



Energiebericht der Museen der Stadt Köln 2015

erstellt durch:

VII-5 | Kulturbauten / Kunst und Kultur / Energiemanagement

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	4
1.1	Vorbemerkung	4
1.2	Kurzfassung / Fazit / Ausblick	6
2	Museum Ludwig und Philharmonie / ML.....	9
2.1	Allgemeine Daten.....	9
2.2	Energieverbrauchs- und Kostenstatistik	10
2.2.1	Heizung	10
2.2.2	Strom.....	10
2.2.3	Wasser.....	11
2.3	Emission Gesamtbilanz	11
2.4	Brunnenwasser	12
3	Römisch-Germanisches Museum / RGM	13
3.1	Allgemeine Daten.....	13
3.2	Energieverbrauchs- und Kostenstatistik	13
3.2.1	Heizung	13
3.2.2	Strom.....	14
3.2.3	Wasser.....	14
3.3	Emission Gesamtbilanz	15
3.4	Brunnenwasser	15
4	Wallraf-Richartz-Museum / WRM.....	16
4.1	Allgemeine Daten.....	16
4.2	Energieverbrauchs- und Kostenstatistik	16
4.2.1	Heizung	16
4.2.2	Strom.....	17
4.2.3	Wasser.....	17
4.3	Emission Gesamtbilanz	18
5	Kulturquartier am Neumarkt / KAN	19
5.1	Allgemeine Daten.....	19
5.2	Energieverbrauchs- und Kostenstatistik	19
5.2.1	Heizung	19
5.2.2	Strom.....	20
5.2.3	Wasser.....	20
5.3	Emission Gesamtbilanz	21

6	Museum für angewandte Kunst Köln / MAKK	22
6.1	Allgemeine Daten.....	22
6.2	Energieverbrauchs- und Kostenstatistik	22
6.2.1	Heizung	23
6.2.2	Strom.....	23
6.2.3	Wasser.....	24
6.3	Emission Gesamtbilanz	25
7	Museum für ostasiatische Kunst / MOK	26
7.1	Allgemeine Daten.....	26
7.2	Energieverbrauchs- und Kostenstatistik	26
7.2.1	Heizung	26
7.2.2	Strom.....	27
7.2.3	Wasser.....	27
7.3	Emission Gesamtbilanz	28
8	Kölnisches Stadtmuseum / KSM.....	29
8.1	Allgemeine Daten.....	29
8.2	Energieverbrauchs- und Kostenstatistik	29
8.2.1	Heizung	29
8.2.2	Strom.....	30
8.2.3	Wasser.....	30
8.3	Emission Gesamtbilanz	31
9	Nebengebäude	32
10	Gesamtzusammenstellung	34
10.1	Energiekosten	34
11	Energiemanagement Sachstandsbericht	36
11.1	Durchgeführte Maßnahmen	36
11.2	Ausblicke	36
12	Abkürzungsverzeichnis	37
13	Anlagen	38

1 Einführung

1.1 Vorbemerkung

Im jährlichen Energiebericht der Stadt Köln werden die Museen nicht erfasst. Für das Dezernat Kunst und Kultur der Stadt Köln soll daher in Anlehnung an den Energiebericht der Stadt Köln jährlich ein separater Bericht für die Museen und die zugehörigen Nebengebäude erstellt werden. Durch die Erstellung von jährlich fortgeschriebenen Energieberichten wird eine Grundlage geschaffen, die allen interessierten Mitbürgern die Situation der Energieversorgung der Museen transparent macht. Mit Hilfe einer solchen durchgängigen Energiekosten- und Verbrauchsaufstellung können die energetischen Auswirkungen von Sanierungsmaßnahmen und sonstige Änderungen am Gebäudebestand dargestellt sowie finanziell und umweltpolitisch bewertet werden.

Im ersten Ansatz werden alle zu betrachtenden Gebäude (siehe Bild 1) mit ihren spezifischen Kennwerten erfasst und der Energieverbrauch für Strom, Wärme und Wasser aus den Abrechnungen der Energieversorger zugeordnet. Soweit möglich wird dies rückwirkend bis 2011 erstellt, so dass man über einen Betrachtungszeitraum von fünf Jahren verfügt. Der Verbrauch und die Kosten von 2011 werden als Basiswerte für alle Veränderungen mit 100% angesetzt.

Längerfristig sollen die Voraussetzungen geschaffen werden, einzelne Hauptverbraucher innerhalb der Museen separat zu erfassen, um diese einer Bewertung und Optimierung zuzuführen.

Um eine Vergleichbarkeit des Heizenergieverbrauches trotz unterschiedlichen klimatischen Jahresverläufen zu erhalten, wird normalerweise eine Normierung der Verbrauchswerte mit Hilfe des ortsabhängigen Klimafaktors nach EnEV, der vom Deutschen Wetterdienst (DWD) veröffentlicht wird, vorgenommen. Für den Museumsbetrieb ist durch die hohen Anforderungen an konstante Feuchtebedingungen ein großer Anteil des Energiebedarfes unabhängig von den Außentemperaturen erforderlich. So wird auch im Sommer Wärme benötigt, um die entfeuchtete Luft auf Zulufttemperatur zu erwärmen. Da dies von den üblichen Klimabereinigungen nicht berücksichtigt wird, wird in diesem Bericht auf eine Bereinigung verzichtet. Eine Ausnahme hierzu bildet das Kölnische Stadtmuseum, da in diesem Gebäude keine Klimaanlage installiert sind und somit die Bereinigung für den Vergleich verschiedener Jahre sinnvoll möglich ist.

Für die Vergleichbarkeit der Museen untereinander erfolgt die Bildung von Energieverbrauchskennwerten indem der Energiebedarf in Bezug auf die Nettogebäudefläche gesetzt wird. Inwieweit eine genauere Differenzierung nach Ausstellungsflächen, Depot- und Verwaltungsflächen sinnvoll ist, soll erst im Rahmen der nächsten Jahresberichte untersucht werden.

Das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) hat in seiner Bekanntmachung „Regeln für Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand“ vom 7. April 2015 Regeln zur vereinfachten Ermittlung von Energieverbrauchswerten (Wärme und Strom) und zur Witterungsbereinigung im Nichtwohngebäudebestand aufgestellt und mittlere Vergleichswerte angegeben.

Auch hier wird der Verbrauch auf die Nettogrundfläche des Gebäudes bezogen. Die Bekanntmachung dient im Wesentlichen dem Zweck der Erstellung von Energieausweisen. Da dies nicht Zweck des Berichtes ist, wird lediglich der Vergleichswert für eine Einschätzung des tatsächlichen Verbrauchs der Museen herangezogen. Auf die Witterungsbereinigung wird – wie vorher begründet – verzichtet.

Maßgebliches Kriterium für die Ermittlung der Vergleichswerte ist die Zuordnung des Gebäudes nach dem Bauwerkszuordnungskatalog. Museen würden demnach zu Ausstellungsgebäuden (Zuordnungsnummer 9120) zählen. Aufgrund der hohen klimatischen Anforderungen wird hier jedoch eher die Zuordnung zu Veranstaltungsgebäuden (Zuordnungsnummer 9140) gesehen, die bei der Wärme mit 110 kWh/m^2 pro Jahr einen um fast 50% höheren Wert haben. Im Stromverbrauch liegt der Mittelwert bei beiden Kategorien bei 40 kWh/m^2 im Jahr.

Zur Beurteilung des Energieverbrauches in Bezug auf die Umwelt wird der CO_2 -Ausstoß berechnet. Hierzu wird auf die von den Energielieferanten garantierten maximalen CO_2 -Emissionswerte pro verbrauchter Energiemenge zurückgegriffen.

Das Kapitel Nebengebäude beinhaltet eine Tabelle in der auch alle Nebengebäude wie Depots und Sonderausstellungsräume enthalten sind. Diese Nebengebäude werden in der vorliegenden Energiebetrachtung nur auszugsweise untersucht. Ziel sollte es jedoch sein auch diese Gebäude in späteren Berichten vollständig mit einzubeziehen.

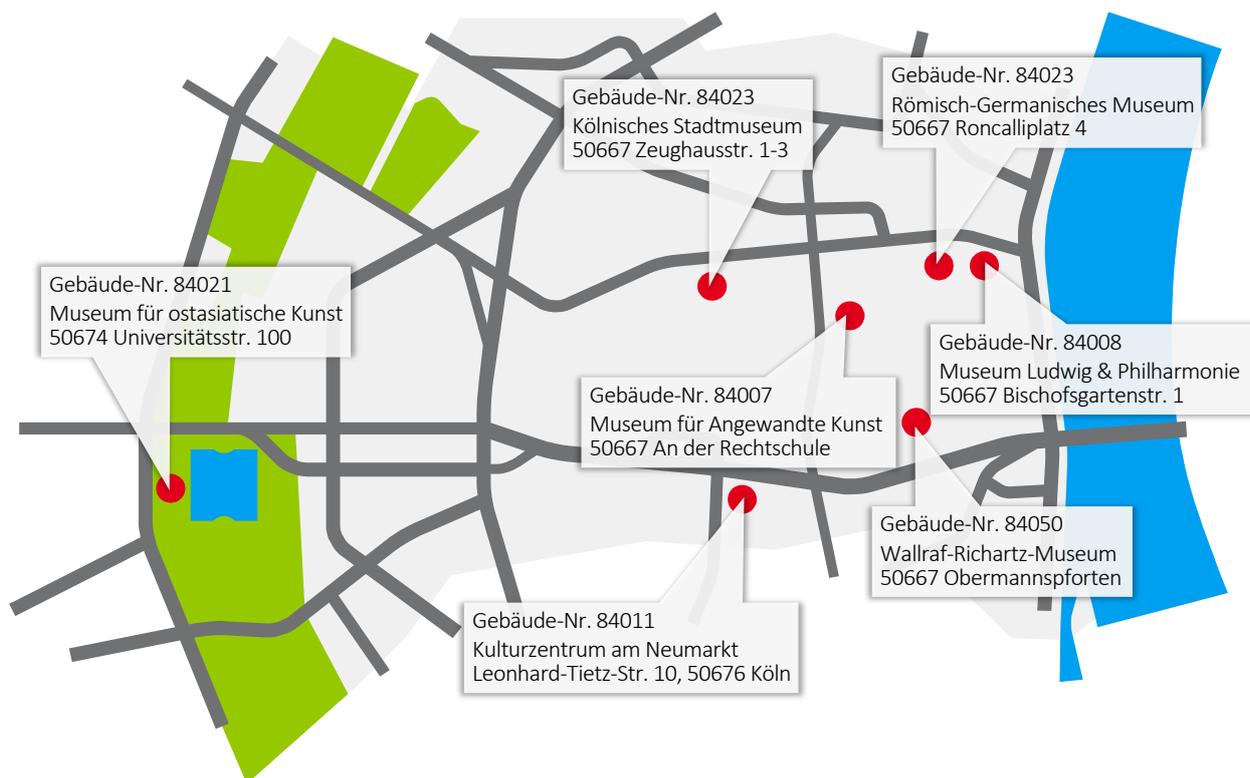


Bild 1: Standorte der Museen der Stadt Köln

1.2 Kurzfassung / Fazit / Ausblick

Die Museen der Stadt stellen bezüglich ihrer Bauzeiten und Gebäudesubstanz sehr unterschiedliche Zustände dar. Die neueren Museen ab Baujahr 2000 sind weitgehend auf dem Stand der Technik und lassen nur in Teilbereichen wie z.B. Beleuchtung/LED oder Anlagenregelung Verbesserungspotentiale erwarten. Die älteren Bauten hingegen weisen bei der Anlagentechnik und der Gebäudehülle ein großes Potenzial zur Energieeinsparung sowie häufig auch einen ausgeprägten konventionellen Sanierungsbedarf auf. Im Vergleich mit dem heutigen Stand der Energieeinsparverordnung (EnEV-2016) weisen die Gebäudehüllen, z.B. bei Fenster, Dach, Außenwand etc. 2 bis 8-fach höhere Energieverluste auf. Die Anlagentechnik zur Beheizung und Klimatisierung befindet sich häufig noch auf dem technischen Stand der Bauzeiten und wurde bestenfalls in Teilen überarbeitet. Hier wurden die Nutzungszeiten/Sanierungsintervalle oft deutlich überschritten, weshalb durch die fortgeschrittene Technik der mittlerweile übernächsten Generation erhebliche Einsparpotentiale bestehen.

So verbraucht z.B. das Museum Ludwig, mittlerweile über 30 Jahre alt, 40% des Gesamtenergieverbrauchs aller Museen (siehe Bild 2), was neben der Größe des Museums vor allem der veralteten Gebäudetechnik zuzuschreiben ist.

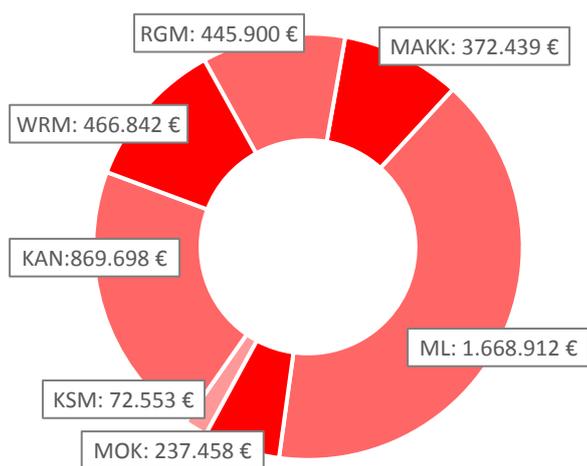


Bild 2: Gesamtenergiekosten 2015 der Museen ohne Nebengebäude. KAN inklusive Schnüttgen. ML ohne Philharmonie

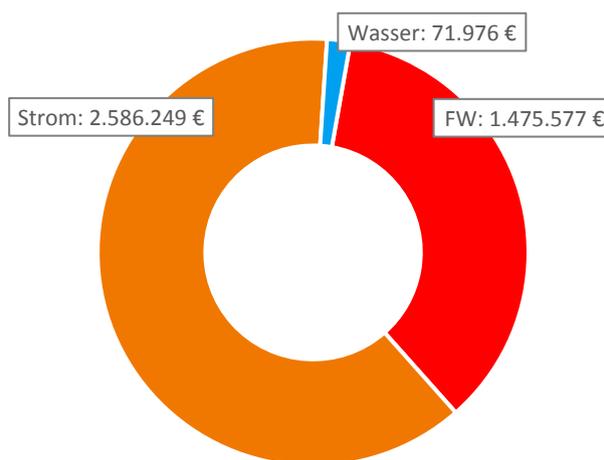


Bild 3: Aufteilung der Kosten 2015 auf die Energieträger.

Bild 3 zeigt, wie sich die Kosten auf die Energieträger verteilen. Deutlich erkennbar ist, dass die Stromkosten den höchsten Anteil ausmachen. Hier wird ein hohes Einsparpotential durch Ausbau der LED-Technik mit bedarfsgerechter Schaltung und Ersatz von Ventilatoren durch moderne hocheffiziente Ventilatoren mit Drehzahlregelungen gesehen.

Während es in den einzelnen Museen positive und negative Schwankungen im Stromverbrauch bezogen auf das Jahr 2014 gegeben hat, lag der Gesamtstromverbrauch in 2015 mit 18.780 MWh nahezu identisch mit dem Vorjahr. Dies trifft auch auf die Stromkosten von ca. 2,6 Mio € zu.

Der Fernwärmeverbrauch ist gegenüber dem Vorjahr um ca. 38% auf 21.649 MWh angestiegen, wodurch Energiekosten in Höhe von 1,5 Mio € angefallen sind. Der Mehrverbrauch ist sicherlich teilweise auf die für die Heizung ungünstigere Witterung zurückzuführen. Der Wasserverbrauch ist um 13% gegenüber dem Vorjahr angestiegen und verursachte damit Kosten in Höhe von 71.976 €.

