Energieverbrauchskennwerte von Nichtwohngebäuden in Baden-Württemberg basierend auf KlimaG-§-18-Daten 2021

KEA-BW
DIE LANDESENERGIEAGENTUR

KOMPETENZZENTRUM
Energie-
management

Vorwort

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

seit 2021 sind Kommunen in Baden-Württemberg verpflichtet, die Energieverbrauchsdaten ihrer Liegenschaften zu erfassen und zu berichten. Datenerfassung und Controlling sind erste wesentliche Schritte eines Energiemanagements und damit ein Beitrag zur Kosteneinsparung sowie zum Klimaschutz. Diesen Datenschatz konnten wir nun erstmals systematisch auswerten.

Im hier vorliegenden Kennwertebericht sehen Sie statistische Auswertungen der Energieverbräuche baden-württembergischer Kommunen, die es so an keiner anderen Stelle gibt und die für Ihre Arbeit wertvolle Grundlagen liefern.

Uns ist bewusst, dass aus den Daten noch weitaus mehr Auswertungen erstellt werden könnten. Wenn Sie wesentliche Informationen vermissen, lassen Sie uns dies gerne wissen und sprechen Sie uns an. Unser Ziel ist es, diese Auswertung fortzuschreiben, um dann auch zeitliche Entwicklungen visualisieren zu können.

Wir hoffen, dass Ihnen der hier vorliegende Bericht hilft, Ihre eigenen Verbräuche einzuordnen und auch intern den Aufwand der Datenerfassung zu begründen.

Dr. Volker Kienzlen

Sprecher der Geschäftsführung

Zusammenfassung

Nach § 18 des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetzes Baden-Württemberg (KlimaG) sind seit Oktober 2020 alle Städte, Gemeinden und Landkreise dazu verpflichtet, ihre Energieverbräuche jährlich zu erfassen und an das Land zu übermitteln.

Die jährliche Erfassung muss immer bis zum 30. Juni eines Jahres für das Vorjahr erfolgen. Dies erfolgte erstmals in 2021. Die Datenerhebung und Auswertung obliegen der KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW).

Die vorliegende Auswertung bezieht sich auf die Einreichungen des Jahres 2022, also die Verbrauchsdaten des Jahres 2021.

Dieser Bericht soll erstmalig Zugang zu den umfangreichen erfassten Daten ermöglichen.

- Teil 1 enthält Übersichten über die Datengrundlage und statistische Kennwerte für alle 67 Bauwerkstypen, für die Daten erfasst werden.
- Teil 2 betrachtet in zehn Kapiteln zehn dieser Bauwerkstypen im Detail. Da diese Kapitel einzeln für sich betrachtet werden können, wiederholen sich hier etliche Textpassagen.

Der Bericht soll aufzeigen, wie sich Gebäudeenergieverbräuche entwickeln müssen, um die für den Klimaschutz notwendigen Ziele zu erreichen.

Hierfür gibt die KEA-BW folgende Zielwerte für kommunale Nichtwohngebäude vor:

- Zielwerte Wärme: 50 kWh/(m²*a) Endenergie (Sanierungsziel des ifeu für die klimaneutrale Kommunalverwaltung)
- Zielwerte Strom: 10 kWh/(m²*a) Endenergie
- Zielwert Hallenbäder (ungefähr unteres Quartil): Wärme 250 kWh/(m²*a), Strom 50 kWh/(m²*a)

Die Daten zeigen auch, dass es schon jetzt eine Reihe an Gebäuden gibt, die die Zielwerte erreichen.

Energiemanager und Angestellte in kommunalen Bauämtern können die Verbräuche ihrer Liegenschaften einordnen und vergleichen, um so zum Beispiel die Notwendigkeit für energetische Sanierungen abzuschätzen.

Des Weiteren sollen die Daten die kommunalen Klimaschutzmanager und Manager für klimaneutrale Kommunalverwaltung bei ihrer strategischen Planung unterstützen.

Folgende Beobachtungen konnten gemacht werden:

- Die Bauwerkstypen, zu denen mit Abstand die meisten Daten vorliegen, sind „Verwaltungsgebäude, nur beheizt“ und „Kindertagesstätten/ Kindergärten“ mit je über 1.000 Gebäuden.
- Der Zielwert für Stromverbräuche in Nichtwohngebäuden von 10 kWh/(m²*a) konnte durch die Daten belegt werden.
- Eine gleichmäßige Abnahme der Vebräuche mit Zunahme der Gebäudegröße ist nicht für alle Bauwerkstypen gegeben.

Die nachfolgende Tabelle fasst zusammen, welcher Anteil der zehn genauer analysierten Bauwerkstypen den Zielwert erreichten:

Bauwerkstyp	Anteil der Gebäude unter 50 kWh/(m²*a) WÄRME	Anteil der Gebäude unter 10 kWh/(m²*a) STROM
Verwaltungsgebäude, nur beheizt	11 %	24 %
Kindertagesstätte, Kindergarten	10 %	18 %
Grundschule	8 %	44 %
Haupt-/ Realschule	12 %	29 %
Schule mit Sporthalle	7 %	31 %
Sporthalle < 1.000 m²	8 %	34 %
Sporthalle > 1.000 m²	14%	21 %
Veranstaltungsgebäude	14 %	40 %
Feuerwehrgerätehaus	18 %	33 %

	… unter 250 kWh/(m²*a) WÄRME	… unter 50 kWh/(m²*a) STROM
Hallenbäder	28 %	30 %

Inhalt

Vorwort		2
Zusammenfassung		3
1	**Einleitung und Hintergrund**	7
2	**Zu diesem Bericht**	7
3	**Datengrundlage**	8
3.1	**Anzahl der verwendeten Datensätze**	**8**
3.2	**Witterungsbereinigung des Wärmeverbrauchs**	**9**
3.3	**Gesamtstromverbrauch**	**9**
3.4	**Bezugsgröße**	**9**
3.5	**Auswirkungen von COVID 19**	**9**
4	**Methode und Plausibilität**	10
4.1	**Plausibilitätsprüfung**	**10**
4.2	**Statistische Auswertung**	**10**
4.3	**Auswertung von Untermengen**	**10**
4.4	**Zielwerte**	**11**
Teil 1 Gesamtstatistiken 67 Bauwerkstypen		13
5	**Gesamtstatistiken 67 Bauwerkstypen**	14
5.1	**Datenübersicht über alle ausgewerteten Gebäude – Wärme**	**14**
5.2	**Datenübersicht alle Gebäude – Strom**	**15**
5.3	**Auswertung und Kennwerte – Wärmeverbrauch**	**16**
5.4	**Auswertung und Kennwerte – Stromverbrauch**	**18**
Teil 2 Einzelbetrachtungen für 10 Bauwerkstypen		20
6	**Verwaltungsgebäude, nur beheizt**	21
6.1	**Übersicht über alle Energieverbräuche (Verwaltungsgebäude nur beheizt)**	**21**
6.2	**Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Verwaltungsgebäude nur beheizt)**	**24**
6.3	**Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Verwaltungsgebäude nur beheizt)**	**25**
6.4	**Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Verwaltungsgebäude nur beheizt)**	**28**
6.5	**Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Verwaltungsgebäude nur beheizt)**	**30**
7	**Bildung – Kindertagesstätte, Kindergarten**	31
7.1	**Übersicht über alle Energieverbräuche (Kindertagesstätte, Kindergarten)**	**31**
7.2	**Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Kindertagesstätte, Kindergarten)**	**33**
7.3	**Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Kindertagesstätte, Kindergarten)**	**34**
7.4	**Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Kindertagesstätte, Kindergarten)**	**37**
7.5	**Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Kindertagesstätte, Kindergarten)**	**38**
8	**Bildung – Grundschulen**	40
8.1	**Übersicht über alle Energieverbräuche (Grundschulen)**	**40**
8.2	**Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Grundschulen)**	**42**
8.3	**Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Grundschulen)**	**43**
8.4	**Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Grundschulen)**	**46**
8.5	**Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Grundschulen)**	**47**
9	**Bildung – Haupt-/ Realschule**	49
9.1	**Übersicht über alle Energieverbräuche (Haupt-/ Realschule)**	**49**
9.2	**Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Haupt-/ Realschule)**	**51**
9.3	**Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Haupt-/ Realschule)**	**52**
9.4	**Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Haupt-/ Realschule)**	**54**
9.5	**Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Haupt-/ Realschule)**	**56**
10	**Bildung – Schule mit Sporthalle**	57

10.1 Übersicht über alle Energieverbräuche (Schule mit Sporthalle) 57
10.2 Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Schule mit Sporthalle) 59
10.3 Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Schule mit Sporthalle) 60
10.4 Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Schule mit Sporthalle) 62
10.5 Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Schule mit Sporthalle) 64
11 Sport – Sporthalle < 1.000 m² 66
11.1 Übersicht über alle Energieverbräuche (Sporthalle < 1.000 m²) 66
11.2 Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Sporthalle < 1.000 m²) 68
11.3 Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Sporthalle < 1.000 m²) 69
11.4 Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Sporthalle < 1.000 m²) 71
11.5 Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Sporthalle < 1.000 m²) 73
12 Sport – Sporthalle > 1.000 m² 75
12.1 Übersicht über alle Energieverbräuche (Sporthalle > 1.000 m²) 75
12.2 Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Sporthalle > 1.000 m²) 77
12.3 Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Sporthalle > 1.000 m²) 78
12.4 Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Sporthalle > 1.000 m²) 80
12.5 Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Sporthalle > 1.000 m²) 82
13 Kultur – Veranstaltungsgebäude 84
13.1 Übersicht über alle Energieverbräuche (Veranstaltungsgebäude) 84
13.2 Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Veranstaltungsgebäude) 86
13.3 Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Veranstaltungsgebäude) 87
13.4 Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Veranstaltungsgebäude) 89
13.5 Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Veranstaltungsgebäude) 91
14 Verschiedenes – Feuerwehrgerätehäuser 93
14.1 Übersicht über alle Energieverbräuche (Feuerwehrgerätehäuser) 93
14.2 Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Feuerwehrgerätehäuser) 95
14.3 Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Feuerwehrgerätehäuser) 96
14.4 Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche 99
14.5 Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Feuerwehrgerätehäuser) 101
15 Bäder – Hallenbäder 102
15.1 Übersicht über alle Energieverbräuche (Hallenbäder) 102
15.2 Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Hallenbäder) 104
15.3 Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Hallenbäder) 106
15.4 Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Hallenbäder) 108
15.5 Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Hallenbäder) 110
16 Beobachtungen 111
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis 112
Quellen 115

1 Einleitung und Hintergrund

Die vorliegende Auswertung von Energieverbrauchsdaten der baden-württembergischen kommunalen Gebäude beruht auf der Datenerhebung nach § 18 des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetzes Baden-Württemberg (KlimaG). Seit Oktober 2020 sind Städte, Gemeinden und Landkreise dazu verpflichtet, ihre Energieverbräuche jährlich zu erfassen und an das Land zu übermitteln - anfänglich unter § 7b des damaligen Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg.

Die jährliche Erfassung muss immer bis zum 30. Juni eines Jahres für das Vorjahr erfolgen. Die Datenerhebung und Auswertung obliegen der KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW).

Die vorliegende Auswertung bezieht sich auf die Einreichungen des Jahres 2022, also die Verbrauchsdaten des Jahres 2021.

2 Zu diesem Bericht

Dieser Bericht soll in erster Linie Zugang zu den umfangreichen erfassten Daten ermöglichen. Durch die verschiedenen Analysen werden diese strukturiert und verständlich gemacht.

Hauptzielgruppe sind kommunale Mitarbeiter, die sich mit Gebäudeenergie befassen, also Energiemanager, Klimaschutzmanager, sowie Mitarbeiter im Bauamt und Liegenschaftsamt.

Ziel ist es, aufzuzeigen, wie sich Gebäudeenergieverbräuche entwickeln müssen, um die für den Klimaschutz notwendigen Ziele zu erreichen, und welche Anstrengungen dafür notwendig sind. Gleichzeitig zeigen die Daten auch, dass es schon jetzt eine Reihe an Gebäuden gibt, die die Zielwerte erreichen.

Energiemanager und Angestellte in kommunalen Bauämtern können die Verbräuche ihrer Liegenschaften einordnen und vergleichen, um so zum Beispiel die Dringlichkeit für energetische Sanierungen abzuschätzen. Insbesondere die Histogramme im Teil 2 können mit ihrer farblichen grün-gelb-rot Abstufung als grobe Sanierungsfahrpläne verstanden werden, von „ok“ über „gering investiv“ bis „Komplettsanierung notwendig“. Hier können die eigenen Verbräuche gegenübergestellt und eingeordnet werden.

Des Weiteren sollen die Daten die kommunalen Klimaschutzmanager und Manager für klimaneutrale Kommunalverwaltung bei ihrer strategischen Planung unterstützen.

Daten und Verteilungen zu interpretieren, übersteigt Umfang und Intention dieser Auswertung. Details zu den Gebäuden wie Alter, Bauart oder Nutzungszeiten werden im Rahmen des KlimaG § 18 nicht erhoben. Begründungen für Auffälligkeiten werden nur an wenigen, vereinzelten Stellen versucht. Im großen Ganzen obliegen sie der Interpretation durch die Lesenden.

Der vorliegende Bericht ist ein erster Anlauf die Daten zugänglich zu machen. Es wurde mit einfach verfügbaren Mitteln, insbesondere den Möglichkeiten von Microsoft Excel, gearbeitet. Weitere detailliertere Auswertungen sollen folgen. Vorschläge und Wünsche nimmt die KEA-BW hierzu gerne entgegen.

Der Bericht ist in zwei Teile gegliedert:

- **Teil 1** enthält Übersichten über die Datengrundlage und statistische Kennwerte für alle 67 Bauwerkstypen, für die Daten erfasst werden.
- **Teil 2** betrachtet in zehn Kapiteln zehn der wichtigsten kommunalen Bauwerkstypen im Detail. Da diese Kapitel einzeln für sich betrachtet werden können, wiederholen sich hier viele Hinweise und Textpassagen.

3 Datengrundlage

Die folgenden Daten mussten im Jahr 2022 laut Gesetz berichtet werden:

- für Nichtwohngebäude, einschließlich Krankenhäuser und Kliniken, die beheizbare Netto-Raumfläche sowie der Endenergieverbrauch und die Energieträger getrennt nach Strom und Wärme,
- für Wohn-, Alten- und Pflegeheime oder ähnliche Einrichtungen, die zum dauerhaften Wohnen bestimmt sind, die beheizbare Netto-Raumfläche sowie der Endenergieverbrauch und die Energieträger getrennt nach Strom und Wärme,
- für Sportplätze die Größe der Sportplatzfläche sowie der Endenergieverbrauch an Strom,
- für Hallen- und Freibäder die beheizbare Netto-Raumfläche, die Flächen der Becken sowie der Endenergieverbrauch und die Energieträger getrennt nach Strom und Wärme,
- für Straßenbeleuchtungen die Länge der beleuchteten Straßenzüge sowie der Endenergieverbrauch an Strom,
- für Anlagen zur Wasserversorgung und Wasseraufbereitung die bereitgestellte Wassermenge in Kubikmetern, die Anzahl der versorgten Einwohnerinnen und Einwohner sowie der Endenergieverbrauch an Strom,
- für Kläranlagen Größenklasse und Einwohnerwert der Kläranlage, die Anzahl der versorgten Einwohnerinnen und Einwohner sowie der Endenergieverbrauch an Strom.

Kommunen hatten die Option, mit einem vollumfänglichen Energiebericht sowie Summenwerten für die oben genannten Kategorien zu berichten, wenn sie ein umfassendes Energiemanagement betreiben („Mit KEM“). Kommunen ohne kommunales Energiemanagement berichten Verbräuche für einzelne Gebäude bzw. Liegenschaften („Ohne KEM“).

Nur die Daten der letzteren wurden für diesen Bericht herangezogen, da nur sie den nötigen Detailgrad, insbesondere bezüglich einzelner Bauwerkstypen aufweisen und entsprechend verarbeitbar sind.

3.1 Anzahl der verwendeten Datensätze

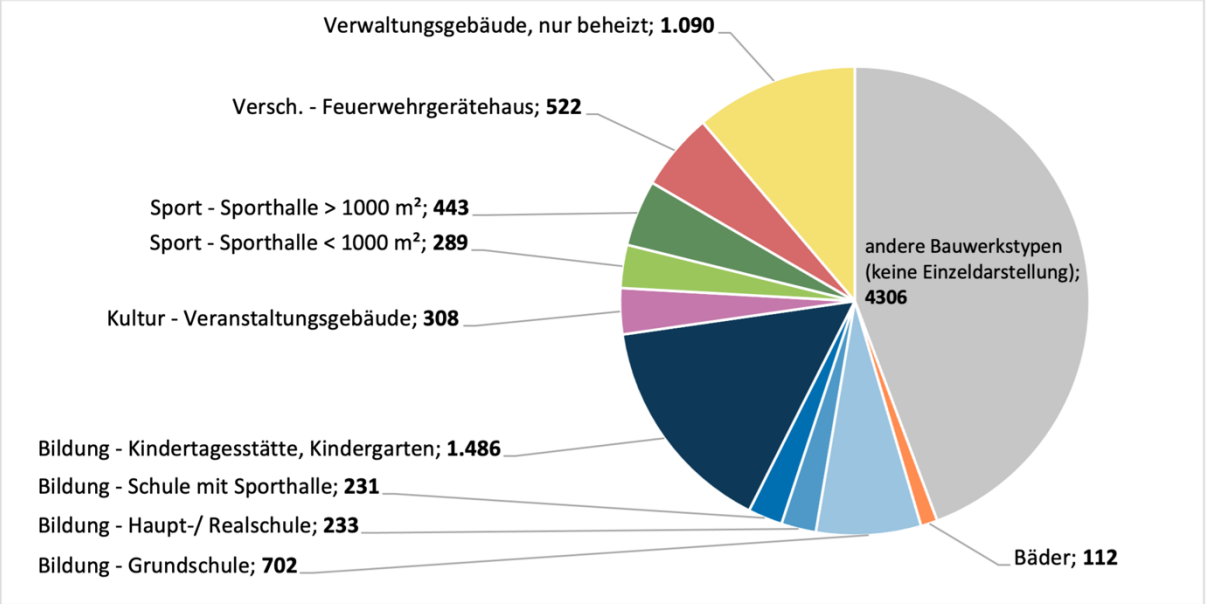


Abbildung 1: Anzahl ausgewertete Gebäude §18 (2021) unterteilt nach Gebäudekategorien, mit und ohne Einzeldarstellung in Teil 2 (Gesamtzahl: 9.722).

Insgesamt liegen Daten von 11.736 Gebäuden aus 404 Kommunen ohne kommunales Energiemanagement vor. Davon wurden 9.722 Gebäude nach einer Plausibilitätsprüfung (siehe 4.1) in die Auswertung für Teil 1 und davon 5.416 Gebäude in die detaillierte Auswertung in Teil 2 aufgenommen.

Die Daten umfassen 67 verschiedene Bauwerkstypen. Zumeist sind Daten von mindestens fünf Gebäuden, oft jedoch von mehreren hundert Gebäuden gleichen Bauwerkstyps vorhanden. Ausnahmen sind hierbei die Bauwerkstypen Bunker, Rechenzentren, Tennishallen, Eissporthallen und Internatsschulen. Die größte Anzahl an Gebäuden ist in der Kategorie „Bildung – Kindertagesstätte, Kindergarten“ vorhanden.

In Teil 2 werden die Daten für zehn Bauwerkstypen, die für Kommunen besonders wichtig sind, detailliert betrachtet. Diese sind in Abbildung 1 dargestellt und machen über die Hälfte der berichteten Gebäude aus.

3.2 Witterungsbereinigung des Wärmeverbrauchs

Die erhobenen Wärmeverbräuche werden bereits im Erfassungstool witterungsbereinigt. Zur Kennwertbildung wurden also bereits bereinigte Werte zugrunde gelegt. Anhand der Postleitzahl, die im Erfassungstool abgefragt wird, werden die Klimafaktoren des Deutschen Wetterdienstes (kurz DWD) genutzt, um die Bereinigung durchzuführen. Der Referenzort dieser Daten ist Potsdam. Wetterstationen sind nicht in allen Kommunen vorhanden. In diesen Fällen wird die nächstgelegene Wetterstation zur Klimabereinigung herangezogen.

3.3 Gesamtstromverbrauch

Der hier verarbeitete Gesamtstromverbrauch eines Gebäudes setzt sich zusammen aus dem eingekauften Netzstrom und ggf. aus der selbstverbrauchten Eigenerzeugung. Eingespeiste Eigenerzeugung hingegen wird weder berichtet noch betrachtet.

3.4 Bezugsgröße

Die Auswertung der Energieverbräuche erfolgt anhand der Nettoraumflächen, die die Kommunen berichten.

3.5 Auswirkungen von COVID 19

Die Energieverbräuche des Jahres 2021 wurden beeinflusst von Corona-bedingten Anforderungen wie erhöhte Lüftungsanforderungen einerseits und teilweise Schließungen andrerseits. Diese heben sich jedoch teilweise gegenseitig auf. Mehrverbräuche im einstelligen Bereich wurden von einzelnen Kommunen berichtet.

4 Methode und Plausibilität

Nach einer mehrstufigen Plausibilitätsprüfung wurden die verwertbaren Daten statistisch ausgewertet und Zielwerten gegenübergestellt.

4.1 Plausibilitätsprüfung

Nach Einreichung werden die Daten einer teilautomatisierten und teilweise händischen Prüfung unterzogen. Zunächst werden insbesondere Datenlücken identifiziert. Rückmeldungen und Nachforderungen werden an die Kommunen übermittelt. Allerdings erhält jede Kommune in der Regel nur einmal eine solche Fehlermeldung. Nicht alle Unstimmigkeiten werden daher an dieser Stelle behoben.

Aus diesem Grund wurden vor der Auswertung weitere Plausibiltätsprüfungen durchgeführt. Gebäude mit unplausiblen sowie fehlerhaften Werten wurden aus dem Datensatz entfernt.

Kriterien hierfür waren:

- Verbrauchskennzahlen sind unrealistisch, z.B. Wärme < 10 kWh/(m²*a), Strom < 1 kWh/(m²*a) oder Strom über 1.000 kWh/(m²*a).
- Die Bezugsgröße, d.h. die Fläche fehlt.
- Entweder der Wärme- oder der Stromverbrauch fehlt

Darüber hinaus ist die Korrektheit der Daten nur bedingt überprüfbar. Kommunen müssen allerdings mit der Einreichung bestätigen, dass die Daten korrekt und vollständig sind.

Bei einigen Gebäudetypen fallen die sehr hohen Maximalwerte auf. Diese Daten wurden miteinbezogen, da sie jeweils formal korrekt erschienen, auch wenn die Vermutung nahe liegt, dass manche davon Fehler beinhaltet (z.B. falsche Bezugsfläche o.ä.). Alternativ könnten diese sehr hohen Einzelverbräuche Corona-bedingt sein. Einzelfallprüfungen würden den Umfang der vorliegenden Untersuchung übersteigen.

4.2 Statistische Auswertung

Es wurde eine statistische Auswertung vorgenommen. Folgende Kennwerte wurden berechnet und nachfolgend für die 67 Bauwerkstypen dargestellt**:**

- Mittelwert
- Median
- 25-%-Quartil
- 75-%-Quartil

4.3 Auswertung von Untermengen

Die Daten wurden nach Gebäudefläche in Untermengen unterteilt. Diese detailliertere Auswertung bietet Anhaltspunkte für Planer und Gebäudeverantwortliche bei der Abschätzung der notwendigen energetischen Qualität. Dies ist wichtig, wenn es um eine eventuelle energetische Sanierung der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) oder der Gebäudehülle geht oder um die Planung von Neubauprojekten.

4.4 Zielwerte

Um einen klimaneutralen Gebäudebestand in Baden-Württemberg zu erlangen, müssen aus Sicht der KEA-BW klare Zielwerte für den Energieverbrauch angesetzt werden, auf die Kommunen und Planende hinarbeiten sollten.

Die Gegenüberstellung von Zielwerten verdeutlicht, dass eine erheblich höhere Endenergieeinsparung für das Erreichen eines klimaneutralen Gebäudebestands notwendig ist, als bisher angenommen. Dennoch zeigen die Daten auch, dass die Ziele erreichbar sind, da manche kommunalen Gebäude die geforderten Werte heute schon einhalten.

In der Richtlinie (EU) 2023/1791, European Energy Directive (EED), vom 13.09.2023 wird eine absolute Reduzierung von mindestens jährlich 1,9 % des Gesamtendenergieverbrauchs von öffentlichen Einrichtungen („Public Bodies“) gegenüber dem Jahr 2021 gefordert.

Das Energieeffizienzgesetz (EnEfG) vom 13.11.2023 setzt diese Vorgabe um in eine Einsparung von öffentlichen Stellen von 2 % pro Jahr gegenüber dem Vorjahr. Hierbei werden jedoch zunächst nur Verbraucher mit mehr als einer Gigawattstunde Gesamtendenergieverbrauch angesprochen.

Als Sanierungsstandard bis 2040 für die klimaneutrale Kommunalverwaltung fordert das Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) einen Wärmeverbrauch von 50 kWh/(m²*a) [1], im Rahmen des Leitfadens für die klimaneutrale Kommunalverwaltung. Dieser gibt außerdem eine Endenergiereduktion von mindestens 50 % für alle Liegenschaften bis 2040 vor.

Nach Betrachtung der Datenbasis des vorliegenden Berichts stellt sich die KEA-BW hinter die nachfolgenden Zielwerte.

4.4.1 Zielwerte Wärme

Die KEA-BW unterstützt das von ifeu vorgegebene Sanierungsziel bis 2040, also einen Zielwert für den Wärmeverbrauch von **50 kWh/(m²*a)** Endenergie. Der Wert ist grundsätzlich für alle hier ausgewerteten Bauwerkstypen, außer Hallenbäder, erreichbar.

Für Hallenbäder ist dieser Wert nicht passend. Allgemein gültige Zielwerte für Bäder bestehen nicht. Daher wird dort auf den unteren Quartilswert verwiesen. Für Hallenbäder definiert die KEA-BW einen Zielwert für Wärmeverbrauch von 250 kWh/(m²*a).

Darüber hinaus ist der Zielwert auch nicht für Gebäudetypen mit nutzungsbedingt geringem Bedarf angemessen, wie z. B. Baudenkmäler, Sakralbauten, Parkhäuser und Backhäuser. Auch hier sollte der untere Quartilswert herangezogen werden.

4.4.2 Zielwerte Strom

Der „Leitfaden Klimaneutrale Kommunalverwaltung“ des ifeu-Instituts macht keine Vorgaben für Strom. Allerdings gibt er ein Einsparziel für die gesamte Endenergie von 50 % vor. Die zunehmenden Anforderungen an Digitalisierung und teilweiser Verlagerung von Wärmeverbräuchen zu Strom (z.B. dezentrale Warmwasserbereitung und Wärmepumpen) erschweren die Abschätzung realistischer Zielwerte.

In Folge einer Expertenbefragung gibt die KEA-BW einen Zielwert von **10 kWh/(m²*a)** Endenergie für die gängigsten Nichtwohngebäude für 2040 vor. Die KEA-BW erachtet diesen Wert als erreichbar,

[1] Rechsteiner, Eva; Hertle, Hans: Leitfaden Klimaneutrale Kommunalverwaltung Baden-Württemberg, Dezember 2023, ifeu, Heidelberg

da es, bei den meisten Bauwerkstypen, in etwa dem unteren Quartilswert entspricht. Ausnahmen bilden Bäder und Sportplätze, sowie Gebäudetypen mit nutzungsbedingt geringem Bedarf wie Baudenkmäler, Sakralbauten, Bunker, Lagerhallen und ähnliche. Dort wird wieder auf den jeweiligen unteren Quartilswert verwiesen.

Für Hallenbäder definiert die KEA-BW daher einen Zielwert für Stromverbrauch von 50 kWh/(m²*a).

Teil 1
Gesamtstatistiken
67 Bauwerkstypen

5 Gesamtstatistiken 67 Bauwerkstypen

Die in diesem Kapitel grafisch dargestellten Daten vermitteln einen ersten visuellen Eindruck über die verarbeitete Datenmenge. Alle Daten für die 67 Bauwerkstypen, die in Teil 1 ausgewertet wurden, werden zunächst als absolute Verbräuche dargestellt, getrennt nach Wärme und Strom. Danach werden Kennwerte betrachtet.

5.1 Datenübersicht über alle ausgewerteten Gebäude – Wärme

In doppelt logarithmischer Darstellung zeigt Abbildung 2 den bereinigten Wärmeverbrauch in kWh im Verhältnis zur Nettoraumfläche in m² für jedes einzelne Gebäude in der Auswertung. Jeder Punkt im Streudiagramm stellt ein Gebäude dar. Die Gebäude befinden sich bis auf wenige Ausreißer in einem zentralen Mittelfeld.

Die Krümmung der Trendlinie nach unten ist bedingt durch den Punkt, an dem die Trendlinie die X-Achse schneidet. Zudem beginnt die Y-Achse nicht bei null. Der untere Bereich der Trendlinie ist in der doppelt logarithmischen Darstellung nur bedingt aussagekräftig.

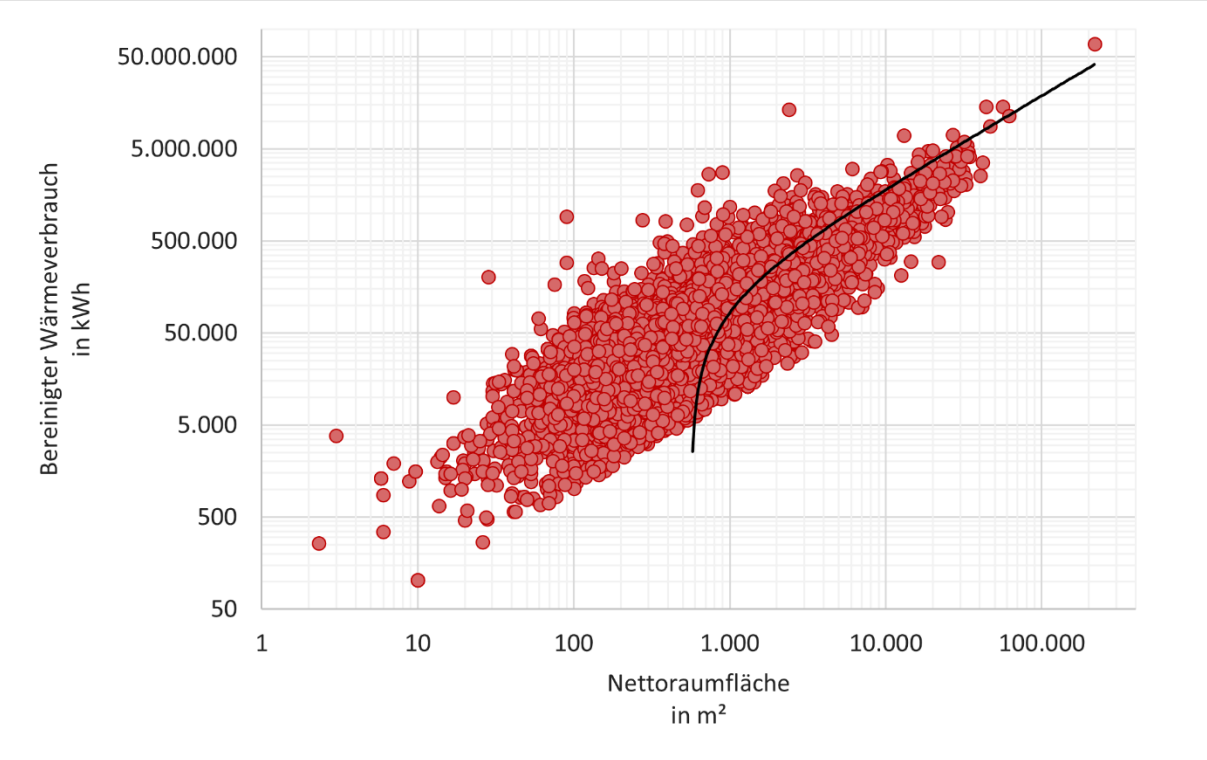


Abbildung 2: Bereinigter Wärmeverbrauch in kWh im Verhältnis zur Nettoraumfläche in m² für alle Gebäude in der Auswertung (alle 67 Bauwerkstypen).

5.2 Datenübersicht alle Gebäude – Strom

In doppelt logarithmischer Darstellung zeigt Abbildung 3 den bereinigten Stromverbrauch in kWh im Verhältnis zur Nettoraumfläche in m² für jedes einzelne Gebäude in der Auswertung. Jeder Punkt im Streudiagramm stellt ein Gebäude dar. Die Gebäude befinden sich auch hier bis auf wenige Ausreißer in einem zentralen Mittelfeld.

