



Aufgliederung des Energie- und Wasserverbrauchs Zusammenfassung (AP4 – Energie 2: Band 5)

Projekt HEALTH



Länderübergreifende Informationsdrehscheibe:
Energie- und Ressourceneffizienz im
Gesundheitswesen

Modul ENERGIE

(Vers. 2.0)



**Länderübergreifende
Informationsdrehscheibe:
Energie- und Ressourceneffizienz
im Gesundheitswesen**

(Projekt HEALTH)

**AP4 - ENERGIE 2
Aufgliederung des Energie- und
Wasserverbrauchs von
Krankenhäusern**

**Band 5
Zusammenfassung**

(Vers. 2.0)

**Hans Daxbeck
Roberta Lixia
Diederik de Neef
Stefan Neumayer
Richard Obernosterer
Andreas Gassner**

**Ferenc Wilfing
Balázs Horváth**

gefördert aus Mitteln
des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung

Wien, September 2012

Projektleitung:

Hans Daxbeck

Projektsachbearbeitung Österreich:

Ressourcen Management Agentur (RMA)

Hans Daxbeck

Roberta Lixia

Diederik de Neef

Stefan Neumayer

Richard Obernosterer

Andreas Gassner

Projektsachbearbeitung Ungarn:

Nyugat-magyarországi Egyetem Kooperációs Kutatási Központ Nonprofit Kft. (NymE KKK)

H-9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4; <http://kkk.nyme.hu>

Balázs Horváth

Ferenc Wilfing

Für den Inhalt verantwortlich:

Ressourcen Management Agentur (RMA)

Initiative zur Erforschung einer umweltverträglichen nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung

Argentinerstrasse 48/2. Stock

1040 Wien

Tel.: +43 (0)1/913 22 52.0

Fax: +43 (0)1/913 22 52.22

office@rma.at; www.rma.at

Mit Unterstützung von

SMZ Baumgartner Höhe - Otto Wagner Spital

Krankenanstalt Rudolfstiftung

Krankenhaus Hietzing mit Neurologischem Zentrum Rosenhügel

Erzsébet-Krankenhaus, Sopron

Markusovszky-Krankenhaus, Szombathely

Krankenhaus Komitat Zala, Zalaegerszeg



Die Ressourcen Management Agentur (RMA)
ist ein Klimabündnisbetrieb

Inhaltsverzeichnis:

Inhaltsverzeichnis:.....	i
1 Einleitung	3
1.1 Projekt HEALTH	3
1.2 Modul Energie	3
1.3 Charakteristische Angaben zu den Krankenhäusern	4
1.3.1 SMZ Baumgartner Höhe – Otto Wagner Spital (OWS).....	4
1.3.2 Krankenanstalt Rudolfstiftung (KAR).....	4
1.3.3 Krankenhaus Hietzing mit Neurologischem Zentrum Rosenhügel (KHR)	5
1.3.4 Erzsébet-Krankenhaus, Sopron	5
1.3.5 Markusovszky-Krankenhaus, Szombathely.....	6
1.3.6 Krankenhaus Komitat Zala, Zalaegerszeg	7
2 Zielsetzungen.....	9
2.1 Ziel des Projekts HEALTH	9
2.2 Ziel des Moduls Energie 2	9
3 Methodisches Vorgehen.....	11
3.1 Abgrenzung des Untersuchungsbereiches	11
3.1.1 Abgrenzung des Untersuchungsbereiches und verbrauchsbeeinflussende Faktoren des OWS	11
3.1.2 Abgrenzung des Untersuchungsbereiches und verbrauchsbeeinflussende Faktoren der KAR	13
3.1.3 Abgrenzung des Untersuchungsbereiches und verbrauchsbeeinflussende Faktoren des KHR	14
3.1.4 Abgrenzung des Untersuchungsbereiches im Erzsébet-Krankenhaus.....	15
3.1.5 Abgrenzung des Untersuchungsbereiches im Markusovszky-Krankenhaus.....	17
3.1.6 Abgrenzung des Untersuchungsbereiches im Krankenhaus Komitat Zala	18
3.2 Vorgehen zur Analyse des Energieverbrauchs des Heizung-Lüftung-Klima-Systems (HLK).....	20
3.2.1 Hochrechnung der Referenzbereiche.....	21
3.3 Vorgehen zur Bestimmung der Stromverbrauchsgliederung	24
3.3.1 Funktionsbereiche und Gerätekategorien	24
3.3.2 Der spezifischen Stromverbrauch	25
3.3.3 Abschätzung des Stromverbrauchs der Referenzbereiche.....	25
3.3.4 Bestimmen der Stromverbrauchsgliederung	26
4 Resultate.....	27
4.1 Otto Wagner Spital (OWS).....	27
4.1.1 Gesamtenergie- und Wasserverbrauch.....	27
4.1.2 Analyse des Stromverbrauchs	29
4.1.3 Analyse des Fernwärmeverbrauchs (incl. des Stromverbrauches der HLK- Komponenten)	33
4.1.4 Analyse des Erdgas- und Fernwärmeverbrauchs für die Dampfproduktion	35

4.1.5	Analyse des Betriebsmittel- und Treibstoffverbrauchs.....	35
4.2	Krankenanstalt Rudolfstiftung (KAR).....	36
4.2.1	Gesamtenergie- und Wasserverbrauch.....	36
4.2.2	Analyse des Stromverbrauchs	39
4.2.3	Analyse des Fernwärmeverbrauchs (incl. des Stromverbrauchs der HLK-Komponenten)	42
4.2.4	Analyse des Erdgasverbrauchs für die Heißwasserproduktion.....	44
4.2.5	Analyse des Betriebsmittel- und Treibstoffverbrauchs.....	44
4.3	Krankenhaus Hietzing – Standort Wolkersbergenstraße.....	45
4.3.1	Gesamtenergie- und Wasserverbrauch.....	45
4.3.2	Analyse des Stromverbrauchs	47
4.3.3	Analyse des Fernwärmeverbrauchs (incl. des Stromverbrauches der HLK-Komponenten)	50
4.3.4	Analyse des Erdgasverbrauchs für die Dampfproduktion	51
4.3.5	Analyse des Betriebsmittel- und Treibstoffverbrauchs.....	52
4.4	Erzsébet-Krankenhaus, Sopron.....	53
4.4.1	Gesamter Energie- und Wasserverbrauch	53
4.4.2	Erhebung des Stromverbrauches.....	55
4.4.3	Erhebung des Fernwärmeverbrauches	57
4.4.4	Treibstoffverbrauch im Erzsébet-Krankenhaus	58
4.5	Markusovszky-Krankenhaus, Szombathely	59
4.5.1	Gesamter Energie- und Wasserverbrauch	59
4.5.2	Erhebung des Stromverbrauches.....	62
4.5.3	Erhebung des Fernwärmeverbrauches	64
4.5.4	Erhebung des Erdgasverbrauchs.....	65
4.5.5	Treibstoffverbrauch im Markusovszky-Krankenhaus	65
4.6	Krankenhaus des Komitates Zala, Zalaegerszeg	66
4.6.1	Gesamter Energie- und Wasserverbrauch	66
4.6.2	Erhebung des Stromverbrauches.....	68
4.6.3	Erhebung des Fernwärmeverbrauchs	70
4.6.4	Erhebung des Erdgasverbrauches.....	70
4.6.5	Treibstoffverbrauch im Krankenhaus Komitat Zala.....	71
5	Schlussfolgerungen.....	73
5.1	Wiener Krankenhäuser	73
5.2	Ungarische Krankenhäuser	74
6	Literatur.....	77

1 Einleitung

1.1 Projekt HEALTH

Der vorliegende Bericht wurde im Rahmen des EFRE¹ - Projekts „Health – Länderübergreifende Informationsdrehscheibe: Energie- und Ressourceneffizienz im Gesundheitswesen“ erstellt. Dieses Projekt unterstützt den länderübergreifenden Informationsaustausch in den Bereichen Energie, Ressourcenmanagement und Wissensentwicklung zwischen Österreich und Ungarn.

Das Projekt ist in vier Module² gegliedert:

1. Wissens- und Qualitätsmanagement
2. Energie
3. Ressourcenmanagement
4. Transfer und Kommunikation

1.2 Modul Energie

Das Modul Energie wird in den drei wiener Spitälern: Sozialmedizinisches Zentrum Baumgartner Höhe - Otto Wagner Spital (OWS), Krankenanstalt Rudolfstiftung (KAR), Krankenhaus Hietzing mit Neurologischem Zentrum Rosenhügel (KHR) und den drei ungarischen Spitälern: Erzsébet Krankenhaus Sopron (Sopron MVJ Erzsébet Kórház), Markusovszky Krankenhaus Szombathely (Markusovszky Kórház Szombathely), Zala Megyei Krankenhaus (Zala Megyei Kórház), durchgeführt und ist in 3 Arbeitspakete gegliedert

- AP3 Energie 1 – „Vorarbeiten zur Konsolidierung der Datenlage“
- AP4 Energie 2 – „Erfassen der gegenwertigen Situation und Konsolidierung der Datenlage“
- AP5 Energie 3 – „Entwicklung von Maßnahmen und deren Umsetzung in drei bis sechs Krankenhäusern“

Die Arbeiten werden auf österreichischer Seite von der Österreichischen Energieagentur (AEA) und der Ressourcen Management Agentur (RMA), auf ungarischer Seite von der Nyugat-magyarországi Egyetem Kooperációs Kutatási Központ Nonprofit Kft. (KKK) durchgeführt.

Ziel des Moduls Energie ist es, energiesparende Lösungen für Krankenhäuser, die zur Reduktion der CO₂-Emissionen bei gleichbleibender Qualität der Versorgung, führen zu identifizieren und umzusetzen. Durch eine Analyse des Energieverbrauchs und durch die

¹ (Siehe: Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), Creating the future, Programm zur grenzübergreifenden Kooperation Österreich – Ungarn 2007-2013, URL: http://www.sk-at.eu/at-hu/de/01_programm.php, 28. Oktober 2011)

² Weitere Informationen zu den Projektmodulen, sowie zum Projekt finden sich auf den folgenden Websites: Health – Länderübergreifenden Informationsdrehscheibe: Energie- und Ressourceneffizienz im Gesundheitswesen, Projektwebsite, URL:<http://www.healthprojekt.eu>, 28. Oktober 2011)

Anwendung von Best-Practice Beispielen werden verschiedene Maßnahmenpakete entwickelt, die eine effiziente Energienutzung aus kurz-, mittel- und langfristiger Sicht ermöglichen.

1.3 Charakteristische Angaben zu den Krankenhäusern

1.3.1 SMZ Baumgartner Höhe – Otto Wagner Spital (OWS)

Sozialmedizinisches Zentrum Baumgartner Höhe Otto-Wagner-Spital mit Pflegezentrum

Adresse: 1145 Wien, Baumgartnerhöhe 1

Baujahr: 1903 bis 1907

Das Otto Wagner Spital mit Pflegezentrum umfasst derzeit 70 Pavillons mit einer Nettogeschoßfläche von 146.393 m². Das Krankenhaus gliedert sich in folgende medizinische Schwerpunkte: Pulmologisches-, Orthopädisches-, Neurologisches- sowie Geriatriisches Zentrum.

Tabelle 1-1: Leistungskennzahlen des OWS 2010

Leistungskennzahlen des OWS 2010	
Systematisierte Betten	1.250
Pflegetage (PT) Sozialmedizinisches Zentrum	357.076
Pflegetage (PT) Pflegezentrum	64.798
Tagespatienten	12.477
Ambulante Leistungen	288.990
Durchgeführte Operationen	4.131
Röntgenuntersuchungen	57.307
Laboruntersuchungen	2.299.450

1.3.2 Krankenanstalt Rudolfstiftung (KAR)

Krankenanstalt Rudolfstiftung inkl. Standort Semmelweis Frauenklinik

Adresse: 1030 Wien, Juchgasse 25

Baujahr: 1977

Die Krankenanstalt Rudolfstiftung (KAR) teilt sich auf zwei Standorte auf, der Standort Juchgasse und die Frauenklinik Semmelweis. Die Frauenklinik Semmelweis wird im Projekt „HEALTH“ nicht betrachtet. Der Standort Juchgasse umfasst vier Gebäude: das Hauptgebäude, das Verwaltungsgebäude, der Kindergarten, sowie das Haus in der Boerhaavegasse 13 und umfasst eine Nettogeschoßfläche von 73.307 m². Das Hauptgebäude ist ein 17 geschossiges Hochhaus mit angrenzendem Westverbau, welches in seiner jetzigen Form im Jahr 1977 eröffnet wurde. Die Nettogeschoßfläche des Hauptgebäudes beträgt 52.047 m². In der KAR sind 16 medizinische Abteilungen, 5 Institute sowie 19 Ambulanzen untergebracht.

Tabelle 1-2: Leistungskennzahlen der KAR 2010

Leistungskennzahlen der KAR 2010 - Hauptgebäude	
Systematisierte Betten	749
Pflegetage (PT) Pflegezentrum	239.132
Tagespatienten	5.717
Ambulante Leistungen	1.019.372
Durchgeführte Operationen	43.073
Röntgenuntersuchungen	78.442
Laboruntersuchungen	2.716.535

1.3.3 Krankenhaus Hietzing mit Neurologischem Zentrum Rosenhügel (KHR)

Krankenhaus Hietzing mit Neurologischem Zentrum Rosenhügel

Adresse: 1130 Wien, Wolkersbergenstraße 1

Baujahr: 1913

Das Krankenhaus Hietzing mit Neurologischem Zentrum Rosenhügel (KHR) erstreckt sich über 13 Pavillons und ein Areal von 153.780 m². Das Neurologische Zentrum Rosenhügel befindet sich in der Riedelgasse und ist nicht in das Projekt „HEALTH“ inkludiert. Die Pavillons des Krankenhauses an dem Standort Wolkersbergenstraße verfügen über eine Nettogeschoßfläche von 86.436 m². Die medizinischen Leistungen werden in 20 Abteilungen, 7 Institute und 42 Ambulanzen erbracht.

Tabelle 1-3: Leistungskennzahlen des KHR 2010

Leistungskennzahlen des KHR – Standort Wolkersbergenstraße 2010	
Systematisierte Betten	1.044
Pflegetage (PT)	285.120
Tagespatienten	10.763
Ambulante Leistungen	830.369
Durchgeführte Operationen	16.828
Röntgenuntersuchungen	108.217
Laboruntersuchungen	4.101.607

1.3.4 Erzsébet-Krankenhaus, Sopron

Erzsébet-Krankenhaus der Stadt Sopron, Lehrkrankenhaus des Zentrums der Universität Debrecen für Medizin- und Gesundheitswissenschaft

Adresse: 9400 Sopron, Győri út 15

Baujahr: 1910-

Der Bau des Erzsébet-Krankenhauses ist im Jahr 1910 angelaufen, wobei die tatsächliche Gründung erst 1919 erfolgte. Die Institution wurde anfangs als städtisches Krankenhaus

betrieben, wurde dann aber weiterentwickelt und eines der nationalen Schwerpunktkrankenhäuser, was natürlich auch zur permanenten Zunahme der territorialen Versorgungsaufgaben führte. Das Krankenhaus wird auch heute noch im Pavillonsystem betrieben. Es hat eine Grundfläche von 41.780 m² und 525 Betten. Auf Basis der Angaben der Nationalen Krankenkasse (OEP) hinsichtlich der Anzahl der Krankenhausbetten und der Patientenfrequenz sind die einschlägigen Leistungskennzahlen in *Tabelle 1-4* ausgewiesen.

Tabelle 1-4: Leistungskennzahlen des Erzsébet-Krankenhauses

Leistungskennzahlen des Erzsébet-Krankenhaus 2010			
Fachbereich	Betten	entlassene Patienten	Eintagesvers.
Chirurgie	0	152	147
Traumatologie	0	142	139
Neurologie	25	42	0
Urologie	0	16	15
Intensivmedizin	8	313	0
Aufnahmeabteilung	5	1.768	0
Matrix vom Typ innere Medizin	209	8.905	0
Matrix vom Typ Chirurgie	166	8.511	334
Aktive Abteilungen zusammen	413	19.849	635
Psychiatrie	52	390	0
Rehabilitationsabteilung	60	351	0
Chronische Abteilungen zusammen	112	741	0
Aktiv und chronisch zusammen	525	20.590	635
Neonatologie	34	858	0

1.3.5 Markusovszky-Krankenhaus, Szombathely

Markusovszky-Krankenhaus des Komitates Vas
 Adresse: 9700 Szombathely Markusovszky L. u. 5
 Baujahr: 1926-

Das Krankenhaus wurde 1929 - ursprünglich in Blockstruktur - gegründet. Die weitere Entwicklung führte jedoch dazu, dass die Institution heute auf 6 Standorten, in 21 Pavillons betrieben wird und als Komitatskrankenhaus eine maßgebliche Rolle sowohl in der Versorgung der Bevölkerung der Komitatshauptstadt Szombathely, als auch hinsichtlich von Leistungen für Einwohner der Region West-Transdanubien spielt. Die wichtigsten Fachbereiche des Krankenhauses sind auf regionaler Ebene folgende: Onkoradiologie, Haematologie, Kinderonkologie, Gesichts-, Kiefer- und Mundchirurgie sowie Thorax- und Nerven Chirurgie. Das Krankenhaus wird derzeit mit 1321 Betten betrieben (hiervon 857 für aktive und 464 für chronische Versorgung). Die Leistungskennzahlen zum Jahr 2010 sind auf Basis der Angaben von OEP in *Tabelle 1-5* enthalten.

Tabelle 1-5: Leistungskennzahlen des Markusovszky-Krankenhauses

Leistungskennzahlen des Markusovszky-Krankenhaus 2010			
Fachbereich	Betten	entlassene Patienten	Eintagesvers.
Innere Medizin	213	6.879	17
Chirurgie	103	4.252	191
Traumatologie	50	1.777	0
Gynäkologie und Geburtshilfe	50	3.714	813
Säuglings- und Kinderabteilung	70	5.024	0
Augenheilkunde	15	1.122	109
Haut- und Geschlechtskrankheiten	15	349	0
Neurologie	50	1.529	0
Orthopädie	18	475	0
Urologie	25	1.988	1.078
Onkologie, Onkoradiologie	71	6.499	0
Rheumatologie	20	334	0
Intensivmedizin	20	1.016	0
Vers. v. Pat. mit Infektionskrankh.	20	994	0
Aufnahmeabteilung	16	3.755	52
Psychiatrie	40	745	0
Pulmonologie	36	768	0
Matrix vom Typ Chirurgie	25	1.711	0
Aktive Abteilungen zusammen	857	42.931	2.260
Psychiatrie	40	597	0
Pulmonologie	40	322	0
Nachbehandlung	97	1509	0
Rehabilitationsabteilung	260	4265	0
Permanente Pflege	27	66	0
Chronische Abteilungen zusammen	464	6.759	0
Aktiv und chronisch zusammen	1.321	49.690	2.260
Neonatologie	40	1165	0

1.3.6 Krankenhaus Komitat Zala, Zalaegerszeg

Krankenhaus Komitat Zala

Adresse: Zalaegerszeg, Zrínyi u. 1

Baujahr: 1848-

Das Krankenhaus Komitat Zala ging 1848 in Betrieb. Seit der Gründung hat sich das Spital stark verändert. Ein wesentlicher Teil der vorhandenen Gebäude wurde in den 70er und 80er

Jahren, entsprechend der damaligen architektonischen und technischen Anforderungen errichtet. Einige Häuser wurden zwar umgebaut bzw. saniert, teilweise trifft man aber technische Lösungen aus dem vorigen Jahrhundert an. Das Krankenhaus funktioniert derzeit in 28 Gebäuden, mit 1037 Betten. Die auf Basis der Angaben von OEP zusammengestellten Leistungskennzahlen des Krankenhauses sind in *Tabelle 1-6* enthalten.

Tabelle 1-6: Leistungskennzahlen des Krankenhaus Komitat Zala

Leistungskennzahlen des Krankenhaus Komitat Zala 2010			
Fachbereich	Betten	entlassene Patienten	Eintagesvers.
Innere Medizin	127	6.039	316
Chirurgie	83	3.172	12
Traumatologie	56	2.407	60
Gynekologie und Geburtshilfe	58	3.587	1.223
Säuglings- und Kinderheilkunde	41	2.469	0
Hals-Nasen-Ohrenabteilung	19	1.299	4
Augenheilkunde	18	1.663	1.343
Haut- und Geschlechtskrankheiten	17	89	0
Neurologie	56	2.111	0
Orthopädie	20	767	55
Urologie	20	1.264	659
Onkologie, Onkoradiologie	30	2.786	0
Zahn- und Mundchirurgie	4	81	0
Intensivmedizin	28	1.341	0
Vers. v. Pat. mit Infektionskrankh.	30	1.316	0
Psychiatrie	30	654	0
Pulmonologie	50	1.956	0
Aktive Abteilungen zusammen	687	33.001	3.672
Psychiatrie	127	935	0
Pulmonologie	30	326	0
Nachbehandlung	39	801	0
Rehabilitationsabteilung	112	1.500	0
Permanente Pflege	30	144	0
Chronische Abteilungen zusammen	338	3.706	0
Aktiv und chronisch zusammen	1.025	36.707	3.672
Neonatologie	26	1024	0

2 Zielsetzungen

2.1 Ziel des Projekts HEALTH

Das Projekt HEALTH erzielt die Förderung der Kompetenzentwicklung und Kooperation der Akteure durch Erfahrungsaustausch, Benchmarking und Benchlearning, Training und Wissenstransfer. Allgemeines Ziel ist die Harmonisierung und die Qualitätsverbesserung der Aus- und Weiterbildung für Gesundheitsberufe, um den Anforderungen zunehmender Patienten- und Mitarbeitermobilität zu begegnen und die vorhandenen Gesundheitssysteme und –ressourcen zu bündeln und sie dadurch nachhaltig und grenzüberschreitend zu stärken.

Im Modul Energie ist es das Ziel den Energieverbrauch der Krankenhäuser zu analysieren, die für den Energieverbrauch wesentlichen Bereiche und Gerätekategorien zu identifizieren und Maßnahmen zur Energieeinsparung bei gleich bleibender Qualität der Dienstleistungen zu entwickeln. Dadurch soll der mögliche Beitrag der Krankenhäuser im Kooperationsraum zur Reduktion der CO₂-Emissionen durch Energieeinsparungen aufgezeigt und genutzt werden.

2.2 Ziel des Moduls Energie 2

Das Ziel des Moduls Energie 2 ist es, den Gesamtenergieverbrauch der Krankenhäuser auf die verschiedenen Bereiche (z.B. Station, Therapie, Diagnostik, Verwaltung, ...) und Gerätekategorien (z.B. Bürogeräte, Reinigungsgeräte, med. Geräte, ...) aufzuschlüsseln und die wesentlichen Energieverbraucher zu identifizieren. Die Ergebnisse sind die Grundlage zur Entwicklung von Maßnahmen zur Energieeinsparung im Modul Energie 3.

3 Methodisches Vorgehen

Gesamtenergieverbrauch

Die Ausgangsdaten für die Darstellung des Energie- sowie des Wasserverbrauches der Vergleichsjahre 2007 bis 2010 stammen von den technischen Direktionen der Krankenhäuser. Diese werden einheitlich aufbereitet und je Energieträger dargestellt.

Umrechnung der Einheiten der Energieträger

Um den Verbrauch der einzelnen Energieträger zusammenzufassen und vergleichen zu können, wird der Verbrauch einheitlich in kWh bzw. ein Vielfaches davon (MWh, GWh) angegeben. Für Strom, Fernwärme und Gas wird der Verbrauch vom Energieversorger in kWh abgerechnet. Der Treibstoffverbrauch wird mit einem Faktor von 8,2 kWh/l für Benzin, 9,9 kWh/l für Diesel und 10,08 kWh/l für Heizöl auf kWh umgerechnet.

3.1 Abgrenzung des Untersuchungsbereiches

Die drei in Wien beteiligten Krankenhäuser sind von der Bausubstanz und von den Grundausstattungen unterschiedlich.

In den Referenzbereichen werden Datenerhebungen durch Begehungen und Messungen durchgeführt. Der Stromverbrauch dieser Referenzbereiche wird mittels Stromverbrauchsmessungen erhoben. Es werden die Stromverbräuche der Bereiche und wichtiger Teilbereiche sowie Geräten gemessen. Diese Daten bilden einen Vergleichswert für die Kalibrierung der Annahmen für die Stromverbrauchsberechnungen. Die Referenzbereiche dienen als Ausgangspunkt für die Berechnung von Stromverbrauchskennzahlen einzelner Funktionsbereiche. Diese Kennzahlen werden für die Hochrechnungen herangezogen.

3.1.1 Abgrenzung des Untersuchungsbereiches und verbrauchsbeeinflussende Faktoren des OWS

Das Otto Wagner Spittal ist in Pavillonbauweise errichtet. Die Bausubstanz ist denkmalgeschützt, dies wirkt sich auf Sanierungsmaßnahmen aus. Im Zuge von Renovierungen wird die obere Geschoßdecke gedämmt. Die Fenster und die Außenfassade bleiben unverändert. Die Pavillons verfügen über keine zentralen Klimaanlage. Klimasplitgeräte werden nicht flächendeckend eingesetzt nur spezielle Bereiche (OP, Labor) sind mit Klimaanlage ausgestattet. Aufgrund des großen Geländes ist ein intensiver Transportverkehr notwendig. Gas wird im OWS praktisch vollständig in der Küche für den Betrieb des Gasnotkessels verwendet. Der Gasnotkessel stellt die Versorgung mit Dampf für die Küche sicher, wenn die Versorgung mit Dampf durch die Fernwärme unterbrochen ist. Mit Heizöl EL wird bei Ausfall bzw. bei zu geringer Leistung der Fernwärmeversorgung die Wärmeversorgung des OWS sichergestellt.

Es wurden sechs Pavillons des Otto-Wagner-Spitals für eine detaillierte Untersuchung ausgewählt (Tabelle 3-1). Auf Basis dieser sechs Pavillons werden Energiebenchmarks für die unterschiedlichen Bereiche und Gerätekategorien gebildet und auf das gesamte Spital hochzurechnet.

Tabelle 3-1: Für eine detaillierte Untersuchung ausgewählte Pavillons des Otto-Wagner-Spitals

Nr.	Bezeichnung	Abteilung
1	Pavillon 11	Neurologische Abteilung
2	Pavillon 13	Internistische Abteilung
3	Pavillon 15	Geriatrische Abteilung
4	Pavillon 21	Psychiatrische Abteilung
5	Pavillon Kurhaus	Zentralröntgen, Zentrallabor, interne Lungenabteilung und Konsiliarambulanz
6	Pavillon Felix	Orthopädische Abteilung

Pavillon Felix

Der vier-geschossige Pavillon erstreckt sich über eine Nutzfläche von 2.845 m². Der Pavillon wurde generalsaniert und ein Erweiterungsbau hinzugefügt. Der Pavillon wurde im Jahr 2000 eröffnet und beherbergt das Orthopädische Zentrum. Im Pavillon Felix sind zwei Bettenstationen im Erdgeschoß und Gartengeschoß mit je 28 Betten, der zentrale Operationstrakt (1.OG) und eine Sterilisationsabteilung (Dachgeschoß) für die Sterilisation der OP-Instrumente untergebracht.

Pavillon Kurhaus

Dieser Pavillon weist eine Nutzfläche von 2.660 m² auf. Im Pavillon Kurhaus befinden sich das Zentralröntgen, das Zentrallabor (24 h Betrieb) und die 1. Interne Lungenabteilung (ambulante Abteilung).

Pavillon 11

Die Nutzfläche des Pavillons beträgt 1.825 m². Eine Generalsanierung des Pavillons wurde 2002 abgeschlossen. Der Pavillon 11 besteht aus zwei neurologischen Stationen (mit 19 und 20 systematisierte Betten) und einer Stroke Unit (4 Betten) und einer Komarehabilitation.

Pavillon 13

Die Nutzfläche des Pavillons beträgt 2.325 m². Die Generalsanierung wurde 2005 abgeschlossen. Im Erdgeschoss befinden sich Interne und Konsiliarambulanzen. Die Interne Station verfügt über 16 systematisierte Betten und 4 intensivmedizinische Betten. Die Akutgeriatrie verfügt über 24 systematisierte Betten.

Pavillon 15

Die Nutzfläche des Pavillons beträgt 2.500 m². Der Pavillon wurde im Jahr 1994 generalsaniert. Insgesamt verfügt der Pavillon über 52 systematisierte Betten, diese verteilen sich auf zwei Pflegestationen für Langzeitpflege und Kurzzeitpflege.

Pavillon 21

Der Pavillon weist eine Nutzfläche von 2.030 m² auf. Es sind eine neurologische Akut- und eine neurologische Sub-Akut Station mit jeweils 20 systematisierten Betten im Pavillon untergebracht.

3.1.2 Abgrenzung des Untersuchungsbereiches und verbrauchsbeeinflussende Faktoren der KAR

Es wurde das Hauptgebäude der Rudolfstiftung (KAR) – der 17-geschoßige Hochbau – ausgewählt, da dieses das Kernelement des Krankenhauses darstellt und sich auch die größte Anzahl an technischen Anlagen in diesem Gebäude befindet.

Die Bausubstanz des Gebäudes stammt aus den 1970er Jahren. Der Sanierungsbedarf der Fassade ist bekannt. Das Gebäude ist mit einer zentralen Klimaanlage ausgestattet. Der Heiz- und Warmwasserbedarf wird durch Fernwärme abgedeckt. Das Erdgas wird für die Dampfproduktion zur Versorgung der zentralen Sterilisationsanlage, der Bettensterilisation und der Küche eingesetzt. In der Krankenanstalt Rudolfstiftung wird ein Kraftfahrzeug eingesetzt. Es wurden sieben Referenzbereiche für eine detaillierte Untersuchung und Datenerhebung ausgewählt (Tabelle 3-1).

