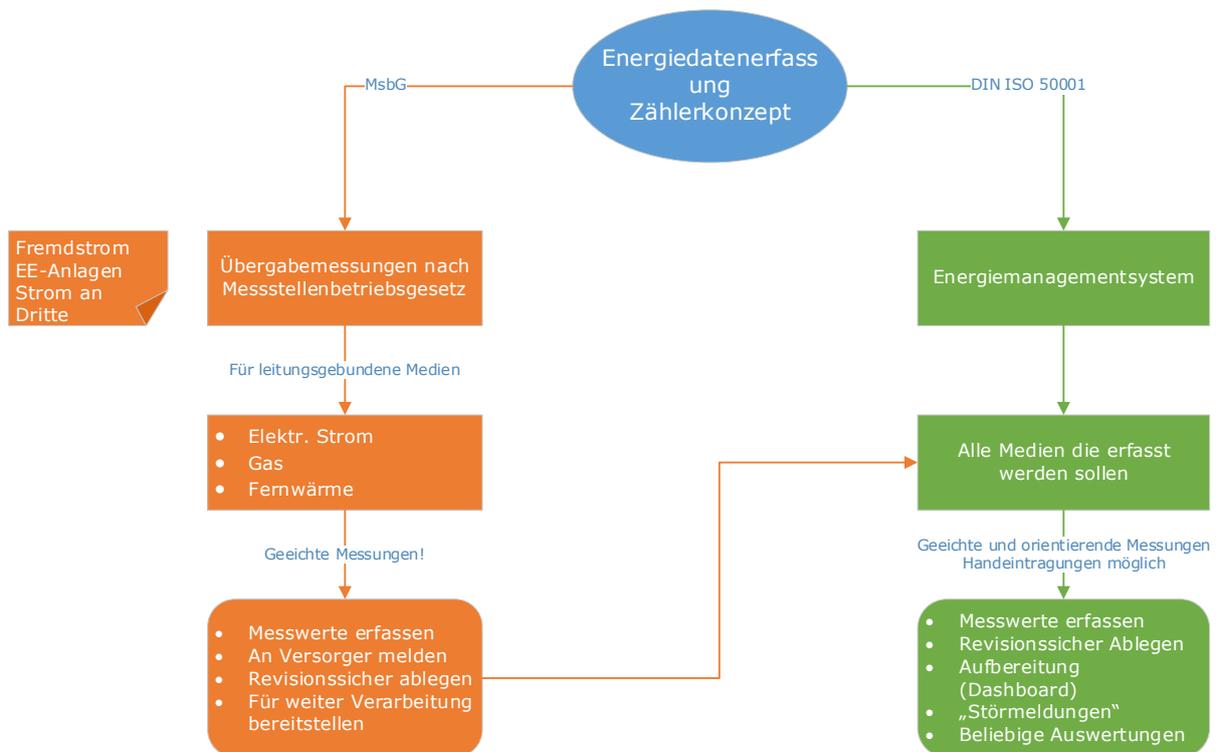


Bild 32 – Projektschritte Messstellenprojekt

Darüber hinaus werden weitere interne Messungen wie z. B. Wärmemengenmessungen an BHKW, Heizungs- und Kühlanlagen installiert. Ziel ist die automatisierte Vernetzung aller relevanten Energiedaten in einem zentralen Energiedatenerfassungssystem, in dem die Energiedaten erfasst, analysiert, verknüpft und ausgewertet werden können. Energiedatenerfassungssysteme, die bereits heute in einigen Kliniken implementiert sind, sollen weiterhin genutzt werden und die vom Messstellenbetreiber erhobenen Energiedaten aus dem ersten Projektschritt sollen zur effektiveren Arbeitsweise eingelesen werden.

6.1.2 Einführung eines Energiemanagementsystems

Ein Energiemanagement besteht grundsätzlich aus den Basiskomponenten der Energiedatenerfassung (siehe Kapitel 6.1.1) und einem Energiedatenmanagementsystem. Mit Hilfe des Energiemanagements können die Energieströme im Betrieb und die zugehörigen Energieträger erfasst und analysiert werden, um darauf aufbauend Verbesserungsideen und Optimierungsstrategien zu entwickeln, diese hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit zu bewerten und anschließend umzusetzen. Das Energiemanagement hilft somit bei der Entscheidung, welche Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz den größtmöglichen Effekt erzielen und ermöglicht es, den Erfolg der Maßnahmen zu erfassen und zu überprüfen. Um auch langfristig eine Verbesserung der Energieeffizienz zu erreichen, setzt sich der LVR organisationsweite Treibhausgasziele und leitet daraus Maßnahmenpläne wie das Schulsanierungskonzept ab. Die Zielerreichung wird zukünftig über das Energiemanagement anhand von Kennzahlen verfolgt. Darüber hinaus kann das Energiemanagement durch die Transparenz der liegenschaftsbezogenen Energiedaten die Optimierung der organisatorischen und technischen Abläufe im Betrieb unterstützen. So können beispielsweise Zuständigkeiten für energierelevante Prozesse geregelt, Kommunikationsabläufe festgelegt und die notwendigen Kompetenzen der Mitarbeitenden weiter vertieft werden.

Das Energiedatenmanagementsystem wird zukünftig enge Schnittstellen zum CAFM-System haben und soll 2024 in die Nutzung gehen. Bis dahin wird die Plattform des Messstellenbetreibers für die Visualisierung der Energiedaten genutzt. Dort sind jedoch keine Auswertungen möglich.

6.1.3 Neubau des LVR-Hauses am Ottoplatz (Zentralverwaltung)

Aus einem Architektenwettbewerb mit 24 teilnehmenden Planungsbüros ging der Konzeptentwurf des Aachener Büros Kada Wittfeld als Sieger hervor. Neben der Optimierung der betrieblichen Abläufe und einer wirtschaftlichen, nachhaltigen Raumausnutzung und Planung, ist die Förderung der internen Kommunikationsstrukturen ein wichtiges Ziel des Entwurfs.

Das Neubauvorhaben mit ca. 37.000 m² BGF (R) entsteht an der Stelle des ehemaligen „LVR-Hauses“. Mit dem Neubau wird die räumliche Zusammenführung der Dezernate

innerhalb der LVR-Zentralverwaltung angestrebt, welche derzeit verteilt über den Stadtteil Deutz in angemieteten Gebäuden untergebracht sind.



Bild 33 - Planungsentwurf „Neues LVR-Haus“

Quelle: © Drees & Sommer SE / kadawittfeldarchitektur gmbh

Ein wesentlicher Aspekt des Entwurfes ist ein objektbezogenes Nachhaltigkeitskonzept. Angestrebt wird, das Gebäude hinsichtlich der Nachhaltigkeit nach dem ‚Platin-Status‘ der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) zertifizieren zu lassen. Darüber hinaus werden Materialien und Bauweisen hinsichtlich ihres Lebenszykluses untersucht und, wo möglich und wirtschaftlich vertretbar, nach den Kriterien des zirkulären Bauens eingesetzt.

Die Fassade wird mit einer hochwertig isolierenden Dreifachverglasung zur Minimierung der Wärmeverluste und zum Schutz vor Verkehrslärm ausgeführt. Als Verkleidungsmaterial ist die Fassadenstruktur mit keramischen Lisenen aus natürlichen Baustoffen geplant. Die Dachflächen der Mantelbebauung werden dabei vollflächig als Dachgärten zur Nutzung ausgebaut. Eine intensive Begrünung, befestigte Wege und diverse Nutzungsangebote gliedern die Dächer und verleihen dem Neubau eine ökologische Wahrnehmung. In dieser Konsequenz wird auch der Vorplatz und Innenhof als natürlich wirkende Begrünung in das Projekt einbezogen.

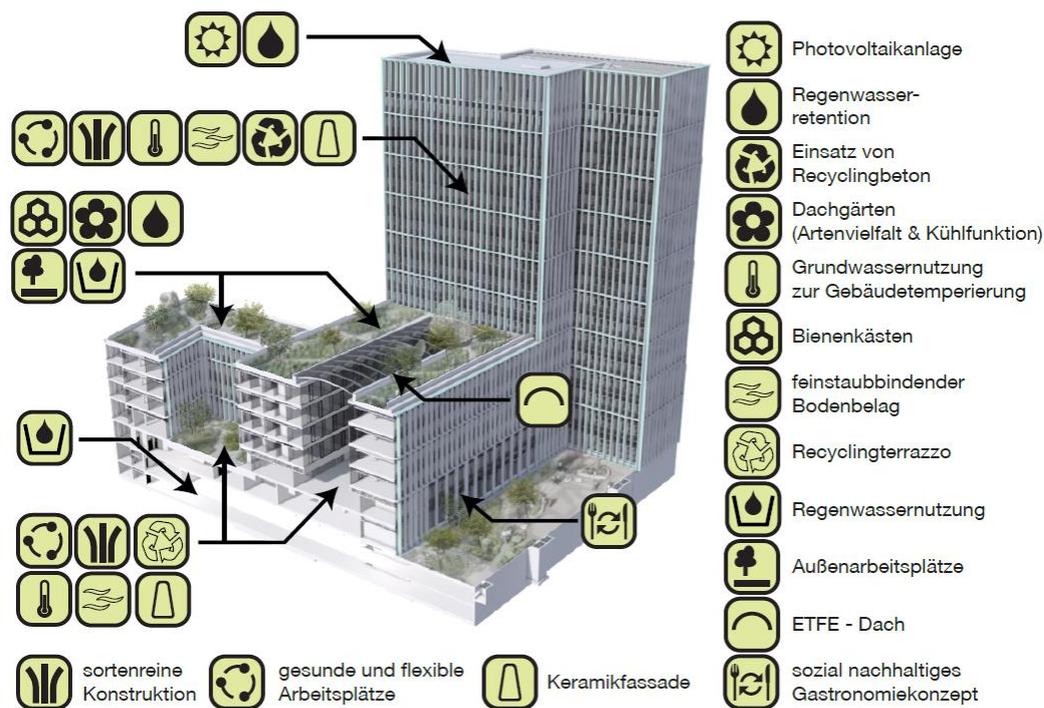


Bild 34 - Schaubild des Nachhaltigkeits- und Energiekonzeptes des Neubaus vom LVR-Haus

Quelle: © Drees & Sommer SE / kadawittfeldarchitektur gmbh

Ein weiterer, wichtiger Baustein ist das Energiekonzept des Neubaus. Das beinhaltet u. a. einen nachhaltigen und effizienten Betriebsprozess für das Gebäude mit den folgenden Merkmalen:

- Der spezifische Jahres-Primärenergiebedarf laut aktuell gültiger Energieeinsparverordnung liegt für ein entsprechendes Referenzgebäude bei 90 kWh/m²a. Nach Zielplanung für den Neubau liegt der entsprechende Wert bei 63 kWh/m²a; Dies bedeutet neben der energetischen Einsparung zudem eine Einsparung im Bereich der CO₂-Emissionen von 16,41 kg/(m²a).
- Um ein hohes Behaglichkeitsgefühl zu erhalten, wurde ein Raumklimakonzept entwickelt, mit welchem der effiziente Energieeinsatz gestaltet werden kann. So ist ein hoher Glasanteil vorhanden, um den Tageslichtanteil zu erhöhen. Die künstliche Beleuchtung wird mit LED-Beleuchtungstechnik umgesetzt. Bewegliche Verschattungselemente dienen dazu, das Aufheizen der Räumlichkeiten bei Sonneneinstrahlung gering zu halten. Die Frischluftzufuhr erfolgt über „Heiz-Kühl-Decken“, was den Einsatz regenerativer Energiequellen ermöglicht und Wärme- / Kälteverluste minimiert.
- Zu Heiz- und Kühlzwecken wird die Energie dezentral bereitgestellt. Das bedeutet, dass die Wärme- bzw. Kälteleistung über Fernwärme und Kältemaschinen / Wärmepumpen mit Grundwassernutzung realisiert werden.

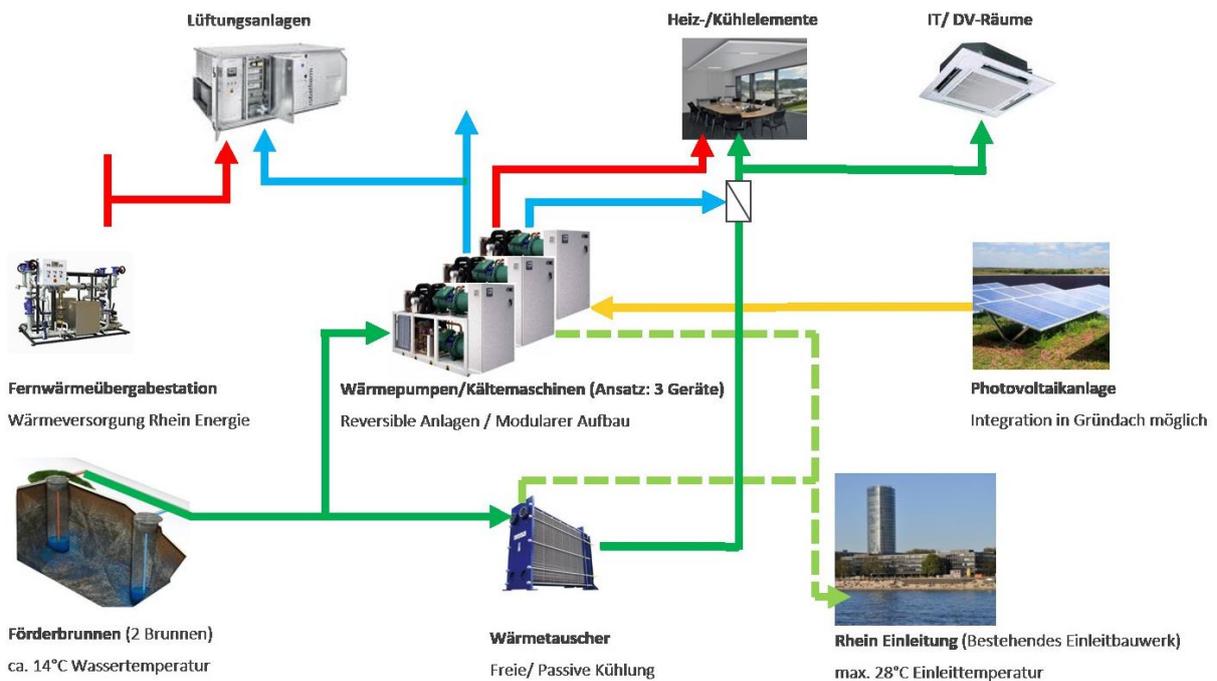


Bild 35 - Prinzipschema Wärme- und Kälteversorgungskonzept

Quelle: © Drees & Sommer SE

- Die Bereitstellung der elektrischen Energie wird mit modernster Schaltanlagentechnik ausgeführt, was Übertragungsverluste reduziert. Diese ist so geplant, dass der Ausbau der E-Mobilität in die vorhandene Tiefgarage auf bis zu 100 Ladepunkte in mehreren Teilprojekten in Abhängigkeit der Entwicklung der E-Mobilität in der LVR-Flotte sowie Bedarfsnachfrage von Mitarbeitenden erfolgen kann.
- Im Bereich der regenerativen Stromerzeugung wird auf dem Dach des Neubaus eine Photovoltaik-Anlage installiert, welche eine Leistung von ca. 16,5 kW_p haben wird. Der dort erzeugte Strom wird vorrangig im „Arealnetz“ des Gebäudes genutzt, was zur Minderung des Strombezuges aus den öffentlichen Stromnetzen führen wird.

Es ist geplant einen Teil des genutzten Grundwassers nicht in den Rhein einzuleiten, sondern für die Bewässerung der Grünflächen und die KfZ-Wäsche von Dienstfahrzeugen zu nutzen, sodass dafür kein Frischwasser verbraucht werden muss.

6.1.4 Ausblick auf Maßnahmen in Kulturliegenschaften

LVR-Rheinisches Industriemuseum

Neukonzeption des Standorts Oberhausen-Altenberg

Planungsbüro:	abelmann vielain pock architekten bda
Geplanter Baubeginn:	03/2020 (vorgezogener Abbruch) 11/2020 (Rohbauarbeiten)
Geplantes Bauende:	Mitte 2025
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 27,473 Mio. €
Energetischer Standard:	denkmalgeschützter Bestand
Bruttogrundfläche:	6.970 m ²
Nutzungsfläche:	6.065 m ²
Primärenergiebedarf:	314,7 kWh/(m ² a)



Bild 36 - LVR-Rheinisches Industriemuseum, Standort Oberhausen, Vision 2020 mit Sanierung Walzhalle und Neugestaltung Außenraum

Quelle: abelmann vielain pock architekten bda

Beschreibung der Maßnahme:

Die Maßnahme umfasst neben der Neukonzeption und –gestaltung des Museums auch die Entsorgung von Altlasten, städtebauliche Aufwertung, sowie Maßnahmen zur Herstellung der Barrierefreiheit und Energieeffizienz. Besonders energetisch relevant sind die zukünftige Wärme-, Raumluftechnik und Elektrotechnik.

Die Planungen sind abgeschlossen und das Vorhaben ist in der Umsetzung. Neben der geplanten energiesparenden LED-Technik für das gesamte Gebäude ist die Erneuerung der Lüftungstechnik, der Beheizung einschl. Erneuerung des Heizkessels und die vorgesehene Sanierung der Gebäudehülle zu nennen. Diese umfasst die Dachdämmung, die Erneuerung der Glasoberlichter, Außentüren, teilweise zweite Fensterebenen und Dämmputz im Dauerausstellungsbereich. Hierdurch wird die energetische Verbesserung dieses Baudenkmals in Abstimmung mit der Denkmalpflege erreicht.

Die Heizsysteme werden für ein niedriges Temperaturniveau ausgelegt, damit ein wirtschaftlicher Betrieb für die vorhandene Kesselanlage möglich wird. Rauch- und Wärmeabzüge werden erneuert und dienen der natürlichen Lüftung in der Dauerausstellung, dem Foyer und im Museumsshop. Die Wechselausstellung wird engeren klimatischen Bedingungen unterworfen. Hier werden Exponate und Gegenstände ausgestellt, die bestimmte Raumtemperaturen benötigen. Für diesen Bereich wird eine maschinelle Lüftungsanlage vorgesehen. Diese wird mit Wärmerückgewinnung, Filterung, Erwärmung und Kühlung ausgestattet. Die gesamte Grundbeleuchtung wird in LED-Technik ausgeführt. Um die Energieeffizienz zu verbessern wird eine Gebäudeautomation installiert. Mit Hilfe entsprechender Sensorik lassen sich gezielte Regelfunktionen durchführen (z.B. dimmbare Beleuchtung, Zuschaltung einzelner Beleuchtungskreise, Temperatur des Heizkreises, öffnen oder schließen des Sonnenschutzes usw.)

LVR-Archäologischer Park Xanten Neubau Entdeckerforum

Planungsbüro:	Kaldewey, Wortmann, Architekten Partnerschaftsgesellschaft mbB
Geplanter Baubeginn:	02/2021
Geplantes Bauende:	07/2023
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 6,347 Mio €
Energetischer Standard:	Passivhaus Standard
Bruttogrundfläche:	1332 m ²
Nutzungsfläche:	771 m ²
Primärenergiebedarf:	53,2 kWh/(m ² /a)



Bild 37 - APX Neubau Entdeckerforum

Beschreibung der Maßnahme:

Im Archäologischen Park Xanten wird ein Entdeckerforum mit Ausstellungsflächen und Räumen für museumspädagogische Arbeit gebaut. Die Ausstellung soll für die Öffentlichkeit zugänglich sein und die Arbeitsbereiche Fundbearbeitung, Grabungsauswertung und Magazinierung thematisieren, die normalerweise nicht zugänglich sind.