Bild 4 zeigt die Gesamt-Energiekostenentwicklung der einzelnen Museen seit 2011 auf. Auffallend sind die hohen Kostensteigerungen bei dem Museum Ludwig. Es kann über die Gründe nur spekuliert werden.

Beim Wallraf-Richartz-Museum kann man über die letzten drei Jahre eine deutliche Kostensenkung erkennen. Dies ist ein positives Beispiel, wie sich energetische Sanierungsmaßnahmen und konsequenter Anlagenbetrieb mit Blick auf energetische Optimierungen auswirken.

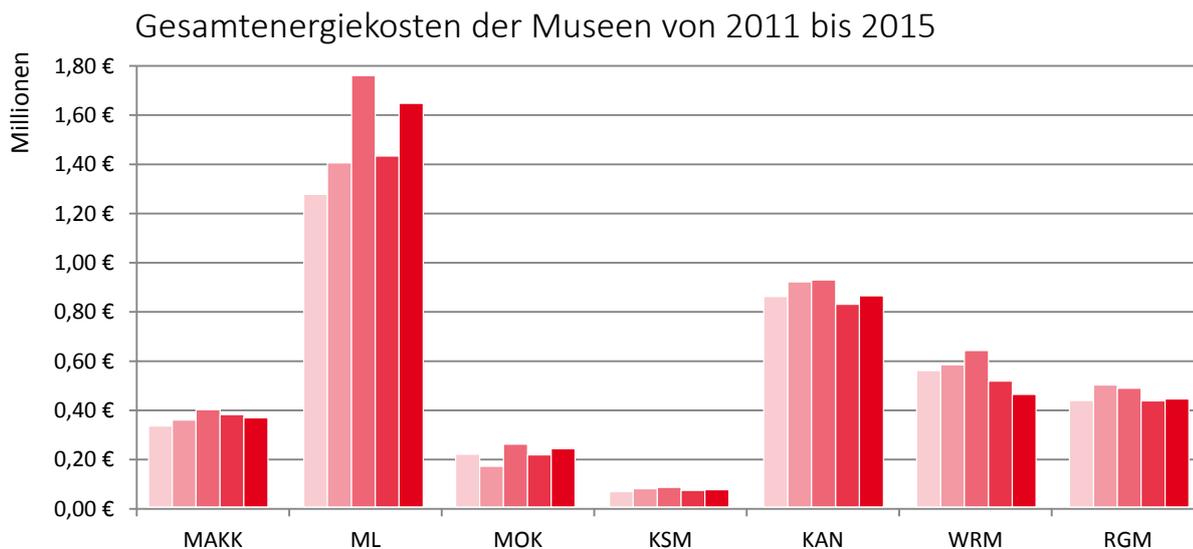


Bild 5: Energiekostenentwicklung der Museen. ML ohne Philharmonie. KAN inkl. Schnüttgen

Die Gesamtjahreskosten der Museen geben in den letzten Jahren keine eindeutigen Hinweise auf eine erfolgreiche Energieverbrauchsoptimierung. Einzelne Maßnahmen, die durchgeführt wurden, sind in der Summe durch Mehrkosten in anderen Bereichen verdeckt worden. Effekte wie positive Witterungseinflüsse dürfen diese Erkenntnisse nicht verschleiern. Die Erarbeitung durchgängiger Energieeinsparkonzepte und die konsequente Durchführung sind daher zwingend erforderlich.

Folgende Maßnahmen werden in Zukunft verstärkt angegangen: Energiebedarfsberechnungen aller Museen zur Erfassung und Bewertung energierelevanter Maßnahmen, Umsetzung der Energieleitlinie für Neubau- und Sanierungsmaßnahmen, Durchführung von Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand, Überprüfung der technischen Anlagen hinsichtlich ihrer Energieeffizienz, Aufbau einer modernen Management- und Bedienebene, Schulung von Mitarbeitern, Aufbau eines umfassenden Energiecontrollings, Einführung automatisierter Energiezählerablesung in ausgewählten Gebäuden sowie Implementierung einer umfangreichen Erfassungs- und Auswertesoftware.

Betrachtet man die Entwicklung der Emissionswerte über alle Museen gemäß Bild 5, so ist hier deutlich der Einfluss der Witterung zu erkennen. Die Jahre 2014 und 2015 waren überdurchschnittlich warme Jahre und damit war relativ wenig Wärme für die Gebäudeheizung erforderlich. Dies schlägt sich in den Berechnungen für den CO₂-Ausstoß nieder. Die Gesamtbilanz der CO₂ Emissionen errechnet sich aus den Emissionen zur Stromerzeugung, gemäß Stromliefervertrag mit 289 gCO₂/kWh und den Emissionen zur Fernwärmeerzeugung mit 79 gCO₂/kWh nach Angaben der RheinEnergie AG.

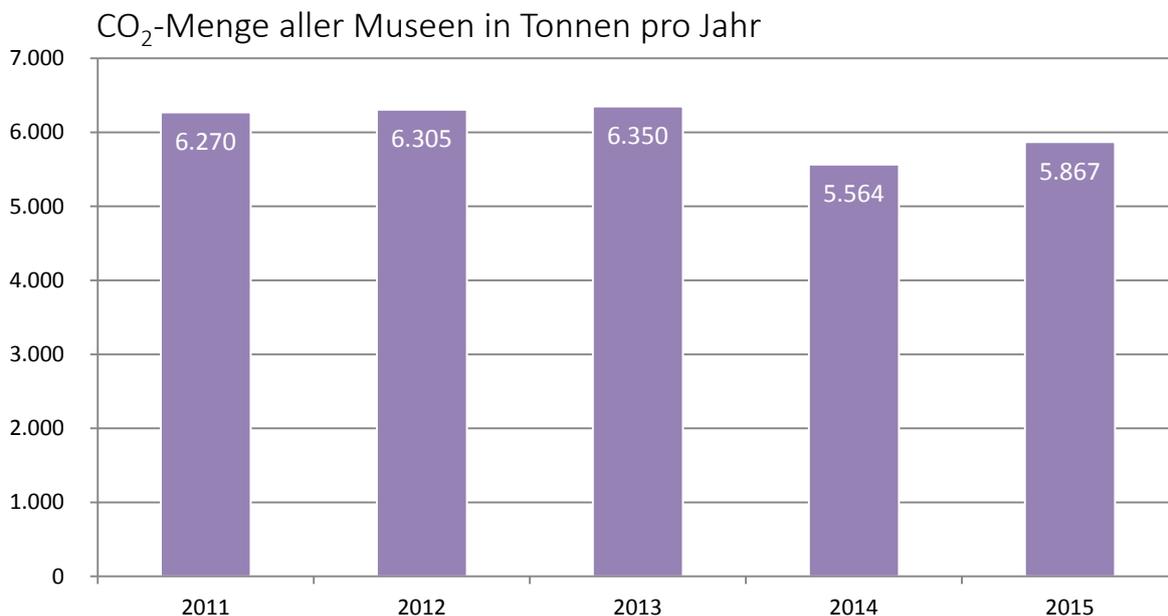


Bild 5: Gesamte CO₂-Menge aller Museen in Tonnen pro Jahr.

Unter Berücksichtigung der Nettogrundfläche der Museen ergibt sich ein spezifischer Energiekostenverbrauch gemäß Bild 6. Deutlich ist zu erkennen, dass das Museum Ludwig einen extrem hohen Energiekostenbedarf hat. Energetische Sanierungsmaßnahmen sind hier dringend erforderlich und damit voraussichtlich auch wirtschaftlich darstellbar.

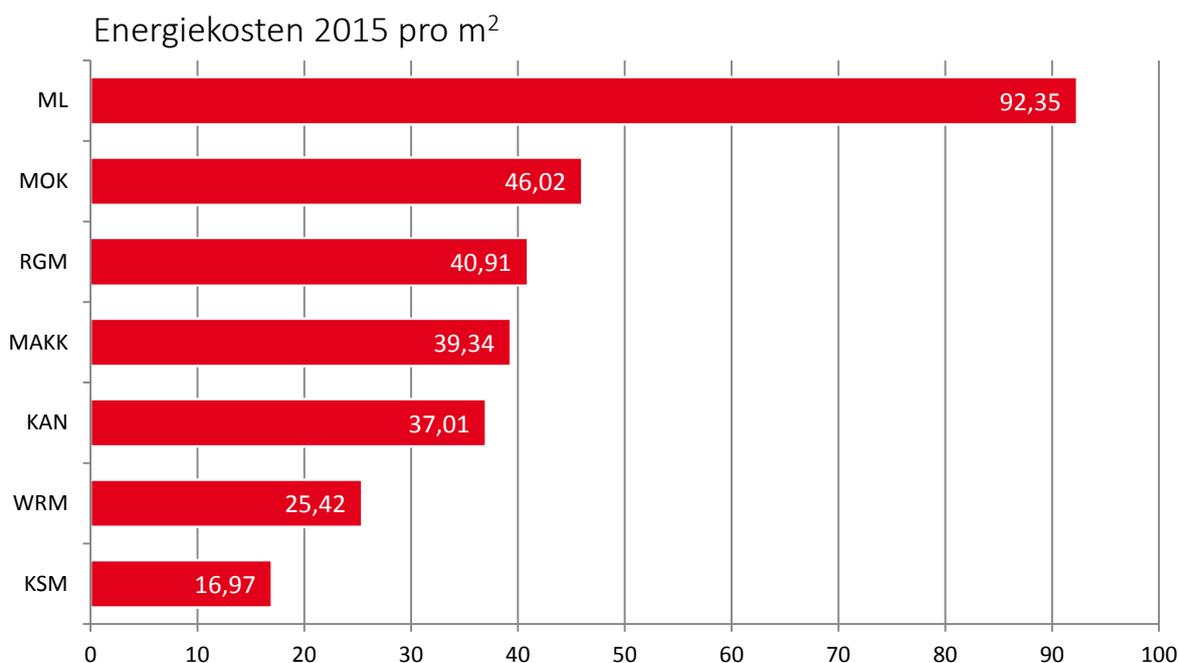


Bild 6: Energiekosten 2015 pro m² Nettogrundfläche.

2 Museum Ludwig und Philharmonie / ML

2.1 Allgemeine Daten

Heinrich-Böll-Platz | 50667 Köln

Gebäude-Nr. 84008 | Ordnungsziffer 4511

Nettogebäudefläche 18.071 m² | Ausstellungsfläche: ca. 9000 m² | Baujahr/Bezug 1986

Besonderheiten

Das Museum Ludwig ist mit der Kölner Philharmonie in einem Gebäude untergebracht. Die technischen Anlagen werden über gemeinsame Strom-, Fernwärme- und Wassereinspeisungen versorgt. Auch die technischen Zentralen werden gemeinsam genutzt. Anlagentechnisch besteht weitgehend eine Trennung zwischen den Nutzern, so dass mit geeigneten Zählern eine energetische Nutzerzuordnung für einen Großteil der Energie erfolgen könnte. Da das installierte Zählerkonzept nicht durchgängig ist, wird es jedoch nicht zur Energieverbrauchs- und Kostenermittlung herangezogen, sondern es erfolgt eine feste Verrechnung von $\frac{1}{3}$ Kosten Philharmonie, $\frac{2}{3}$ Kosten Museum Ludwig. Diese Aufteilung liegt auch diesem Bericht zugrunde.

Es wird grundsätzlich nur der Kosten-/Verbrauchsanteil des Museum Ludwig aufgeführt.

Die technischen Anlagen werden durch das Personal der Bauabteilung des Dezernates Kunst und Kultur betreut.

Für das Museum und die Philharmonie ist ein umfangreiches Sanierungskonzept für den Bereich der Lüftungsanlagen beschlossen. Ab Mitte 2016 soll mit der Sanierung von vier großen Lüftungsanlagen begonnen werden. Aufgrund der räumlichen Situation handelt es sich jedoch nur um Teilsanierungen, so dass die grundsätzliche Anlagenkonstellation auch im Bereich der Wärmerückgewinnung erhalten bleibt.

Zum 01.01.2015 wurde die FW-Anschlussleistung um 500 kW reduziert. Nach Erneuerung der FW-Austauscher konnte zum 01.10.2015 der Anschlusswert nochmals um 500 kW auf 3.000 kW gesenkt werden. Dies hat im Wesentlichen einen positiven Einfluss auf die Energiekosten.

Mitte 2015 wurde die Warmwasserbereitung saniert. Trotz kleinerer Speicherbehälter stellt sich nach der Sanierung der Wärmebedarf höher dar, da die geforderten Warmwassertemperaturen nun eingehalten werden können und zur Vermeidung von Legionellen eine Aufheizschaltung realisiert wurde.

In der Sonderausstellung wurde die Lichtdecke saniert und die Strahler durch LED-Technik ersetzt. Hierdurch können Einsparungen in Höhe von 231.800 kWh Strom pro Jahr realisiert werden.

2.2 Energieverbrauchs- und Kostenstatistik

	2015	2014	2011	Vergleich zu 2014	Vergleich zu 2011
	€	€	€	%	%
	1	2	3	4	5
				$4 = (1/2-1) \cdot 100$	$5 = (1/3-1) \cdot 100$
FW	643.397	464.820	459.452	38	40
Strom	1.001.421	966.453	812.832	4	23
Wasser	24.094	23.795	15.781	1	53
Gesamt	1.668.912	1.455.069	1.288.065	15	30

Tabelle 1: ML Energiekostenentwicklung im Vergleich zum Vorjahr und dem Referenzjahr 2011. ML ohne Philharmonie.

2.2.1 Museum Ludwig / Heizung

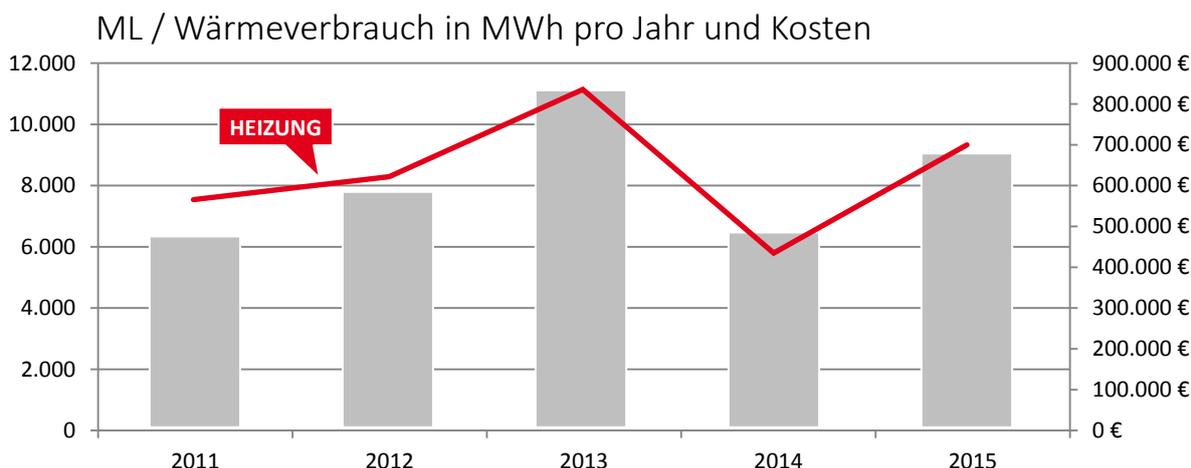


Bild 7: ML / Wärmebedarf in MWh und Kosten in Euro pro Jahr. ML ohne Philharmonie.