Tabelle 3-2: Für eine detaillierte Untersuchung ausgewählte Referenzbereiche der Krankenanstalt Rudolfstiftung

Nr.	Bezeichnung	Abteilung
1	Station 8B	Neurochirurgische Station
2	Zentral Röntgen	Zentralröntgen
3	Station 2B	Dialysestation
4	Zentral OP	Operationstrakt
5	Station 12A	2. Medizinische und Interne Intensivstation
6	Zentralsterilisation	Sterilisationsabteilung
7	Zentralküche	Küche

Die Neurochirurgische Station 8B

Die Neurochirurgische Station hat eine Nutzfläche von 508 m² und 30 systematisierte Betten. Die Ausstattung entspricht einer durchschnittlichen Bettenstation der KAR.

Zentral Röntgen

Dieser Bereich umfasst insgesamt 1.083 m². Zum Bereich Zentralröntgen wird die Computertomographie, Magnetresonanztomographie sowie die Angiographie gezählt.

Die 3. Med. Station 2B (Dialyse)

Die Station erstreckt sich über 530 m² und wird 7 Tage in der Woche in drei Schichten betrieben.

Der Zentrale OP-Bereich

Der Zentrale OP-Bereich erstreckt sich über eine Fläche von 1.770 m². Zum OP-Bereich zählen 8 Operationssäle inklusive Nebenräume, Vorbereitungsräume für PatientInnen und

Personal, Büros, Garderobe, Sozialräume, Lagerräume und ein Sterilisationsraum. Der Sterilisationsraum im OP-Bereich wird zusätzlich zur Zentralsterilisation betrieben.

Die 2. Med. Interne und allgemeine Intensivstation 12A

Die Intensivstation hat eine Nutzfläche von 430 m² und verfügt über 10 systematisierte Betten.

Die Zentralsterilisation

Die Zentralsterilisation befindet sich im Untergeschoss des Hauptgebäudes und erstreckt sich über 497 m². Die Sterilisation wird mit Heißwasser versorgt, welches mit Gas produziert wird.

Die Küche

Die Küche ist im Westverbau des Hauptgebäudes untergebracht. Die Küche erstreckt sich über 2.970 m². Der Küchenbereich verteilt sich über drei Stockwerke, wobei die eigentliche Küche im Erdgeschoss, die Lagerräume im Keller, und der Speisesaal im 1. Obergeschoss untergebracht sind.

3.1.3 Abgrenzung des Untersuchungsbereiches und verbrauchsbeeinflussende Faktoren des KHR

Das Krankenhaus Hietzing (KHR) ist in Pavillonbauweise errichtet. Die Bausubstanz ist teilweise denkmalgeschützt. Die Verbrauchswerte beziehen sich auf den Standort Wolkersbergenstraße (das Neurologische Zentrum Rosenhügel wird nicht betrachtet). Erdgas wird im KHR gänzlich für die Küche, für die Dampferzeugung sowie zum Kochen, eingesetzt. Aufgrund der Pavillonbauweise, sowie dem Lieferverkehr zum NZR ist ein innerbetrieblicher Transportverkehr notwendig.

Für den Standort Wolkersbergenstraße werden das Krankenhaus und das Geriatriezentrum am Wienerwald (GZW), welches am selben Standort liegt, über gemeinsame Versorgungsleitungen mit Strom, Fernwärme und Wasser versorgt. Die Verbräuche werden jeweils über einen gemeinsamen Zähler erfasst. Die Kosten und Verbräuche werden nach einem fixen Schlüssel auf KHR und GZW aufgeteilt. Die Küche verfügt über einen zusätzlichen Stromzähler. Der Fernwärmeverbrauch zwischen Geriatriezentrum und dem Krankenhaus wird zu 60 % dem Geriatriezentrum und zu 40 % dem Krankenhaus verrechnet. Der Stromverbrauch wird zu 45 % dem Geriatriezentrum und zu 55 % dem Krankenhaus verrechnet.

Es wurden drei Pavillons für eine detaillierte Untersuchung ausgewählt.

Pavillon II

Im Pavillon II sind die Augenabteilung, die Gynäkologische-geburtshilfliche Abteilung, die Hals-, Nasen-, Ohren-Abteilung, die Urologische Abteilung und Teile des Zentralröntgeninstitutes untergebracht. Diese Abteilungen setzen sich aus Stationen, Ambulanzen, Operationssälen und einem Kreissaal zusammen. Insgesamt umfasst Pavillon II eine Nutzfläche von rund 9.000 m² und verfügt über 152 systematisierte Betten.

Schnittbildzentrum

Das Schnittbildzentrum (SBZ) des Krankenhauses Hietzing ist ein 1997 errichteter Zubau an den Pavillon II. Es erstreckt sich über eine Fläche von rund 2.170 m² Nutzfläche. Dieser Zubau beinhaltet das Schnittbildzentrum und einen Teil des Zentralröntgeninstituts des Krankenhauses Hietzing. Im Schnittbildzentrum sind das Zentralröntgen, die Computertomographie (CT) und die Magnetresonanztomographie (MRT) untergebracht.

Zentralküche

Die Zentralküche befindet sich in einem eigenen Pavillon und erstreckt über 3.000 m². Sie umfasst den Bereich der Küche, die Lagerräume, und die Wagenhalle.

3.1.4 Abgrenzung des Untersuchungsbereichs im Erzsébet-Krankenhaus

Im Rahmen des Health-Projektes besteht nicht die Möglichkeit zur Untersuchung der gesamten Bausubstanz der Krankenhäuser, daher wurden zu diesem Zweck bei jedem Spital einzelne Gebäude ausgewählt. In Sopron sind dies das Hauptgebäude (Gebäude Nr. III), Gebäude Nr. IV und Gebäude „C“. Im Hauptgebäude befinden sich der zentrale OP-Raum, die Gynäkologie und Geburtshilfe, die Neonatologie, die Urologie, die allgemeine Chirurgie, die Traumatologie, die zentrale Anästhesiologie, die Abteilung für Bluttransfusion, die Radiologie und das Dialysezentrum. Der zentrale OP-Raum nimmt 10 % der Grundfläche des Gebäudes in Anspruch. Darüber hinausgehend ist auch die zentrale Verwaltung in diesem Gebäude untergebracht. Bei dem Gebäude Nr. IV handelt es sich um eines der renovierten Häuser. Im Gebäude „C“ befand sich die zentrale Wäscherei des Krankenhauses, die im Jahr 2010 aufgrund von wirtschaftlichen Überlegungen geschlossen wurde. Hinsichtlich unserer Erhebung macht es jedoch Sinn sich damit auseinanderzusetzen, da dieses Gebäude eines von denen ist, das noch nicht saniert wurde; außerdem ist auch die energetische Zentrale des Spitals hier untergebracht.

Hauptgebäude (Gebäude Nr. III)

Das Hauptgebäude besitzt abweichend von den anderen Gebäuden einen eigenen Anschluss zu den Netzwerken der öffentlichen Werke, wobei die anderen Gebäuden die notwendigen Energieressourcen von der Empfangsstation des Gebäudes „C“ verteilt bekommen. Die Nettogeschossfläche des Hauses beträgt 13.693 m²; 10% dessen nehmen die OP-Räume in Anspruch, was hinsichtlich des Energieverbrauches von maßgeblicher Bedeutung ist, die Gewährleistung einer sterilen Umgebung bedarf nämlich spezifischer technischer Voraussetzungen. Auch der Energieverbrauch der im Gebäude befindlichen diagnostischen Abteilungen ist nicht unerheblich. Was die räumliche Verteilung angeht, sind die der Haustechnik dienenden Räume, die Maschinen- und Bedienräume relativ ausgedehnt.

Gebäude Nr. IV

Die Nettogeschossfläche von Gebäude Nr. IV beträgt 5342 m². Hier sind die Abteilungen und Räumlichkeiten Thoraxmedizin, Innere Medizin, Dermatologie und Pathologie untergebracht.

Gebäude „C“

Das Wäschereigebäude wurde in den 80er Jahren errichtet, und seither hat es keine Rekonstruktion erfahren. Heute wird es vornehmlich als Lager verwendet, bzw. ist die Energiezentrale des Krankenhauses hier untergebracht. Mit Ausnahme von Gebäude Nr. III wird die Wärmeenergie – die Heizung, das Gebrauchswarmwasser und auch der Dampf – von hier verteilt und der Strom ebenso.

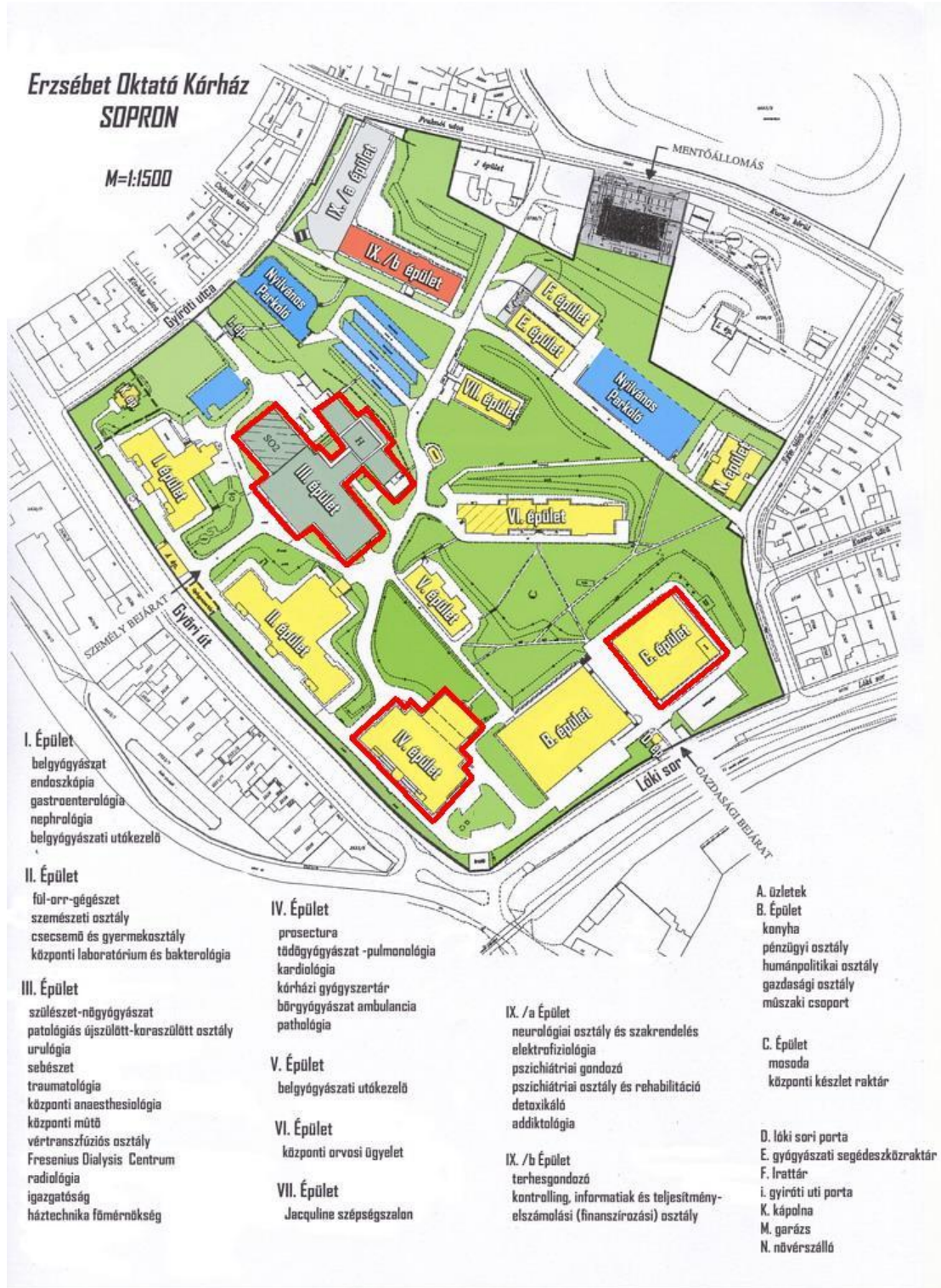


Abbildung 3-1: Ausgewählte Gebäude im Erzsébet-Krankenhaus, Sopron

3.1.5 Abgrenzung des Untersuchungsbereiches im Markusovszky-Krankenhaus

Ähnlich wie im Krankenhaus Sopron wurden auch hier drei Gebäude ausgewählt. Im Falle des Markusovszky-Krankenhauses wurden das älteste und das zuletzt errichtete Gebäude sowie auch ein Haus aus den 80er Jahren untersucht. Das neue Gebäude ist naturgemäß von modernen Technologien gekennzeichnet, was aber nicht automatisch mit einem niedrigen Energieverbrauch verknüpft ist. Zwar ist der Wärmeverlust bei diesem Gebäude infolge des späteren Baujahres naturgemäß niedriger, wobei jedoch die infolge der besseren Ausrüstung ein höherer Strombedarf generiert wird, und zwar trotz dessen, dass im Rahmen der Neuanschaffungen der Kauf von energieeffizienten Einrichtungen angestrebt wurde.

II. Haus Innere Medizin

Hierbei handelt es sich um das älteste Gebäude des Krankenhauses, das 1928 in Form eines aus großen Ziegeln bestehenden Mauerwerkes errichtet wurde. Das Gebäude ist vierstöckig, seine Nettogeschossfläche beträgt 6146 m². Was die Funktion angeht, sind hier überwiegend stationäre Abteilungen untergebracht. Für die Patienten der Pulmonologie, der Abteilung für Innere Medizin, der Dermatologie und der Neurologie werden insgesamt 184 Betten unterhalten.

Gebäude Notfallmedizin

Das 2007 errichtete Gebäude ist aus Isolierziegeln gebaut, seine Nettogeschossfläche beträgt 6146 m². Das Gebäude dient entsprechend seiner Bezeichnung der Notfallversorgung, wobei auch die Patienten der Traumatologie hier versorgt werden. Die beiden Abteilungen haben 68 Betten.

Auf dem Dach des Gebäudes wurde ein Hubschrauberlandeplatz ausgebildet, welche Maßnahme ebenfalls der Steigerung des Niveaus der Notfallversorgung der Region diene.

Komplexer Block

Das Gebäude wurde 1986, in Pfeilerstruktur erbaut. Die Nettogeschossfläche beträgt auf sechs Stockwerken 11542 m². Im komplexen Block sind die Kinderabteilung, das Zentrum für perinatale Intensivbetreuung, die Geburtenabteilung und die Rheumatologie untergebracht. Das Gebäude ist mit dem onko-haematologischen Block baulich verbunden. Die Verteilung des aus dem Kesselhaus kommenden Wärme erfolgt über die Wärmezentrale auf der Kellerebene.

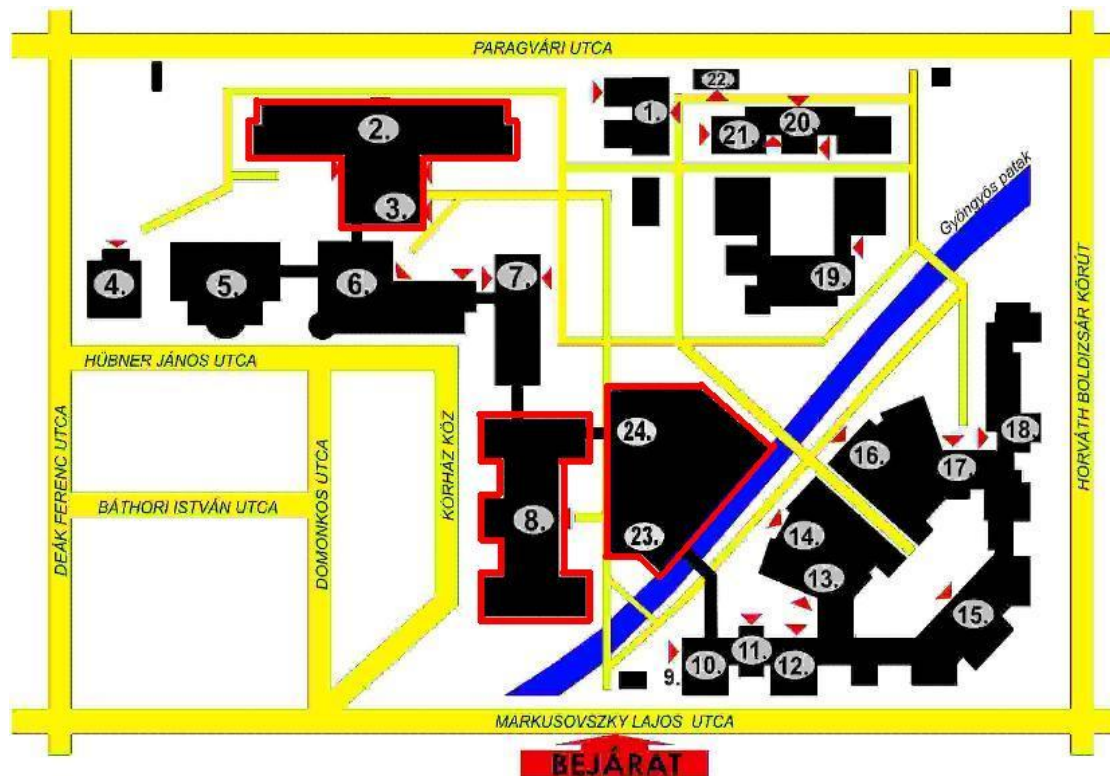


Abbildung 3-2: Ausgewählte Gebäude im Markusovszky-Krankenhaus, Szombathely

3.1.6 Abgrenzung des Untersuchungsbereiches im Krankenhaus Komitat Zala

Im Krankenhaus Komitat Zala wurden ebenso wie in Sopron und Szombathely drei Gebäude ausgewählt. Wie in Abschnitt 1.3.6 dargelegt, handelt es sich beim Krankenhaus Zalaegerszeg um ein Komitats- bzw. Schwerpunktkrankenhaus, das als solches von ähnlichen Begebenheiten und einem ähnlichen Versorgungsgebiet wie das Markusovszky-Krankenhaus gekennzeichnet ist. Das Spital wird auf zwei Standorten betrieben (Zalaegerszeg und Pózva). Zur detaillierten Erhebung haben wir Gebäude vom internen Standort (Zalaegerszeg) ausgewählt, da der überwiegende Teil der medizinischen Tätigkeit hier wahrgenommen wird. Hinsichtlich des Energieverbrauchs ist es jedoch sinnvoll sich auch mit dem Standort Pózva auseinander zu setzen, da es hier eine Thermalquelle gibt und somit ein Teil des Wärmebedarf mithilfe von erneuerbaren Energien gedeckt wird. Darüber hinausgehend wird auch in der Trinkwasserversorgung auf einen gebohrten Brunnen zurückgegriffen und somit die Effizienz gewährleistet. Diese lokalen Begebenheiten tragen zur Verringerung des aus der Unabdingbarkeit des Energiekonsums resultierenden starken Abhängigkeit von den externen Anbietern bei.

Hauptgebäude (Gebäude „A“)

Das Hauptgebäude des Krankenhauses ist sechs Stockwerke hoch und teilweise saniert. Die Planung des Gebäudes begann in den sechziger Jahren, 1987 wurde es im Rahmen einer größeren Umstrukturierung um einen neuen Gebäudeflügel für OP-Zwecke erweitert. Die Nettogeschossfläche beträgt 9.994 m². Neben dem Operationsbereich befinden sich hier die

Notfallambulanz, die Orthopädie, die Urologie und die Intensivabteilung. Das haemodynamische Labor wurde ebenfalls in diesem Gebäude untergebracht.

Diagnostikgebäude (Gebäude „B“)

Das Diagnostikgebäude ist auf der zweiten Etage über einen bedeckten, geschlossenen Korridor mit dem Hauptgebäude verbunden und mittels eines Verbindungselementes an die Poliklinik angeschlossen sowie mit dem MR-Untersuchungsgebäude und auch mit dem Gebäude „N“ verbunden, in dem die Neurologie und die Kinderabteilung funktionieren. Im Rahmen der Heilungstätigkeit spielt schnelle Diagnostik eine herausragende Rolle. Dank ihrer zentralen Lage ist das Diagnostikgebäude aus mehreren Richtungen leicht zugänglich, was der Effizienz der Leistungen dienlich ist, da der Heilungsprozess durch keine unnötigen Transportbedürfnisse behindert wird. Das Gebäude weist eine Nettogeschosfläche von 6168 m² auf. Neben dem zentralen Labor, der Radiologie, der Genetik, der Isotopendiagnostik und dem kardiovaskulären Zentrum wurden auch die Physiotherapie und die Verwaltung in diesem Gebäude untergebracht. Infolge der riesigen Glasflächen wird die Sonnenstrahlung als Treibhaus gesammelt, weswegen die eingebauten Lüftungs- und Klimasysteme in den Sommermonaten eine noch größere Rolle spielen. Im Winter führen die Glasflächen zu einem bedeutenden Wärmeverlust.

Poliklinik (Gebäude „B“)

Die Frequenz an ambulanten Patienten ist in diesem Gebäude, der Poliklinik des Krankenhauses, entsprechend hoch. Die Ambulanzen werden auf der Nettogeschosfläche von 3975 m² der Poliklinik betrieben, es sind aber auch der Patientenrechtsvertreter und der Kundendienst hier untergebracht. Was die Verwaltung angeht, sitzen die Pflegeverwaltung und das Human Resources Management hier. Aufgrund des Baubestandes ist von den dreien dieses Haus am stärksten sanierungsbedürftig.



Abbildung 3-3: Ausgewählte Gebäude im Krankenhaus Komitat Zala

3.2 Vorgehen zur Analyse des Energieverbrauchs des Heizung-Lüftung-Klima-Systems (HLK)

Da von den einzelnen Krankenanstalten nur Gesamtenergieverbräuche bekannt sind, musste ein Modell erstellt werden, auf Basis dessen der durchschnittliche Energieverbrauch der HLK-Komponenten der ausgewählten Gebäude berechnet und entsprechenden Verbrauchern bzw. Verbrauchergruppen zugeordnet werden konnte.

Folgende Verbrauchergruppen wurden von der AEA im Rahmen der Erhebung des Ist-Zustands untersucht:

- Heizung
- Warmwasser
- Pumpen
- Kältemaschinen
- Luftbefeuchter
- Ventilatoren

Zur Berechnung des durchschnittlichen Energieverbrauchs³ [ÖNORM B 8110-5, 2007] für Heizung und Warmwasser wurde das Softwaretool „Gebäudeprofi PLUS“ der ETU GmbH eingesetzt. Der „Gebäudeprofi PLUS“ der ETU GmbH ist ein Softwaretool zur Berechnung von Energieausweisen für Wohn- und Nichtwohngebäude aufbauend auf der OIB Richtlinie 6 [Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB), 2007a] bzw. den entsprechenden Ö-Normen [ETU GmbH, 2011]. Auf Basis der über Grundriss- und Schnittpläne erfassten Gebäudegeometrie sowie der gebäudespezifischen U-Werte der Gebäudehülle⁴ wurde mittels dieser Software der durchschnittliche Heizwärme- und Warmwasserwärmebedarf der zu untersuchenden Gebäude berechnet. Weiters wurden die Heiz- und Warmwasserbereitungsverluste der spezifischen Anlagentechnik nach ÖNORM H 5056 [ÖNORM 5056, 2006] berechnet.

Für die Kalkulation des Stromverbrauchs der drehzahlgeregelten Pumpen wurde auf das Pumpenlastprofil des Deutschen Instituts für Gütesicherung und Kennzeichnung E.V (RAL) zurückgegriffen.

Weiters wurde auf Basis der Klimadaten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) für die Messstation Wien Hohe Warte anhand der Heiztage die durchschnittliche Betriebszeit der Heizungspumpen in der Heizperiode berechnet. Zur Berechnung des Strombedarfs der identifizierten Ventilatoren wurde zum einen auf gemessene Leistungsdaten und zum anderen auf die Angaben des technischen Personals hinsichtlich Betriebszeiten zurückgegriffen. Zur Bewertung der Effizienz der identifizierten Ventilatoren bzw. Ventilatorantriebe wurde auf einschlägige Fachliteratur zurückgegriffen [Hoffmann & Kulterer, 2009]. Auch wurde das Teillastbetriebsverhalten bei der Berechnung des jährlichen Energiebedarfs berücksichtigt [Kolarik et al., 2002].

³ Es handelt sich hierbei um den klimabereinigten Energieverbrauch basierend auf den Klimamodellen und Nutzungsprofilen der ÖNORM B 8110-5.

⁴ Zur Bestimmung der gebäudespezifischen U-Werte der Gebäudehülle wurde auf die Datenbank des Softwaretools „Gebäudeprofi Plus“, auf den Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden (siehe:[Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB), 2007b]) und die OIB Richtlinie 6 (siehe:[Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB), 2007a]) zurückgegriffen.

Für die Berechnung des Strombedarfs der Kältemaschinen mit einer Kälteleistung über 12 kW wurde auf das ESEER-Lastprofil (European Seasonal Energy Efficiency Ratio) für Kompressionskälteanlagen zurückgegriffen. Die Berechnung des Strombedarfs der Kältemaschinen mit einer Kälteleistung unter 12 kW erfolgt auf Basis der Kälteleistung und den entsprechenden EER-Werten (Energy Efficiency Ratio) sowie einer durchschnittlichen Vollaststundenzahl von 997 Stunden [Simader & Rakos, 2005], [Kranzl et al., 2011] und [Uli, 2008]. Auf Basis der Klimadaten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) für die Messstation Wien Hohe Warte wurde anhand der Kühltage die durchschnittliche Betriebszeit der Kältemaschinen, Rückkühlpumpen und Kaltwasserpumpen in der Kühlperiode berechnet.

Auf Basis dieser Grundlagen, Lastprofile, den Informationen des technischen Personals, den erhobenen technischen Unterlagen sowie den durchgeführten Energiemessungen konnte ein durchschnittlicher Energieverbrauch der HLK-Verbraucherguppen der untersuchten Gebäude (Anlagenbestand 2010/11) berechnet und den Verbrauchergruppen (Heizung, Warmwasser, Pumpen, Kältemaschinen, Luftbefeuchter, Ventilatoren) zugeordnet werden. Für die Bereinigung wurden die Heizgradtage der jeweiligen Verbrauchsjahre sowie der Mittelwert der letzten 30 Jahre der Messstation Wien Hohe Warte herangezogen (Tabelle 3-3).

Tabelle 3-3: Heizgradtage, Standort Wien Hohe Warte (Quelle: ZAMG)

Standort Wien – Hohe Warte	30-jähriges Mittel	2007	2008	2009	2010
Heizgradtage	3.173,2	2.783,3	2.819,6	2.879,9	3.336,2

3.2.1 Hochrechnung der Referenzbereiche

Begründet durch die unterschiedliche Anzahl an untersuchten Referenzgebäuden und durch den ungleichen Aufbau hinsichtlich des HLK Systems differiert die weitere Methodik zur Berechnung der Energieverbrauchskennzahlen in den drei Spitälern.

3.2.1.1 Methodik der Hochrechnung des HLK-Bereiches im Otto Wagner Spital

Zur Berechnung der spezifischen Stromverbrauchskennwerte wird das gesamte Otto Wagner Spital entsprechend des Kostenstellenkatalogs in die definierten Nutzungskategorien aufgeteilt. Pavillon 21 kann als Referenzbereich für den Stationsbereich und den Sonstigen Bereich herangezogen. Es werden Verbrauchskennzahlen für jede Nutzungskategorie für den Strombedarf der HLK Komponenten berechnet.

Zur Erstellung von spezifischen Energiekennzahlen für den Wärmeverbrauch werden die errechneten Wärmeverbräuche der untersuchten Referenzgebäude des Otto Wagner Spitals herangezogen und entsprechend der konditionierten Nettogeschoßfläche errechnet. Hierbei erfolgt eine Unterscheidung zwischen Wärmeverbrauch zur Warmwasserbereitung und Wärmeverbrauch für Beheizung. Aufgrund der Tatsache, dass bereits einige Pavillons des Otto Wagner Spitals über eine Dämmung der obersten Geschoßdecke verfügen, wird bei der Bildung der Wärmeverbrauchskennzahlen - Heizung zwischen Gebäuden mit bzw. ohne

Geschoßdeckendämmung unterschieden. Aus den Referenzpavillons 11 und 15 wird die spezifische Wärmeverbrauchs-kennzahl - Heizung für Pavillons mit gedämmter oberster Geschoßdecke gebildet und aus dem Referenzpavillon 21 die spezifische Wärmeverbrauchs-kennzahl - Heizung für Pavillons mit ungedämmter oberster Geschoßdecke.

Da der Warmwasserwärmeverbrauch von der thermischen Qualität der Gebäudehülle weitgehend unabhängig ist wird ein Durchschnittswert der untersuchten Referenzgebäude herangezogen. Mithilfe dieser Verbrauchskennzahlen wird es nun möglich den Wärmeverbrauch für das HLK System des gesamten Otto Wagner Spitals zu errechnen.

3.2.1.2 Methodik der Hochrechnung des HLK-Bereiches in der Krankenanstalt Rudolfstiftung

In der Rudolfstiftung wird nicht mit ermittelten Energieverbrauchszahlen auf andere Gebäude hochgerechnet, da die beiden untersuchten Gebäude bereits den Hauptteil der Rudolfstiftung repräsentieren. Ziel ist es, den errechneten Energieverbrauch den identifizierten Verbrauchergruppen in den jeweiligen medizinischen Nutzungsbereichen zuzuordnen. Zur Bildung der Energieverbrauchskennzahlen soll der 17-geschoßige Hochbau als Referenzgebäude dienen.