Auch hier ist die Krümmung der Trendlinie nach unten bedingt durch den Punkt, an dem die Trendlinie die X-Achse schneidet. Zudem beginnt die Y-Achse nicht bei null. Folglich ist der untere Bereich der Trendlinie auch hier nur bedingt aussagekräftig.

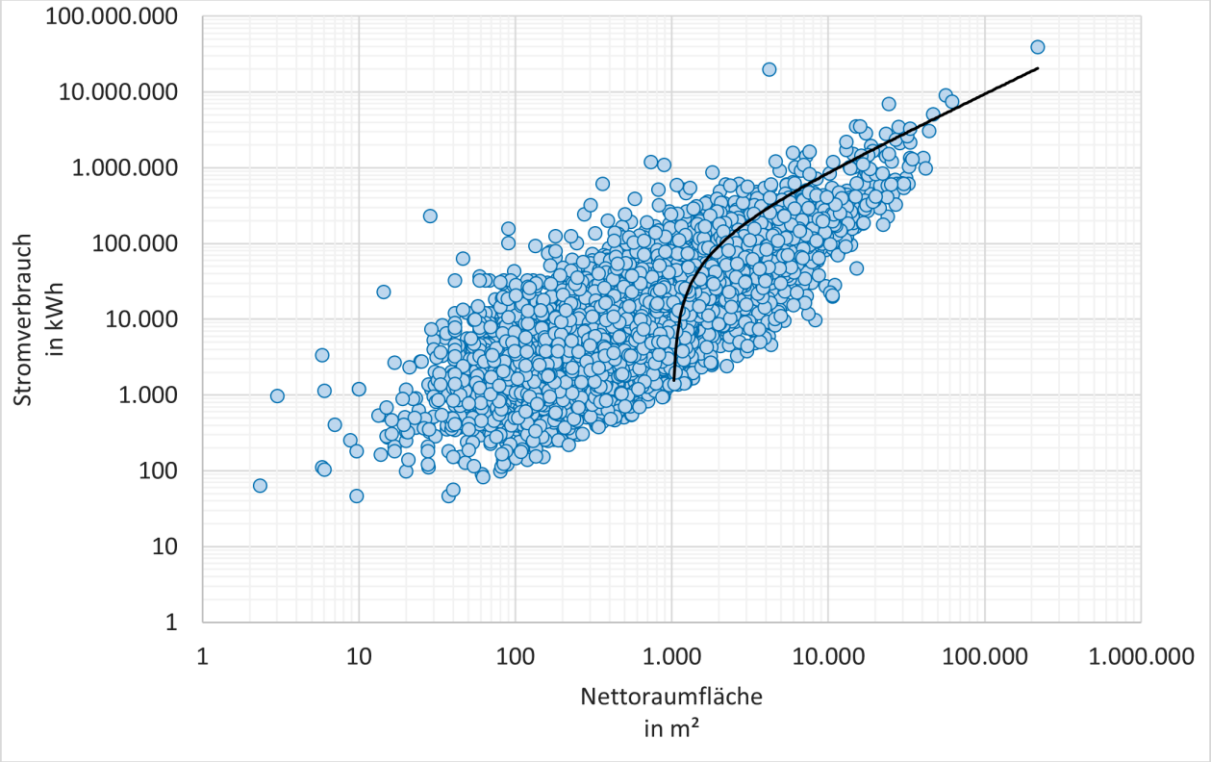


Abbildung 3: Stromverbrauch in kWh im Verhältnis zur Nettoraumfläche in m² der Gebäude (alle Gebäude in der Auswertung, alle Bauwerkstypen).

5.3 Auswertung und Kennwerte – Wärmeverbrauch

Tabelle 1 zeigt die Kennwerte für Wärmeverbräuche der 67 Bauwerkstypen mit Mittelwert, 25-%-Quartil, Median, 75-%-Quartil und den Zielwert Wärme (vgl. Abs. 4).

Bei Gebäudetypen mit nutzungsbedingt geringem Bedarf und einem unteren Quartilswert von weniger als 50 kWh/(m²*a) wird kein Zielwert angegeben. Hier kann der untere Quartilswert als Zielwert betrachtet werden.

Tabelle 1: Auswertung Wärmeverbräuche pro Bauwerkstyp mit Mittelwert, 25-%-Quartil, Median, 75-%-Quartil, Zielwert Wärme bis 2040.

Wärme 2021	Anzahl Gebäude	Zielwert Wärme (ifeu) bis 2040	Median	25-%-Quartil	Mittelwert	75-%-Quartil
	Stück	kWh/(m²*a)	kWh/(m²*a)	kWh/(m²*a)	kWh/(m²*a)	kWh/(m²*a)
Bad – Freibad < 1.000 m² Beckenfläche	29	-	141	71	182	244
Bad – Freibad > 2.000 m² Beckenfläche	12	-	221	113	199	259
Bad – Freibad 1.000 – 2.000 m² Beckenfläche	30	-	144	65	187	314
Hallenbäder	112	250	366	237	503	591
Bad – Thermalbad	6	-	353	217	359	507
Bildung – Grundschule	702	50	110	79	121	146
Bildung – Haupt-/ Realschule	233	50	92	65	100	121
Bildung – Gymnasium/ Gesamtschule	204	50	93	69	103	126
Bildung – Schule mit Sporthalle	231	50	106	81	110	131
Bildung – Schule mit Schwimmhalle/ Therapiebecken	33	50	139	101	315	196
Bildung – Internatsschule	2	50	155	151	155	159
Bildung – Berufsbildende Schule	133	50	81	67	96	115
Bildung – Sonderschule / Förderschule	112	50	104	80	118	137
Bildung – Kindertagesstätte, Kindergarten	1.486	50	119	81	134	165
Bildung – Weiterbildungseinrichtung (einschl. Musikschule, VHS…)	136	50	106	69	117	136
Kultur – Sakralbau/ Kapelle/Gedenkstätte	40	-	62	29	87	120
Kultur – Ausstellungsgebäude, Museum	182	50	93	64	152	133
Kultur – Bibliotheksgebäude	99	50	103	68	110	140
Kultur – Veranstaltungsgebäude	308	50	108	70	130	151
Kultur – Opernhaus, Theater	8	50	80	54	147	149
Kultur – Stadthalle, Saalbau	135	50	103	64	118	145
Kultur – Gemeinschaftshaus	526	50	88	55	105	136
Kultur – Baudenkmal: Burgen, Schlösser…	15	-	77	35	111	159
Kultur – Baudenkmal unbeheizt	0	-	-	-	-	-
Rechenzentrum	3	50	92	76	90	105
Sonstige Gebäude	194	-	90	47	113	141
Sport – Sportplatz	1	-	10	10	10	10

Wärme 2021	Anzahl Gebäude	Zielwert Wärme (ifeu) bis 2040	Median	25-%-Quartil	Mittelwert	75-%-Quartil
Sport – Stadium / Arena	12	50	173	126	252	288
Sport – Gebäude f. Sportplatz + Freibad (Umkleide, Tribüne etc.)	66	50	147	83	185	200
Sport – Sporthalle < 1.000 m²	289	50	122	86	148	172
Sport – Sporthalle > 1.000 m²	443	50	101	68	114	146
Sport – Eissporthallen	3	50	92	83	147	182
Sport – Tennishallen	2	50	101	83	101	119
Versch. – Backhaus	6	-	59	24	59	72
Versch. – Bauhof	346	50	108	62	137	171
Versch. – Bunker	0	-	-	-	-	-
Versch. – Feuerwache	198	50	91	58	108	140
Versch. – Feuerwehrgerätehaus	522	50	96	60	116	150
Versch. – Gebäude des Gesundheitswesens	13	50	148	109	122	154
Versch. – Gebäude für Tierhaltung	5	50	79	58	294	83
Versch. – Krankenhäuser und Kliniken	18	50	186	150	187	247
Versch. – Krematorium	8	50	546	231	973	1.688
Versch. – Lagerhalle, Lager	35	50	114	65	115	164
Versch. – Leichenhaus	194	-	56	26	75	109
Versch. – Medizinisches Versorgungszentrum	19	50	103	95	128	163
Versch. – Öffentliche Plätze	1	50	167	167	167	167
Versch. – Parkhaus, Tiefgarage	1	-	32	32	32	32
Versch. – Straßenmeisterei	44	50	105	70	151	175
Versch. – WC-Anlage	46	50	121	86	157	184
Verwaltungsgebäude, nur beheizt	1.090	50	109	76	124	154
Verwaltungsgebäude, temperiert und belüftet	95	50	100	72	110	135
Verwaltungsgebäude, mit Vollklimaanlage	27	50	84	50	85	105
Wohn/ Verpfleg. – Altenheime/ Pflegeheime	33	50	143	104	146	174
Wohn/ Verpfleg. – Flüchtlingsunterkünfte	632	50	167	100	196	264
Wohn/ Verpfleg. – Obdachlosenunterkünfte	145	50	148	90	181	235
Wohn/ Verpfleg. – sonst. Gemeinschaftsunterkünfte	33	50	107	71	146	175
Wohn/ Verpfleg. – Wohngebäude (allgemein)	107	50	121	69	136	165
Wohn/ Verpfleg. – Jugendzentrum	154	50	103	75	130	162
Wohn/ Verpfleg. – Seniorenzentren/ Tagesstätte	20	50	143	97	141	185
Wohn/ Verpfleg. – sonst. Betreuungs- oder Verpflegungseinrichtung	19	50	106	86	134	157
Wohn/ Verpfleg. – Hotel/Pension	6	50	118	105	183	237
Wohn/ Verpfleg. – Schullandheim, Jugendherberge	2	50	166	156	166	175
Wohn/ Verpfleg. – Kantine/Mensa	63	50	106	69	130	161

5.4 Auswertung und Kennwerte – Stromverbrauch

Tabelle 2 zeigt die Kennwerte für Stromverbräuche der 67 Bauwerkstypen mit Mittelwert, 25-%-Quartil, Median, 75-%-Quartil und den Zielwert Strom (vgl. Abs. 4). Die Anmerkungen zum Gesamtstromverbrauch in Abs. 3.3 sind zu beachten.

Bei Freibädern sowie bei Gebäudetypen mit nutzungsbedingt geringem Bedarf und mit einem unteren Quartilswert von weniger als 10 kWh/(m²*a) wird kein Zielwert angegeben. Hier kann der untere Quartilswert als Zielwert betrachtet werden.

Tabelle 2: Auswertung Stromverbräuche pro Bauwerkstyp mit Mittelwert, 25-%-Quartil, Median, 75-%-Quartil, Zielwert Strom (KEA-BW) bis 2040.

Strom 2021	Anzahl Gebäude	Zielwert Strom (KEA-BW) bis 2040	Median	25-%-Quartil	Mittelwert	75-%-Quartil
	Stück	kWh/(m²*a)	kWh/(m²*a)	kWh/(m²*a)	kWh/(m²*a)	kWh/(m²*a)
Bad – Freibad < 1.000 m² Beckenfläche	29	-	111	28	97	131
Bad – Freibad > 2.000 m² Beckenfläche	12	-	88	47	82	122
Bad – Freibad 1.000 – 2.000 m² Beckenfläche	30	-	87	34	89	131
Hallenbäder	112	50	96	52	131	173
Bad – Thermalbad	6	50	165	113	187	199
Bildung – Grundschule	702	10	11	7	14	16
Bildung – Haupt-/ Realschule	233	10	13	10	16	19
Bildung – Gymnasium/ Gesamtschule	204	10	15	11	26	21
Bildung – Schule mit Sporthalle	231	10	13	10	16	18
Bildung – Schule mit Schwimmhalle/ Therapiebecken	33	10	23	14	24	32
Bildung – Internatsschule	2	10	15	11	15	20
Bildung – Berufsbildende Schule	133	10	19	14	19	22
Bildung – Sonderschule / Förderschule	112	10	14	9	16	20
Bildung – Kindertagesstätte, Kindergarten	1.496	10	16	11	20	23
Bildung – Weiterbildungseinrichtung (einschl. Musikschule, VHS…)	136	10	11	7	16	20
Kultur – Sakralbau/ Kapelle/Gedenkstätte	40	10	11	7	15	20
Kultur – Ausstellungsgebäude, Museum	182	10	10	5	65	24
Kultur – Bibliotheksgebäude	90	10	18	13	20	27
Kultur – Veranstaltungsgebäude	308	10	13	7	22	24
Kultur – Opernhaus, Theater	8	10	20	13	28	39
Kultur – Stadthalle, Saalbau	135	10	17	10	22	24
Kultur – Gemeinschaftshaus	526	10	8	5	12	14
Kultur – Baudenkmal: Burgen, Schlösser…	15	-	15	8	31	54
Kultur – Baudenkmal unbeheizt	15	-	5	3	22	12
Rechenzentrum	3	10	29	24	57	76
Sonstige Gebäude	194	10	11	5	45	27

Strom 2021	Anzahl Gebäude	Zielwert Strom (KEA-BW) bis 2040	Median	25-%-Quartil	Mittelwert	75-%-Quartil
Sport – Sportplatz	47	-	2	1	6	4
Sport – Stadium / Arena	12	10	39	28	63	80
Sport – Gebäude f. Sportplatz + Freibad (Umkleide, Tribüne etc.)	66	10	19	8	28	33
Sport – Sporthalle < 1.000 m²	289	10	13	9	20	22
Sport – Sporthalle > 1.000 m²	443	10	17	11	20	25
Sport – Eissporthallen	3	10	105	79	125	161
Sport – Tennishallen	2	10	18	13	18	23
Versch. – Backhaus	6	10	35	29	41	54
Versch. – Bauhof	346	10	15	9	32	29
Versch. – Bunker	1	-	1	1	1	1
Versch. – Feuerwache	198	10	16	9	23	28
Versch. – Feuerwehrgerätehaus	522	10	14	9	20	21
Versch. – Gebäude des Gesundheitswesens	13	10	10	7	15	17
Versch. – Gebäude für Tierhaltung	5	10	24	18	154	89
Versch. – Krankenhäuser und Kliniken	18	10	107	85	112	122
Versch. – Krematorium	8	10	137	102	176	225
Versch. – Lagerhalle, Lager	35	-	13	5	22	21
Versch. – Leichenhaus	194	-	12	6	26	24
Versch. – Medizinisches Versorgungszentrum	19	10	36	14	49	70
Versch. – Öffentliche Plätze	1	10	45	45	45	45
Versch. – Parkhaus, Tiefgarage	1	-	4	4	4	4
Versch. – Straßenmeisterei	44	10	15	10	26	25
Versch. – WC-Anlage	46	10	26	16	57	52
Verwaltungsgebäude, nur beheizt	1.090	10	18	10	24	29
Verwaltungsgebäude, temperiert und belüftet	95	10	31	22	36	42
Verwaltungsgebäude, mit Vollklimaanlage	27	10	39	23	54	57
Wohn/ Verpfleg. – Altenheime/ Pflegeheime	33	10	35	17	49	55
Wohn/ Verpfleg. – Flüchtlingsunterkünfte	632	10	44	27	61	75
Wohn/ Verpfleg. – Obdachlosenunterkünfte	145	10	40	22	52	60
Wohn/ Verpfleg. – sonst. Gemeinschaftsunterkünfte	33	10	26	12	32	39
Wohn/ Verpfleg. – Wohngebäude (allgemein)	107	10	8	3	18	22
Wohn/ Verpfleg. – Jugendzentrum	154	10	13	8	17	19
Wohn/ Verpfleg. – Seniorenzentren/ Tagesstätte	20	10	12	7	20	20
Wohn/ Verpfleg. – sonst. Betreuungs- oder Verpflegungsein-richtung	19	10	15	11	36	35
Wohn/ Verpfleg. – Hotel/Pension	6	10	60	30	75	87
Wohn/ Verpfleg. – Schullandheim, Jugendherberge	2	10	27	25	27	29
Wohn/ Verpfleg. – Kantine/Mensa	63	10	22	16	41	39

Teil 2
Einzelbetrachtungen für 10 Bauwerkstypen

Hinweis zu Teil 2:
Im Folgenden erhält jeder der 10 detailliert betrachteten Bauwerkstypen ein eigenes Kapitel, das für sich genommen lesbar sein soll. Die Kapitel sind identisch aufgebaut. Manche Hinweise und Textpassagen wiederholen sich daher.

6 Verwaltungsgebäude, nur beheizt

Der Bauwerkstyp „Verwaltungsgebäude, nur beheizt“ klammert Gebäude mit Belüftung und Vollklimatisierung aus. Diese werden gesondert erfasst, machen aber einen sehr geringen Teil der erfassten Verwaltungsgebäude aus.

Es wurden insgesamt 1.090 Gebäude für diese Auswertung herangezogen. Nach „Kindertagesstätten/ Kindergärten“ ist dies der zweithäufigste Bauwerkstyp.

Tabelle 3 zeigt eine Übersicht der Auswertung für diesen Bauwerkstyp. Zunächst sind zur besseren Einordnung der berechneten Werte die Zielwerte aufgeführt, gefolgt von statistischen Kennwerten (unteres und oberes Quartil, Median, Mittelwert, Minimum, Maximum und Standardabweichung).

Rechts in der Tabelle befinden sich die Kennwerte für Wärmeverbrauch und Stromverbrauch als Einzelwerte sowie für die gesamte Endenergie, also die Summe aus Wärme und Strom. Die Betrachtung der Summe von Wärme und Strom auf Endenergiebasis ist vor dem Hintergrund von Sektorenkopplung relevant – mehr und mehr wird mit Strom geheizt (z.B. mit Wärmepumpe). Wichtig ist die Darstellung der gesamten Endenergie auch, weil das ifeu-Institut ein Einsparziel von mindestens 50 % für den gesamten Endenergieverbrauch für das Ziel der klimaneutralen Kommunalverwaltung definiert hat. [1]

Tabelle 3: Übersicht über die Auswertung der Verwaltungsgebäude (nur beheizt) – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte.

Zusammenfassung Verwaltungsgebäude, nur beheizt		Gesamt	Wärme	Strom
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	**1.090**	**1.090**	**1.090**
Zielwert 2040 Wärme und Strom (50 + 10 kWh/(m²*a))	**kWh/(m²*a)**	**60,00**	**50,00**	**10,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	93,90	75,89	10,29
Median	**kWh/(m²*a)**	**131,66**	**108,93**	**18,23**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	179,01	153,70	29,46
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	88,11	80,14	28,33
Min	kWh/(m²*a)	13,22	10,16	1,16
Mittelwert	kWh/(m²*a)	148,47	124,21	24,26
Max	kWh/(m²*a)	929,17	912,31	390,90

6.1 Übersicht über alle Energieverbräuche (Verwaltungsgebäude nur beheizt)

Abbildung 4 stellt eine Gesamtübersicht über die Wärmeverbrauchskennwerte aller Verwaltungsgebäude (nur beheizt) dar, die für das Jahr 2021 ausgewertet wurden. Die gestrichelte Linie stellt den in Abschnitt 4.4 definierten Sanierungszielwert für Wärme dar (50 kWh/(m²*a)). Abbildung 5 stellt die Stromverbrauchskennwerte dar. Die gestrichelte Linie zeigt den Zielwert für Strom (10 kWh/(m²*a)).

Sortiert wurde je absteigend nach Gesamtendenergieverbrauch pro m² (Wärme plus Strom). Durch die hohe Anzahl der Gebäude verschwimmen die Säulen zu Flächen.

Die Grafiken verdeutlichen den geringen Anteil von ausgewerteten Gebäuden, die unterhalb der Zielwerte liegen.

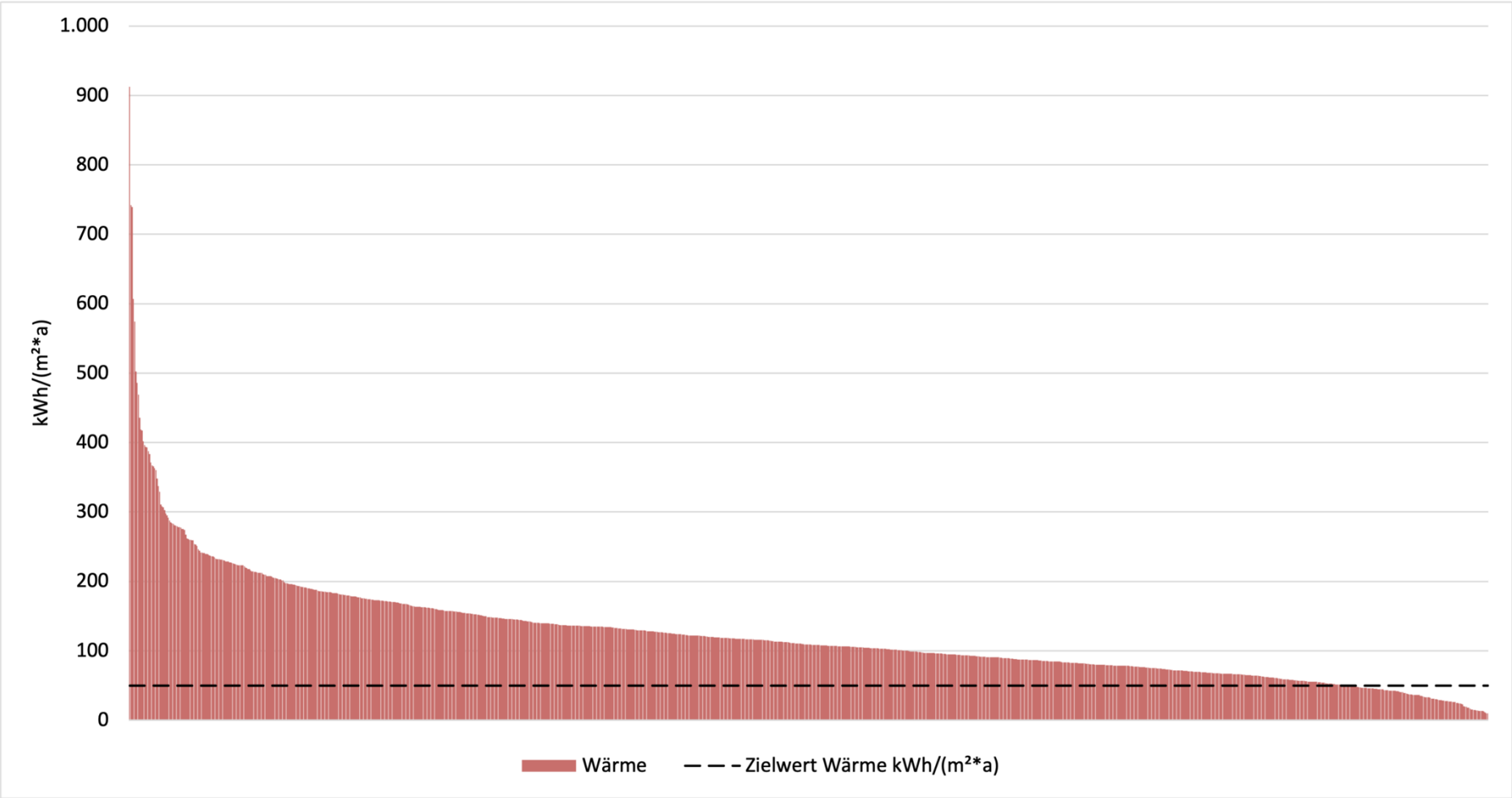


Abbildung 4: Übersicht über Wärmeverbräuche pro m² für Verwaltungsgebäude (nur beheizt), 2021, mit Zielwert.

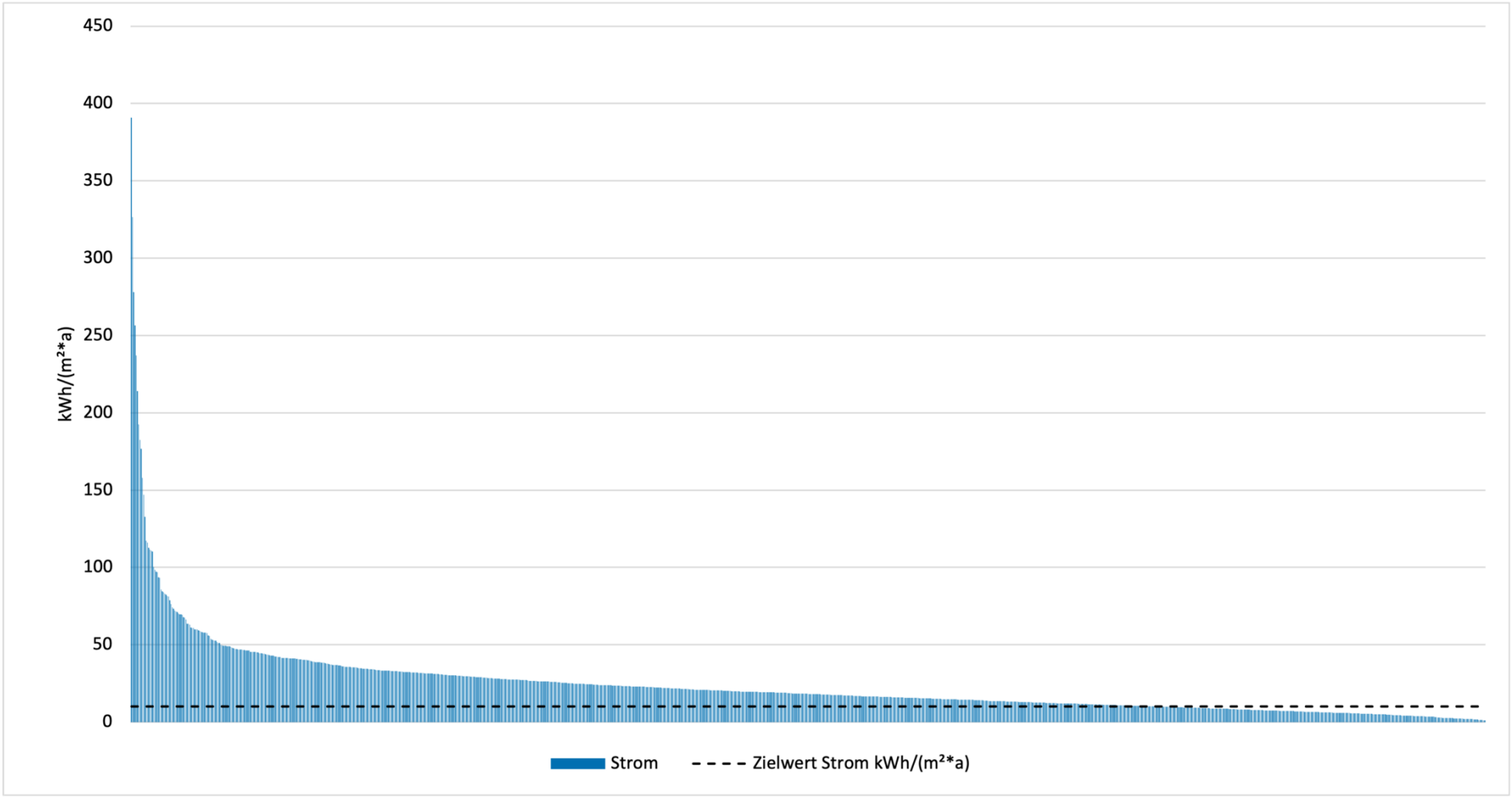


Abbildung 5: Übersicht über Stromverbräuche pro m² für Verwaltungsgebäude (nur beheizt), 2021, mit Zielwert.

In Abbildung 4 ist auch erkennbar, dass ein hoher Anteil von Gebäuden einen sehr hohen Wärmeverbrauch von über 200 kWh/(m²*a) hat, davon mehrere Werte über 500 kWh/(m²*a) sowie der sehr hohe Maximalwert von 927 kWh/(m²*a). Dieser liegt über 18-mal über dem Zielwert und über 6-mal über dem Mittelwert.

Die Verteilung der Werte in Abbildung 4 und Abbildung 5 wird in den nachfolgenden Grafiken weiter analysiert und dargestellt.

6.2 Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Verwaltungsgebäude nur beheizt)

Die zuvor in Abbildung 4 und Abbildung 5 als Einzeldaten dargestellten Verbräuche werden im Folgenden in Histogramme gebündelt, um die Häufigkeitsverteilung zu verdeutlichen.

6.2.1 Häufigkeitsverteilung Wärmeverbräuche

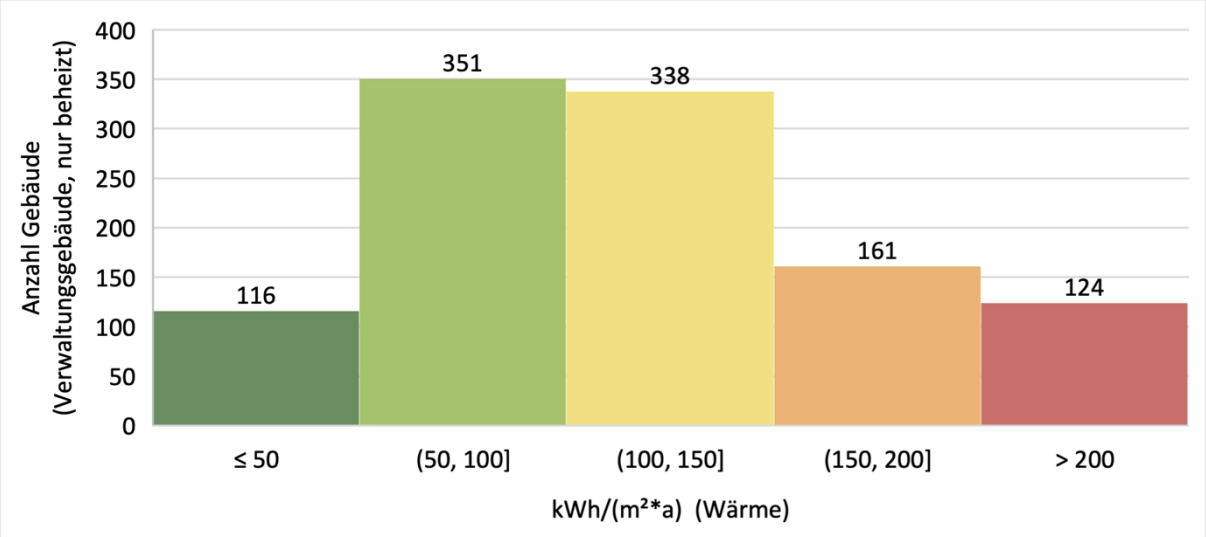


Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Verwaltungsgebäude (nur beheizt).

Das Histogramm in Abbildung 6 zeigt die Wärmeverbräuche in fünf Wärmeverbrauchsklassen. Die Klassen bzw. Verbrauchsspannen sind auf der X-Achse angegeben. Obere und untere Grenze der Verbrauchsspanne werden jeweils mit Komma getrennt aufgeführt.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Wärmezielwert von 50 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 118 Gebäude vertreten, was 11 % des Datensatzes der Verwaltungsgebäude (nur beheizt) entspricht.

Die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) enthält Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen, bzw. vervierfachen den Zielwert (also über 200 kWh/(m²*a)). Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts. Dies betrifft hier immerhin 124 bzw. 11 % der Gebäude. Die Aufteilung der Klassen wurde so gewählt, dass unterschiedliche Sanierungsbedarfe (von „ok“ über „gering-investiv“ bis „Komplettsanierung notwendig“) abgeleitet werden können. Auffällig ist der hohe Anteil von insgesamt 63 % der Gebäude zwischen 50 und 150 kWh/(m²*a).

6.2.2 Häufigkeitsverteilung Stromverbräuche

Das Histogramm in Abbildung 7 zeigt die Stromverbräuche in fünf Stromverbrauchsklassen.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Stromverbrauchszielwert von 10 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 261 Gebäude vertreten, was knapp einem Viertel des Datensatzes der Verwaltungsgebäude (nur beheizt) entspricht. Genau wie bei der Wärme enthält die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen, bzw. vervierfachen den Zielwert jeweils. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts, also oberhalb von 40 kWh/(m²*a). Die Verteilung ist für diesen Gebäudetyp gleichmäßiger als bei Wärme. Den höchsten Anteil machen mit 32 % die Gebäude in der Verbrauchsspanne zwischen 10 und 20 kWh/(m²*a) aus.