2.2.2 Museum Ludwig / Strom

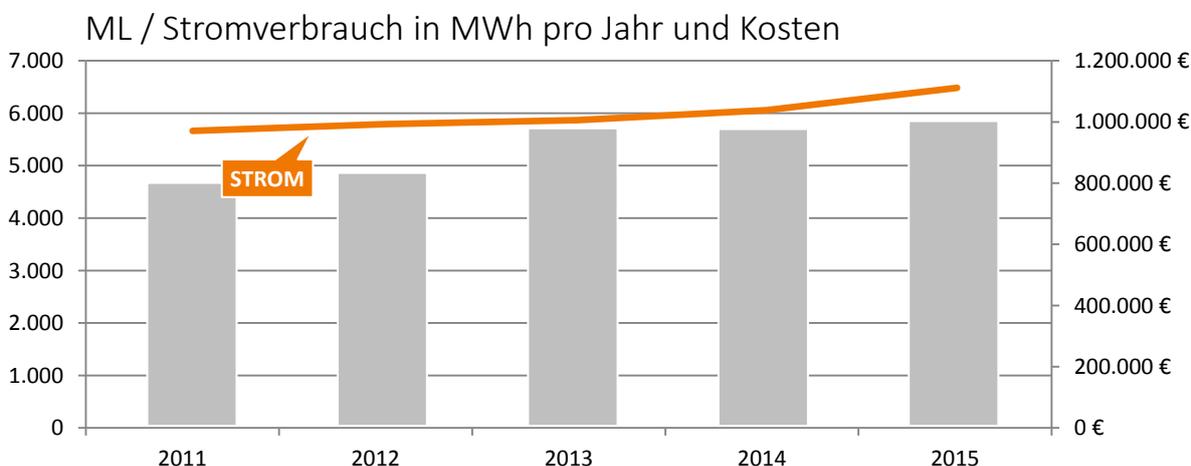


Bild 8: ML / Strombedarf in MWh und Kosten in Euro pro Jahr. ML ohne Philharmonie.

2.2.3 Museum Ludwig / Wasser

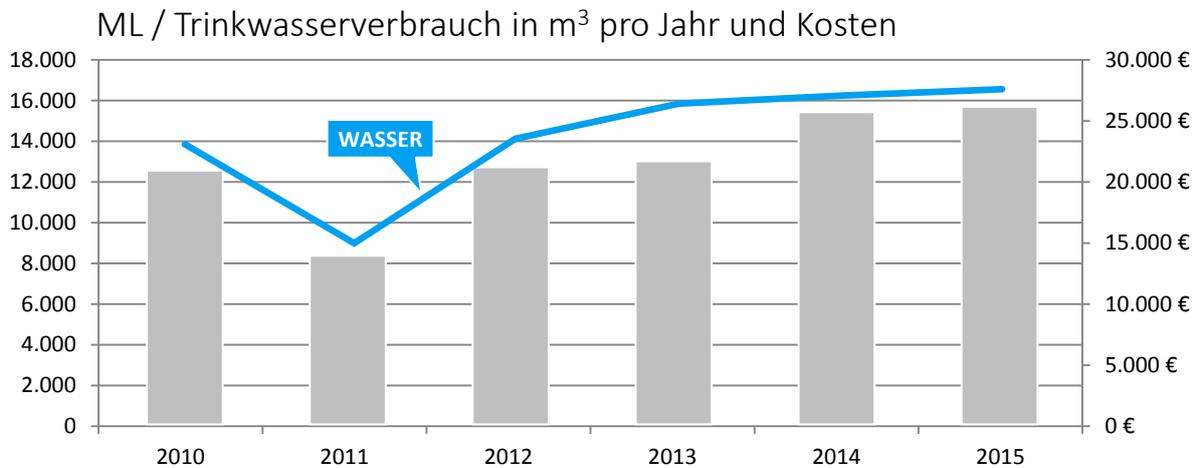


Bild 9: ML / Wasserbedarf in m³ und Kosten in Euro pro Jahr. ML ohne Philharmonie.

2.3 Emission Gesamtbilanz

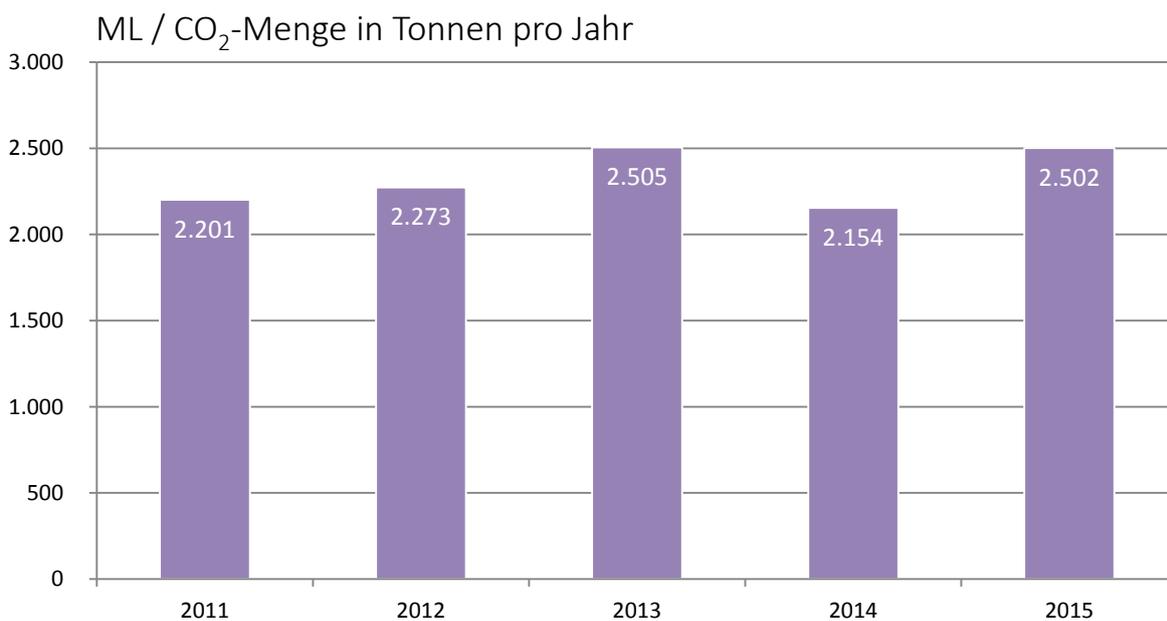


Bild 10: ML / CO₂-Menge in Tonnen pro Jahr. ML ohne Philharmonie.

2.4 Brunnenwasser

Im Museum Ludwig wird zur Rückkühlung der Kältemaschinen über zwei Brunnen Grundwasser gefördert, welches nach der Nutzung als Kühlwasser über einen offenen Wasserlauf in den Rhein geleitet wird.

Zusätzlich wird das Brunnenwasser in den Wäschern zur Befeuchtung der Zuluft benötigt. Die immer schlechter werdende Regelbarkeit der alten Wäscher führt hier zu immer höheren Wasserdurchsätzen.

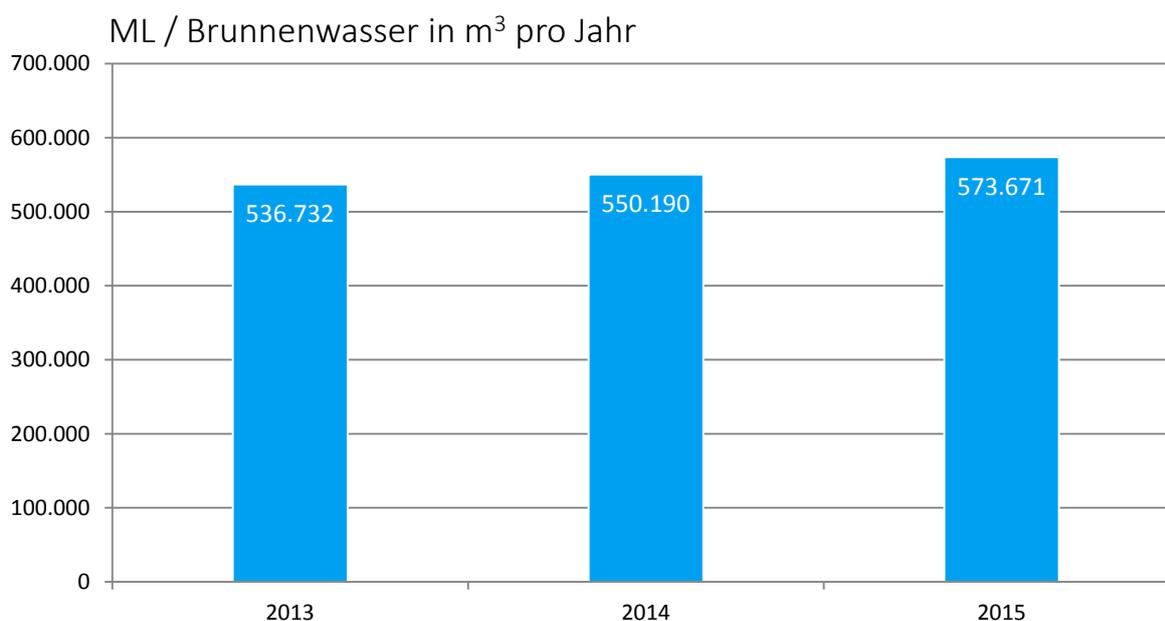


Bild 11: ML / Brunnenwasserbedarf in m³ pro Jahr. ML ohne Philharmonie.

An der Grafik kann man erkennen, dass der Brunnenwasserbedarf in den letzten drei Jahren kontinuierlich angestiegen ist. Ursächlich hierfür ist neben dem oben beschrieben Punkt der Wäscher-Regelung der Anstieg der mittleren Grundwassertemperaturen von 14,85°C in 2013 auf 16,38°C in 2015, die desolate Brunnenwassersteuerung, als auch Mängel bei der Kältemaschinenregelung. Durch die Sanierung der Brunnenpumpenanlage einschließlich Steuerung in 2016 sollen diese Mängel behoben werden. Auf die steigenden Grundwassertemperaturen und den damit verbundenen höheren Durchsatzmengen bei der Rückkühlung beziehungsweise der erforderlichen Nachspeisung mit Frischwasser kann nicht Einfluss genommen werden.

Die Betriebskosten für die Brunnenanlage betragen 2015 ohne Stromkosten, diese können noch nicht separat erfasst werden, und ohne Instandhaltungskosten anteilig für das Museum Ludwig 26.883 €. Dies entspricht ca. 0,05 €/m³.

3 Römisch-Germanisches Museum / RGM

3.1 Allgemeine Daten

Roncalliplatz 4 | 50667 Köln

Gebäude-Nr. 84018 | Ordnungsziffer 4512

Nettogebäudefläche 10.900 m² | Baujahr/Bezug 1974

Besonderheiten

Das RGM soll nach mehr als 40 Jahren Betriebszeit ab 2017 einer Generalsanierung unterzogen werden. Aus diesem Grund werden derzeit nur noch absolut notwendige Reparaturarbeiten durchgeführt. Im September 2015 wurden bereits die Zuluftanlagen 1, 8, 9 und 10 abgeschaltet.

Ein Energiecontrolling wird erst nach der Sanierung eingeführt.

3.2 Energieverbrauchs- und Kostenstatistik

	2015	2014	2011	Vergleich zu 2014	Vergleich zu 2011
	€	€	€	%	%
	1	2	3	4	5
				4 = (1/2-1) - 100	5 = (1/3-1) - 100
FW	187.032	162.748	148.962	15	26
Strom	250.913	268.184	281.668	-6	-11
Wasser	7.955	9.262	9.504	-14	-16
Gesamt	445.900	440.195	440.135	1	1

Tabelle 2: RGM / Energiekostenentwicklung im Vergleich zum Vorjahr und dem Referenzjahr 2011

3.2.1 Römisch-Germanisches Museum / Heizung

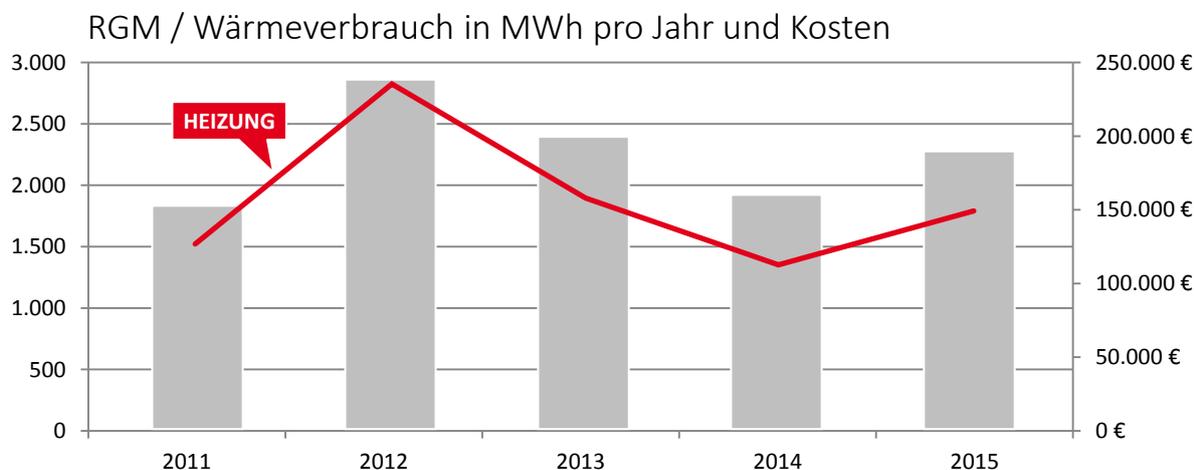


Bild12: RGM / Wärmebedarf in MWh und Kosten in Euro pro Jahr.

3.2.2 Römisch-Germanisches Museum / Strom

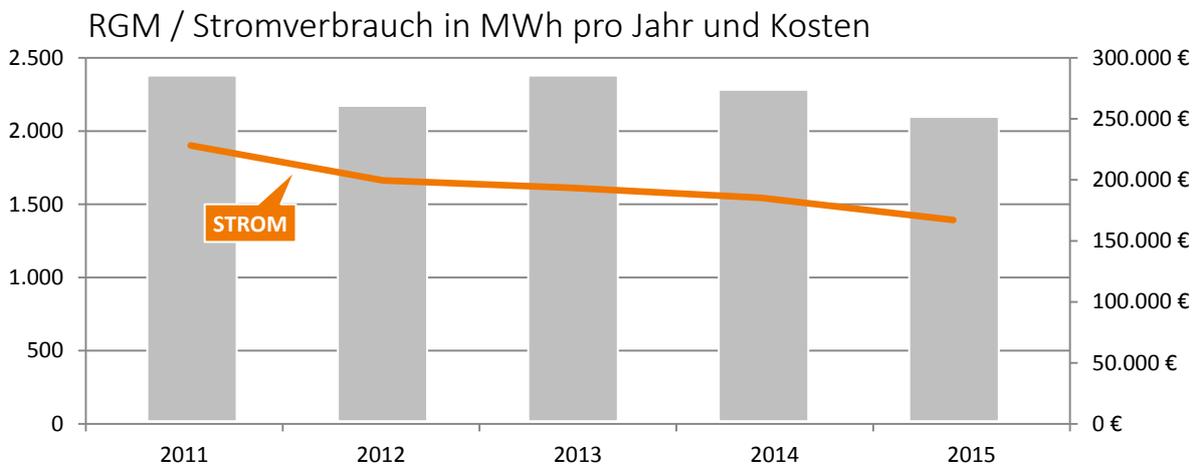


Bild 13: RGM / Strombedarf in MWh und Kosten in Euro pro Jahr.