Das Baugrundstück ist Teil der „Insula sechs“ auf dem Areal der ehemaligen römischen Stadt „Colonia Ulpia Traiana“ (CUT). Es befindet sich an der südwestlichen Stadtgrenze.

Im Erdgeschoss befinden sich vier museumspädagogische Räume, von denen jeweils zwei durch mobile Trennwände miteinander verbunden werden können.

Den museumspädagogischen Gruppenräumen vorgelagert ist ein Aktionsflur, der zum Aufenthalt, zur Vor- und Nachbereitung sowie als Wartezone von den Besuchergruppen genutzt werden soll. Im Obergeschoss befinden sich die Ausstellungsflächen. Der Hauptausstellungsraum ist 425 m² groß und kann mit dem kleineren, 85 m² großen Ausstellungsraum zusammengelegt werden. Für den großen Ausstellungsraum wurde in der Planung die Möglichkeit berücksichtigt, ihn optional als Veranstaltungsraum für bis zu 400 Personen zu nutzen.

Der Neubau wird in Passivhausbauweise errichtet. Der Passivhausstandard wird im normalen Gebäudebetrieb eingehalten, mit Ausnahme des Museumsbereiches mit erhöhten Anforderungen an Temperatur und Feuchte für die Exponate in den

Ausstellungsräumen. Das Gebäude erhält eine extensive Dachbegrünung sowie eine Photovoltaikanlage.

LVR-Niederrheinmuseum Wesel Photovoltaik-Machbarkeitsstudie



Bild 38 – LVR-Niederrheinmuseum Wesel

Quelle: Jürgen Berner

Beschreibung der Maßnahme:

Nachdem der Deutsche Museumsbund eine Arbeitsgruppe rund um das Thema Klimaschutz und Nachhaltigkeit in Museen gründete, entschied sich der LVR, das Niederrheinmuseum in Wesel in Bezug auf Nutzung einer Photovoltaikanlage (PV-Anlage) zu untersuchen. Hierzu wurde eine PV Machbarkeitsstudie unter Einbezug des Förderprogrammes für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen des Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie Nordrhein-Westfalen mit einer Förderquote von 90 % erstellt.

Ziel der Studie war es, das PV-Potential der Dachflächen unter Berücksichtigung der Statik und des Denkmalschutzes zu ermitteln. Hierzu wurde die Denkmalbehörde des Kreises Wesel von Beginn an in die Erstellung der Studie eingebunden. Im Rahmen einer gemeinsamen Ortsbegehung wurden die möglichen Belegungsflächen abgestimmt und eine geeignete Modulvorauswahl getroffen, die sich gut in die historische Gesamtstruktur der Zitadelle einfügt. Gemeinsam wurde festgelegt, sich auf die westliche Dachfläche zu beschränken und schwarze Glas-Glas Module zu verwenden, die in ihrer Farbgebung den Ziegeldächern der historischen Gebäude der Zitadelle Wesel stark ähneln.

Die Belegung des Westdaches mit den vom Denkmalschutz favorisierten Modulen umfasst 540 Module mit einer Leistung von 375 Watt-Peak (Wp) pro Modul. Dies entspricht einer installierten PV-Leistung von 202,5 kWp mit einer jährlichen Gesamtproduktion von circa 184.900 kWh. Der Jahresstrombedarf des Museums von 390.000 kWh könnte so zu 33,9 % aus dem erzeugten PV-Strom gedeckt werden. 52.000 kWh würden aufgrund der Differenz zwischen Erzeugungs- und Bedarfsprofil ins Netz eingespeist.

Die Ergebnisse dieser Studie fließen in die Erstellung des neuen Energiekonzeptes für das Niederrheinmuseum Wesel, welches im folgenden Abschnitt beschrieben wird, ein.

Erstellung des Energiekonzeptes für das Niederrheinmuseum Wesel

Im Rahmen eines ersten Projektes von 2016 bis 2018 wurden bereits die technischen Anlagen wie z.B. RLT-Anlagen, Heiz-/Kühldecken, Beleuchtung auf den aktuellen Stand der Technik gebracht. Die nun vorliegende Studie untersucht verschiedene Möglichkeiten für die notwendige Erneuerung der Wärme- und Kälteversorgung unter den folgenden Gesichtspunkten:

1. Minimierung des Primärenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen
2. Maximierung des Anteils erneuerbarer Energien
3. Begrenzung der Umweltauswirkungen im Kältemittelbereich durch Begrenzung des GWP auf 150 von eingesetzten Kältemitteln
4. Wirtschaftlichkeit und geringe Folgekosten

Aus diesen Kriterien ergibt sich, dass nur Lösungen geeignet sind, die den Einsatz fossiler Brennstoffe auf ein Minimum reduzieren. Konventionelle Wärmeerzeuger wie ein erdgasbetriebenes BHKW oder eine Gaskesselanlage scheiden daher gänzlich aus. Insgesamt wurden acht verschiedene Versorgungsvarianten untersucht und auch die Ergebnisse der zuvor vorgestellten PV-Machbarkeitsstudie sind in das Energiekonzept eingeflossen.

Die Konzeptstudie empfiehlt die Wärme- und Kälteerzeugung durch zwei bivalenten Wärmepumpen in Kombination mit einem Spitzenlastkessel. Der Spitzenlastkessel soll mit biogenem Flüssiggas betrieben werden. Dieses Energiekonzept wird durch die oben beschriebene PV-Anlage mit einer Peak-Leistung von 202 kW_p ergänzt. Diese Anlagenkombination bietet den größtmöglichen Beitrag zur Dekarbonisierung der Gebäudeenergieversorgung und eine erwartete Betriebskosteneinsparung zum Stand 09/2023 von 41 T€ pro Jahr. Die Ergebnisse der Konzeptstudie dienen als Grundlage für die weiteren Planungsschritte zur Modernisierung des Museumsstandortes.

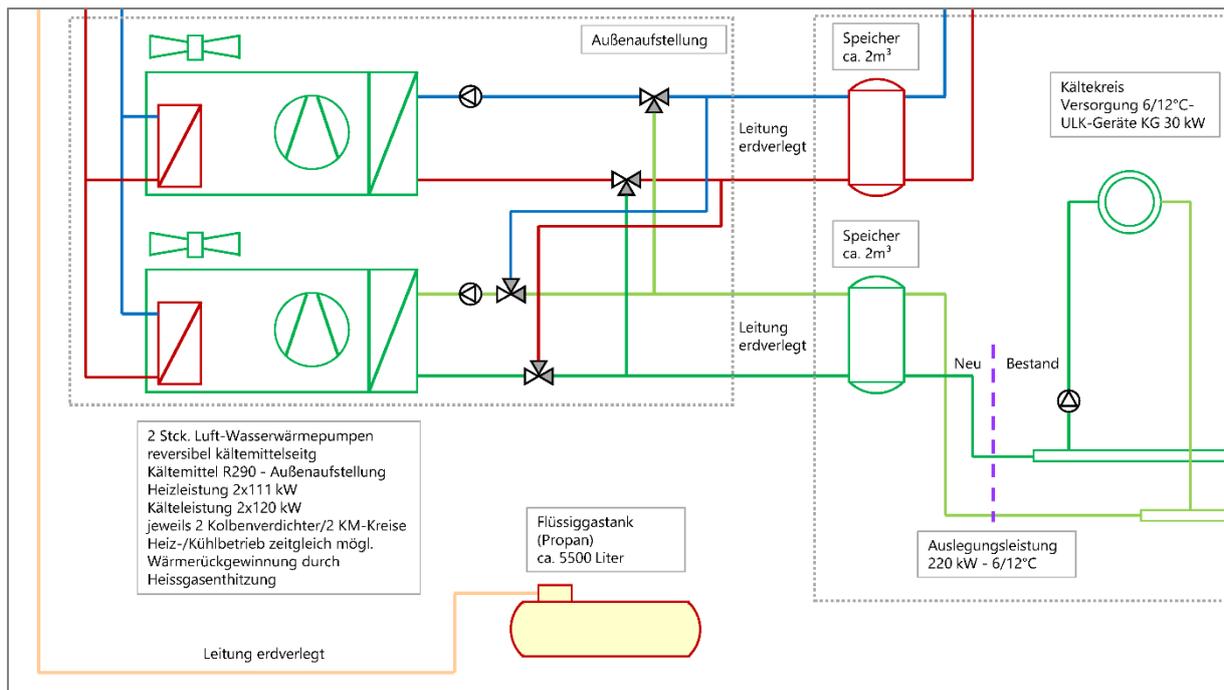


Bild 39 – Ausschnitt Anlagenschaubild des erarbeiteten Energiekonzeptes

Quelle: Energiekonzeptstudie Niederrheinmuseum Wesel durchgeführt durch KFR-Consult

6.1.5 Ausblick auf Maßnahmen in Schulen

Gemäß beschlossenen Antrag 14/50 zum Haushalt 2015/2016 zur Aufstellung eines Schulsanierungsprogrammes hat die Verwaltung bereits 2015 bis 2017 eine abgestimmte, priorisierte Liste zur notwendigen Sanierung der Förderschulen zusammengestellt. Seinerzeit basierten die dort genannten Bedarfe auf dem festgestellten Sanierungstau, insbesondere im Bereich der Fenster/ Fassaden, der Notwendigkeit der Verbesserung der Barrierefreiheit, der an diversen Standorten erforderlichen Sanierung von Pflegebereichen und Trinkwasser- und / oder Heizungsanlagen. Hinzu kamen u. a. auch Mängel aus wiederkehrenden Prüfungen des Brandschutzes, fehlende Zulassungen von Versammlungsstätten und sanierungsbedürftige Turnhallen und Schwimmbäder einschl. deren Sanitäreinrichtungen und Lüftungsanlagen (siehe hierzu Vorlage 14/2099 und Anlage zur Vorlage 14/2099).

Mit dem Förderprogramm des Landes NRW „Gute Schule 2020“ konnten ab 2017 sechs **Erweiterungsbauten** (davon drei Turnhallenneubauten)

- Erweiterung David-Ludwig-Bloch-Schule OGS
- Erweiterung Johann-Joseph-Gronewald-Schule Neubau Turnhalle und Fachklassen
- Erweiterung Johann-Joseph-Gronewald-Schule Neubau Kita
- Erweiterung Kurt-Schwitters-Schule Neubau Turnhalle und Klassenräume
- Rheinisch-Westfälisches Berufskolleg Neubau Turnhalle
- Dietrich-Bonhoeffer-Schule Erweiterung Klassenräume

sowie umfängliche **Sanierungen** aus diesem Programm an sieben priorisierten Standorten finanziert werden:

- Schule am Volksgarten Düsseldorf; Dachsanierung
- Helen-Keller-Schule Essen; Sanierung Pflegebereiche und Trinkwasser
- Helen-Keller-Schule Essen; energetische Sanierung
- Paul-Klee-Schule Leichlingen; Gesamtsanierung (Havarie 2021 nach Flutereignis)
- Donatus-Schule Brauweiler; Sanierung Pflegebereiche und Trinkwasser, Barrierefreiheit
- Luise-Leven-Schule Krefeld; Gesamtsanierung
- Kurt-Schwitters-Schule Düsseldorf; Sanierung Bestandsgebäude
- Berufskolleg Düsseldorf; Fassadensanierung, Barrierefreiheit

Die Maßnahmen aus dem Förderprogramm sind mittlerweile überwiegend umgesetzt oder kurz vor Fertigstellung. Das Förderprogramm läuft im Jahr 2024 aus.

Im Folgenden werden weitere Maßnahmen in Schulen vorgestellt, die sich derzeit in der Umsetzung oder kurz vor dem Abschluss befinden.

LVR-Helen-Keller-Schule, Essen Energetische Sanierung der Außenhülle

Planungsbüro:	pbs architekten Planungsgesellschaft mbH
Baubeginn:	07/2020
Bauende:	08/2023
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 7,3 Mio €

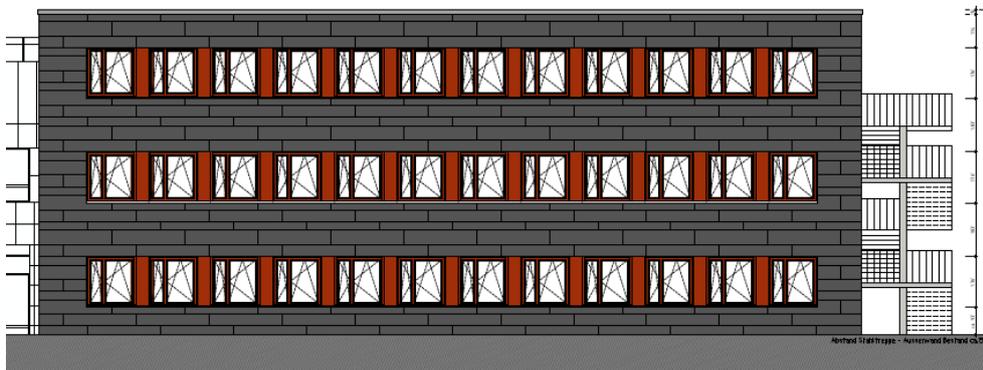


Bild 40 – Planungsansicht der Ostfassade der LVR-Helen-Keller-Schule

Beschreibung der Maßnahme:

An der LVR-Helen-Keller-Schule wird eine Maßnahme zur Verbesserung der Gebäudeeffizienz durchgeführt. Da die Fassade abgängig war und ersetzt werden musste, wurden die Vorhaben verbunden. Mithilfe des Förderprogramms wird eine energetische Sanierung der Außenhülle sowie eine Anpassung der Heizung an den optimierten Verbrauch geplant. Dabei werden Fassaden und Dächer zusätzlich gedämmt und die

Fenster ausgetauscht. Das Gebäude, welches 1978 erbaut wurde, erfüllt nach der Sanierung die aktuellen gesetzlichen Anforderungen nach GEG.

Die Maßnahme steht während der Berichterstellung kurz vor der Fertigstellung.

LVR-Luise-Leven-Schule, Krefeld

Sanierung der Außenhülle, Fenster und haustechnischen Anlagen sowie Neubau einer Turnhalle

Planungsbüro:	Michael Schumann Architekten PartG mdB
Geplanter Baubeginn:	10/2023
Geplantes Bauende:	07/2026
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 23,263 Mio €



Bild 41 - LVR-Luise-Leven-Schule, Krefeld

Beschreibung der Maßnahmen:

Die LVR-Luise-Leven-Schule besteht aus einem zentralen Schulgebäude mit jeweils einem überdachten Verbindungsgang zum angrenzende Kindergarten sowie Schwimmbad mit Gymnastikräumen. Die Gebäude wurden Anfang der 1980er-Jahre errichtet und befinden sich in einem unsanierten Zustand. Lediglich das Flachdach des Schulgebäudes ist in den vergangenen Jahren saniert worden und erhielt eine Dachbegrünung. Im ersten Bauabschnitt werden aktuell sowohl die Gebäudehülle und die haustechnischen Anlagen erneuert, anschließend die heutigen gesetzlichen Anforderungen nach GEG erfüllt.

In einem zweiten Bauabschnitt wird aufgrund der sehr hohen Kosten für die Sanierung des abgängigen Schwimmbades dieses Gebäude abgebrochen und durch den Neubau einer Turnhalle ersetzt. Der Neubau wird im Passivhausstandard errichtet.

LVR-Johann-Joseph-Gronewald-Schule, Köln Neubau Turnhalle und Fachklassen

Planungsbüro:	Entwurf LVR / Architekt Michael Behrens
Baubeginn:	01/2023
Geplantes Bauende:	12/2025
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 18,722 Mio €



Bild 42 –Turnhallendach und Pausenhof LVR-Johann-Joseph-Gronewald-Schule

Quelle: pslandschaft.de - freiraumplanung

Beschreibung der Maßnahme:

Die wachsende Anzahl von Schülerinnen und Schülern, die die Förderschule besuchen, führte zu Engpässen im Raumangebot der Schule. Die Turnhalle und weitere Bereiche des in den 1950er-Jahren erbauten Schulgebäudes entsprachen nicht mehr den Anforderungen an einen anspruchsvollen Schulbetrieb. Die Bereitstellung eines angemessenen räumlichen Angebots an Fachklassen und eine Mensa sind daher erforderlich.

Die Schule befindet sich in innerstädtischer Lage; bei der Konzeptionierung bestand daher die besondere Herausforderung darin, den Ausbau ohne zusätzlich verfügbare Flächen zu realisieren. Konzipiert wurde daher der Umbau der Flächen der alten Turnhalle zu Küche und Mensa mit Erneuerung der Lüftungsanlage.

Eine neue Turnhalle im Passivhausstandard wurde auf der Fläche des bisherigen Schulhofs geplant, die entstehenden Dachflächen werden teilweise zu nutzbaren Spiel-

und Pausenflächen ausgebaut. Ein geplanter Erweiterungsbau wird die fehlenden Fachklassen beherbergen und erreicht ebenfalls den Passivhausstandard.

Die Maßnahme befindet sich bereits in der Umsetzung.

Rheinisch-Westfälisches Berufskolleg, Essen Neubau einer Turnhalle

Planungsbüro:	Entwurf LVR / Architekt Andreas Godt Ausführung KPS-Architekten Köln
Baubeginn:	10/2022
Geplantes Bauende:	03/2024
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 11,182 Mio €

Beschreibung der Maßnahme:

Das Berufskolleg mit bis zu 900 Schülern liegt auf einem Grundstück in der Essener Innenstadt mit mehreren Gebäuden. Dazu zählte eine Gymnastikhalle aus den 1950er bzw. 1960er-Jahren. Die Gymnastikhalle war für moderne Anforderungen des Schulsportunterrichts ungeeignet, zu klein und in abgängigem baulichen Zustand. Die Halle wurde daher abgerissen.

Das Berufskolleg erhält nun eine moderne Zweifeld-Turnhalle, sodass der gesamte Schulsport zukünftig am Schulstandort stattfinden kann. Die neue Halle soll ebenfalls als Versammlungsstätte zugelassen werden. Die Turnhalle wird im Passivhausstandard errichtet. Das Gebäude wird mechanisch belüftet. Die Abluftenergie wird über Wärmetauscher dem Kreislauf wieder zugeführt. Im Veranstaltungsfall kann das erforderliche erhöhte Luftvolumen auch über die natürliche Lüftung (Fensterlüftung) erreicht werden. Durch die Einbindung in einen Hang und die erdberührenden Außenwände ist ein günstiges Verhalten im sommerlichen Wärmefall zu erwarten.

Die Maßnahme befindet sich in der Umsetzung.