Die Berechnung der spezifischen Stromverbrauchskennwerte der einzelnen Verbrauchergruppen in den unterschiedlichen Nutzungskategorien des Hochbaus der Rudolfstiftung basiert auf den unterschiedlichen Versorgungsbereichen der identifizierten Ventilatoren der Klimaanlage. Ausgehend von der prozentuellen Gewichtung des Ventilatorenergieverbrauchs in der jeweiligen Nutzungskategorie am gesamten Ventilatorenergieverbrauch werden die Stromverbrauchskennwerte für die übrigen Verbrauchergruppen gebildet. Durch heranziehen der Flächen in der jeweiligen Nutzungskategorie kann für jede Verbrauchergruppe in jedem Nutzungsbereich eine Stromverbrauchskennzahl errechnet werden.

Zur Erstellung von spezifischen Energiekennzahlen für den Wärmeverbrauch wird der errechnete Wärmeverbrauch des untersuchten Hochbaus herangezogen und entsprechend der konditionierten Nettogeschoßfläche aufgeteilt. Hierbei erfolgt eine Unterscheidung zwischen Wärmeverbrauch zur Warmwasserbereitung, für Beheizung und für die Befeuchtung. Der Wärmeverbrauch für die Befeuchtung ist auf die in der Rudolfstiftung verbauten Wabenbefeuchter zurückzuführen.

3.2.1.3 Methodik der Hochrechnung des HLK-Bereiches im Krankenhaus Hietzing mit Neurologischen Zentrum Rosenhügel

Das Schnittbildzentrum kann aufgrund des Baujahres (1990) und der sehr spezifischen Anlagentechnik nicht repräsentativ für die übrigen typischen Pavillonbauten des Krankenhauses Hietzing herangezogen werden. Zur Bildung der Energieverbrauchskennzahlen wird deshalb ausschließlich auf den untersuchten Pavillon II zurückgegriffen.

Zur Berechnung der spezifischen Stromverbrauchskennwerte wird das gesamte KHR entsprechend des Kostenstellenkatalogs in die definierten Nutzungskategorien aufgeteilt. Der Verbrauch des Pavillon II wird anhand des Kostenstellenkataloges den Nutzungskategorien zugeordnet und daraus Verbrauchskennzahlen errechnet. Ausgehend von der prozentuellen Gewichtung des Ventilatorenergieverbrauchs in der jeweiligen Nutzungskategorie am gesamten Ventilatorenergieverbrauch werden die Stromverbrauchskennwerte für die übrigen Verbraucherguppen gebildet.

Zur Erstellung von spezifischen Energiekennzahlen für den Wärmeverbrauch wird der errechnete Wärmeverbrauch des untersuchten Pavillons II herangezogen und entsprechend der konditionierten Nettogeschoßfläche errechnet. Hierbei erfolgt eine Unterscheidung zwischen Wärmeverbrauch zur Warmwasserbereitung und Wärmeverbrauch für die Beheizung der Gebäude. Mit diesen Verbrauchskennzahlen wird es nun möglich den Wärmeverbrauch für das HLK System des gesamten Krankenhauses Hietzing zu errechnen.

3.2.1.4 Methodik der Bestimmung des Verbrauchs im Erzsébet-Krankenhaus

Die Verbrauchsangaben liegen hinsichtlich des gesamten Krankenhauses vor, daher ist es aufgrund dieser Angaben zu kalkulieren, zu modellieren und zu schätzen, welche Bereiche wie viel Energie konsumieren.

Im Laufe der Erhebung wurden Gebäude ausgewählt, die typisch für das Krankenhaus sind. Das Hauptgebäude gilt sowohl hinsichtlich der Fläche als auch hinsichtlich der Energieverwendung als das größte Gebäude des Spitals. Da sich hier ein Drittel aller Betten befindet, dient das Gebäude als entsprechendes Beispiel. Es wurde in den neunziger Jahren erbaut und seither nicht verändert, daher liefern die im Laufe der Planung verwendeten Kalkulationen die Grundlage zur Darstellung der Struktur des Energiekonsums. Das Gebäude Nr. IV ist eines der rekonstruierten Gebäude des Krankenhauses, dessen architektonischer Struktur auch für die sonstigen ähnlichen Gebäude des Spitals charakteristisch ist. Haus „C“ ist die Energieempfangszentrale des Krankenhauses; in der Krankenversorgung spielt es über Lagerfunktionen hinausgehend heute keinerlei Rolle mehr.

Nachdem der Energieverbrauch der einzelnen funktionellen Bereiche bestimmt wird [kWh/m²/Jahr], können diese Werte aufgrund der territorialen Struktur auf das gesamte Krankenhaus hochgerechnet werden.

3.2.1.5 Methodik der Bestimmung des Verbrauches im Markusovszky-Krankenhaus

Im Gegensatz zum Krankenhaus Sopron findet im Kesselhaus des Markusovszky-Krankenhauses nicht nur ein Verteilungsprozess statt, sondern wird von hier die Wärmeversorgung der Gebäude auch mithilfe von Gasmotoren gewährleistet.

Die Erhebung erfolgte auch im Falle des Markusovszky-Krankenhauses in ähnlicher Art und Weise wie oben. Es wurden auch hier Gebäude ausgewählt, die charakteristisch für die architektonische und funktionelle Struktur des Spitals sind.

Die Erhebung der territorialer Struktur der ausgewählten Gebäude führte zur Erkenntnis, dass die Struktur dieses Krankenhauses – entgegen der ursprünglichen Annahme – von der des Krankenhauses Sopron nicht sehr abweicht. Die Bereiche von ähnlicher Funktion unterscheiden sich, was die Verhältnisse angeht, von der Flächenverteilung im Erzsébet-Krankenhaus nur in etwa 2-5% . Daher kamen wir zum Schluss, dass die im Falle des Soproner Spitals angewandten spezifischen Kennzahlen auch im Krankenhaus Szombathely zur Erhebung der Struktur geeignet sind.

Die an die verwendeten Energieträger anknüpfenden quantitativen Angaben stehen auch im Markusovszky-Krankenhaus hinsichtlich des ganzen Spitals zur Verfügung. Die einzelnen Verbrauchsbereiche wurden unter Einbezug der technischen Abteilung, aufgrund der Planzeichnungen identifiziert.

3.2.1.6 Methodik der Bestimmung des Verbrauches im Krankenhaus des Komitates Zala

Die Energieversorgung weicht auch im Krankenhaus Komitat Zala von dem in Sopron und Szombathely Wahrgenommenen ab (siehe Energetische Erhebung Krankenhaus Zalaegerszeg).

Die zur Untersuchung ausgewählten Gebäude (siehe Abschnitt 3.1.6) dienen auch im Falle des Zalaegerszeger Krankenhauses als charakteristische Beispiele für das gesamte Spital. Die territoriale Struktur ist auch im Krankenhaus Komitat Zala ähnlich wie in den anderen beiden Institutionen. Die funktionellen Bereiche weisen die in den anderen beiden Krankenhäusern erhobene Resultate auf, und daher können die dort erkannten spezifischen Werte auch hinsichtlich des Zalaegerszeger Krankenhauses angewendet werden. Aus der Größe des Spitals resultierend ähneln hier die Verbrauchsdaten eher dem Energieverbrauch des Krankenhaus Komitat Vas, trotzdem ist die Verbrauchsstruktur je nach funktionellem Bereich in alle drei Spitälern nahe zu identisch.

3.3 Vorgehen zur Bestimmung der Stromverbrauchsgliederung

Für die Darstellung der Stromverbrauchsgliederung werden 11 Funktionsbereiche und 10 Gerätekategorien definiert. Auf Basis der Referenzbereiche werden Energiebenchmarks für die unterschiedlichen Bereiche und Gerätekategorien gebildet und auf das gesamte Spital hochzurechnet.

3.3.1 Funktionsbereiche und Gerätekategorien

Ein Funktionsbereich wird definiert als ein Teil des Krankenhauses mit einer bestimmten, abgegrenzten Funktion (z.B. Ambulanz, Station, Verwaltung, usw.). Die funktionelle

Gliederung entspricht der organisatorischen Gliederung nach (medizinischen) Fachgebieten. Die Abgrenzung zeigt sich auch hinsichtlich der technischen Ausstattung, der Nutzung und beim Energieverbrauch. Die Geräte sind in 10 Haupt- und 39 Unterkategorien nach Funktion bzw. Einsatzbereich unterteilt.

3.3.2 Der spezifischen Stromverbrauch

Der spezifische Stromverbrauch ist der Stromverbrauch der Funktionsbereiche und Gerätekategorien in Bezug zur Nutzfläche (bzw. kWh m⁻² Jahr⁻¹). Mit dem spezifischen Stromverbrauch können Trends sichtbar gemacht werden und sind damit ein Werkzeug für das Energiemanagement im Krankenhaus. Für jene Bereiche, für die keine Stromverbrauchsmessungen vorliegen kann mittels der spezifischen Stromverbräuche eine Hochrechnung des Stromverbrauchs gemacht werden. Der spezifische Stromverbrauch der Funktionsbereiche und der Gerätekategorien bildet die Basis für die Stromverbrauchsgliederungen.

Um die spezifischen Stromverbräuche der Funktionsbereiche und Gerätekategorien zu bestimmen werden diese in einem ersten Schritt definiert, die einheitliche Definierung der Funktionsbereiche und Gerätekategorien wird für die Spitäler festgelegt. Folglich wird der Stromverbrauch der Referenzbereiche anhand der Geräterliste sowie Begehungen geschätzt und gegliedert, gemessen, und schließlich werden die Ergebnisse (bzw. Annahmen der Leistung und Betriebsstunden der Geräte) anhand einer Gegenüberstellung des geschätzten und des gemessenen Stromverbrauches kalibriert.

3.3.3 Abschätzung des Stromverbrauchs der Referenzbereiche

Der Stromverbrauch der Referenzpavillons wird untergliedert nach Funktionsbereich. Die Geräte werden anhand der Kostenstellenummer den Funktionsbereichen zugeordnet. Der Rechenvorgang ist in Formel 3-1 dargestellt. Ermittelt wird die Summe des Stromverbrauchs von allen Geräten in einem spezifischen Funktionsbereich. Der Stromverbrauch der einzelnen Geräte wird anhand von der durchschnittlichen Leistung und der Betriebsstunden des jeweiligen Geräts ermittelt.

Formel 3-1: Rechenverfahren zur Bestimmung des Stromverbrauchs der Referenzbereiche

$$E_{B_i} = \sum_{n=1}^{M_i} P_n t_n$$

E_{B_i} : Stromverbrauch des Funktionsbereichs „i“ [kWh/Jahr]

M_i : Anzahl der Geräte in Funktionsbereich „i“

P_n : Elektrische Leistung des Geräts „n“ in Funktionsbereich „i“ [kW]

t_n : Betriebsstunden des Geräts „n“ in Funktionsbereich „i“ [Stunden/Jahr]

3.3.4 Bestimmen der Stromverbrauchsgliederung

Die Gliederung des Stromverbrauchs wird anhand der spezifischen Stromverbräuche der Gerätekategorien je Funktionsbereich ermittelt. Die Stromverbrauchsgliederung kann durch dieses Vorgehen nach Gerätekategorie, Funktionsbereich, und einer Kombination der zwei dargestellt werden. So kann bestimmt werden welche Gerätekategorien und Funktionsbereiche wichtig sind.

Die spezifischen Stromverbräuche werden mit der entsprechenden Nutzfläche multipliziert um die Stromverbräuche der Gerätekategorien bzw. Funktionsbereiche zu errechnen. Für die Bestimmung der Stromverbrauchsgliederung wird die Nutzfläche des Krankenhauses (siehe Formel 3-2) bzw. der Funktionsbereiche (siehe Formel 3-3) herangezogen. Die Stromverbrauchsgliederung des HLK-Bereichs wird anhand der konditionierten Fläche ermittelt (siehe [Trnka et al., 2012]).

Formel 3-2: Berechnung des Stromverbrauchs der Gerätekategorien

$$E_{el-G_i} = \sum_{i=1} S_{G_{i,k}} \times A$$

E_{el-G_i} : Gesamtstromverbrauch von Gerätekategorie „i“ [kWh Jahr⁻¹]

$S_{G_{i,k}}$: Spezifischer Stromverbrauch der Gerätekategorie „i“ in Funktionsbereich „k“ [kWh m⁻² Jahr⁻¹]

A : Nutzfläche des gesamter Spital [m²]

Formel 3-3: Berechnung des Stromverbrauchs der Funktionsbereiche

$$E_{el-B_k} = \sum_{i=1} S_{B_k} A_k$$

E_{el-B_k} : Gesamtstromverbrauch von Funktionsbereich „k“ [kWh Jahr⁻¹]

S_{B_k} : Spezifischer Stromverbrauch des Funktionsbereichs „k“ [kWh m⁻² Jahr⁻¹]

A_k : Nutzfläche des Funktionsbereich „k“ [m²]

Die ermittelten Stromverbräuche werden nach Gerätekategorie (inkl. Beleuchtung und HLK) bzw. Funktionsbereich gegliedert und dargestellt. Die Abweichung des berechneten vom tatsächlichen Stromverbrauch wird ermittelt.

4 Resultate

4.1 Otto Wagner Spital (OWS)

4.1.1 Gesamtenergie- und Wasserverbrauch

Tabelle 4-1 zeigt die Gesamtverbrauchsdaten für Energie und Wasser für den Betrachtungszeitraum. Für Treibstoffe und Heizöl sind die Verbrauchsmengen zusätzlich in kWh umgerechnet.

Tabelle 4-1: Jahresverbräuche Energieträger und Wasser im OWS

Gesamtenergieverbrauch im OWS von 2007-2010				
Jahresverbrauch [MWh, m³]	2007	2008	2009	2010
Fernwärme [MWh]	44.068	44.842	44.699	49.186
Strom [MWh]	10.404	10.335	10.145	10.354
Gas [MWh]	141	201	733	191
Summe Treibstoffe und Heizöl EL [MWh]	553	482	652	563
Benzin [MWh]	10	15	9	11
Benzin [l]	1.240	1.820	1.080	1.380
Diesel [MWh]	443	444	500	502
Diesel [l]	44.756	44.831	50.469	50.661
Heizöl EL [MWh]	100	23	143	50
Heizöl EL [l]	9.910	2.330	14.230	4.950
Gesamtenergieverbrauch [MWh]	55.167	55.860	56.228	60.294
Wasser [m³]	217.696	239.635	227.037	209.719

Für die Aufteilung des Energieverbrauchs auf Funktionsbereiche und Gerätekategorien werden die Mittelwerte der Jahresverbräuche der Jahre 2007, 2008, 2009 und 2010 als Bezugsgrößen verwendet. Diese Referenzwerte sind in Tabelle 4-2 angegeben.

Tabelle 4-2: Mittelwerte der Energieträger und Wasser der Jahre 2007 – 2010 im OWS

Mittelwerte der Verbrauchswerte des OWS für die Jahre 2007 bis 2010	
Energieträger [MWh, m³]	Mittelwerte
Fernwärme [MWh]	45.699
Fernwärme HGT bereinigt [MWh]	49.186
Strom [MWh]	10.310
Gas [MWh]	178
Summe Treibstoffe und Heizöl EL [MWh]	562
Benzin [MWh]	11
Diesel [MWh]	472
Heizöl EL [MWh]	79

Mittelwerte der Verbrauchswerte des OWS für die Jahre 2007 bis 2010	
Energieträger [MWh, m³]	Mittelwerte
Gesamtenergieverbrauch[MWh]	56.748
Wasser [m³]	223.522

Abbildung 4-1 zeigt die Jahresverbräuche aller Energieträger des Otto Wagner Spitals. Im Durchschnitt wurden rund 57.000 MWh an Energie eingesetzt. Gegenüber dem Jahr 2007 ist der Gesamtenergieverbrauch um 9 % angestiegen. Dieser Anstieg erfolgt hauptsächlich von 2009 auf 2010 und wird durch einen höheren Verbrauch an Fernwärme und einem leichten Anstieg beim Stromverbrauch verursacht.

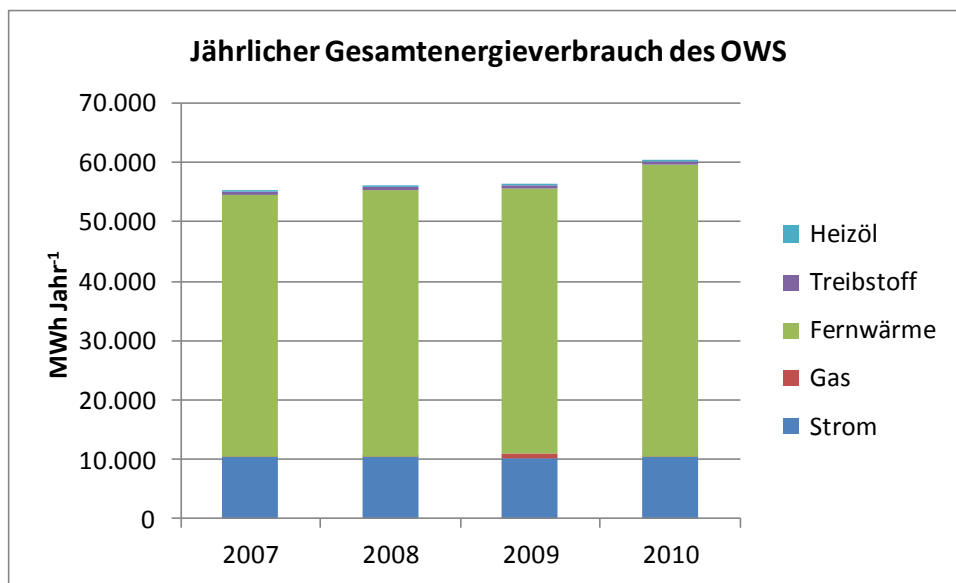


Abbildung 4-1: Jährlicher Gesamtverbrauch von Energie des Krankenhauses Otto Wagner Spital im Betrachtungszeitraum 2007-2010 [in MWh]

Der Wasserverbrauch der letzten Jahre schwankt zwischen 210.000 m³ und 240.000 m³ pro Jahr mit einem Durchschnittswert von 220.000 m³ (siehe Abbildung 4-2).

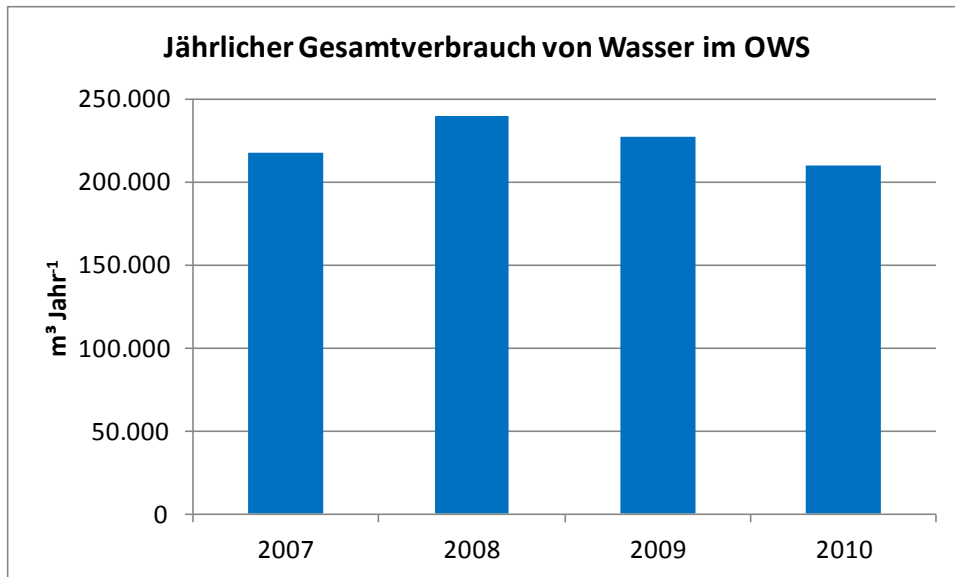


Abbildung 4-2: Jährlicher Gesamtverbrauch von Wasser des Otto Wagner Spitals im Betrachtungszeitraum 2007-2010 [in m³]

In Tabelle 4-3 sind die durchschnittlichen Werte und Kennzahlen der Betrachtungsjahre dargestellt. Der Warmwasserverbrauch wird aufgrund des Literaturwertes der Sia-Norm 385/5 (Schweiz), auf 100 Liter/Bett und Tag berechnet und beträgt 45.625 m³/Jahr. Dies entspricht ca. 20 % des gesamten Wasserverbrauchs des OWS.

Tabelle 4-3: Jährlicher Wasserverbrauch des OWS - Durchschnittswerte

OWS Durchschnittlicher Kalt- und Warmwasserverbrauch/Jahr						
Kaltwasser [m ³]	Kaltwasser [l/m ²]	Kaltwasser [l/Bett]	Warmwasser [m ³]	Warmwasser [l/Bett]	Warmwasser [l/m ²]	Warmwasser [%]
177.901	1.215	142.320	45.625	36.500	312	20,4

Tabelle -4-4: Durchschnittlicher Wasserverbrauch des OWS je Pfllegetag und Bett

OWS Wasserverbrauch pro Pfllegetag					
Wasser [l/Pfllegetag]	Kaltwasser [l/Pfllegetag]	Warmwasser [l/Pfllegetag]	Wasser [l/Bett, Tag]	Kaltwasser [l/Bett, Tag]	Warmwasser [l/Bett, Tag]
530	422	108	490	390	100

Die Kennzahlen Wasserverbrauch pro Pfllegetag und pro Bett und Tag zeigen den Wasserverbrauch in Zusammenhang mit der Auslastung des Krankenhauses an. Insgesamt werden im OWS 530 Liter Wasser pro Pfllegetag und 490 Liter pro Bett und Tag eingesetzt.

4.1.2 Analyse des Stromverbrauchs

In Tabelle 4-5 sind die spezifischen Stromverbräuche der Geräte, der Beleuchtung, und der HLK Komponenten des OWS je Funktionsbereich dargestellt.

Tabelle 4-5: Spezifische Stromverbräuche der Funktionsbereiche des OWS

Funktionsbereich	Spezifische Stromverbrauch [kWh/m ² Jahr]		
	Geräte	Beleuchtung	HLK
Ambulanzen	28,5	19,3	130,4
Diagnostik	114,0	36,4	53,6
Küche	146,3	12,4	112,9
OP	60,9	37,4	565,3
Services	8,8	0,0	9,3
Sonstige	6,8	6,5	9,3
Stationen	18,3	22,9	9,3
Stationen Intensiv	65,7	4,4	130,4
Sterilisation	640,3	8,6	9,3
Therapie	11,3	20,9	9,3
Verwaltung	21,6	15,4	9,3

Die spezifischen Stromverbräuche der Geräte, der Beleuchtung, und der HLK unterscheiden sich stark zwischen den Funktionsbereichen, was auf die Funktionalität der Bereiche zurückzuführen ist. In der Sterilisation ist mit 640 kWh m²/a der spezifische Stromverbrauch der Geräte der höchste. Dies ist auf die Reinigungsgeräte (Sterilisations- und Desinfektionsgeräte) zurückzuführen. Den zweithöchsten Verbrauch weist die Küche mit 146 kWh m²/a aufgrund der Großküchengeräte auf. An dritter Stelle befindet sich die Diagnostik mit 114 kWh m²/a, hier entfällt der größte Teil auf medizinische Geräte.

Der spezifische Stromverbrauch der Beleuchtung ist im OP-Bereich mit 37 kWh m²/a der höchste. Dies ist zurückzuführen auf die notwendige Beleuchtungsstärke während Operationen und Einschaltzeiten. Auch in der Diagnostik, den Stationen, und den Ambulanzen ist der spezifische Stromverbrauch der Beleuchtung im Vergleich mit den anderen Funktionsbereichen hoch.

4.1.2.1 Analyse des Stromverbrauchs nach Gerätekategorien

Die Stromverbrauchsgliederung des OWS ist in Abbildung 4-3 in Bezug zum durchschnittlichen Stromverbrauch nach Gerätekategorien dargestellt. 87 % des Stromverbrauchs können Gerätekategorien zugeordnet werden. Die nicht zuordenbaren 13 % umfassen nicht berücksichtigte Geräte, sowie die Umwandlungs- und Verteilungsverluste und methodische Unsicherheiten in Form von Abweichungen vom angenommenen Nutzerprofil.

Der HLK-Bereich verbraucht insgesamt 34 % (3,5 GWh pro Jahr) des gesamten Stromverbrauchs (siehe [Trnka et al., 2012]), davon entfallen 60 % auf Ventilatoren, 17 % auf Pumpen, 14 % auf Dampfbefeuchter und 9 % auf Kältemaschinen (siehe [Mitterndorfer et al., 2012]). Auf die Beleuchtung entfallen 22 % (2,2 GWh pro Jahr) und die verschiedenen Geräte 32 % (3,3 GWh pro Jahr). Die Geräte gliedern sich in Reinigungsgeräte, Büro- und

Verwaltungsgeräte, Küchengeräte, medizinischen Geräte, Gebäudetechnische Geräte, Laborgeräte, Großküchengeräte und sonstige Geräte.

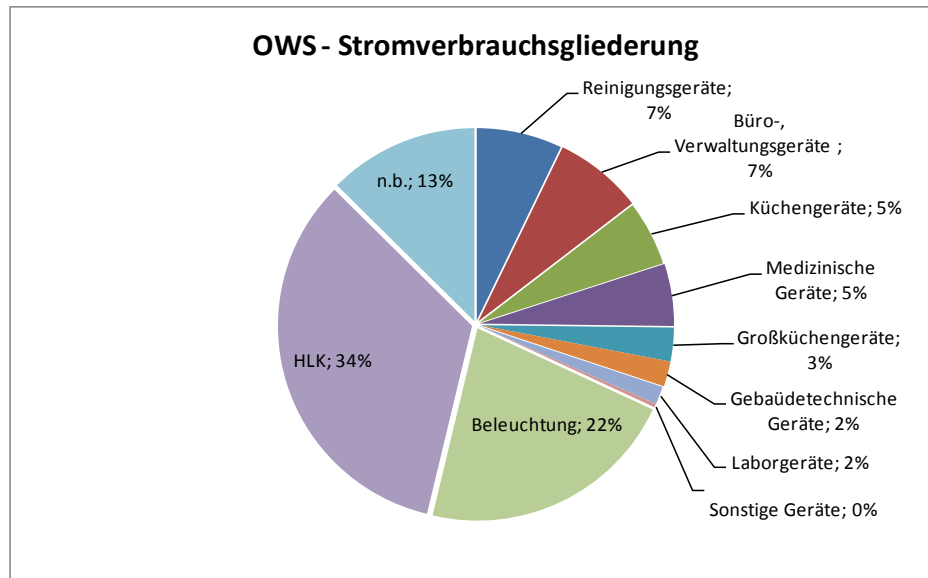


Abbildung 4-3: Stromverbrauchsgliederung des OWS nach Gerätegruppen

4.1.2.2 Analyse des Stromverbrauchs nach Funktionsbereich

In Abbildung 4-4 ist die Stromverbrauchsgliederung des OWS nach Funktionsbereichen dargestellt. Der wichtigste Funktionsbereich sind die Stationen mit einem Anteil von 26 % am Gesamtstromverbrauch. Die Funktionsbereiche OP mit 11 %, die Diagnostik mit 10 %, die Zentralküche mit 9 %, die Ambulanzen mit 7 %, und die Verwaltung mit 6 % sind weitere wichtige Funktionsbereiche. Insgesamt verbrauchen diese Funktionsbereiche 69 % des Gesamtstromverbrauchs.

Das HLK-System ist in fast allen Funktionsbereichen ein wichtiger Stromverbraucher, insbesondere im OP-Bereich, in den Ambulanzen und in den Intensivstationen wegen der erhöhten Anforderungen an die Lüftung in diesen Bereichen.