3.2.3 Römisch-Germanisches Museum / Wasser

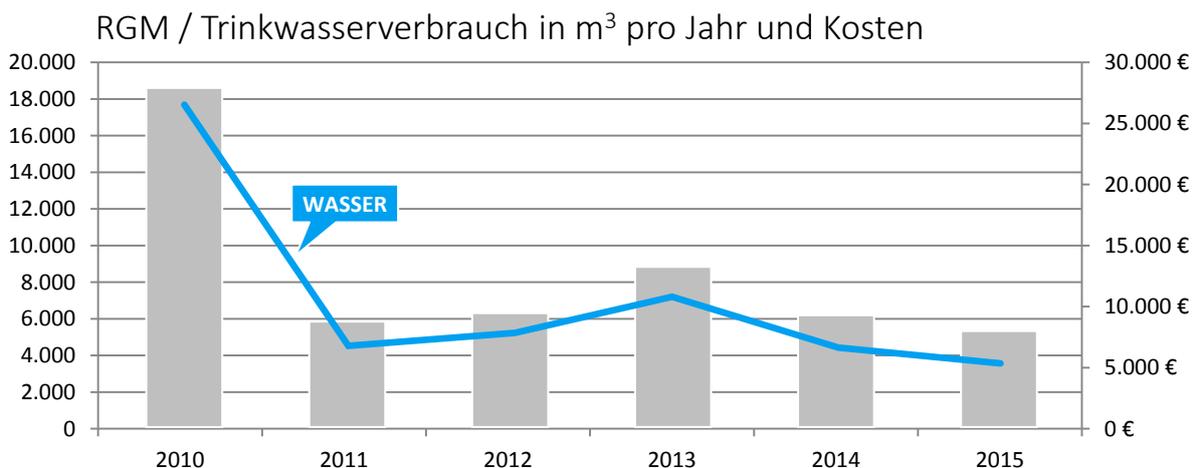


Bild 14: RGM / Wasserbedarf in m³ und Kosten in Euro pro Jahr.

3.3 Emission Gesamtbilanz

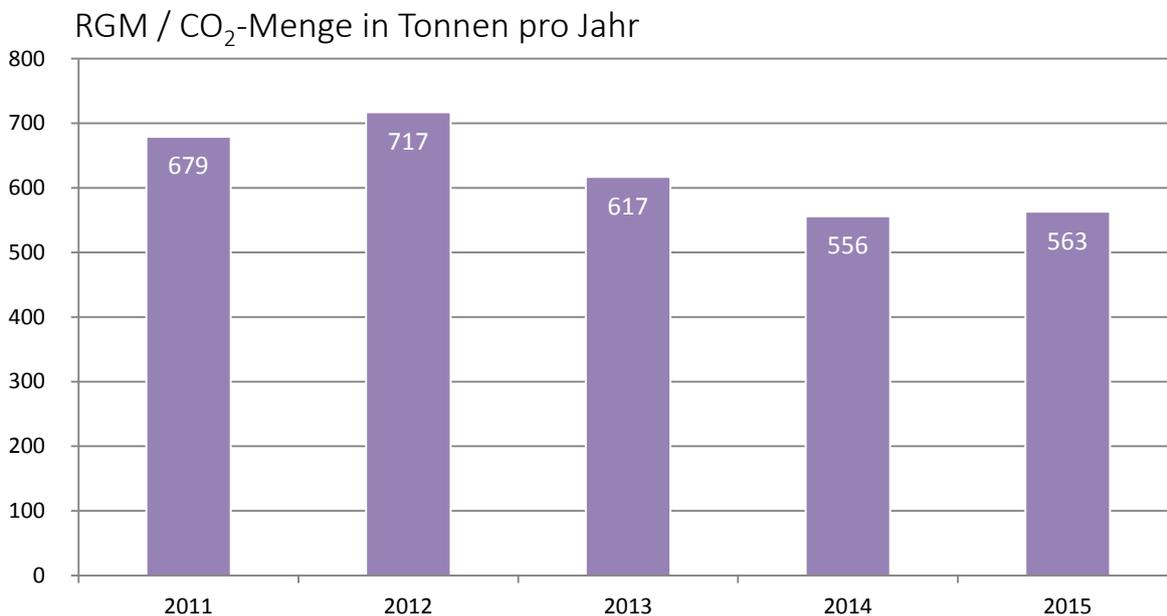


Bild 15: RGM / CO₂-Menge in Tonnen pro Jahr.

3.4 Brunnenwasser

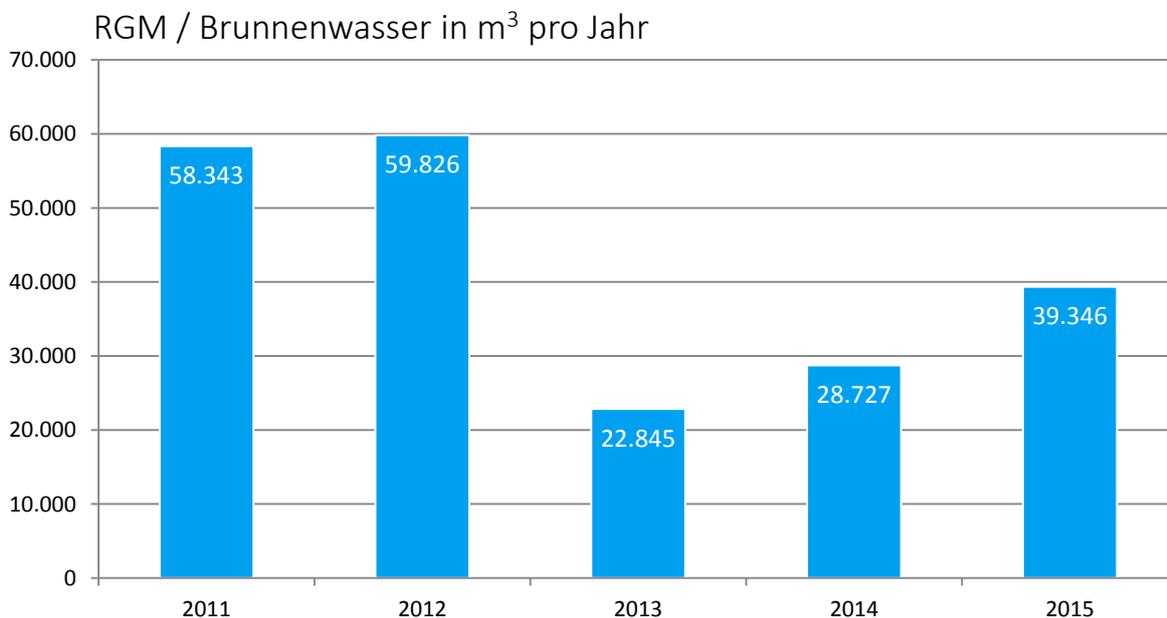


Bild16: RGM / Brunnenwasserbedarf in m³ pro Jahr.

Im RGM wird zur Rückkühlung der Kältemaschinen über zwei Brunnen Grundwasser gefördert, welches nach der Nutzung als Rückkühlwasser für die Kältemaschinen in den Kanal eingeleitet wird. Für den kontinuierlichen Mehrverbrauch von Brunnenwasser von 2013 bis 2015 ist sicherlich der Anstieg der mittleren Grundwassertemperaturen von 14,85°C in 2013 auf 16,38°C in 2015 verantwortlich.

4 Wallraf-Richartz-Museum / WRM

4.1 Allgemeine Daten

Obermarspforten | 50667 Köln

Gebäude-Nr. 84050 | Ordnungsziffer 4510

Nettogebäudefläche 18.366 m² | Baujahr/Bezug 2001

Besonderheiten

Im März 2015 wurde die Treppenhausbeleuchtung auf LED-Technik umgestellt. Die rechnerische Stromeinsparung durch diese Maßnahme beträgt 33.358 kWh.

In 2014 wurden die drei großen RLT-Anlagen saniert, das heißt, die Regelung wurde neu aufgesetzt, die Ventilatoren durch hocheffiziente Ventilatoren ersetzt und die Befeuchtung von Wäschern auf Hochdruckzerstäuber geändert. Besonders deutlich sind diese Maßnahmen am verminderten Strombedarf des Museums zu erkennen.

4.2 Energieverbrauchs- und Kostenstatistik

	2015	2014	2011	Vergleich zu 2014	Vergleich zu 2011
	€	€	€	%	%
	1	2	3	4	5
				$4 = (1/2-1) \cdot 100$	$5 = (1/3-1) \cdot 100$
FW	143.610	160.115	141.984	-10	1
Strom	316.512	352.005	415.828	-10	-24
Wasser	6.720	6.981	6.686	-4	1
Gesamt	466.842	519.102	564.497	-10	-17

Tabelle 3: WRM / Energiekostenentwicklung im Vergleich zum Vorjahr und dem Referenzjahr 2011.

4.2.1 Wallraf-Richartz-Museum / Heizung

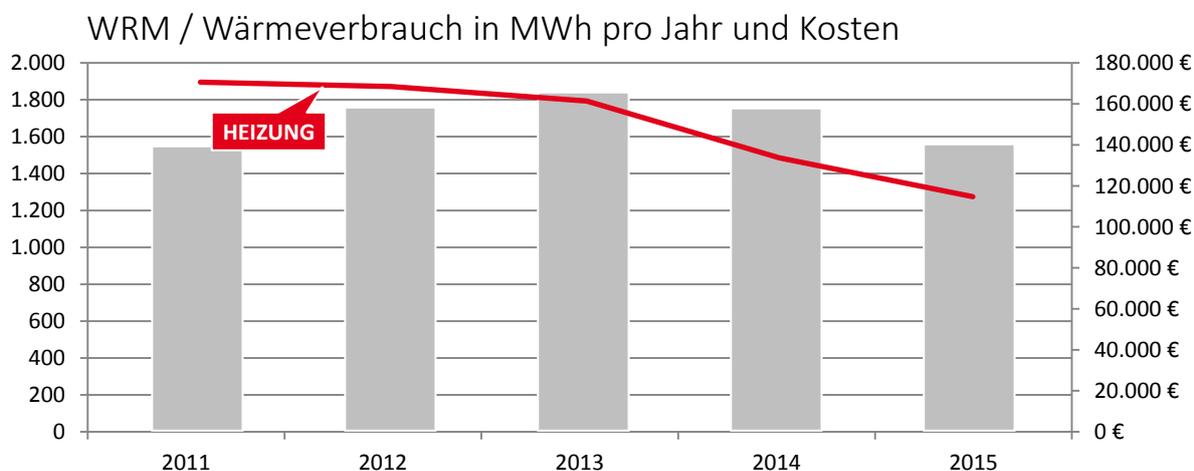


Bild 17: WRM / Wärmebedarf in MWh und Kosten in Euro pro Jahr.

4.2.2 Wallraf-Richartz-Museum / Strom

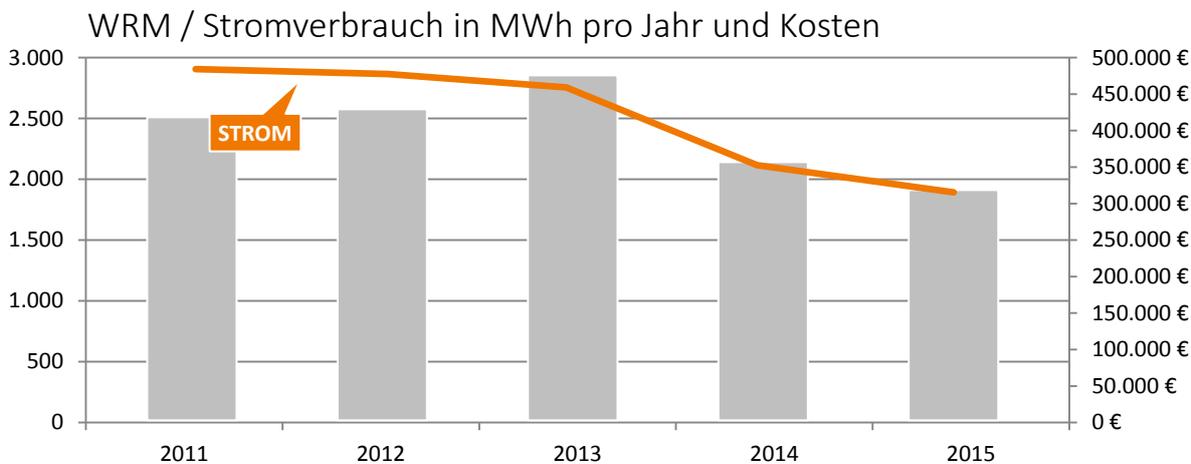


Bild18: WRM / Strombedarf in MWh und Kosten in Euro pro Jahr.

4.2.3 Wallraf-Richartz-Museum / Wasser

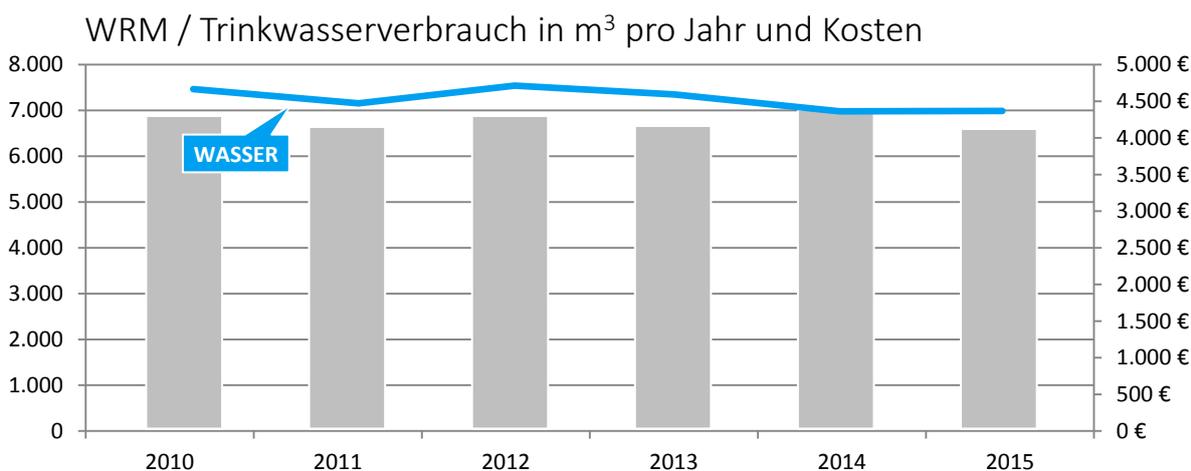


Bild 19: WRM / Wasserbedarf in m³ und Kosten in Euro pro Jahr.