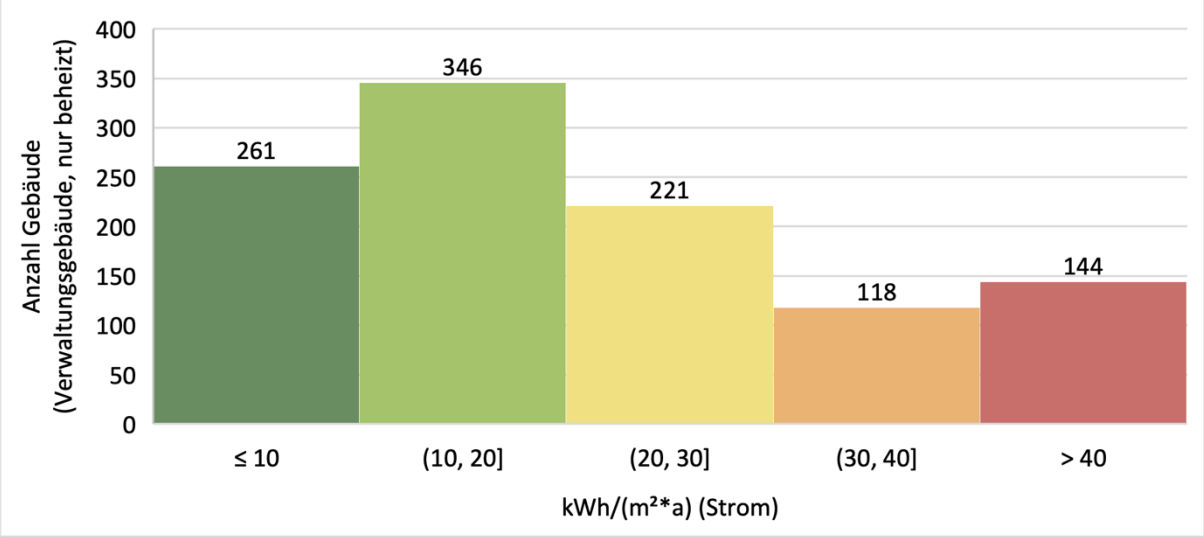


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Verwaltungsgebäude (nur beheizt).

6.3 Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Verwaltungsgebäude nur beheizt)

Die folgenden beiden Abschnitte zeigen jeweils zunächst eine unbewertete Übersicht über die Gesamtdatenbasis für Verwaltungsgebäude (unbeheizt) als Verhältnis von Verbrauch zur Fläche, je einmal für Wärme und einmal für Strom.

Es werden also zuerst die absoluten Verbräuche, nicht statistische Kennwerte, dargestellt. Dieses Verhältnis wird in den nachfolgenden Abschnitten dann genauer untersucht.

6.3.1 Verhältnis bereinigter Wärmeverbrauch zur Fläche – absolut

Abbildung 8 zeigt eine Übersicht über die Daten der Verwaltungsgebäude (nur beheizt). Jeder rote Punkt steht für ein Gebäude. Es sind jeweils die absoluten Verbrauchswerte dargestellt. Der bereinigte Wärmeverbrauch wird durch die Verortung auf der Y-Achse ins Verhältnis zur Nettoraumfläche auf der X-Achse gesetzt. Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie (Regressionsgerade) des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Die Krümmung ist der doppelt logarithmischen Skalierung geschuldet. Zudem beginnen die Achsen nicht bei null.

Die allermeisten Verwaltungsgebäude haben weniger als 5.000 m² Nettoraumfläche. Größtenteils liegen sie nahe an der Trendlinie.

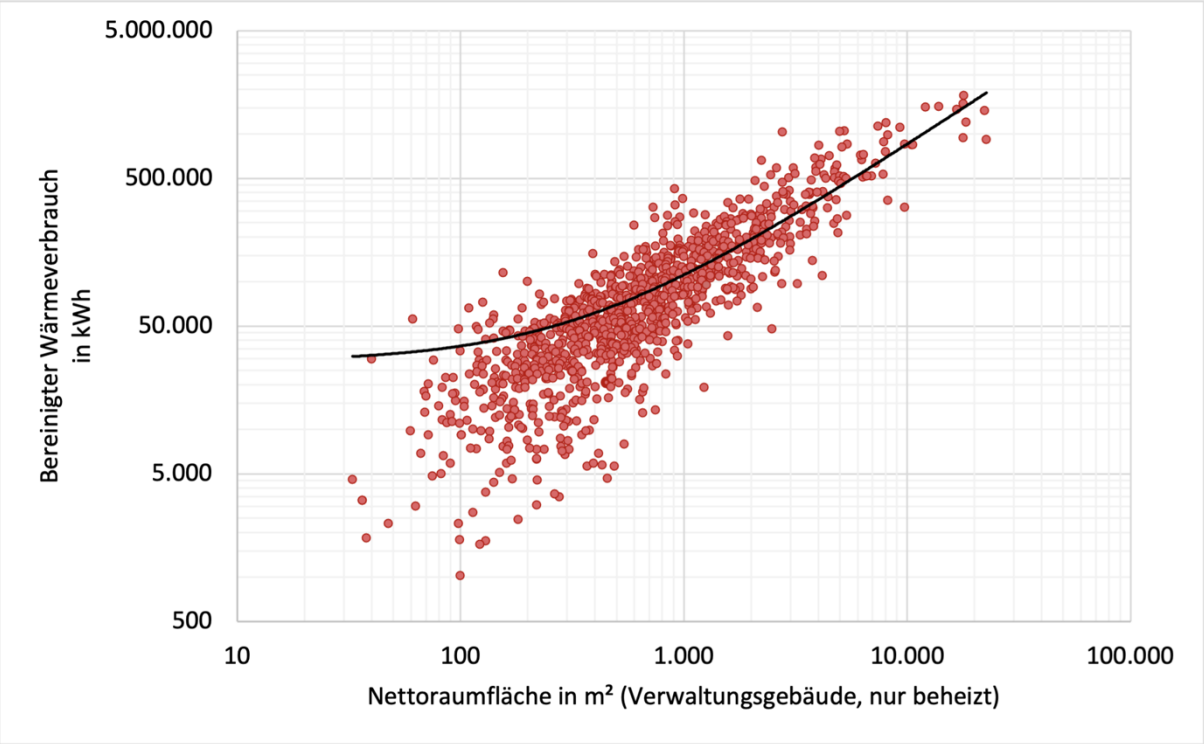


Abbildung 8: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Verwaltungsgebäude (nur beheizt).

6.3.2 Wärmeverbräuche nach Fläche

Tabelle 4 zeigt statistische Kennwerte für Wärmeverbräuche von Verwaltungsgebäuden (nur beheizt), nach Gebäudefläche sortiert. Erhoben wurde die Nettoraumfläche. Der Zielwert für den Wärmeverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Jedoch liegt auch das 25-%-Quartil unabhängig von der Größe des Gebäudes deutlich über dem Zielwert.

Tabelle 4: Wärmeverbräuche von Verwaltungsgebäuden (nur beheizt) nach Fläche.

Wärme – Verwaltungsgebäuden (nur beheizt)		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	1.090	658	212	143	40	19	7	11
Zielwert Wärme (ifeu) bis 2040	**kWh/(m²*a)**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	75,89	76,71	79,87	68,06	73,60	79,39	64,88	64,54
Median	**kWh/(m²*a)**	**108,93**	**117,67**	**104,09**	**97,16**	**102,71**	**93,46**	**94,66**	**80,08**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	153,70	169,09	144,13	134,06	124,60	114,69	118,86	95,01
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	80,14	91,68	61,77	52,23	42,55	36,10	38,52	23,99
Min	kWh/(m²*a)	10,16	10,16	15,50	19,29	26,07	51,84	32,66	40,44
Mittelwert	kWh/(m²*a)	124,21	132,81	119,07	105,38	103,63	105,71	91,65	81,37
Max	kWh/(m²*a)	912,31	912,31	468,98	371,52	207,46	198,53	146,73	125,18

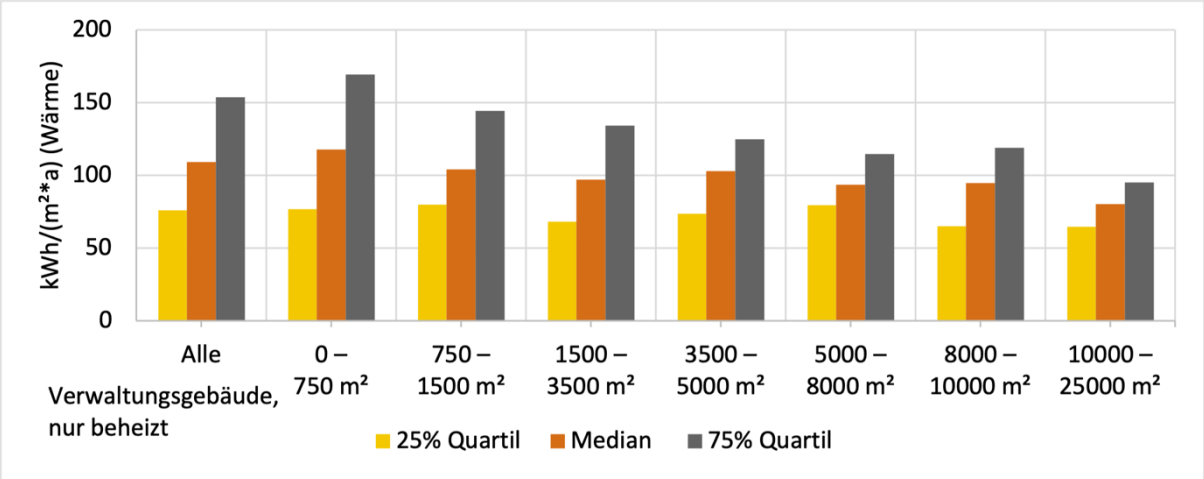


Abbildung 9: Wärmeverbräuche von Verwaltungsgebäuden (nur beheizt) nach Fläche.

Abbildung 9 zeigt die in Tabelle 4 dargestellten Wärmeverbräuche von Verwaltungsgebäuden (nur beheizt) nach Gebäudefläche sortiert. Die gruppierten Säulen zeigen jeweils 25-%-Quartil, Median und 75-%-Quartil einer Größenkategorie an. Die kleinsten Gebäude mit einer Fläche zwischen 0 und 750 m² im 75-%-Quartil zeigen einen deutlich höheren Wärmeverbrauch, sowie eine größere Spreizung zwischen 25-%-Quartil, Median und 75-%-Quartil.

Bis zur Größenklasse 1.500 – 3.500 m² fallen die Medianwerte mit zunehmender Größe deutlich ab. Bei den Gebäuden über 3.500 m² ist das Bild uneinheitlich. Hier muss die deutlich geringere Anzahl an Gebäuden in diesen Gruppen beachtet werden.

6.4 Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Verwaltungsgebäude nur beheizt)

6.4.1 Verhältnis Stromverbrauch zur Fläche – absolut

Abbildung 10 stellt den absoluten Stromverbrauch der einzelnen Verwaltungsgebäude (blaue Punkte) im Verhältnis zur Nettoraumfläche dar.

Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Auch hier ist die Krümmung der doppelt logarithmischen Skalierung geschuldet. Die starke Krümmung nach unten ist bedingt durch den Punkt, an dem die Trendlinie die X-Achse schneidet. Zudem beginnen die Achsen nicht bei null. Der untere Bereich der Trendlinie ist nur bedingt aussagekräftig.

Eine dichte Konzentration in der Nähe der Trendlinie ist erkennbar.

Einzelne größere Gebäude weisen allerdings auch entweder sehr hohe oder niedrige Stromverbräuche auf.

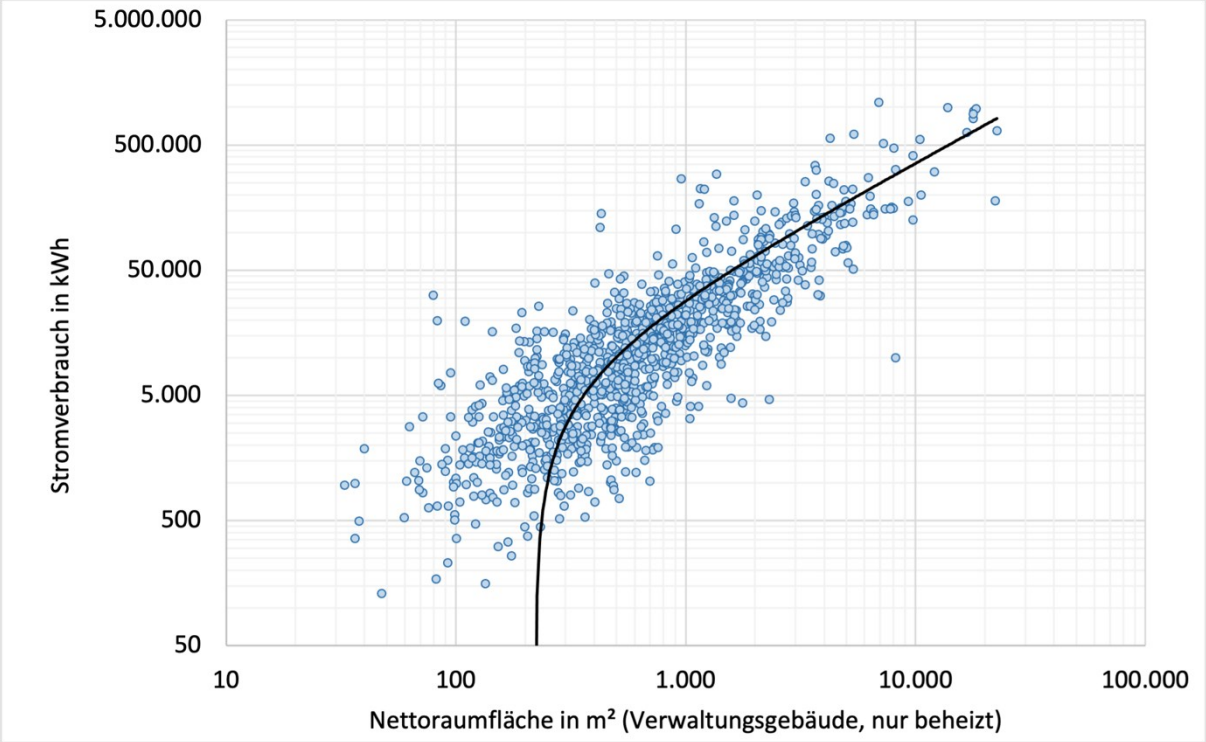


Abbildung 10: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Verwaltungsgebäude (nur beheizt).

6.4.2 Stromverbräuche nach Fläche

Tabelle 5 zeigt statistische Kennwerte für Stromverbräuche von Verwaltungsgebäuden (nur beheizt) nach Gebäudefläche sortiert. Der Zielwert für den Stromverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Der untere Quartilswert über alle Größenklassen hinweg entspricht ungefähr dem Zielwert. Jedoch liegen untere Quartilswerte einzelner Größenklassen auch deutlich darüber, insbesondere ab einer Fläche von 3.500 m².

Tabelle 5: Stromverbräuche von Verwaltungsgebäuden (nur beheizt) nach Fläche.

Strom – Verwaltungsgebäuden (nur beheizt)		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	1.090	658	212	143	40	19	7	11
Zielwert 2040 Strom (KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	10,29	7,98	13,51	14,45	21,92	20,48	15,94	26,85
Median	**kWh/(m²*a)**	**18,23**	**15,31**	**20,51**	**22,66**	**30,22**	**22,56**	**19,32**	**45,32**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	29,46	26,48	29,25	33,21	38,52	36,65	40,36	52,25
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	28,33	28,60	32,08	17,95	23,79	36,58	18,21	17,61
Min	kWh/(m²*a)	1,16	1,16	2,52	1,99	8,09	9,41	1,21	7,98
Mittelwert	kWh/(m²*a)	24,26	21,46	27,25	26,69	34,44	38,20	27,33	40,12
Max	kWh/(m²*a)	390,90	390,90	277,91	110,30	132,82	157,79	58,16	71,48

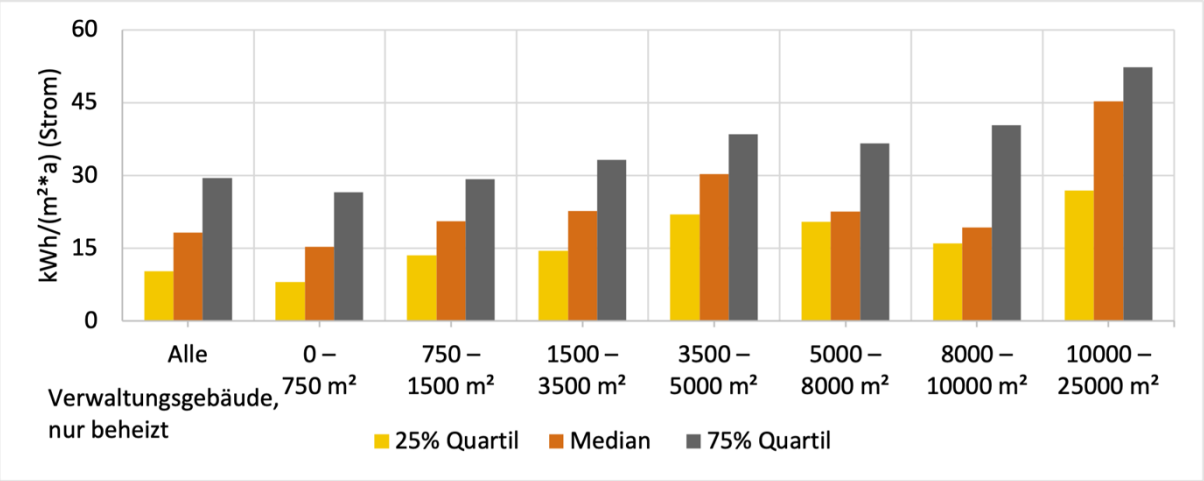


Abbildung 11: Stromverbräuche von Verwaltungsgebäuden (nur beheizt) nach Fläche.

Abbildung 11 visualisiert die in Tabelle 5 dargestellten Werte, der Stromverbräuche von Verwaltungsgebäuden (nur beheizt), nach Fläche. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil gezeigt.

Im Gegensatz zu den Wärmeverbräuchen, steigen Stromverbräuche mit zunehmender Gebäudefläche an. Zu vermuten ist, dass hier zusätzliche EDV (Server) mit punktueller Kühlung enthalten sind. Auffällig sind insbesondere Gebäude mit einer Fläche zwischen 10.000 m² und 25.000 m², die im 75-%-Quartil und im Median einen besonders hohen Stromverbrauch haben, deutlich höher als die Werte über alle Gebäudegrößen hinweg. Auch hier muss die geringe Anzahl an Gebäuden in den größeren Größenkategorien beachtet werden.

6.5 Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Verwaltungsgebäude nur beheizt)

Tabelle 6: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Verwaltungsgebäude (nur beheizt) nach Fläche.

Gesamt – Verwaltungsgebäuden (nur beheizt)		**Alle**	**Fläche 0 – 750 m²**	**Fläche 750 – 1.500 m²**	**Fläche 1.500 – 3.500 m²**	**Fläche 3.500 – 5.000 m²**	**Fläche 5.000 – 8.000 m²**	**Fläche 8.000 – 10.000 m²**	**Fläche 10.000 – 25.000 m²**
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	1.090	658	212	143	40	19	7	11
Zielwert 2040 Wärme und Strom (ifeu, KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	93,90	91,73	98,97	88,38	107,74	108,15	79,74	100,19
Median	**kWh/(m²*a)**	**131,66**	**137,14**	**127,81**	**124,06**	**137,57**	**133,75**	**128,68**	**124,38**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	179,01	192,54	176,34	165,43	174,11	163,77	147,71	142,50
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	88,11	99,47	76,39	56,54	48,67	51,63	53,89	32,94
Min	kWh/(m²*a)	13,22	13,22	20,33	37,86	45,25	61,25	44,34	68,91
Mittelwert	kWh/(m²*a)	148,47	154,26	146,32	132,07	138,07	143,91	118,97	121,48
Max	kWh/(m²*a)	929,17	929,17	584,91	381,54	256,84	269,65	204,89	182,25

Tabelle 6 zeigt die statistischen Kennwerte des Gesamtendenergieverbrauchs von Verwaltungsgebäuden (nur beheizt), also die Summe von Wärme- und Stromverbrauch, nach Fläche sortiert.

Auch die Zielwerte für Wärme und Strom wurden hierfür aufsummiert zu folglich 60 kWh/(m²*a).

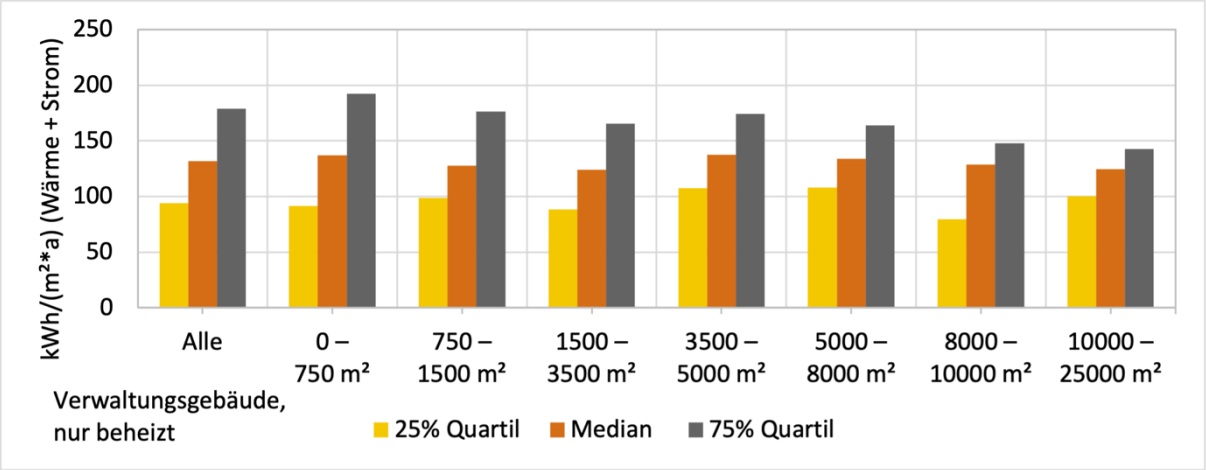


Abbildung 12: Gesamtendenergieverbrauch von Verwaltungsgebäuden (nur beheizt) nach Fläche.

Abbildung 12 zeigt die in Tabelle 6 dargestellten Werte für den Gesamtendenergieverbrauch (Wärme- und Strom) von Verwaltungsgebäuden (nur beheizt), nach Fläche sortiert. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil nebeneinander dargestellt. Die Mediane zeigen ähnliche Abwärtstrends für Flächen von 0 bis 5.000 m² sowie für Flächen von 5.000 bis 25.000 m².

7 Bildung – Kindertagesstätte, Kindergarten

Der Bauwerkstyp „Kindertagesstätte, Kindergarten“ beinhaltet alle Gebäude zur Betreuung von Kleinkindern.

Insgesamt 1.486 Gebäude in der Kategorie „Kindertagesstätte, Kindergarten“ konnten ausgewertet werden. Somit ist dieser Bauwerkstyp mit großem Abstand der Häufigste.

Tabelle 7 zeigt eine Übersicht der Auswertung für den Bauwerkstyp. Zunächst sind zur besseren Einordnung der berechneten Werte die Zielwerte aufgeführt, gefolgt von statistischen Kennwerten (unteres und oberes Quartil, Median, Mittelwert, Minimum, Maximum und Standardabweichung).

Die Tabelle zeigt die Kennwerte von Wärmeverbrauch und Stromverbrauch als Einzelwerte und die Kennwerte für den Endenergieverbrauch, also die Summe aus Wärme- und Stromverbrauch. Die Betrachtung der Summe von Wärme und Strom auf Endenergiebasis ist vor dem Hintergrund der Sektorenkopplung relevant – mehr und mehr wird mit Strom geheizt (z.B. mit Wärmepumpe). Wichtig ist die Darstellung der Endenergie auch, weil das ifeu-Institut ein Einsparziel von mindestens 50 % für den Endenergieverbrauch für das Ziel der klimaneutralen Kommunalverwaltung definiert hat. [1]

Tabelle 7: Übersicht über die Auswertung der Kindertagesstätten und Kindergärten – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte.

Zusammenfassung – Kindertagesstätte, Kindergarten		Gesamt	Wärme	Strom
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	**1.486**	**1.486**	**1.486**
Zielwert 2040 Wärme und Strom (50 + 10 kWh/(m²*a))	**kWh/(m²*a)**	**60,00**	**50,00**	**10,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	98,42	81,32	11,43
Median	**kWh/(m²*a)**	**138,46**	**119,44**	**16,01**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	185,29	165,39	22,56
Standardabweichung	**kWh/(m²*a)**	**92,49**	**87,34**	**18,98**
Min	kWh/(m²*a)	18,05	10,30	1,10
Mittelwert	kWh/(m²*a)	154,01	134,02	19,99
Max	kWh/(m²*a)	1020,25	824,65	258,00

7.1 Übersicht über alle Energieverbräuche (Kindertagesstätte, Kindergarten)

Abbildung 13 stellt eine Gesamtübersicht über die Wärme- und Stromverbrauchskennwerte aller Kindertagesstätten und Kindergärten für das Jahr 2021 dar. In der Abbildung ist der Stromverbrauch in Blau und der Wärmeverbrauch in Rot jeweils als gruppierte Säulen pro Gebäude dargestellt. Sortiert wurde absteigend nach Gesamtendenergieverbrauch pro m² (Wärme plus Strom). Durch die hohe Anzahl der Gebäude verschwimmen die Säulen zu Flächen.

Die obere gestrichelte Linie stellt den in Abschnitt 3.4 definierten Sanierungszielwert für Wärme dar (50 kWh/(m²*a)), die untere gestrichelte Linie den Zielwert für Strom (10 kWh/(m²*a)). Die Grafik verdeutlicht den geringen Anteil von ausgewerteten Gebäuden, die unterhalb der Zielwerte - insbesondere für Wärme - liegen. Erkennbar ist auch, dass ein sehr großer Anteil von Gebäuden einen sehr hohen Verbrauch von über 200 kWh/(m²*a) hat, davon mehrere Werte über 600 kWh/(m²*a), sowie der sehr hohe Maximalwert. Dieser liegt über 20-mal über dem Zielwert. Die Verteilung dieser Werte wird in den nachfolgenden Grafiken weiter analysiert und dargestellt.

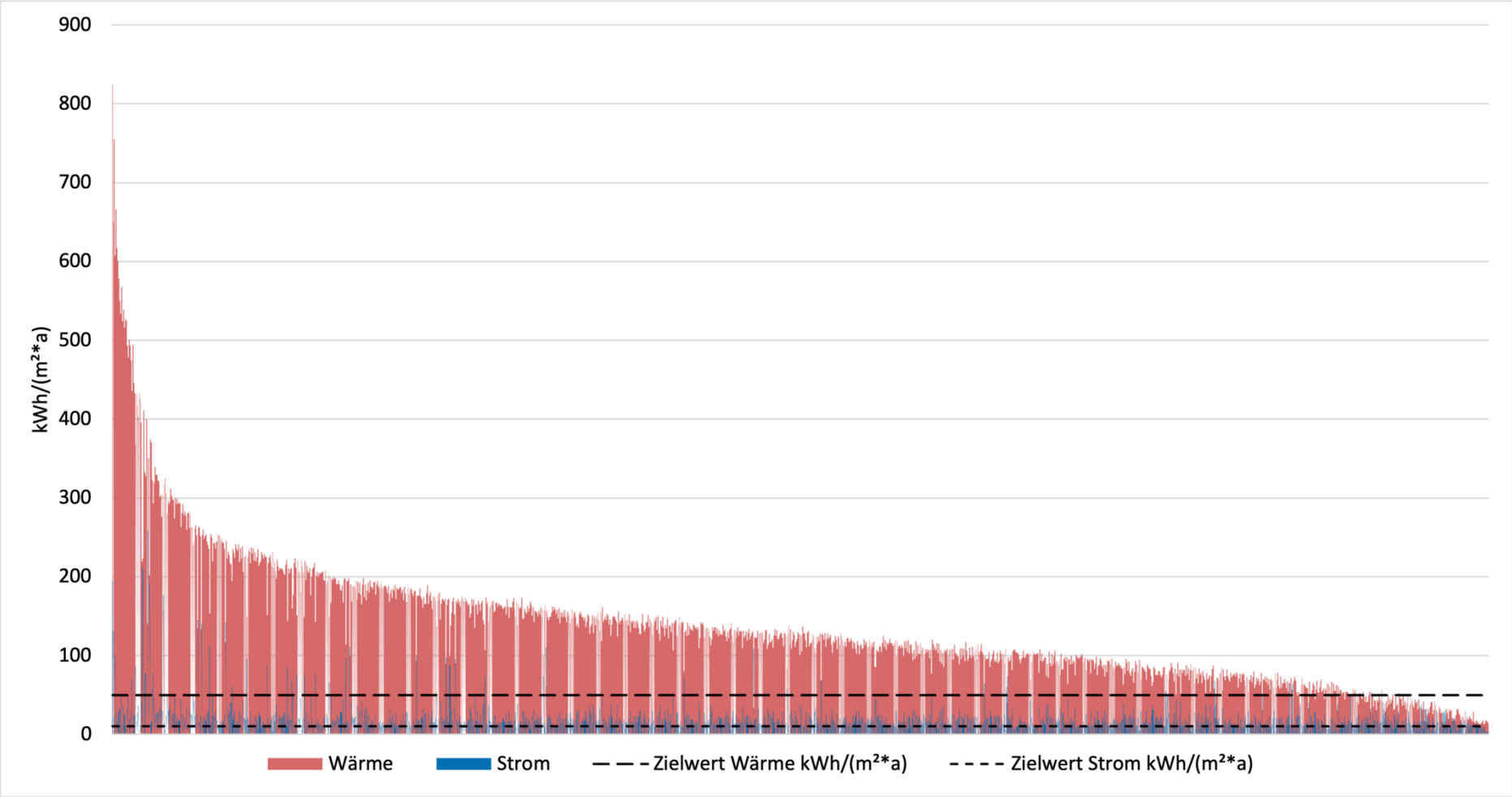


Abbildung 13: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Kindertagesstätten und Kindergärten, 2021, mit Zielwerten.

7.2 Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Kindertagesstätte, Kindergarten)

Die zuvor in Abbildung 13 als Einzeldaten dargestellten Verbräuche werden im Folgenden in Histogramme gebündelt, um die Häufigkeitsverteilung zu verdeutlichen.

7.2.1 Häufigkeitsverteilung Wärmeverbräuche

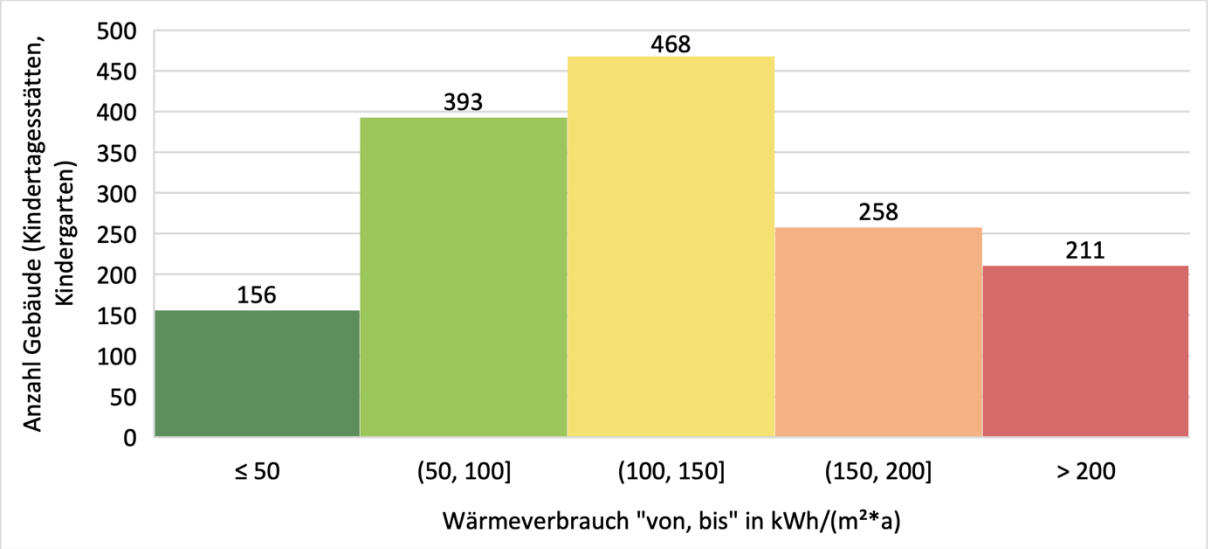


Abbildung 14: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Kindertagesstätten und Kindergärten.

Das Histogramm in Abbildung 14 zeigt die Wärmeverbräuche in fünf Wärmeverbrauchsklassen. Die Klassen bzw. Verbrauchsspannen sind auf der X-Achse angegeben. Obere und untere Grenze der Verbrauchsspanne werden jeweils mit Komma getrennt aufgeführt.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Wärmezielwert von 50 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 156 Gebäude vertreten, was 11 % der Kindertagesstätten und Kindergärten entspricht. Die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) enthält Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen bzw. vervierfachen den Zielwert. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts. Die Aufteilung der Klassen wurde so gewählt, dass unterschiedliche Sanierungsbedarfe (von „ok“ über „gering-investiv“ bis „Komplettsanierung notwendig“) abgeleitet werden können. Auffällig ist, dass knapp ein Drittel der Gebäude zwischen 50 und 150 kWh/(m²*a) liegen. Es ist annähernd eine Normalverteilung erkennbar.