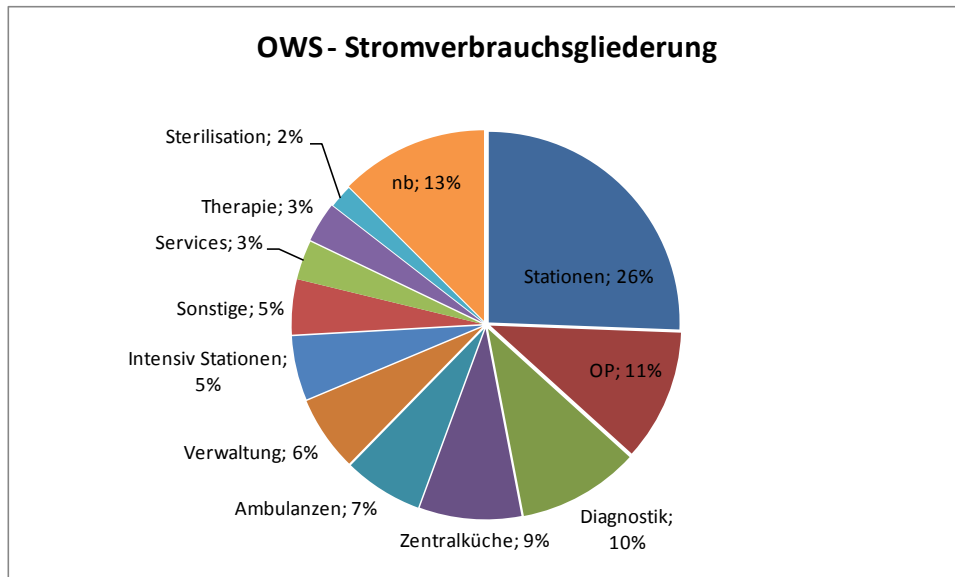


Abbildung 4-4: Stromverbrauchsgliederung des OWS nach Funktionsbereichen

In der Abbildung 4-5 ist zu erkennen, dass die Beleuchtung in den Stationen, der Therapie, und der Verwaltung einen hohen Anteil am Stromverbrauch hat. In der Zentralküche spielen die Großküchengeräte eine wichtige Rolle neben der Kategorie der gebäudetechnischen Geräte (z.B. Kühlaggregate für die Kühl- und Tiefkühlzelle). Die Kategorie der medizinischen Geräte ist in der Diagnostik und auf den Intensiv-Stationen der wichtigste Stromverbraucher. Für die Sterilisation sind die Reinigungsgeräte ausschlaggebend für den Stromverbrauch

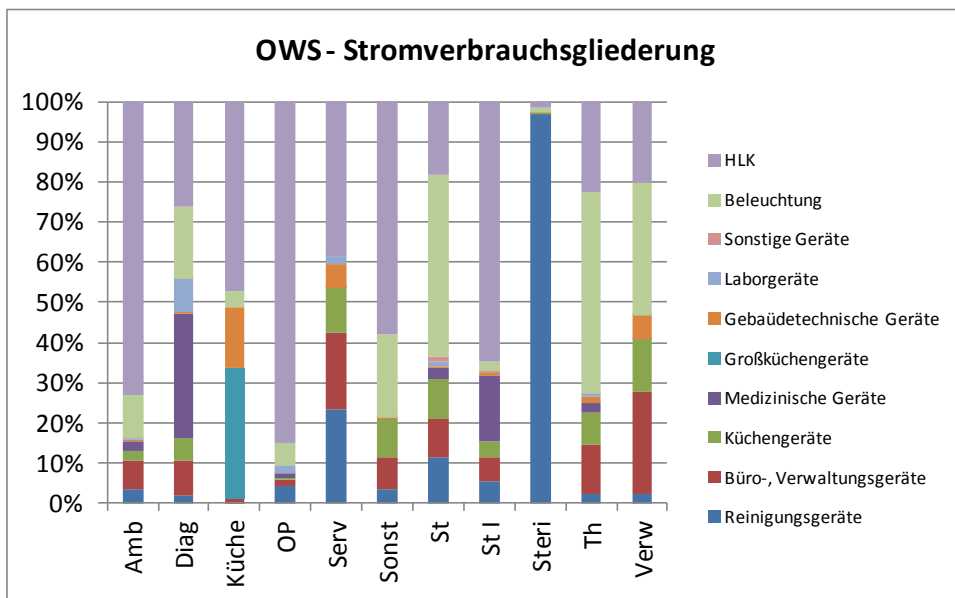


Abbildung 4-5: Stromverbrauchsgliederung des OWS nach Funktionsbereich und Gerätekategorie

4.1.3 Analyse des Fernwärmeverbrauchs (incl. des Stromverbrauches der HLK-Komponenten)

Die Untersuchung hat gezeigt, dass der größte Anteil des Gesamtenergieverbrauchs des HLK-Systems durch die Beheizung des Gebäudes durch Fernwärme bedingt ist. Bei der Beurteilung von Strom und Fernwärme ist zu beachten, dass für die Produktion von Strom ein höherer Einsatz von Primärenergie notwendig ist.

In der Tabelle 4-6 sind die Kennzahlen des Stromverbrauches der HLK-Komponenten des OWS dargestellt (siehe [Mitterndorfer et al., 2012]). Durch diese Kennzahlen ist gut ersichtlich, inwieweit der Strombedarf des HLK Systems mit der Nutzung der Gebäude korrespondiert. Der höchste Strombedarf pro m²/a konnte eindeutig dem OP Bereich zugeordnet werden, an den auch die höchsten gesetzlichen Anforderungen an eine qualitativ hochwertige Luftkonditionierung gestellt werden.⁵

Tabelle 4-6: Kennzahlen Stromverbrauch in kWh/m²a pro Nutzungskategorie und Verbrauchergruppe im OWS

Kennzahlen in kWh/m ² Jahr je Nutzungskategorie und Verbrauchergruppen				
Nutzungskategorie	Ventilatoren	Dampfbefeuchter	Kältemaschinen	Pumpen
Stationen / Sonstige	5,8	- ⁶	-	3,5
Ambulanzen / Stationen Intensiv	68,8	26,6	20,3	14,7
OP	301,3	195,2	48,4	20,4
Diagnostik	24,5	0,0	18,9	10,2

Das Raumklima in den Bereichen der Intensivpflege, sowie in den Untersuchungs- und Behandlungsräume und der Ambulanz werden ebenfalls durch Vollklimasysteme – inkl. Luftbefeuchtung und Kühlung – bereitgestellt. Da für diese Bereiche jedoch eine geringere Luftwechselrate gefordert wird und eine höhere Toleranzschwelle der Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur zulässig ist, reduziert sich der für diese Bereiche angesetzte Strombedarf entsprechend.

Die spezifischen Energiekennzahlen für den Wärmeverbrauch sind in der Tabelle 4-7 angeführt. Es wird hierbei zwischen Wärmeverbrauch zur Warmwasserbereitung und dem Wärmeverbrauch zur Beheizung der Gebäude unterschieden.

Tabelle 4-7: Kennzahlen FW-Verbrauch in kWh/m² Jahr für Heizung und Warmwasser für unterschiedliche Gebäudekonditionierungen

Kennzahlen FW-Verbrauch in kWh/m ² Jahr je Gebäudekonditionierung		
Gebäudekonditionierung	Heizung [kWh/m ² a] ⁷	Warmwasser [kWh/m ² a]
Gebäude mit oberste Geschoßdecke gedämmt	234,3	48,7

⁵ Vgl.: Österreichisches Normungsinstitut: ÖNORM H 6020 Lüftungstechnische Anlagen für medizinisch genutzte Räume – Projektierung, Errichtung, Betrieb, Instandhaltung, technische und hygienische Kontrollen, Wien, 2007

⁶ In dem betrachteten Referenzgebäude wurde in diesem Bereich kein entsprechender Verbraucher identifiziert.

⁷ bezieht sich auf die konditionierte Nettogeschoßfläche

Kennzahlen FW-Verbrauch in kWh/m ² Jahr je Gebäudekonditionierung		
Gebäudekonditionierung	Heizung [kWh/m ² a] ⁷	Warmwasser [kWh/m ² a]
Gebäude mit oberste Geschoßdecke ungedämmt	307,6	

Der modellierte Fernwärmeverbrauch für das gesamte Krankenhaus liegt bei 39.363 MWh pro Jahr. Der theoretisch berechnete Fernwärmeverbrauch des Krankenhauses unterschreitet den tatsächlichen Fernwärmeverbrauch um 20 %. Die Unterschreitung des tatsächlichen Fernwärmeverbrauchs kann dadurch erklärt werden, dass die tatsächliche Nutzung der Gebäude im Otto Wagner Spital nicht dem, in der Norm zugrunde liegendem Nutzungsprofil⁸ entspricht. Beispielsweise eine höhere tatsächliche Raumtemperatur als in der Norm veranschlagt, würde die errechnete Abweichung erklären. Ebenso würde aus einer höheren tatsächlichen Luftwechselrate und einem dadurch erhöhtem Lüftungswärmeverlust ein Mehrverbrauch an Fernwärme resultieren. Außerdem finden die Wärmeverluste der Fernwärmeleitungen von der Übergabestation zu den einzelnen Pavillons des Otto Wagner Spitals im verwendeten Modell keine Berücksichtigung, genauso wie der Fernwärme Verbrauch für die Dampferzeugung in der Küche im Modell nicht berücksichtigt werden konnte.

In der Abbildung 4-6 wird für die Dampferzeugung der Durchschnittswert der letzten drei Jahre herangezogen (siehe 4.1.4), dies entspricht einem Anteil von ca. 2 %. Mithilfe des Modells lassen sich 80 % des Verbrauches zuordnen, 68 % für die Heizung und 12 % für die Warmwasserproduktion.

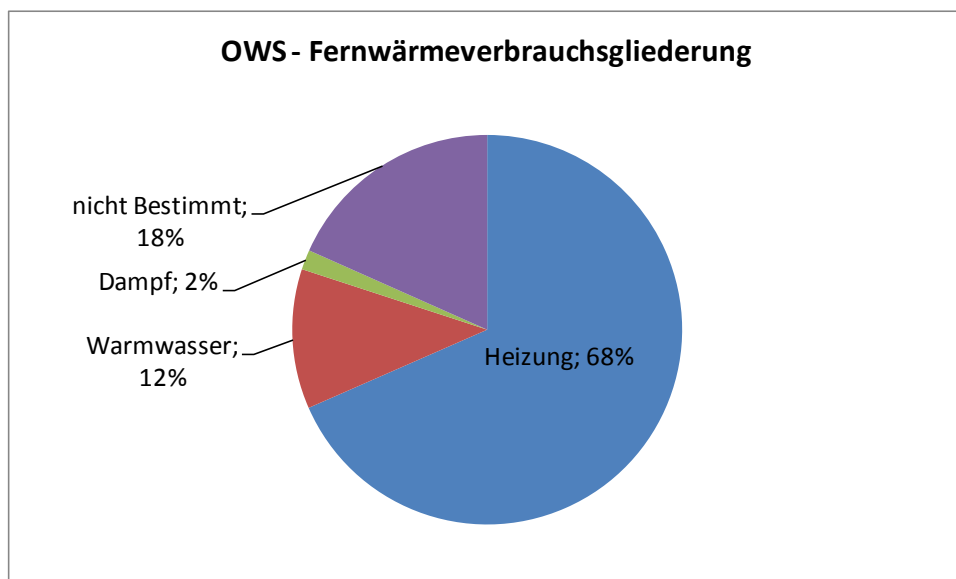


Abbildung 4-6: Fernwärmeverbrauchsgliederung des OWS nach Funktion

⁸ Siehe: Österreichisches Normungsinstitut: ÖNORM B 8110-5 Wärmeschutz im Hochbau, Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile, Wien, 2011

4.1.4 Analyse des Erdgas- und Fernwärmeverbrauchs für die Dampfproduktion

Der Erdgasverbrauch des OWS zeigt eine Verbrauchsspitze für das Jahr 2009. Als Ursache werden vom OWS ein Defekt in der Gasleitung und eine fehlerhafte Verrechnung vermutet. Gas wird im OWS hauptsächlich für den Notkessel im Bereich der Küche verwendet. Der Notkessel wird seit Mitte 2009 wöchentlich für einen Tag in Betrieb gesetzt. Wenn es zu Ausfällen in der Dampfversorgung kommt, übernimmt der Notkessel diese Aufgabe, deshalb ist der Gasverbrauch schwankend. Für den gesamten aufgewendeten Energieeinsatz der Dampfproduktion, werden der Fernwärmeverbrauch und der Gasverbrauch addiert. Der Hauptanteil wird durch die Fernwärme abgedeckt, die Gesamtenergiebilanz der Jahre 2008 bis 2010 zeigen, wie der Fernwärmeverbrauch, eine steigende Tendenz (siehe: Abbildung 4-7).

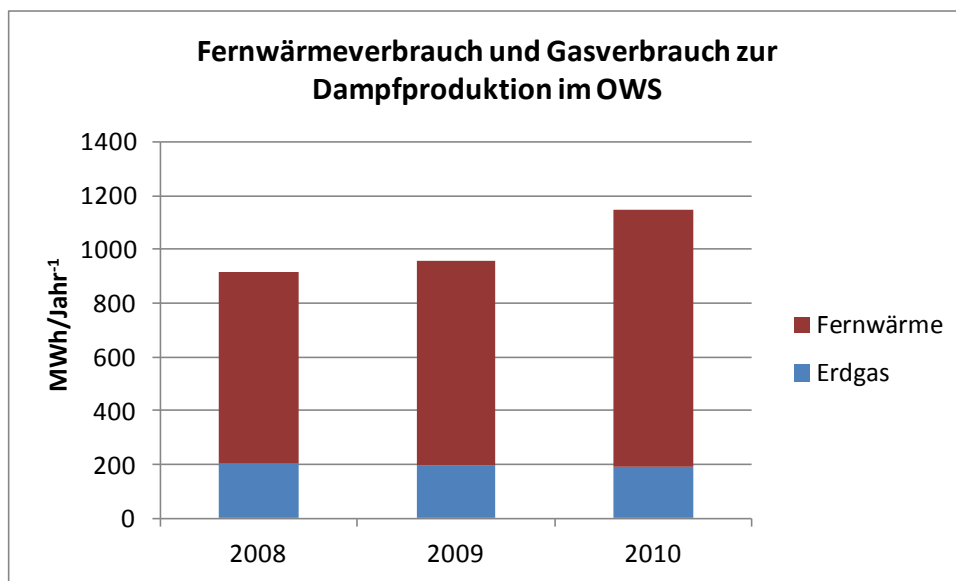


Abbildung 4-7: Fernwärmeverbrauch und Gasverbrauch für die Dampfproduktion im OWS

Die Kennzahl Energieeinsatz pro Pflgetag zeigt den Energieverbrauch in Zusammenhang mit der Auslastung des Krankenhauses an. In Tabelle 4-8 sind die Kennzahlen für die Jahre 2008 bis 2010 dargestellt. Der Verbrauchswert je Pflgetag liegt im Jahr 2010 mit 3,21 kWh/PT um 18 % über dem Verbrauchswert des Jahres 2008.

Tabelle 4-8: Kennzahl Energieverbrauch Dampfproduktion je Pflgetag im OWS

Energieverbrauch für die Dampfproduktion je Pflgetag			
Jahr [kWh]	2008	2009	2010
pro Pflgetag (PT)	2,63	2,81	3,21

4.1.5 Analyse des Betriebsmittel- und Treibstoffverbrauchs

Im OWS werden die Treibstoffe Benzin, Diesel und Heizöl eingesetzt. Der gesamte Treibstoffverbrauch ist in den vier Jahren unterschiedlich, zum Teil aufgrund des sehr

unterschiedlichen Heizölverbrauchs. Durchschnittlich beträgt der Gesamtreibstoffverbrauch 56.914 Liter pro Jahr. Heizöl wird für die Sicherstellung der Wärmeversorgung eingesetzt. In der Betrachtungsperiode schwankt der Verbrauch zwischen 2.000 und 14.000 Liter pro Jahr.

Tabelle 4-9: Gesamtreibstoffverbrauch des OWS im Betrachtungszeitraum 2007-2010

Gesamtreibstoffverbrauch im OWS von 2007-2010				
Jahresverbrauch [l]	2007	2008	2009	2010
Summe Treibstoffe und Heizöl EL	55.906	48.981	65.779	56.991
Benzin	1.240	1.820	1.080	1.380
Diesel	44.756	44.831	50.469	50.661
Heizöl EL	9.910	2.330	14.230	4.950

Diesel wird im OWS hauptsächlich für die Patiententransporte und Lieferungen zwischen den Pavillons durch Busse und LKW benötigt, jeweils ca. 30 % und 60 % des gesamten Verbrauches. Unter sonstige Transporte werden z.B. Transporte des Magazins, Labors, der Apotheke und Speisentransporte gegliedert. Benzin wird hauptsächlich für Gärtnerarbeiten benötigt. Der Benzinverbrauch ist in den vier Jahren unterschiedlich und beträgt durchschnittlich 1.380 Liter pro Jahr. Im Jahr 2010 wurden insgesamt 271.217 km zurückgelegt. Daraus ergibt sich ein Verbrauch von 18,7 l auf 100 km. Der Dieserverbrauch ist seit dem Jahr 2007 leicht angestiegen. Durchschnittlich beträgt dieser 47.679 Liter pro Jahr.

Tabelle 4-10: Treibstoffverbrauch des OWS nach Bereiche für den Betrachtungszeitraum 2007-2010

Treibstoffverbrauch im OWS von 2007-2010 nach Bereiche				
Jahresverbrauch [l]	2007	2008	2009	2010
Treibstoffverbrauch gesamt	43.679	44.580	50.747	50.934
Gärtnerei	1.605	2.336	1.898	2.531
Patiententransporte	13.622	12.935	12.758	13.637
Sonstige Transporte	25.680	26.780	31.262	31.529
Sonstiges Verbrauch	2.772	2.529	4.828	3.237

4.2 Krankenanstalt Rudolfstiftung (KAR)

4.2.1 Gesamtenergie- und Wasserverbrauch

Die Tabelle 4-11 stellt die Verbräuche für die einzelnen Energieträger sowie den Gesamtenergieverbrauch der Vergleichsjahre dar. Der Gesamtenergieverbrauch ist in den vier Jahren stetig gestiegen. Der Anstieg verteilt sich über alle eingesetzten Energieträger. Es fallen ca. 90 % des Gesamtverbrauches am Standort entfallen auf das Hauptgebäude.

Tabelle 4-11: Energie- und Wasserverbrauch des Hauptgebäudes der Krankenanstalt Rudolfstiftung im Betrachtungszeitraum 2007-2010 [in MWh, m³]

Gesamtenergieverbrauch des Hauptgebäudes der KAR von 2007-2010				
Jahresverbrauch [MWh, m³]	2007	2008	2009	2010
Fernwärme [MWh]	18.547	21.046	21.092	21.300
Strom [MWh]	13.555	13.618	14.096	14.286
Gas [MWh]	4.030	4.487	4.595	5.243
Treibstoff [MWh]	⁹ .	-	-	-
Diesel Notstromaggregat [MWh]	82	79	98	38
Diesel Notstromaggregat [l]	8.303	8.001	9.988	3.821
Gesamtenergieverbrauch [MWh]	36.214	39.230	39.881	40.867
Wasser [m³]	219.432	230.513	202.473	211.301

Für die Aufteilung des Energieverbrauchs auf Funktionsbereiche und Gerätekategorien werden die Mittelwerte der Jahresverbräuche der Jahre 2007, 2008, 2009 und 2010 als Bezugsgrößen verwendet. Die Referenzwerte für die KAR sind in Tabelle 4-12 angeführt.

Tabelle 4-12: Mittelwerte der Energieträger und Wasser der Jahre 2007 – 2010 des Hauptgebäudes der Krankenanstalt Rudolfstiftung

Mittelwerte der Verbrauchswerte der KAR für die Jahre 2007 bis 2010	
Energieträger [MWh, m³]	Mittelwerte
Fernwärme [MWh]	20.496
Fernwärme HGT bereinigt [MWh]	22.083
Strom [MWh]	13.889
Gas [MWh]	4.589
Diesel [MWh]	75
Gesamtenergieverbrauch[MWh]	39.048
Wasser [m³]	215.930

Die Verteilung in Abbildung 4-8 zwischen den Energieträgern im Haupthaus entspricht dem des Gesamtverbrauches. Der Gasverbrauch ist anteilmäßig etwas höher, da durch die Dampfproduktion im Haupthaus fast der gesamte Gasverbrauch im Hauptgebäude anfällt. Der Wasserverbrauch liegt im Vergleichszeitraum konstant bei rund 200.000 m³ pro Jahr (siehe: Abbildung 4-9).

⁹ Es gibt ein Fahrzeug für das gesamte Krankenhaus, es kann der Verbrauch nicht nur dem Haupthaus zugerechnet werden. (siehe Kapitel 4.2.5)

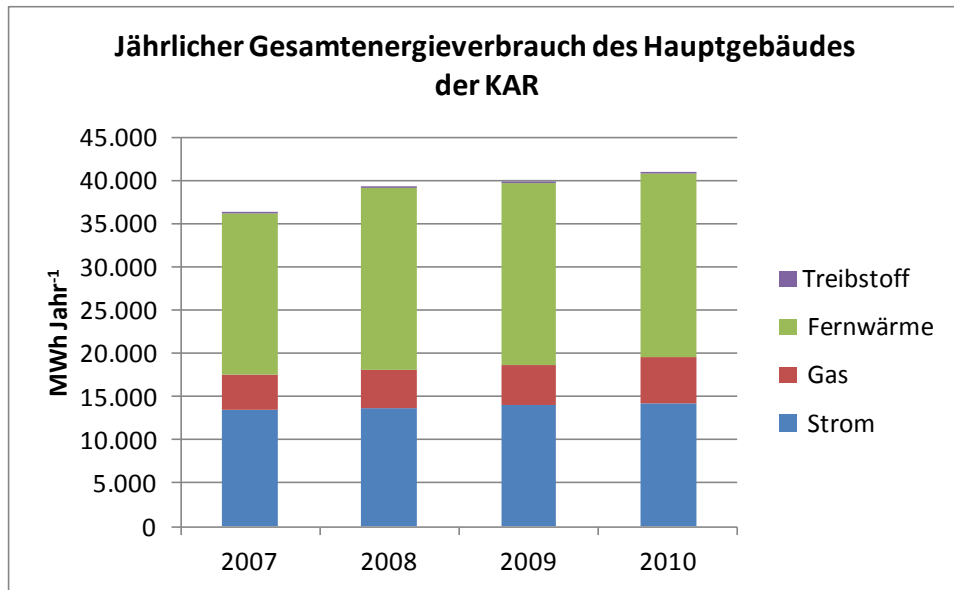


Abbildung 4-8: Jährlicher Gesamtverbrauch von Energie des Hauptgebäudes der Krankenanstalt Rudolfstiftung im Betrachtungszeitraum 2007-2010 [in MWh]

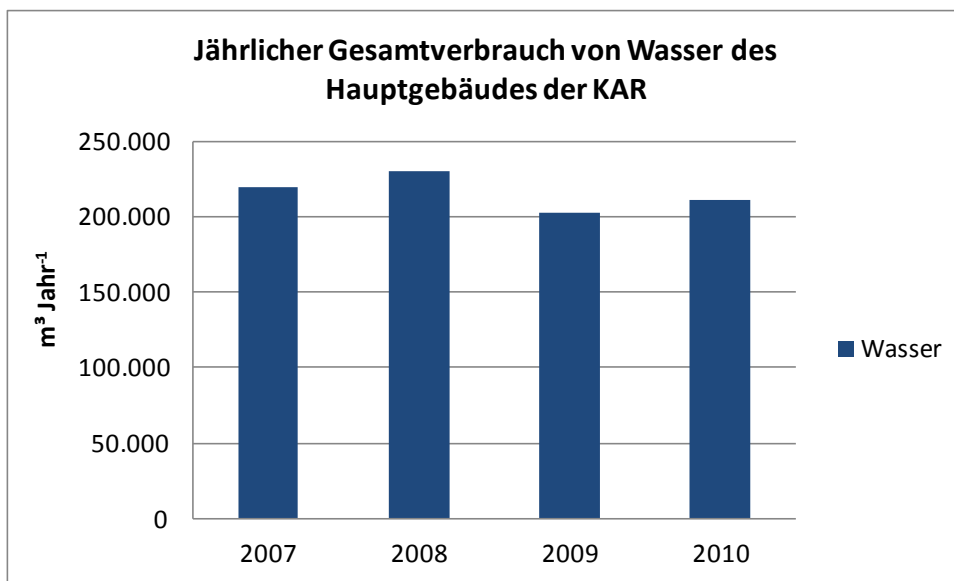


Abbildung 4-9: Jährlicher Gesamtverbrauch von Wasser der Krankenanstalt Rudolfstiftung im Betrachtungszeitraum 2007-2010 [in m³]

In Tabelle 4-13 sind die durchschnittlichen Werte und Kennzahlen der Betrachtungsjahre dargestellt. Der berechnete Warmwasserverbrauch beträgt 29.383 m³/Jahr. Dies entspricht ca 14 % des gesamten Wasserverbrauchs der KAR.

Tabelle 4-13: Jährlicher Wasserverbrauch der KAR - Durchschnittswerte

KAR - Durchschnittlicher Kalt- und Warmwasserverbrauch/Jahr						
Kaltwasser [m³]	Kaltwasser [l/m²]	Kaltwasser [l/Bett]	Warmwasser [m³]	Warmwasser [l/Bett]	Warmwasser [l/m²]	Warmwasser [%]
187.234	3.597	232.580	29.383	36.500	565	13,6

Die Kennzahlen Wasserverbrauch pro Pflage tag und pro Bett und Tag zeigen den Wasserverbrauch in Zusammenhang mit der Auslastung des Krankenhauses an. Insgesamt werden in der Rudolfstiftung 905 l Wasser pro Pflage tag und 737 l pro Bett und Tag eingesetzt.

Tabelle 4-14: Durchschnittlicher Wasserverbrauch pro Pflage tag-KAR

KAR - Wasserverbrauch pro Pflage tag					
Wasser [l/Pflage tag]	Kaltwasser [l/Pflage tag]	Warmwasser [l/Pflage tag]	Wasser [l/Bett, Tag]	Kaltwasser [l/Bett, Tag]	Warmwasser [l/Bett, Tag]
905	783	122	737	637	100

4.2.2 Analyse des Stromverbrauchs

In Tabelle 4-15 sind die spezifischen Stromverbräuche der Geräte, der Beleuchtung, und der HLK Komponenten der KAR je Funktionsbereich dargestellt.

Tabelle 4-15: Spezifische Stromverbräuche der Funktionsbereiche der KAR

Funktionsbereich	Spezifische Stromverbrauch [kWh/m² Jahr]		
	Geräte	Beleuchtung	HLK
Ambulanzen	58,4	19,3*	440,7
Diagnostik	142,5	18,0	109,0
Küche	83,9	13,6	109,0
OP	133,8	46,4	539,9
Services	41,1	6,5‡	109,0
Sonstige	55,9	6,5*	109,0
Stationen	50,7	17,9	109,0
Stationen Intensiv	151,1	20,5	440,7
Sterilisation	187,3	16,0	109,0
Therapie	70,9	20,9*	109,0
Verwaltung	29,4	15,4*	109,0

* Der spezifische Stromverbrauch ist vom OWS übernommen da keine der ausgewählten Referenzbereiche dieser Funktionsbereich umfasst.

‡ Für Beleuchtung im Services ist der spezifische Stromverbrauch des Funktionsbereichs Sonstige übernommen.

Die spezifischen Stromverbräuche der Geräte, Beleuchtung und HLK unterscheiden sich stark zwischen den Funktionsbereichen, dies ist auf die Funktionalität der Bereiche zurückzuführen. Der spezifische Stromverbrauch der Geräte im Funktionsbereich Sterilisation ist mit 187 kWh m²/a am höchsten, dies ist auf die Reinigungsgeräte zurückzuführen. Der spezifische Stromverbrauch der Sterilisation ist niedriger im Vergleich zum OWS, in der KAR wird Dampf für die Energieversorgung der Reinigungsgeräte eingesetzt. Den zweithöchsten spezifischen Stromverbrauch im Bereich Geräte weist die

Intensivstation mit 151 kWh m²/a aufgrund der medizinischen Geräte auf. Es folgt der Bereich Diagnostik mit 143 kWh m²/a, in diesem Bereich sind die medizinischen Geräte ausschlaggebend.

Der spezifische Stromverbrauch der Beleuchtung ist im OP-Bereich mit 46,4 kWh m²/a der höchste, dies ist zurückzuführen auf die notwendige Beleuchtungsstärke während Operationen und Einschaltzeiten. Der spezifische Stromverbrauch in den Funktionsbereichen Diagnostik, Stationen, Intensiv Stationen liegt bei rund 20 kWh m²/a der spezifische Stromverbrauch in der Zentralküche und Sterilisation liegt bei rund 15 kWh m²/a.

4.2.2.1 Analyse des Stromverbrauchs nach Gerätekategorien

Die Stromverbrauchsgliederung der KAR ist in Abbildung 4-10 in Bezug zum durchschnittlichen Stromverbrauch nach Gerätekategorien dargestellt. 77% des Stromverbrauchs können Gerätekategorien zugeordnet werden. Die nicht zuordenbaren 23% umfassen die nicht berücksichtigten Geräte sowie die Umwandlungs- und Verteilungsverluste und methodische Unsicherheiten in Form von Abweichungen vom angenommenen Nutzerprofil.

Der HLK-Bereich verbraucht insgesamt 48 % (6,7 GWh/a) des gesamten Stromverbrauchs (siehe [Trnka et al., 2012]), davon entfallen 41 % auf Ventilatoren, 22 % auf Pumpen und 37 % auf Kältemaschinen (siehe [Mitterndorfer et al., 2012]). Auf die Beleuchtung entfallen 5 % (0,7 GWh/a) und auf die verschiedenen Geräte 29 % (3,3 GWh/a). Die Gerätekategorien HLK und Beleuchtung verbrauchen gemeinsam 53 % des Gesamtstroms dar.

Von den übrigen Gerätekategorien (neben HLK und Beleuchtung) tragen die Gebäudetechnischen Geräte, die Reinigungsgeräte, die Medizinischen Geräte, sowie die Büro- und Verwaltungsgeräte, insgesamt 19 % zum Stromverbrauch bei. Diese Gerätekategorien sind sehr heterogen seitens Technik und Einsatz.