4.3 Emission Gesamtbilanz

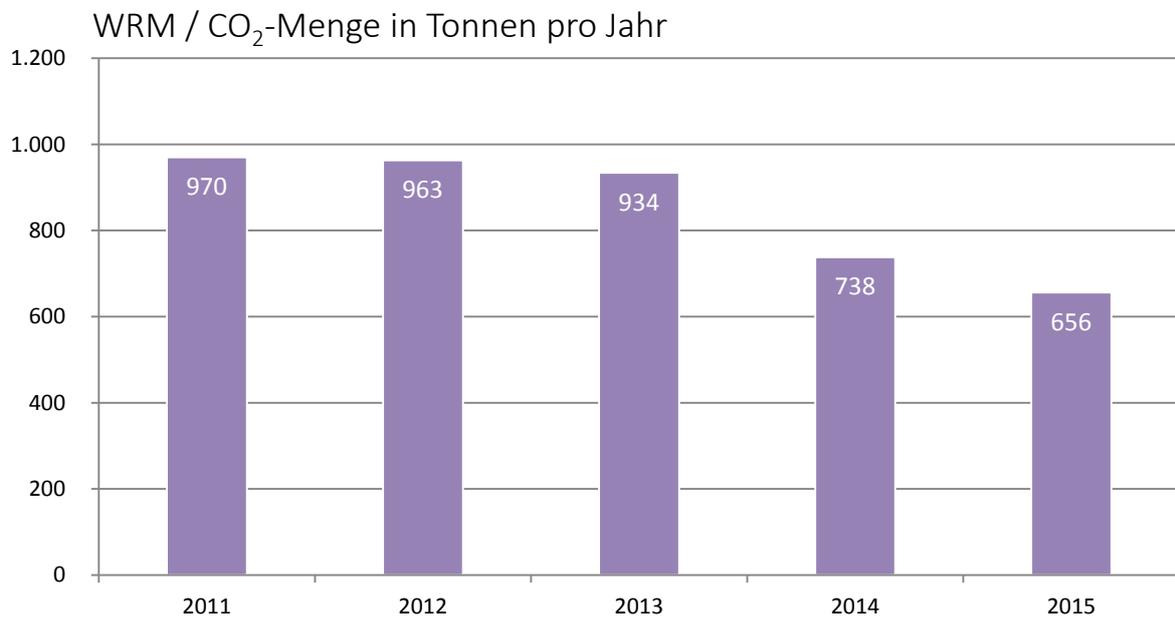


Bild 20: WRM / CO₂-Menge in Tonnen pro Jahr.

5 Kulturquartier am Neumarkt / KAN

5.1 Allgemeine Daten

Leonhard-Tietz-Str. 10 | 50676 Köln

Gebäude-Nr. 84011 | Ordnungsziffer 4513/4516

Nettogebäudefläche: 23.500 m² | Baujahr/Bezug 2010

Besonderheiten

Das Kulturquartier am Neumarkt beherbergt in seinem Gebäude das Museum Schnütgen, das Rautenstrauch-Jost-Museum sowie das JuniorMuseum und einen Veranstaltungssaal der Volkshochschule. Energietechnisch wird der gesamte Komplex als eine Einheit betrachtet.

Aufgrund bestehender Rechtsstreitigkeiten, die noch im Zusammenhang mit dem Neubau bestehen, dürfen anlagentechnisch nur bedingt Änderungsmaßnahmen durchgeführt werden.

5.2 Energieverbrauchs- und Kostenstatistik

	2015	2014	2011	Vergleich zu 2014	Vergleich zu 2011
	€	€	€	%	%
	1	2	3	4	5
				4 = (1/2-1) - 100	5 = (1/3-1) - 100
FW	200.776	187.772	188.226	7	7
Strom	655.932	648.175	673.411	1	-3
Wasser	12.990	8.829	9.561	47	36
Gesamt	869.698	844.775	871.198	3	0

Tabelle 4: KAN / Energiekostenentwicklung im Vergleich zum Vorjahr und dem Referenzjahr 2011

5.2.1 Kulturquartier am Neumarkt / Heizung

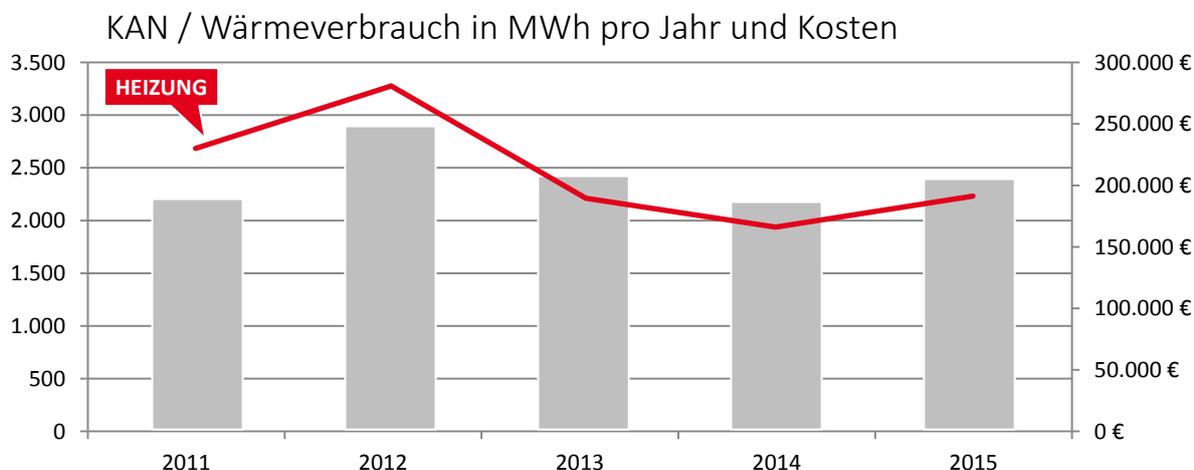


Bild 21:KAN / Wärmebedarf in MWh und Kosten in Euro pro Jahr. KAN inklusive Schnütgen.

5.2.2 Kulturquartier am Neumarkt / Strom

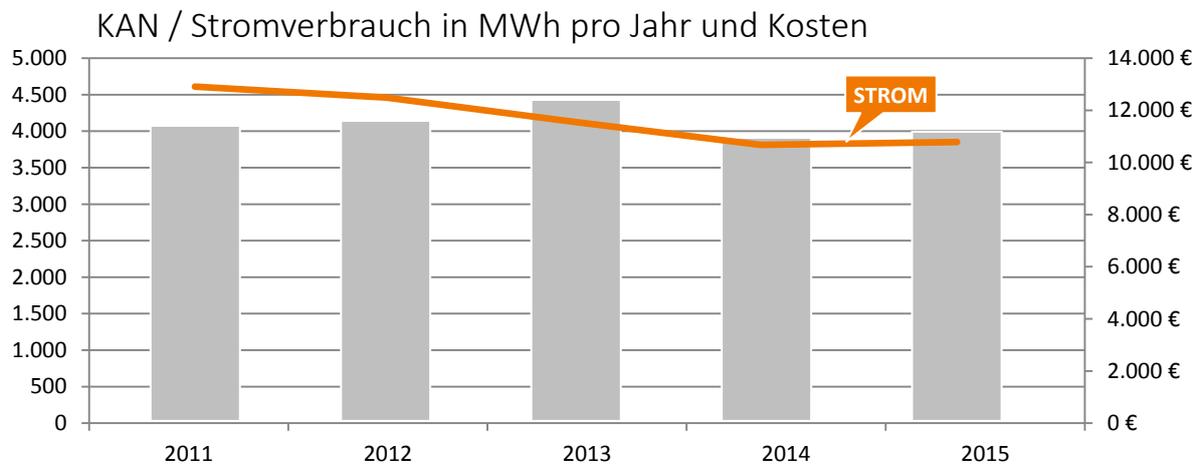


Bild 23: KAN / Strombedarf in MWh und Kosten in Euro pro Jahr. KAN inklusive Schnütgen.

5.2.3 Kulturquartier am Neumarkt / Wasser

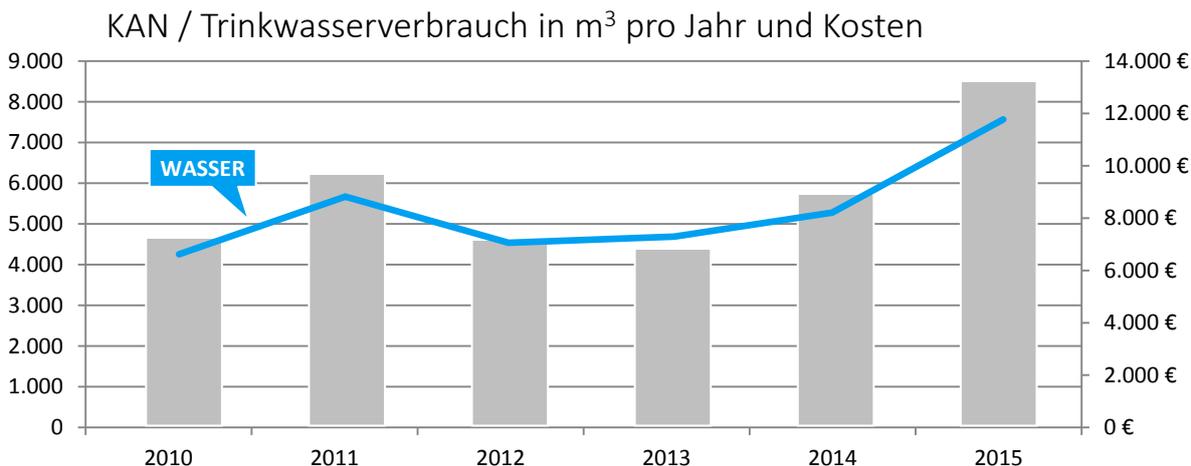


Bild 24: KAN / Wasserbedarf in m³ und Kosten in Euro pro Jahr. KAN inklusive Schnütgen.

Der Anstieg des Wasserverbrauches in 2015 im Vergleich zum Mittelwert der Vorjahre in Höhe von ca. 2.800 m³ kann nur durch die Kumulation einer Reihe von Einzelmaßnahmen erklärt werden. Allein bei Betrieb der Vollentsalzungsanlage zum Betrieb der Dampfbefeuchter wurde ein Mehrverbrauch von ca. 1.500 m³ erzeugt. Da der Wasserbedarf für die Dampferzeuger fast $\frac{2}{3}$ des gesamten Wasserverbrauches ausmacht sollten hier im nächsten Jahr Einsparmöglichkeiten untersucht werden.

Die restlichen 1.300 m³ Mehrverbrauch sind voraussichtlich durch folgende Änderungen gegenüber der Vorjahre zu erklären:

- › Dachbewässerung im Rahmen eines Gutachtens
- › Erhöhte Gartenbewässerung und Betrieb des Springbrunnens im Klostergarten
- › Spülung von entlegenen Entnahmestellen zur Vermeidung von Keimbildung
- › Erhöhte Anzahl von Veranstaltungen einschl. Catering

5.3 Emission Gesamtbilanz

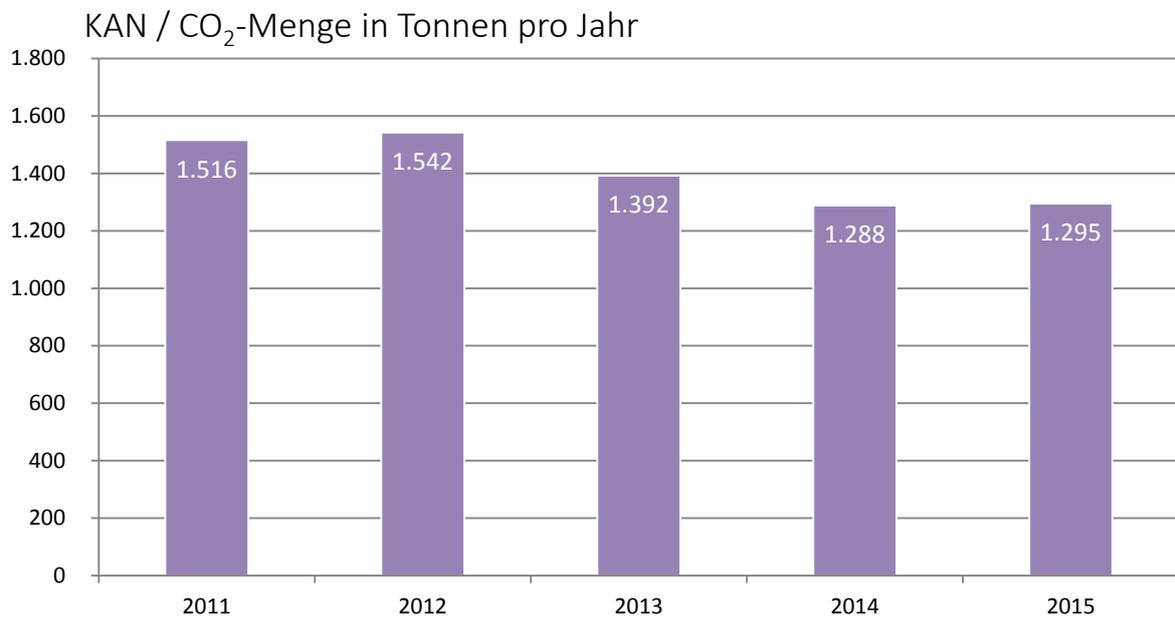


Bild 24: KAN / CO₂-Menge in Tonnen pro Jahr. KAN inklusive Schnütgen.

6 Museum für angewandte Kunst Köln / MAKK

6.1 Allgemeine Daten

An der Rechtschule 1 | 50667 Köln

Gebäude-Nr. 84007 | Ordnungsziffer 84007

Nettogebäudefläche: 9.467 m² | Baujahr/Museum: 1957 / 1989

Besonderheiten

Im MAKK wurden im Jahr 2015 die Regelungen der Lüftungsanlagen 3 und 7, die ca. 60% der Ausstellungsbereiche versorgen, optimiert. 2009 bis 2011 war an diesen Anlagen die Mess-Steuer- und Regeltechnik erneuert worden.

Seit ca. 5 Jahren werden die Luftmengen der RLT-Anlagen auf den von der Besucherzahl abhängigen Mindest-Außenluftbedarf angepasst/reduziert. Durch den Einsatz von Frequenzumformern bei den sanierten Anlagen sind hier weitere Einsparpotentiale vorhanden.

Für das MAKK wird derzeit eine umfangliche Energieberatung mit detaillierter Gebäudeaufnahme durchgeführt. Mittels dieser Daten kann dann auch die Fenstersanierung des Gebäudes, die ab 2017 durchgeführt wird, energetisch bewertet werden.

6.2 Energieverbrauchs- und Kostenstatistik

	2015	2014	2011	Vergleich zu 2014	Vergleich zu 2011
	€	€	€	%	%
	1	2	3	4	5
				4 = (1/2-1) - 100	5 = (1/3-1) - 100
FW	153.752	152.914	132.783	1	16
Strom	206.319	222.474	191.934	-7	7
Wasser	12.368	6.330	8.749	95	41
Gesamt	372.439	381.718	333.465	-2	12

Tabelle 5: MAKK / Energiekostenentwicklung im Vergleich zum Vorjahr und dem Referenzjahr 2011

6.2.1 Museum für angewandte Kunst / Heizung

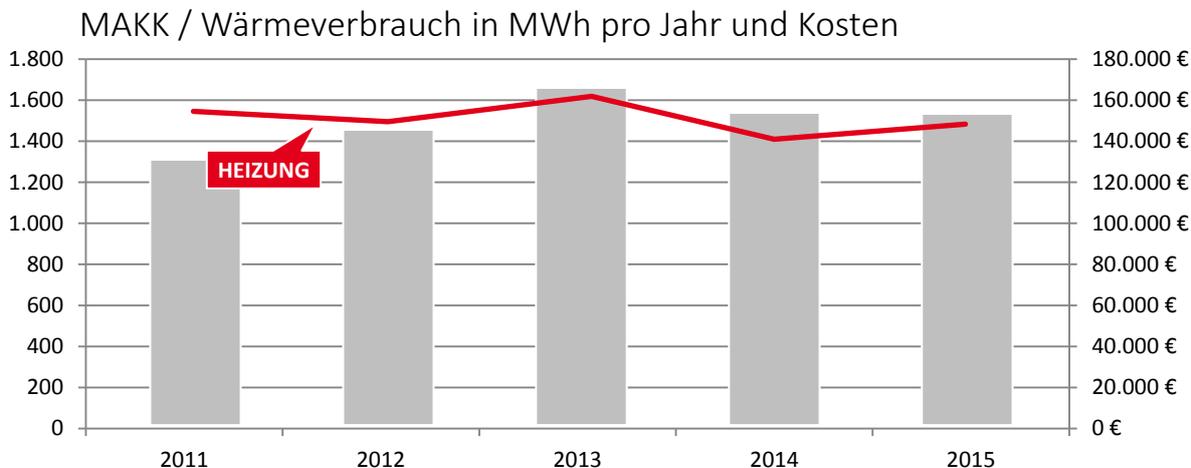


Bild 25: MAKK / Wärmebedarf in MWh und Kosten in Euro pro Jahr.