Christy-Brown-Schule, Duisburg Flachdachsanierung Verwaltungsbereich

Planungsbüro:	Waack Architekten
Baubeginn:	08/2021
Geplantes Bauende:	12/2023
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 1,213 Mio. €



Bild 43 – Flachdachsanieierung der Christy-Brown-Schule in Duisburg mit neuen Lichtkegeln

Beschreibung der Maßnahme:

Die LVR Christy-Brown-Schule mit dem Förderschwerpunkt körperlich-motorische Entwicklung in Duisburg wurde 1978 als zweigeschossiger Schulbau errichtet und besteht aus einem Schulgebäude mit Turnhalle, Schwimmhalle und Empfangshalle.

Im Rahmen der Sanierung werden die Dachflächen zur energetischen Verbesserung mit 192 mm Mineralwollämmplatten versehen und die 16 einschaligen Lichtkuppeln aus dem Jahr 1978 sowie die 4 Glaskuppeln erneuert. Die neuen Lichtkuppeln erhalten eine moderne Dreifachverglasung. Die 4 Glaskuppeln, die für eine ausreichende Tageslichtversorgung der darunterliegenden Eingangsbereiche sorgen, werden ebenfalls erneuert und zusätzlich mit einer Sonnenschutzverglasung versehen.

Die Maßnahme befindet sich bereits kurz vor Abschluss.

Paul-Klee-Schule, Leichlingen Neubau der gesamten Schule nach erneuter Überflutung

Planungsbüro/Projektentwickler:	KLEUSBERG GmbH & Co. KG
Geplanter Baubeginn:	07/2023
Geplantes Bauende:	05/2025
Genehmigte HU-Bau-Kosten:	ca. 35,384 Mio. €

Beschreibung der Maßnahme:

In den Jahren 2018 bis 2021 wurde die LVR-Paul-Klee-Schule, Förderschule mit dem Förderschwerpunkt körperliche und motorische Entwicklung, nach einem Starkregenereignis umfangreich saniert. Nach Abschluss der Sanierungsarbeiten wurde das Gebäude durch das Hochwasser im Juli 2021 erneut so stark beschädigt, dass es nunmehr abgängig ist und die Schule gemäß Beschluss des Landschaftsausschusses einen Ersatzneubau an anderer Stelle erhalten soll. Die ca. 170 Schülerinnen und Schüler der Schule sind vorübergehend auf andere Schulstandorte verteilt. Dieses Provisorium soll so schnell wie möglich beendet werden.

Im ersten Bauabschnitt wurde der Ersatzneubau in Modulbauweise im Rahmen einer Totalunternehmerausschreibung mit funktionaler Leistungsbeschreibung beauftragt.

Ziel dieser Vergabeart war es, eine möglichst kurze Planungs- und Bauzeit bei einer wirtschaftlichen Lösung zu erreichen. Für eine kurze Bauzeit sind modulare und/oder vorgefertigte Bauweisen und deren Kombinationen ideal. Schwerpunkte der Ausschreibung sind insbesondere auch nachhaltige Systeme, die Materialkreisläufe und Ressourcenschonung berücksichtigen, sowie der Einsatz gesunder Materialien. (siehe Vorlage 15/ 1421/1).

Der Auftragnehmer erstellt das Gebäude und die Außenanlagen schlüsselfertig und nutzungsbereit.

Das Gebäude soll im Passivhausstandard errichtet werden.

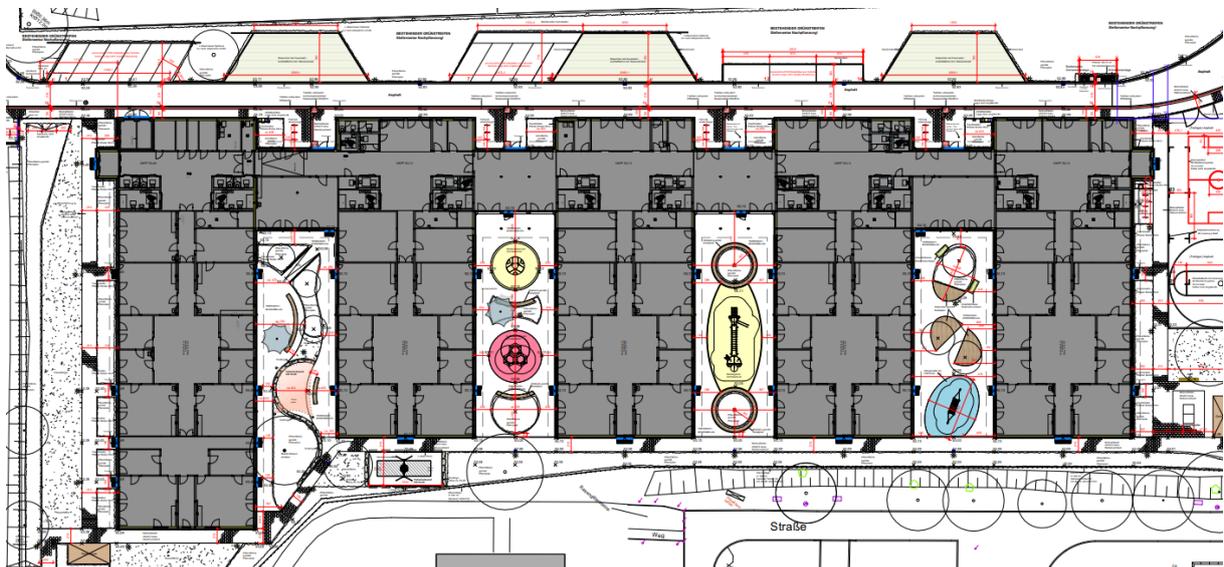


Bild 44 – Grundrisskonzept 1.BA der Paul-Klee-Schule

Quelle: Landschaftsarchitekten Jägersküppler • Fahl Gbr

Das Gebäude soll über die gesetzlichen Anforderungen hinaus einen erhöhten energetischen Standard erfüllen, der mindestens dem eines Energiesparhauses nach PHI

entspricht. Dabei sind bestimmte Werte für den Primärenergiebedarf, die Luftdichtheit der Gebäudehülle und den Heizwärmebedarf einzuhalten.

- Das Gebäude erhält eine extensive Dachbegrünung.
Zur Förderung des Kleinklimas, der Regenrückhaltung und zum Schutz der Dachhaut gegen UV-Strahlung sollen die Gebäude eine extensive Dachbegrünung einschließlich eines Leckageortungssystems erhalten.
- Das Gebäude erhält eine PV-Anlage, deren Auslegung eine möglichst optimale Eigennutzung der Stromerzeugung berücksichtigen sollte.
- An die gestalterische und architektonische Qualität des Gebäudes im Hinblick auf den denkmalschutzrechtlichen Ensembleschutz des benachbarten Klinikgeländes sowie an dessen Nachhaltigkeit und an die Nachhaltigkeit des haustechnischen Konzepts werden hohe Anforderungen gestellt.

Dieser erste Bauabschnitt, der die Klassentrakte und Teile der Außenanlagen umfasst, befindet sich derzeit in der Planung; die Fertigstellung ist für Sommer 2024 geplant.

Der folgende zweite Bauabschnitt soll den Schulstandort um die Anforderungen seines Förderschwerpunktes ergänzen und vervollständigen: Er umfasst in konventioneller Bauweise den Sportbereich, Fachklassen und Naturwissenschaften sowie eine Mensa, Aula und Verwaltung. Mit dem zweiten BA werden auch die Außenanlagen zusammengeführt.

Zukünftige Maßnahmen in Schulen

Anknüpfend an das Förderprogramm „Gute Schule 2020“ werden zukünftig weitere Maßnahmen im Bereich der Förderschulen erforderlich sein, um zum einen die Gebäudesubstanz (Gebäudehülle und Gebäudetechnik) wieder auf den neuesten Stand zu bringen, zum anderen auch die Raumprogramme den aktuellen Bedürfnissen anzupassen.

Viele Förderschulen des LVR stammen aus den 1970er Jahren, wodurch hier nun ein umfangreicher Investitionsbedarf entstanden ist. Bei der Priorisierung der erkennbaren Handlungsbedarfe wird insbesondere geachtet auf

- Überdurchschnittlich hohe Energie- und Wasserverbräuche
- Hohe CO₂ Emissionen
- Energieerzeugung ausschließlich durch Verbrennung fossiler Energieträger
- Überalterte Wärmeerzeugungsanlagen

Die ersten drei Schulen wurden bereits für eine Generalsanierung ausgewählt. Dies sind:

- LVR Gericus Schule in Düsseldorf
- LVR David-Ludwig-Bloch-Schule in Essen
- LVR Irena-Sendler-Schule in Euskirchen

Zurzeit finden eingehende örtliche Bestandsaufnahmen an den anderen Schulstandorten statt, um den dortigen Sanierungsbedarf einschätzen und priorisieren zu können.

Erneuerung und Anpassung der Blockheizkraftwerke in LVR-Förderschulen

Wie bereits in Kapitel 4.1 erwähnt, sind in acht Förderschulen des LVR die vorhandenen Blockheizkraftwerke derzeit nicht einsatzfähig. Dies liegt daran, dass durch die Insolvenz eines Herstellers die Ersatzteilbeschaffung nicht mehr möglich ist, was zu unterschiedlichsten Defekten an den Anlagen geführt hat. Eine Ertüchtigung der vorhandenen Anlagen ist infolgedessen nicht mehr möglich, sodass die Erneuerung der BHKW erforderlich wurde.

Es wurden zwei Projekte mit jeweils vier Schulstandorten zur Erneuerung und Anpassung der Blockheizkraftwerke an den LVR-Förderschulen aufgesetzt. Ziel dieser Maßnahmen ist es, die Anlagen vor Ort wieder ans Laufen zu bekommen. Weiterhin ist geplant, die Anlagen mit modernster Messtechnik für Gas, Wärme, Strom und verschiedenste Betriebszustände auszustatten, um diese zukünftig an die vorhandene Gebäudeleittechnik bzw. ein noch zu implementierendes Energiemanagementsystem (EMS) anzubinden und so frühzeitig Störungen der Anlage angezeigt zu bekommen bzw. eine bedarfoptimierte Betriebsweise sicherzustellen. Die Anlagen sollen zukünftig ausschließlich „wärmegeführt“ betrieben werden, um eine Balance zwischen optimierter Energieerzeugung im Wärme- und Strombereich und dem damit verbundenen geringeren CO₂-Ausstoß zu erreichen.

Für die LVR-Förderschule Düsseldorf wurde nach der Entwurfsplanung die Entscheidung gegen eine Erneuerung des BHKW und der Kesselanlage und für eine Umrüstung auf Fernwärmeversorgung getroffen. Der örtliche Fernwärmeversorger (Stadtwerke Düsseldorf) wird die benötigte Wärme CO₂-neutral zur Verfügung stellen. Die Erweiterung des Fernwärmenetzes und der Anschluss der Liegenschaft sind für 2024 geplant.

Die Montagen der BHKW befinden sich derzeit in der Umsetzung. Die sieben neuen Blockheizkraftwerke sind bereits installiert und werden 2023 in Betrieb gehen.

6.2 Sachstandsberichte und Ausblick auf weitere Maßnahmen im Sondervermögen

Während in Kapitel 6.2.1 der allgemeine Sachstand im Hinblick auf die Einsparziele der Kliniken und dem möglichen Eintreten einer Energiemangellage im Zuge des Ukraine Krieges beschrieben werden, folgen im Kapitel 6.2.2 Sachstands- und Erfahrungsberichte der einzelnen Standorte.

6.2.1 Allgemeiner Sachstandsbericht der Kliniken im Hinblick auf die Einsparziele und befürchtete Energiemangellage

Die LVR-Kliniken im LVR-Klinikverbund sind in besonderem Maße von der Energieversorgung abhängig. Hierbei steht die Versorgungssicherheit im Vordergrund, um die Behandlung und Betreuung der Patient*innen/Klient*innen sicherzustellen. Die besondere Bedeutung einer unterbrechungsfreien Versorgung der Gesundheitseinrichtungen mit Gas und Strom ist auch in der geltenden Verordnungslage zur Energiesicherung festgeschrieben. Die Versorgung von Krankenhäusern und anderen Gesundheitseinrichtungen hat die höchste Priorität. Unabhängig davon wurden kurzfristig zwischen dem Dezernat 3 und dem LVR-Klinikverbund Notfallpläne für den Fall einer eintretenden Energiemangellage im Zuge des Ukraine-Krieges zur Sicherstellung der Energieversorgung abgestimmt. Viele Kliniken verfügen über Heizsysteme und Notstromgeneratoren, die sowohl mit Gas als auch im Notfall mit Öl betrieben werden können. In Vorbereitung auf eine drohende Gasmangellage wurde im Spätsommer 2022 ein Sonderbedarf an Heizöl ausgeschrieben, um im Notfall eine Versorgung und Bevorratung der Kliniken mit Heizöl sicherzustellen. Dieser Sonderbedarf musste nicht in Anspruch genommen werden.

Die erheblichen Steigerungen der Verbrauchskosten für Energie im Jahr 2021 haben die LVR-Kliniken wirtschaftlich stark belastet. Krankenhäuser sind besonders energieintensive Betriebe. Durch die zentrale Eigenversorgung der meisten LVR-Kliniken mit einer Vielzahl von energetisch zu versorgenden Gebäuden an unterschiedlichen Standorten sind der Energieverbrauch und die damit verbundenen Kosten hoch. Gleichzeitig spielt der Energieverbrauch eine wichtige Rolle bei der Umsetzung des Zielbildes „Klimaneutrales Krankenhaus“, zu dem sich der LVR verpflichtet hat. In den LVR-Kliniken wurden, auch als direkte Reaktion auf die kriegsbedingte Energiekrise, eine Vielzahl von kurz- und mittelfristigen organisatorischen und technischen Maßnahmen umgesetzt bzw. befinden sich in der Umsetzung. Unter anderem wurden Maßnahmen wie die Abschaltung der Heizung in ungenutzten Gebäuden oder die Reduzierung der Raumtemperatur in zulässigem Rahmen in gemeinschaftlich genutzten Bereichen oder Schwimmbädern durchgeführt. Des Weiteren wurden Beleuchtungsanlagen im Außenbereich oder technischen Räumen abgeschaltet, Heizungsanlagen optimiert und Parkplatz- und Außenbereiche auf LED-Technik umgerüstet. Teilweise werden solche Maßnahmen über Förderprogramme gefördert. Der LVR-Klinikverbund hat im Jahr 2023 Förderbescheide für zwei Förderprogramme erhalten. Hierbei handelt es sich um:

- Gewährleistung der Notstromversorgung
- Steigerung der Energieeffizienz

Vom Land NRW wurden für die vorgenannten Programme jeweils 100 Mio. € für alle Krankenhäuser in NRW bereitgestellt, auf den LVR entfallen damit jeweils ca. 2 Mio. €. Die mit der Verbundzentrale abgestimmten Maßnahmen werden aktuell mit hohem Zeitdruck umgesetzt, da eine Mittelverausgabung zum Förderabruf bis Ende 2023 erfolgt sein muss. Innerhalb dieser äußerst kurzen Umsetzungsfrist lassen sich jedoch keine umfangreicheren energetischen Sanierungsmaßnahmen umsetzen.

Aus den resultierenden Empfehlungen sowie weiteren, mit der Verbundzentrale abgestimmten Maßnahmen soll, wie in einer eigens eingerichteten Taskforce festgelegt, eine anhand fachlicher Bedarfe priorisierte Maßnahmenliste zur energetischen Ertüchtigung der Gebäude für die Kliniken erstellt werden. Das soll auch der Vorbereitung auf weitere Fördermaßnahmen dienen, die aus Sicht des LVR-Klinikverbundes unbedingt erforderlich sein werden, um wirksame Maßnahmen in Richtung klimaneutralem Krankenhaus umsetzen zu können.

Weitere Fördermaßnahmen des Bundes und / oder des Landes NRW sind aufgrund der erforderlichen Investitionsbeträge für eine energetische Transformation unerlässlich. Hier sind weitere 2,5 Mrd. € für NRW in Aussicht gestellt, die neben der Umsetzung der Krankenhausplanung auch für Zwecke der energetischen Nachhaltigkeit zu Verfügung stehen sollen. Die Benennung genauer (Förder-) Kriterien steht aber noch aus. Für NRW-Krankenhäuser werden laut dem Wuppertal-Institut zur Erreichung der Klimaneutralität Investitionen in Höhe von 7,1 Mrd. € erforderlich sein. Die Umsetzung dieser Ziele ist damit eine gewaltige gesellschaftliche Zukunftsaufgabe, nicht nur für den LVR-Klinikverbund.

6.2.2 Sachstands- und Erfahrungsberichte des Sondervermögens

In Kapitel 5.2 wurden bereits Einzelmaßnahmen der LVR Kliniken vorgestellt. Ergänzend stellen in diesem Kapitel die Betriebe des Sondervermögens den aktuellen Sachstand ihrer Liegenschaften dar. Neben Erfahrungsberichten werden zusätzlich umgesetzte Maßnahmen und in Planung befindliche Projekte vorgestellt.

LVR-Klinik Bonn

In der LVR-Klinik Bonn laufen seit 2020 mit dem Auslaufen des bisherigen Contracting Vertrags die Planungen für die alterungsbedingte Modernisierung der Energiezentrale. Bereits umgesetzt wurde die Umstellung der alten Gaskessel auf Fernwärme im November 2022. Die Erwärmung des Brauch- und Heizwassers für das Kliniknetz erfolgt seitdem klimaneutral aus der Müllverbrennungsanlage der Stadtwerke Bonn.

Im Jahr 2022 wurde im Bereich der Energiezentrale der konventionelle Dampfkessel mit einer Leistung von 2.000 kW durch einen elektrischen Schnelldampferzeuger, der mit klimaneutralem Strom betrieben wird, ersetzt. Dieser hat einen höheren Wirkungsgrad als der vorherige Kessel und ist mit einer Leistung von 900 kW an den aktuellen Bedarf angepasst.

Ferner steht die Inbetriebnahme von zwei BHKW-Modulen mit Gesamtleistung 700 kW_{el} bzw. 900 kW_{th} und zwei Absorptionskältemaschinen zur Nutzung der Abwärme bevor. Diese und die bereits genannten Maßnahmen führen in Summe zukünftig zu einer Energieeinsparung in Höhe von ca. 900 MWh Erdgas und 10 MWh Strom.

Im Berichtszeitraum erfolgte die Erneuerung der Außenbeleuchtung, die seit August 2022 in Betrieb ist. Dabei wurden ca. 100 konventionelle Leuchten mit einer Leistung von 150 W durch Leuchten mit je 32 W ersetzt. Der Energieverbrauch konnte dadurch um ca.

75 % von zuvor ca. 27 MWh/a auf 8 MWh/a gesenkt werden. Zukünftig soll die Umrüstung der Beleuchtung im Innenbereich der Klinikgebäude mit einer prognostizierten Energieeinsparung von ca. 240 MWh/a erfolgen.

Im Sommer 2021 wurden mehrere Schockkühler in der Großküche ausgetauscht, die Energieeinsparung beträgt ca. 80 MWh/a.

LVR-Klinik Düren

In der LVR-Klinik Düren wurden im Betrachtungszeitraum mehrere kleine Maßnahmen umgesetzt, um den Energiebedarf zu senken. Ein besonderer Fokus wurde dabei auf das Nutzerverhalten gelegt, um beispielsweise Raumtemperaturen in den Nachtstunden abzusenken oder Beleuchtungen nur im Bedarfsfall einzuschalten.