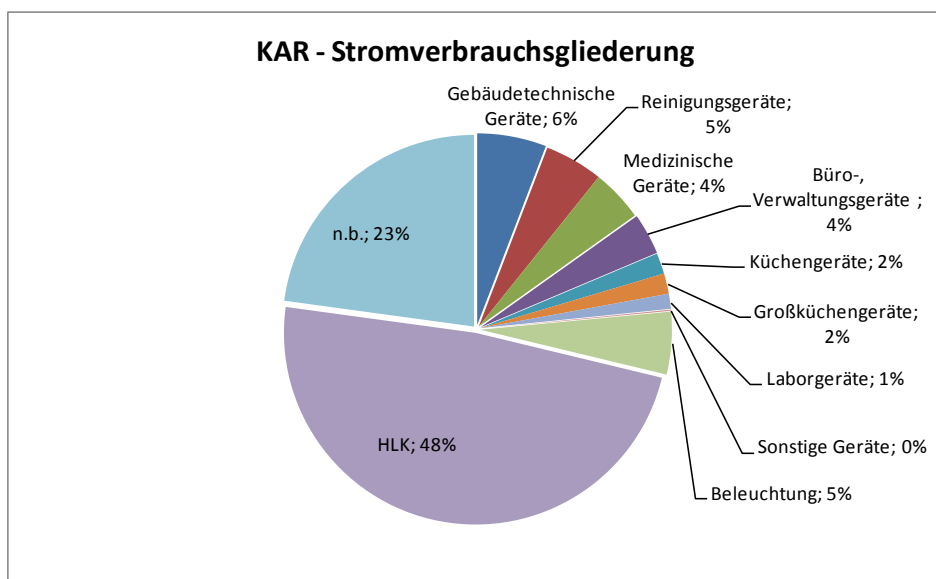


Abbildung 4-10: Stromverbrauchsgliederung der KAR nach Gerätekategorie

4.2.2.2 Analyse des Stromverbrauchs nach Funktionsbereich

In Abbildung 4-11 ist die Stromverbrauchsgliederung des KAR nach Funktionsbereich dargestellt. Der wichtigste Funktionsbereich sind die Stationen mit einem Anteil von 17 % am Gesamtstromverbrauch. Die Funktionsbereiche OP mit 15 %, Ambulanzen mit 10 %, sonstige Bereiche mit 9 %, Diagnostik mit 7 %, Services mit 6 %, und die Zentralküche mit 5 % sind weitere wichtige Funktionsbereiche. Insgesamt verbrauchen diese Funktionsbereiche 58 % des Gesamtstromverbrauchs.

Die Kategorien „Sonstige“ und „Services“ enthalten, hauptsächlich gebäudetechnische Anlagen, die keinem spezifischen Funktionsbereich zugeordnet werden können. In diese Kategorie fallen Aufzüge, die Drucksteigerungsanlage der Wasserversorgung und die Druckluft- und Vakuumanlage.

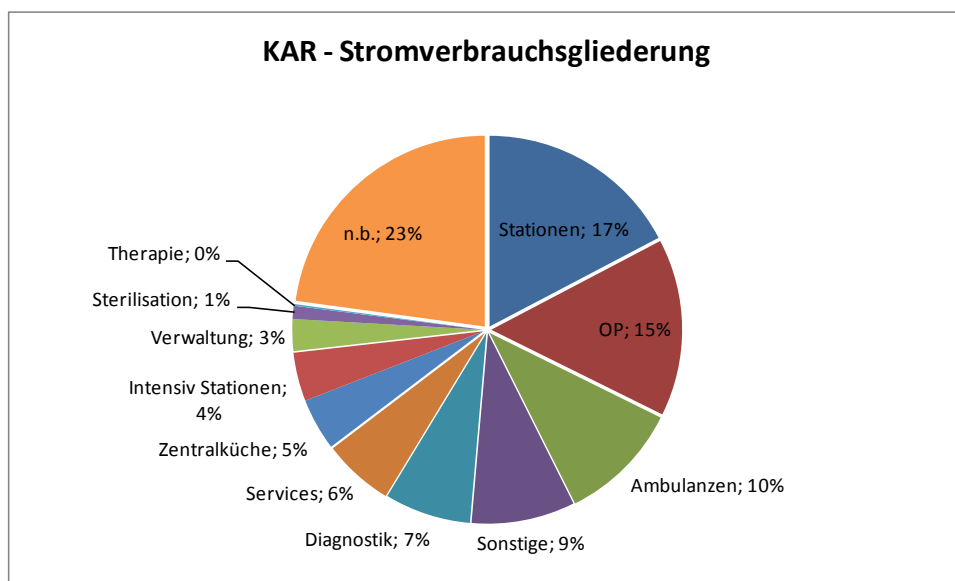


Abbildung 4-11: Stromverbrauchsgliederung der KAR nach Funktionsbereich

Die Abbildung 4-12 macht deutlich, dass das HLK-System in allen Funktionsbereichen der wichtigste Stromverbraucher ist. Insbesondere trifft das auf den OP-Bereich, Ambulanzen und Intensiv-Stationen zu. Die Kategorie Reinigungsgeräte umfasst wichtige Stromverbraucher auf den Stationen und im OP-Bereich, und ist für die Sterilisation ausschlaggebend. Die Kategorie medizinische Geräte ist für die Diagnostik und Intensiv-Stationen nach der HLK die wichtigste Gerätekategorie. Die Gerätekategorie der Büro- und Verwaltungsgeräte ist für den Therapiebereich als auch für die Verwaltung wichtig.

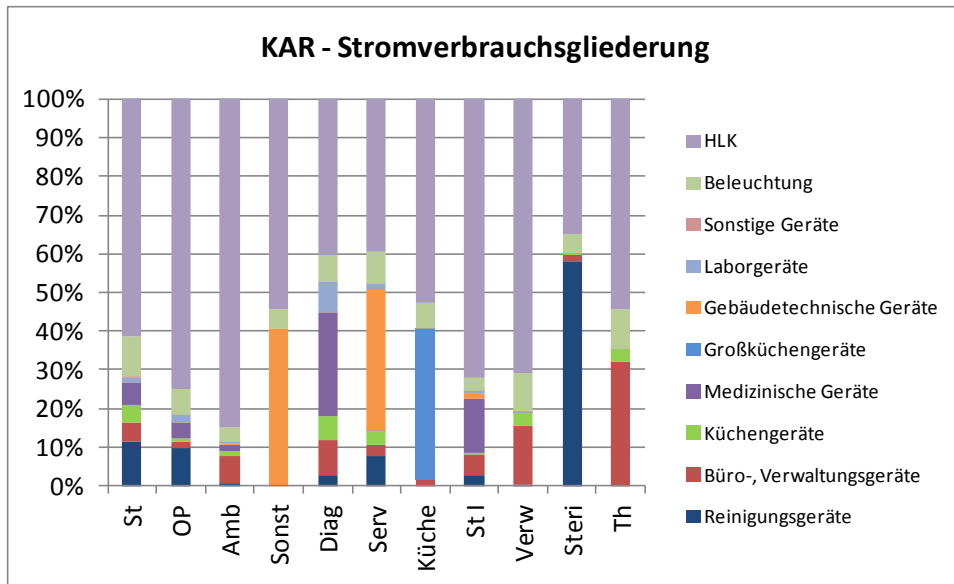


Abbildung 4-12 Stromverbrauchsgliederung der KAR nach Funktionsbereich und Gerätekategorie

4.2.3 Analyse des Fernwärmeverbrauchs (incl. des Stromverbrauchs der HLK-Komponenten)

In der Tabelle 4-16 sind die Kennzahlen des Stromverbrauches der HLK-Komponenten der KAR dargestellt (siehe [Mitterndorfer et al., 2012]). Der höchste Strombedarf pro m²a konnte eindeutig dem OP Bereich zugeordnet werden, an den auch die höchsten gesetzlichen Anforderungen an eine qualitativ hochwertige Luftkonditionierung gestellt werden.¹⁰

Tabelle 4-16: Kennzahlen Stromverbrauch in kWh/m²a pro Nutzungskategorie und Verbraucherguppe in der KAR

Kennzahlen in kWh/m ² Jahr je Nutzungskategorie und Verbraucherguppen			
Nutzungskategorie	Ventilatoren	Kältemaschinen	Pumpen
Stationen / Sonstige	43,6	42,0	23,4
Ambulanzen / Stationen Intensiv	176,2	169,8	94,7
OP	215,9	208,0	116,0
Diagnostik	43,6	42,0	23,4

Die spezifischen Energiekennzahlen für den Wärmeverbrauch sind in der Tabelle 4-17 angeführt. Es wird hierbei zwischen Wärmeverbrauch zur Warmwasserbereitung, Wärmeverbrauch für die Befeuchtung und dem Wärmeverbrauch zur Beheizung der Gebäude unterschieden. Der Wärmeverbrauch für die Befeuchtung resultiert aus den in der Rudolfstiftung verbauten Wabenbefeuchtern. Durch die Befeuchtung mittels Wabenbefeuchter kommt es zu einer Abkühlung der Luft, welche in weiterer Folge wieder erwärmt werden muss.

¹⁰ Vgl.: Österreichisches Normungsinstitut: ÖNORM H 6020 Lüftungstechnische Anlagen für medizinisch genutzte Räume – Projektierung, Errichtung, Betrieb, Instandhaltung, technische und hygienische Kontrollen, Wien, 2007

Tabelle 4-17: Kennzahlen FW-Verbrauch in kWh/m² Jahr für Heizung und Warmwasser für die KAR

Kennzahlen FW-Verbrauch in kWh/m ² Jahr für die KAR			
Referenzgebäude	Heizung [kWh/m ² a] ¹¹	Warmwasser [kWh/m ² a]	Befeuchtung [kWh/m ² a]
Hochbau Rudolfstiftung	170,1	60,6	143,1

Der modellierte Fernwärmeverbrauch für den Hochbau und den Westverbau der Krankenanstalt Rudolfstiftung liegt bei 14.404 MWh/a. Der theoretisch berechnete Fernwärmeverbrauch des Krankenhauses unterschreitet den tatsächlichen Fernwärmeverbrauch um 35 %. Die Unterschreitung des tatsächlichen Fernwärmeverbrauchs kann dadurch erklärt werden, dass die tatsächliche Nutzung der KAR nicht dem, in der Norm zugrunde liegendem Nutzungsprofil¹² entspricht. Beispielsweise eine höhere tatsächliche Raumtemperatur als in der Norm veranschlagt, würde die errechnete Abweichung erklären. Ebenso würde aus einer höheren tatsächlichen Luftwechselrate und einem dadurch erhöhtem Lüftungswärmeverlust ein Mehrverbrauch an Fernwärme resultieren. Außerdem finden die Wärmeverluste der Fernwärmeleitungen von der Übergabestation zu den einzelnen Gebäudeteilen im verwendeten Modell keine Berücksichtigung. Mithilfe des Modells lassen sich 65 % des Verbrauches zuordnen, 31 % für die Heizung, 23 % für den Wärmebedarf des Wabenbefeuchters und 10 % für die Warmwasserproduktion (siehe Tabelle 4-13).

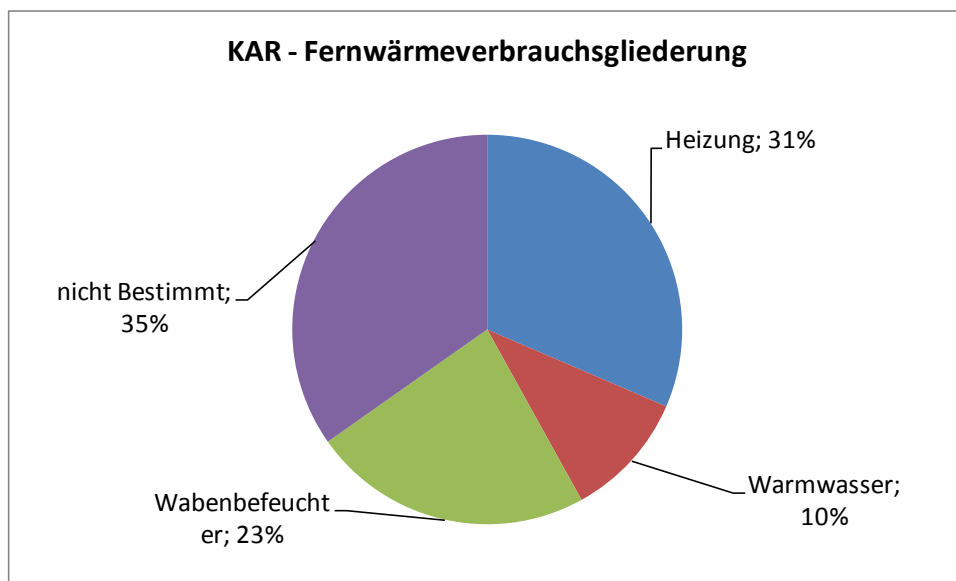


Abbildung 4-13: Fernwärmeverbrauchsgliederung der KAR nach Funktion

¹¹ bezieht sich auf die konditionierte Nettogeschoßfläche

¹² Siehe: Österreichisches Normungsinstitut: ÖNORM B 8110-5 Wärmeschutz im Hochbau, Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile, Wien, 2011

4.2.4 Analyse des Erdgasverbrauchs für die Heißwasserproduktion

Gas wird für die Heißwasserproduktion eingesetzt. Die zentrale Sterilisationsanlage, die Bettensterilisation und die Küche werden mit Heißwasser versorgt, diese produzieren daraus dezentral Dampf mittels Dampfumformer. Die Aufzeichnungen über den betrachteten Zeitraum von 2007 bis 2010 zeigen einen kontinuierlichen Anstieg des Gasverbrauches. In diesen Jahren ist der Gasverbrauch jeweils um rund 500 MWh im Vergleich zum Vorjahr angestiegen. Der Gasverbrauch des Jahres 2010 liegt um 25 % über dem des Jahres 2007. In der Küche werden Gargeräte und die Bandspüle mit Dampf betrieben. Durchschnittlich werden 4.500 MWh pro Jahr eingesetzt.

Die Kennzahl Energieeinsatz pro Pflgetag zeigt den Energieverbrauch in Zusammenhang mit der Auslastung des Krankenhauses an. In Tabelle 4-18 sind die Kennzahlen für die Jahre 2007 bis 2010 dargestellt. Der Verbrauchswert je Pflgetag liegt im Jahr 2010 mit 20,28 kWh/PT um 26 % über dem Verbrauchswert des Jahres 2007.

Tabelle 4-18: Kennzahl Energieverbrauch Dampfproduktion je Pflgetag - KAR

KAR - Energieverbrauch für die Dampfproduktion je Pflgetag				
Jahr [kWh]	2007	2008	2009	2010
pro Pflgetag (PT)	14,99	17,11	17,51	20,28

4.2.5 Analyse des Betriebsmittel- und Treibstoffverbrauchs

Der Gesamtjahresverbrauch setzt sich aus dem Treibstoffverbrauch der Notstromaggregate und aus dem des Fahrzeuges zusammen. In der Krankenanstalt Rudolfstiftung werden die Notstromaggregate mit Diesel betrieben. Es entfallen 80 % des Jahresverbrauches auf die beiden Notstromaggregate.

Die weiteren 20 % des Dieserverbrauches gehen auf den Betrieb eines Fahrzeuges zurück. In der Rudolfstiftung wird ein Kraftfahrzeug eingesetzt, sein Dieserverbrauch schwankt zwischen 1.450 l und 2.100 l pro Jahr. Benzin wird hauptsächlich für Gärtner- und sonstige Arbeiten eingesetzt, durchschnittlich werden 234 l Benzin pro Jahr verbraucht.

Tabelle 4-19: Gesamttreibstoffverbrauch der KAR (2007-2010)

KAR - Gesamttreibstoffverbrauch 2007-2010				
Jahresverbrauch [l]	2007	2008	2009	2010
Summe Treibstoffe	1.601	1.766	2.385	1.714
Benzin	136	260	281	260
Diesel Fahrzeug	1.465	1.506	2.104	1.454

4.3 Krankenhaus Hietzing – Standort Wolkersbergenstraße

4.3.1 Gesamtenergie- und Wasserverbrauch

Die Tabelle 4-20 zeigt die Gesamtverbrauchsdaten für Energie und Wasser aus dem Betrachtungszeitraum 2007-2010. Für Treibstoffe sind die Verbrauchsmengen zusätzlich in kWh umgerechnet. Bei der Betrachtung des Gesamtenergieverbrauches fällt eine steigende Tendenz auf.

Tabelle 4-20: Energie- und Wasserverbrauch des KHR – Standort Wolkersbergenstraße im Betrachtungszeitraum 2007-2010 [in MWh, m³]

Gesamtenergieverbrauch des KHR – Standort Wolkersbergenstraße von 2007-2010				
Jahresverbrauch [MWh, m³]	2007	2008	2009	2010
Fernwärme [MWh]	18.986	18.952	18.678	21.005
Strom [MWh]	8.673	8.571	8.826	9.078
Gas [MWh]	4.752	4.870	5.564	5.325
Diesel [MWh]	247	271	292	293
Diesel [l]	24.919	27.364	29.507	29.548
Gesamtenergieverbrauch[MWh]	32.658	32.663	33.360	35.701
Wasser [m³]	108.020	114.382	121.150	120.284

Für die Aufteilung des Energieverbrauchs auf Funktionsbereiche und Gerätekategorien werden die Mittelwerte der Jahresverbräuche der Jahre 2007, 2008, 2009 und 2010 als Bezugsgrößen verwendet. Diese Referenzwerte sind in Tabelle 4-21 angegeben.

Tabelle 4-21: Mittelwerte der Energieträger und Wasser der Jahre 2007 – 2010 im KHR - Standort Wolkersbergenstraße

Mittelwerte der Verbrauchswerte des KHR für die Jahre 2007 bis 2010	
Energieträger [MWh, m³]	Mittelwerte
Fernwärme [MWh]	19.405
Fernwärme HGT bereinigt [MWh]	20.883
Strom [MWh]	8.787
Gas [MWh]	5.127
Diesel [MWh]	276
Gesamtenergieverbrauch[MWh]	33.595
Wasser [m³]	115.959

Abbildung 4-14 zeigt die Jahresverbräuche aller Energieträger des Krankenhauses Hietzing. Im Durchschnitt wurden rund 34 GWh an Energie eingesetzt. Die Hälfte des gesamten Energieverbrauches entfällt auf Fernwärme. Der Energieverbrauch ist im Jahr 2010 angestiegen. Dieser gestiegene Verbrauch lässt sich durch einen kälteren Winter 2009/2010 erklären.

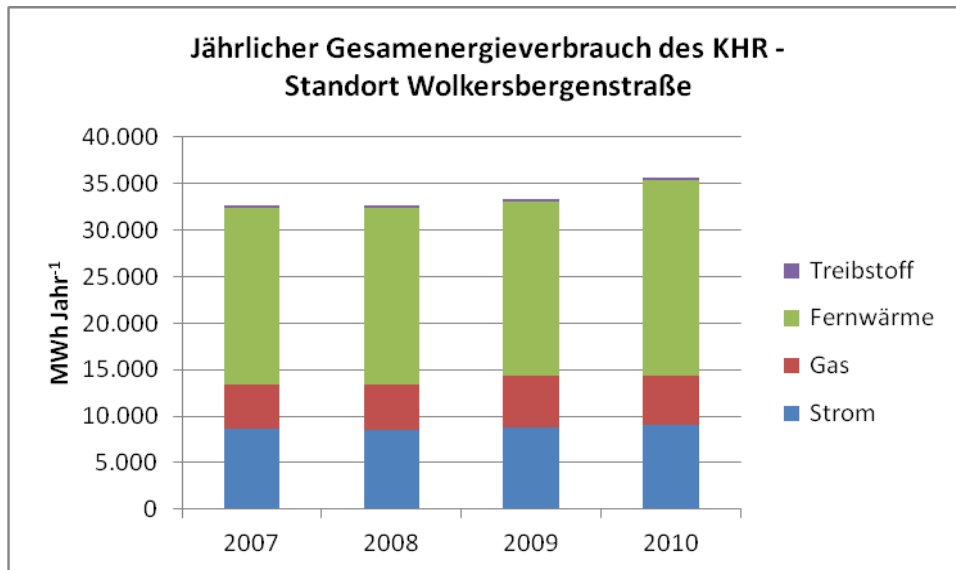


Abbildung 4-14: *Jährlicher Gesamtverbrauch an Energie des Krankenhauses Hietzing - Standort Wolkersbergenstraße im Betrachtungszeitraum 2007-2010 [in MWh]*

Der Wasserverbrauch der letzten Jahre schwankt zwischen 108.000 m³ und 121.000 m³ pro Jahr mit einem Durchschnittswert von 115.000 m³ (siehe Abbildung 4-15). Es zeigen sich ein niedriger Ausgangswert im Jahr 2007 und ein Anstieg um ein Fünftel im Jahr 2008. Das Jahr 2009 zeigt den höchsten Verbrauch des Betrachtungszeitraumes.

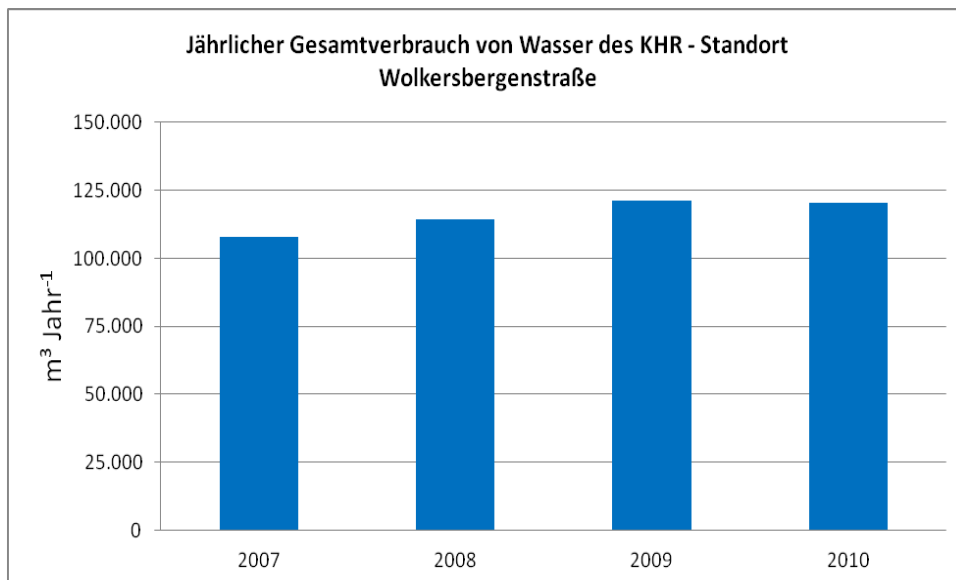


Abbildung 4-15: *Jährlicher Gesamtverbrauch von Wasser des Krankenhauses Hietzing – Standort Wolkersbergenstraße im Betrachtungszeitraum 2007-2010 [in m³]*

Der Wasserverbrauch der letzten Jahre schwankt zwischen 101.000 m³ und 117.000 m³ pro Jahr mit einem Durchschnittswert von 112.000 m³. Es zeigen sich ein niedriger Ausgangswert 2007 und ein Anstieg um ein Fünftel im Jahr 2008. Das Jahr 2009 zeigt den höchsten Verbrauch des Betrachtungszeitraumes.

In Tabelle 4-22 sind die durchschnittlichen Werte und Kennzahlen der Betrachtungsjahre dargestellt. Der berechnete Warmwasserverbrauch beträgt 37.106 m³/a. Dies entspricht 34 % des gesamten Wasserverbrauches des KHR.

Tabelle 4-22: Jährlicher Wasserverbrauch der KHR - Durchschnittswerte

KHR - Durchschnittlicher Kalt- und Warmwasserverbrauch/Jahr						
Kaltwasser [m ³]	Kaltwasser [l/m ²]	Kaltwasser [l/Bett]	Warmwasser [m ³]	Warmwasser [l/Bett]	Warmwasser [l/m ²]	Warmwasser [%]
77.894	901	74.611	38.106	36.500	441	32,9

Die Kennzahlen Wasserverbrauch pro Pflage tag und pro Bett und Tag zeigen den Wasserverbrauch in Zusammenhang mit der Auslastung des Krankenhauses an. Insgesamt werden im KHR 392 l Wasser pro Pflage tag und 294 l pro Bett und Tag eingesetzt.

Tabelle 4-23: Durchschnittlicher Wasserverbrauch pro Pflage tag-KHR

KHR - Wasserverbrauch pro Pflage tag					
Wasser [l/Pflage tag]	Kaltwasser [l/Pflage tag]	Warmwasser [l/Pflage tag]	Wasser [l/Bett, Tag]	Kaltwasser [l/Bett, Tag]	Warmwasser [l/Bett, Tag]
392	273	135	294	196	100

4.3.2 Analyse des Stromverbrauchs

In Tabelle 4-24 sind die spezifischen Stromverbräuche der Geräte, der Beleuchtung, und des HLK Komponenten des KHR je Funktionsbereich dargestellt.

Tabelle 4-24: Spezifische Stromverbräuche der Funktionsbereiche des KHR

Funktionsbereiche	Spezifische Stromverbrauch [kWh/m ² Jahr]		
	Geräte	Beleuchtung*	HLK
Ambulanzen	38,2	19,3	21,6
Diagnostik	58,9	36,4	21,6
Küche	123,5	12,4	22,3
OP	133,6	37,4	291,7
Services	18,9	0,0	22,3
Sonstige	50,0	6,5	22,3
Stationen	36,7	22,9	22,3
Stationen Intensiv	211,3	4,4	21,6
Therapie	26,7	20,9	22,3
Verwaltung	23,6	15,4	22,3

* Die Stromverbrauchskennzahlen wurden vom OWS übernommen

Der spezifische Stromverbrauch der Geräte der Intensiv-Stationen ist mit 211 kWh m²/a am höchsten, dies ist auf die medizinischen Geräte zurückzuführen. Der OP-Bereich weist mit 134 kWh m²/a den zweithöchsten Verbrauch auf. Die Reinigungsgeräte tragen den größten Teil dazu bei. Die Zentralküche verbraucht im Gerätebereich mit 126 kWh m²/a, aufgrund der Großküchengeräte den drittmeisten Verbrauch auf.

4.3.2.1 Analyse des Stromverbrauchs nach Gerätekategorien

Die Stromverbrauchsgliederung des KHR ist in Abbildung 4-16 im Bezug zu dem durchschnittlichen Stromverbrauch je Gerätekategorie dargestellt. 90% des Stromverbrauchs können einer Gerätekategorie zugeordnet werden. Die nicht zuordenbaren 10% umfassen die nicht berücksichtigten Geräte sowie die Umwandlungs- und Verteilungsverluste und methodische Unsicherheiten in Form von Abweichungen vom angenommenen Nutzerprofil.

Der HLK-Bereich verbraucht insgesamt 31 % (2,7 GWh/a) des gesamten Stromverbrauchs (siehe [Trnka et al., 2012]), davon entfallen 62 % auf Ventilatoren, 13 % auf Pumpen, 15 % auf Dampfbefeuchter und 10 % auf Kältemaschinen (siehe [Mitterndorfer et al., 2012]). Auf die Beleuchtung entfallen 17 % (1,4 GWh/a). Auf die verschiedenen Gerätegruppen entfallen insgesamt 48 %.

Von den übrigen Gerätekategorien (neben HLK und Beleuchtung) tragen die Reinigungsgeräte, die Büro- und Verwaltungsgeräte, die medizinischen Geräte, und die Küchengeräte insgesamt 35 % zum Stromverbrauch bei.

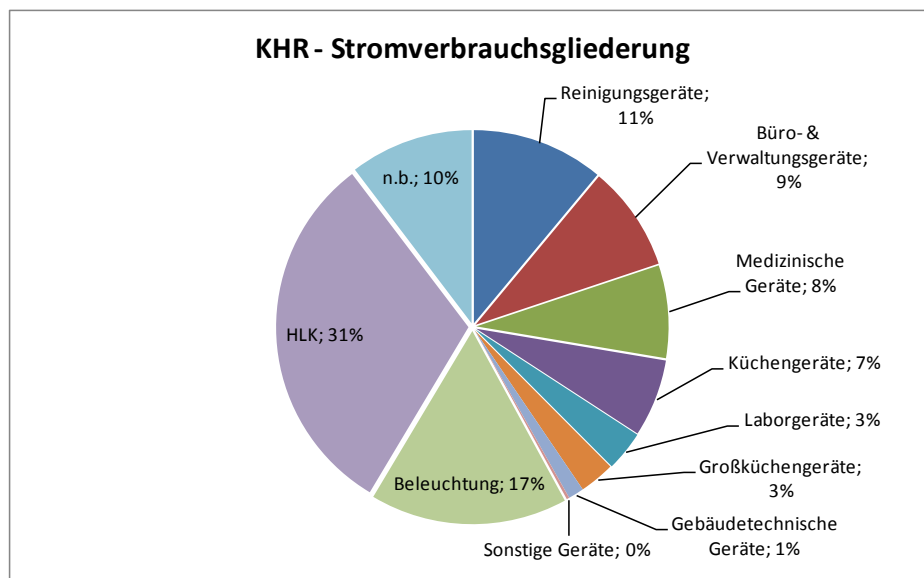


Abbildung 4-16: Stromverbrauchsgliederung des gesamten KHR

4.3.2.2 Analyse des Stromverbrauchs nach Funktionsbereich

In Abbildung 4-17 ist die Stromverbrauchsgliederung des KHR nach Funktionsbereichen dargestellt. Der wichtigste Funktionsbereich hinsichtlich des Stromverbrauchs sind die Stationen mit einem Anteil von 20 % am Gesamtstromverbrauch. Die Funktionsbereiche OP mit 18 %, die Verwaltung mit 18 %, und die Diagnostik mit 13 % sind weitere wichtige Funktionsbereiche. Insgesamt verbrauchen diese Funktionsbereiche 69 % des Gesamtstromverbrauchs.