6.2.2 Museum für angewandte Kunst / Strom

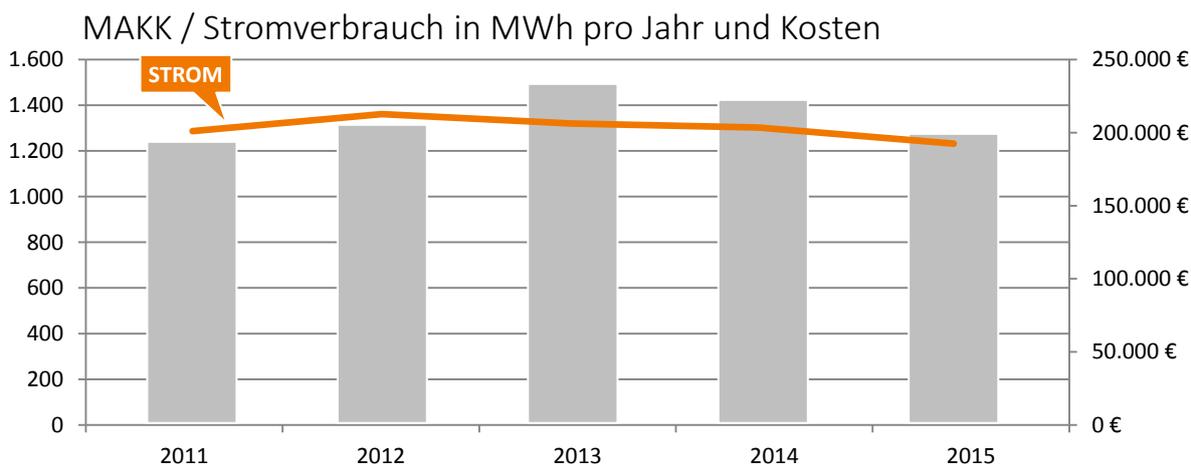


Bild 26: MAKK / Strombedarf in MWh und Kosten in Euro pro Jahr.

6.2.3 Museum für angewandte Kunst / Wasser

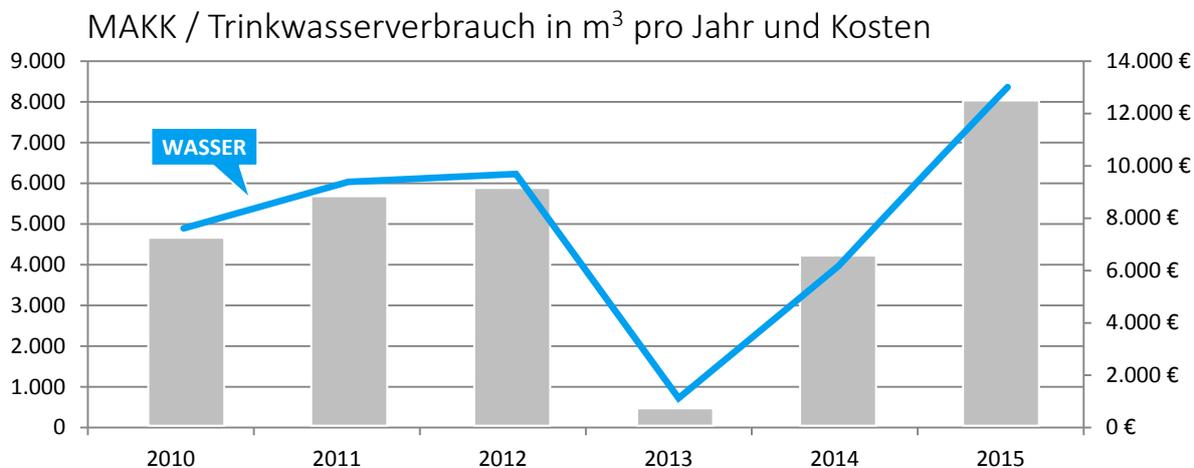


Bild 27: MAKK / Wasserbedarf in m³ und Kosten in Euro pro Jahr.

Der Trinkwasserverbrauch im MAKK ist für die Jahre 2010 bis 2015 dargestellt. Von August 2012 bis März 2014 war der Wasserzähler defekt, so dass hier keine Verbrauchsmessungen durchgeführt wurden. Für die Jahre 2010 bis 2012 kann man einen jährlichen Anstieg des Verbrauches erkennen, für den in diesem Bericht untersuchten Zeitraum von 2013 bis 2015 kann man nur die Aussage treffen, dass der Verbrauch in 2015 41% über dem Verbrauch von 2011 lag.

Der hohe Verbrauch aus dem Jahr 2015 ist auf die Brunnensanierung zurückzuführen.

Da bei der Sanierung kein Brunnenwasser zur Verfügung stand, wurde die Kühlung der Kältemaschinen über Stadtwasser realisiert. Weiterhin wurden diverse Tests mit Stadtwasser bei der Sanierung durchgeführt.

Für die Rückkühlung der Kältemaschinen wird Grundwasser aus der eigenen Brunnenanlage genutzt. Deutlich ist zu erkennen, dass der Brunnenwasserbedarf sich in den letzten 5 Jahren nahezu verdoppelt hat. Da in diesem Zeitraum keine wesentlichen Änderungen am Kältebedarf des Hauses stattgefunden haben und das Brunnenwasser ausschließlich zur Rückkühlung verwendet wird, liegt die Vermutung nahe, dass die Regelung der Brunnenwasserförderung nicht mehr optimal ist.

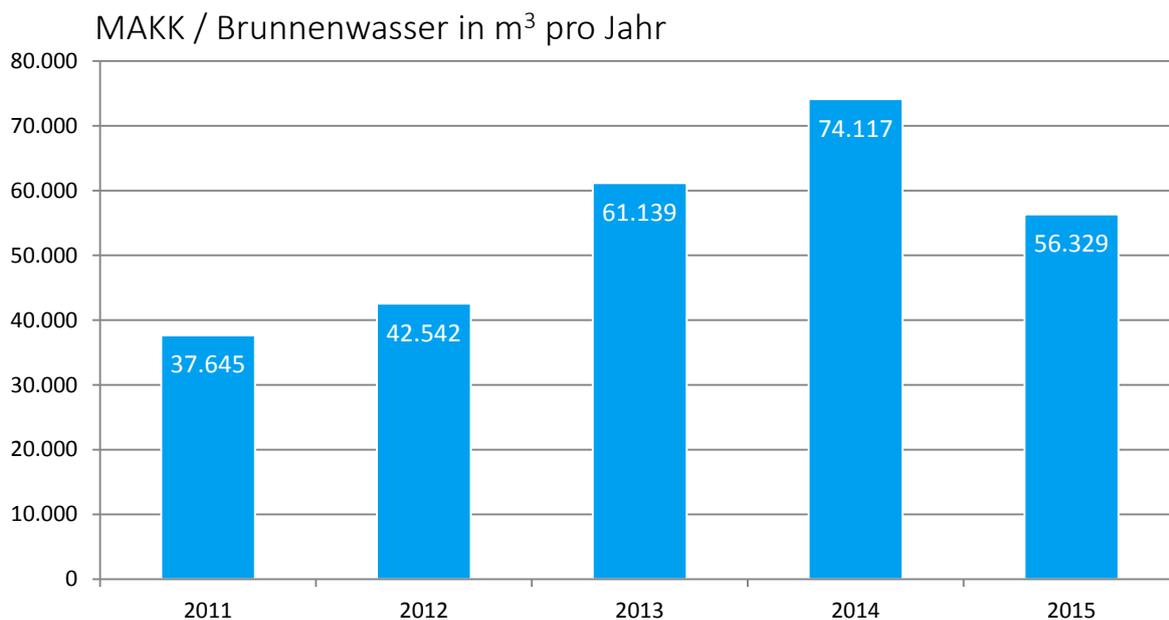


Bild28: MAKK / Brunnenwasserbedarf in m³ pro Jahr.

Aufgrund erheblicher Baumängel wurde 2015 der Brunnen saniert und nach erfolgreichen Pumpversuchen im April in Betrieb genommen. Die Verbrauchsreduzierung in 2015 ist erstmalig auf die Unterbrechung der Brunnenförderung während des Umbaus zurückzuführen. Inwieweit die Sanierung auch eine tatsächliche Reduzierung des Verbrauchs zur Folge hat, kann erst in 2016 abgeschätzt werden.

6.3 Emission Gesamtbilanz

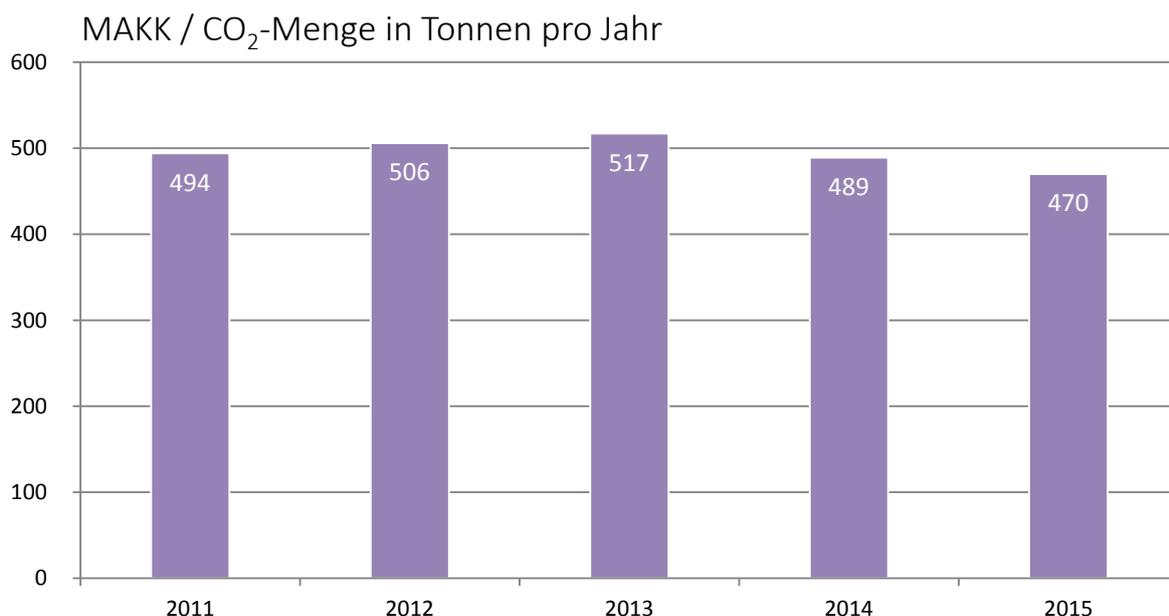


Bild 29: MAKK / CO₂-Mengen in Tonnen pro Jahr.

7 Museum für ostasiatische Kunst / MOK

7.1 Allgemeine Daten

Universitätsstr. 100 | 50674 Köln

Gebäude-Nr. 84021 | Ordnungsziffer 4515

Nettogebäudefläche: 5.160 m² | Baujahr/Bezug: 1977

Besonderheiten

In 2012 erfolgten umfangreiche Sanierungsmaßnahmen im Bereich der Luftbefeuchter für die Zuluftgeräte. Die alten Wäscher wurden durch effizientere Hybridbefeuchter ausgetauscht. Deutlich zu erkennen ist das am Trinkwasserverbrauch.

7.2 Energieverbrauchs- und Kostenstatistik

	2015	2014	2011	Vergleich zu 2014	Vergleich zu 2011
	€	€	€	%	%
	1	2	3	4	5
				$4 = (1/2-1) \cdot 100$	$5 = (1/3-1) \cdot 100$
FW	101.645	86.948	80.894	17	26
Strom	129.599	123.473	122.565	5	6
Wasser	6.214	5.298	11.919	17	-48
Gesamt	237.458	215.719	215.378	10	10

Tabelle 6: MOK / Energiekostenentwicklung im Vergleich zum Vorjahr und dem Referenzjahr 2011

7.2.1 Museum für angewandte Kunst / Heizung

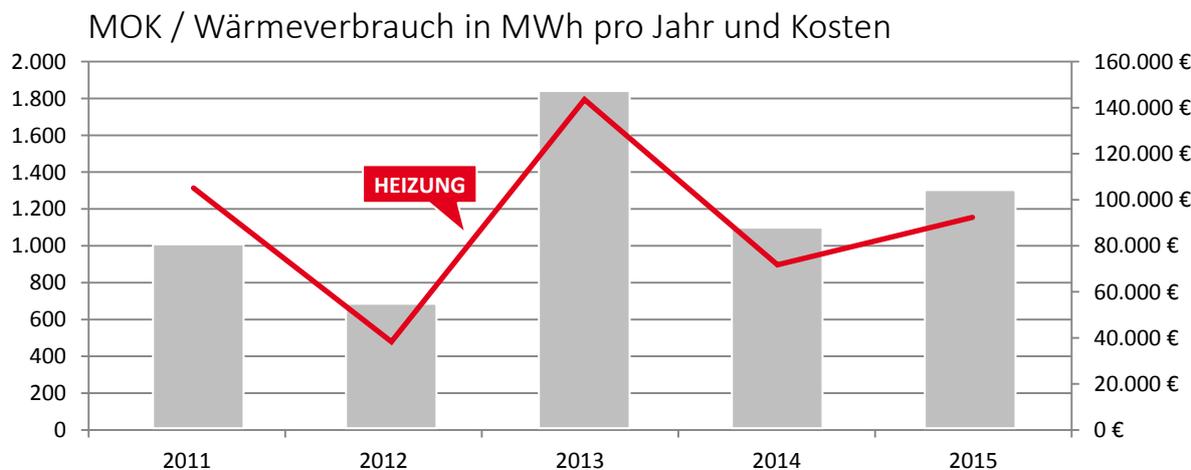


Bild 30: MOK / Wärmebedarf in MWh und Kosten in Euro pro Jahr.

Im Jahr 2012 wurde der Fernwärmeverbrauch von der RheinEnergie nur geschätzt. Erst mit der Ablesung des tatsächlichen Verbrauchs in 2013 erfolgte eine Berichtigung des Verbrauches.

7.2.2 Museum für angewandte Kunst / Strom

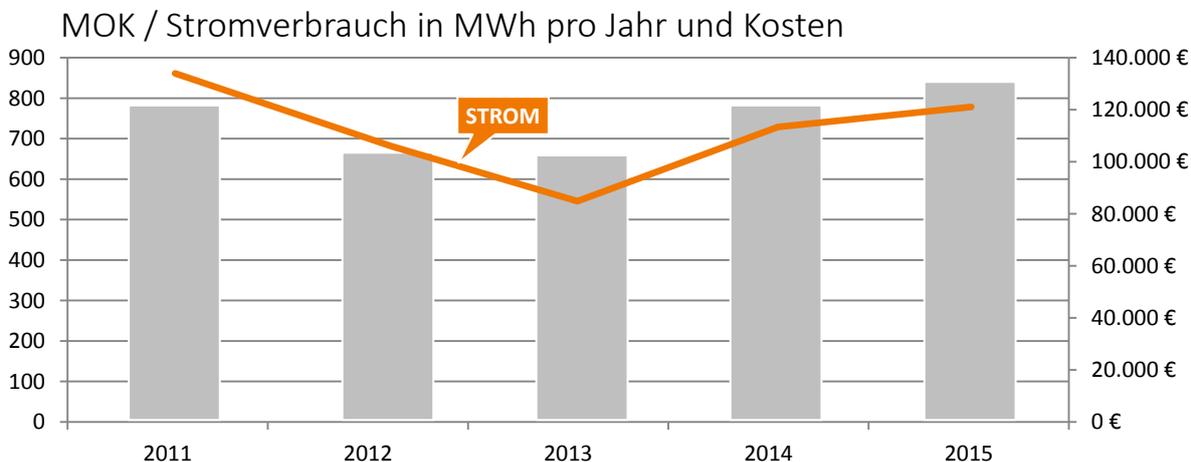


Bild 31: MOK / Strombedarf in MWh und Kosten in Euro pro Jahr.