Auffällig sind die in der Spitze sehr hohen Verbräuche. Dies mag daran liegen, dass in Kitas und Kindergärten selten ein Hausmeister für einen optimierten Betrieb sorgt und die für den Betrieb der Heizungsanlagen verantwortlichen Kinderbetreuungskräfte mit der Optimierung des Betriebs in der Regel technisch überfordert sind. Alternativ könnten die hohen Verbräuche teilweise Corona-bedingt sein.

7.2.2 Häufigkeitsverteilung Stromverbräuche

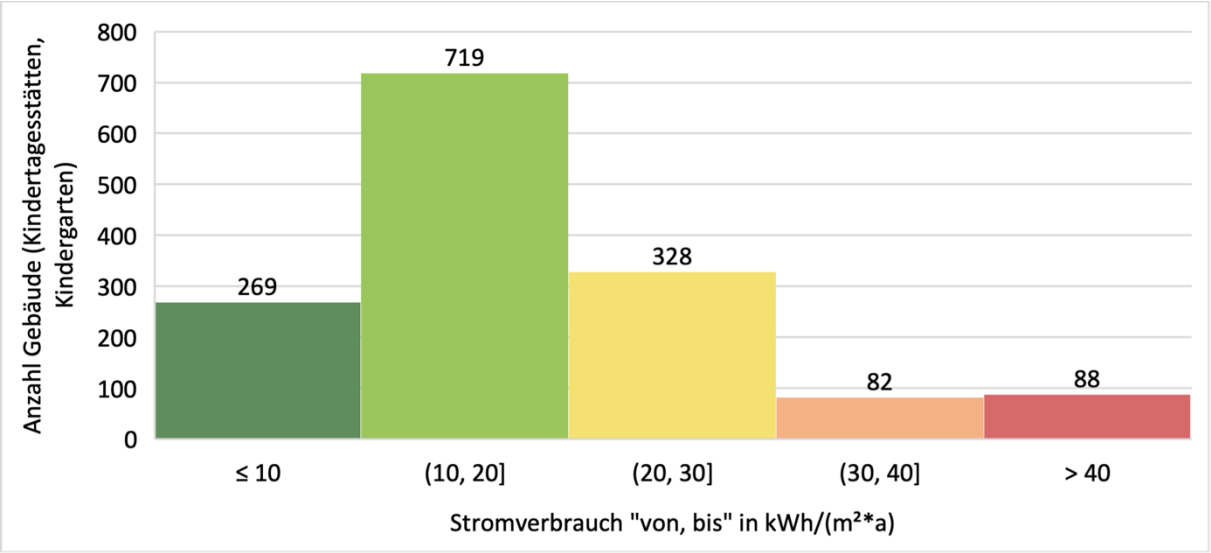


Abbildung 15: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Kindertagesstätten und Kindergärten.

Das Histogramm in Abbildung 15 zeigt die Stromverbräuche in fünf Stromverbrauchsklassen.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Stromverbrauchszielwert von 10 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 269 Gebäude vertreten, was 18 % des Datensatzes der Kindertagesstätten und Kindergärten, entspricht. Genau wie bei der Wärme enthält die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen bzw. vervierfachen den Zielwert. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts, also oberhalb von 40 kWh/(m²*a). Die Verteilung ist weniger gleichmäßig als bei der Wärme für diesen Gebäudetyp. Nahezu die Hälfte der Gebäude liegen in der Verbrauchsspanne zwischen 10 und 20 kWh/(m²*a).

7.3 Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Kindertagesstätte, Kindergarten)

Die folgenden beiden Abschnitte zeigen jeweils zunächst eine unbewertete Übersicht über die Gesamtdatenbasis für Kindertagesstätten und Kindergärten als Verhältnis von Verbrauch zur Fläche, je einmal für Wärme und einmal für Strom.

Es werden also zuerst die absoluten Verbräuche, nicht statistische Kennwerte, dargestellt. Dieses Verhältnis wird in den nachfolgenden Abschnitten dann genauer untersucht.

7.3.1 Verhältnis bereinigter Wärmeverbrauch zur Fläche – absolut

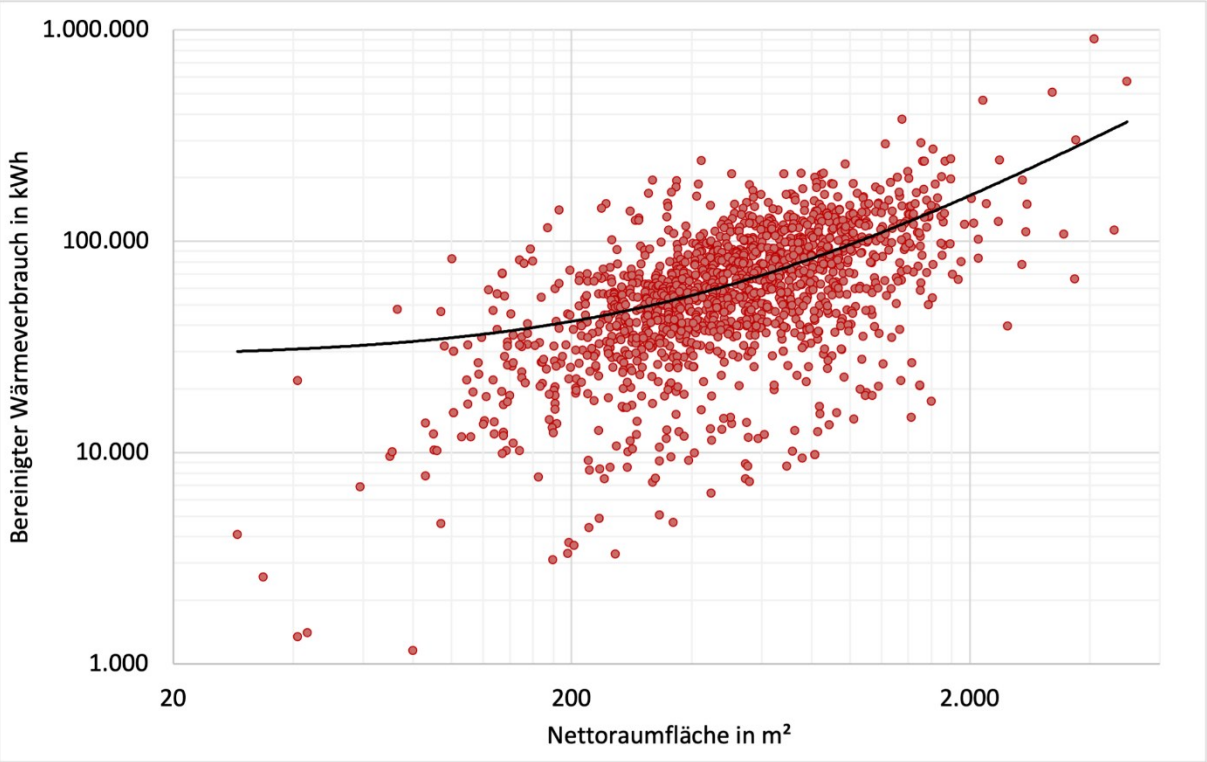


Abbildung 16: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Kindertagesstätten und Kindergärten.

Abbildung 16 zeigt eine Übersicht über die Daten der Kindertagesstätten und Kindergärten. Jeder rote Punkt steht für ein Gebäude. Es sind jeweils die absoluten Verbrauchswerte dargestellt. Der bereinigte Wärmeverbrauch wird durch die Verortung auf der Y-Achse ins Verhältnis zur Nettoraumfläche auf der X-Achse gesetzt. Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie (Regressionsgerade) des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Die Krümmung ist der doppelt logarithmischen Skalierung geschuldet. Zudem beginnt die Y-Achse nicht bei null.

Die allermeisten Kindertagesstätten und Kindergärten haben zwischen 200 und 2.000 m² Nettoraumfläche. Die Größenklassen wurden für bessere Vergleichbarkeit zwischen Bauwerkstypen beibehalten. Dies führt teils zu fehlenden Werten in den nachfolgenden Darstellungen, da es keine Kindertagesstätten und Kindergärten mit über 5.000 m² Nettoraumfläche gibt.

Eine Konzentration an der Trendlinie ist sehr gut erkennbar.

7.3.2 Wärmeverbräuche nach Fläche

Tabelle 8: Wärmeverbräuche von Kindertagesstätten und Kindergärten nach Fläche.

Wärme – Kindertages-stätte, Kindergarten		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	1.486	1.085	341	55	5	0	0	0
Zielwert Wärme (ifeu) bis 2040	**kWh/(m²*a)**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**			
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	81,32	95,65	56,28	46,73	24,42			
Median	**kWh/(m²*a)**	**119,44**	**132,89**	**90,64**	**69,89**	**81,80**			
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	165,39	179,16	124,47	98,01	114,82			
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	87,34	93,00	49,78	44,41	73,72			
Min	kWh/(m²*a)	10,30	12,44	10,30	10,92	18,03			
Mittelwert	kWh/(m²*a)	134,02	149,46	94,45	78,47	91,92			
Max	kWh/(m²*a)	824,65	824,65	278,93	215,51	220,50			

Tabelle 8 zeigt statistische Kennwerte für Wärmeverbräuche von Kindertagesstätten und Kindergärten, nach Gebäudefläche sortiert. Erhoben wurde die Nettoraumfläche. Der Zielwert für den Wärmeverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Im Gegensatz zu anderen Bauwerkstypen liegt das 25-%-Quartil hier teils in der Nähe oder darunter, außer bei Gebäuden unter 750 m². Dies wiederum ist mit Abstand die Größenkategorie mit den meisten Gebäuden – 73 % der Kindertagesstätten und Kindergärten sind hier verortet.

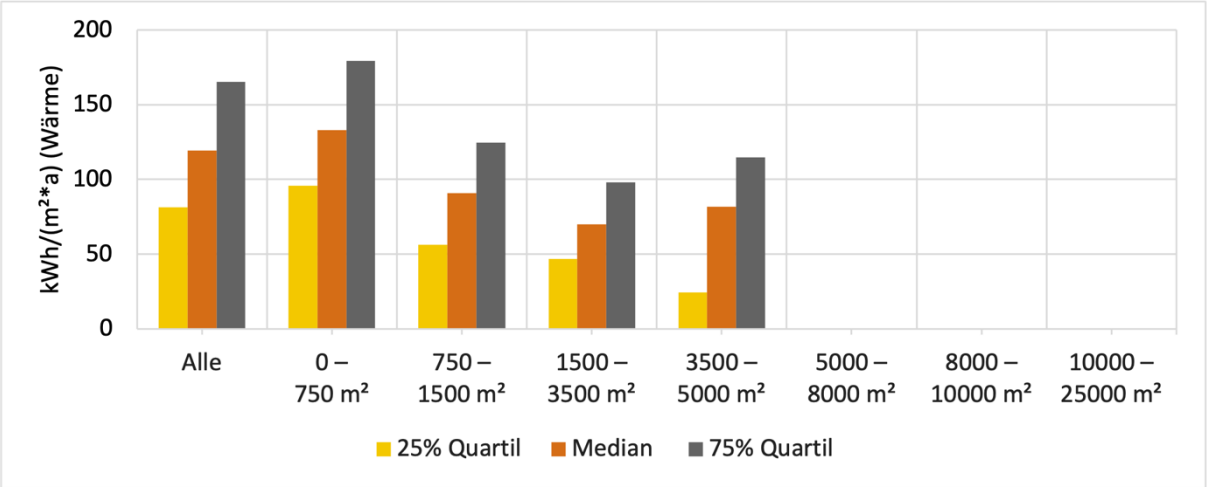


Abbildung 17: Wärmeverbräuche von Kindertagesstätten und Kindergärten nach Fläche.

Abbildung 17 zeigt die in Tabelle 8 dargestellten Wärmeverbräuche von Kindertagesstätten und Kindergärten, nach Gebäudefläche sortiert. Die gruppierten Säulen zeigen jeweils 25-%-Quartil, Median und 75-%-Quartil einer Größenkategorie an. Hier ist eine deutliche Abnahme im Verbrauch zu erkennen je größer die Gebäude werden, außer bei Median und oberem Quartil von den größten ausgewerteten Gebäuden (Größenklasse 3.500 bis 5.000 m²). In dieser Größenkategorie sind jedoch nur fünf Gebäude vertreten.

7.4 Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Kindertagesstätte, Kindergarten)

7.4.1 Verhältnis Stromverbrauch zur Fläche – absolut

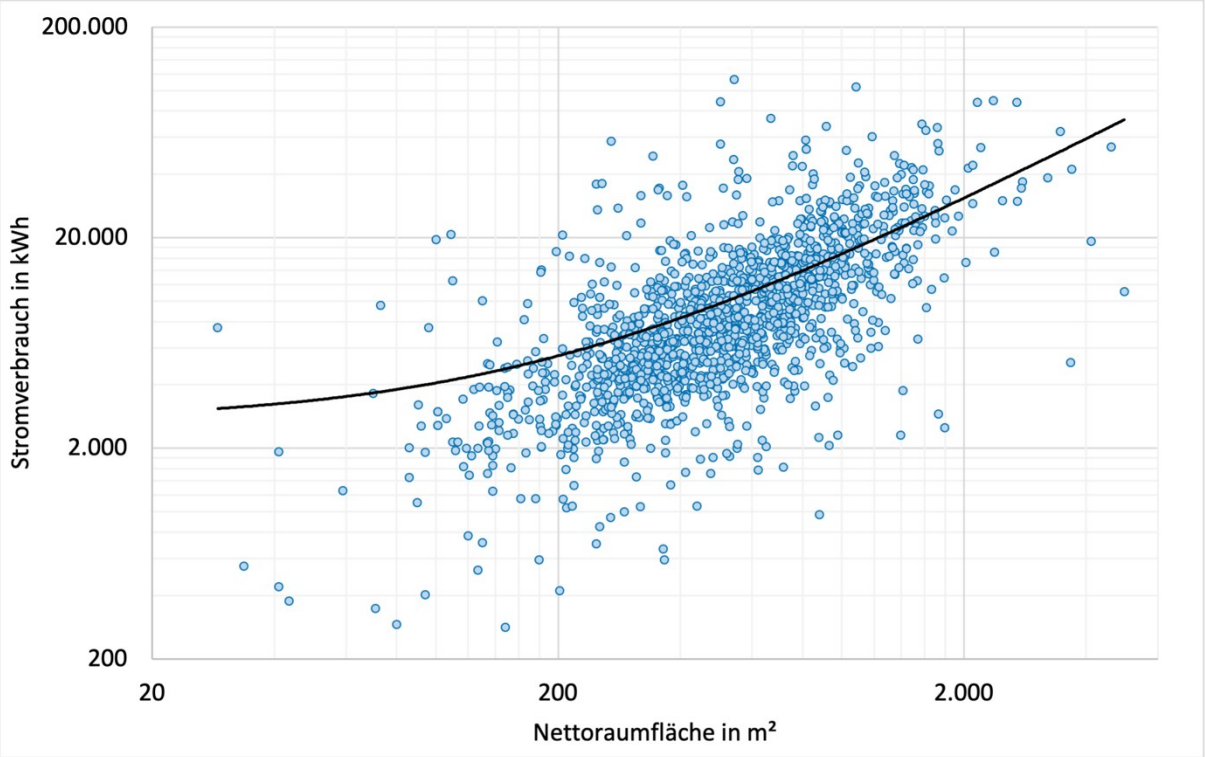


Abbildung 18: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Kindertagesstätten und Kindergärten.

Abbildung 18 stellt den absoluten Stromverbrauch der einzelnen Kindertagesstätten und Kindergärten (blaue Punkte) im Verhältnis zur Nettoraumfläche dar.

Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Auch hier ist die Krümmung der doppelt logarithmischen Skalierung geschuldet. Zudem beginnen die Achsen nicht bei null.

Wie beim Wärmeverbrauch ist eine dichte Konzentration in der Nähe der Trendlinie erkennbar, jedoch auch eine noch ausgeprägtere Streuung.

7.4.2 Stromverbräuche nach Fläche

Tabelle 9 zeigt statistische Kennwerte für Stromverbräuche von Kindertagesstätten und Kindergärten nach Gebäudefläche sortiert. Der Zielwert für den Stromverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Der untere Quartilswert der meisten hier vertretenen Größenklassen liegt etwas darüber. Bei den größten ausgewerteten Gebäuden (Größenklasse 3.500 bis 5.000 m²) liegt er weit darunter. Hier sind jedoch nur fünf Gebäude vertreten.

Tabelle 9: Stromverbräuche von Kindertagesstätten und Kindergärten nach Fläche.

Strom – Kindertagesstätte, Kindergarten		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	1.486	1.085	341	55	5	0	0	0
Zielwert 2040 Strom (KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**			
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	11,43	11,44	11,32	12,06	2,24			
Median	**kWh/(m²*a)**	**16,01**	**16,02**	**16,25**	**15,83**	**4,69**			
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	22,56	22,59	22,67	21,51	11,47			
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	18,98	21,05	11,71	9,74	4,46			
Min	kWh/(m²*a)	1,10	1,62	1,10	1,39	1,39			
Mittelwert	kWh/(m²*a)	19,99	20,65	18,44	17,85	6,30			
Max	kWh/(m²*a)	258,00	258,00	96,09	43,92	11,72			

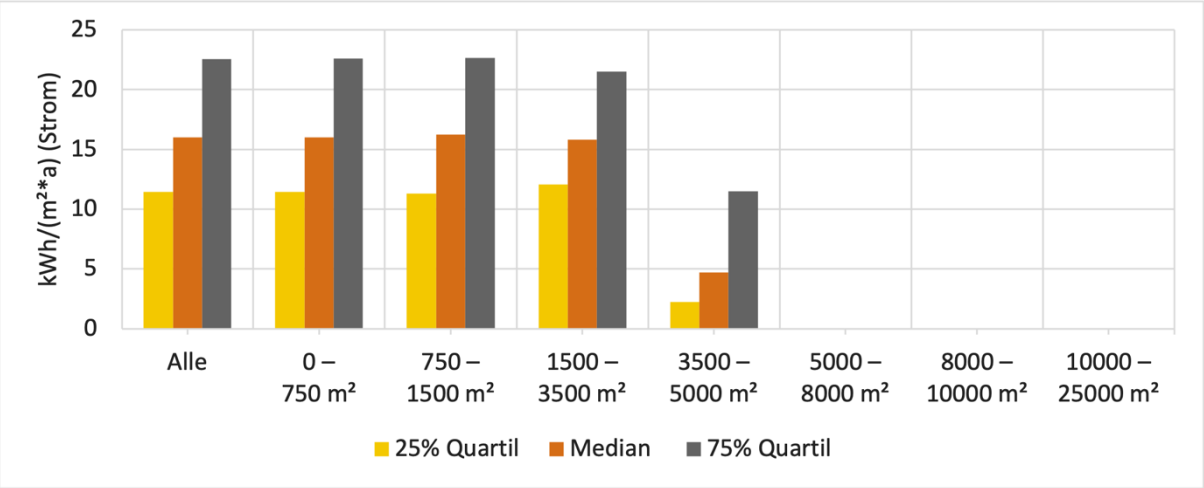


Abbildung 19: Stromverbräuche von Kindertagesstätten und Kindergärten nach Fläche.

Abbildung 19 visualisiert die in Tabelle 9 dargestellten Werte der Stromverbräuche von Kindertagesstätten und Kindergärten nach Fläche. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil dargestellt.

Die Stromverbrauchskennwerte der verschiedenen Größenkategorien ähneln sich stark, außer der zuvor erwähnten größten Größenkategorie, bei der die Kennwerte deutlich niedriger ausfallen. Auch hier muss die geringe Anzahl an Gebäuden in den größeren Größenkategorien beachtet werden.

7.5 Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Kindertagesstätte, Kindergarten)

Tabelle 10 zeigt die statistischen Kennwerte des Gesamtendenergieverbrauchs von Kindertagesstätten und Kindergärten, also die Summe von Wärme- und Stromverbrauch, nach Fläche sortiert.

Auch die Zielwerte für Wärme und Strom wurden hierfür aufsummiert zu folglich 60 kWh/(m²*a).

Tabelle 10: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Kindertagesstätten und Kindergärten nach Fläche.

Gesamt		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	1.486	1.085	341	55	5	0	0	0
Zielwert 2040 Wärme und Strom (ifeu, KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**			
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	98,42	112,60	76,89	64,11	36,14			
Median	**kWh/(m²*a)**	**138,46**	**151,98**	**109,10**	**86,42**	**93,27**			
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	185,29	199,90	140,81	112,09	117,06			
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	92,49	99,12	50,02	45,42	72,89			
Min	kWh/(m²*a)	18,05	18,05	23,50	28,02	19,42			
Mittelwert	kWh/(m²*a)	154,01	170,11	112,88	96,32	98,22			
Max	kWh/(m²*a)	1.020,25	1.020,25	297,62	256,11	225,19			

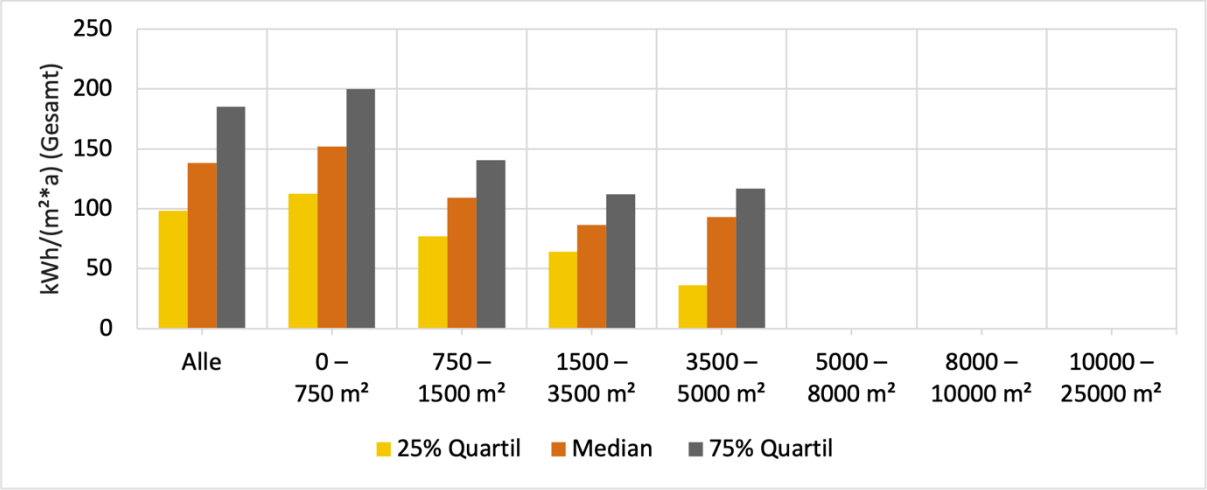


Abbildung 20: Gesamtendenergieverbrauch von Kindertagesstätten und Kindergärten nach Fläche.

Abbildung 20 zeigt die in Tabelle 10 dargestellten Werte für den Gesamtendenergieverbrauch (Wärme- und Strom) von Kindertagesstätten und Kindergärten, nach Fläche sortiert. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil nebeneinander aufgeführt. Das 25-%-Quartil zeigt einen klaren Abwärtstrend, je größer die Gebäude werden, während der höhere Median und der 75-%-Quartilswert der größten Größenkategorie dem entgegenstehen. Dies beruht auf dem Wärmeverbrauch der wenigen hier vertretenen Gebäude.

8 Bildung – Grundschulen

In der Auswertung für den Bauwerkstyp „Grundschulen“ befinden sich insgesamt 702 Gebäude.

Tabelle 11 zeigt eine Übersicht der Auswertung für den Bauwerkstyp. Zunächst sind zur besseren Einordnung der berechneten Werte die Zielwerte aufgeführt, gefolgt von statistischen Kennwerten (unteres und oberes Quartil, Median, Mittelwert, Minimum, Maximum und Standardabweichung).

Die Tabelle zeigt die Kennwerte von Wärmeverbrauch und Stromverbrauch als Einzelwerte und die Kennwerte für den Endenergieverbrauch, also die Summe aus Wärme- und Stromverbrauch. Die Betrachtung der Summe von Wärme und Strom auf Endenergiebasis ist vor dem Hintergrund der Sektorenkopplung relevant – mehr und mehr wird mit Strom geheizt (z.B. mit Wärmepumpe). Wichtig ist die Darstellung der Endenergie auch, weil das ifeu-Institut ein Einsparziel von mindestens 50 % für den Endenergieverbrauch für das Ziel der klimaneutralen Kommunalverwaltung definiert hat.[1]

Tabelle 11: Übersicht über die Auswertung der Grundschulen – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte.

Zusammenfassung – Grundschulen		**Gesamt**	**Wärme**	**Strom**
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	**702**	**702**	**702**
Zielwert 2040 Wärme und Strom (50 + 10 kWh/(m²*a))	**kWh/(m²*a)**	**60,00**	**50,00**	**10,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	91,19	78,94	7,39
Median	**kWh/(m²*a)**	**122,87**	**109,80**	**10,84**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	160,58	145,61	15,89
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	70,38	65,64	16,44
Min	kWh/(m²*a)	16,93	12,92	1,27
Mittelwert	kWh/(m²*a)	134,67	120,60	14,07
Max	kWh/(m²*a)	635,52	549,58	295,67

8.1 Übersicht über alle Energieverbräuche (Grundschulen)

Abbildung 21 stellt eine Gesamtübersicht über die Wärme- und Stromverbrauchskennwerte aller Grundschulen für das Jahr 2021 dar. In der Abbildung ist der Stromverbrauch in Blau und der Wärmeverbrauch in Rot jeweils als gruppierte Säulen pro Gebäude dargestellt. Sortiert wurde absteigend nach Gesamtendenergieverbrauch pro m² (Wärme plus Strom). Durch die hohe Anzahl der Gebäude verschwimmen die Säulen zu Flächen.

Die obere gestrichelte Linie stellt den in Abschnitt 3.4 definierten Sanierungszielwert für Wärme dar (50 kWh/(m²*a)), die untere gestrichelte Linie den Zielwert für Strom (10 kWh/(m²*a)). Die Grafik verdeutlicht den geringen Anteil von ausgewerteten Gebäuden, die unterhalb der Zielwerte - insbesondere für Wärme - liegen. Erkennbar ist auch, dass eine Reihe an Gebäuden einen hohen Wärmeverbrauch von über 200 kWh/(m²*a) hat, mehrere davon über 300 kWh/(m²*a), sowie der sehr hohe Maximalwert von 549,58 kWh/(m²*a). Dieser liegt ca. 11 mal über dem Zielwert.

Die Verteilung dieser Werte wird in den nachfolgenden Grafiken weiter analysiert und dargestellt.

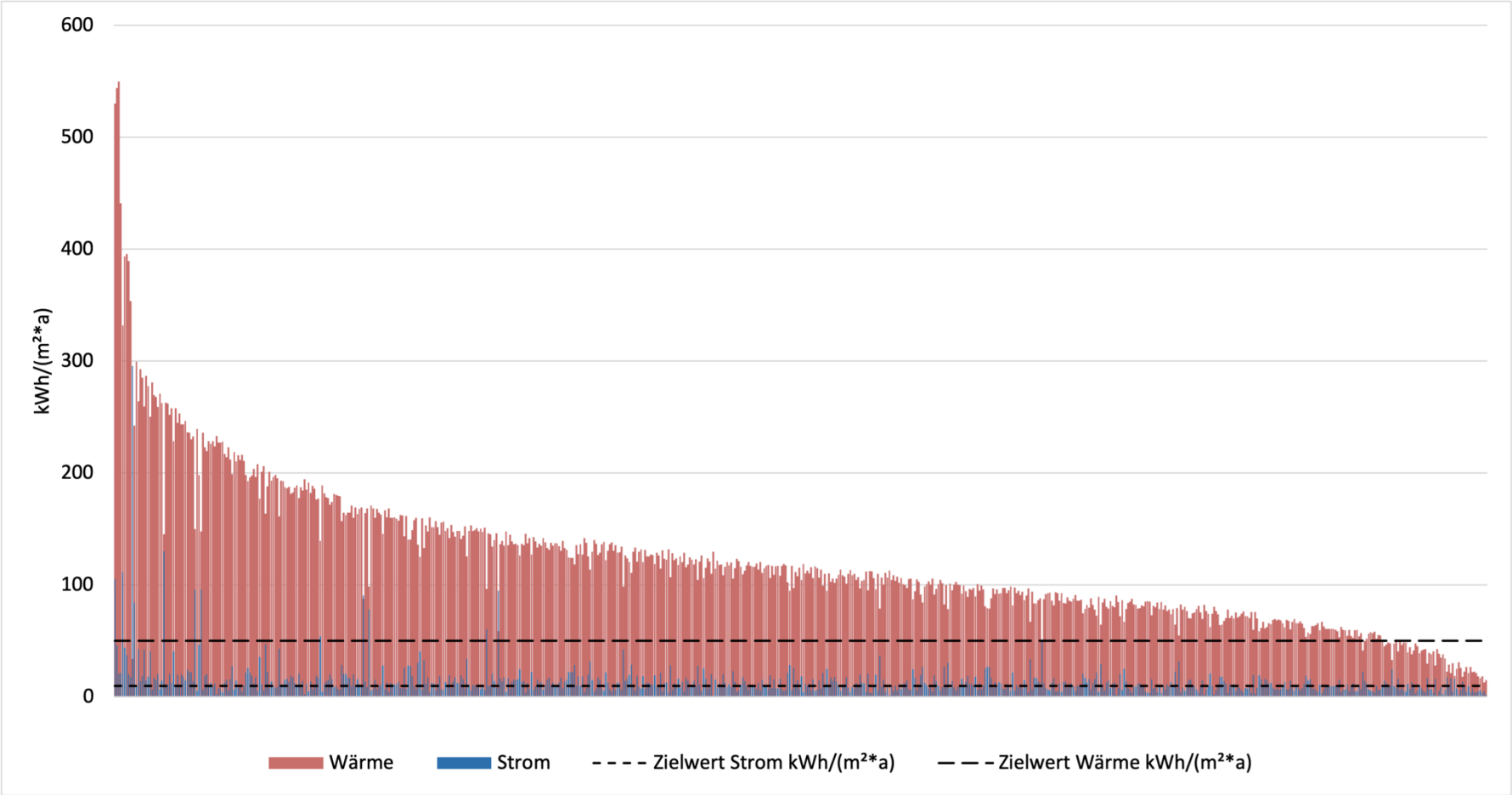


Abbildung 21: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Grundschulen, 2021, mit Zielwerten.

8.2 Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Grundschulen)

Die zuvor in Abbildung 21 als Einzeldaten dargestellten Verbräuche werden im Folgenden in Histogramme gebündelt, um die Häufigkeitsverteilung zu verdeutlichen.

8.2.1 Häufigkeitsverteilung Wärmeverbräuche

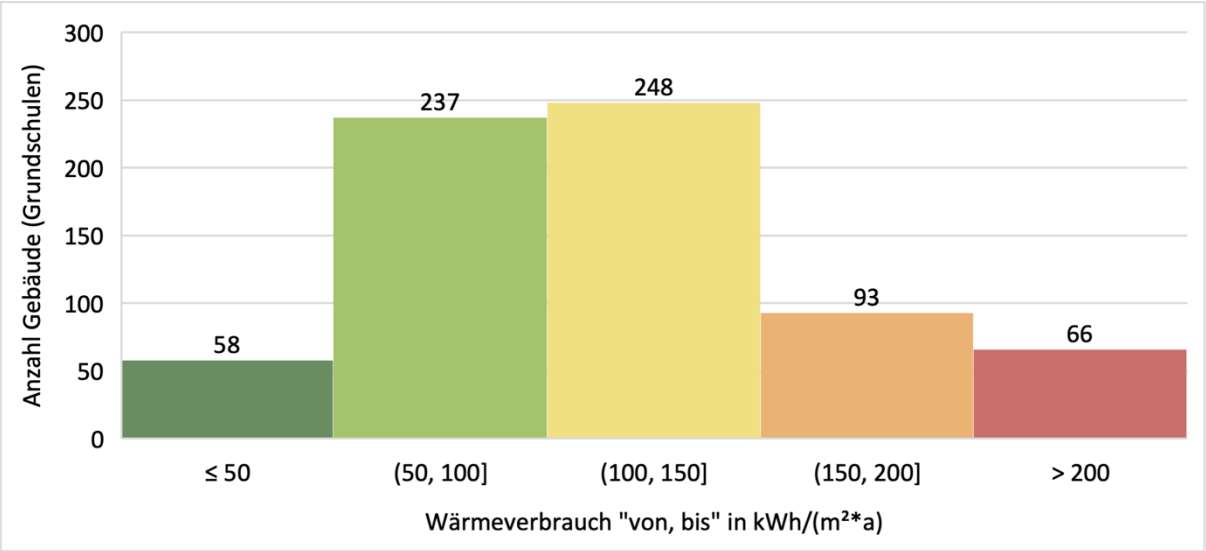


Abbildung 22: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Grundschulen.