Im Zuge der Modernisierung von Haus 6 (Baujahr 1970) wurde das Gebäude auch energetisch umfangreich saniert. Der Anforderungswert aus der Energieeinsparverordnung (EnEV) für einen modernisierten Altbau wird durch diese Maßnahmen signifikant unterschritten.

Darüber hinaus wurde das Messkonzept optimiert, um Verbrauch und Erzeugung differenzierter zu erfassen. Die Erkenntnisse aus diesen Daten fließen sukzessive in die weiteren Energieoptimierungsplanungen ein.

Im bevorstehenden Betrachtungszeitraum ist unter anderem eine gebäudespezifische Untersuchung der wesentlichen Nutzungseinheiten der Klinik durch einen zertifizierten Energieberater beabsichtigt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden in die Sanierungs- und Nutzungsstrategie der Klinik einfließen.

LVR-Klinikum Düsseldorf

Das überwiegend im Passivhausstandard errichtete Neubau des Diagnose-, Therapie- und Forschungszentrums (DTFZ) wurde im Juni 2021 in Betrieb genommen. Durch die dichte Gebäudehülle der Passivhausbauweise entsteht im Sommer ein Kühlbedarf. Mit der Fertigstellung des DTFZ wird auch die im Kesselhaus errichtete Nahkälteversorgung zur Versorgung des DTFZ und des Gebäudes für die Kinder- und Jugendpsychiatrie (Haus 23) in Betrieb genommen.

LVR-Klinikum Essen

Das LVR-Klinikum Essen verfügt über verschiedene Liegenschaften im gesamten Stadtgebiet von Essen und Mülheim an der Ruhr. In den Jahren 2020 und 2021 sind es zehn, im Jahr 2022 sogar elf Liegenschaften, die mit unterschiedlichen Energieträgern beheizt werden. Überwiegend werden Gas und Fernwärme und zu einem geringen Anteil Heizöl zur Wärmeerzeugung eingesetzt. Der Heizenergieverbrauch ist in den letzten Jahren witterungsbedingt und aufgrund von Veränderungen im Gebäudebestand rückläufig.

Der Stromverbrauch ist in den letzten Jahren sehr konstant geblieben, obwohl weitere Flächen hinzugekommen sind. Dies deutet auf deutliche Einsparungen in allen Liegenschaften, die nicht im Einzelnen identifiziert werden können, hin. Des Weiteren wurde durch Corona das Home-Office intensiviert, so dass an vielen Arbeitsplätzen kein Strom verbraucht wurde.

Beim Wasserverbrauch ist wie in den Vorjahren kontinuierlich ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Hier ist zu beachten, dass viele Gebäude neu gebaut oder komplett saniert wurden. Daher befinden sich viele Gebäude auf einem sehr hohen technischen Standard. Im Rahmen des Energieaudits nach DIN 16247 wurden die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in verschiedenen Bereichen für einen sparsamen Umgang mit Energie sensibilisiert. Hier kommen verhaltensbezogene Maßnahmen zum Tragen. Dazu gehören unter anderem der Umgang mit elektrischen Geräten, richtiges Lüften, intelligentes Heizen und der Umgang mit Warmwasser. Mit der Verinnerlichung der Sensibilisierungsmaßnahmen könnte eine weitere Reduktion des Energieverbrauchs eintreten. Bedingt durch das Förderprogramm SIP2, war das LVR-Klinikum Essen Mitte 2022 in der Lage, am Standort Virchowstr. 174 auf vier verschiedenen Dächern Photovoltaikanlagen zu installieren und in Betrieb zu nehmen, die eine Gesamtleistung von 89 kWp erzeugen. Die erzeugte Leistung wird komplett im Standort selbst verbraucht, wodurch eine weitere Minderung der Stromkosten erreicht wird. Diese Maßnahme wurde bereits in Kapitel 5.2.5 vorgestellt.

In Zukunft sind, bedingt durch das Förderprogramm Energieeffizienz, weitere Maßnahmen geplant. Hierzu zählen der Umbau von Beleuchtungsanlagen auf LED-Technik in verschiedenen Liegenschaften, der Austausch veralteter Kühlschränke und elektrischer Pflegebetten, sowie die Optimierung der Gebäudeleittechnik.

LVR-Klinik Köln

Im Rahmen der Energie- und Ressourceneinsparung wurden in den Liegenschaften der LVR-Klinik Köln in den Jahren 2020 bis 2022 eine Reihe von Maßnahmen durchgeführt. Die größte bauliche Maßnahme mit einer Reduktion des Jahresenergieverbrauchs um 16.448 kWh/a war der Einbau einer neuen Lüftungsanlage im Verwaltungsgebäude.

Darüber hinaus wurden Projekte aus der vorangehenden Berichtsperiode sukzessive fortgeführt, darunter der Austausch von Leuchtmitteln auf dem gesamten Klinikgelände. Am Standort Merheim wurden 126 Mastleuchten auf LED umgerüstet, wodurch bei einer jährlichen Brenndauer von 4.000 Stunden eine Einsparung von 60 % (von 70.000 kWh/a auf 27.960 kWh/a) erzielt werden konnte. Ebenso wurde die Beleuchtung in zahlreichen Fluren, Stationen und Personalbereichen umgerüstet. Ergänzend wurden zahlreiche Bewegungsmelder installiert, um den Stromverbrauch weiter zu senken, zum Beispiel auf sieben Stationen am Standort Porz. Insgesamt ist die Modernisierung der Beleuchtung ein kontinuierlicher Prozess, weitere Gebäudebereiche werden folgen.

Neben diesen baulichen Verbesserungen wurde auch intensiv an der Neugestaltung der Biodiversität gearbeitet. Hier konnte nicht nur die angekündigte Entwurfsplanung für die Grünanlage am Standort Merheim planmäßig abgeschlossen werden, sondern es wurden

bereits 34 Bäume auf dem Gelände gepflanzt und ein Patientengarten am Haus K realisiert. Weitere Grüninseln bei den Gebäuden E und O werden folgen und die gewonnene Naturvielfalt ergänzen und den parkähnlichen Charakter des Klinikgeländes unterstreichen.

Neben den baulichen Maßnahmen hat auch der tägliche Klinik- und Verwaltungsbetrieb seinen Beitrag zur Ressourceneinsparung geleistet. Durch die abteilungsübergreifende Kommunikation zwischen Pflege und Küche konnte die Mittagsverpflegung bedarfsgerecht angepasst und so die anfallenden Lebensmittelabfälle um 10 % reduziert werden. Ebenso haben sich umweltfreundliche Produkte wie Einwegbesteck aus nachwachsenden Rohstoffen oder Büroutensilien aus Karton statt Plastik im Alltag etabliert.

Ab 2023 stehen vielfältige Großprojekte an, insbesondere die Bauphase des Neubaus „Gebäude V“ (Abteilung Psychosomatische Medizin und Psychotraumatologie sowie Gerontopsychiatrie und -psychotherapie) sowie die intensive Planungsphase für den Ersatzneubau Gebäude D. Beide werden in Passivhausbauweise errichtet. Des Weiteren wird der Ansatz des zirkulären Bauens in 2 neuen Sanierungsvorhaben direkt in die Planungsphase miteingebunden.

Für die anstehende Kernsanierung des Personalwohnheims wurde im Juni 2023 die Prüfung der Wiederverwertbarkeit von Materialien direkt in die Grundlagenermittlung integriert. In einem zweiten Bauprojekt werden 2024 an einer Musterfläche Varianten für die energetische Fassadensanierung mit einem Fachplanerteam aus Statiker, Betongutachter, Schadstoffgutachter, Energieberater und Spezialisten für kreislaufgerechtes Bauen erarbeitet. Ziel ist die Erarbeitung von Leitlinien, die zukünftig auf den gesamten baugleichen Gebäudebestand adaptiert werden können.

LVR-Klinik Langenfeld

Bei dem 2019 in Betrieb gegangenen Haus 60, das als Passivhaus für sechs Stationen mit insgesamt 144 Betten sowie den Aufnahme- und Leitungsbereich der darin untergebrachten Krankenhausabteilungen errichtet wurde, hat sich gezeigt, dass sowohl die Beheizung im Winter als auch der sommerliche Wärmeschutz trotz der Möglichkeit der Kühlung schwierig sind. Dies liegt in der für ein Passivhaus unsachgemäßen Nutzung in der ersten Betriebsphase begründet. Die LVR-Klinik Langenfeld hat daher einen Handlungsleitfaden für die Nutzung von Passivhäusern erarbeitet und verteilt. Es zeigt sich, dass damit das Nutzerverhalten der Mitarbeitenden beeinflusst werden kann, nicht aber das der Patient*innen.

Das Behandlungszentrum in Leverkusen wurde im Jahr 2021 fertiggestellt und bezogen. Seitdem sind dort eine Ambulanz, eine Tagesklinik sowie eine Station mit 30 Betten in Betrieb. Ende 2022 wurde im gleichen Gebäude eine weitere Station mit 21 Betten für die Psychosomatik in Betrieb genommen. Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit über das Nahwärmenetz der Klinik. Durch die Sanierung der Fassade, der Fenster und des Daches ist eine effiziente Energienutzung gewährleistet. Für die Zukunft ist die Errichtung einer Photovoltaikanlage auf dem Dach geplant.

Neben der in 2022 in Betrieb genommenen Fahrradremise (siehe Kapitel 5.2.3) ist die Erstellung zweier weiterer Fahrradremisen geplant.

Ab dem Jahr 2019 ist die Dezentralisierung der Warmwasserversorgung in Planung. Die Umsetzung im größten Versorgungsgebiet hat baulich 2021 begonnen und wird 2023 abgeschlossen sein. Dabei werden die Gebäude nicht mehr zentral von der Energiezentrale mit Warmwasser versorgt. Stattdessen erfolgt die Warmwasserbereitung indirekt über die Heizungsversorgung dezentral in den Gebäuden selbst. Dies ermöglicht eine effiziente Umsetzung der hohen Warmwassertemperaturen, die zur Einhaltung der Hygienevorschriften erforderlich sind, erfordert aber eine Umstellung der technischen Anlagen und Steuerungen. Im Weiteren werden die beiden verbleibenden Versorgungsbereiche umgerüstet. Während der Umbauzeit auf dem Klinikgelände müssen beide Systeme parallel betrieben werden. Um dies zu ermöglichen, erfolgt der Umbau in den drei Abschnitten der bestehenden Versorgungsbereiche.

Gleichzeitig erfolgt aus hygienischen Gründen eine Trennung des Hydranten- und des Trinkwassernetzes.

LVR-Klinik Mönchengladbach

Durch den im Statusbericht 2017 bis 2019 beschriebenen Austausch des BHKW, die Modernisierung des Hauses B, die Erneuerung der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und die Umstellung verschiedener Bereiche auf LED-Beleuchtung konnten die erwarteten Einsparungen beim Strom- und Gasverbrauch erreicht werden. Da im Haus B im Rahmen einer weiteren Sanierungsmaßnahme die Trinkwasserleitungen komplett erneuert wurden, ist der geringere Stromverbrauch in 2022 auch auf die nicht bestimmungsgemäße Nutzung dieses Gebäudes zurückzuführen. Im Jahr 2022 wurde im Gebäude E mit der Erneuerung der gesamten Küchentechnik begonnen. Wir gehen davon aus, dass damit ein weiterer wesentlicher Beitrag zur Energieeinsparung geleistet werden kann.

LVR-Klinik Viersen und der LVR-Klinik für Orthopädie sowie der Krankenhauszentralwäscherei

Die im Jahr 2019 in Betrieb genommene BHKW-Anlage hat erwartungsgemäß zu erheblichen Energie- und Kosteneinsparungen geführt. Die Kosteneinsparung wird derzeit durch stark gestiegenen Gaspreis seit Anfang 2022 geschmälert.

Der Ausbau der E-Mobilität im Fuhrpark der Klinik hat sich bislang bewährt und ist weiterhin im Aufbau.

Sukzessive erfolgen energetische Sanierungen durch den Einbau neuer Fenster in den Bestandsgebäuden. Aktuell wird unter anderem das Haus 30 bearbeitet.

Die Begrenzung der Raumtemperaturen auf 19 °C im Verwaltungsbereich, die im Zuge der befürchteten Gasmangellage umgesetzt wurde, hat ebenfalls zur Energieeinsparung beigetragen.

In der LVR-Klinik für Orthopädie wird die Dezentralisierung die Trinkwarmwasserbereitung umgesetzt. Nach der Realisierung wird das Rohrleitungsnetz der dann ehemals zentralen Versorgung zurückgebaut.

Zum Jahresende 2022 wurde das neue OP-Modul in Betrieb genommen. Erfahrungswerte und Energiedaten können erst ab dem nächsten Jahr dokumentiert bzw. ausgewertet werden.

LVR-HPH-Verbund

In den vergangenen Jahren hat man im LVR-Verbund HPH immer wieder durch kleinerer Maßnahmen die Verbräuche im Bereich Strom, Gas und Wasser reduzieren können.

Um die Stromverbräuche dauerhaft zu senken und die Instandhaltungskosten zu reduzieren, wurden in weiteren Objekten die Beleuchtung von konventionellen Leuchtmitteln auf LED-Technik umgestellt. Hier wurden schwerpunktmäßig die Gemeinschaftsräume und Flure berücksichtigt.

Weiterhin wurde bei der Auswahl und dem Einsatz von Elektrogeräten auf eine sehr gute Energieeffizienzklasse geachtet.

Die Corona-Pandemie hat die Geschwindigkeit zur Umsetzung der einzelnen Maßnahmen jedoch deutlich gedrosselt.

Derzeit wird ein Objekt in Aldenhoven, Pützdorfer Straße, kernsaniert. Hier wird eine moderne hybride Heizungsanlage (Gas und Luft-Wärmepumpe) eingesetzt werden.

In den kommenden Jahren sind weitere kleinere Optimierungs- und Austauschmaßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz geplant.

7. Weitere Maßnahmen zu Umweltschutz und Nachhaltigkeitsthemen

Umweltschutz und Nachhaltigkeit sind Querschnittsthemen im LVR und betreffen alle Dezernate. Im Folgenden werden einige Leuchtturm-Maßnahmen vorgestellt, die der LVR über das Energiemanagement hinaus umsetzt.

7.1 Einführung von EMAS für alle Einrichtungen des LVR

EMAS steht für „*Eco-Management and Audit Scheme*“. Der LVR gilt als Vorreiter und Motor bei der Einführung des Umweltmanagementsystems EMAS. Das Gemeinschaftssystem der Europäischen Union für das freiwillige Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung wurde bereits in dreizehn LVR-Einrichtungen erfolgreich eingeführt.

Das EMAS-Managementsystem stellt ein Instrument zur kontinuierlichen und systematischen Optimierung der Umweltleistung dar.

Als Umweltmanagementsysteme vereint es eine Reihe von Vorteilen: EMAS führt durch die umfassende Betrachtung aller relevanten Umweltaspekte einer Organisation zu mehr Ressourceneffizienz und CO₂-Einsparungen. Darüber hinaus ist es mit Zertifizierungen im Qualitätsmanagement (ISO 9001) kompatibel und erhöht die Rechtssicherheit im Handeln der Organisation erheblich.



Bild 45 – Einrichtungen mit EMAS-Zertifizierung berichten jährlich öffentlich über ihre Umweltkennzahlen und entwickeln kontinuierlich Verbesserungsansätze

Der Verwaltungsvorstand des LVR hat am 14.11.2022 die verbindliche Einführung des Umweltmanagementsystems EMAS für alle Einrichtungen des LVR beschlossen. Die Gesamtkoordination des EMAS-Prozesses soll zentral im Dezernat 3 erfolgen.

- Der LVR wird seiner Vorbildfunktion als öffentliche Hand gerecht.
- Der LVR leistet einen aktiven Beitrag zur Einsparung von Treibhausgasemissionen sowie zur Erfolgskontrolle und zu einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess.
- EMAS ist als Umweltmanagementsystem der EU ein zentrales Steuerungselement, um ambitionierte Einsparziele für Treibhausgasemissionen zu erreichen.

Unter dem „Dach“ von EMAS werden alle relevanten Themen aus

- dem Energiemanagement
- dem Abfallmanagement
- dem Gefahrstoffmanagement
- den Umweltleistungen

gebündelt und in ein umfassendes, zertifiziertes Reporting überführt.

7.2 Perspektivenwerkstatt Abfall und Ressourcenwirtschaft

Im September 2022 haben über siebzig Fachleute aus Politik, Verwaltung und Wissenschaft beim Landschaftsverband Rheinland (LVR) an einer Perspektivenwerkstatt mit dem Titel „Abfall- und Ressourcenwirtschaft: Auf dem Weg zum Ende der Wegwerfgesellschaft!“ teilgenommen. Es bestand Einigkeit, dass Kreislaufwirtschaft unabdingbar ist. Rohstoffe sollen nicht mehr linear erst genutzt werden und dann als Abfall enden, sondern in einem Kreislauf immer wieder verwertet werden.

Kreislaufwirtschaft hat zahlreiche Schnittstellen zu Themen, wie Umwelt- und Klimaschutz, Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung. Eine Auswahl an zukunftsweisenden Ansätzen und Konzepten, die die Transformation von der Wegwerfgesellschaft zu einer ganzheitlichen Kreislaufwirtschaft gemäß des European Green Deals unterstützen, wurden in der Perspektivenwerkstatt vorgestellt und ausführlich diskutiert.



Bild 46 - LVR-Perspektivenwerkstatt 2022

Quelle: © Astrid Piethan

Die Veranstaltung wurde vom Vorsitzenden des LVR-Umweltausschusses, Herrn Rolf Fliß, und dem Dezernenten für Gebäude- und Liegenschaftsmanagement, Umwelt, Energie, Bauen für Menschen GmbH, Herrn Detlef Althoff, eröffnet.

Highlights der Perspektivenwerkstatt waren spannende Gastvorträge von Vertreter*innen des Bundesverbandes der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Kreislaufwirtschaft (Bernhard Schodrowski), der Stadt Köln (Dr. Thomas Kreitsch) und dem Unternehmen Concular GmbH (Annabelle von Reutern).

Begleitet wurde die Perspektivenwerkstatt von einer inspirierenden Messe, die den Besucher*innen die Gelegenheit gab, sich über interessante Dienstleistungen und Produkte rund um das Thema Abfallwirtschaft zu informieren.



Bild 47 - LVR-Perspektivenwerkstatt 2022

Quelle: © Astrid Piethan

Abschließend gab ein gemeinsamer Mittagsimbiss noch einmal Raum für weiteren Austausch und Vernetzung unter Besucher*innen und Beteiligten.

7.3 Aktualisierung der LVR-Checkliste des ökologischen Bauens

Der Landschaftsverband Rheinland wird bei seinen Bau- und Sanierungsvorhaben künftig noch umfassender als bisher Aspekte des ökologischen Bauens umsetzen. Das hat der Bau- und Vergabeausschuss der Landschaftsversammlung Rheinland im Mai 2022 beschlossen. Die Neufassung der „LVR-Checkliste des ökologischen Bauens“ beinhaltet nach dem Beschluss vom 16.05.2022 nun auch Themen wie den Ausbau von Elektromobilität im LVR, die Senkung von Treibhausgasemissionen, die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien und das Cradle to Cradle-Konzept. Die vom LVR identifizierten relevanten Aspekte des ökologischen Bauens sind in einer Checkliste zusammengeführt worden, die bei jeder Planung standardmäßig und Objektbezogen abgearbeitet wird.