7.2.3 Museum für angewandte Kunst / Wasser

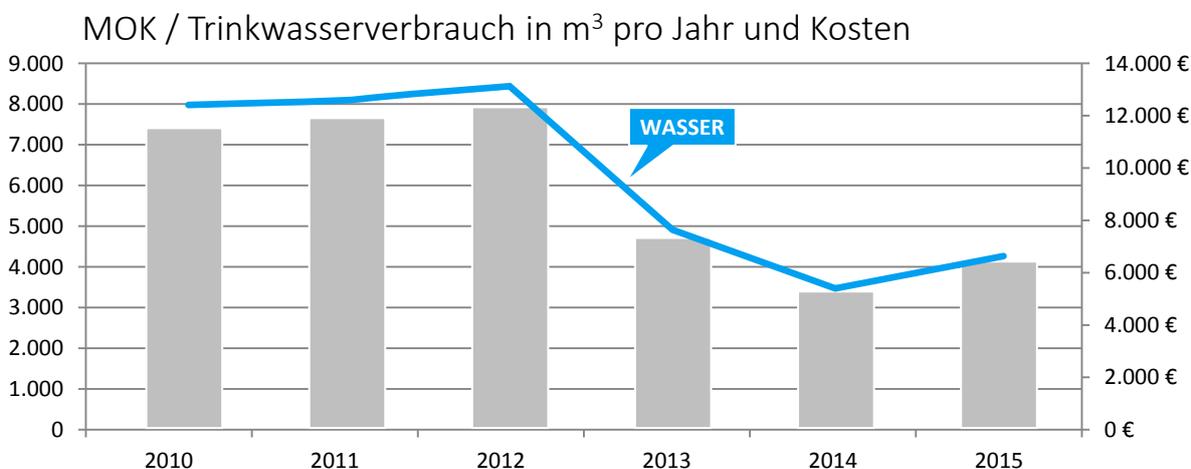


Bild 32: MOK / Wasserbedarf in m³ und Kosten in Euro pro Jahr.

Der für ein so kleines Museum relativ hohe Wasserverbrauch resultiert im Wesentlichen aus den zusätzlichen Verbräuchen für den Betrieb eines Zierbrunnens, die offenen Rückkühltürme und die angeschlossene Wohnung des Hausmeisters. Der drastische Rückgang des Verbrauches ab 2013 ist wie bereits zuvor beschrieben auf die neuen Luftbefeuchter zurückzuführen.

7.3 Emission Gesamtbilanz

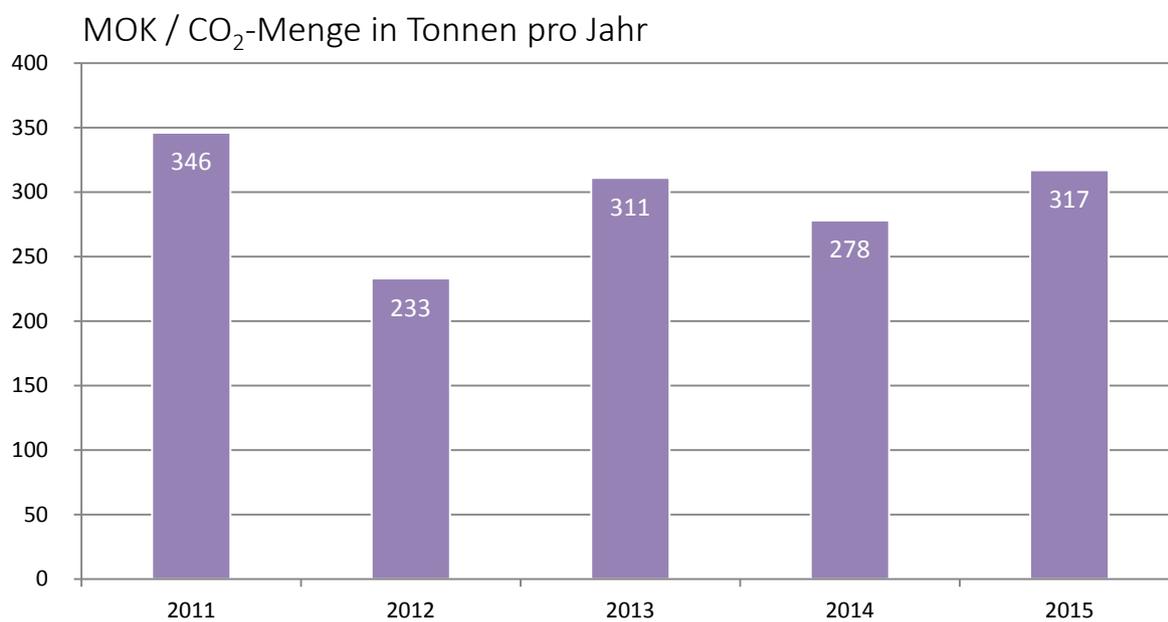


Bild 33: MOK / CO₂-Menge in Tonnen pro Jahr.

8 Kölnisches Stadtmuseum / KSM

8.1 Allgemeine Daten

Zeughausstraße 1-3 | 50667 Köln

Ordnungsziffer 4518

Nettogebäudefläche: 4.275 m² | Baujahr/Bezug: 1606/1958

Besonderheiten

Das KSM ist im ehemaligen Zeughaus der Stadt Köln untergebracht. Im Unterschied zu den anderen Museen verfügen die Ausstellungsräume über keine zentrale Klimatisierung. Raumkonditionen werden über statische Heizung und dezentrale Luftbe- und entfeuchter gefahren. Für den Wärmeverbrauch wird daher für dieses Museum eine Witterungsbereinigung betrachtet.

8.2 Energieverbrauchs- und Kostenstatistik

	2015	2014	2011	Vergleich zu 2014	Vergleich zu 2011
	€	€	€	%	%
	1	2	3	4	5
				$4 = (1/2-1) \cdot 100$	$5 = (1/3-1) \cdot 100$
FW	45.365	42.421	36.312	7	25
Strom	25.553	25.768	24.680	-1	4
Wasser	1.635	1.508	1.428	8	15
Gesamt	72.553	69.698	62.420	4	16

Tabelle 7: KSM / Energiekostenentwicklung im Vergleich zum Vorjahr und dem Referenzjahr 2011.

8.2.1 Kölnisches Stadtmuseum / Heizung

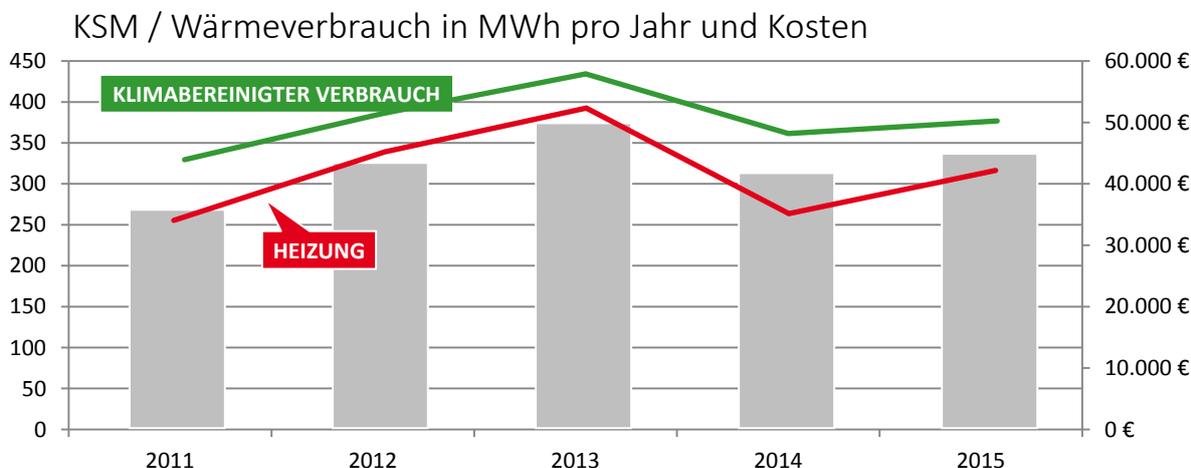


Bild 34: KSM / Wärmebedarf in MWh und Kosten in Euro pro Jahr.

8.2.2 Kölnisches Stadtmuseum / Strom

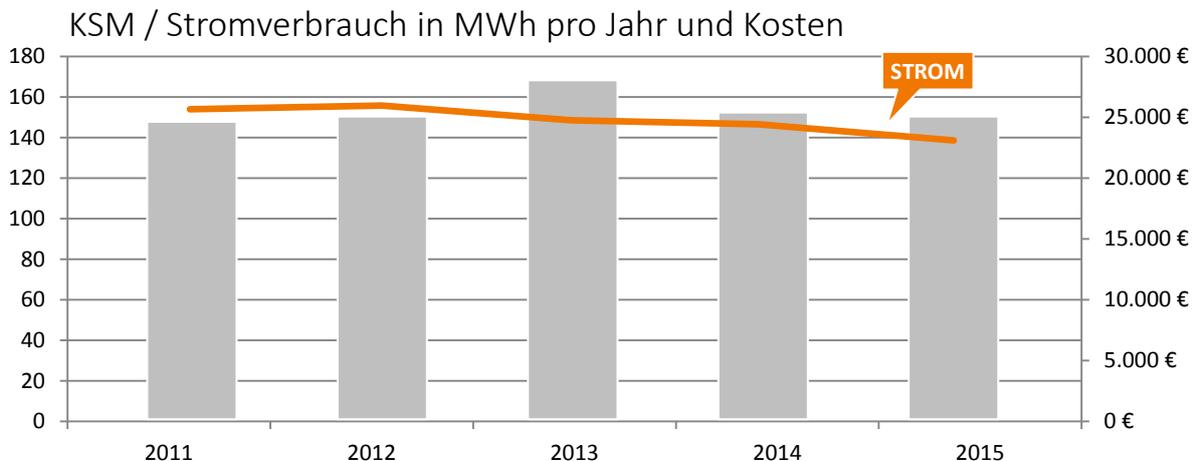


Bild 35: KSM / Strombedarf in MWh und Kosten in Euro pro Jahr.

8.2.3 Kölnisches Stadtmuseum / Wasser

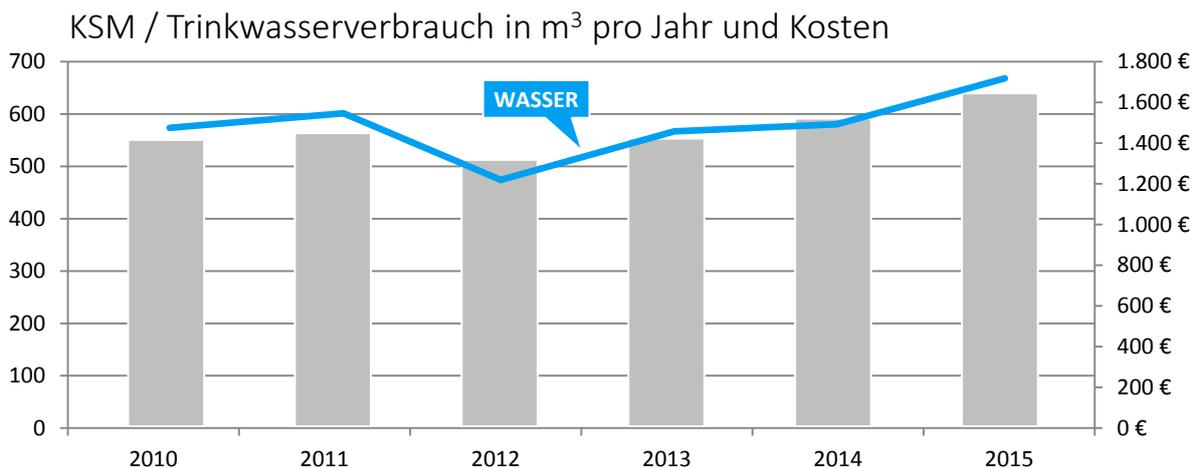


Bild 36: KSM / Wasserbedarf in m³ und Kosten in Euro pro Jahr.

8.3 Emission Gesamtbilanz

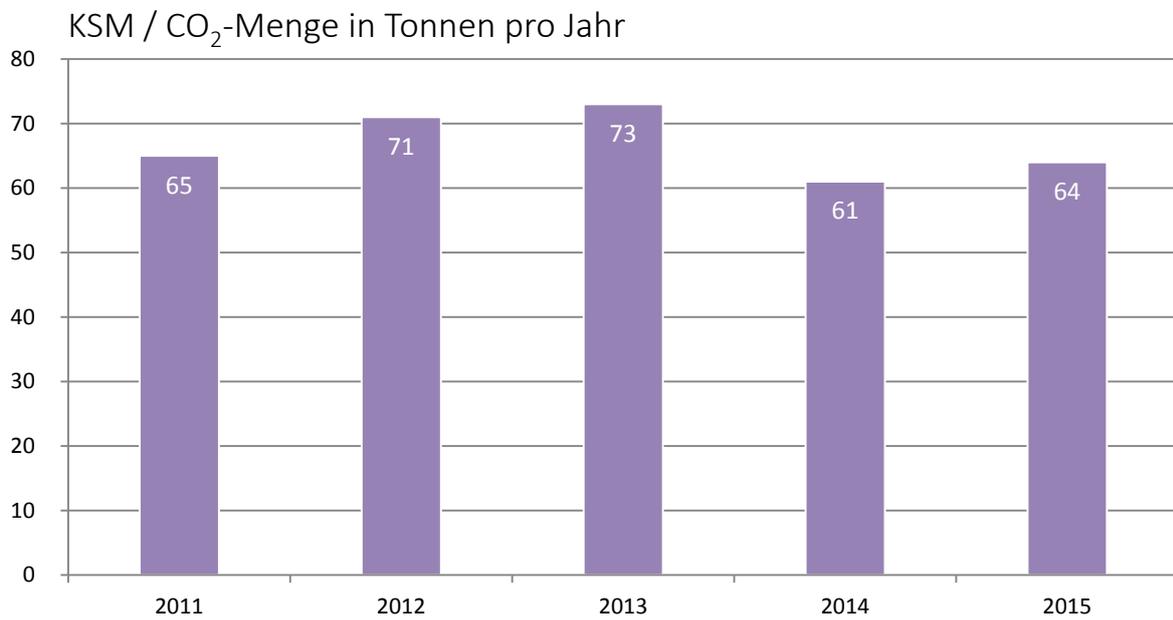


Bild 37: KSM / CO₂-Menge in Tonnen pro Jahr.