Das Histogramm in Abbildung 22 zeigt die Wärmeverbräuche in fünf Wärmeverbrauchsklassen. Die Klassen bzw. Verbrauchsspannen sind auf der X-Achse angegeben. Obere und untere Grenze der Verbrauchsspanne werden jeweils mit Komma getrennt aufgeführt.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Wärmezielwert von 50 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 58 Gebäude vertreten, was 8 % der Grundschulen entspricht. Die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) enthält Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen bzw. vervierfachen den Zielwert. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts von 200 kWh/(m²*a). Die Aufteilung der Klassen wurde so gewählt, dass unterschiedliche Sanierungsbedarfe (von „ok“ über „gering-investiv“ bis „Komplettsanierung notwendig“) abgeleitet werden können.

Auffällig ist, dass über zwei Drittel der Gebäude in den zwei Klassen zwischen 50 und 150 kWh/(m²*a) liegen. Die beiden höchsten Klassen enthalten jeweils mehr Gebäude als die Klasse, die den Zielwert erreicht. Es ist annähernd eine Normalverteilung erkennbar.

8.2.2 Häufigkeitsverteilung Stromverbräuche

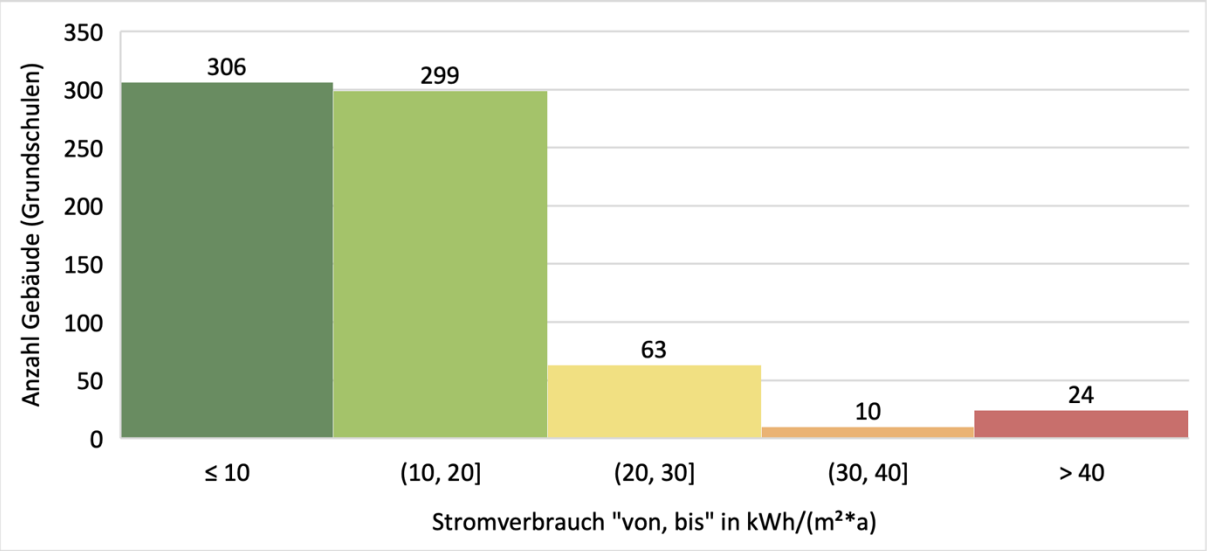


Abbildung 23: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Grundschulen.

Das Histogramm in Abbildung 23 zeigt die Stromverbräuche in fünf Stromverbrauchsklassen.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Stromverbrauchszielwert von 10 kWh/(m²*a) liegen. Hier ist mit 306 Gebäuden der höchste Anteil vertreten, was 44 % des Datensatzes der Grundschulen entspricht. Genau wie bei der Wärme enthält die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Dort sind nahezu gleichviele Gebäude vertreten. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen bzw. vervierfachen den Zielwert. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts, also oberhalb von 40 kWh/(m²*a). Die höheren drei Klassen beinhalten zusammen 14 % der berichteten Grundschulen.

8.3 Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Grundschulen)

Die folgenden beiden Abschnitte zeigen jeweils zunächst eine unbewertete Übersicht über die Gesamtdatenbasis für Grundschulen als Verhältnis von Verbrauch zur Fläche, je einmal für Wärme und einmal für Strom.

Es werden also zuerst die absoluten Verbräuche, nicht statistische Kennwerte, dargestellt. Dieses Verhältnis wird in den nachfolgenden Abschnitten dann genauer untersucht.

8.3.1 Verhältnis bereinigter Wärmeverbrauch zur Fläche – absolut

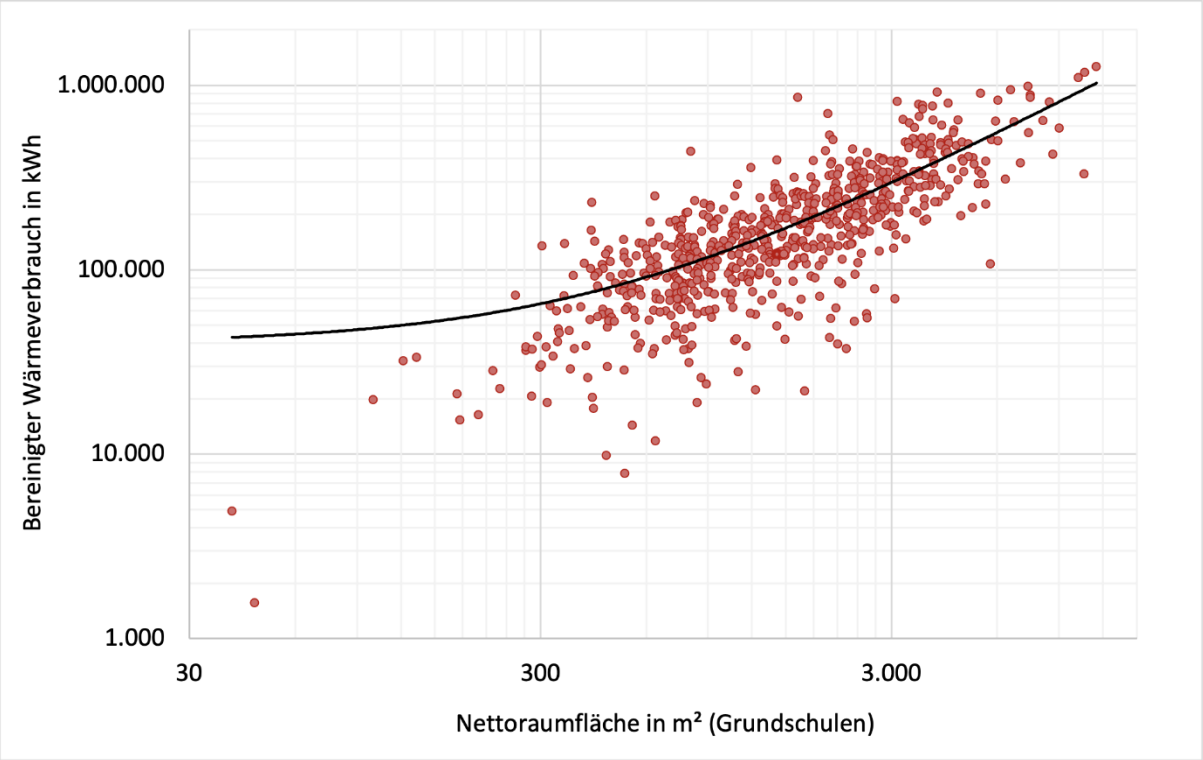


Abbildung 24: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Grundschulen.

Abbildung 24 zeigt eine Übersicht über die Daten der Grundschulen. Jeder rote Punkt steht für ein Gebäude. Es sind jeweils die absoluten Verbrauchswerte dargestellt. Der bereinigte Wärmeverbrauch wird durch die Verortung auf der Y-Achse ins Verhältnis zur Nettoraumfläche auf der X-Achse gesetzt. Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie (Regressionsgerade) des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Die Krümmung ist der doppelt logarithmischen Skalierung geschuldet. Zudem beginnt die Y-Achse nicht bei null.

Die allermeisten Grundschulen haben über 300 und unter 3.000 m² Nettoraumfläche. Größtenteils liegen sie nahe an der Trendlinie.

8.3.2 Wärmeverbräuche nach Fläche (Grundschulen)

Tabelle 12 zeigt statistische Kennwerte für Wärmeverbräuche von Grundschulen, nach Gebäudefläche sortiert. Erhoben wurde die Nettoraumfläche Der Zielwert für den Wärmeverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt.

Auch das 25-%-Quartil liegt durchweg deutlich über dem Zielwert. Gebäuden zwischen 5.000 und 8.000 m² kommen dem Zielwert aber mit 54,56 kWh/m*a nahe.

Tabelle 12: Wärmeverbräuche von Grundschulen nach Fläche.

Wärme – Grundschulen		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	702	148	224	238	61	23	4	4
Zielwert Wärme (ifeu) bis 2040	**kWh/(m²*a)**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	78,94	98,65	83,86	70,61	76,78	54,56	60,65	88,10
Median	**kWh/(m²*a)**	**109,80**	**134,01**	**117,01**	**97,46**	**99,44**	**74,67**	**72,05**	**108,46**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	145,61	196,79	150,40	127,05	124,52	110,97	83,54	109,83
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	65,64	83,72	61,48	54,43	43,88	37,25	17,53	33,77
Min	kWh/(m²*a)	12,92	15,02	18,05	12,92	41,38	18,62	48,55	31,01
Mittelwert	kWh/(m²*a)	120,60	153,27	125,02	104,49	107,17	83,45	72,14	89,47
Max	kWh/(m²*a)	549,58	549,58	543,66	530,03	225,91	168,23	95,90	109,96

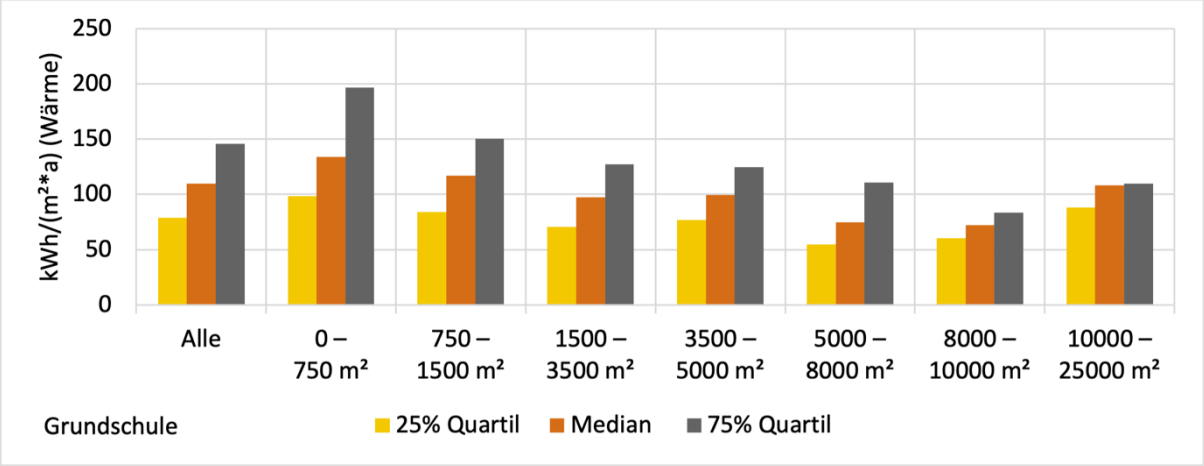


Abbildung 25: Wärmeverbräuche von Grundschulen nach Fläche.

Abbildung 25 zeigt die in Tabelle 12 dargestellten Wärmeverbräuche von Grundschulen, nach Gebäudefläche sortiert. Die gruppierten Säulen zeigen jeweils 25-%-Quartil, Median und 75-%-Quartil einer Größenkategorie an. Die kleinsten Gebäude mit einer Fläche zwischen 0 und 750 m² zeigen durchweg deutlich höhere Verbrauchskennwerte als größere Gebäude, insbesondere im 75-%-Quartil, sowie eine größere Spreizung zwischen 25-%-Quartil, Median und 75-%-Quartil.

Bis zur Größenklasse bis 8.000 m² fallen die Medianwerte und die Werte im 75-%-Quartil mit zunehmender Größe deutlich ab. Über 8.000 m² steigen sie wieder an.

8.4 Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Grundschulen)

8.4.1 Verhältnis Stromverbrauch zur Fläche – absolut

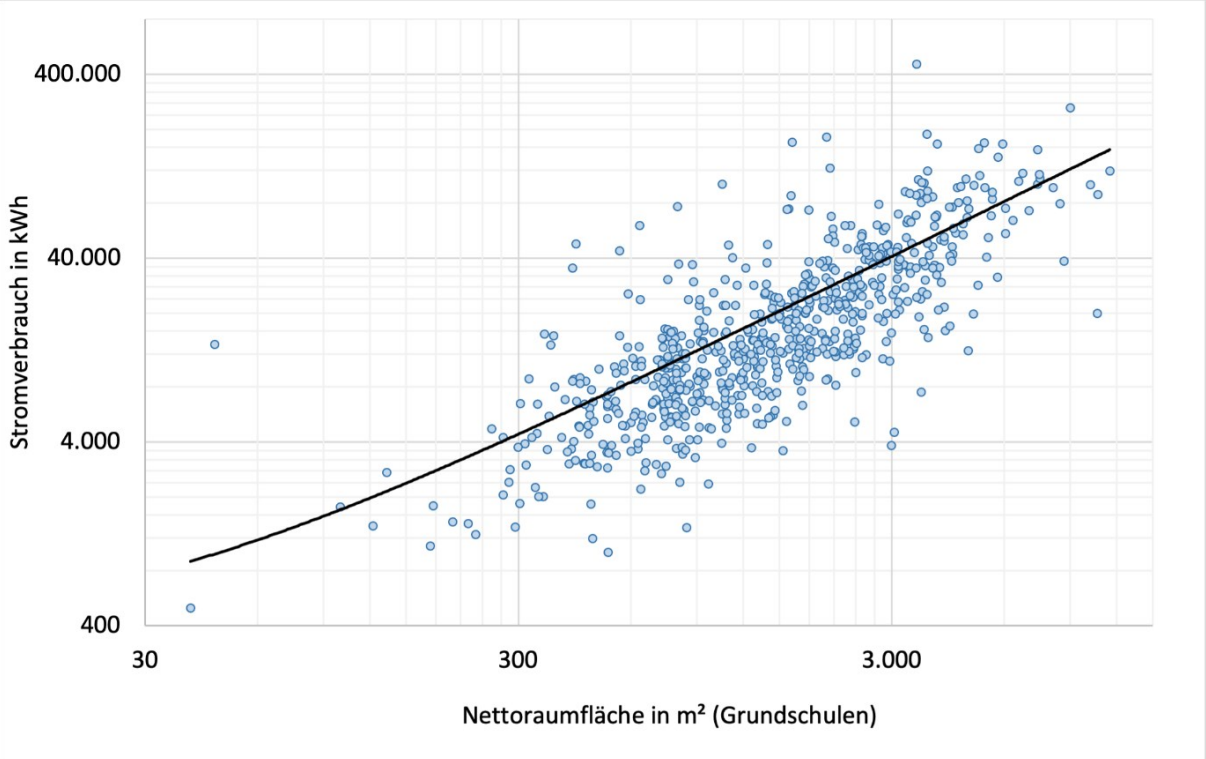


Abbildung 26: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Grundschulen.

Abbildung 26 stellt den absoluten Stromverbrauch der einzelnen Grundschulen (blaue Punkte) im Verhältnis zur Nettoraumfläche dar.

Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Die nahezu gerade Trendlinie zeigt, dass das Verhältnis sehr gleichmäßig ist. Wie beim Wärmeverbrauch ist eine dichte Konzentration in der Nähe der Trendlinie erkennbar, jedoch auch eine gewisse Streuung.

8.4.2 Stromverbräuche nach Fläche

Tabelle 13 zeigt statistische Kennwerte für Stromverbräuche von Grundschulen, nach Gebäudefläche sortiert. Der Zielwert für den Stromverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Der untere Quartilswert liegt teils deutlich darunter, der Median in der Nähe. Lediglich Gebäude zwischen 5.000 und 8.000 m² liegen deutlich höher als die anderen.

Tabelle 13: Stromverbräuche von Grundschulen nach Fläche.

Strom – Grundschulen		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	702	148	224	238	61	23	4	4
Zielwert 2040 Strom (KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	7,39	7,51	7,11	7,40	8,22	10,25	8,11	6,69
Median	**kWh/(m²*a)**	**10,84**	**11,21**	**10,01**	**11,12**	**12,29**	**15,03**	**10,63**	**9,05**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	15,89	16,79	14,60	15,45	17,73	19,61	16,26	9,95
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	16,44	27,46	10,81	13,45	9,40	7,35	9,33	3,38
Min	kWh/(m²*a)	1,27	1,92	1,62	1,27	2,07	5,47	4,45	1,88
Mittelwert	kWh/(m²*a)	14,07	16,69	12,50	13,73	14,50	15,95	13,73	7,59
Max	kWh/(m²*a)	295,67	295,67	96,01	130,18	50,92	31,90	29,20	10,38

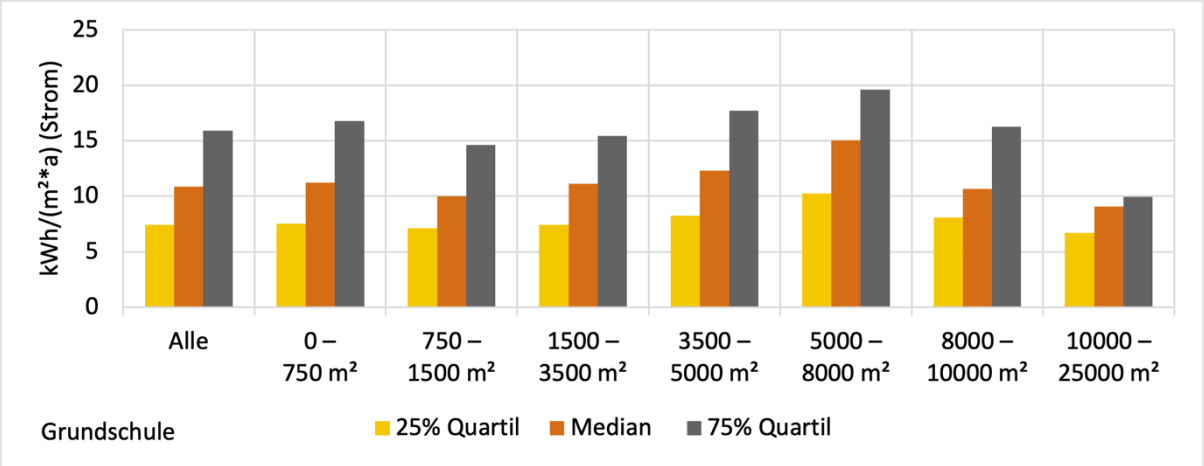


Abbildung 27: Stromverbräuche von Grundschulen nach Fläche.

Abbildung 27 visualisiert die in Tabelle 13 dargestellten Werte der Stromverbräuche von Grundschulen, nach Fläche sortiert. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil gezeigt.

Stromverbräuche steigen zunächst mit zunehmender Gebäudefläche an, bis zu einer Größe von 8.000 m². Danach nehmen Sie wieder ab. Das Muster stimmt nicht mit dem der Wärmeverbräuche überein. Auffällig ist der besonders hohe Verbrauch bei Gebäuden mit einer Fläche zwischen 5.000 m² und 8.000 m².

8.5 Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Grundschulen)

Tabelle 14 zeigt die statistischen Kennwerte des Gesamtendenergieverbrauchs von Grundschulen, also die Summe von Wärme- und Stromverbrauch, nach Fläche sortiert.

Auch die Zielwerte für Wärme und Strom wurden hierfür aufsummiert zu folglich 60 kWh/(m²*a).

Tabelle 14: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Grundschulen nach Fläche.

Gesamt – Grundschulen		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	702	148	224	238	61	23	4	4
Zielwert 2040 Wärme und Strom (ifeu, KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	91,19	115,15	93,49	81,06	85,64	67,58	81,77	95,93
Median	**kWh/(m²*a)**	**122,87**	**148,65**	**127,17**	**111,15**	**119,91**	**94,24**	**92,62**	**117,59**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	160,58	212,60	163,65	144,70	145,74	131,38	96,72	118,73
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	70,38	89,18	65,58	60,39	44,90	38,32	19,68	37,06
Min	kWh/(m²*a)	16,93	16,93	26,89	18,32	60,67	24,10	53,00	32,90
Mittelwert	kWh/(m²*a)	134,67	169,96	137,52	118,22	121,68	99,40	85,87	97,06
Max	kWh/(m²*a)	635,52	570,43	589,63	635,52	238,28	175,76	105,23	120,16

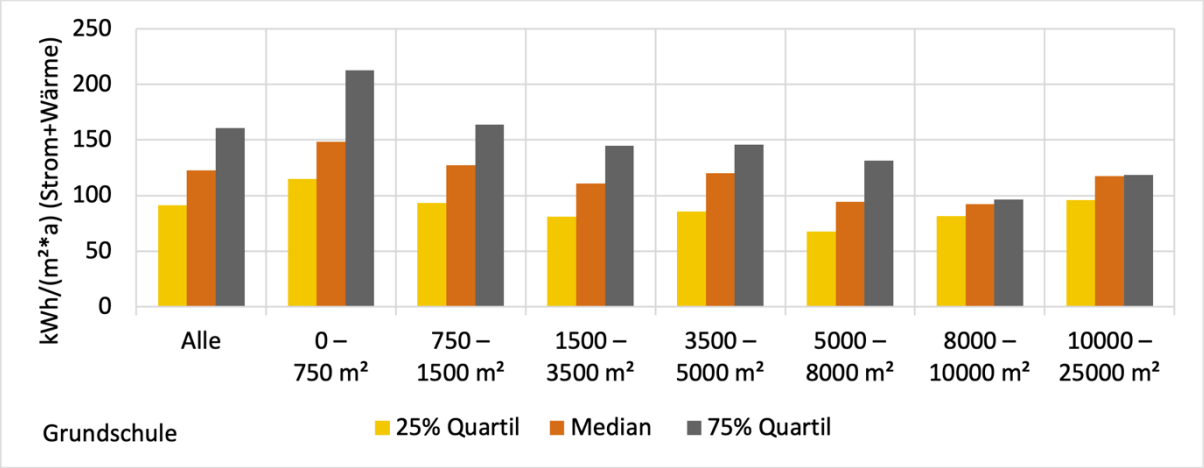


Abbildung 28: Gesamtendenergieverbrauch von Grundschulen nach Fläche.

Abbildung 28 zeigt die in Tabelle 14 dargestellten Werte für den Gesamtendenergieverbrauch (Wärme- und Strom) von Grundschulen, nach Fläche sortiert.

Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil nebeneinander dargestellt. Die Verläufe zwischen den Größenklassen ähneln eher denen des Wärmeverbrauchs als denen des Stromverbrauchs. Auffällig ist das sehr hohe 75-%-Quartil der kleinsten Gebäude.

9 Bildung – Haupt-/ Realschule

Der Bauwerkstyp „Haupt-/ Realschule“ beinhaltet auch die mittlerweile üblicheren Werkrealschulen.

In der Auswertung „Haupt-/ Realschule“ befinden sich insgesamt 233 Gebäude, also weniger als ein Viertel der Anzahl von Verwaltungsgebäuden (vgl. Kapitel 6).

Tabelle 15 zeigt eine Übersicht der Auswertung für den Bauwerkstyp. Zunächst sind zur besseren Einordnung der berechneten Werte die Zielwerte aufgeführt, gefolgt von statistischen Kennwerten (unteres und oberes Quartil, Median, Mittelwert, Minimum, Maximum und Standardabweichung).

Die Tabelle zeigt die Kennwerte von Wärmeverbrauch und Stromverbrauch als Einzelwerte und die Kennwerte für den Endenergieverbrauch, also die Summe aus Wärme- und Stromverbrauch. Die Betrachtung der Summe von Wärme und Strom auf Endenergiebasis ist vor dem Hintergrund der Sektorenkopplung relevant – mehr und mehr wird mit Strom geheizt (z.B. mit Wärmepumpe). Wichtig ist die Darstellung der Endenergie auch, weil das ifeu-Institut ein Einsparziel von mindestens 50 % für den Endenergieverbrauch für das Ziel der klimaneutralen Kommunalverwaltung definiert hat.[1]

Tabelle 15: Übersicht über die Auswertung der Haupt-/ Realschulen – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte.

Zusammenfassung Haupt-/ Realschule		Gesamt	Wärme	Strom
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	**233**	**233**	**233**
Zielwert 2040 Wärme und Strom (50 + 10 kWh/(m²*a))	**kWh/(m²*a)**	**60,00**	**50,00**	**10,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	79,76	65,48	9,66
Median	**kWh/(m²*a)**	**107,17**	**92,19**	**13,08**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	137,07	120,51	18,68
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	**61,04**	**57,27**	**12,91**
Min	kWh/(m²*a)	18,66	15,86	1,43
Mittelwert	kWh/(m²*a)	116,27	100,14	16,13
Max	kWh/(m²*a)	495,35	473,80	104,02

9.1 Übersicht über alle Energieverbräuche (Haupt-/ Realschule)

Abbildung 29 stellt eine Gesamtübersicht über die Wärme- und Stromverbrauchskennwerte aller Haupt- und Realschulen für das Jahr 2021 dar. In der Abbildung ist der Stromverbrauch in Blau und der Wärmeverbrauch in Rot jeweils als gruppierte Säulen pro Gebäude dargestellt. Sortiert wurde absteigend nach Gesamtendenergieverbrauch pro m² (Wärme plus Strom). Durch die hohe Anzahl der Gebäude verschwimmen die Säulen zu Flächen.

Die obere gestrichelte Linie stellt den in Abschnitt 4.4 definierten Sanierungszielwert für Wärme dar (50 kWh/(m²*a)), die untere gestrichelte Linie den Zielwert für Strom (10 kWh/(m²*a)). Die Grafik verdeutlicht den geringen Anteil von ausgewerteten Gebäuden, die unterhalb der Zielwerte - insbesondere für Wärme - liegen. Erkennbar ist, dass über die Hälfte der Gebäude einen Wärmeverbrauch von unter 100 kWh/(m²*a) (also dem doppelten Zielwert) haben. Nur einzelne Gebäude liegen mit ihren Wärmeverbräuchen über 200 kWh/(m²*a) oder haben besonders hohe Stromverbräuche. Hiervon haben vier Gebäude sehr hohe Wärmeverbräuche zwischen 300 kWh/(m²*a) und dem Maximalwert von 473,80 kWh/(m²*a).

Die Verteilung dieser Werte wird in den nachfolgenden Grafiken weiter analysiert und dargestellt.

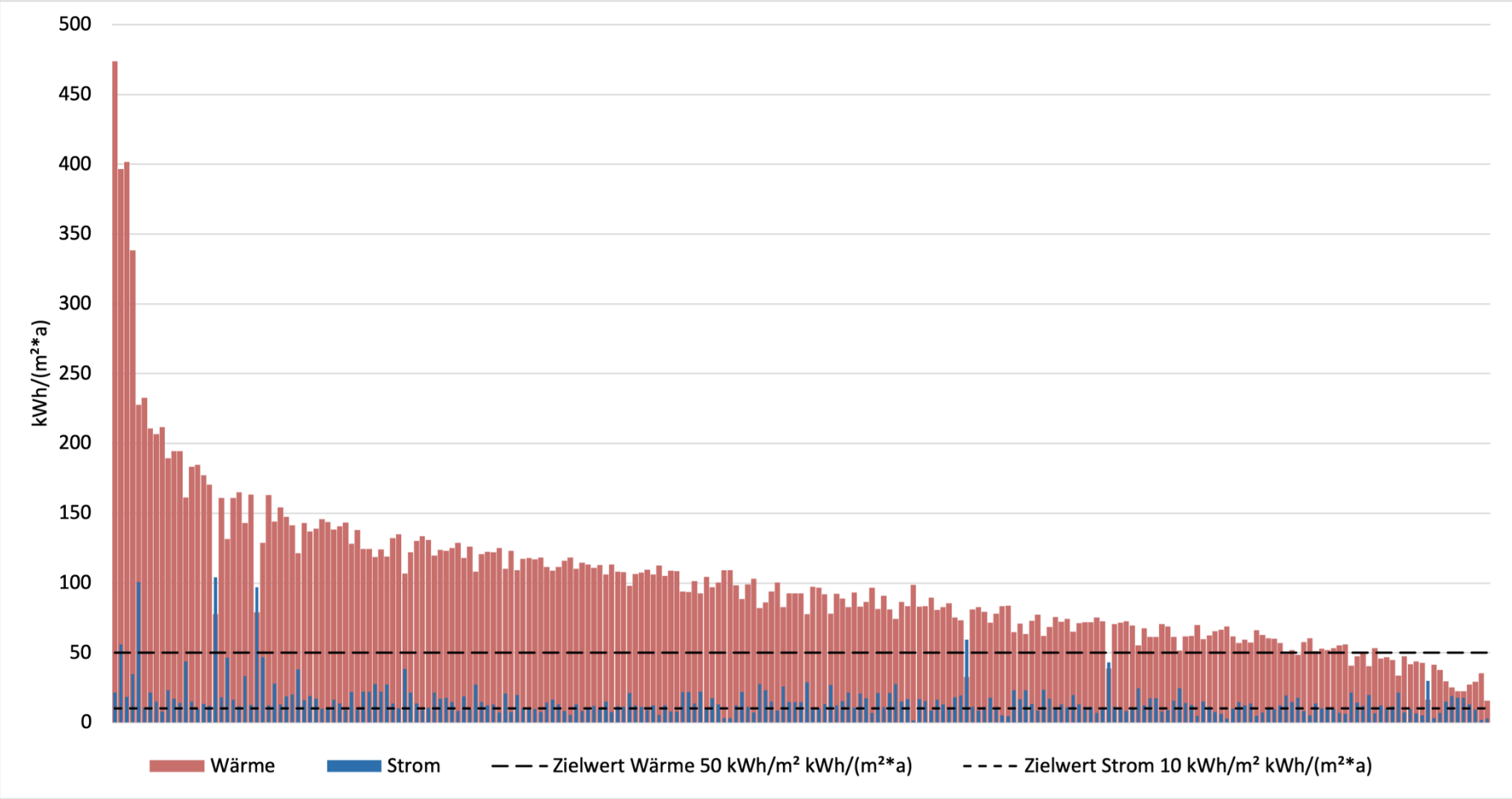


Abbildung 29: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Haupt-/ Realschulen, 2021, mit Zielwerten.

9.2 Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Haupt-/ Realschule)

Die zuvor in Abbildung 29 als Einzeldaten dargestellten Verbräuche werden im Folgenden in Histogramme gebündelt, um die Häufigkeitsverteilung zu verdeutlichen.

9.2.1 Häufigkeitsverteilung Wärmeverbräuche

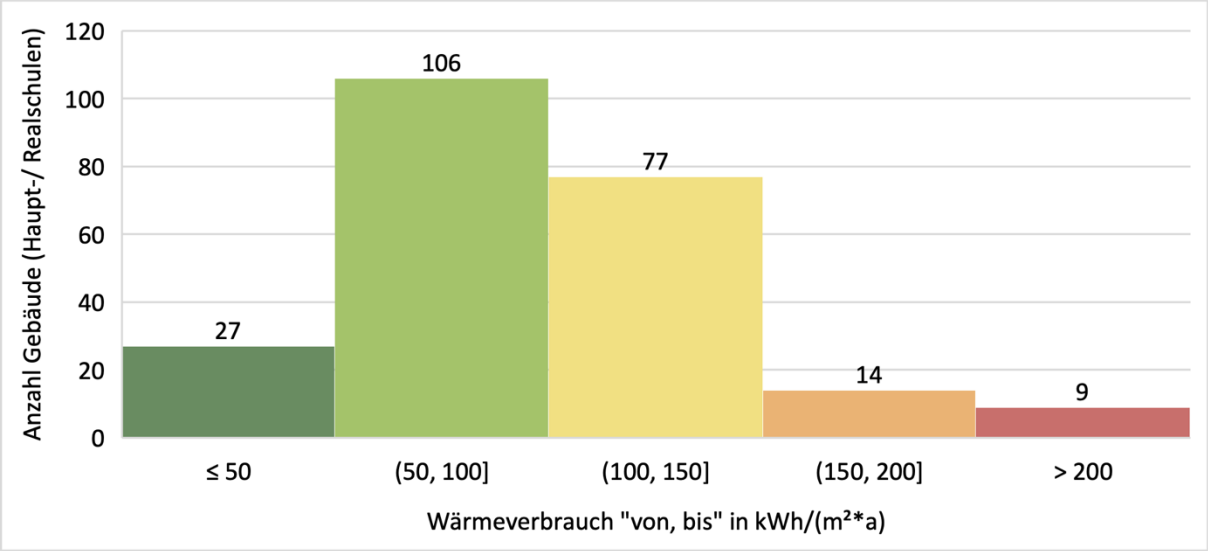


Abbildung 30: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Haupt-/ Realschulen.