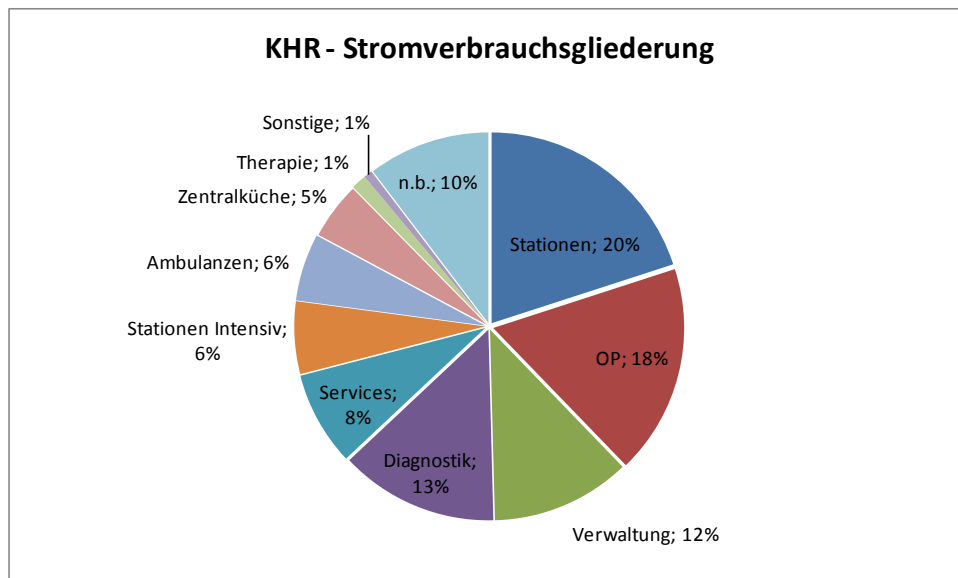


Abbildung 4-17: Stromverbrauchsgliederung des KHR nach Funktionsbereich

Die Abbildung 4-12 macht deutlich, dass das HLK-System in fast allen Funktionsbereichen einen der wichtigen Stromverbraucher darstellt. Insbesondere trifft dies auf den OP-Bereich und den Services-Bereich zu. Die Beleuchtung ist in den Stationen Therapie, Diagnostik, Ambulanzen und Verwaltung wichtig. Von den Geräten zählen die Büro- und Verwaltungsgeräte, die Reinigungsgeräte, sowie die Küchengeräte zu den wichtigen Stromverbrauchern in den Funktionsbereichen. Der größte Anteil in der Zentralküche geht auf die Großküchengeräte zurück auch die Beleuchtung und die Kategorie der gebäudetechnischen Geräte (z.B. Kühlaggregate für die Kühl- und Tiefkühlzelle) umfassen wesentliche Stromverbraucher. Die Kategorie der Medizinischen Geräte ist in der Diagnostik und auf den Intensiv-Stationen eine wichtige Verbrauchskategorie.

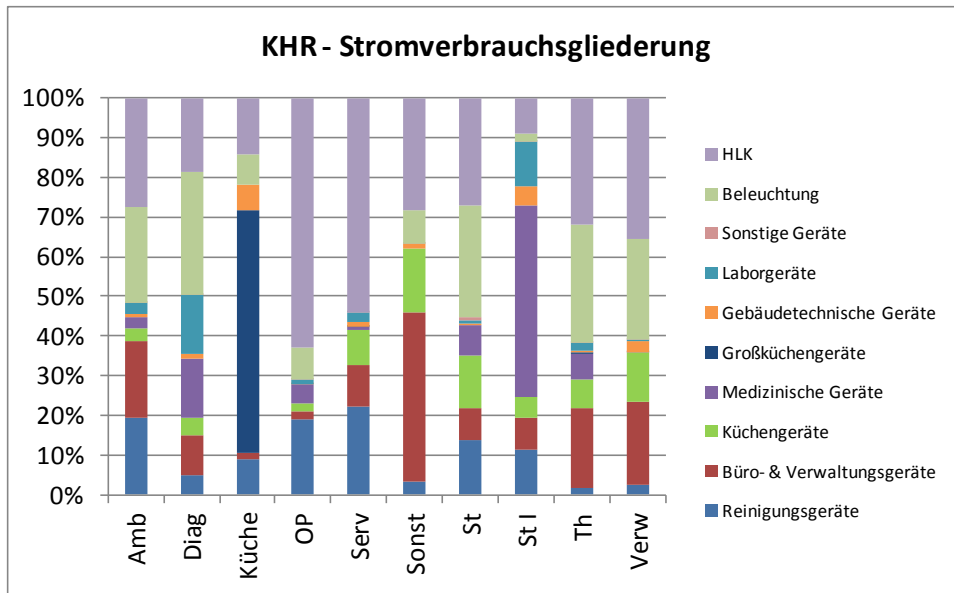


Abbildung 4-18: Stromverbrauchsgliederung des KHR nach Funktionsbereich und Gerätekategorie

4.3.3 Analyse des Fernwärmeverbrauchs (incl. des Stromverbrauches der HLK-Komponenten)

In der Tabelle 4-25 sind die Kennzahlen des Stromverbrauches der HLK-Komponenten des KHR dargestellt (siehe [Mitterndorfer et al., 2012]). Der höchste Strombedarf pro m²a konnte eindeutig dem OP Bereich zugeordnet werden, an den auch die höchsten gesetzlichen Anforderungen an eine qualitativ hochwertige Luftkonditionierung gestellt werden.¹³

Tabelle 4-25: Kennzahlen Stromverbrauch in kWh/m²a pro Nutzungskategorie und Verbraucherguppe in des KHR

Kennzahlen in kWh/m ² Jahr je Nutzungskategorie und Verbrauchergruppen				
Nutzungskategorie	Ventilatoren	Dampfbefeuchter	Kältemaschinen	Pumpen
Stationen / Sonstige	18,6	- ¹⁴	-	3,7
Ambulanzen / Stationen Intensiv	18,0	-	-	3,6
OP	92,9	109,6	70,8	18,4
Diagnostik	18,0	-	-	3,6

Die spezifischen Energiekennzahlen für den Wärmeverbrauch sind in der Tabelle 4-26 angeführt. Es wird hierbei zwischen Wärmeverbrauch zur Warmwasserbereitung und dem Wärmeverbrauch zur Beheizung der Gebäude unterschieden.

¹³ Vgl.: Österreichisches Normungsinstitut: ÖNORM H 6020 Lüftungstechnische Anlagen für medizinisch genutzte Räume – Projektierung, Errichtung, Betrieb, Instandhaltung, technische und hygienische Kontrollen, Wien, 2007

¹⁴ In dem betrachteten Referenzgebäude wurde in diesem Bereich kein entsprechender Verbraucher identifiziert.

Tabelle 4-26: Kennzahlen FW-Verbrauch in kWh/m² Jahr für Heizung und Warmwasser für das KHR

Kennzahlen FW-Verbrauch in kWh/m ² Jahr für das KHR		
Referenzgebäude	Heizung [kWh/m ² a] ¹⁵	Warmwasser [kWh/m ² a]
Pavillon II	290,6	44,4

Der theoretisch berechnete Fernwärmeverbrauch des Krankenhauses überschreitet den tatsächlichen klimabereinigten Fernwärmeverbrauch um 54 % (siehe Abbildung 4-19). Im Gegensatz zu den anderen beiden Spitälern wird im Krankenhaus Hietzing ein Mehrverbrauch an Fernwärme berechnet. Dies könnte zur Ursache haben, dass der Fernwärmeverbrauch des Krankenhauses Hietzing nicht gemessen wird, sondern anhand eines hausinternen Aufteilungs- Schlüssels zwischen dem Geriatriezentrum und dem Krankenhaus Hietzing ermittelt wird. Weiters ist es durchaus möglich, dass der Anteil der leerstehenden Gebäudeteile tatsächlich größer ist, als im aktuellen Kostenstellenkatalog ausgewiesen wird, da geplant ist, das Krankenhaus bis 2020 neu zu errichten und daher derzeit eine kontinuierliche Schließung von nicht mehr benötigten Pavillons durchgeführt wird. Sowie, dass die tatsächliche Nutzung des KHR nicht dem, in der Norm zugrunde liegendem Nutzungsprofil¹⁶ entspricht.

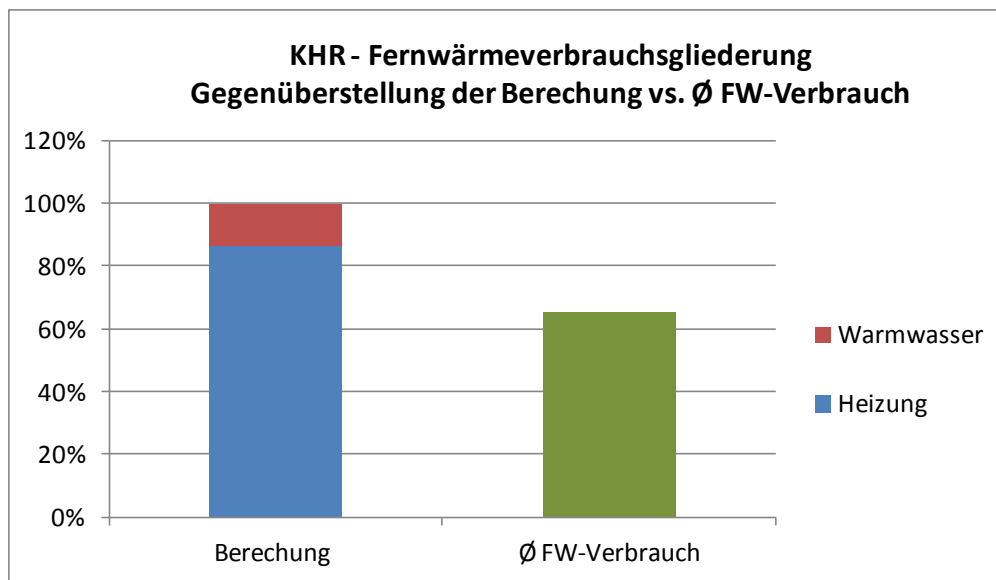


Abbildung 4-19 Fernwärmeverbrauchsgliederung des KHR nach Funktion mit einer Gegenüberstellung zum durchschnittlichen Verbrauch der Jahre 2007-2010 [in %]

4.3.4 Analyse des Erdgasverbrauchs für die Dampfproduktion

Der Jahresverbrauch an Gas ist verteilt auf das Kesselhaus als Hauptverbraucher für die Dampferzeugung und der Küche zum Kochen. Der Dampfkessel wird ständig beheizt, um die

¹⁵ bezieht sich auf die konditionierte Nettogeschoßfläche

¹⁶ Siehe: Österreichisches Normungsinstitut: ÖNORM B 8110-5 Wärmeschutz im Hochbau, Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile, Wien, 2011

Dampfversorgung sicherzustellen. Der Gasverbrauch steigt in den Vergleichsjahren kontinuierlich an. Die monatliche Aufteilung der vier Betrachtungsjahre zeigt eine gleichmäßige Verteilung mit einem erhöhten Verbrauch in den Wintermonaten. Es ist kein Dampfmenzähler eingebaut. Durchschnittlich werden 3.800 MWh Erdgas pro Jahr verbraucht.

Die Kennzahl Energieeinsatz pro Pflage tag zeigt den Energieverbrauch in Zusammenhang mit der Auslastung des Krankenhauses an. In Tabelle 4-27 sind die Kennzahlen für die Jahre 2007 bis 2010 dargestellt. Der Verbrauchswert je Pflage tag liegt im Jahr 2010 mit 10,98 kWh/PT um 20 % über dem Verbrauchswert des Jahres 2008.

Tabelle 4-27: Kennzahl Energieverbrauch Dampfproduktion je Pflage tag - KHR

KHR - Energieverbrauch für die Dampfproduktion je Pflage tag				
Jahr [kWh]	2007	2008	2009	2010
pro Pflage tag (PT)	8,75	9,76	10,87	10,98

4.3.5 Analyse des Betriebsmittel- und Treibstoffverbrauchs

Im Krankenhaus Hietzing wird Dieselkraftstoff verwendet. Es liegen die Daten für die Jahre 2006 bis 2010 vor. Der Dieserverbrauch ist seit dem Jahr 2006 stetig angestiegen. Der Verbrauch des Jahres 2010 liegt fast um 20% über dem des Vergleichsjahres 2006.

Durchschnittlich fahren die Transportwagen 116.885 km pro Jahr, mit einem Treibstoffverbrauch von 21,5 l pro 100 km. Der Treibstoffverbrauch schwankt zwischen 19,9 l und 23,1 l/100 km. Für Gärtner- und sonstige Arbeiten werden durchschnittlich 1.130 l Diesel im Jahr verbraucht (siehe Tabelle 4-28).

Tabelle 4-28: Treibstoffverbrauch von KHR (2006-2010)

KHR - Treibstoffverbrauch 2006-2010					
Jahresverbrauch [l]	2006	2007	2008	2009	2010
Diesel Gesamt	21.931	22.291	27.364	29.507	29.548
Diesel Fahrzeuge	20.538	21.483	25.996	28.556	- ¹⁷
Gärtnerei	1.393	808	1.350	951	-

¹⁷ Verbrauchsdaten für das Jahr 2010 nicht bekannt.

4.4 Erzsébet-Krankenhaus, Sopron

4.4.1 Gesamter Energie- und Wasserverbrauch

Der gesamte Energieverbrauch des Soproner Erzsébet-Krankenhauses ist auf die untersuchten Jahre (2007-2009) bezogen in *Tabelle 4-29* dargestellt. Aus den Angaben ist es ersichtlich, dass der Energiekonsum im diesem Spital Jahr für Jahr gewachsen ist. Was die Treibstoffe angeht, sind die auf den Verbrauch bezogenen Angaben zwar auch in Liter angeführt, für die Summierung waren aber auch diese Energieträger in MWh umzurechnen.

Tabelle 4-29: Energieverbrauch des Erzsébet-Krankenhauses

Jährlicher Energieverbrauch des Erzsébet-Krankenhauses 2007-2009 [MWh, m³]			
Jährlicher Energieverbrauch [MWh, m³]	2007	2008	2009
Fernwärme [MWh]	6 566	6 872	7 460
Strom [MWh]	4 095	4 186	4 065
Treibstoff [MWh]	305	321	334
Benzin [MWh]	56	57	55
Diesel [MWh]	249	264	279
Benzin [l]	6 878	6 957	6 653
Diesel [l]	25 113	26 711	28 223
Gesamter Energieverbrauch [MWh]	10 966	11 379	11 859
Wasser [m³]	87 701	89 946	89 946

In weiterer Folge wird der Trend außer acht gelassen und es wird mit den Durchschnittswerten der in den untersuchten Jahren verwendeten Energieträgern gearbeitet. Diese Werte sind in *Tabelle 4-30* ausgewiesen.

Tabelle 4-30: Durchschnittlicher jährlicher Energieverbrauch des Erzsébet-Krankenhauses

Durchschnittlicher jährlicher Energieverbrauch des Erzsébet-Krankenhauses in den Jahren 2007-2009	
Energieträger [MWh, m³]	Mittelwert
Fernwärme [MWh]	6 966
Strom [MWh]	4 115
Treibstoff [MWh]	320
Gesamtenergie [MWh]	11 401
Wasser [m³]	89 198

Die Struktur der gesamten verwendeten Energie ist in *Abbildung 4-20* dargestellt, aus der es eindeutig hervorgeht, dass die wichtigste Energiequelle in diesem Spital Wärmeenergie ist, die im Krankenhaus Sopron in Form von Fernwärme zur Verfügung steht. Die Fernwärme macht 60% der gesamten verbrauchten Energie aus. Ferner ist es ersichtlich, dass der für den direkten CO₂-Ausstoß verantwortliche Treibstoffverbrauch nur einen Bruchteil des Gesamtverbrauches ausmacht.

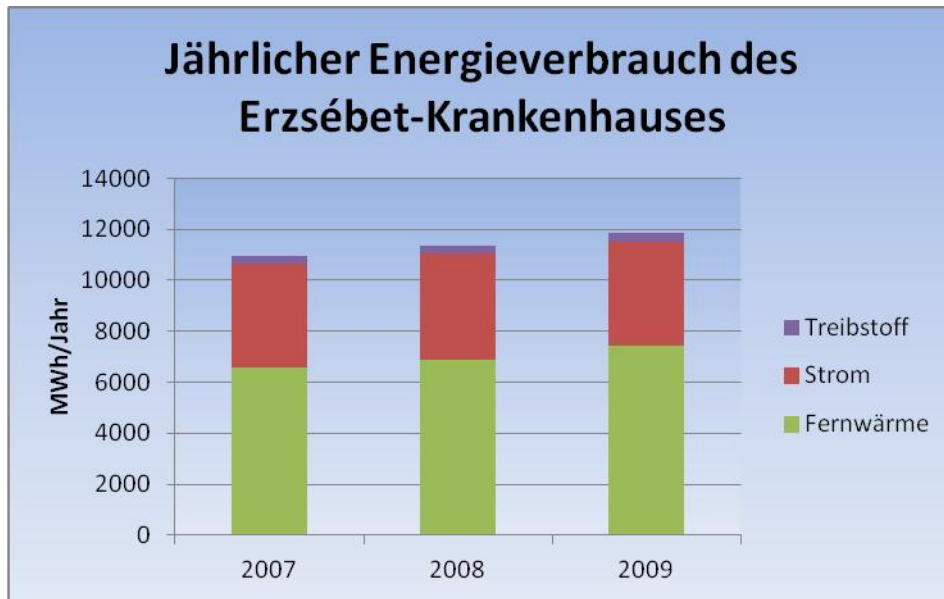


Abbildung 4-20: Jährlicher Energieverbrauch im Erzsébet-Krankenhaus

Der Wasserverbrauch des Erzsébet-Krankenhauses ist in *Abbildung 4-21* dargestellt. Im Jahr 2007 wurden im Spital 87.700 m³ Wasser verbraucht. In den Jahren 2008 und 2009 waren es nahezu 90.000 m³, wobei jedoch die Leistungskennzahlen, die Anzahl der versorgten Patienten und die Anzahl der Pflgetage permanent gewachsen sind, was sich auch im Verbrauch niederschlug. Im Jahr 2008 hat die Anzahl der Pflgetage im Vergleich zum Vorjahr um mehr als 10.000 zugenommen, wobei der Zuwachs von 2008 zu 2009 1200 Pflgetage ausmachte.

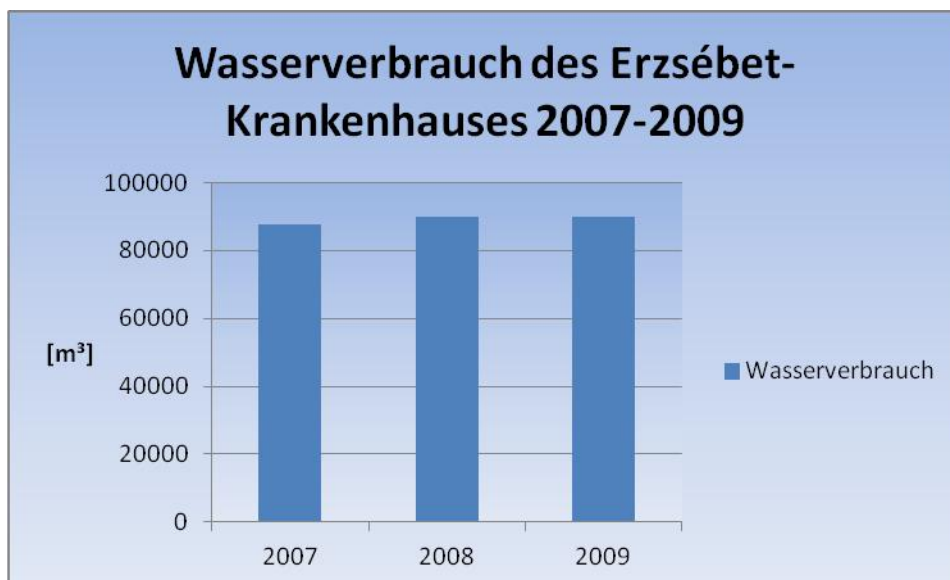


Abbildung 4-21: Wasserverbrauch im Erzsébet-Krankenhaus

Zwecks Vergleich des Wasserverbrauches werden auch spezifische Kennzahlen kalkuliert, im Sinne deren aus dem Gesamtverbrauch (aus dem Mittelwert) der Wasserverbrauch pro Tag, je Bett, je Pflgetag bzw. pro Tag und Bett abgeleitet wird. Diese Angaben des Erzsébet-Krankenhauses sind in Tabelle 4-31 enthalten.

Tabelle 4-31: Spezifischer Wasserverbrauch im Erzsébet-Krankenhaus

Spezifischer Wasserverbrauch im Erzsébet-Krankenhaus				
Durchschnittlicher jährlicher Wasserverbrauch [l]	Wasserverbrauch pro Tag [l]	Wasserverbrauch je Bett [l]	Wasserverbrauch je Pflage tag [l]	Täglicher Wasserverbrauch je Bett [l]
89 197 667	244 377	169 900	571	465

Beim täglichen Wasserverbrauch von 465 Litern je Bett wurden allem, im Krankenhaus laufenden Aktivitäten beachtet, d.h. auch Gießen, Putzen, WC-Spülung, usw.

4.4.2 Erhebung des Stromverbrauches

4.4.2.1 Erhebung des Stromverbrauches je nach Gerätekategorie

Es lag uns hinsichtlich der im Krankenhaus betriebenen Einrichtungen keine vollständige Liste zur Verfügung. Die Erhebung der Struktur der Stromverwendung erfolgte teilweise auf Basis der territorialen Daten, bzw. teilweise aufgrund der mit dem Fachleuten des Krankenhauses geführten Gespräche, je nach den, aufgrund des österreichischen Beispiels erstellten Gerätekategorien. Mangels einer entsprechenden Geräteliste konnten die medizintechnischen und sonstige Kleinverbraucher nicht weiter aufgesplittet werden.

Die Struktur des Stromverbrauches je nach Gerätekategorie ist in Abbildung 4-22 dargestellt. Ein Viertel des verwendeten Stromes wird für die Heizung, das Air-Conditioning und die Klimatechnik der Gebäude aufgewendet, was einen jährlichen Energiekonsum von 1030 MWh bedeutet. Darüber hinausgehend waren die Beleuchtung der Gebäude und die Betreibung der medizintechnischen Systeme von herausragendem Verbrauch gekennzeichnet. Auch nicht identifizierter Verbrauch ist von Bedeutung. Dabei spielen der Mangel einer vollständigen Geräteliste und die fehlenden Kenntnisse über die von den Patienten verwendeten Stromverbraucher eine Rolle. Letzteres bedeutet ein ständiges Problem hinsichtlich der Entdeckung von latenten Verbrauchern.

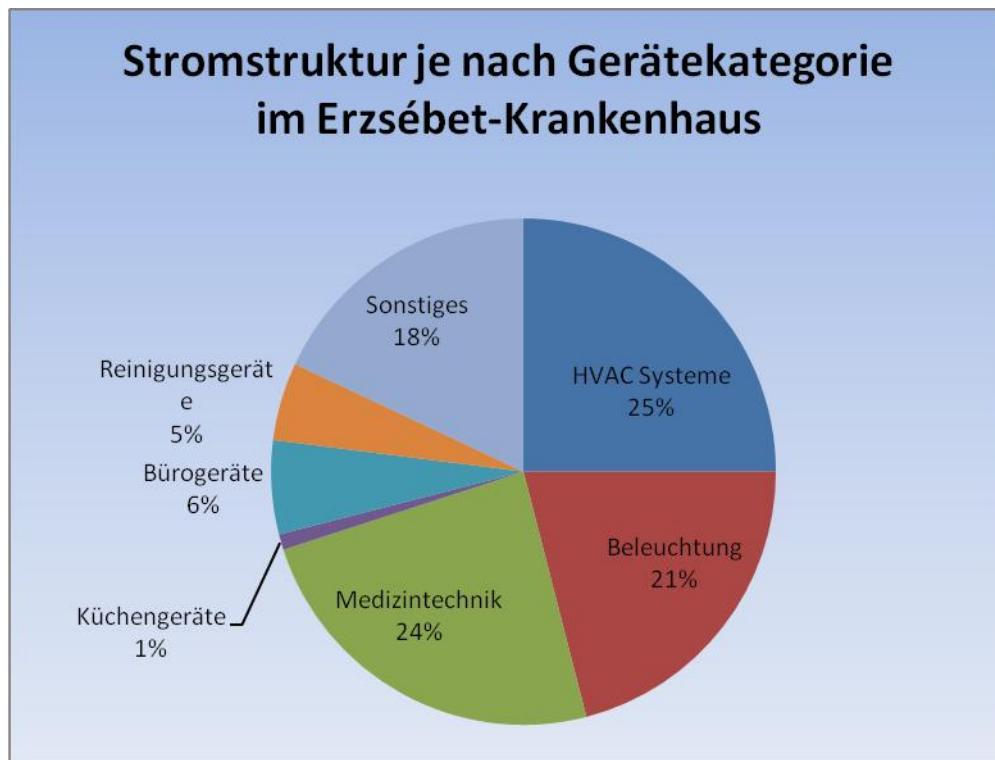


Abbildung 4-22: Stromstruktur je nach Gerätekategorie im Erzsébet-Krankenhaus

4.4.2.2 Stromverbrauch je nach Funktionsbereich

Die Stromverbrauchsstruktur je nach Funktionsbereich im Soproner Erzsébet-Krankenhaus ist in Abbildung 4-23 dargestellt. In dieser Struktur ist auch der Verbrauch der HVAC-Systeme (Heizung, Lüftung, Air Condition) enthalten. Der Verbrauch ist an die OP-Räume anknüpfend am höchsten. Neben den hier befindlichen medizintechnischen Einrichtungen ist auf die an Lufttechnik anknüpfenden Erwartungen ein besonderes Augenmerk zu richten. Die Vorgabe, laut der in den OP-Bereichen ein 10-maliger Lufttausch erfolgen muss, führt in den Lufttechniksystemen schon an sich zu einem bedeutenden Verbrauch. An den Orten, wo es zu operativen Eingriffen kommt, sind sterile Klimaanlage notwendig. In den stationären Abteilungen ist die Ausstattung mit technischen Gerätschaften nicht so hoch wie in den OP-Bereichen oder den diagnostischen Bereichen, was auch dazu führt, dass deren Energieverbrauch nicht primär hieraus resultiert. Aufgrund der territorialen Struktur der Gebäude nehmen jedoch die Bettenabteilungen 10% der Nettogeschossfläche des Krankenhauses in Anspruch. Daher wird der Anteil am Verbrauch durch die aus Wärmeversorgung und Beleuchtung resultierenden Strombedürfnisse determiniert.

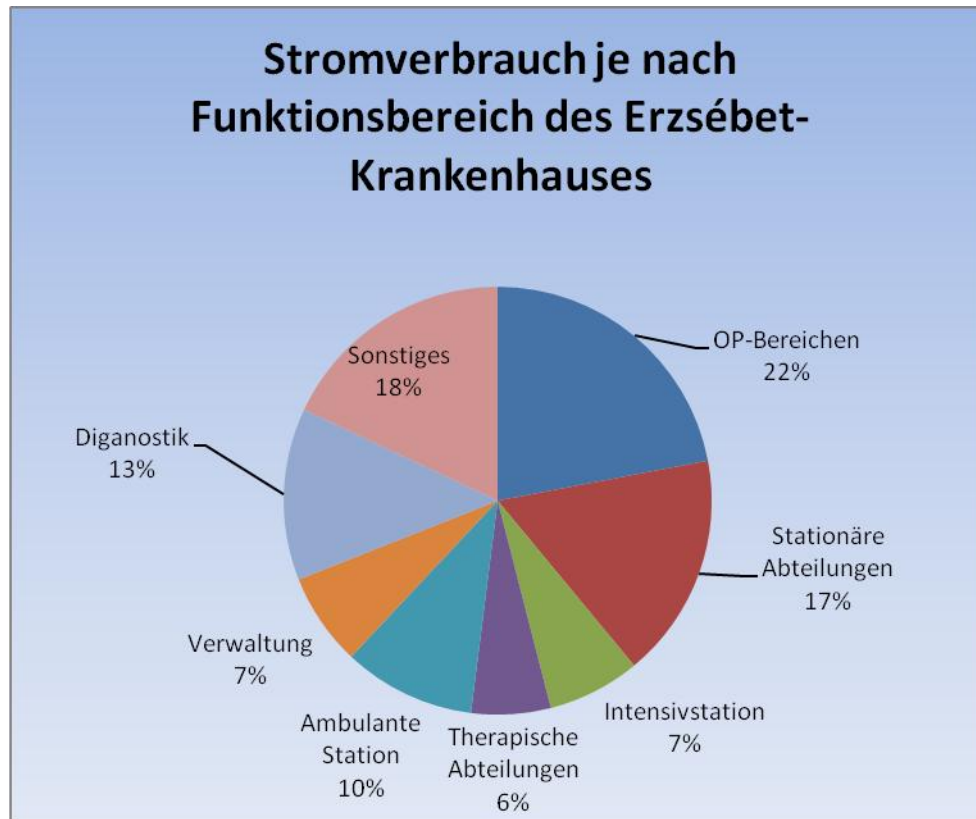


Abbildung 4-23: Struktur des Stromverbrauches je nach Funktionsbereich des Erzsébet-Krankenhauses

4.4.3 Erhebung des Fernwärmeverbrauches

Die Wärmeversorgung erfolgt im Erzsébet-Krankenhaus über den städtischen Fernwärmeversorger, der Fernwärme und Ferndampf bereitstellt. Die aus dem Heizwerk stammende Primärenergie wird im Falle des Dampfes nach der unerlässlichen Druckreduzierung (gesättigter Dampf mit einem Druck von ca. 10 bar), bei Heißwasser (z.B. für Verbrauchswarmwasser) nach den notwendigen Wärmetauschprozessen zu den Verbrauchern geleitet. An vielen Stellen ist die Verbrauchszählung nicht gelöst, bzw. ist bei einzelnen, mit Zählern ausgestatteten Zweigen die Reparatur/der Austausch des Zählers aus budgetären Gründen ausgeblieben.