9 Nebengebäude

- ML Depot Ossendorf | Mathias-Brüggen-Str. 51, 50827 Köln
Halle Kalk | Neuerburgstr. 12, 51103 Köln
- RGM Hochbunker Deutz | Helenenwallstr. 21, 50679 Köln | Gebäude-Nr. 82019
Hochbunker Höhenhaus | Honschaftsstr. 322, 51061 Köln | Gebäude-Nr. 63065
Depot Ehrenfeld | Oskar-Jäger-Str., 50825 Köln | Gebäude Nr. 84036/84022
Depot Poll | Poll-Vingster Str. 138, 51105 Köln
- RJM Außenstelle RJM-Alt | Ubierring 45, 50678 Köln | Gebäude-Nr. 84020
- KSM Depot Weyerhof | Andreas-Muhr-Str. 1, 50829 Köln | Gebäude-Nr. 63073
Depot Hürth | Siemensstr. 1, 50354 Hürth | Gebäude-Nr. 84066
Wehrturm Zündorf | Hauptstr. 181, 51143 Köln-Porz | Gebäude-Nr. 82601

In der Tabelle 8 mit „/“ gekennzeichnete Felder bedeuten, dass hierzu keine Angaben vorliegen bzw. diese Energieträger nicht zum Tragen kommen.

Der Gesamtbedarf an Fernwärme, Gas und Wasser ist für die Nebengebäude so gering, dass man auf eine genauere Untersuchung auch in den nächsten Jahren verzichten kann.

Anders sieht es beim Strombedarf aus. Dieser beträgt ca. 3 % des Strombedarfs der Museen und ist mit fast 84.000 € nicht als unerheblich einzustufen. Hier sollten die Hauptverbraucher in den nächsten Jahren einer Analyse unterzogen werden.

Bezeichnung	Kürzel	Ziffer	Gebäude-Nr.	Strom	Gas	FW	Wasser
Museum Ludwig							
Depot Ossendorf	ML	4511		/	/	/	/
Halle Kalk	ML	4511		/	/	/	/
Röm.-German. Museum							
Hochbunker Deutz	RGM	4512	82019	26.072 kWh 6.334,43 €	/	/	/
Hochbunker Höhenhaus	RGM	4512	63065	7.035 kWh 1.797,76 €	12.539 kWh 746,19 €	/	/
Depot Ehrenfeld	RGM	4512	84022	/	/	/	/
Depot Poll	RGM	4512	84073	2.678 kWh 759,53 €	/	/	/
Kölnisches Stadtmuseum							
Depot Weyerhof	KSM	4518	84022	94.500 kWh 20.509,50 €	/	/	8 m ³ 136,78 €
Depot Hürth	KSM	4518	84066	15.871 kWh 4.092,21 €	/	/	/
Wehrturm Zündorf	KSM	4518		/	/	/	/
Kunst und Museumsbibliothek und Rheinisches Bildarchiv	KMB/ RBA	4523	84057	133.751 kWh 25.214,79 €		/	
Rautenstrauch-Joest-Museum (Altbau/Depot)	RJM	4513	84020	138.261 kWh 25.278,67 €	/	/	839 m ³ 2.107,85 €
Wallraf-Richartz-Museum							
Kulturzentrum am Neumarkt							
Museum Schnütgen							
Museum für angewandte Kunst							
Museum für ostasiatische Kunst							
Gesamt				418.168 kWh 83.986,89 €	12.539 kWh 746,19 €		847 m³ 2.244,63 €

Tabelle 8: Übersicht der Nebengebäude mit den erfassten Energieverbräuchen.

10 Gesamtzusammenstellung

10.1 Energiekosten

Bild 38 zeigt die prozentuale Verteilung der Strom-, FW- und Wasserkosten der Museen im Vergleich an. Der Anteil der Fernwärmekosten liegt zwischen 22% beim KAN und 61% beim KSM. Da die Wasserkosten im Bereich unter 4% liegen, bedeutet das, dass auch bei dem Anteil Stromkosten eine große Differenz besteht. Deutlich erkennen kann man, dass die neueren Museen KAN und WRM nur etwa ein Drittel ihrer Energiekosten im Bereich Wärmeversorgung haben. Dies ist im Wesentlichen auf energetisch hochwertigere Bautechnik (Wärmeschutzverordnung) zurückzuführen. Tendenziell weisen die älteren Gebäude, falls sie nicht zwischenzeitlich wärmetechnisch saniert worden sind, einen erhöhten Anteil an Wärmebedarf auf.

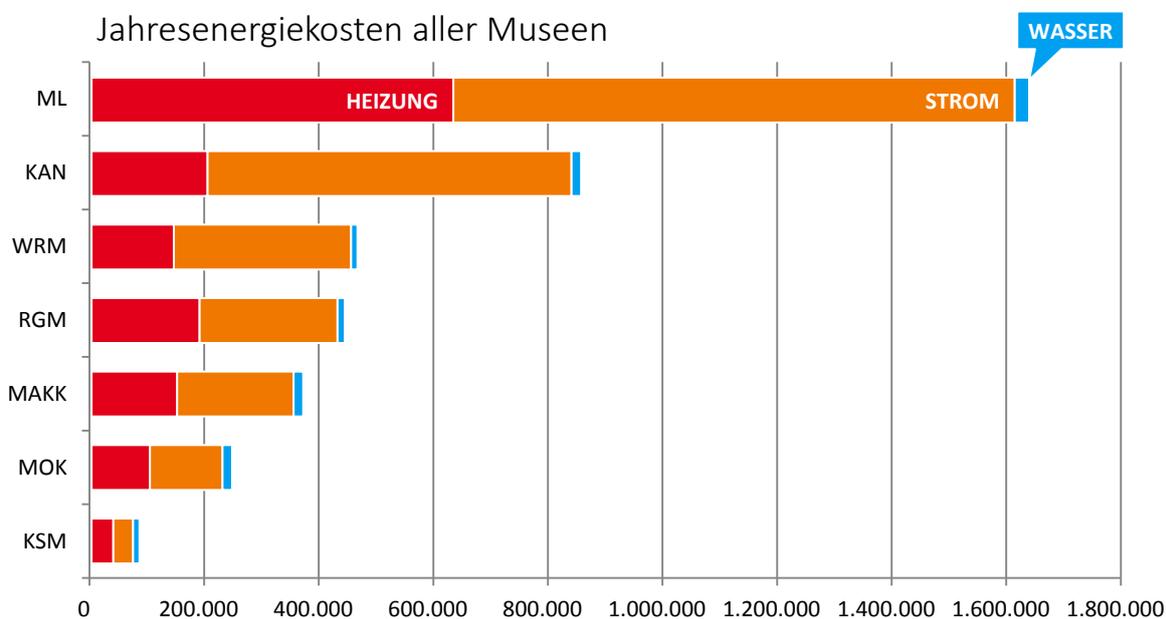


Bild 38: Jahresenergiekosten aller Museen pro Jahr. ML ohne Philharmonie. KAN inklusive Schnütgen.

Die Gesamtenergiekosten der Museen betragen 2015 4,13 Mio €. Wie sich diese Kosten auf die einzelnen Museen aufteilen ist Bild 38 zu entnehmen.

Um den Energieverbrauch vergleichbar zu machen, wird in Bild 39 der Wärmebedarf 2015 auf die Nettofläche der einzelnen Museen bezogen und mit dem mittleren Vergleichswert gemäß BBSR, siehe Seite 3, verglichen. Das Museum Ludwig liegt bei diesem Vergleich bei einem mehr als vierfachen Verbrauch des Vergleichswertes und auch im Vergleich zu den anderen Museen erheblich über dem Durchschnitt. Man kann natürlich diese Werte nur als Anhaltswerte heranziehen, da je nach Museum der zusätzliche Gebäudeanteil z.B. für Restauration, Lager und sonstige Nebenräume sehr unterschiedlich ist und dieser Wert auch keine Raumhöhen berücksichtigt. Trotzdem kann man deutlich erkennen, dass das Museum Ludwig ein erhebliches Potential an Einsparungen birgt. Dies, und der mit 1,8 Mio € höchste Anteil an den Gesamtenergiekosten, sind ausschlaggebend für die vorrangige energetische Betrachtung.

Bild 40 mit dem spezifischen Stromverbrauch der Museen im Vergleich zum mittleren Verbrauchswert zeigt, dass hier nur das KSM unterhalb des mittleren Wertes liegt, was wahrscheinlich den geringeren Anforderungen an das Raumklima der Ausstellungsräume geschuldet ist. Alle anderen Museen liegen zum Teil weit über dem mittleren Wert. Hier stellt sich die Frage, ob der Vergleichswert im Bereich Strom für Veranstaltungsräume an der Stelle richtig ist.

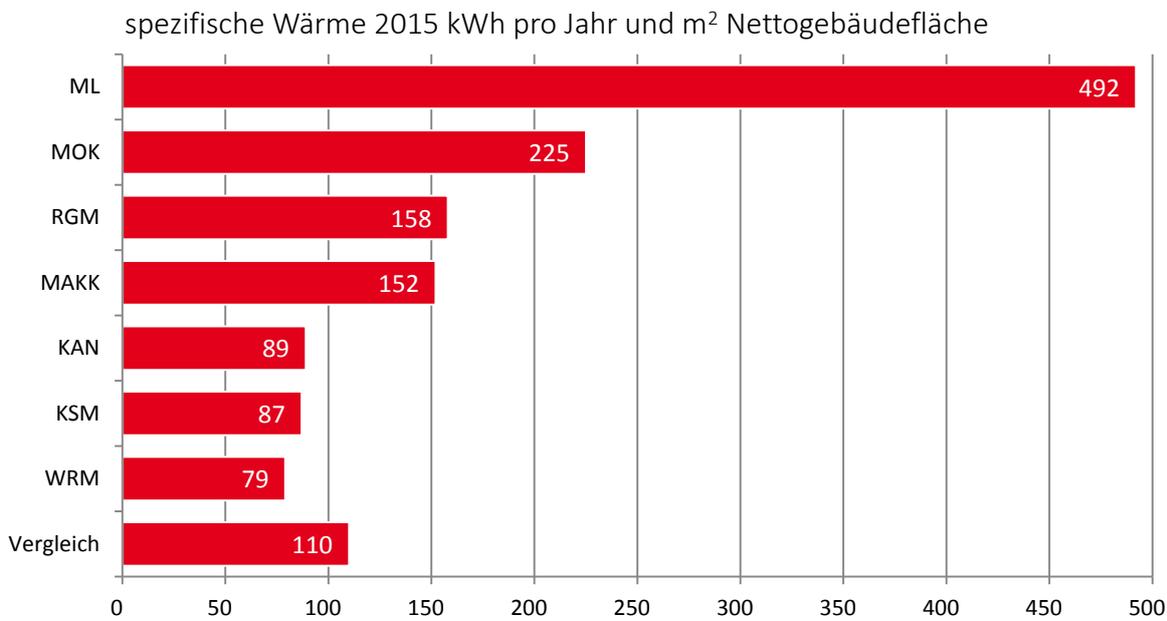


Bild 39: Spezifischer Wärmeverbrauch 2015 bezogen auf die Nettogrundfläche pro Jahr. ML ohne Philharmonie. KAN inklusive Schnütgen.

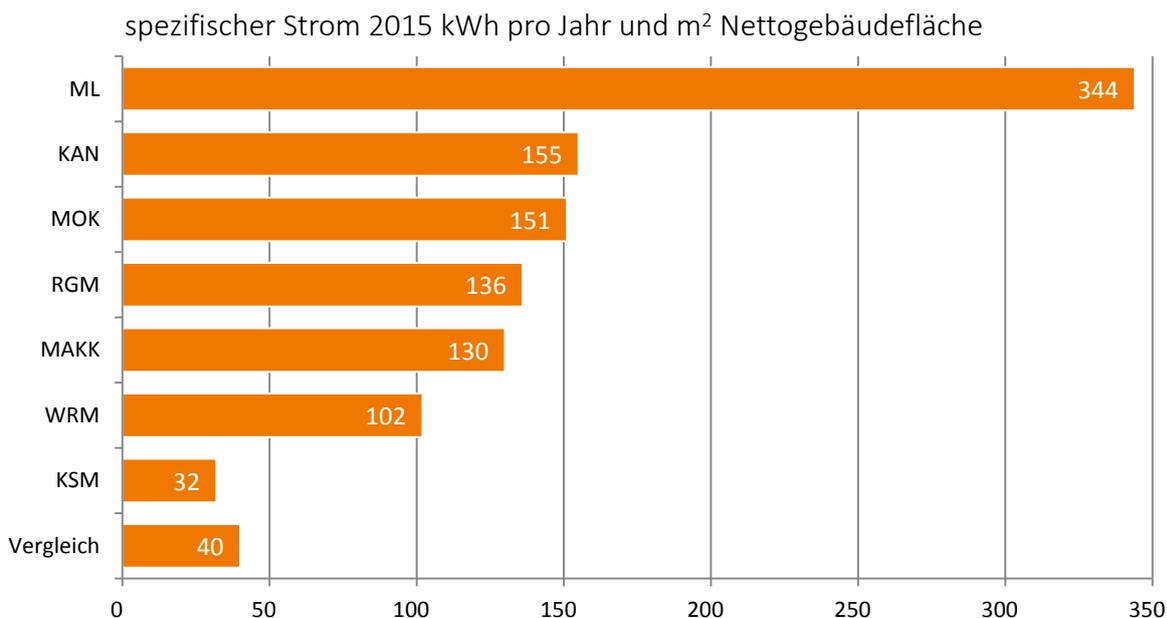


Bild40: spezifischer Stromverbrauch 2015 bezogen auf die Nettogrundfläche pro Jahr. ML ohne Philharmonie. KAN inklusive Schnütgen.

11 Energiemanagement Sachstandsbericht

11.1 Durchgeführte Maßnahmen

Museum Ludwig

Erneuerung FW-Austauscher und Reduzierung der FW-Anschlussleistung um 500 kW,
Kosteneinsparung: 205.000 €/a

Abschaltung Pumpen statische Heizung im Sommerbetrieb, Energieeinsparung 960 kWh/a,
Kosteneinsparung: 160 €/a

Austausch Strahler Wechselausstellung und Erneuerung Lichtdecke, Energieeinsparung 232 MWh/a,
Kosteneinsparung: 39.400 €/a.

MAKK

Im Rahmen der Energieberatung wurde ein Energieverbrauchsausweis erstellt und ein Gebäudemodell zur Simulation von energetischen Maßnahmen und deren Auswirkungen.

Optimierung Betrieb der Klimaanlage 3 und 7, Energieeinsparungen bei Strom und Fernwärme.

11.2 Ausblicke

MAKK

Sanierung der RLT-Anlagen 6 und 8 einschließlich Optimierung des Betriebs in 2016.

Sanierung der restlichen RLT-Anlagen soll bis 2018 erfolgen.

Reduzierung der Fernwärmeanschlussleistung

Erneuerung der Lichtsteuerung

Museum Ludwig

Erstellung eines Maßnahmenkataloges mit Budgetkosten und Wirtschaftlichkeitsberechnung.

Sanierung der RLT-Anlagen 1.1 bis 1.4 einschließlich Optimierung des Betriebs.

Optimierung Betrieb der Klimaanlage 2.1 und 2.2

Erneuerung/Optimierung Brunnensteuerung

RGM

Reduzierung der Fernwärmeanschlussleistung

12 Abkürzungsverzeichnis

aJahr

BBSRBundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

EnEV.....Energieeinsparverordnung

€.....Euro

FWFernwärme

KANKulturzentrum am Neumarkt

KSM.....Kölnisches Stadtmuseum

kWhKilowattstunde

MAKKMuseum für angewandte Kunst

ML.....Museum Ludwig

MOK.....Museum für ostasiatische Kunst

MWh.....Megawattstunde

m²Quadratmeter

m³Kubikmeter

RLT-Anlage ..Raumluftechnische Anlage

RGM.....Römisch Germanisches Museum

RJMRautenstrauch-Jost-Museum

WRM.....Wallraf-Richartz-Museum

13 Anlagen