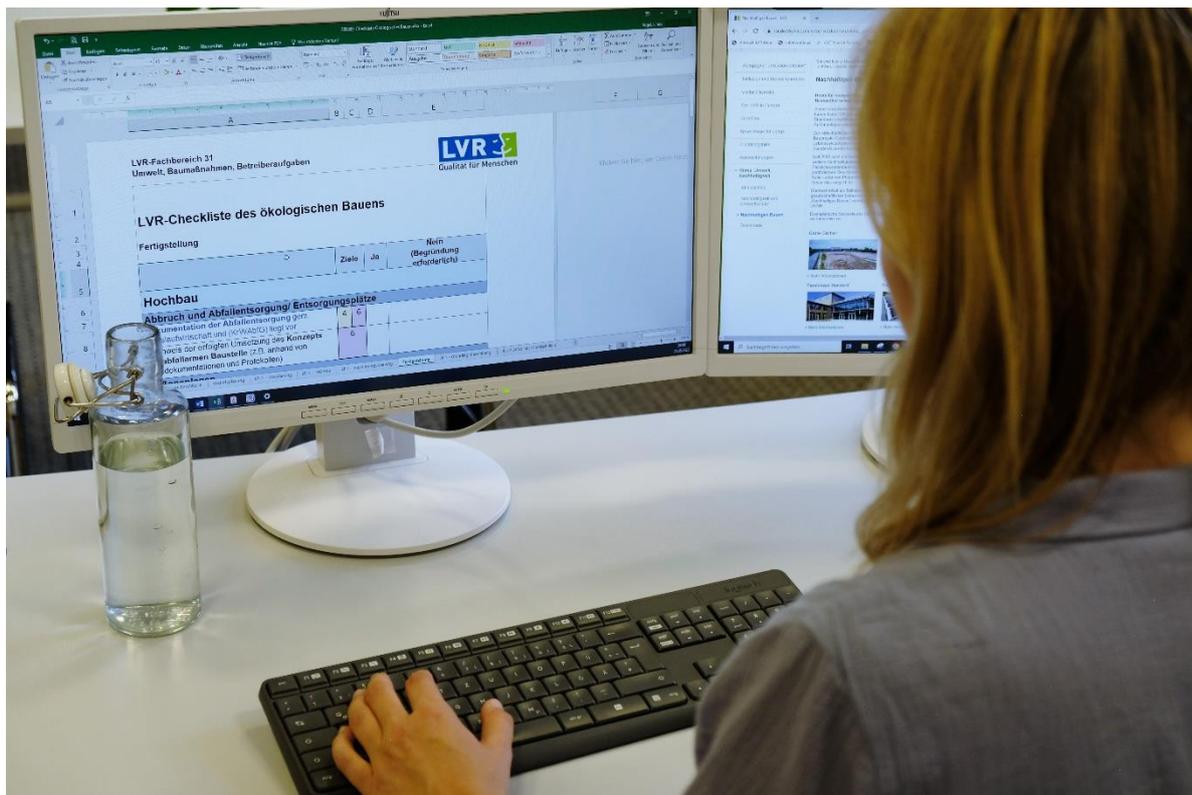


Bild 48 - LVR-Checkliste für ökologisches Bauen

Neu ist mit der Aktualisierung auch, dass die Checkliste mitlaufend, von der ersten Planungsphase über die Entwurfsplanung bis zur Ausführung, angewendet wird. Darüber hinaus werden die Ergebnisse der Umsetzung noch vier Jahre nach Fertigstellung kontinuierlich überprüft.

Die jeweils definierten Anforderungen gehen über die gesetzlichen Anforderungen der Landesbauordnung hinaus und sind obligatorisch bei Neubau- und Sanierungsvorhaben des LVR umzusetzen bzw. zu berücksichtigen.

Der LVR will im Hinblick auf die Reduzierung von Treibhausgasemissionen und der Nutzung erneuerbarer Energien seine Vorbildfunktion zukünftig auch weiterhin gerecht werden. Zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen in der Nutzungsphase ist gemäß politischem Beschluss seit dem Jahr 2008 der Passivhausstandard einzuhalten. Für Neubauten soll, wenn möglich zukünftig auch ein Energieversorgungskonzept zur Umsetzung eines Plusenergiehauses oder mindestens eines Nullenergiehauses erstellt werden.

Für die Heizungstechnik sind innovative Energie- und Wärmeversorgungskonzepte mit dem Ziel der Vermeidung des Einsatzes von fossilen Brennstoffen zu erarbeiten. Die Nutzung konventioneller Kesselanlagen ist seit dem Jahr 2021 beim LVR nicht mehr gewünscht. Der Einsatz von Speichertechnologien soll regelmäßig überprüft werden.

7.4 Aufbau eines digitalen und nachhaltigen Mobilitätsmanagements für den LVR

Bereits im vorangegangenen Energiebericht für die Jahre 2017 bis 2019 wurde die Mobilität im LVR als wichtiger Bereich mit großem Potenzial zur Reduktion von Treibhausgasen identifiziert. Neben der Verkleinerung des CO₂-Fußabdrucks wurden auch Aspekte zur Verbesserung der Mitarbeitendenzufriedenheit bei der Dienstreise- und Pendelmobilität sowie die Effizienzsteigerung bei der Arbeitserledigung in den Fokus der Betrachtungen gerückt. Themen der Mobilität und Digitalisierung sind eng miteinander verzahnt, sodass die gemeinsame Betrachtung notwendig ist, um die Mobilitätswende des Verbands zukunftssicher und innovativ zu gestalten. So wurde mit der Gründung des Dezernates 6 „Digitalisierung, IT-Steuerung, Mobilität und Technische Innovation“ im Jahr 2019 der Grundstein für den Aufbau eines digital gestützten, nachhaltigen und ganzheitlichen Mobilitätsmanagements für den LVR gelegt.

Während des Aufbaus des Mobilitätsmanagements für den Verband sind einige externe Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Diese reichen von akuten Faktoren, wie beispielsweise der Corona-Pandemie oder der Energiekrise durch den Angriffskrieg gegen die Ukraine, bis hin zu langfristigen Einflussfaktoren, wie dem Klimawandel und gesetzlichen Rahmenbedingungen. Da die Dimensionen Klimaschutz und Inklusion für den LVR von besonderer Bedeutung sind, werden diese im Verwaltungshandeln stets mitgedacht und nehmen auch im Mobilitätsmanagement eine herausragende Rolle ein. Die Einführung neuer, digitaler Lösungen der physischen und virtuellen Mobilität für die Mitarbeitenden des LVR und die Menschen im Rheinland müssen stets am Grundsatz der Barrierefreiheit „by Design“ ausgerichtet werden. Mobilität wird als Bedürfnis verstanden und dieses wird auch bei den verschiedenen Mobilitätsformen im Handlungsspektrum des LVR stets berücksichtigt. Entsprechende Lösungen sind von Beginn an barrierefrei zu gestalten, um Zugangshürden abzubauen und gesellschaftliche Ungleichheiten zu reduzieren.

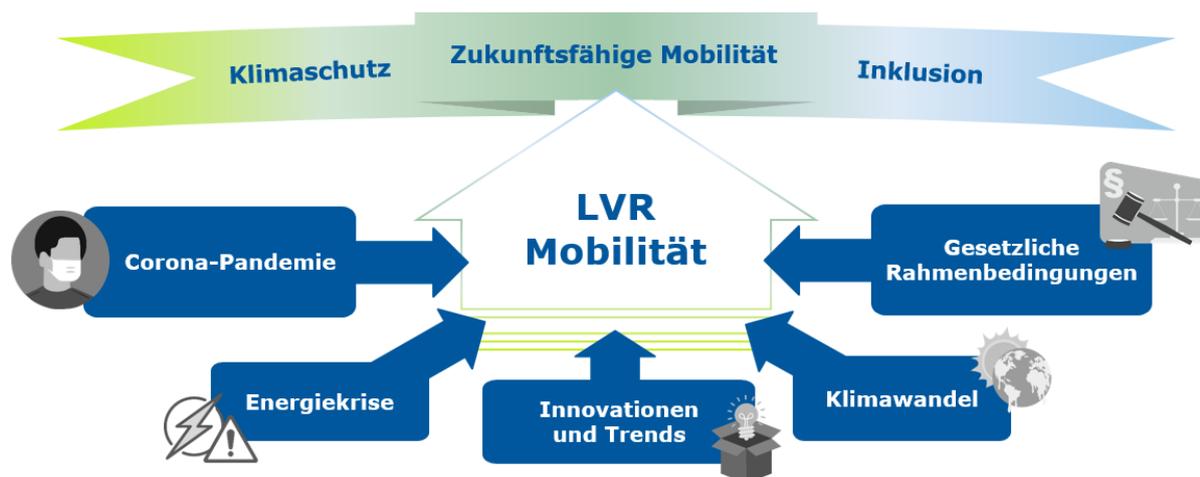


Bild 49 - Umwelteinflüsse und Faktoren auf das Mobilitätsmanagement des LVR

Quelle: Eigene Darstellung LVR

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieberichtes befindet sich das LVR-Mobilitätskonzept in der Abstimmung zwischen allen Dezernaten des LVR und wird anschließend dem Verwaltungsvorstand und der politischen Vertretung vorgelegt. Innerhalb des Konzepts wurden fünf Handlungsfelder mit insgesamt elf Mobilitätsmaßnahmen identifiziert und festgelegt. Neben der Einführung eines zentral gesteuerten Fuhrparkmanagements und einer Lösung zur digitalen Fuhrparkverwaltung (Handlungsfeld Fuhrparkmanagement), dem Auf- und Ausbau interner sowie externer Ladeinfrastruktur und einer Bedarfserhebung zur Elektrifizierung der Fuhrparke (Handlungsfeld Elektromobilität) konnten Maßnahmen zur Parkraumbewirtschaftung in der Zentralverwaltung (Handlungsfeld Parkraum und Infrastruktur), zur (E-)Fahrradförderung und Pendler*innenumfrage (Handlungsfeld Pendler*innenmobilität) und zur (digitalen) Vernetzung von Mobilitätsangeboten sowie mit Vertreter*innen von Wissenschaft und Wirtschaft (Handlungsfeld Vernetzte Mobilität/Digitalisierung) als Handlungsmaßnahmen identifiziert werden. Einen Überblick zu den Schnittmengen unter den Maßnahmen liefert das nachfolgende Bild. Die Festlegung ist keinesfalls abschließend und kann – sofern der Bedarf festgestellt wird – zukünftig angepasst sowie erweitert werden. Die Erstellung des Mobilitätskonzepts für den LVR ist nicht als abgeschlossener Prozess zu betrachten, sodass auf den (digitalen) Wandel der Arbeitswelt fortlaufend reagiert werden kann.

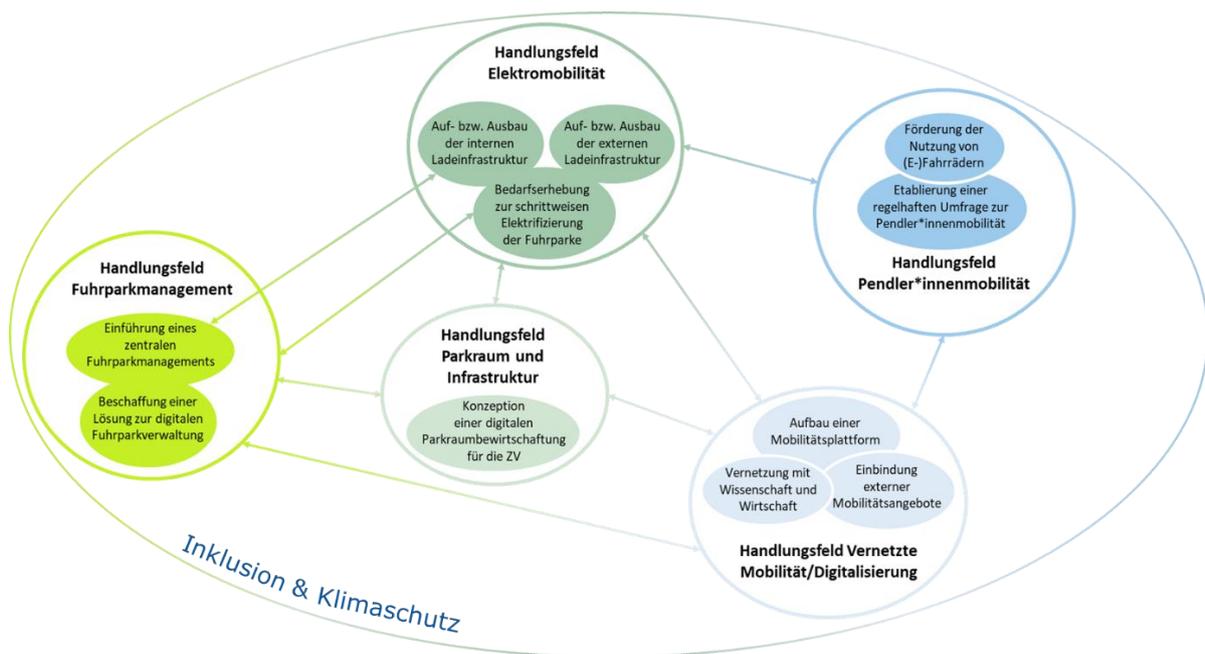


Bild 50 - Handlungsfelder und Maßnahmen des Mobilitätskonzepts für den LVR

Quelle: Eigene Darstellung LVR

Ein erster praktischer Schritt bei der Schaffung neuer Mobilitätsangebote im Handlungsfeld Vernetzte Mobilität/Digitalisierung für die Mitarbeitenden des LVR erfolgte durch Einführung der Mitfahr-App goFLUX, die das unkomplizierte Bilden von Fahrgemeinschaften ermöglicht. Im Herbst 2022 hat der Hersteller einen Relaunch durchgeführt, um die bedarfsgerechte Bildung von Mitfahrgelegenheiten noch effizienter

und einfacher zu gestalten. Die Eingabe des Start- und Zielpunktes sowie der Fahrzeiten erfolgt durch die Nutzer*innen, sodass die App anschließend mögliche Überschneidungen von Fahrstrecken anderer Nutzenden errechnet und Fahrgemeinschaften vorschlägt. Durch die Bildung von Fahrgemeinschaften werden Ressourcen geschont (z. B. Spritverbrauch, Parkflächen, Straßenauslastung) sowie ein Beitrag zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele des LVR geleistet, da Treibhausgasemissionen im Pendelverkehr reduziert werden. Zusätzlich werden die durch LVR-Mitarbeitende verursachten Emissionen der zurückgelegten Wegstrecken durch Ausgleichszahlungen an Unternehmen kompensiert, die lokale Klimaschutzprojekte durchführen. Die Nutzung der Mitfahr-App ist für alle Mitarbeitenden des LVR kostenfrei.

Weiterhin konnte auch im Handlungsfeld Elektromobilität bereits die Bedarfserhebung zur schrittweisen Elektrifizierung der Fuhrparke unter allen Fuhrparkleitungen des LVR durchgeführt werden. Die Sichtung und Analyse der Befragungsergebnisse wird Aufschluss über den Status Quo der Fuhrparke und Ladeinfrastruktur der Dienststellen liefern und ebenfalls die Grundlage für einen Ausbauplan der Elektromobilität darstellen. Diese Aktivitäten werden den LVR im Auf- und Ausbau der Ladeinfrastruktur voranbringen und ihn zukunftsfähig aufstellen.

7.5 Sensibilisierung

Die Reduzierung des Energieverbrauchs und somit die Senkung der CO₂-Emissionen wird im LVR nicht nur als eine rein technische Herausforderung betrachtet, der durch die Sanierung und Modernisierung der Liegenschaften erreicht werden kann.

Der LVR sieht sich als Gebäudebetreiber von rund 1000 Gebäuden im Rheinland in der Verantwortung, LVR-Einrichtungsleitungen, Verantwortliche der Gebäudetechnik und vor allem Mitarbeitende mitzunehmen und konkret mit Tipps und Hinweisen zum Energiesparen zu sensibilisieren. Das Verhalten der Mitarbeitenden hat einen großen Einfluss auf den Energieverbrauch im Landschaftsverband. Indem das Bewusstsein für den Energieverbrauch gestärkt wird, kann der Verbrauch reduziert werden. Durch eine erhöhte Aufmerksamkeit der Mitarbeitenden können vielerorts erhebliche Einsparungen erzielt werden. Zur Förderung eines besseren Verständnisses wurden am 21.07.2022 Tipps und Tricks zur effektiven Nutzung von Energie im beruflichen und als auch im privaten Bereich veröffentlicht. Diese umfassten unter anderem Hinweise zu

- richtigen Bedienung von Thermostatventilen und Raumtemperaturregler
- richtigem Lüften
- effizienter Betrieb des Kühlschranks

Das umsichtige Verhalten der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter trug wesentlich zu den in Kapitel 2.1 beschriebenen Einsparerefolgen im Landeshaus und im Horion-Haus von 33,4 % der Wärmeenergie und 23,7 % der Strommenge im Zeitraum Oktober bis Dezember 2022 gegenüber 2021 bei.

8. Energieeinkauf

Das öffentliche Vergaberecht verpflichtet den LVR Energieeinkäufe öffentlich auszuschreiben. Dafür ist das Competence-Center Bau (CC-Bau) im LVR-Dezernat 3 zuständig. Hier werden für alle Liegenschaften Rahmenverträgen über den Bezug von Energie abgeschlossen.

Bei den Verbrauchsstellen innerhalb des LVR ist zwischen Großverbrauchern, wie z. B. dem LVR-Klinikverbund, und einer Vielzahl kleiner Abnahmestellen zu unterscheiden. Zu letzteren gehören bspw. die Wohngruppen des Verbunds Heilpädagogischen Hilfen.

Der aktuelle Rahmenvertrag Strom beinhaltet 88 Messstellen für Großverbraucher (mit RLM-Zählern, die individuelle Lastprofil ermöglichen) und 423 kleinere Abnahmestellen (mit SLP-Zählern, die die Jahresverbräuche erfassen). Die Aufteilung im Gas gestaltet sich aktuell folgendermaßen: 23 RLM-Zähler und 218 SLP-Zähler.

Auch die Aufnahme neuer Verbrauchsstellen bzw. die Änderung an diesen wird durch das CC-Bau gewährleistet, sodass alle Verbraucher in die LVR-Rahmenverträge für Energie aufgenommen werden.

8.1 Änderung der Einkaufsstrategie ab dem 01.01.2023

Durch die krisenbedingten Entwicklungen der letzten Jahre – Corona-Pandemie und der völkerrechtswidrige Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine – wurde die Beschaffungsstrategie für Strom im Jahr 2022 neu ausgerichtet. Der Strommarkt war höchst volatil und die entsprechende Reaktion an der Strombörse verursachte ein Angebotsstopp seitens der Energieversorger aufgrund zu hoher wirtschaftlicher Risiken. Um die Versorgung der LVR eigenen Liegenschaften mit Strom dennoch sicherzustellen, wurde neben der bereits in der Vergangenheit eingeführten Tranchen-Beschaffung am Futuremarkt nun die Residualmenge über die Spotmarktbeschaffung abgedeckt (Portfoliomanagement). Tranchen-Beschaffung bedeutet, dass die Jahresmenge über mehrere Zeitpunkte in Teilmengen (Tranchen) beschafft wird. Somit wird das Preisrisiko gestreut.