Das Histogramm in Abbildung 30 zeigt die Wärmeverbräuche in fünf Wärmeverbrauchsklassen. Die Klassen bzw. Verbrauchsspannen sind auf der X-Achse angegeben. Obere und untere Grenze der Verbrauchsspanne werden jeweils mit Komma getrennt aufgeführt.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Wärmezielwert von 50 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 27 Gebäude vertreten, was 12 % der Haupt- und Realschulen entspricht. Die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) enthält Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Mit 45 % fällt mit Abstand der größte Anteil der Gebäude in diese Verbrauchsspanne. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen bzw. vervierfachen den Zielwert. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts. Dies betrifft hier lediglich neun Gebäude. Die Aufteilung der Klassen wurde so gewählt, dass unterschiedliche Sanierungsbedarfe (von „ok“ über „gering-investiv“ bis „Komplettsanierung notwendig“) abgeleitet werden können.

9.2.2 Häufigkeitsverteilung Stromverbräuche

Das Histogramm in Abbildung 31 zeigt die Stromverbräuche in fünf Stromverbrauchsklassen. Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Stromverbrauchszielwert von 10 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 67 Gebäude vertreten, was 29 % des Datensatzes der Haupt- und Realschulen entspricht. Genau wie bei der Wärme enthält die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Die Hälfte der Gebäude fällt in diese Verbrauchsspanne. In den höhere 20 % der Gebäude darüber. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen bzw. vervierfachen den Zielwert. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts, also über 40 kWh/(m²*a). Wie beim Wärmeverbrauch, betrifft auch dies neun Gebäude.

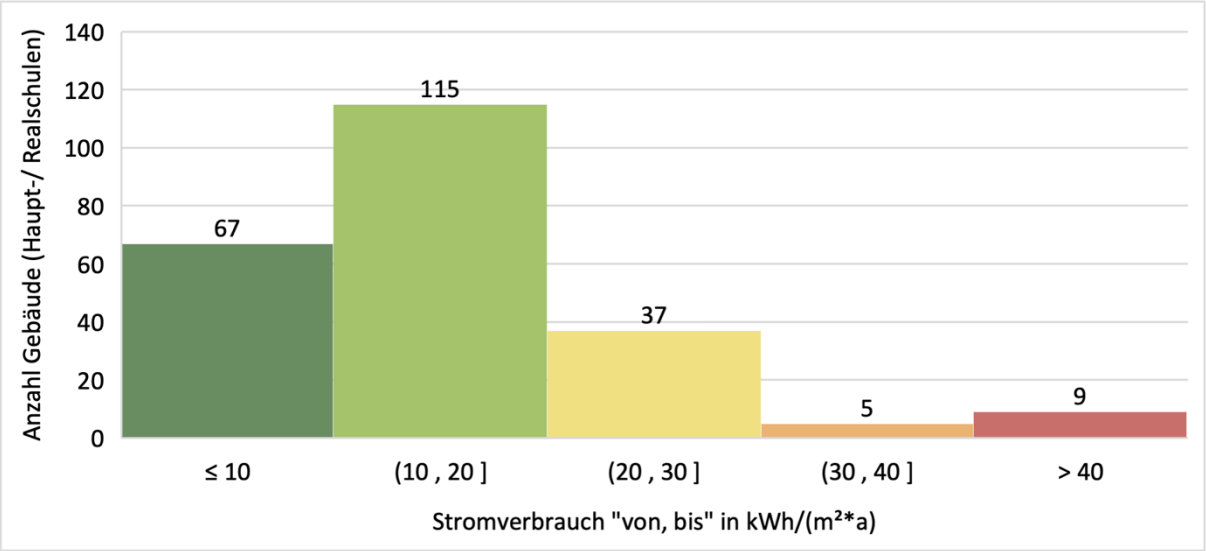


Abbildung 31: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Haupt-/ Realschulen.

9.3 Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Haupt-/ Realschule)

Die folgenden beiden Abschnitte zeigen jeweils zunächst eine unbewertete Übersicht über die Gesamtdatenbasis für Haupt- und Realschulen als Verhältnis von Verbrauch zur Fläche, je einmal für Wärme und einmal für Strom.

Es werden also zuerst die absoluten Verbräuche, nicht statistische Kennwerte, dargestellt. Dieses Verhältnis wird in den nachfolgenden Abschnitten dann genauer untersucht.

9.3.1 Verhältnis bereinigter Wärmeverbrauch zur Fläche – absolut

Abbildung 32 zeigt eine Übersicht über die Daten der Haupt- und Realschulgebäude. Jeder rote Punkt steht für ein Gebäude. Es sind jeweils die absoluten Verbrauchswerte dargestellt. Der bereinigte Wärmeverbrauch wird durch die Verortung auf der Y-Achse ins Verhältnis zur Nettoraumfläche auf der X-Achse gesetzt. Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie (Regressionsgerade) des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Die Krümmung ist der doppelt logarithmischen Skalierung geschuldet. Zudem beginnen die Achsen nicht bei null.

Die allermeisten Haupt- und Realschulen haben zwischen 1.000 und 10.000 m² Nettoraumfläche. Größtenteils liegen sie nahe an der Trendlinie, allerdings ist die Konzentration weniger ausgeprägt als bei den Verwaltungsgebäuden.

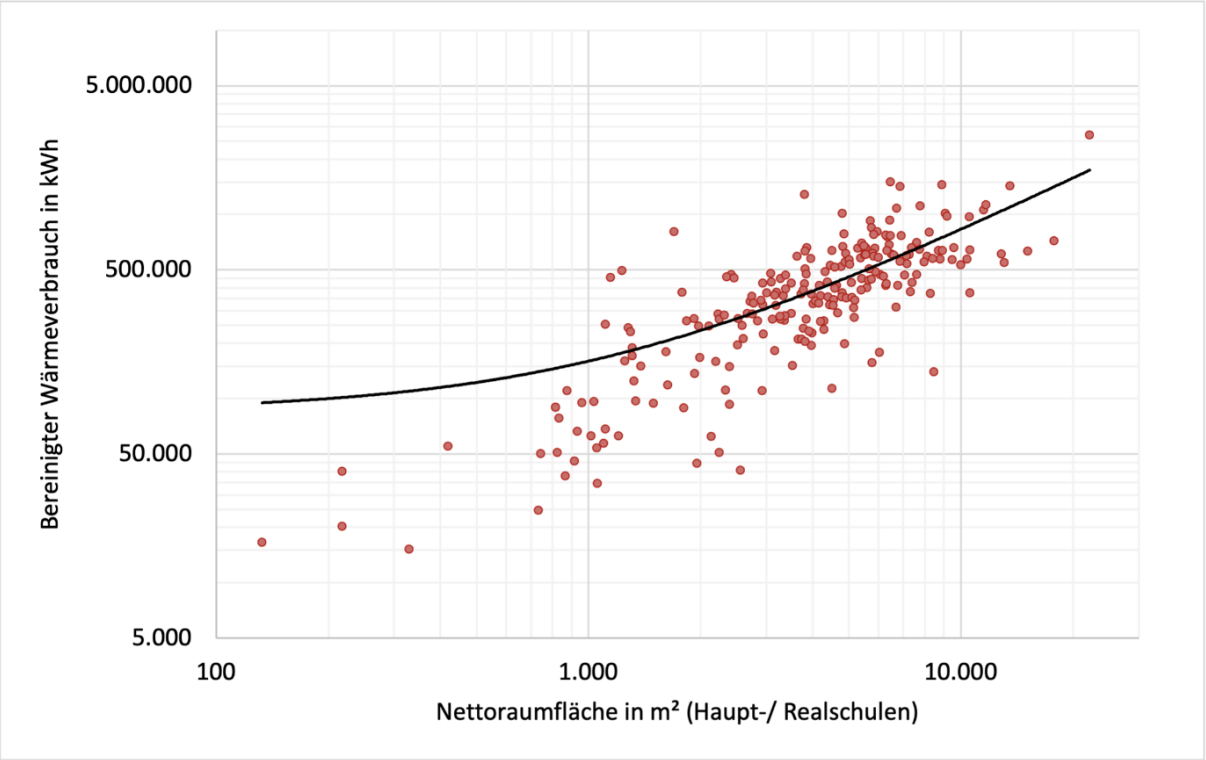


Abbildung 32: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Haupt-/ Realschulen.

9.3.2 Wärmeverbräuche nach Fläche

Tabelle 16: Wärmeverbräuche von Haupt-/ Realschulen nach Fläche.

Wärme – Haupt-/ Realschule		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	233	7	28	56	53	63	14	12
Zielwert Wärme (ifeu) bis 2040	**kWh/(m²*a)**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	65,48	56,66	61,42	77,09	63,59	71,73	60,90	41,78
Median	**kWh/(m²*a)**	**92,19**	**92,50**	**93,81**	**108,11**	**86,19**	**91,02**	**70,17**	**57,79**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	120,51	127,87	128,46	125,99	117,90	118,49	90,90	93,30
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	57,27	49,46	90,57	65,15	50,35	37,05	33,57	28,92
Min	kWh/(m²*a)	15,86	33,72	32,75	15,86	25,15	27,17	16,48	35,48
Mittelwert	kWh/(m²*a)	100,14	97,13	117,74	108,90	98,64	97,28	76,54	69,15
Max	kWh/(m²*a)	473,80	184,62	401,52	473,80	338,33	232,64	163,05	121,45

Tabelle 16 zeigt statistische Kennwerte für Wärmeverbräuche von Haupt-/ Realschulen, nach Gebäudefläche sortiert. Erhoben wurde die Nettoraumfläche. Der Zielwert für den Wärmeverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Das 25-%-Quartil liegt meistens über dem Zielwert, am deutlichsten in der Größenklasse 1.500 und 3.500 m², in der 24 % der Schulen vertreten sind. Es gibt jedoch Ausnahmen. Die kleinsten Schulgebäude (unter 750 m²) liegen mit 56 kWh/(m²*a) sehr nahe am Zielwert und die größten mit 10.000 bis 25.000 m² sogar darunter (41,78 kWh/(m²*a)).

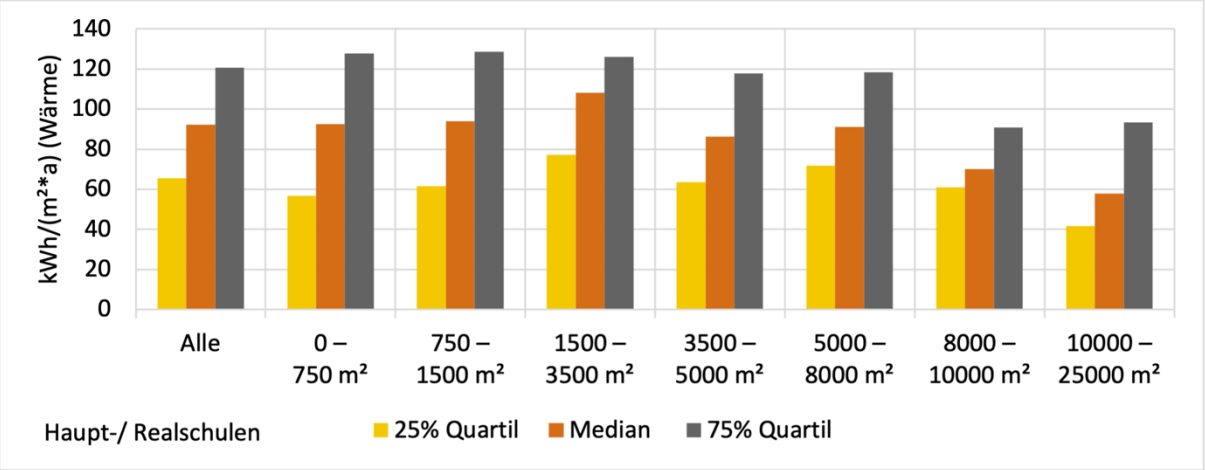


Abbildung 33: Wärmeverbräuche von Haupt-/ Realschulen nach Fläche.

Abbildung 33 zeigt die in Tabelle 16 dargestellten Wärmeverbräuche von Haupt- und Realschulen, nach Gebäudefläche sortiert. Die gruppierten Säulen zeigen jeweils 25-%-Quartil, Median und 75-%-Quartil einer Größenkategorie an.

9.4 Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Haupt-/ Realschule)

9.4.1 Verhältnis Stromverbrauch zur Fläche – absolut

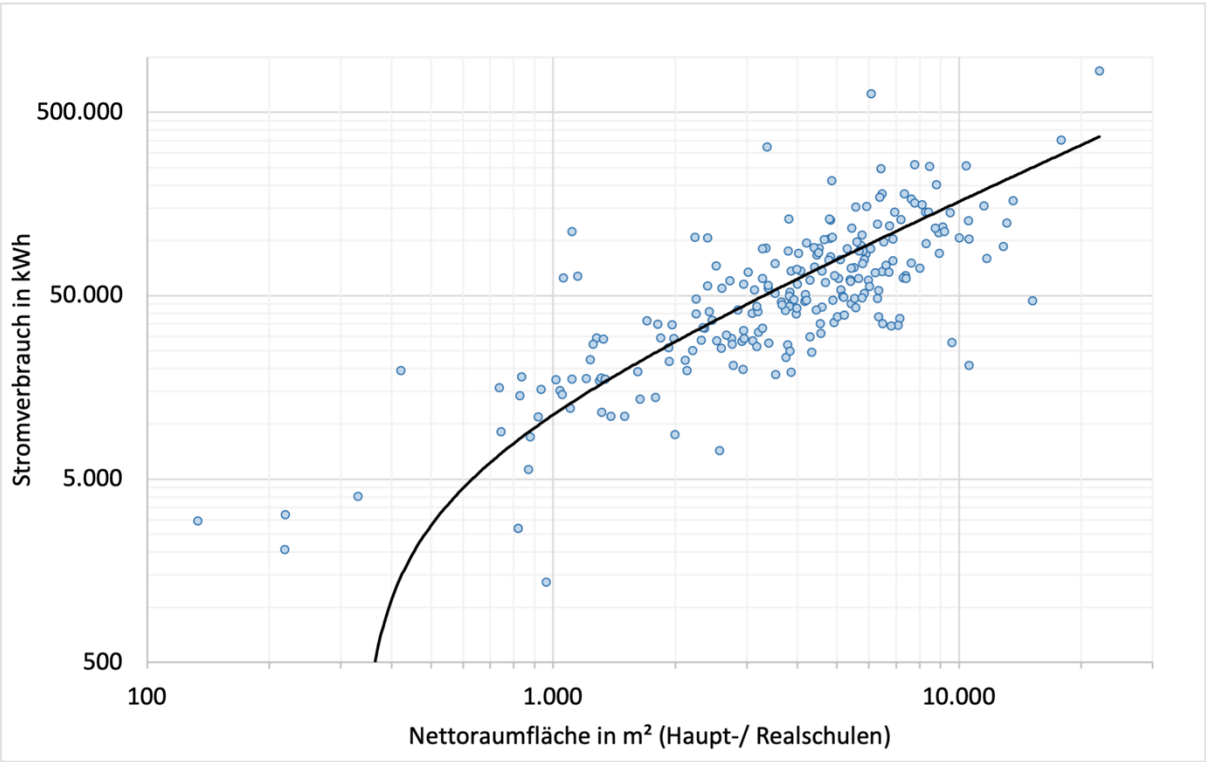


Abbildung 34: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Haupt-/ Realschulen.

Abbildung 34 stellt den absoluten Stromverbrauch der einzelnen Haupt- und Realschulen (blaue Punkte) im Verhältnis zur Nettoraumfläche dar. Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Auch hier ist die Krümmung der doppelt logarithmischen Skalierung geschuldet. Die starke Krümmung nach unten ist bedingt durch den Punkt, an dem die Trendlinie die X-Achse schneidet. Zudem beginnen die Achsen nicht bei null. Eine Konzentration in der Nähe der Trendlinie ist erkennbar, jedoch auch eine breitere Streuung als z.B. bei Verwaltungsgebäuden.

9.4.2 Stromverbräuche nach Fläche (Haupt-/ Realschule)

Tabelle 17: Stromverbräuche von Haupt-/ Realschulen nach Fläche.

Strom – Haupt-/ Realschule		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000– 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	233	7	28	56	53	63	14	12
Zielwert 2040 Strom (KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	9,66	12,26	9,52	9,97	10,09	8,84	11,79	7,15
Median	**kWh/(m²*a)**	**13,08**	**14,67**	**14,21**	**13,69**	**13,08**	**11,43**	**13,23**	**10,90**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	18,68	21,88	19,13	19,10	19,03	17,78	17,23	15,05
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	12,91	11,78	20,20	13,45	7,45	13,26	6,25	9,66
Min	kWh/(m²*a)	1,43	9,51	1,43	2,80	4,97	4,87	2,91	1,98
Mittelwert	kWh/(m²*a)	16,13	19,86	19,45	16,79	15,06	15,42	14,81	13,22
Max	kWh/(m²*a)	104,02	46,58	100,74	96,79	43,72	104,02	30,04	37,95

Tabelle 17 zeigt statistische Kennwerte für Stromverbräuche von Haupt- und Realschulen, nach Gebäudefläche sortiert. Der Zielwert für den Stromverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Der untere Quartilswert entspricht über alle Größenklassen hinweg ungefähr dem Zielwert und liegt für einige Größenkategorien darunter.

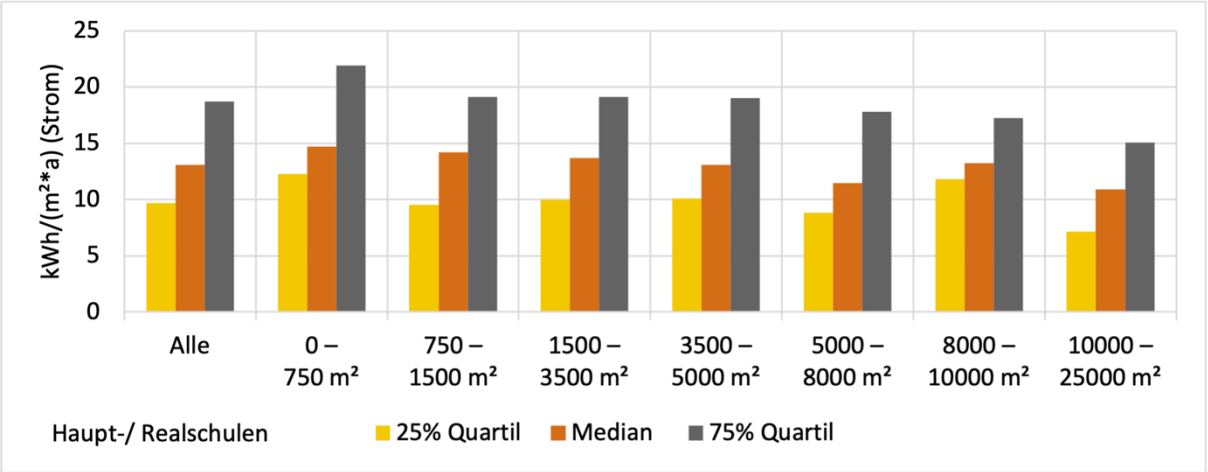


Abbildung 35: Stromverbräuche von Haupt-/ Realschulen nach Fläche.

Abbildung 35 visualisiert die in Tabelle 17 dargestellten Werte der Stromverbräuche von Haupt- und Realschulen, nach Fläche sortiert. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil gezeigt.

Es ist ein Abwärtstrend erkennbar mit zunehmender Fläche, den jedoch die Größenkategorie mit Flächen von 8.000 bis 10.000 m² durchbricht. Hier sind die Verbräuche höher.

9.5 Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Haupt-/ Realschule)

Tabelle 18: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Haupt-/ Realschulen nach Fläche.

Gesamt – Haupt-/ Real-schule		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	233	7	28	56	53	63	14	12
Zielwert 2040 Wärme und Strom (ifeu, KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	79,76	68,92	78,30	87,62	75,78	84,94	72,48	53,92
Median	**kWh/(m²*a)**	**107,17**	**107,17**	**109,82**	**122,76**	**104,04**	**108,61**	**86,02**	**74,93**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	137,07	162,29	145,16	146,76	132,19	135,95	108,71	104,61
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	61,04	52,52	100,16	66,21	53,53	40,05	31,95	34,66
Min	kWh/(m²*a)	18,66	55,23	50,16	18,66	44,18	40,16	46,51	37,46
Mittelwert	kWh/(m²*a)	116,27	116,99	137,19	125,68	113,70	112,70	91,35	82,37
Max	kWh/(m²*a)	495,35	194,13	452,69	495,35	372,93	243,17	175,44	159,40

Tabelle 18 zeigt die statistischen Kennwerte des Gesamtendenergieverbrauchs von Haupt- und Realschulen, also die Summe von Wärme- und Stromverbrauch, nach Fläche sortiert.

Auch die Zielwerte für Wärme und Strom wurden hierfür aufsummiert zu folglich 60 kWh/(m²*a).

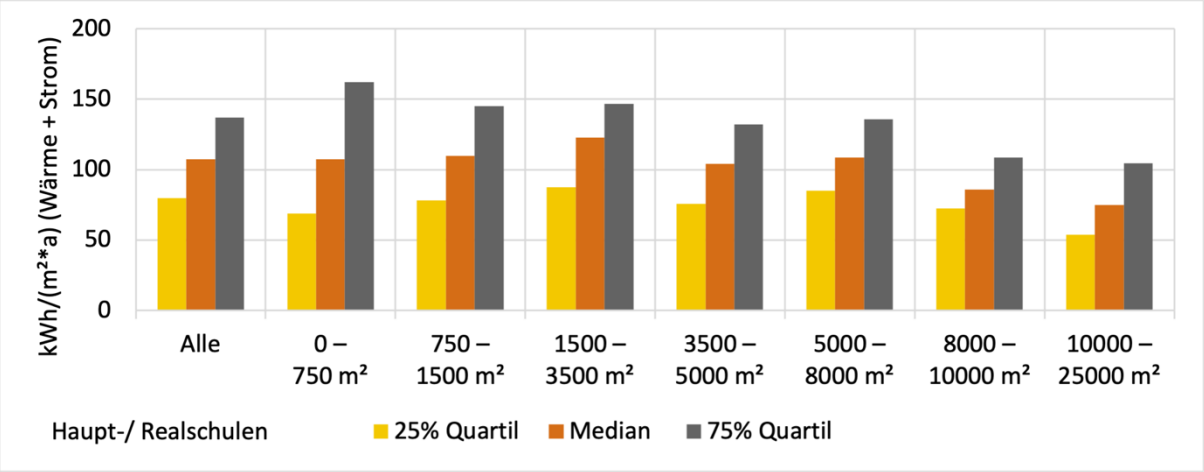


Abbildung 36: Gesamtendenergieverbrauch von Haupt-/ Realschulen nach Fläche.

Abbildung 36 zeigt die in Tabelle 18 dargestellten Werte für den Gesamtendenergieverbrauch (Wärme- und Strom) von Haupt- und Realschulen, nach Fläche sortiert. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil nebeneinander dargestellt. Die höchsten Verbräuche zeigt die Größenkategorie 1.500 – 3.500 m², was wie zuvor gezeigt, dem Wärmeverbrauch geschuldet ist.

10 Bildung – Schule mit Sporthalle

Der Bauwerkstyp „Schule mit Sporthalle“ beinhaltet die Schulen, deren Sporthalle nicht separat unter einer Sporthallenkategorie berichtet wurde, vermutlich in Ermangelung von passenden Unterzählern. Mit diesem Bauwerkstypus geht die Schwierigkeit einher, dass hier zwei völlig unterschiedliche Nutzungsarten zusammengefasst werden und diese mit deutlich unterschiedlichen Größenanteilen vorliegen können. Umso interessanter und relevanter ist es, eine für diesen Bauwerkstyp umfangreichen Datensatz zu betrachten.

In der Auswertung „Schule mit Sporthalle“ befinden sich insgesamt 231 Gebäude.

Tabelle 19 zeigt eine Übersicht der Auswertung für den Bauwerkstyp. Zunächst sind zur besseren Einordnung der berechneten Werte die Zielwerte aufgeführt, gefolgt von statistischen Kennwerten (unteres und oberes Quartil, Median, Mittelwert, Minimum, Maximum und Standardabweichung).

Die Tabelle zeigt die Kennwerte von Wärmeverbrauch und Stromverbrauch als Einzelwerte und die Kennwerte für den Endenergieverbrauch, also die Summe aus Wärme- und Stromverbrauch. Die Betrachtung der Summe von Wärme und Strom auf Endenergiebasis ist vor dem Hintergrund der Sektorenkopplung relevant – mehr und mehr wird mit Strom geheizt (z.B. mit Wärmepumpe). Wichtig ist die Darstellung der Endenergie auch, weil das ifeu-Institut ein Einsparziel von mindestens 50 % für den Endenergieverbrauch für das Ziel der klimaneutralen Kommunalverwaltung definiert hat.[1]

Tabelle 19: Übersicht über die Auswertung der Schulen mit Sporthallen – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte.

Zusammenfassung – Schule mit Sporthalle		**Gesamt**	**Wärme**	**Strom**
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	**231**	**231**	**231**
Zielwert 2040 Wärme und Strom (50 + 10 kWh/(m²*a))	**kWh/(m²*a)**	**60,00**	**50,00**	**10,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	95,08	80,66	9,52
Median	**kWh/(m²*a)**	**121,40**	**105,76**	**12,92**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	148,00	131,09	18,43
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	55,76	49,48	20,36
Min	kWh/(m²*a)	19,31	12,79	1,53
Mittelwert	kWh/(m²*a)	126,19	110,10	16,09
Max	kWh/(m²*a)	511,00	457,60	268,59

10.1 Übersicht über alle Energieverbräuche (Schule mit Sporthalle)

Abbildung 37 stellt eine Gesamtübersicht über die Wärme- und Stromverbrauchskennwerte aller Schulen mit Sporthallen für das Jahr 2021 dar. In der Abbildung ist der Stromverbrauch in Blau und der Wärmeverbrauch in Rot jeweils als gruppierte Säulen pro Gebäude dargestellt. Sortiert wurde absteigend nach Gesamtendenergieverbrauch pro m² (Wärme plus Strom). Durch die hohe Anzahl der Gebäude verschwimmen die Säulen zu Flächen.

Die obere gestrichelte Linie stellt den in Abschnitt 3.4 definierten Sanierungszielwert für Wärme dar (50 kWh/(m²*a)), die untere gestrichelte Linie den Zielwert für Strom (10 kWh/(m²*a)). Die Grafik verdeutlicht den geringen Anteil von ausgewerteten Gebäuden, die unterhalb des Zielwerts für Wärme liegen.

Erkennbar ist auch, dass einige Gebäude einen Verbrauch von über 200 kWh/(m²*a) haben.

Die Verteilung dieser Werte wird in den nachfolgenden Grafiken weiter analysiert und dargestellt.

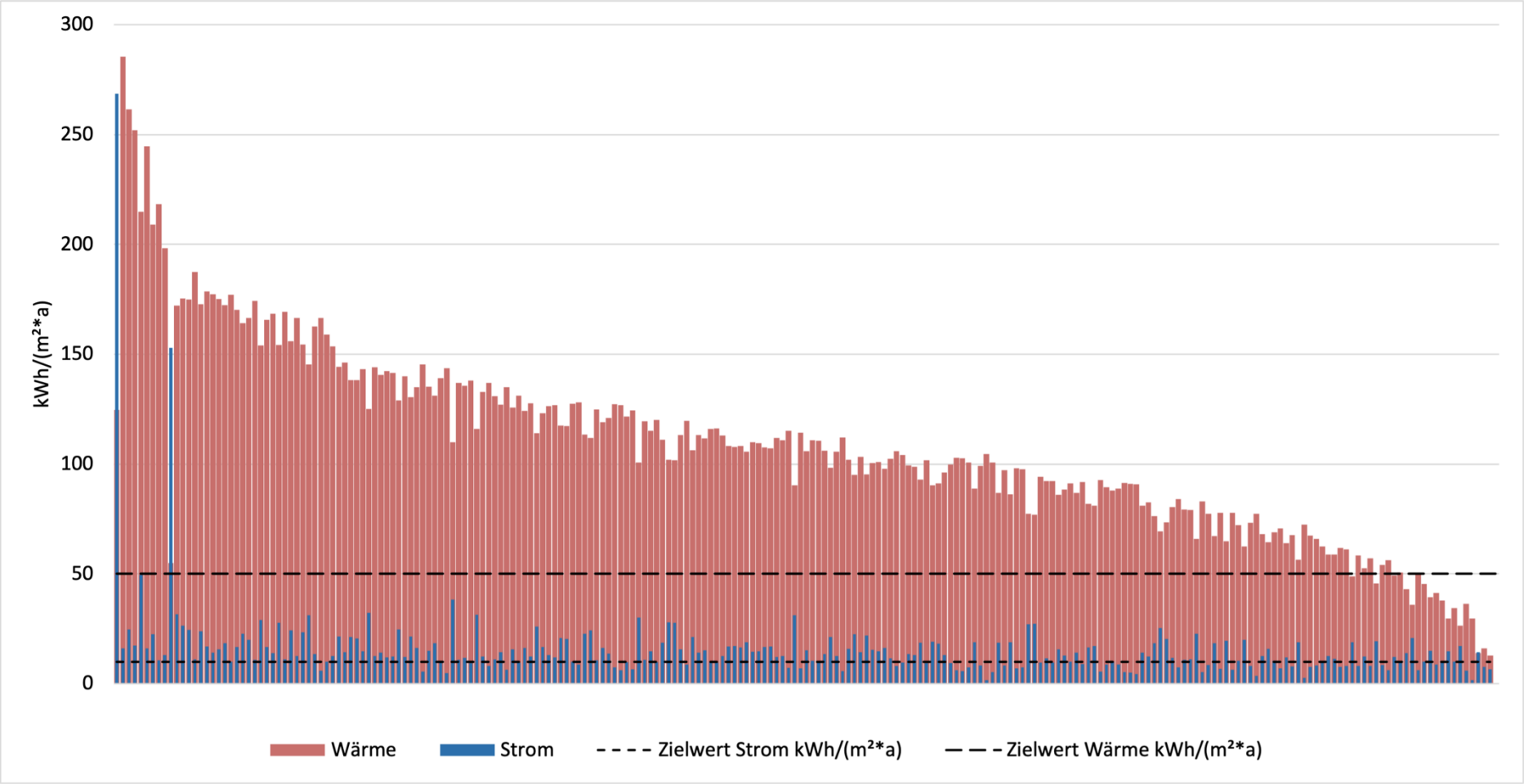


Abbildung 37: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Schulen mit Sporthallen, 2021, mit Zielwerten.

10.2 Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Schule mit Sporthalle)

Die zuvor in Abbildung 37 als Einzeldaten dargestellten Verbräuche werden im Folgenden in Histogramme gebündelt, um die Häufigkeitsverteilung zu verdeutlichen.