Nachdem die Wäscherei 2010 geschlossen wurde, ist der Dampfbedarf wesentlich gesunken.

Die Struktur der verwendeten Wärmeenergie ist in *Abbildung 4-24* dargestellt. Der größte Teil des Verbrauches resultiert aus dem Heizungsbedarf der Gebäude. Zweitgrößte Verbraucher sind die Lufttechniksysteme, was auf jährlicher Ebene 1346 MWh bedeutet. Auch die Wäscherei, die in den untersuchten Jahren noch funktionierte, war auf viel Energie angewiesen. Seither hat sich die Verbrauchsstruktur gewissermaßen verändert. An das Gebrauchswarmwasser knüpfen 9% der Energie an, was ein relativ niedriger Wert ist und u.a. der Nutzung des Entspannungsdampfes zur Vorerwärmung des Gebrauchswarmwassers zu verdanken ist. Somit ist dieser Wert im Verbrauch der vom externen Lieferanten gekauften Energie nicht enthalten.

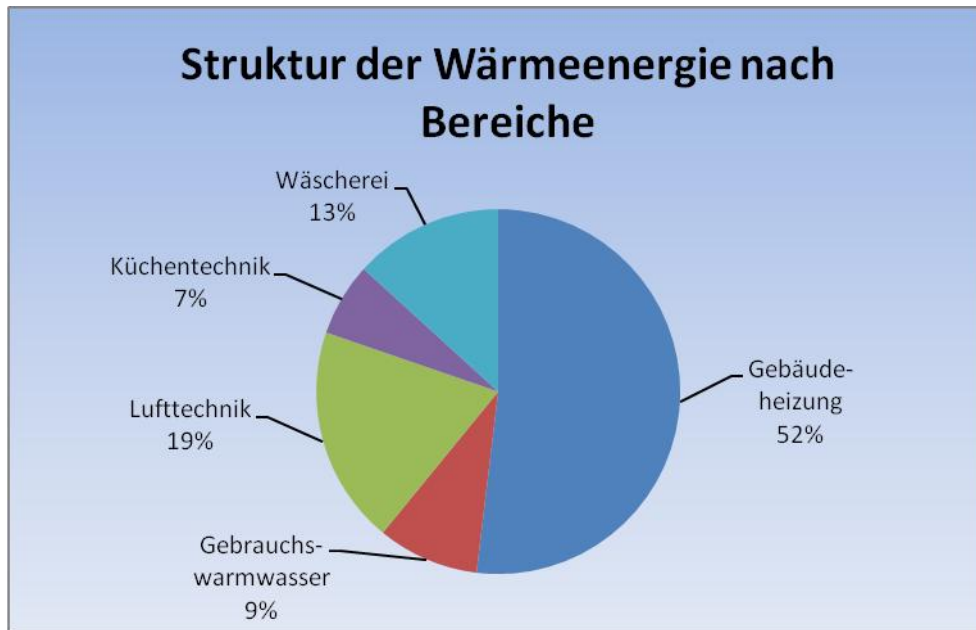


Abbildung 4-24: Struktur der Wärmeenergie im Erzsébet-Krankenhaus

In welchen Formen Wärmeenergie verwendet wird, ist auf *Abbildung 4-25* abgebildet, und zwar wird ein Großteil in Form von Warmwasser verbraucht (über 80%). Wie auf der vorigen Abbildung dargestellt (*Abbildung 4-23*) dient die Wärmeenergie primär der Versorgung der HVAC-Systeme und der Erzeugung von Gebrauchswarmwasser.

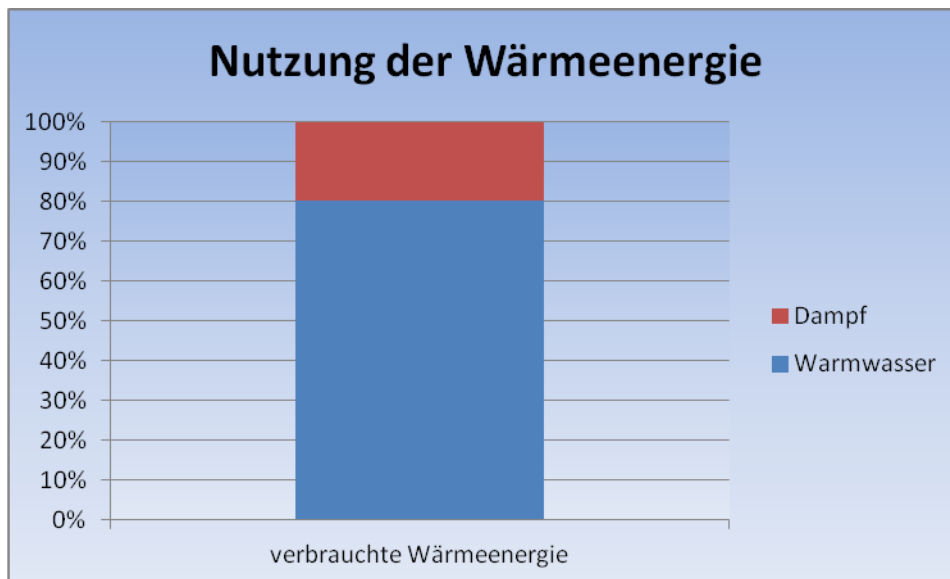


Abbildung 4-25: Nutzung der Wärmeenergie im Erzsébet-Krankenhaus, je nach Aggregatzustand

4.4.4 Treibstoffverbrauch im Erzsébet-Krankenhaus

Die Erhebung des Treibstoffverbrauches gestaltet sich hinsichtlich der Kraftfahrzeugflotte des Soproner Krankenhauses wie in der folgenden Tabelle dargestellt. Zwei der im Besitz der Institution befindlichen Kraftfahrzeuge fahren mit Benzin, der Rest mit Diesel. Der Treibstoffverbrauch der beiden Benzinfahrzeuge macht 25% des gesamten verwendeten Treibstoffes aus. 75% des Verbrauches macht der Dieseltreibstoff aus, der an einen Traktor, an Pkws und Lkws anknüpfend benötigt wird.

Tabelle 4-32: Treibstoffverbrauch im Erzsébet-Krankenhaus

Treibstoffverbrauch im Erzsébet-Krankenhaus			
Jährlicher Treibstoffverbrauch [l]	2007	2008	2009
Gesamttreibstoff	31 991	33 668	34 876
Benzin	6 878	6 957	6 653
Diesel	25 113	26 711	28 223

Die jährliche Laufleistung der Kraftfahrzeuge des Soproner Krankenhauses sind in *Tabelle Nr. 4-33* dargestellt.

Tabelle 4-33: Laufleistung der Kraftfahrzeuge im Erzsébet-Krankenhaus

Laufleistung der Kraftfahrzeuge im Erzsébet-Krankenhaus			
	2007	2008	2009
Jahreslauf [km]	241 336	251 538	257 896

Aufgrund der Jahreslaufleistungen und des gesamten Treibstoffverbrauches benötigen die Fahrzeuge des Erzsébet-Krankenhauses je 100 Kilometer 13,4 Liter. Dieser Wert kann als vollkommen durchschnittlich angesehen werden, da hier auch der Verbrauch der Lastfahrzeuge und des für wirtschaftliche Zwecke verwendeten Traktors inkludiert ist (welcher in erster Linie für innerhalb des Krankenhausstandortes anfallende Transportaufgaben verwendet wird).

4.5 Markusovszky-Krankenhaus, Szombathely

4.5.1 Gesamter Energie- und Wasserverbrauch

Der gesamte Energieverbrauch des Markusovszky-Krankenhauses in den untersuchten Jahren ist in *Tabelle 4-34* dargestellt (2007-2009). Aus den Angaben ist es wohl ersichtlich, dass der Energieverbrauch des Krankenhauses von einer jährlich wachsenden Dynamik gekennzeichnet ist. Was den Treibstoff angeht, sind die auf den Verbrauch bezogenen Angaben - ähnlich wie beim Krankenhaus Sopron - in der Tabelle auch in Liter ausgewiesen, im Interesse der Summierung sind aber auch die einschlägigen Energieressourcen in MWh umzurechnen.

Tabelle 4-34: Jährlicher Energieverbrauch des Markusovszky-Krankenhauses in den Jahren 2007-2009

Jährliche Energieverbrauch des Markusovszky-Krankenhauses; 2007-2009 [MWh, m³]			
Jährlicher Energieverbrauch [MWh, l, m³]	2007	2008	2009
Fernwärme [MWh]	15 762	17 004	17 221
Strom [MWh]	6 277	6 454	6 670
Gas [MWh]	1 393	1 794	1 658
Treibstoff [MWh]	171	187	187
Benzin [MWh]	64	68	75
Diesel [MWh]	107	118	112
Benzin [l]	7 792	8 346	9 101
Diesel [l]	10 815	11 928	11 334
Gesamter Energieverbrauch [MWh]	23 604	25 438	25 737
Wasser [m³]	357 071	315 141	206 312

Die aufgrund der Angaben der untersuchten Jahre kalkulierten jährlichen Verbrauchsdaten sind in *Tabelle 4-35* enthalten.

Tabelle 4-35: Durchschnittlicher Jährlicher Energieverbrauch im Markusovszky-Krankenhaus

Durchschnittlicher jährlicher Energieverbrauch im Markusovszky-Krankenhaus in den Jahren 2007-2009	
Energieträger [MWh, m³]	Mittelwert
Fernwärme [MWh]	16 662
Strom [MWh]	6 467
Gas [MWh]	1 615
Treibstoff [MWh]	181
Gesamtenergie [MWh]	24 926
Wasser [m³]	292 841

Nach Betrachtung der in *Abbildung 4-25* abgebildeten summierten Verbrauchsangaben des Markusovszky-Krankenhauses sticht es sofort ins Auge, dass im Falle dieses Krankenhauses der überwiegende Teil der verwendeten Energie aus Wärmeenergie resultiert. Wegen der Größe der Institution reicht es im Krankenhaus Szombathely nicht aus sich hinsichtlich Wärmeversorgung auf den städtischen Fernwärmelieferanten zu verlassen, sondern werden die Bedürfnisse u.a. mit Hilfe der im Kesselhaus des Krankenhauses aufgestellten Gasmotoren befriedigt. Die Betreibung und Wartung der Anlagen, die sich im Kesselhaus, auf dem Krankenhausgelände befinden, wurde gänzlich ausgelagert, mit den einschlägigen Aufgaben wurde nämlich die Firma Dalkia Energia Zrt. betraut. Auch das Gebäudeüberwachungssystem wird von der im Kesselhaus untergebrachten Zentrale aus betrieben - hier gehen die Meldungen über den Systemzustand ein, wodurch es ermöglicht wird, dass bei Fehlern sofort eingegriffen werden kann.

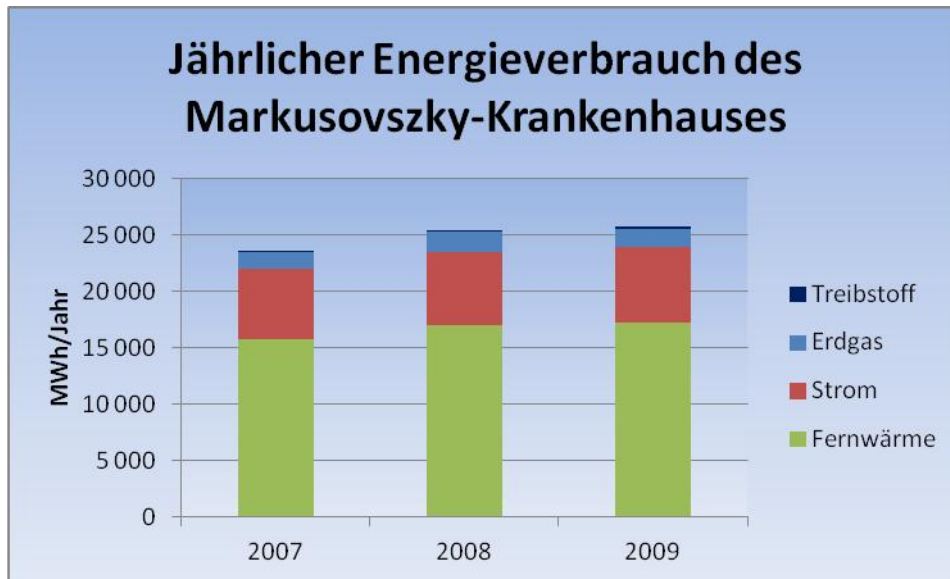


Abbildung 4-26: Jährlicher Energieverbrauch des Markusovszky-Krankenhauses je nach Energieträgern

Der Wasserverbrauch des Szombathelyer Markusovszky-Krankenhauses in den untersuchten Jahren ist in *Abbildung 4-27* dargestellt. Der hohe Verbrauch im Jahr 2007 wurde durch einen ernsthaften Fehler ausgelöst, durch dessen Behebung und durch sonstige technologische Modernisierungen der Wasserverbrauch bis 2009 um 40 % reduziert werden konnte.

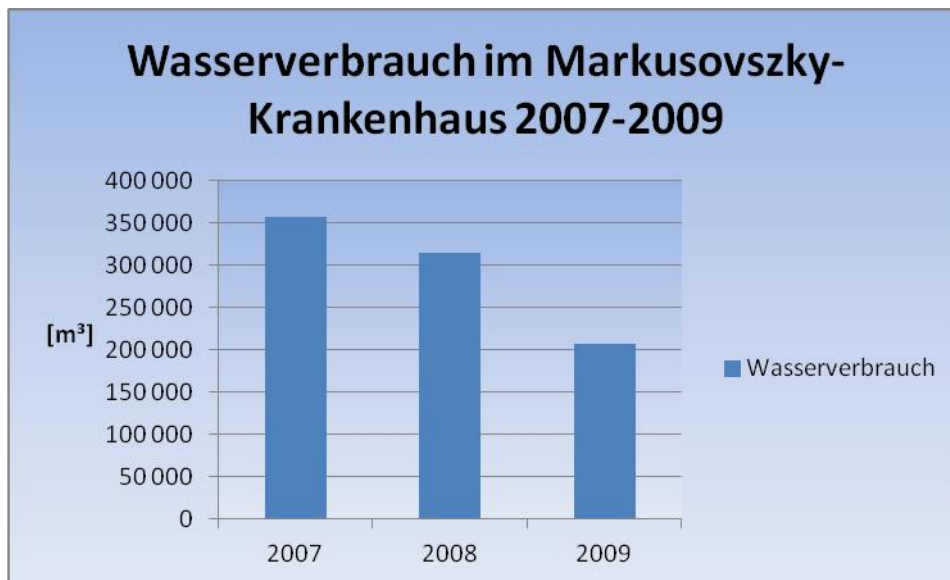


Abbildung 4-27: Wasserverbrauch im Markusovszky-Krankenhaus

Die spezifischen Daten zum Wasserverbrauch sind in *Tabelle Nr. 4-36* enthalten. Der Wasserverbrauch je Tag und Bett beträgt 607 Liter, was weit über den im Soproner Krankenhauses ermittelten 465 Litern liegt. Dieser Wert resultiert jedoch aus dem übermäßigem Verbrauch, der auf den Fehler zurückzuführen war. Wird nur das Jahr 2009 betrachtet, so liegt der Wert bei 428 Liter, was sogar günstiger ist, als der einschlägige Wert des Soproner Krankenhauses.

Tabelle 4-36: Spezifischer Wasserverbrauch im Markusovszky-Krankenhaus

Spezifischer Wasserverbrauch im Markusovszky-Krankenhaus				
Durchschnittlicher jährlicher Wasserverbrauch [l]	Wasserverbrauch pro Tag [l]	Wasserverbrauch je Bett [l]	Wasserverbrauch je Pflage tag [l]	Täglicher Wasserverbrauch je Bett [l]
292 841 333	802 305	221 682	838	607

4.5.2 Erhebung des Stromverbrauches

Die Liste aller Stromverbrauchereinrichtungen der Institution stand uns auch im Falle des Markusovszky-Krankenhauses nicht zur Verfügung. Die Zusammensetzung des im Krankenhaus Szombathely aufkommenden Strombedarfes wurde von uns aufgrund der in Sopron gesammelten Erfahrungen, unter Mitwirkung der Fachleute des Krankenhauses ermittelt.

4.5.2.1 Erhebung des Stromverbrauches je nach Gerätekategorie

Ebenso wie die an die territoriale Struktur anknüpfenden Angaben, sind auch die Stromverbrauchsangaben von den im Erzsébet-Krankenhaus erhobenen Werten nur geringfügig abweichend, daher konnten die im Soproner Krankenhaus kalkulierten spezifischen Verbrauchswerte in die Erhebung des Markusovszky-Krankenhauses integriert werden.

Die Stromverbrauchsstruktur des Markusovszky-Krankenhauses je nach Gerätekategorie ist in *Abbildung 4-27* dargestellt. Die in den ausgewählten Gebäuden befindlichen Abteilungen sind mit den im Krankenhaus Sopron Erhobenen nicht vollkommen identisch, daher haben wir uns im Laufe der Erhebung nebst den einschlägigen Werten des Soproner Spitals auch auf die Stellungnahmen der lokalen Fachleute gestützt. Der höchste Verbrauch knüpft auch im Falle des Markusovszky-Krankenhauses an die Geräte und Anlagen des HVAC-Systeme an. Diese weisen auf jährlicher Ebene einen durchschnittlichen Strombedarf von 1487 MWh auf, was 23% des Gesamtverbrauches ausmacht. Die medizintechnischen Einrichtungen beanspruchen 22% des Gesamtstromes. Der latente Verbrauch ist auch hier nicht unerheblich (1099 MWh/a). Wegen der outgesourcten Energieversorgung ist die Menge der im Laufe von sonstigen Aktivitäten (Wartung, Reparatur) verbrauchte Energie nicht identifiziert, d.h. auch diese erhöht den latenten Verbrauch.



Abbildung 4-28: Stromverbrauchsstruktur je nach Gerätekategorie im Markusovszky-Krankenhaus

4.5.2.2 Erhebung des Stromverbrauches je nach Funktionsbereich

Die Struktur des Stromverbrauches je nach Funktionsbereich ist in *Abbildung 4-28* dargestellt. Das Krankenhaus wird mit etwas mehr als zweimal so viel Betten betrieben, wie das Soproner Krankenhaus, daher liegt es auf der Hand, dass zwar der spezifische Energiebedarf der selben Funktionsbereiche ähnlich ausfällt, die Struktur aber gewissermaßen abweichend ausfällt. Die Energieverwendung der therapeutischen Abteilungen macht wegen der Funktion des Krankenhauses als Komitats- bzw. Schwerpunktkrankenhaus einen größeren Anteil des Gesamtenergieverbrauches aus (10 % ~ 650 MWh/a). Die OP-Räume gelten wegen den hohen Ansprüchen an den Luftwechsel sowie wegen den angewandten medizintechnischen Einrichtungen auch im Falle des Markusovszky-Krankenhauses als der größte Verbrauchsbereich (19% ~ 1200 MWh/a).

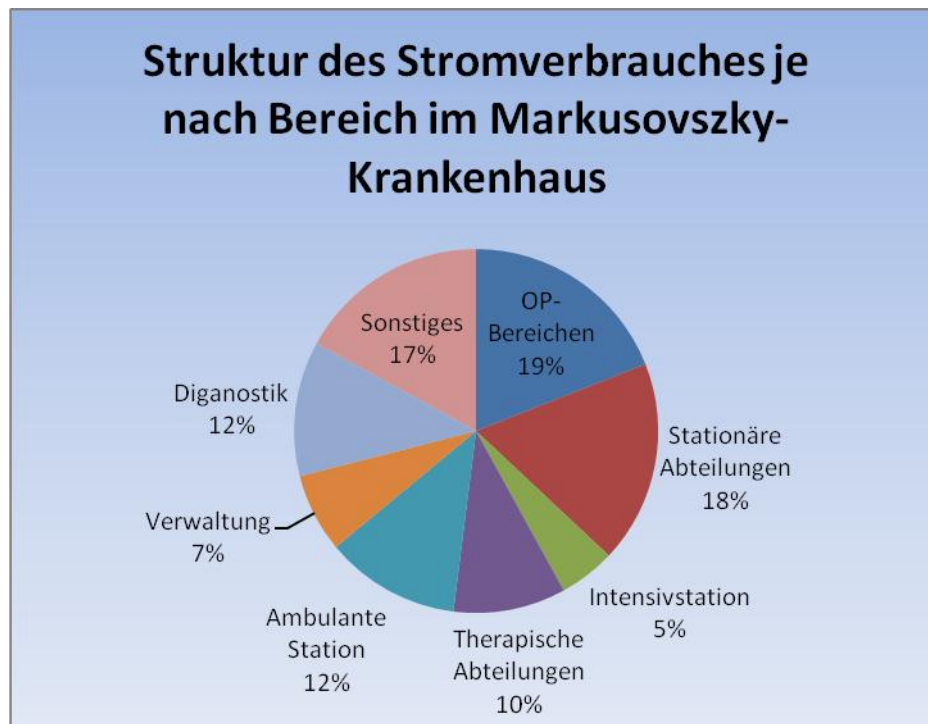


Abbildung 4-29: Struktur des Stromverbrauches je nach Bereich im Markusovszky-Krankenhaus

4.5.3 Erhebung des Fernwärmeverbrauches

Bei der Analyse des Verbrauches im Markusovszky-Krankenhaus des Komitates Vas ist es in Betracht zu ziehen, dass die Institution auf mehreren Standorten betrieben wird und somit auch die Wärmeversorgung teilweise in abweichender Art und Weise gelöst ist. Aus den Gesamtverbrauchsdaten ging es hervor, dass auch im Falle des Szombathelyer Krankenhauses die Wärmeversorgung den größten Teil des Verbrauches ausmacht. Die Verwendungsstruktur der vom städtischen FernwärmeverSORGER gekauften Wärme ist in *Abbildung 4-29* zu sehen. 70% der verwendeten Fernwärme (durchschnittlich 11 614 MWh) werden der Heizung der Gebäude gewidmet. Wegen der Pavillonbauweise ist infolge der während der territorialen Versorgung auftretenden Verluste der Anteil der für die Heizung der Gebäude verwendeten Wärme hoch. Der überwiegende Teil der 20%-igen Dampfverwendung resultiert aus der auf dem Zentralstandort angewendeten KÜCHENTECHNOLOGIE. 10% der Wärmeverwendung dient der Erzeugung von Gebrauchswarmwasser. Im Falle des Markusovszky-Krankenhauses bedeutet dies auf Jahresebene durchschnittlich 1679 MWh Wärme.

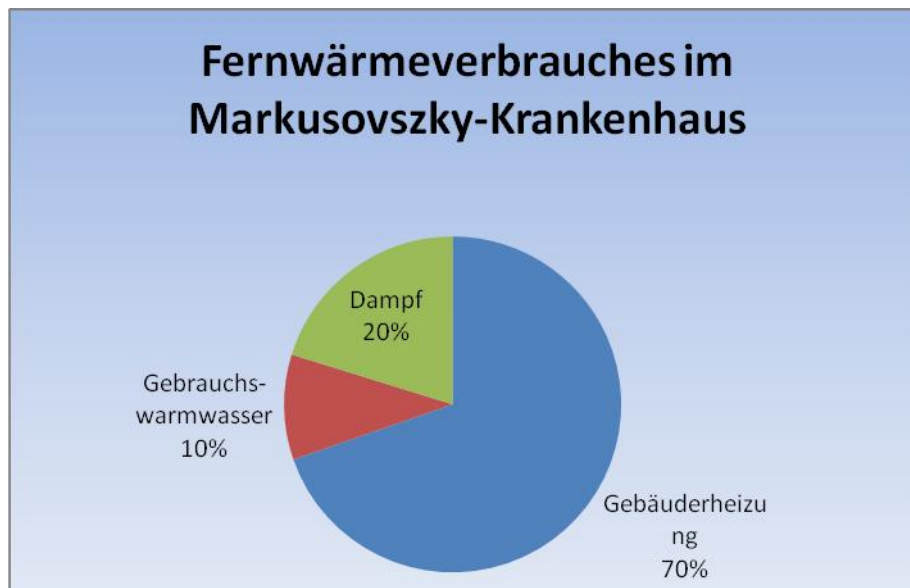


Abbildung 4-30: Erhebung des Fernwärmeverbrauches im Markusovszky-Krankenhaus

4.5.4 Erhebung des Erdgasverbrauchs

Die Wärmeversorgung wird im Markusovszky-Krankenhaus über die Fernwärmeversorger hinausgehend mit Hilfe der auf dem internen Standort im Kesselhaus aufgestellten Gasmotoren gewährleistet. Die Wärme wird am Standort „11-es Huszár Straße“, in der Unterkunft der Krankenschwestern und auch in der Villa Pető durch Erdgasverbrennung erzeugt. Der Gasverbrauch war im Jahr 2008 am höchsten. Im Laufe der Prüfung der monatlichen Verbrauchsmengen haben wir im Vergleich zu den Vorjahren einen abweichenden Trend festgestellt. Die herausragenden Werte waren ein Resultat des ungenauen Ablesens des Zählers und der darauf folgenden Korrektur in der Verrechnung.

Das Heizsystem des Krankenhauses wurde 2002 saniert. Eine neuere Überprüfung erfolgte 2005. Aufgrund dessen weisen die Dokumente darauf hin, dass das bis heute betriebene System in akzeptablem Zustand ist. Neben permanenter Wartung kann dieser Zustand erhalten werden.

4.5.5 Treibstoffverbrauch im Markusovszky-Krankenhaus

Die Angaben zu dem im Markusovszky-Krankenhaus verwendetem Treibstoff sind in *Tabelle 4-37* dargestellt. Die vom Krankenhaus Sopron abweichenden Verbrauchsangaben weisen auf die abweichende Struktur des Kraftfahrzeugbestandes hin. Wobei es aus dem Treibstoffverbrauch in Sopron ersichtlich ist, dass der Benzinverbrauch 20% des Gesamtverbrauches ausmacht, liegt dieser Anteil beim Szombathelyer Krankenhaus bei 40%. Was die summierten Verbrauchsangaben angeht, kann jedoch abgeleitet werden, dass das viel größere Krankenhaus Szombathely nur ein Drittel der Treibstoffmenge verbraucht, die in Sopron anfällt.

Tabelle 4-37: Treibstoffverbrauch im Markusovszky-Krankenhaus

Treibstoffverbrauch im Markusovszky-Krankenhaus			
Jährlicher Treibstoffverbrauch [l]	2007	2008	2009
Zusammen	18 607	20 274	20 435
Benzin	7 792	8 346	9 101
Diesel	10 815	11 928	11 334

Die Angaben zur Jahreslaufleistung standen nicht zur Verfügung, daher konnten die Angaben zum durchschnittlichen Verbrauch im Falle des Markusovszky-Krankenhauses nicht analysiert werden. Aus den Verbrauchsangaben geht es jedoch eindeutig hervor, dass die internen Transportbedürfnisse des Krankenhaus Komitat Vas niedrigerer als die des Erzsébet-Krankenhauses in Sopron sind.

4.6 Krankenhaus des Komitates Zala, Zalaegerszeg

4.6.1 Gesamter Energie- und Wasserverbrauch

Die an den gesamten Energieverbrauch und den Wasserverbrauch anknüpfenden Resultate werden ähnlich wie in den Abschnitten 4.4.1 und 4.5.1 vorgestellt. Wie wir schon sahen, ähnelt das Krankenhaus Zalaegerszeg von der Größe her eher dem Szombathelyer Krankenhaus, daher sind hinsichtlich des Verbrauches ähnliche Werte zu erwarten. Die Angaben sind in *Tabelle Nr. 4-38* zusammengefasst, wobei diese mit Hilfe der bereits früher ermittelten Konversionsfaktoren vereinheitlicht wurden.

Tabelle 4-38: Energieverbrauch des Krankenhauses Komitat Zala 2007-2009

Jährliche Energieverbrauch im Krankenhaus Komitat Zala 2007-2009 [MWh, m³]			
Jährlicher Energieverbrauch [MWh, m³]	2007	2008	2009
Erdwärme [MWh]	5 138	3 901	3 363
Strom [MWh]	5 097	5 296	5 224
Gas [MWh]	14 052	14 364	14 484
Treibstoff [MWh]	406	275	262
Benzin [MWh]	21	17	16
Diesel [MWh]	385	257	246
Benzin [l]	2 602	2 096	1 996
Diesel [l]	38 847	26 010	24 817
Gesamter Energieverbrauch [MWh]	24 693	23 835	23 332
Wasser [m³]	133719	124068	124433

Zu einzelnen Kalkulationen wurden natürlich auch hier die jährlichen Durchschnittswerte herangezogen. Die einschlägigen Angaben sind in *Tabelle 4-39* enthalten.