Zur besseren Verständlichkeit der Begrifflichkeit Residualmenge, hilft das untenstehende Bild, das einen beispielhaften Verlauf einer Abnahmestelle abbildet.

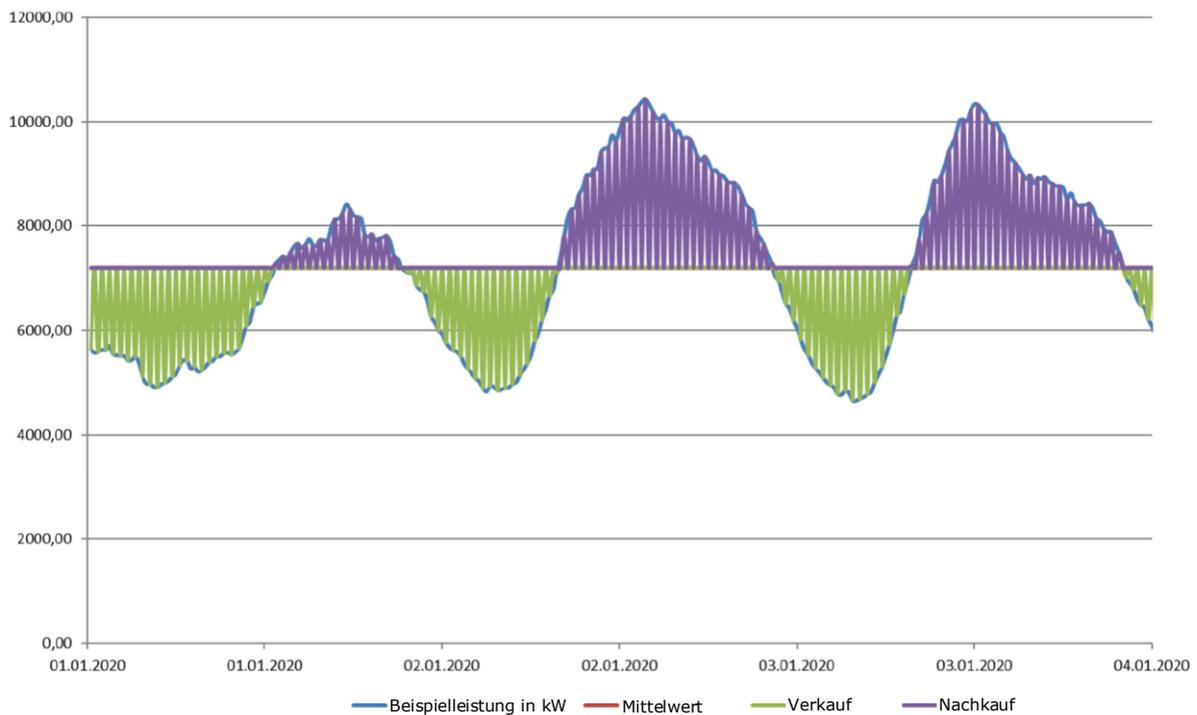


Bild 51 – Erläuterung Residualmenge, Quelle: Specht Ingenieurbüro

Die Messung der Werte erfolgt durch einen digitalen Messzähler in einem Intervall von 15 Minuten. Die Menge unter der blauen Linie ist als sogenannte Grundlast gekauft worden. Wird weniger Energie verbraucht als eingekauft, müssen die Mengen verkauft werden, die zu viel vorhanden sind und Mengen nachgekauft werden, für die zu wenig Energie beschafft wurde.

Durch die Einführung dieses Portfoliomanagements konnte in einer höchst unsicheren Zeit ein Rahmenvertrag abgeschlossen und die Versorgung aller LVR-Liegenschaften sichergestellt werden.

Die Beschaffungsstrategie für Erdgas musste nicht angepasst werden. Wie bisher auch, wurde ein Jahresgrundpreis sowie eine Dienstleistungspauschale angeboten.

8.2 Beschaffung von Energie

Das CC-Bau beschafft Erdgas, elektrische Energie (Ökostrom) und Heizöl für alle LVR-Liegenschaften im Zuge europaweiter Ausschreibungsverfahren. Weiterhin werden Holzpellets eigenständig durch die Dienststellen beschafft, wo diese benötigt werden.

8.2.1 Beschaffung von elektrischer Energie

Der LVR beschafft seit dem Beschluss der Landschaftsversammlung aus dem Jahr 2008 100 % Ökostrom. Die Art der Erzeugung (Windkraft, Sonnenenergie, Wasserkraft etc.) wird dabei dem Versorger überlassen.

Bei dem Vergabeverfahren wird bisher als Entscheidungskriterium das wirtschaftlichste Angebot berücksichtigt. Generell setzt sich der Angebotspreis der bietenden Parteien aus der Marge und dem Aufschlag für Ökostrom zusammen. Dies sind die einzigen variablen Größen in der Gesamtpreisgestaltung der Strombeschaffung. Nur auf diese beiden preisbildenden Faktoren haben die bietenden Parteien Einfluss. Der Strompreis selbst ergibt sich aus dem Börsenpreis an der Leipziger Strombörse EEX.

Im Vorfeld des Vergabeverfahrens 2022 erfolgte eine Beratung durch ein entsprechend qualifiziertes Ingenieurbüro.

Die Losbildung wurde neu konzipiert. Die Regionen Nord, Süd und West wurden in ein Los zusammengefasst. Die Region Ost bildet nun ein eigenständiges Los. Ziel war es, die Anzahl der Abnahmestellen zu homogenisieren. Die Ausschreibungszeiträume für die beiden Lose sind abweichend und werden zum nächstmöglichen Zeitpunkt harmonisiert. Ausschlaggebend für diesen Entschluss ist die effizientere Ausschreibungsbearbeitung und erwartete Synergieeffekte aufgrund der Strommengenbündelung.

Für die Regionen Nord, West und Süd wurde im Jahr 2022 für den Zeitraum vom 01.01.2023 – 31.12.2024 aufgrund der veränderten Marktlage eine geänderte Beschaffungsstrategie angewandt.

Demnach werden 86 % der Gesamtstrommenge des LVR als Grundlast (*Base*) am Futuremarkt (Terminmarkt) in Teilmengen eingekauft. Die restliche Menge wird ab Lieferbeginn tagesaktuell am Spotmarkt beschafft. Auf dem Spotmarkt wird kurzfristig lieferbarer Strom gehandelt. Der Strom kann auf einer 15-minütigen Basis eingekauft und wiederverkauft werden. Hierbei gilt es zu beachten, dass trotz dieser Umstellung 86% der Gesamtkosten bis zum Ende des Jahres 2022 feststehen.

Bild 52 und Bild 53 zeigen einen ersten Anstieg der Börsenpreise im Laufe des Jahres 2021. Dieser Aufwärtstrend wurde durch den Wirtschaftsaufschwung nach der Corona-Pandemie verursacht.

Die Preise für 2023 sind durch den Krieg zwischen Russland und der Ukraine im Februar 2022 enorm gestiegen.

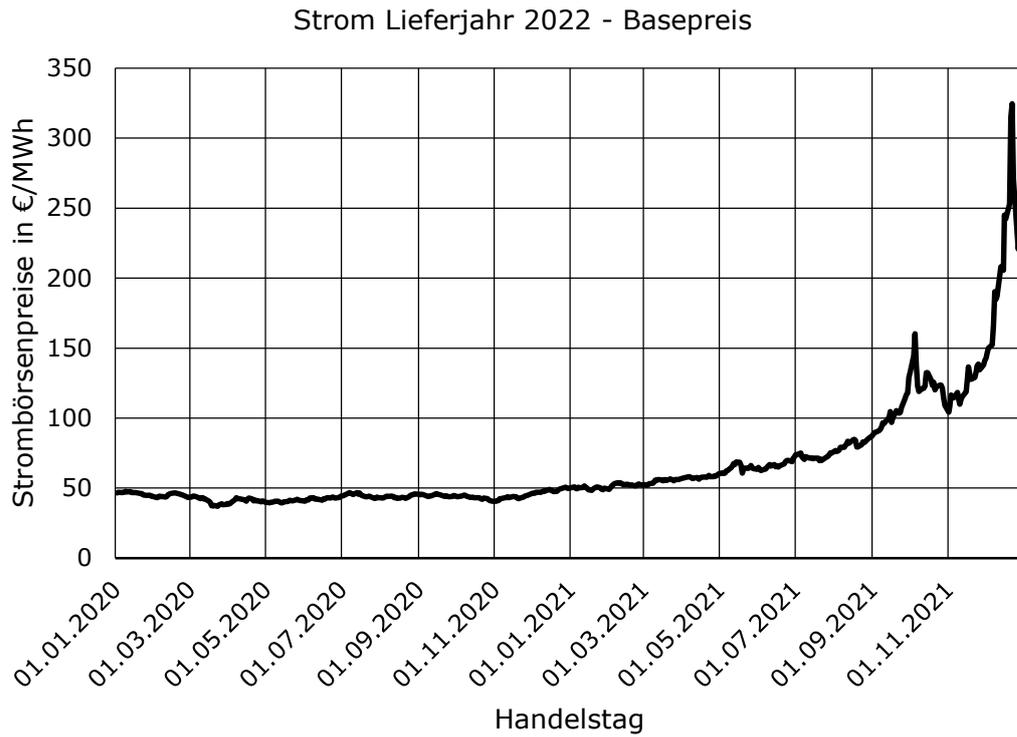


Bild 52 - Strombörsenpreise in €/MWh für das Lieferjahr 2022 – ab Handelstag 01.01.2020
 Quelle: Specht Ingenieurbüro



Bild 53 - Strombörsenpreise in €/MWh für das Lieferjahr 2023 – ab Handelstag 01.01.2020
 Quelle: Specht Ingenieurbüro

Zur Erläuterung dieser Entwicklung wird auf die Regel *Merit-Order* eingegangen:

„In Deutschland wird der Strompreis an der Strombörse über die sogenannte *Merit-Order* gebildet, um einen einheitlichen Strompreis zu erzielen. Dabei wird in der Energiewirtschaft die *Merit-Order* (englisch für Reihenfolge der Vorteilhaftigkeit) als die Einsatzreihenfolge der stromproduzierenden Kraftwerke auf einem Stromhandelsplatz bezeichnet.

Die Reihenfolge wird durch die Grenzkosten der Stromerzeugung der jeweiligen Kraftwerke bestimmt. Grenzkosten definieren dabei die Kosten, die bei einem Kraftwerk für jede weitere produzierte Megawattstunde anfallen. Somit dürfen diejenigen Kraftwerke zuerst ihren Strom einspeisen, die am kostengünstigsten produzieren können.

Um die Stromnachfrage zu decken, werden dann nach und nach weitere Kraftwerke für die Einspeisung zugeschaltet, bis der aktuelle Bedarf gedeckt ist.



Bild 54 – Erläuterung Merit Order Prinzip

Quelle: <https://www.tengelmann-energie.com/merit-order>, Abrufdatum: 17.07.2023

Der Börsenpreis für Strom, zu dem alle Geschäfte abgewickelt werden, wird durch das letzte Kraftwerk bestimmt, welches gerade noch gebraucht wird, um den Bedarf zu decken. Das sogenannte Grenzkraftwerk.

Somit bezieht sich der Einheitspreis auf die teuerste Art der Erzeugung und das Grenzkraftwerk bestimmt für alle eingesetzten Kraftwerke den Börsenpreis, den sie für ihren eingespeisten Strom erhalten.²

Aufgrund der Gaskrosselung aus Russland wurde Erdgas zu einem knappen Gut und führte zu dem immensen Preisanstieg von Erdgas. Nach der Merit-Order Regel sind die Gaskraftwerke als teuerste Stromproduzenten preisbestimmend.

Für 2023 werden Kosten in Höhe von 12,1 Mio. € (inkl. Preisdeckelung der Bundesregierung) prognostiziert. Der Wert exklusiv des Preisdeckels läge bei ca. 15,2 Mio. €.

² <https://www.tengelmann-energie.com/merit-order/>

8.2.2 Beschaffung von Erdgas

Bei der Erdgasbeschaffung setzen sich die Angebotspreise aus der von den Bietern zu kalkulierenden und auf den Gaspreis aufzuschlagenden Dienstleistungspauschale und dem Grundpreis je Abnahmestelle zusammen.

Alle weiteren Preisbestandteile wie Börsenpreis, Netzentgelte inkl. Messentgelte, Bilanzierungs- sowie BEHG-Umlage, Gas- und Mehrwertsteuer sind nicht Bestandteil des Wettbewerbs. Diese Preisbestandteile sind für alle bietenden Parteien identisch und nicht beeinflussbar. Durch den Abschluss des Erdgasliefervertrages im Spätsommer 2021 konnte die Versorgungssicherheit bis zum 31.12.2024 gewährleistet werden.

Der Zuschlag wurde auf Basis der angebotenen Dienstleistungspauschale und dem Grundpreis je Abnahmestelle erteilt. Die Ausschreibung wurde in vier Losen – Nord, Ost, Süd, West – platziert.

Die Kosten für Erdgas sind für den LVR von 8,5 Mio. € in 2021 auf 20,5 Mio. € in 2022 gestiegen. Dies entspricht einem Preisanstieg von ca. 140 %. Anhand von Bild 56 und Bild 56 lässt sich bereits ein erster Anstieg der Börsenpreise im Laufe des Jahres 2021 erkennen. Dieser Aufwärtstrend wurde durch den Wirtschaftsaufschwung nach der Corona-Pandemie verursacht.

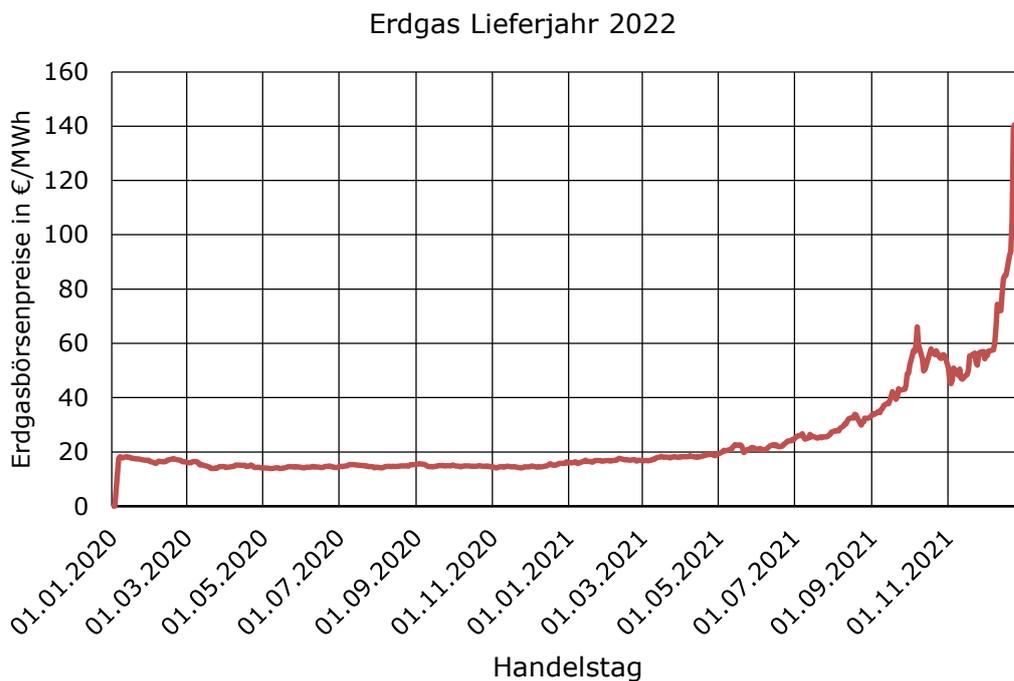


Bild 55 - Erdgasbörsenpreise in €/MWh für das Lieferjahr 2022 – ab Handelstag 01.01.2020, Quelle: Specht Ingenieurbüro

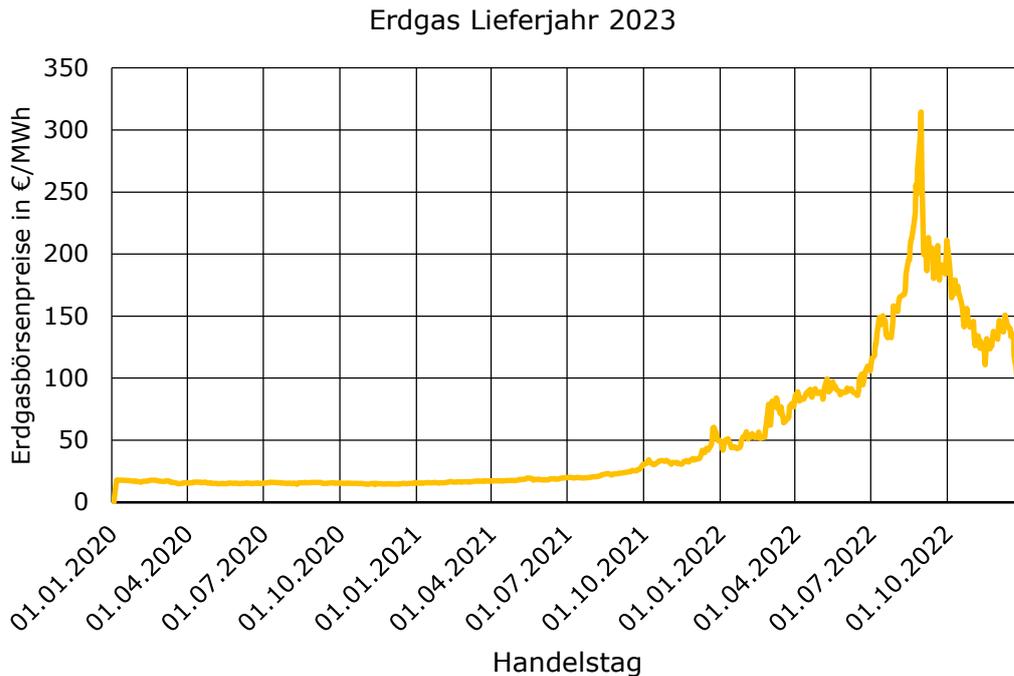


Bild 56 - Erdgasbörsenpreise in €/MWh für das Lieferjahr 2023 – ab Handelstag 01.01.2020

Quelle: Specht Ingenieurbüro

Die Preise für 2023 sind durch den Krieg zwischen Russland und der Ukraine auf die Ukraine im Februar 2022 enorm gestiegen. Für 2023 werden Kosten in Höhe von 24,4 Mio. € (inkl. Preisdeckelung der Bundesregierung) prognostiziert. Der Wert exklusiv des Preisdeckels läge bei ca. 28,8 Mio. €.

Die Grafiken und somit die Preisentwicklungen von Erdgas und Strom verlaufen nahezu analog. Dies ist bedingt durch die Abhängigkeit des Strompreises vom Erdgaspreis, siehe auch dazu die Erläuterung der Merit-Order Regel.