10.2.1 Häufigkeitsverteilung Wärmeverbräuche

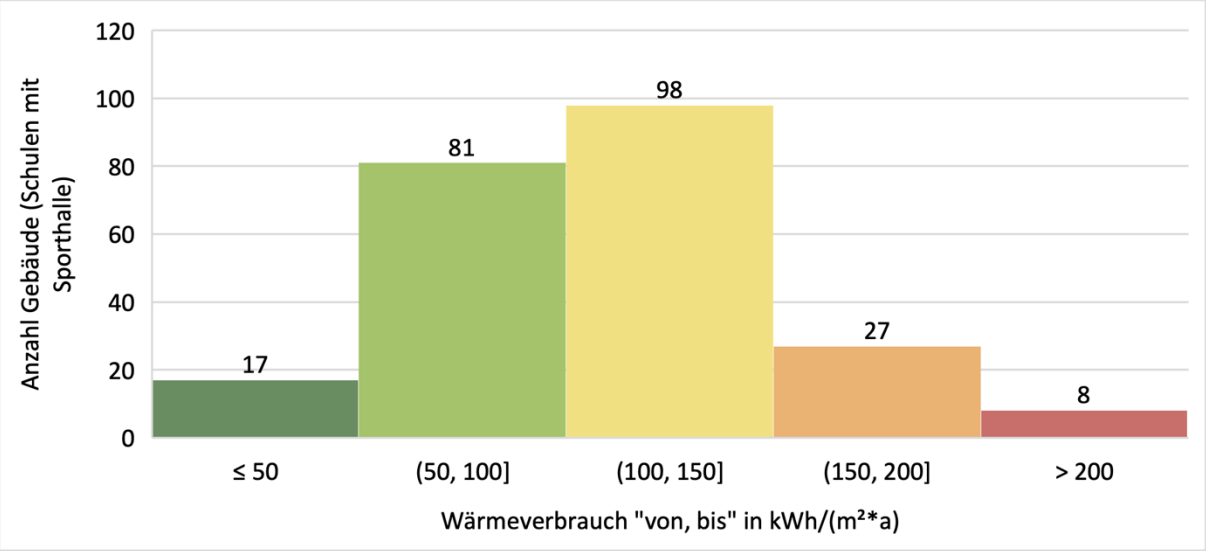


Abbildung 38: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Schule mit Sporthalle.

Das Histogramm in Abbildung 38 zeigt die Wärmeverbräuche in fünf Wärmeverbrauchsklassen. Die Klassen bzw. Verbrauchsspannen sind auf der X-Achse angegeben. Obere und untere Grenze der Verbrauchsspanne werden jeweils mit Komma getrennt aufgeführt.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Wärmezielwert von 50 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 17 Gebäude vertreten, was 7 % der Schulen mit Sporthalle entspricht. Die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) enthält Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen bzw. vervierfachen den Zielwert. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts. Die Aufteilung der Klassen wurde so gewählt, dass unterschiedliche Sanierungsbedarfe (von „ok“ über „gering-investiv“ bis „Komplettsanierung notwendig“) abgeleitet werden können. Auffällig ist der hohe Anteil von insgesamt 42 % der Gebäude in der Klasse zwischen 100 und 150 kWh/(m²*a).

10.2.2 Häufigkeitsverteilung Stromverbräuche

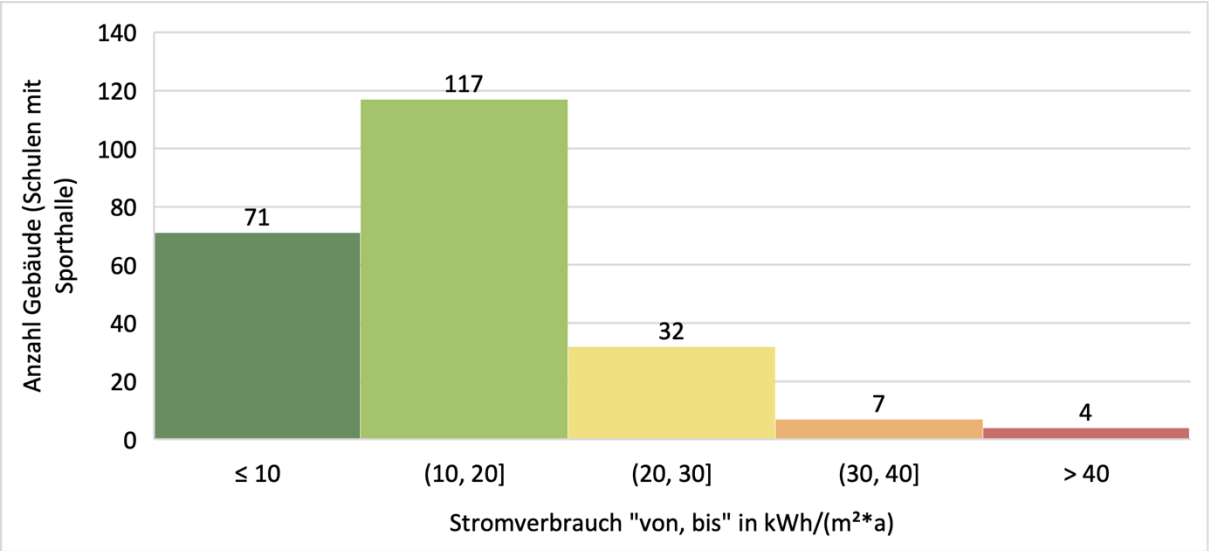


Abbildung 39: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Schule mit Sporthalle.

Das Histogramm in Abbildung 39 zeigt die Stromverbräuche in fünf Stromverbrauchsklassen.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Stromverbrauchszielwert von 10 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 71 Gebäude vertreten, was knapp einem Drittel des Datensatzes der Schulen mit Sporthalle entspricht. Genau wie bei der Wärme enthält die nächsthöhere Klasse (gelb-grün) Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen bzw. vervierfachen den Zielwert. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts, also oberhalb von 40 kWh/(m²*a). Über die Hälfte der Gebäude liegen in der Verbrauchsspanne von 10 bis 20 kWh/(m²*a). Der Anteil der Gebäude über 30 kWh/(m²*a) ist mit insgesamt knapp 5 % relativ gering.

10.3 Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Schule mit Sporthalle)

Die folgenden beiden Abschnitte zeigen jeweils zunächst eine unbewertete Übersicht über die Gesamtdatenbasis für Schulen mit Sporthallen als Verhältnis von Verbrauch zur Fläche, je einmal für Wärme und einmal für Strom.

Es werden also zuerst die absoluten Verbräuche, nicht statistische Kennwerte, dargestellt. Dieses Verhältnis wird in den nachfolgenden Abschnitten dann genauer untersucht.

10.3.1 Verhältnis bereinigter Wärmeverbrauch zur Fläche – absolut

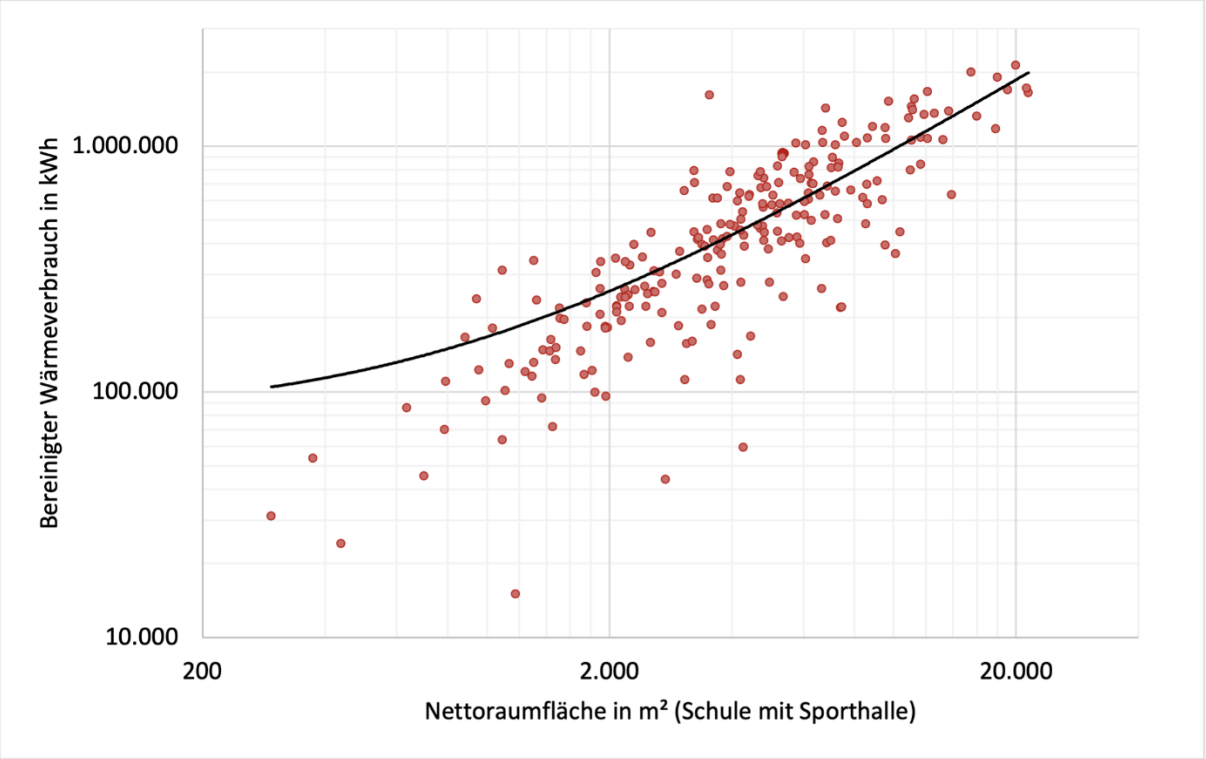


Abbildung 40: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Schulen mit Sporthallen.

Abbildung 40 zeigt eine Übersicht über die Daten der Schulen mit Sporthallen. Jeder rote Punkt steht für ein Gebäude. Es sind jeweils die absoluten Verbrauchswerte dargestellt. Der bereinigte Wärmeverbrauch wird durch die Verortung auf der Y-Achse ins Verhältnis zur Nettoraumfläche auf der X-Achse gesetzt. Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie (Regressionsgerade) des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Die Krümmung ist der doppelt logarithmischen Skalierung geschuldet. Zudem beginnen die Achsen nicht bei null. Die allermeisten Schulen mit Sporthalle haben über 2.000 m² Nettoraumfläche. Größtenteils liegen sie nahe an der Trendlinie.

10.3.2 Wärmeverbräuche nach Fläche

Tabelle 20 zeigt statistische Kennwerte für Wärmeverbräuche von Schulen mit Sporthallen, nach Gebäudefläche sortiert. Erhoben wurde die Nettoraumfläche. Der Zielwert für den Wärmeverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Auch das 25-%-Quartil liegt durchweg deutlich über dem Zielwert. Am nächsten kommen dem die Gebäude mit einer Fläche unter 750 m² oder zwischen 8.000 m² und 10.000 m².

Tabelle 20: Wärmeverbräuche von Schulen mit Sporthallen nach Fläche.

Wärme – Schule mit Sporthalle		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	231	5	24	64	47	53	13	25
Zielwert Wärme (ifeu) bis 2040	**kWh/(m²*a)**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	80,66	64,87	90,80	89,68	84,41	79,33	67,37	76,88
Median	**kWh/(m²*a)**	**105,76**	**105,54**	**102,10**	**107,72**	**109,62**	**110,80**	**81,11**	**92,82**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	131,09	135,07	148,11	130,97	141,94	135,70	125,11	112,98
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	49,48	35,83	66,02	42,57	64,95	40,87	34,41	28,09
Min	kWh/(m²*a)	12,79	54,99	12,79	16,02	13,87	29,55	41,29	35,89
Mittelwert	kWh/(m²*a)	110,10	100,81	124,39	111,03	115,73	109,84	95,57	93,38
Max	kWh/(m²*a)	457,60	143,58	285,44	244,75	457,60	208,96	155,89	138,23

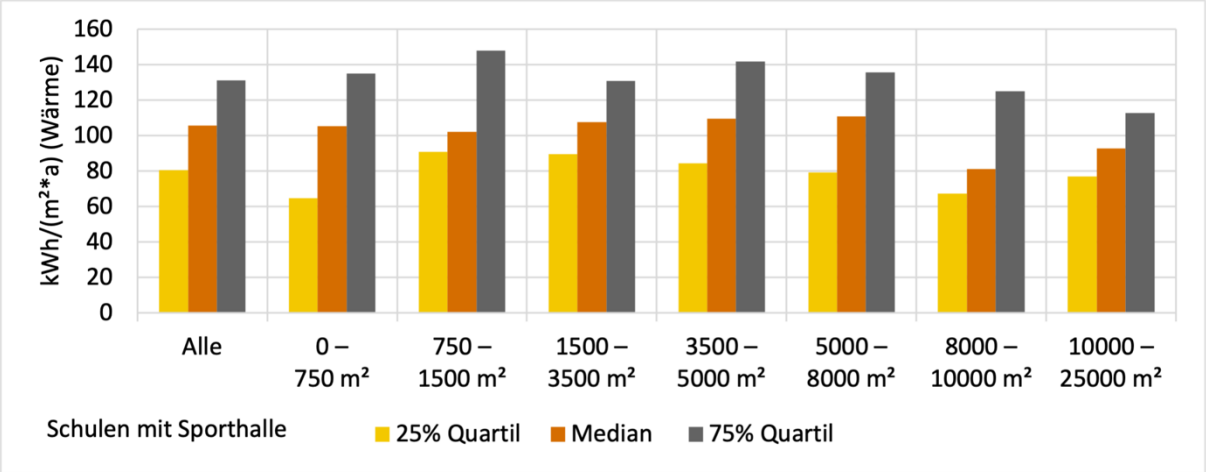


Abbildung 41: Wärmeverbräuche von Schulen mit Sporthallen nach Fläche.

Abbildung 41 zeigt die in Tabelle 20 dargestellten Wärmeverbräuche von Schulen mit Sporthallen, nach Gebäudefläche sortiert. Die gruppierten Säulen zeigen jeweils 25-%-Quartil, Median und 75-%-Quartil einer Größenkategorie an. Die Medianwerte sind insgesamt sehr ähnlich, bis auf die großen Gebäude ab 8.000 m², bei denen sie geringer ausfallen.

Die Spreizung zwischen Median und unterem bzw. oberem Quartilswert ist uneinheitlich.

10.4 Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Schule mit Sporthalle)

10.4.1 Verhältnis Stromverbrauch zur Fläche – absolut

Abbildung 42 stellt den absoluten Stromverbrauch der einzelnen Schulen mit Sporthallen (blaue Punkte) im Verhältnis zur Nettoraumfläche dar.

Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Auch hier ist die Krümmung der doppelt logarithmischen Skalierung geschuldet. Zudem beginnen die Achsen nicht bei null. Wie beim Wärmeverbrauch ist eine deutliche Konzentration in der Nähe der Trendlinie erkennbar. Wenige einzelne Ausreißer sind jedoch deutlich davon entfernt.

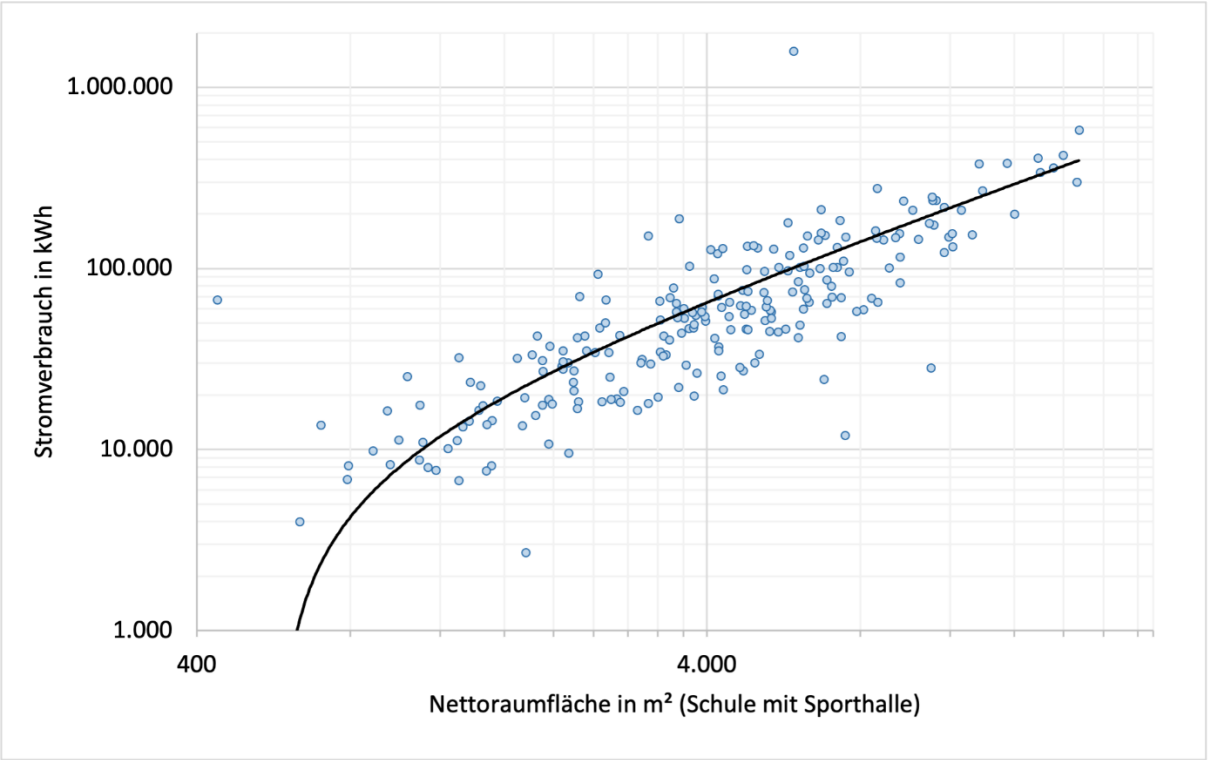


Abbildung 42: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Schulen mit Sporthallen.

10.4.2 Stromverbräuche nach Fläche

Tabelle 21: Stromverbräuche von Schulen mit Sporthallen nach Fläche.

Strom – Schule mit Sporthalle		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	231	5	24	64	47	53	13	25
Zielwert 2040 Strom (KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	9,52	6,28	8,57	8,86	9,66	9,90	8,73	12,89
Median	**kWh/(m²*a)**	**12,92**	**12,67**	**10,21**	**12,22**	**13,05**	**12,69**	**15,82**	**18,65**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	18,43	19,50	12,97	17,27	16,46	18,70	17,18	21,18
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	20,36	57,05	5,12	7,86	8,84	35,20	6,95	5,70
Min	kWh/(m²*a)	1,53	4,88	5,17	1,53	4,99	1,60	7,34	2,58
Mittelwert	kWh/(m²*a)	16,09	39,24	11,59	13,83	15,05	19,23	15,07	17,41
Max	kWh/(m²*a)	268,59	152,88	24,64	49,45	53,40	268,59	32,17	27,67

Tabelle 21 zeigt statistische Kennwerte für Stromverbräuche von Schulen mit Sporthallen, nach Gebäudefläche sortiert. Der Zielwert für den Stromverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Der untere Quartilswert entspricht über fast alle Größenklassen hinweg ungefähr dem Zielwert. Der Wert der kleinsten Gebäude unter 750 m² liegt mit 6,28 kWh/(m²*a) deutlich darunter, der Wert für die größten Gebäude ab einer Fläche von 10.000 m² deutlich darüber (12,89 kWh/(m²*a)). In der kleinsten Größenkategorie liegen allerdings nur fünf Gebäude vor.

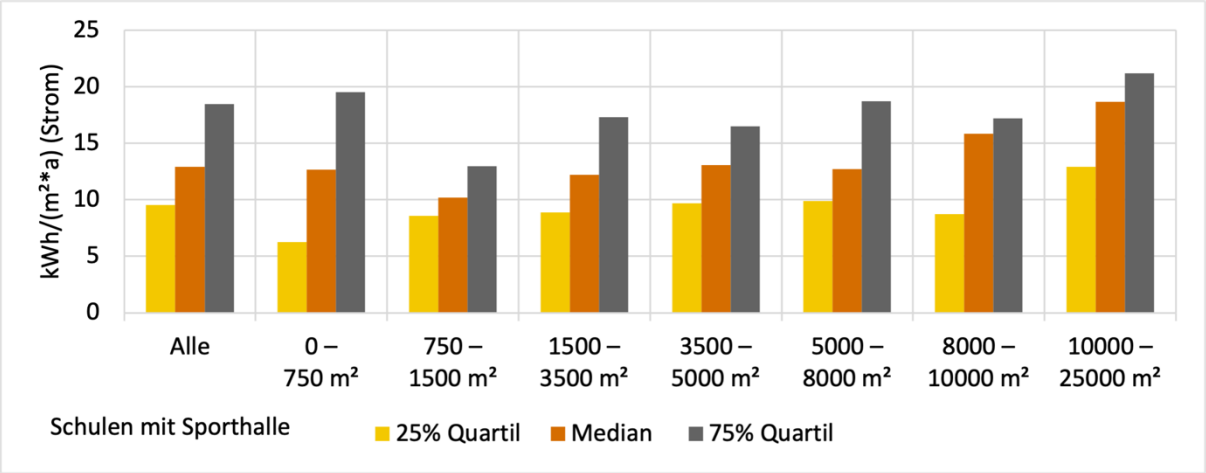


Abbildung 43: Stromverbräuche von Schulen mit Sporthallen nach Fläche.

Abbildung 43 visualisiert die in Tabelle 21 dargestellten Werte der Stromverbräuche von Schulen mit Sporthallen, nach Fläche. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartils gezeigt. Über die Größenkategorien hinweg ergibt sich ein eher uneinheitliches Bild bezüglich der Höhe der Werte und Spreizung. Auffällig sind die deutlich höheren Werte der sehr großen Gebäude ab einer Fläche von 10.000 m².

10.5 Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Schule mit Sporthalle)

Tabelle 22: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Schulen mit Sporthallen nach Fläche.

Gesamt – Schule mit Sporthalle		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	231	5	24	64	47	53	13	25
Zielwert 2040 Wärme und Strom (ifeu, KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	95,08	118,21	97,97	98,27	98,69	94,66	80,24	91,97
Median	**kWh/(m²*a)**	**121,40**	**141,35**	**112,55**	**121,26**	**128,40**	**121,13**	**98,29**	**111,47**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	148,00	148,46	158,90	143,31	154,03	150,06	140,60	129,30
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	55,76	40,62	69,46	46,23	70,53	56,54	38,09	29,31
Min	kWh/(m²*a)	19,31	84,37	19,31	23,65	28,19	31,15	50,01	56,66
Mittelwert	kWh/(m²*a)	126,19	140,05	135,98	124,86	130,78	129,07	110,64	110,79
Max	kWh/(m²*a)	511,00	207,86	301,58	264,26	511,00	393,29	180,13	159,36

Tabelle 22 zeigt die statistischen Kennwerte des Gesamtendenergieverbrauchs von Schulen mit Sporthallen, also die Summe von Wärme- und Stromverbrauch, nach Fläche sortiert.

Auch die Zielwerte für Wärme und Strom wurden hierfür aufsummiert zu folglich 60 kWh/(m²*a).

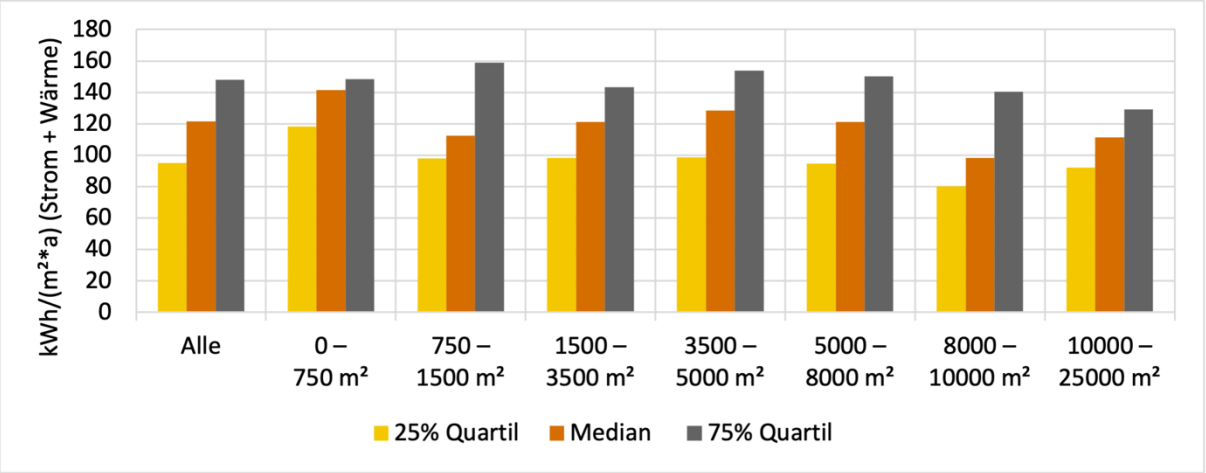


Abbildung 44: Gesamtendenergieverbrauch von Schulen mit Sporthallen nach Fläche.

Abbildung 44 zeigt die in Tabelle 22 dargestellten Werte für den Gesamtendenergieverbrauch (Wärme und Strom) von Schulen mit Sporthallen, nach Fläche sortiert. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil nebeneinander dargestellt. Es ist insgesamt ein Abwärtstrend der Werte bis zu einer Gebäudegröße von 10.000 m² erkennbar, die darüber hinaus jedoch wieder ansteigen.

11 Sport – Sporthalle < 1.000 m²

Der Bauwerkstyp „Sporthallen < 1.000 m²“ bezieht sich auf die Gesamtfläche des Gebäudes, nicht auf die reine Hallenfläche.

Bei der Datenerhebung konnte für Sporthallen bei der Bauwerkszuordnung zwischen zwei Auswahlmöglichkeiten gewählt werden – unter 1.000 m² und über 1.000 m². Letztere werden in Kapitel 12 behandelt. In der Auswertung „Sporthallen < 1.000 m²“ befinden sich insgesamt 405 Gebäude.

Tabelle 23 zeigt eine Übersicht der Auswertung für den Bauwerkstyp. Zunächst sind zur besseren Einordnung der berechneten Werte die Zielwerte aufgeführt, gefolgt von statistischen Kennwerten (unteres und oberes Quartil, Median, Mittelwert, Minimum, Maximum und Standardabweichung).

Die Tabelle zeigt die Kennwerte von Wärmeverbrauch und Stromverbrauch als Einzelwerte und die Kennwerte für den Endenergieverbrauch, also die Summe aus Wärme- und Stromverbrauch. Die Betrachtung der Summe von Wärme und Strom auf Endenergiebasis ist vor dem Hintergrund der Sektorenkopplung relevant – mehr und mehr wird mit Strom geheizt (z.B. mit Wärmepumpe). Wichtig ist die Darstellung der Endenergie auch, weil das ifeu-Institut ein Einsparziel von mindestens 50 % für den Endenergieverbrauch für das Ziel der klimaneutralen Kommunalverwaltung definiert hat.[1]

Tabelle 23: Übersicht über die Auswertung der Sporthallen < 1.000 m² – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte.

Zusammenfassung – Sporthalle < 1.000 m²		Wärme	Strom	Gesamt
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	**289**	**289**	**289**
Zielwert 2040 Wärme und Strom (50 + 10 kWh/(m²*a))	**kWh/(m²*a)**	**50,00**	**10,00**	**60,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	86,27	8,63	99,78
Median	**kWh/(m²*a)**	**122,12**	**13,20**	**139,46**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	172,29	21,61	195,08
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	**110,06**	**22,49**	**120,25**
Min	kWh/(m²*a)	12,03	1,09	20,15
Mittelwert	kWh/(m²*a)	148,49	19,74	168,23
Max	kWh/(m²*a)	840,42	210,34	942,92

11.1 Übersicht über alle Energieverbräuche (Sporthalle < 1.000 m²)

Abbildung 45 stellt eine Gesamtübersicht über die Wärme- und Stromverbrauchskennwerte aller Sporthallen unter 1.000 m² für das Jahr 2021 dar. In der Abbildung ist der Stromverbrauch in Blau und der Wärmeverbrauch in Rot jeweils als gruppierte Säulen pro Gebäude dargestellt. Sortiert wurde absteigend nach Gesamtendenergieverbrauch pro m² (Wärme plus Strom).

Die obere gestrichelte Linie stellt den in Abschnitt 3.4 definierten Sanierungszielwert für Wärme dar (50 kWh/(m²*a)), die untere gestrichelte Linie den Zielwert für Strom (10 kWh/(m²*a)). Die Grafik verdeutlicht den sehr geringen Anteil an ausgewerteten Gebäuden, die unterhalb der Zielwerte - insbesondere für Wärme - liegen. Auf einen Blick auffällig ist auch, dass ein sehr großer Anteil von Gebäuden einen sehr hohen Verbrauch von über 200 kWh/(m²*a) hat, sowie der sehr hohe Maximalwert von 840 kWh/(m²*a).

Hier sollte der Vergleichswert des GEG in der Region von 90 bis 130 kWh/(m²*a) (abhängig von der Gebäudegröße) beachtet werden, sowie die Umstände, dass wegen Corona 2021 viele Sporthallen weitgehend ungenutzt waren. Die Verteilung dieser Werte wird in den nachfolgenden Grafiken weiter analysiert und dargestellt.

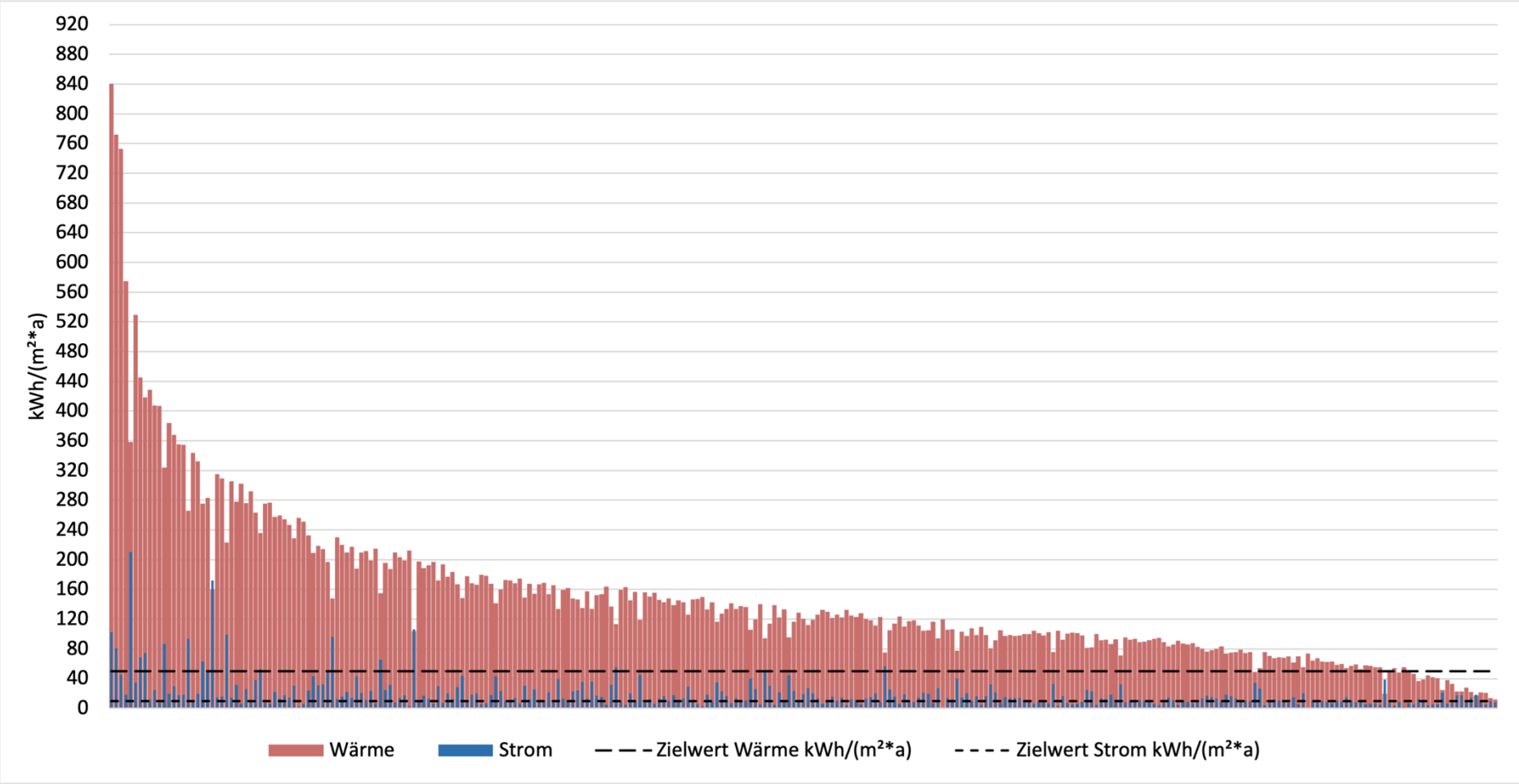


Abbildung 45: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Sporthallen < 1.000 m², 2021, mit Zielwerten.

11.2 Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Sporthalle < 1.000 m²)

Die zuvor in Abbildung 45 als Einzeldaten dargestellten Verbräuche werden im Folgenden in Histogramme gebündelt, um die Häufigkeitsverteilung zu verdeutlichen.