Tabelle 4-39: Durchschnittlicher Jährlicher Energieverbrauch im Krankenhaus Komitat Zala

Durchschnittlicher jährlicher Energieverbrauch im Krankenhaus Komitat Zala, in den Jahren 2007-2009	
Energieträger [MWh, m³]	Mittelwert
Erdwärme [MWh]	4 134
Strom [MWh]	5 206
Gas [MWh]	14 300
Treibstoff [MWh]	314
Gesamtenergie [MWh]	23 953
Wasser [m³]	127 407

Der Verteilung der einzelnen, zur Verwendung kommenden Energieträger in der Verbrauchstruktur ist in *Abbildung 4-30* dargestellt. Es geht daraus hervor, dass der Energieverbrauch in den erhobenen Jahren gewissermaßen abgenommen hat. Grund dessen ist, dass auf dem Standort Pózva der Institution ein Gebäude abgerissen und durch kein neues Bauwerk ersetzt wurde. Ferner ist es ersichtlich, dass der Verbrauch der aus umweltfreundlicher Erdwärme resultierenden Energie proportional abgenommen hat. Dies kann ebenfalls darauf zurückgeführt werden, dass an das abgerissene Gebäude anknüpfend kein weiterer Verbrauch aufgekommen ist, wobei andererseits die Gewinnung der gewünschten Energiemenge auch durch technologische Probleme behindert wird, die an die Betreibung der Thermalquelle anknüpfen.

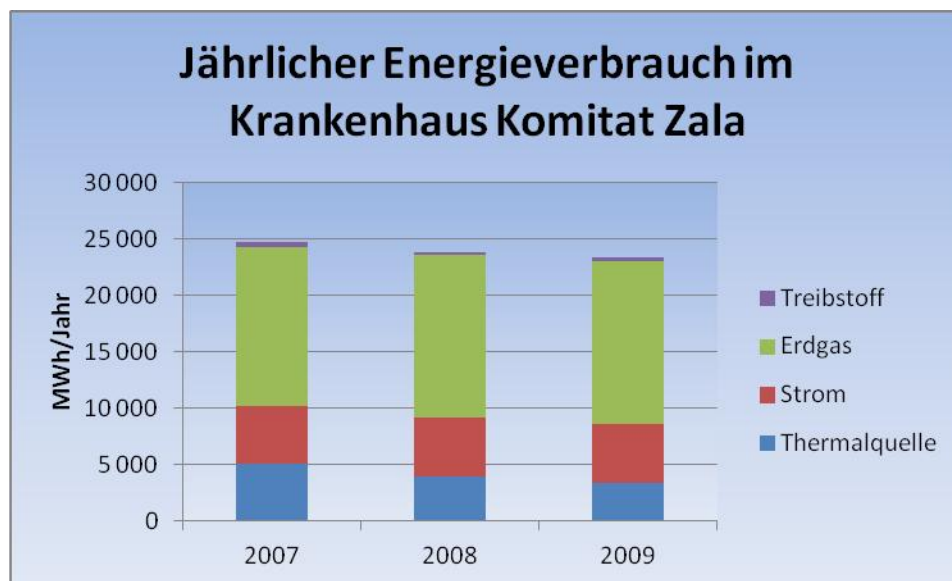


Abbildung 4-31: Jährlicher Energieverbrauch im Krankenhaus Komitat Zala, je nach Energieträger

Der Wasserverbrauch des Krankenhauses Komitat Zala ist in *Abbildung 4-32* dargestellt. Eine lokale Eigenheit des Wasserverbrauchs knüpft ebenfalls an den Standort Pózva an, wo der Bedarf nebst dem Bezug vom städtischen Versorger auch mit Hilfe des aus dem gebohrten Brunnen beförderten Wassers gedeckt wird.

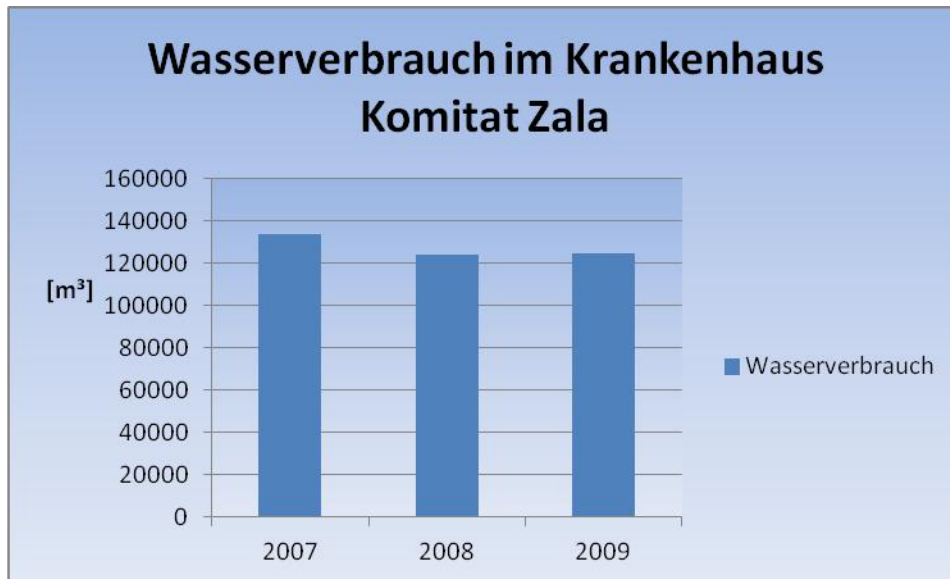


Abbildung 4-32: Wasserverbrauch im Krankenhaus Komitat Zala, 2007-2009

Die spezifischen Verbrauchskennzahlen wurden in ähnlicher Struktur wie im Falle der Krankenanstalten in Sopron und Szombathely in *Tabelle 4-40* zusammengefasst.

Tabelle 4-40: Spezifischer Wasserverbrauch im Krankenhaus Komitat Zala

Spezifischer Wasserverbrauch im Krankenhaus Komitat Zala				
Durchschnittlicher jährlicher Wasserverbrauch [l]	Wasserverbrauch pro Tag [l]	Wasserverbrauch je Bett [l]	Wasserverbrauch je Pflage tag [l]	Täglicher Wasserverbrauch je Bett [l]
127 406 667	349 059	96 447	365	264

Es ist ersichtlich, dass der Wasserverbrauch je Bett pro Tag 264 Liter ausmacht. Dieser Wert bedeutet, dass von den drei Krankenhäusern das Krankenhaus Komitat Zala am sparsamsten mit Wasser umgeht.

4.6.2 Erhebung des Stromverbrauches

4.6.2.1 Erhebung des Stromverbrauches je nach Gerätekategorie

Die Struktur der im Krankenhaus Komitat Zala zur Anwendung kommenden Stromverbrauchsgeräte ist in *Abbildung 4-32* dargestellt. Das Outcome ist auch im Fall des Zalaegerszeger Krankenhauses ähnlich wie die Energieverbrauchsstruktur der Spitäler in Sopron und Szombathely. Die größte Gruppe an Verbrauchern knüpft an die Haustechnikanlagen – Heizung, Ventilation, Air Conditioning (HVAC-Systeme) – an. Der Stromverbrauch dieser Verbrauchergruppe macht 28% des Gesamtverbrauches aus (~1500 MWh/a). Darüber hinausgehend spielen auch die medizintechnischen Einrichtungen eine bedeutende Rolle (20% ~ 1040MWh/a), ferner auch die Beleuchtung. Im Krankenhaus Komitat Zala ist eines der sieben Zentren für Herzkrankheiten untergebracht, was sich auch bei der Technologieausstattung widerspiegelt, bzw. ist auch der an die im Bereich Lufttechnik geltenden Vorschriften anknüpfende Energieverbrauch nicht unerheblich.

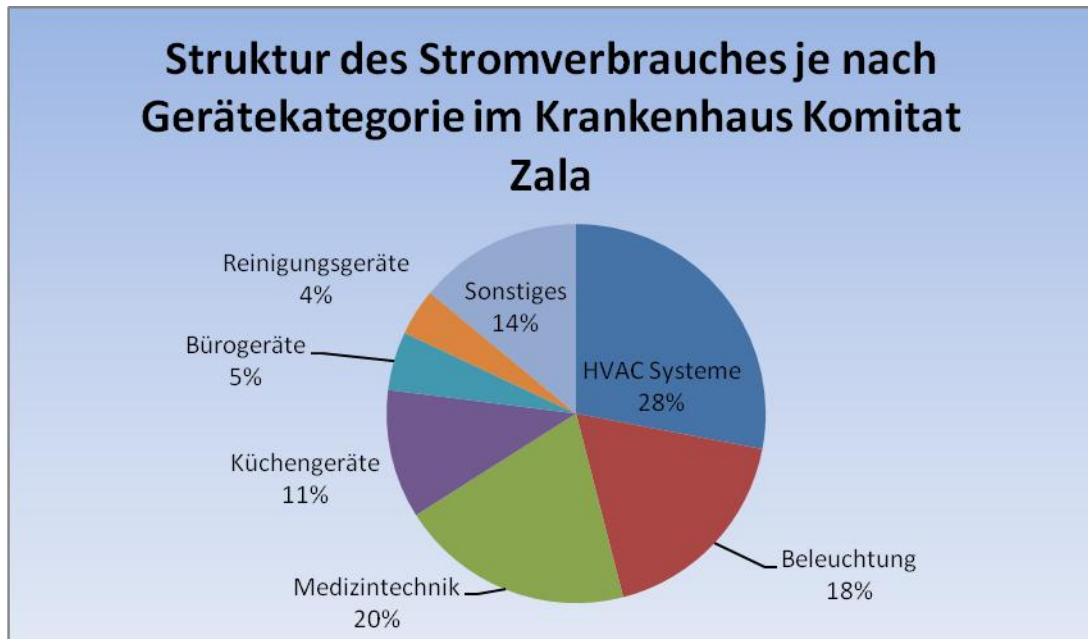


Abbildung 4-33: Struktur des Stromverbrauches je nach Gerätekategorie im Krankenhaus Komitat Zala

4.6.2.2 Stromverbrauch je nach Funktionsbereich

Die Stromverbrauchsstruktur des Zalaegerszeger Krankenhauses je nach Funktionsbereich ist in *Abbildung 4-34* dargestellt. Der höchste Verbrauch knüpft an die OP-Bereiche an. Sowohl hinsichtlich der Beleuchtung als auch hinsichtlich der HVAC-Systeme sind die Anforderungen – trotz dessen, dass die OP-Bereiche lediglich 2-3 % der Krankenhausfläche in Anspruch nehmen – am höchsten. Aus der Ausdehnung des Krankenhauses resultierend gelten die stationären Abteilungen als wichtige Verbraucher, da hier 16% des Gesamtverbrauches zu Buche schlägt, was auf Jahresebene einen Stromkonsum von 1100-1200 MWh bedeutet. Das Diagnostikgebäude des Krankenhauses kann wegen den riesigen Glasflächen und auch was Heizung und Air Conditioning angeht, nicht zu den energiesparenden Bauwerken gezählt werden. Ein Viertel der im Krankenhaus befindlichen Mobil-, Fenster- und Raumklimaanlagen befinden sich in diesem Gebäude. Der Anteil von 14% bedeutet auf Jahresebene einen Stromverbrauch von 730 MWh. Auch das Management des Krankenhauses ist im Diagnostikgebäude untergebracht, wobei der Verbrauch dieses Bereiches, der grundsätzlich nicht der Heiltätigkeit dient, aus den das Gebäude umgebenden Strukturen resultierend 7% des gesamten Stromverbrauches ausmacht.

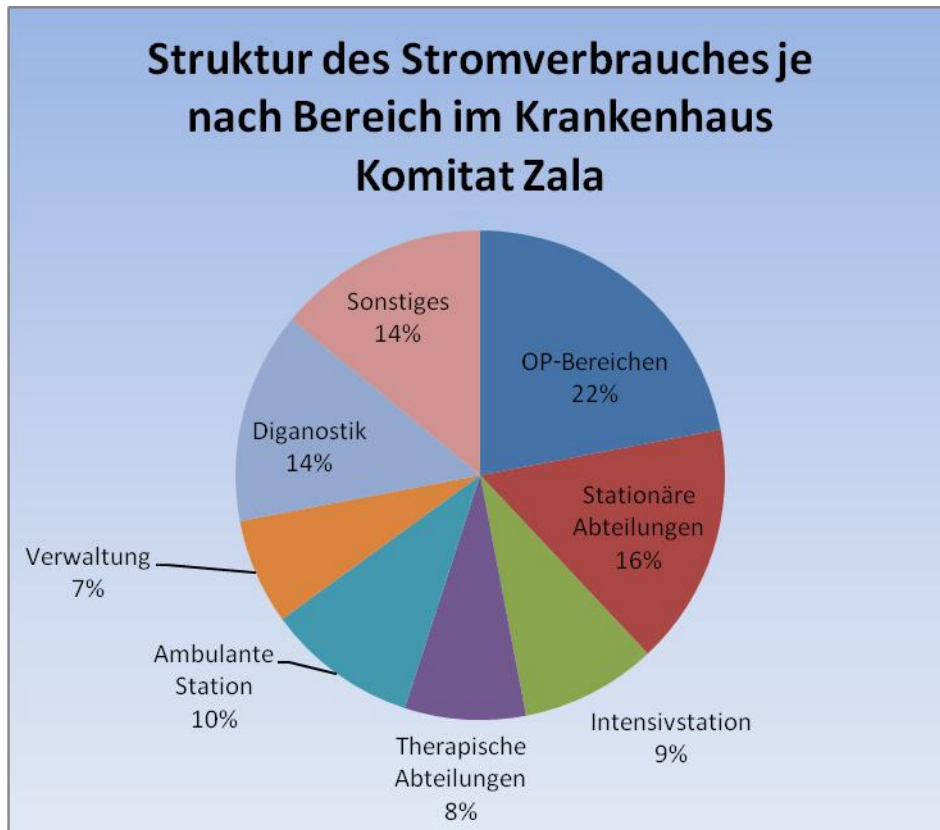


Abbildung 4-34: Struktur des Stromverbrauches je nach Bereich im Krankenhaus Komitat Zala

4.6.3 Erhebung des Fernwärmeverbrauchs

Im Krankenhaus Komitat Zala wird keine Fernwärme verwendet. Die notwendige Wärme wird ausschließlich aus Erdgas bzw. auf dem Standort Pózva aus Erdwärme erzeugt.

4.6.4 Erhebung des Erdgasverbrauches

Im Krankenhaus Komitat Zala wird die Wärme am zentralen Standort durch die Verbrennung von Erdgas erzeugt. Abweichend von den Spitälern in Sopron und Szombathely wird hier nicht auf die städtische Fernwärmerversorgung zurückgegriffen. Auf dem Standort Pózva ist nebst der Nutzung von Erdwärme auch die Erzeugung von Wärme durch Gas notwendig. Der Gasverbrauch resultiert in Pózva hauptsächlich aus der Erzeugung des zur Technologie notwendigen Dampfes. Der gesamte Gasverbrauch der Institution resultiert also aus der Summe der auf den beiden Standorten gezählten Verbrauchswerte. Das Spital verwendet im Jahr durchschnittlich 1.352.854 m³ Gas, was 14.300 MWh Energie bedeutet. Die aus der Verbrennung von Erdgas stammende Energie macht rund 60% des gesamten Energieverbrauchs des Krankenhauses aus.

4.6.5 Treibstoffverbrauch im Krankenhaus Komitat Zala

Die Transportaufgaben werden im Zalaegerszeger Krankenhaus mittels Outsourcing gelöst. Den einschlägigen Auftrag hat die Firma TRANSHUMAN bekommen. Die Angaben zum Treibstoffverbrauch wurden uns von dieser Firma zur Verfügung gestellt. Diese sind in *Tabelle 4-41* enthalten. Es geht aus der Tabelle hervor, dass der Treibstoffverbrauch in den untersuchten Jahren abgenommen hat, was eine Folge der Veränderung des Kraftfahrzeugpools ist, da ein Bus vom Typ Ikarus 206 und ein Lkw vom Typ Ford Transit entfernt wurden.

Tabelle 4-41: Treibstoffverbrauch im Krankenhaus Komitat Zala 2007-2009

Treibstoffverbrauch im Krankenhaus Komitat Zala			
Jährlicher Treibstoffverbrauch [l]	2007	2008	2009
Zusammen	41 449	28 106	26 813
Benzin	2 602	2 096	1 996
Diesel	38 847	26 010	24 817

Die Transporte beziehungsweise Laufleistungen im Krankenhaus Komitat Zala sind in *Tabelle 4-42* enthalten.

Tabelle 4-42: Laufleistung der Kraftfahrzeuge im Krankenhaus Komitat Zala

Krankenhaus Komitat Zala Laufleistung der Kraftfahrzeuge			
	2007	2008	2009
Jahreslauf [km]	258 462	201 758	190 028

Auf Basis der Angaben zum jährlichen Treibstoffverbrauch sowie zur Laufleistung der Kraftfahrzeuge lässt es sich errechnen, dass der durchschnittliche Verbrauch des Fuhrparks je Kilometer 14,69 Liter beträgt. Nur drei Pkws fahren mit Benzin, wobei 90% des gesamten Treibstoffverbrauches aus dem Verbrauch der anderen Fahrzeuge resultiert, bei denen es sich um Dieselfahrzeuge handelt. Bis 2008 hielt das Spital auch einen Bus in Betrieb (der dann aus dem Verkehr gezogen wurde), dessen Verbrauch im Vergleich zu den anderen Fahrzeugen herausragen gewesen ist. Außerdem gibt es auch einen Traktor, der ebenfalls einen höheren Treibstoffverbrauch generiert.

5 Schlussfolgerungen

5.1 Wiener Krankenhäuser

In den untersuchten Krankenhäusern fehlen Messausstattung und organisatorische Rahmenbedingungen um den Energie- und Wasserverbrauch im laufenden Betrieb detailliert erfassen, überwachen, beurteilen und steuern zu können.

Derzeit wird der Verbrauch der Energieträger nur an der Übergabestelle des Energieversorgers erfasst. Damit ist die Analyse von Veränderungen des Energieverbrauchs nicht möglich. Die Aufzeichnung und Auswertung der Verbrauchswerte der wesentlichen Verbraucher, Verbrauchseinheiten (z.B. Pavillons) oder Anlagenteile muss regelmäßig, periodisch und vorzugsweise elektronisch durchgeführt werden, damit der Energieverbrauch laufend überprüft, Wirkungsgrade überwacht, Veränderungen erkannt und Maßnahmen evaluiert werden können. Langfristiges Ziel sollte die Etablierung eines Energiemanagements sein.

Mit Fernwärme (50 – 80 %), Strom (20 – 35 %) und Gas (1 – 15 %) decken die Krankenhäuser ihren Energiebedarf. 65 - 75 % des Gesamtenergieverbrauchs müssen für die Konditionierung des Innenraums durch Heizung, Lüftung und Kühlung (HLK) aufgewendet werden. Auch bei großen Transportleistungen ist der Treibstoffverbrauch von untergeordneter Bedeutung.

Die Fernwärme wird mit mehr als 85 % überwiegend für die Raumheizung verwendet. Alte Gebäude haben einen Heizwärmebedarf von durchschnittlich 307 kWh/m²NFL*a, neue Gebäude (1990 – 2000) von durchschnittlich 227 kWh/m²NFL*a. Die Dämmung der obersten Geschoßdecke alter Gebäude senkt den Heizwärmebedarf um 25 % auf 235 kWh/m²NFL*a. Der niedrigere Fernwärmeverbrauch in den neueren Gebäuden geht mit einem höheren Stromverbrauch durch die größere Anzahl an Ventilatoren und Kältemaschinen zur Belüftung und Kühlung einher. Eine Ausnahme bildet der im Jahr 1977 erbaute Hochbau der Rudolfstiftung mit einem Heizwärmebedarf von 301 kWh/m²a.

Es konnte für jedes Krankenhaus die, für den Stromverbrauch wesentlichen Geräte- und Gerätegruppen sowie Funktionsbereiche identifiziert werden. Generell bestimmen HLK und Beleuchtung, sowie Stationen und OP die Höhe des Stromverbrauchs.

Die Aufgliederung nach Geräten und Bereichen erfasst 75 bis 90 % des Stromverbrauchs. Die wichtigsten Gerätegruppen sind HLK (Ventilatoren, Pumpen, Dampfbefeuchter, Kältemaschinen) mit 30 bis 50 % und Beleuchtung mit 5 bis 22 % des Gesamtstromverbrauches. Auf die übrigen Gerätekategorien entfallen zusammen zwischen 25 und 40 % des Gesamtstromverbrauches. Weiters wesentlich sind Reinigungsgeräte (Sterilisation) mit 5 bis 11 %, Büro- und Verwaltungsgeräte mit 4 bis 9 %, medizinische Geräte mit 4 bis 8 % und Küchengeräte mit 2 bis 7 %. Für die KAR sind gebäudetechnische Geräte (Aufzüge, Drucksteigerungsanlage, Druckluft) mit 6 % zusätzlich ein wesentlicher Stromverbraucher. Die Stationen haben einen Anteil zwischen 15 und 25 %, die OPs einen Anteil von 10 bis 20 % am Gesamtstromverbrauch.

Pro Funktionsbereich sind nur wenige Geräte bzw. Gerätekategorien bestimmend für den Stromverbrauch. Veränderungen bei diesen Geräten haben die größte Wirkung auf den Stromverbrauch.

In der KAR und im OWS können in jeweils 4 Funktionsbereichen über 70 % des Stromverbrauches einer einzelnen Gerätekategorie zugeordnet werden. In 18 Funktionsbereichen, der drei Wiener Spitäler, können 50 % des Stromverbrauches auf eine Gerätekategorie zurückgeführt werden. Allgemein sind in den Ambulanzen HLK, Beleuchtung und Büro- und Verwaltungsgeräte, auf den Stationen HLK, Beleuchtung und Reinigungsgeräte die bestimmenden Gerätekategorien.

Der Wasserverbrauch bewegt sich zwischen 300 l/Bett*Tag und 740 l/Bett*Tag. Das Fehlen von Subzählern verhindert die Zuordnung zu Verbrauchern.

Obwohl in allen Krankenhäusern wassersparende Armaturen Standard sind variiert der Wasserverbrauch zwischen den Häusern stark. Aus energetischer Sicht wäre die kostenstellenweise Messung des Warmwasserverbrauchs mit entsprechenden Subzählern anstrebenswert.

Erdgas wird fast vollständig für die Dampfproduktion eingesetzt. Da die Menge an produzierten Dampf nicht erfasst wird, kann keine Aussagen über den Wirkungsgrad der Anlagen getroffen werden.

5.2 Ungarische Krankenhäuser

Die Zählung des Verbrauches ist in den untersuchten Krankenhäusern in vielen Fällen nur zentral gelöst. An manchen Stellen werden die Daten aus der Fehlerhaftigkeit des Zählers resultierend nicht regelmäßig und verlässlich aufgezeichnet. Dieses Problem ist bekannt, den Institutionen fehlen jedoch die notwendigen Finanzressourcen zur Anschaffung der Geräte für die notwendigen Zählstandorte. Laut der Verbrauchsangaben gab es in einem Fall eine grobe Abweichung vom Trend. Dies ist an den Wasserverbrauch des Szombathelyer Krankenhauses anknüpfend im Laufe der erhobenen Jahre vorgekommen.

Der Ausbau eines entsprechenden Zähl- und Datenerfassungssystems diene den Eigeninteressen der Krankenhäuser, da hierdurch die Schätzwerte nachweisbar wären. Eventuelle herausragende Verbrauchsdaten sind der Erkennung der Probleme äußerst dienlich. Dank der detaillierten Zählerangaben könnten die Daten an Stellen, die von übermäßigem Verbrauch gekennzeichnet sind, früher analysiert werden, was einen schnellen Eingriff im Rahmen der Fehlerbeseitigung ermöglichte.

60-70% des Energieverbrauchs resultiert aus der Deckung der an Wärmeversorgung anknüpfenden Ansprüche. Die notwendige Wärme steht über die städtischen Fernwärmeanbieter sowie über die Verbrennung von Erdgas zur Verfügung. Der Stromverbrauch macht 22-36% des Gesamtenergieverbrauches aus. Die Treibstoffe besitzen einen Verbrauchsanteil von 1-2 %.

Der Großteil der Wärmeenergie wird von den Haustechnikanlagen verwendet. Neben den Heiz-, Kühl- und Klimaanlage knüpft auch an die Beleuchtung der Gebäude ein hoher

Verbrauch an. 25% der Nettogeschossfläche der Gebäude dienen dem Verkehren, hier wird also keine wahrhaftige Heiltätigkeit ausgeübt, wobei jedoch Beleuchtung und Heizung trotzdem anfallen.

Was die Stromverbrauchseinrichtungen angeht, zeigt sich der größte Verbrauch in den Bereichen Operationen, Diagnostik, sowie in den stationären Abteilungen. Im OP-Bereich und in der Diagnostik führen die Sterilisation und die an Lufttausch anknüpfenden strikten Vorgaben schon an sich zu einem hohen Verbrauch. Darüber hinausgehend ist auch der Strombedarf der medizintechnischen und diagnostischen Einrichtungen bedeutend. Im Laufe der Umsetzung des Projektes gilt es als wichtiger Faktor, dass die gesetzten Ziele ohne die Verschlechterung des Leistungsniveaus umzusetzen sind. Im Sinne dessen wäre eine Reduktion der Betriebszeiten der am Heilprozess direkt beteiligten Anlagen zwecks Drosselung des Verbrauches keinesfalls zielführend, da hierdurch die auch aktuell auf Hochtouren laufende Krankenversorgung noch stärker behindert wäre. Möglichkeiten zur Intervention sind nebst Steigerung des Wirkungsgrades der Haustechniksysteme und Rationalisierung der Betriebszeiten der an den therapeutischen Prozess nicht anknüpfenden Verbraucher zu erheben.

Der Wasserverbrauch liegt bei den untersuchten Krankenanstalten bei 264 bzw. 607 Liter je Bett. Ein Vergleich mit den Angaben der Wiener Krankenhäuser zeigte, dass dieser Wert dies- und jenseits der Grenze nahe zu identisch ausfällt.

Auch was das Wasser angeht sind sowohl hinsichtlich des Kaltwasserverbrauches als auch an den Warmwasserverbrauch anknüpfend detaillierte Zählmodalitäten auszugestalten. An vielen Orten sind sparsame Wasserhähne angebracht. Im Soproner Krankenhaus hat die Verwendung von Wasser sparenden Toilettenspülungen ein Problem im Abwassersystem verursacht, weswegen auf Behälter von größerem Volumen umgestiegen werden musste, damit beim Spülen keine Verstopfungen entstehen.

Hinsichtlich der Struktur der verwendeten Energie spielt nebst den Einrichtungen der Faktor Mensch die wichtigste Rolle. Diese Aussage bezieht sich sowohl auf den Ansatz der Mitarbeiter als auch auf den Ansatz der Patienten. Es ist auch in den anderen Moduls des Projektes zu erkennen, was für bedeutende Resultate sogar durch einfache Hinweise, bzw. Kampagnen von geringem Budget erzielt werden können. Im energetischen Bereich ist das Einsparungspotential hier am schwersten abschätzbar, langfristig aber einen der wichtigsten Grundpfeiler der Nachhaltigkeit. Die Rolle des Faktors Mensch ist bei der Betriebszeit der von geringem Verbrauch gekennzeichneten Einrichtungen bedeutend. Die durch eine sparsame Verwendung der PCs, der Beleuchtung oder gar der Batterieladegeräte erzielten Einsparungen, die einem als unbedeutend vorkommen mögen, können in Summe eine nachweisbare Einsparung bewirken.

6 Literatur

ETU GmbH (2011) <http://www.etu.at/produkte/gebäudeprofi/gebäudeprofi-plus-wohn-und-nichtwohngebäude.html>. 21.3.2011.

Hoffmann, M.; Kulterer, K. (2009) Leitfaden für Pumpenaudits. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW). Wien.

Kolarik, F.; Wieland, H.; Claus, G.; Bouse, D. (2002) Energieeffiziente Lüftungsanlagen in Betrieben. Informationszentrum Energie. Baden-Württemberg.

Kranzl, L.; Müller, A.; Formayer, H. (2011) Kühlen und Heizen 2050: Klimawandel und andere Einflussfaktoren. Wien.

Mitterndorfer, M.; Trnka, G.; Simander, G.; Barth, T. (2012) Länderübergreifende Informationsdrehscheibe: Energie- und Ressourceneffizienz im Gesundheitswesen. (Projekt L00069 - HEALTH). Arbeitspaket 4 - Energie 3. Band 1: Analyse und Bewertung des Energieeinsparpotenzials von HLK Systemen in Krankenanstalten Hrsg. v. Programm zur grenzüberschreitenden Kooperation Österreich - Ungarn 2007-2013 gefördert aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung. Wien.

ÖNORM 5056 (2006) Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Heiztechnik - Energiebedarf.

ÖNORM B 8110-5 (2007) Wärmeschutz im Hochbau. Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile.

Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB) (2007a) Energieeinsparung und Wärmeschutz (OIB-Richtlinie 6). Wien.

Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB) (2007b) Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden. Wien.

Simader, G.; Rakos, C. (2005) Klimatisierung, Kühlung und Klimaschutz: Technologien, Wirtschaftlichkeit und CO₂-Reduktionspotentiale. Materialband. Wien.

Trnka, G.; Mitterndorfer, M.; Simander, G.; Barth, T. (2012) Länderübergreifende Informationsdrehscheibe: Energie- und Ressourceneffizienz im Gesundheitswesen. (Projekt L00069 - HEALTH). Arbeitspaket 4 - Energie 2. Band 2: Analyse des Energieverbrauchs des Heizungs-, Lüftungs-, Klimasystems (HLK) und energetische Beurteilung der Gebäude. Hrsg. v. Programm zur grenzüberschreitenden Kooperation Österreich - Ungarn 2007-2013 gefördert aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung. Wien.

Uli, J. (2008) Solare Klimatisierung und Kälteerzeugung aus Sicht eines Systemanbieters. Osnabrück.