8.2.3 Beschaffung von Heizöl

Der preisliche Wettbewerb bei der Beschaffung von Heizöl bezieht sich lediglich auf die von den bietenden Parteien individuell zu kalkulierenden Frachtkostenpauschalen und Kleinmengenzuschlägen als Preiszuschlag für Fracht, Maut und Anlieferung frei Tank. Bei der frei Tank Anlieferung handelt es sich um die Lieferung des Heizöls bis zum Heizöltank.

Der Heizölpreis selbst wird nach dem Indexpreis *OMR „western-med“* stichtagsgenau abgerechnet, an dem die Öllieferung erfolgt. Bei der OMR (Oil Markt Report) handelt es sich um einen unabhängigen Berichtersteller, die Preisnotierungen und Analysen für Energie- und Rohstoffmärkte publizieren.

Derzeit wird in 37 Dienststellen beim LVR Heizöl als Wärmeträger eingesetzt. Der Bedarf liegt bei ca. 685.500 Litern. Die größten Abnehmer sind u. a. das LVR-Amt für

Bodendenkmalpflege im Rheinland mit seinen Außenstellen Xanten, Nideggen und Titz sowie LVR-Kliniken und die LVR-Schule Belvedere in Köln. Bei den Kliniken ist anzumerken, dass Heizöl zur Sicherung der Wärmeversorgung bei Ausfall der Haupt-Wärmeerzeugungsanlagen, i. d. R. Erdgas-Blockheizkraftwerke, genutzt wird.

Im Jahr 2022 wurde eine europaweite Ausschreibung im Offenen Verfahren für den Beschaffungszeitraum vom 01.01.2023 bis 31.12.2024 durchgeführt. Bei dieser Ausschreibung wurde eine Unterteilung in fünf regionale Lose berücksichtigt. Mit Abschluss des Rahmenvertrages wurde die angebotene Frachtkostenpauschale sowie der Kleinmengenzuschlag festgeschrieben.

Der endgültige Brutto-Lieferpreis für Heizöl setzt sich entsprechend aus den festen Bestandteilen Frachtkostenpauschale, Kleinmengenzuschlag und dem Indexpreis OMR „western-med“ des Tages zuzüglich Umsatzsteuer zusammen.

Aufgrund der im Spätsommer 2022 drohenden Gasmangellage wurde ein „Sonderbedarf Heizöl“ optional ausgeschrieben um einen Notfallplan für die Kliniken zu gewährleisten. Dieser Sonderbedarf musste nicht in Anspruch genommen werden, da keine Gasmangellage eingetreten ist.

8.2.4 Beschaffung von Holzpellets

Die Beschaffung von Holzpellets wird im Berichtszeitraum dezentral über die einzelnen Liegenschaften, die Holzpellet-Heizungen nutzen, durchgeführt.

Ob eine Beschaffung auf Basis eines zentral abgestimmten Rahmenvertrages wirtschaftlich und organisatorisch sinnvoll ist, wird vom CC-Bau überprüft und mit den betroffenen Dezernaten und Abteilungen abgestimmt.

8.3 Ausblick - Entwicklung des Energieeinkaufs

Der LVR-Energieeinkauf wird sich weiter verändern. Um sowohl die Versorgungssicherheit der Dienststellen als auch bestmögliche wirtschaftliche Konditionen auf diesem höchst volatilen Markt sicherstellen zu können, sind fortlaufende Strategieprüfungen und Anpassungen erforderlich.

Aktuell werden durch das CC-Bau diverse Anpassungen des Vergabeverfahrens wie z. B. E-Auktionen, Abklärung von verkürzten Vergabebindefristen und die Einführung des *Strombilanzkreismodells* geprüft. Sehr stark verkürzt dargestellt funktioniert dieses Modell wie folgt: Die durch den LVR selbsterzeugte Energie wird in das öffentliche Netz eingespeist. Die eingespeiste Menge kann dann von einer anderen LVR-Dienststelle verbraucht werden. Es würde also keine Einspeisevergütung erfolgen, sondern Eigenverbrauch. Für die Durchleitung des Stroms würden ggf. Netzgebühren und Umsatzsteuer anfallen. Die Möglichkeiten und die Antwort auf die Frage, ob der LVR überhaupt teilnehmen kann, werden aktuell dezernatsübergreifend geprüft.

Die Marktlage und die komplexen Zusammenhänge zwischen Energieeinkauf und Nachhaltigkeit erfordern eine andauernde Aktualisierung des Know-How der Mitarbeitenden im Energieeinkauf. Zusätzlich fordern sich häufig ändernde oder neue, komplizierte gesetzliche Regelungen (z. B. Soforthilfe-Entlastungsgesetz, Gas-, Strompreisdeckel) eine fortwährende Prüfung der aktuellen Einkaufsstrategie. Anfragen zu Preisentwicklungen, Haushaltsprognosen von LVR-Dezernaten und Wie-Eigenbetriebegeführten Einrichtungen des LVRs können so zuverlässig bearbeitet werden.

Die aktuell dezentral verwalteten Fernwärmeverträge werden perspektivisch wegen zu erwartender Bündelungspotenziale im CC-Bau zusammengefasst. Auch die Entwicklung der Kommunalen Wärmeplanung werden durch den strategischen Einkauf des CC-Bau beobachtet um als kompetente Anlaufstelle im LVR zur Verfügung zu stehen.

Ab dem 01.01.2024 wird die Budgetverantwortung für die Energiekosten für die Dezernate 5 und 9 in das Dezernat 3 übertragen. Der Planwert für 2024 liegt für das Allgemeine Grundvermögen bei 13,2 Mio. €.

Um die in Rechnung gestellten Energiekosten valide und transparent nachvollziehen zu können, ist die Implementierung eines Energiekostencontrollings erforderlich.

9. Fazit und Ausblick

Der Berichtszeitraum 2020 bis 2022 war geprägt von der Corona-Pandemie, dem Krieg in der Ukraine und dessen wirtschaftlichen Folgen. Der neue Energiebericht zeigt insbesondere im Umgang mit diesen Krisen, dass es dem LVR durch die kontinuierliche Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen gelungen ist, die spezifischen Energieverbräuche zu senken und damit die Treibhausgasemissionen der Dienststellen weiter zu reduzieren.

Hierzu bietet der Energiebericht einen Überblick über zahlreiche Baumaßnahmen, die während des Berichtszeitraums umgesetzt wurden, sowie einen Ausblick auf die Projekte, die sich derzeit in der Planungsphase befinden. Die Wärmeversorgung für alle zukünftigen Projekte sollte vollständig regenerativ erfolgen.

Der Bericht zeigt ebenfalls, dass es zwingend erforderlich ist, den eingeschlagenen Weg, der konsequenten Umsetzung energieverbrauchsmindernder Projekte stringent fortzusetzen, um die Reduktion der Treibhausgasemissionen gemäß dem Bundes-Klimaschutzgesetz bis 2030 um 65 % zu erreichen.

Die Energiedatenerhebung für diesen Bericht hat gezeigt, dass ein ganzheitliches Energiedatenmanagement notwendig ist. Dafür wurde im Berichtszeitraum mit der Beauftragung eines Messstellen- und Zählerkonzepts der Grundstein gelegt. Das darauf aufbauende Energiemanagement wird zukünftig durch das Monitoring der Liegenschaften energetische Anomalien, wie Abweichungen von Sollwerten, frühzeitig erkennen und somit schnelles Handeln, z. B. Reparaturen, ermöglichen. Dies erfordert die Einführung einer Energiemanagementsoftware, um einen effizienten Gebäudebetrieb zu gewährleisten.

Im Rahmen des Ausbaus der erneuerbaren Energien wird das Modell des Strombilanzkreises regulatorisch und wirtschaftlich geprüft. Die Liegenschaften sind dabei Teil eines so genannten Bilanzkreises. Überschüssiger PV-Strom, der beispielsweise in einer Schule außerhalb der Öffnungszeiten produziert wird, wird in das Netz eingespeist und von anderen Dienststellen im Bilanzkreis für den Eigenverbrauch entnommen, wodurch die Netzstrombezugsmenge substantiell reduziert werden kann.

Dieses Modell kann den Ausbau von erneuerbaren Energien und insbesondere von Photovoltaikanlagen deutlich beschleunigen, wenn die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen stimmen. Gleichzeitig kann der Anteil des erzeugten Stroms, der nicht selbst verbraucht wird, infolge der Netzeinspeisung, den regenerativen Anteil im Strommix des Netzes erhöhen.

10. Anhang

Entwicklung der Verbrauchswerte seit 2002

Der Berichtszeitraum 2020 bis 2022 berücksichtigt erstmals standortspezifische CO₂-Faktoren für Fernwärme. Besonders im Bereich der Zentralverwaltung wirkt sich die genauere Betrachtungsweise mindernd auf die CO₂-Äquivalente aus. Wie in Kapitel 3 beschrieben, ist dies zwingend im Jahresvergleich zu beachten.

Im Vergleich zum vorherigen Energiebericht wurden die Wasserverbrauchszahlen und Kostendaten für den vollständigen Berichtszeitraum auf Basis von detaillierten Verbrauchsabrechnungen ermittelt. Lediglich im Bereich der Jugendhilfe mussten die Daten für Wasser auf Basis von Vorjahreswerten geschätzt werden.

Die bereits im Energiebericht 2017 – 2019 eingeführte Spezifizierung von Nah- und Fernwärme wurde auch in diesem Berichtszeitraum fortgeführt und ermöglicht somit eine genaue Vergleichsbasis. Zudem wird eine doppelte Treibhausgasbilanzierung der Primärenergieträger für die Erzeugung von Nahwärme vermieden.

Im Berichtszeitraum sind im Bereich der Zentralverwaltung die angemieteten Flächen K8, Siegburger Str. 195a, Siegburger Str. 215 und Siegburger Str. 223 hinzugekommen, die zusammen mit den bereits angemieteten Ausweichflächen das LVR-Haus ersetzen. Für die angemieteten Flächen liegen Auswertungen des Stromverbrauchs vor, jedoch keine Betriebskostenabrechnungen, aus denen eine Analyse des Wasser- und Heizenergieverbrauchs hervorgeht. Die betreffenden Verbrauchszahlen wurden daher in der folgenden Tabelle kursiv dargestellt.

Energie-, Wasser- und CO₂-Daten der Zentralverwaltung in Köln Deutz ab 2002

Liegenschafts- kategorie	Jahr	Heizöl	Erdgas	Flüssig- gas	Fernwärme	Pellets	Heizenergie	Witterungs- bereinigte Heizenergie	Strom	Wasser	CO ₂ äq
		l/a	m ³ /a	kg/a	MWh/a	kg/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	m ³ /a	t
Verwaltung	2002	10.940	-	-	4.910	-	5.019	6.726	4.327	11.569	3.505
Verwaltung	2003	11.852	-	-	4.817	-	4.935	6.218	4.800	12.650	3.824
Verwaltung	2004	8.407	-	-	4.863	-	4.947	6.134	4.670	17.614	3.729
Verwaltung	2005	9.267	-	-	5.087	-	5.179	6.630	5.226	17.832	4.137
Verwaltung	2006	8.193	-	-	5.183	-	5.265	6.897	5.421	15.458	4.278
Verwaltung	2007	7.805	-	-	4.277	-	4.355	6.097	5.790	15.328	4.440
Verwaltung	2008	11.259	-	-	4.676	-	4.788	6.081	6.137	14.915	4.730
Verwaltung	2009	10.652	-	-	4.714	-	4820	6.170	6.289	15.755	503
Verwaltung	2010	n.v.	-	-	5.679	-	5.679	6.133	6.592	13.751	568
Verwaltung	2011	8.715	-	-	4.561	-	4.648	6.507	6.598	13.662	482
Verwaltung	2012	8.863	-	-	5.031	-	5.119	6.348	5.658	13.928	529
Verwaltung	2013	9.350	-	-	5.080	-	5.174	4.881	5.215	13.381	1.777
Verwaltung	2014	9.376	-	-	3.880	-	3.974	4.731	5.278	13.596	1.392
Verwaltung	2015	8.886	-	-	4.533	-	4.622	4.865	5.177	13.444	1.575
Verwaltung	2016	11.205	-	-	4.418	-	4.531	4.719	5.197	14.064	1.557
Verwaltung	2017	12.353	-	-	4.831	-	4.952	5.383	5.413	16.281	1.702

Verwaltung	2018	4.819	600	-	4.677	-	4.730	5.375	6.069	16.694	1.629
Verwaltung	2019	7.505	613	-	4.936	-	5.016	5.559	4.999	15.894	1.700
Verwaltung	2020	5.168	5.537	-	4.481	-	4.588	5.213	3.383	13.433	36
Verwaltung	2021	n.v.	4.680	-	4.293	-	4.340	4.095	3.030	8.344	18
Verwaltung	2022	n.v.	n.v.	-	3.025	-	3.025	3.361	2.708	6.004	6

Energie-, Wasser- und CO₂-Daten der LVR-Schulen ab 2002

Liegenschafts- kategorie	Jahr	Heizöl	Erdgas	Flüssig- gas	Fernwärme	Pellets	Heizenergie	Witterungs- bereinigte Heizenergie	Strom	Wasser	CO ₂ äq
		l/a	m ³ /a	kg/a	MWh/a	kg/a	Messwerte MWh/a	Berechneter Verbrauch MWh/a	MWh/a	m ³ /a	absolut t
Schulen	2002	421.088	2.349.717	-	6.187	-	34.793	43.903	7.262	97.907	12.745
Schulen	2003	418.717	2.337.682	-	6.065	-	34.557	41.452	7.056	97.697	12.566
Schulen	2004	416.207	2.346.357	-	5.989	-	34.625	40.491	7.637	94.746	13.002
Schulen	2005	396.868	2.273.402	-	6.037	-	33.756	40.760	6.987	95.047	12.335
Schulen	2006	424.000	2.286.745	-	5.642	-	33.697	42.218	7.217	88.808	12.450
Schulen	2007	391.824	2.307.483	-	5.525	-	33.511	43.989	7.644	99.272	12.462
Schulen	2008	367.005	2.637.948	-	5.930	-	37.295	45.034	8.285	98.080	13.017
Schulen	2009	248.516	2.812.360	-	5.815	-	36.340	44.124	8.091	101.081	8.198
Schulen	2010	197.129	3.248.826	-	7.748	-	42.436	43.863	8.139	93.922	8.923
Schulen	2011	140.145	2.712.325	-	7.194	-	34.109	44.756	8.000	109.366	7.428
Schulen	2012	143.808	2.884.514	-	8.228	-	37.530	44.264	8.084	103.029	7.951
Schulen	2013	164.666	2.817.285	-	11.257	11.205	41.130	38.802	8.366	103.406	11.200
Schulen	2014	130.472	2.334.180	-	9.449	52.293	34.095	40.889	8.098	101.029	9.359
Schulen	2015	140.600	2.448.279	-	9.852	52.939	35.741	37.889	8.019	106.398	9.803
Schulen	2016	141.372	2.411.138	-	10.094	45.904	35.620	37.333	7.789	99.135	9.758
Schulen	2017	160.031	2.872.149	-	8.258	39.020	39.022	42.415	7.754	102.544	10.301

Schulen	2018	160.145	2.798.765	-	7.971	22.600	37.917	43.087	7.638	94.967	10.020
Schulen	2019	178.755	2.717.685	-	8.618	25.780	37.982	42.677	7.455	97.980	10.113
Schulen	2020	120.034	2.593.731	-	6.350	48.440	33.956	38.586	6.818	78.152	7.728
Schulen	2021	181.014	2.859.415	-	6.330	36.100	37.157	35.054	6.966	74.361	8.692
Schulen	2022	235.517	2.317.322	-	5.750	40.920	31.659	35.177	6.547	80.116	7.414

Spezifizierung der Energie- und Wasser-Daten der LVR-Schulen ab 2016

Wasser [m³]	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Schulen mit SW	81.704	79.243	69.723	72.692	60.667	58.551	61.041
Schulen ohne SW	17.431	23.300	25.245	25.288	17.485	15.810	19.075
Strom [MWh]	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Schulen mit SW	5.909.837	5.746.470	5.603.454	5.574.244	5.059.622	5.000.804	4.712.047
Schulen ohne SW	1.879.535	2.007.960	2.034.453	1.881.240	1.758.193	1.965.585	1.834.838
Wärme [MWh]	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Schulen mit SW	26.397.792	29.489.824	28.179.429	27.644.559	24.842.462	26.852.783	22.879.646
Schulen ohne SW	9.442.065	9.532.064	9.737.372	10.337.605	9.113.426	10.304.270	8.779.529
Wasser [m³/m²]	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Schulen mit SW	0,36	0,37	0,33	0,34	0,28	0,27	0,29
Schulen ohne SW	0,14	0,17	0,18	0,18	0,13	0,11	0,14
Strom [kWh/m²]	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Schulen mit SW	26,0	26,9	26,2	26,1	23,66	23,39	22,04
Schulen ohne SW	15,0	14,6	14,8	13,7	12,62	14,11	13,17
Wärme [kWh/m²]	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Schulen mit SW	142,0	137,9	131,8	129,3	116,18	125,58	107,00
Schulen ohne SW	90,0	69,5	71,0	75,3	65,43	73,98	63,03

Energie-, Wasser- und CO₂-Daten der LVR-Kulturdienststellen ab 2002

Liegenschafts- kategorie	Jahr	Heizöl	Erdgas	Flüssig- gas	Fernwärme	Pellets	Heizenergie	Witterungs- bereinigte Heizenergie	Strom	Wasser	CO ₂ äq
							Messwerte	Berechneter Verbrauch			absolut
		l/a	m ³ /a	kg/a	MWh/a	kg/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	m ³ /a	t
Kultur	2002	267.442	913.811	63.802	1.230	-	12.819	15.909	3.986	27.228	5.742
Kultur	2003	267.924	941.567	53.087	1.287	-	13.066	15.390	3.720	26.941	5.607
Kultur	2004	303.210	957.788	49.748	3.390	-	15.648	17.731	3.857	33.584	6.045
Kultur	2005	136.727	1.106.716	105.950	5.023	-	17.311	20.275	6.639	38.008	8.053
Kultur	2006	130.943	1.136.286	78.226	429	-	16.970	20.482	7.232	37.575	8.464
Kultur	2007	96.440	907.444	111.700	5.069	-	15.400	19.112	6.947	38.225	7.794
Kultur	2008	112.710	961.520	124.718	5.377	-	16.483	19.130	7.230	43.596	8.213
Kultur	2009	133.871	1.013.649	98.426	5.279	-	16.973	19.711	7.889	38.618	3.356
Kultur	2010	125.500	1.247.994	72.778	5.245	-	19.317	19.796	8.319	40.211	3.892
Kultur	2011	83.689	1.071.885	20.031	4.535	-	16.196	20.115	8.113	45.222	3.216
Kultur	2012	88.533	1.108.543	21.329	5.078	-	17.163	19.570	8.230	38.754	3.372
Kultur	2013	93.407	1.251.040	19.214	4.326	-	18.017	16.998	8.292	39.714	4.852
Kultur	2014	77.058	949.350	16.272	4.471	-	14.944	17.791	8.035	35.778	4.152
Kultur	2015	81.745	970.928	17.896	3.566	-	14.323	15.077	7.982	35.031	3.912
Kultur	2016	89.530	1.046.639	505	5.114	-	16.482	17.169	8.023	43.910	4.580
Kultur	2017	76.930	1.062.430	48.770	5.722	48.770	17.440	18.957	7.897	35.137	4.804

Kultur	2018	66.710	1.038.873	33.250	5.149	33.250	16.455	18.699	8.155	36.664	4.516
Kultur	2019	65.030	1.018.214	33.520	5.538	33.520	16.620	18.675	7.345	36.214	4.591
Kultur	2020	129.905	914.347	-	4.737	54.000	15.504	17.618	6.843	35.238	2.901
Kultur	2021	108.447	988.274	-	5.627	39.720	16.862	15.908	5.971	28.735	3.084
Kultur	2022	85.238	706.986	-	4.823	44.080	13.011	14.456	6.793	30.858	2.272

Energie-, Wasser- und CO₂-Daten der LVR-InfoKom ab 2017

Liegenschafts- kategorie	Jahr	Heizöl	Erdgas	Flüssig- gas	Fernwärme	Pellets	Heizenergie	Witterungs- bereinigte Heizenergie	Strom	Wasser	CO ₂ äq
							Messwerte	Berechneter Verbrauch			absolut
		l/a	m ³ /a	kg/a	MWh/a	kg/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	m ³ /a	t
InfoKom	2017	-	-	-	-	-	-	-	786	-	2
InfoKom	2018	-	-	-	-	-	-	-	768	-	2
InfoKom	2019	-	-	-	-	-	-	-	1.355	-	4
InfoKom	2020	-	-	-	-	-	-	-	1.726	-	2
InfoKom	2021	-	-	-	-	-	-	-	1.475	-	2
InfoKom	2022	-	-	-	-	-	-	-	1.299	-	1

Energie-, Wasser- und CO₂-Daten der LVR-Jugendhilfe ab 2002

Liegenschafts- kategorie	Jahr	Heizöl	Erdgas	Flüssig- gas	Fernwärme	Pellets	Heizenergie	Witterungs- bereinigte Heizenergie	Strom	Wasser	CO ₂ äq
							Messwerte	Berechneter Verbrauch			absolut
		l/a	m ³ /a	kg/a	MWh/a	kg/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	m ³ /a	t
Jugendhilfe	2002	78.096	1.004.497	-	-	-	10.099	12.040	1.065	22.932	3.128
Jugendhilfe	2003	67.792	947.731	-	-	-	9.470	10.792	945	21.966	2.892
Jugendhilfe	2004	106.890	1.028.110	-	-	-	10.606	11.758	997	21.202	3.217
Jugendhilfe	2005	58.633	950.170	-	-	-	9.401	10.677	988	22.741	2.900
Jugendhilfe	2006	115.355	747.510	-	-	-	8.086	9.675	897	27.064	2.569
Jugendhilfe	2007	57.646	729.976	-	-	-	7.348	9.131	916	27.200	2.374
Jugendhilfe	2008	68.177	952.358	-	-	-	9.517	10.933	997	22.538	2.939
Jugendhilfe	2009	45.024	969.265	-	-	-	9.443	10.826	941	21.498	2.220
Jugendhilfe	2010	96.261	1.145.349	-	88	-	10.211	10.081	1.246	29.331	2.420
Jugendhilfe	2011	91.138	820.106	-	76	-	8.981	11.238	1.203	29.547	2.248
Jugendhilfe	2012	104.556	890.442	9.191	n.v.	-	9.632	10.882	1.158	25.448	2.389
Jugendhilfe	2013	57.062	989.524	4.155	91	-	9.435	8.901	1.936	24.201	2.624
Jugendhilfe	2014	49.426	696.513	1.737	67	8.700	6.291	7.489	2.037	25.976	1.882
Jugendhilfe	2015	55.009	741.643	3.977	79	15.000	7.589	7.989	1.558	24.748	2.013
Jugendhilfe	2016	55.391	615.898	3.378	75	15.000	6.181	6.439	1.582	25.218	1.702
Jugendhilfe	2017	3.739	661.406	3.406	-	8.700	6.783	7.373	1.846	25.976	1.624

Jugendhilfe	2018	27.024	665.536	7.798	-	15.000	7.115	8.049	1.624	24.748	1.717
Jugendhilfe	2019	0	759.756	6.623	-	15.000	7.793	8.756	1.650	25.218	1.859
Jugendhilfe	2020	30.258	671.457	-	-	-	7.078	8.043	844	20.338	1.783
Jugendhilfe	2021	47.725	761.135	-	-	-	8.155	7.694	917	19.728	2.059
Jugendhilfe	2022	23.966	652.615	-	-	-	6.826	7.585	857	19.136	1.717

Energie-, Wasser- und CO₂-Daten des HPH-Verbund ab 2002

Liegenschafts- kategorie	Jahr	Heizöl	Erdgas	Flüssig- gas	Fernwärme	Pellets	Heizenergie	Witterungs- bereinigte Heizenergie	Strom	Wasser	CO ₂ äq
		l/a	m ³ /a	kg/a	MWh/a	kg/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	m ³ /a	t
HPH	2002	0	191.039	-	2.435	-	4.208	5.401	958	26.443	1.315
HPH	2003	0	201.189	-	2.364	-	4.231	5.154	988	25.964	1.350
HPH	2004	0	170.713	-	2.613	-	4.197	4.992	1.029	25.885	1.338
HPH	2005	0	179.469	-	2.362	-	4.027	4.950	1.049	24.861	1.346
HPH	2006	0	179.576	-	2.355	-	4.106	5.216	1.014	26.330	1.340
HPH	2007	0	180.608	-	2.212	-	3.969	5.301	882	25.842	1.237
HPH	2008	5.942	324.138	-	2.485	-	5.750	7.088	1.497	49.287	2.041
HPH	2009	6.346	343.854	-	2.696	-	6.160	7.591	1.468	40.633	1.077
HPH	2010	23.146	797.884	-	2.699	-	8.198	8.576	2.179	91.158	1.917
HPH	2011	36.596	679.619	-	2.478	-	9.628	12.824	2.826	102.032	1.928
HPH	2012	30.290	695.321	-	2.430	-	9.673	11.557	2.810	84.256	1.941
HPH	2013	57.435	2.637.267	-	-	-	26.916	25.392	4.213	84.309	6.575
HPH	2014	55.165	2.155.174	-	-	-	22.077	26.282	4.144	82.143	5.420
HPH	2015	35.459	2.254.802	-	-	-	22.882	24.087	4.477	81.642	5.602
HPH	2016	15.356	2.290.652	-	-	-	23.028	23.987	4.185	77.167	5.606
HPH	2017	0	1.030.814	-	-	-	10.411	11.317	3.865	109.124	2.507

HPH	2018	5.002	1.081.204	-	-	-	10.969	12.465	3.924	109.361	2.645
HPH	2019	0	953.301	-	-	-	9.628	10.818	3.424	89.209	2.318
HPH	2020	7.000	784.038	-	-	-	7.987	9.077	3.610	101.955	1.980
HPH	2021	11.000	1.208.611	-	-	-	12.315	11.618	3.874	111.250	3.052
HPH	2022	10.500	899.260	-	-	-	9.185	10.206	3.776	93.357	2.278

Energie-, Wasser- und CO₂-Daten der LVR-Kliniken ab 2002

Liegenschafts- kategorie	Jahr	Heizöl	Erdgas	Flüssig- gas	Fernwär- me	Pellet- s	Heizener- gie	Witterungs- bereinigte Heizenergie		Strom	Wasser	CO ₂ äq
								Messwerte	Berechneter Verbrauch			
		l/a	m ³ /a	kg/a	MWh/a	kg/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	m ³ /a	ab- sol- ut t
Kliniken	2002	1.479.778	11.793.355	97.855	53.642	-	175.119	220.412	33.781	633.738	57.529	
Kliniken	2003	1.595.325	10.641.054	42.262	58.319	-	180.724	216.319	34.672	675.429	58.918	
Kliniken	2004	887.847	12.109.494	37.832	52.860	-	183.940	213.374	36.096	647.924	60.857	
Kliniken	2005	1.155.637	11.222.991	10.615	49.288	-	173.896	209.394	34.737	593.769	58.918	
Kliniken	2006	870.718	10.782.977	2.942	52.781	-	172.185	215.481	32.055	554.621	55.349	
Kliniken	2007	883.910	10.543.589	2.212	45.836	-	162.859	213.128	31.983	565.466	54.059	
Kliniken	2008	794.994	11.774.308	2.741	49.341	-	178.469	215.354	32.257	550.298	57.359	

Kliniken	2009	1.206.493	11.188.661	1.087	44.376	-	171.567	207.243	31.663	542.136	34.452
Kliniken	2010	1.773.320	14.654.911	7.110	29.561	-	182.618	188.443	32.904	507.655	39.207
Kliniken	2011	185.014	11.350.732	-	25.070	-	159.232	207.819	31.802	529.354	44.243
Kliniken	2012	405.717	14.318.549	-	30.106	-	158.933	186.652	31.074	543.115	37.435
Kliniken	2013	686.909	17.970.756	-	53.436	-	221.124	208.608	35.108	539.244	63.931
Kliniken	2014	520.589	16.240.196	-	45.709	-	193.557	230.425	34.601	509.090	56.666
Kliniken	2015	571.936	17.809.778	25.500	42.226	-	204.408	215.166	34.016	505.430	59.483
Kliniken	2016	504.582	17.478.299	-	45.270	-	203.534	212.015	34.837	511.736	59.393
Kliniken	2017	322.830	15.322.629	-	16.973	-	174.993	190.209	35.046	564.542	43.978
Kliniken	2018	185.397	15.945.537	-	15.993	-	178.860	203.249	34.840	598.259	44.695
Kliniken	2019	280.503	15.977.640	-	14.738	-	178.861	200.968	34.955	586.947	44.633

Kliniken	2020	282.505	16.927.136	-	7.198	-	180.930	205.603	34.250	584.168	43 .2 56
Kliniken	2021	266.479	18.299.146	-	8.347	-	195.780	184.698	33.150	492.524	46 .6 52
Kliniken	2022	186.100	15.642.131	-	8.808	-	168.617	187.353	33.413	488.916	39 .7 78

Energie-, Wasser- und CO₂-Daten des gesamten LVR ab 2002

Liegenschafts- kategorie	Jahr	Heizöl	Erdgas	Flüssiggas	Fernwärme	Pellets	Heizenergie	Witterungs- bereinigte Heizenergie	Strom	Wasser	CO ₂ äq
		l/a	m ³ /a	kg/a	MWh/a	kg/a	Messwerte MWh/a	Berechneter Verbrauch MWh/a	MWh/a	m ³ /a	absolut t
Gesamt	2002	2.257.344	16.252.419	161.657	68.403	-	242.057	304.390	51.379	819.817	83.964
Gesamt	2003	2.361.610	15.069.223	95.349	72.851	-	246.982	295.326	52.182	860.647	85.158
Gesamt	2004	1.722.561	16.612.461	87.580	69.715	-	253.963	294.481	54.285	840.955	88.186
Gesamt	2005	1.757.132	15.732.748	116.564	67.796	-	243.571	292.685	55.627	792.258	87.009
Gesamt	2006	1.549.209	15.133.094	81.168	70.255	-	240.310	299.969	53.836	749.855	84.451
Gesamt	2007	1.437.625	14.669.100	113.912	62.919	-	227.443	296.756	54.163	771.332	82.366
Gesamt	2008	1.360.086	16.650.273	127.459	67.808	-	252.302	303.621	56.403	778.714	88.298
Gesamt	2009	1.650.902	16.327.789	99.513	62.880	-	245.302	295.666	56.340	759.721	49.807
Gesamt	2010	2.215.357	21.094.963	79.888	51.019	-	268.458	276.891	59.379	776.027	56.927
Gesamt	2011	545.298	16.634.667	20.031	43.914	-	232.795	303.259	58.542	829.184	59.546
Gesamt	2012	781.767	19.897.369	30.520	50.873	-	238.050	279.273	57.013	808.531	53.616

Gesamt	201 3	1.068.82 9	25.670.10 9	23.369	74.190	11.205	321.796	303.581	63.13 1	804.25 4	90.96 0
Gesamt	201 4	842.086	22.378.68 6	18.010	63.576	60.993	275.790	327.607	62.19 3	767.61 2	78.87 0
Gesamt	201 5	893.635	24.225.42 5	47.373	60.255	60.255	289.819	305.072	61.22 8	766.69 3	82.38 9
Gesamt	201 6	817.437	23.842.62 5	3.883	64.971	64.971	289.596	301.663	61.61 4	771.23 0	82.59 5
Gesamt	201 7	585.883	20.949.42 9	3.406	35.783	96.490	253.602	275.654	62.60 8	853.60 3	64.73 0
Gesamt	201 8	449.097	21.530.51 6	7.798	33.790	70.850	256.045	290.924	63.01 7	880.69 3	65.22 4
Gesamt	201 9	531.793	21.431.17 0	6.623	33.763	74.300	255.833	287.452	60.67 1	851.46 2	65.21 7
Gesamt	202 0	574.870	21.896.24 6	-	22.766	102.44 0	250.044	284.141	57.47 4	833.28 3	36
Gesamt	202 1	614.665	24.121.26 2	-	24.597	75.820	274.610	259.066	55.38 3	734.94 2	18
Gesamt	202 2	541.321	20.218.31 4	-	22.406	85.000	232.324	258.137	55.39 3	718.38 6	6

11. Abkürzungsverzeichnis

APX	Archäologischer-Park-Xanten
BGF	Bruttogrundfläche
BGF (R)	Bruttogrundfläche Regelfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BFC	Bau-Finanz-Controlling
CC.Bau	Competence-Center Bau
CO ₂	Kohlendioxid
C2C	Cradle to Cradle; dt. Wiege zu Wiege
DTFZ	Diagnose-, Therapie- und Forschungszentrum
DGNB	Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen
EDM	Energiedatenmanagement
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
EN	Eigennutzung
EnEV	Energieeinsparverordnung
ES	Einspeisung
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FB	Fachbereich
FÖJ	Freiwilliges-Ökologisches-Jahr
GA	Gebäudeautomation
GEMIS	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
GLT	Gebäudeleittechnik

GWH	Gigawattstunde
HK	Hören und Kommunikation
HPH	Heilpädagogische Hilfe
IPCC-Report	Intergovernmental Panel on Climate Change
IT	Informationstechnik
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
JHR	Jugendhilfe Rheinland
KME	Körperlich motorische Entwicklung
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
kW _p	Kilowatt peak
LAN	Local Area Network
LED	light-emitting diode
LVR	Landschaftsverband Rheinland
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
MSR	Mess-, Steuer- Regelungstechnik
MWh	Megawattstunde
NE	Nutzeinheit
n.v.	Nicht verfügbar
OG	Obergeschoss
PV	Photovoltaik

SEH	Sehen
SQ	Sprachliche Qualifikation
UG	Untergeschoss
THG	Treibhausgas
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VHP	Virtueller Handlungspunkt
WMO	World Meteorological Organization

12. Glossar

Absorptionskältemaschine

= Eine Absorptionskältemaschine ist ein Kälteerzeugungsaggregat, bei dem die Verdichtung des Kältemittels nicht mechanisch, sondern unter Temperatureinfluss (Lösung des Kältemittels) erfolgt (thermischer Verdichter). Das Kältemittel wird in einem Lösungsmittelkreislauf bei geringer Temperatur in einem zweiten Stoff gelöst bzw. Aufgenommen (absorbiert) und bei höherer Temperatur wieder ausgetrieben bzw. Verdampft (desorbiert). Das Prozessprinzip ist die Temperaturabhängigkeit der physikalischen Löslichkeit zweier Stoffe miteinander. Die Grundprinzipien eines Kälteerzeugungsprozesses Verdampfen - Verdichten - Kondensieren - Entspannen sind auch bei der Absorptionskältemaschine zu finden. Beim Verdampfungsprozess wird der Umgebung Wärme entzogen und bei der Kondensation wird diese aufgenommene Wärmeenergie wieder an die Umgebung abgegeben. Der Absorptionskältekreislauf gilt als der älteste bekannte technische Prozess zur Kälteerzeugung. Bereits im Jahr 1777 wurden die Prinzipien der Absorption entdeckt und verstanden. Daraus wurde in 1810 die erste Absorptionskältemaschine mit Wasser als Kältemittel und dem Absorptionsmittel Schwefelsäure entwickelt. Bei diesem Kälteerzeugungsprozess ist bis auf den Antrieb der Lösungsmittelpumpe keine elektrische Energie erforderlich. Heutzutage ist in nahezu jedem Wohnmobil bzw. Wohnwagen ein Absorptionskühlschrank verbaut, um unabhängig von elektrischer Versorgung zu sein. Bei diesen Kühlschränken wird die erforderliche Erwärmung durch Verbrennen von Propan- oder Butangas erreicht. Zwischenzeitlich sind Absorptionskältemaschinen in fast allen Leistungsbereichen, von wenigen kW bis mehreren Megawatt, verfügbar.

Adiabatische Abluftkühlung

= Wasser wird in die Abluft eingesprüht, um über die Verdunstung die Zuluft zu kühlen.

Arealnetz

= Ein Arealnetz ist eine aus einem oder mehreren Grundstücken bestehende private Liegenschaft, die zu Wohn- und/oder gewerblichen Zwecken genutzt wird. Darauf befindet sich ein Wärme-, Strom und/oder Wasser-Verteilnetz für die Versorgung der auf dem Areal ansässigen Letztverbraucher.

Bruttogrundfläche Regelfall

= Regelfall (R): vollständig umschlossene Räume und Grundflächen;

im Gegensatz zu BGF Sonderfall (S)= nicht bei allen Begrenzungsflächen vollständig umschlossen

ChangeOver-Verfahren

= Gleichzeitiges heizen und kühlen in einem Gebäude möglich.

CO₂äq

= CO₂-Äquivalent

Emissionen anderer Treibhausgase als Kohlendioxid (CO₂) werden zur besseren Vergleichbarkeit entsprechend ihrem globalen Erwärmungspotenzial in CO₂-Äquivalente umgerechnet (CO₂ = 1).

EnSiKuMaV

= Kurzfristenergieversorgungsmaßnahmenverordnung - Diese Verordnung regelt Energieeinsparmaßnahmen für Wohnräume, Schwimm- oder Badebecken, Nichtwohngebäude und Baudenkmäler sowie für Unternehmen.
Gültigkeit: 01.09.2022 bis 15.04.2023

Elektrolyseur

= Elektrolyseure werden zur Erzeugung von Wasserstoff eingesetzt, indem Wasser unter Zufuhr von elektrischer Energie in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten wird.

Kelvin

= Kelvin ist eine absolute Temperaturskala, deren Skaleneinteilung derjenigen der [Celsius-Skala](#) entspricht. Sie wird oftmals bei der Angabe von Temperaturdifferenzen der Celsius-Skala verwendet. Die Einheit der Kelvin-Temperaturangaben ist "K".

Residualmenge

= Die Abweichung der Soll-Menge (die Menge, die beschafft wurde) zur tatsächlich gelieferten Ist-Menge wird als Residualmenge bezeichnet.

Rekuperative Wärmerückgewinnung

= Mittels Wärmetauscher wird die in der Abluft enthaltene Wärme auf die Frischluft übertragen, um diese vorzuwärmen und die Energieeffizienz zu steigern.