11.2.1 Häufigkeitsverteilung Wärmeverbräuche

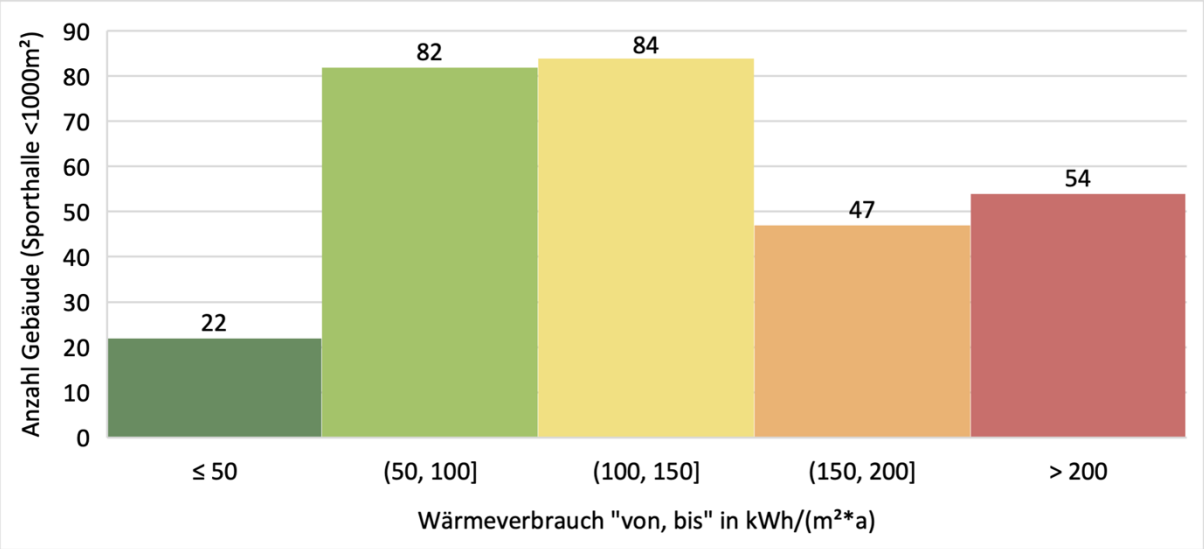


Abbildung 46: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Sporthallen < 1.000 m².

Das Histogramm in Abbildung 46 zeigt die Wärmeverbräuche in fünf Wärmeverbrauchsklassen. Die Klassen bzw. Verbrauchsspannen sind auf der X-Achse angegeben. Obere und untere Grenze der Verbrauchsspanne werden jeweils mit Komma getrennt aufgeführt.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Wärmezielwert von 50 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 22 Gebäude vertreten, was knapp 8 % der Sporthallen unter 1.000 m², entspricht. Die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) enthält Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen bzw. vervierfachen den Zielwert. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts. Die Aufteilung der Klassen wurde so gewählt, dass unterschiedliche Sanierungsbedarfe (von „ok“ über „gering-investiv“ bis „Komplettsanierung notwendig“) abgeleitet werden können. Auffällig ist der hohe Anteil von insgesamt 57 % der Gebäude in den zwei Klassen von 50 bis 150 kWh/(m²*a). Insgesamt 35 % der Gebäude liegen in den zwei Klassen darüber, was dem ersten Eindruck der Gesamtübersicht (Abbildung 45) entspricht.

11.2.2 Häufigkeitsverteilung Stromverbräuche

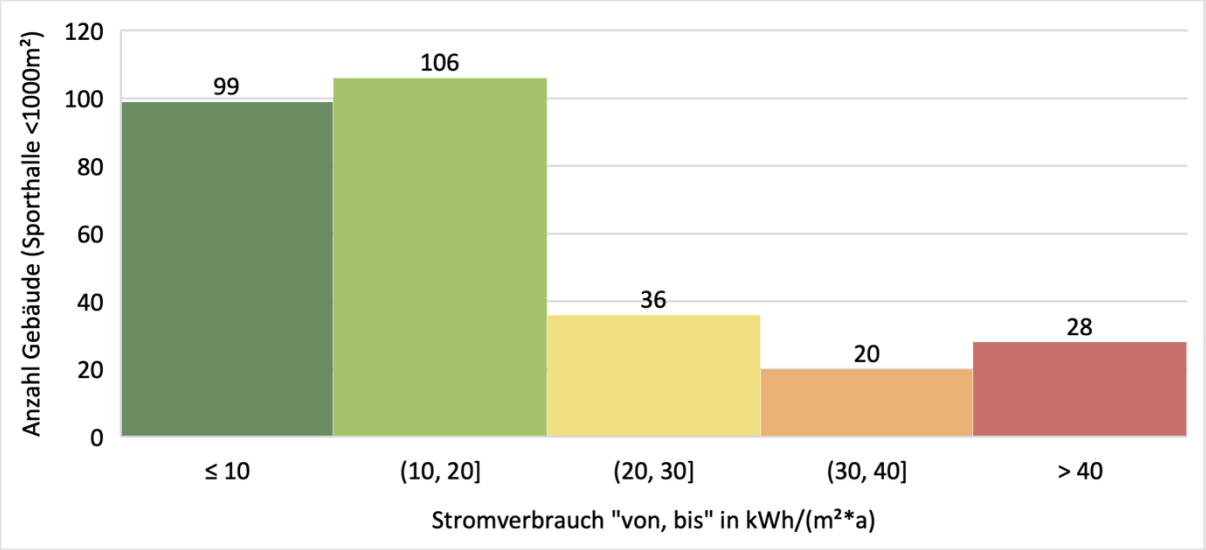


Abbildung 47: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Sporthallen < 1.000 m².

Das Histogramm in Abbildung 47 zeigt die Stromverbräuche in fünf Stromverbrauchsklassen.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Stromverbrauchszielwert von 10 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 99 Gebäude vertreten, was 34 % des Datensatzes der Sporthallen unter 1.000 m² entspricht.

Genau wie bei der Wärme enthält die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen bzw. vervierfachen den Zielwert. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts – also oberhalb von 40 kWh/(m²*a). Im Vergleich zur Wärme sind hier deutlich mehr Gebäude in der nächsthöheren Klasse (37 %) und deutlich weniger in den darüberliegenden Klassen (über 20 kWh/(m²*a)) vertreten.

11.3 Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Sporthalle < 1.000 m²)

Die folgenden beiden Abschnitte zeigen jeweils zunächst eine unbewertete Übersicht über die Gesamtdatenbasis für Sporthallen unter 1.000 m² als Verhältnis von Verbrauch zur Fläche, je einmal für Wärme und einmal für Strom.

Es werden also zuerst die absoluten Verbräuche, nicht statistische Kennwerte, dargestellt. Dieses Verhältnis wird in den nachfolgenden Abschnitten dann genauer untersucht.

11.3.1 Verhältnis bereinigter Wärmeverbrauch zur Fläche – absolut

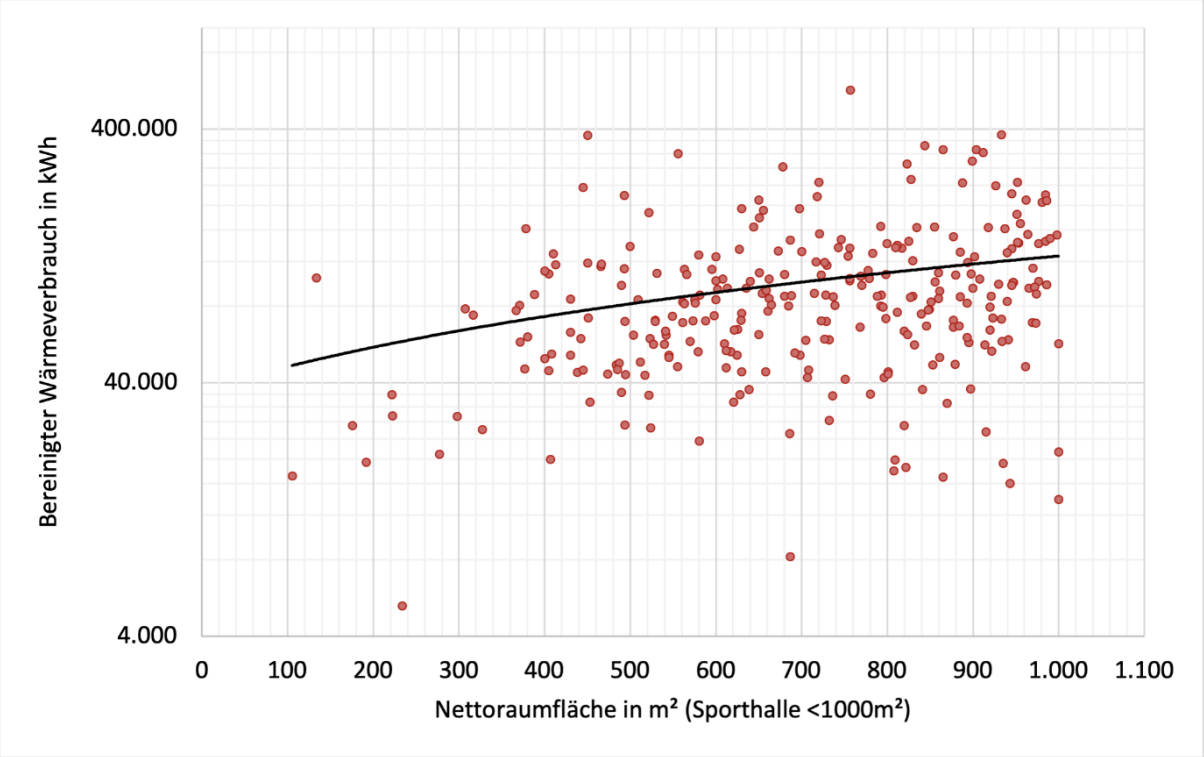


Abbildung 48: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Sporthallen < 1.000 m².

Abbildung 48 zeigt eine Übersicht über die Daten der Sporthallen unter 1.000 m². Jeder rote Punkt steht für ein Gebäude. Es sind jeweils die absoluten Verbrauchswerte dargestellt. Der bereinigte Wärmeverbrauch wird durch die Verortung auf der Y-Achse ins Verhältnis zur Nettoraumfläche auf der X-Achse gesetzt. Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie (Regressionsgerade) des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Die Krümmung ist der doppelt logarithmischen Skalierung geschuldet. Zudem beginnen die Achsen nicht bei null.

Nur einzelne Sporthallen haben unter 400 m² Nettoraumfläche.

Deutlich erkennbar ist der abrupte Schnitt bei 1.000 m². Die Sporthallen über 1.000 m² in Kapitel 12 bieten hierzu die Ergänzung. Die Streuung der Werte ist deutlich ausgeprägter als bei anderen Gebäudetypen, z.B. Verwaltungsgebäuden.

11.3.2 Wärmeverbräuche nach Fläche

Tabelle 24 zeigt statistische Kennwerte für Wärmeverbräuche von Sporthallen unter 1.000 m², nach Gebäudefläche sortiert. Erhoben wurde die Nettoraumfläche. Der Zielwert für den Wärmeverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Auch das 25-%-Quartil liegt sehr deutlich über dem Zielwert, bei Hallen unter 500 m² fast doppelt so hoch.

Tabelle 24: Wärmeverbräuche von Sporthallen < 1.000 m² nach Fläche.

Wärme – Sporthalle < 1.000 m²		Alle < 1.000 m²	Fläche 0 – 500 m²	Fläche 500 – 1.000 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	289	52	238	0	0	0	0	0
Zielwert Wärme (ifeu) bis 2040	**kWh/(m²*a)**	**50,00**	**50,00**	**50,00**					
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	86,27	99,85	81,82					
Median	**kWh/(m²*a)**	**122,12**	**155,05**	**118,32**					
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	172,29	248,02	167,15					
STABWN (Standardabweichung)	kWh/(m²*a)	840,42	840,42	753,10					
Min	kWh/(m²*a)	110,06	158,11	92,77					
Mittelwert	kWh/(m²*a)	12,03	22,63	12,03					
Max	kWh/(m²*a)	148,49	199,56	137,77					

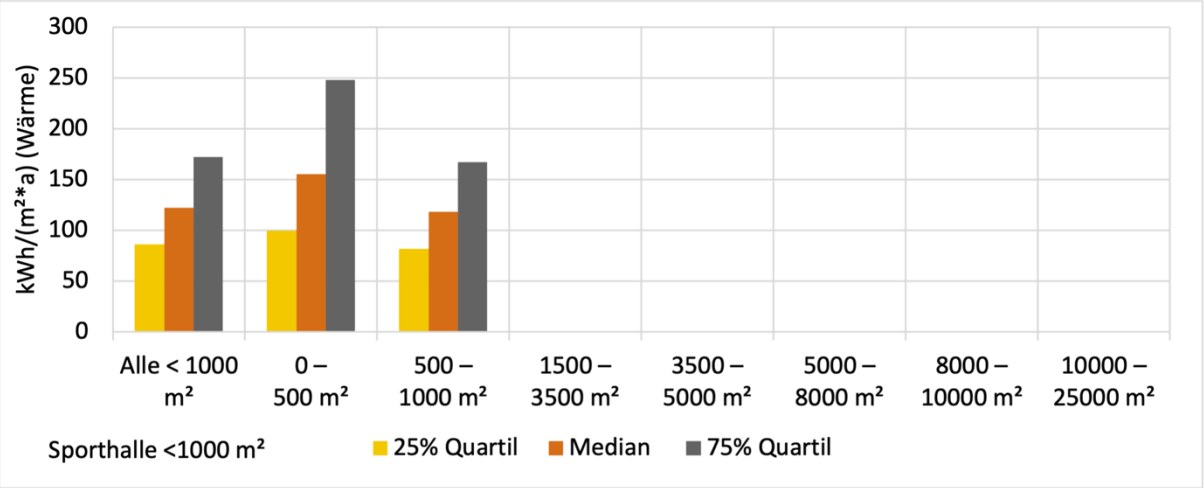


Abbildung 49: Wärmeverbräuche von Sporthallen < 1.000 m² nach Fläche.

Abbildung 49 zeigt die in Tabelle 24 dargestellten Wärmeverbräuche von Sporthallen unter 1.000 m², nach Gebäudefläche sortiert. Die gruppierten Säulen zeigen jeweils , Median und 75-%-Quartil einer Größenkategorie an. Die kleinsten Gebäude mit einer Fläche zwischen 0 und 500 m² zeigen im 75-%-Quartil einen besonders hohen Wärmeverbrauch von fast 250 kWh/(m²*a).

Daten für Sporthallen über 1.000 m² wurden separat erhoben und ausgewertet – siehe Kapitel 12.

11.4 Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Sporthalle < 1.000 m²)

11.4.1 Verhältnis Stromverbrauch zur Fläche – absolut

Abbildung 50 stellt den absoluten Stromverbrauch der einzelnen Sporthallen unter 1.000 m² (blaue Punkte) im Verhältnis zur Nettoraumfläche dar.

Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Auch hier ist die Krümmung der logarithmischen Skalierung geschuldet. Zudem beginnt die Y-Achse nicht bei null. Im Vergleich zum Wärmeverbrauch ist eine etwas dichtere Konzentration in der Nähe der Trendlinie erkennbar.

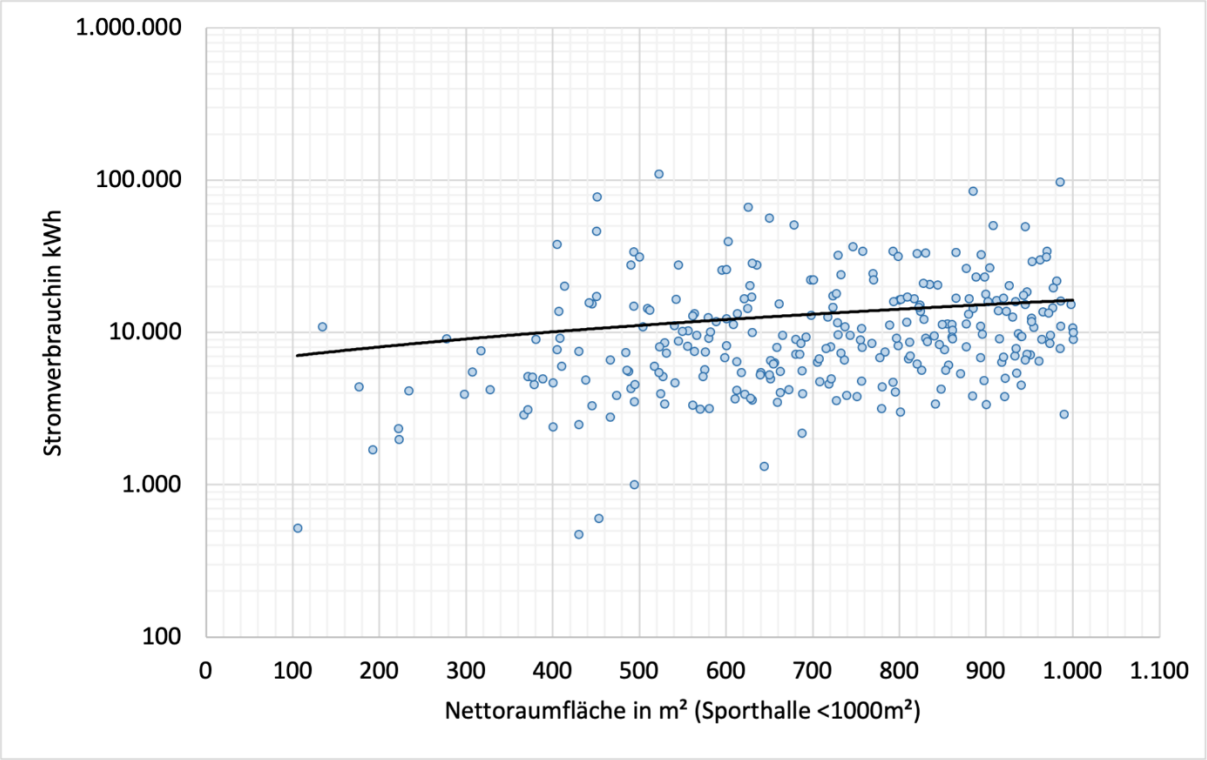


Abbildung 50: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Sporthallen < 1.000 m².

11.4.2 Stromverbräuche nach Fläche

Tabelle 25 zeigt statistische Kennwerte für Stromverbräuche von Sporthallen unter 1.000 m², nach Gebäudefläche sortiert. Der Zielwert für den Stromverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Der untere Quartilswert liegt für die zwei hier betrachteten Größenkategorien bzw. insgesamt leicht unter dem Zielwert.

Tabelle 25: Stromverbräuche von Sporthallen < 1.000 m² nach Fläche.

Strom – Sporthalle < 1.000 m²		Alle < 1.000 m²	Fläche 0 – 500 m²	Fläche 500 – 1.000 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	289	52	242	0	0	0	0	0
Zielwert 2040 Strom (KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**10,00**	**10,00**	**10,00**					
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	8,63	8,83	8,39					
Median	**kWh/(m²*a)**	**13,20**	**13,69**	**12,89**					
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	21,61	30,86	20,49					
STABWN (Standardabweichung)	kWh/(m²*a)	22,49	30,65	19,88					
Min	kWh/(m²*a)	1,09	1,09	2,04					
Mittelwert	kWh/(m²*a)	19,74	25,75	18,19					
Max	kWh/(m²*a)	210,34	171,83	210,34					

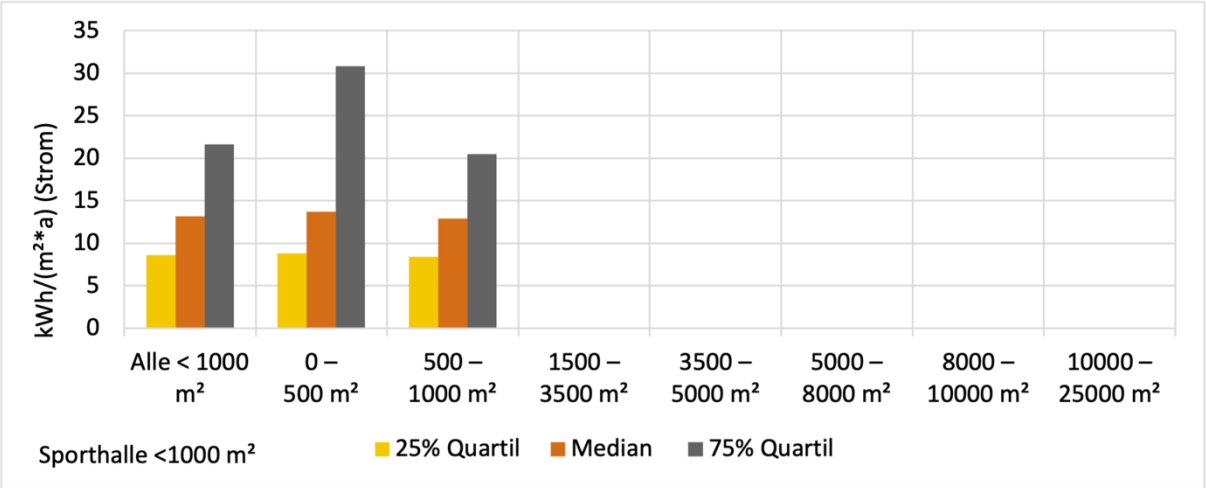


Abbildung 51: Stromverbräuche von Sporthallen < 1.000 m² nach Fläche.

Abbildung 51 visualisiert die in Tabelle 25 dargestellten Werte der Stromverbräuche von Sporthallen unter 1.000 m², nach Fläche. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil gezeigt.

Im Gegensatz zu Wärmeverbräuchen steigen Stromverbräuche mit zunehmender Gebäudefläche an. Auffällig ist auch hier das besonders hohe 75-%-Quartil der Sporthallen unter 500 m².

11.5 Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Sporthalle < 1.000 m²)

Tabelle 26: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Sporthallen < 1.000 m² nach Fläche.

Gesamt – Sporthalle < 1.000 m²		Alle < 1.000 m²	Fläche 0 – 500 m²	Fläche 500 – 1.000 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	289	52	237	0	0	0	0	0
Zielwert 2040 Wärme und Strom (ifeu, KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**60,00**	**60,00**	**60,00**					
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	99,78	111,93	94,73					
Median	**kWh/(m²*a)**	**139,46**	**169,27**	**137,50**					
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	195,08	263,85	183,04					
STABWN (Standardabweichung)	kWh/(m²*a)	120,25	174,48	100,40					
Min	kWh/(m²*a)	20,15	40,40	20,15					
Mittelwert	kWh/(m²*a)	168,23	225,31	155,71					
Max	kWh/(m²*a)	942,92	942,92	798,14					

Tabelle 26 zeigt die statistischen Kennwerte des Gesamtendenergieverbrauchs von Sporthallen unter 1.000 m², also die Summe von Wärme- und Stromverbrauch, nach Fläche sortiert.

Auch die Zielwerte für Wärme und Strom wurden hierfür aufsummiert zu folglich 60 kWh/(m²*a).

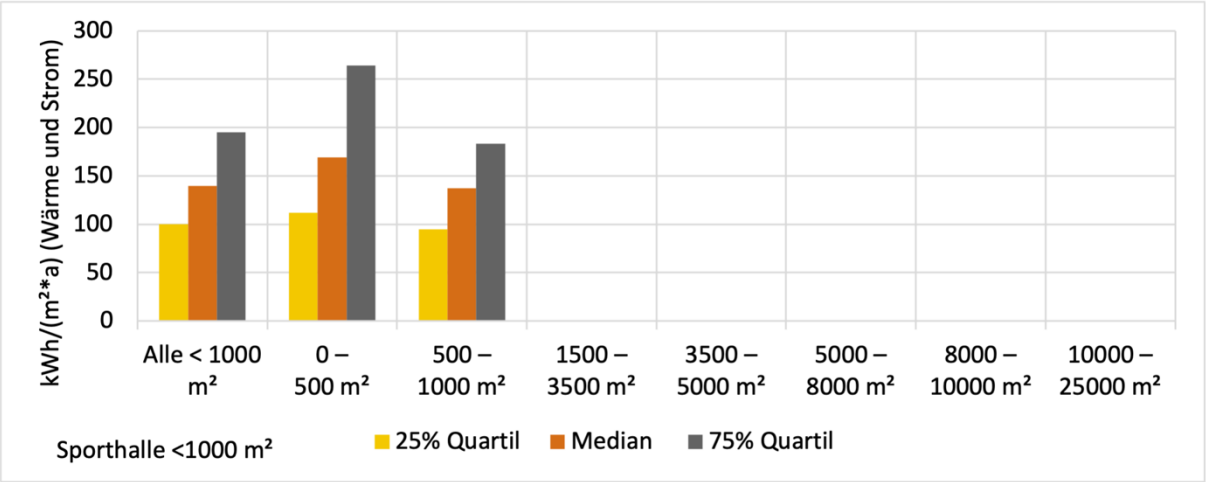


Abbildung 52: Gesamtendenergieverbrauch von Sporthallen < 1.000 m² nach Fläche.

Abbildung 52 zeigt die in Tabelle 26 dargestellten Werte für den Gesamtendenergieverbrauch (Wärme- und Strom) von Sporthallen unter 1.000 m², nach Fläche sortiert. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil nebeneinander dargestellt. Auffällig sind die insgesamt hohen Werte der Sporthallen unter 500 m², insbesondere das 75-%-Quartil.

Dies entspricht den vorhergehenden Einzelbetrachtungen.

12 Sport – Sporthalle > 1.000 m²

Der Bauwerkstyp „Sporthalle > 1.000 m²“ bezieht sich auf die Gesamtfläche des Gebäudes, nicht auf die reine Hallenfläche.

Bei der Datenerhebung konnte für Sporthallen bei der Bauwerkszuordnung zwischen zwei Auswahlmöglichkeiten gewählt werden – unter 1.000 m² und über 1.000 m². Letztere werden in Kapitel 11 behandelt. In der Auswertung „Sporthalle > 1.000 m²“ befinden sich insgesamt 474 Gebäude.

Tabelle 27 zeigt eine Übersicht der Auswertung für den Bauwerkstyp. Zunächst sind zur besseren Einordnung der berechneten Werte die Zielwerte aufgeführt, gefolgt von statistischen Kennwerten (unteres und oberes Quartil, Median, Mittelwert, Minimum, Maximum und Standardabweichung).

Die Tabelle zeigt die Kennwerte von Wärmeverbrauch und Stromverbrauch als Einzelwerte und die Kennwerte für den Endenergieverbrauch, also die Summe aus Wärme- und Stromverbrauch. Die Betrachtung der Summe von Wärme und Strom auf Endenergiebasis ist vor dem Hintergrund der Sektorenkopplung relevant – mehr und mehr wird mit Strom geheizt (z.B. mit Wärmepumpe). Wichtig ist die Darstellung der Endenergie auch, weil das ifeu-Institut ein Einsparziel von mindestens 50 % für den Endenergieverbrauch für das Ziel der klimaneutralen Kommunalverwaltung definiert hat.[1]

Tabelle 27: Übersicht über die Auswertung der Sporthallen > 1.000 m² – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte.

Zusammenfassung – Sporthalle > 1.000 m²		Gesamt	Wärme	Strom
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	**443**	**443**	**443**
Zielwert 2040 Wärme und Strom (50 + 10 kWh/(m²*a))	**kWh/(m²*a)**	**60,00**	**50,00**	**10,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	86,52	67,92	10,95
Median	**kWh/(m²*a)**	**119,37**	**101,47**	**17,37**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	169,61	145,58	25,38
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	**78,53**	**73,44**	**14,80**
Min	kWh/(m²*a)	13,79	10,08	1,09
Mittelwert	kWh/(m²*a)	134,37	114,07	20,29
Max	kWh/(m²*a)	629,42	607,20	120,12

12.1 Übersicht über alle Energieverbräuche (Sporthalle > 1.000 m²)

Abbildung 53 stellt eine Gesamtübersicht über die Wärme- und Stromverbrauchskennwerte aller Sporthallen über 1.000 m² für das Jahr 2021 dar. In der Abbildung ist der Stromverbrauch in Blau und der Wärmeverbrauch in Rot jeweils als gruppierte Säulen pro Gebäude dargestellt. Sortiert wurde absteigend nach Gesamtendenergieverbrauch pro m² (Wärme plus Strom). Durch die hohe Anzahl der Gebäude verschwimmen die Säulen zu Flächen.

Die obere gestrichelte Linie stellt den in Abschnitt 3.4 definierten Sanierungszielwert für Wärme dar (50 kWh/(m²*a)), die untere gestrichelte Linie den Zielwert für Strom (10 kWh/(m²*a)). Die Grafik verdeutlicht den geringen Anteil von ausgewerteten Gebäuden, die unterhalb der Zielwerte - insbesondere für Wärme - liegen. Erkennbar ist auch, dass einzelne Gebäude einen hohen Verbrauch von über 200 kWh/(m²*a) haben, sowie der sehr hohe Maximalwert für Wärme von über 600 kWh/(m²*a), der über zwölfmal über dem Zielwert liegt. Die Verteilung dieser Werte wird in den nachfolgenden Grafiken weiter analysiert und dargestellt.

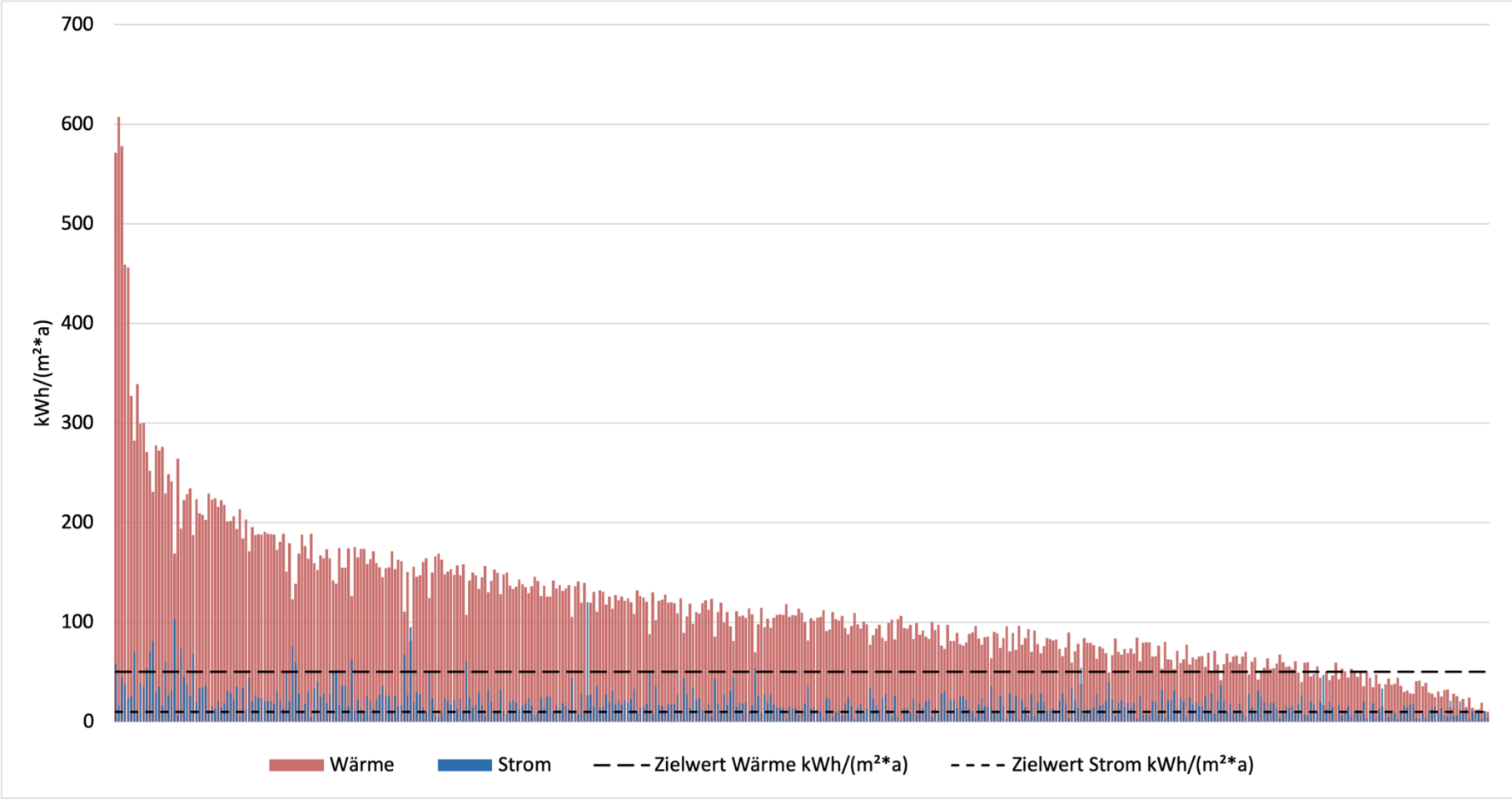


Abbildung 53: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Sporthallen > 1.000 m², 2021, mit Zielwerten.

12.2 Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Sporthalle > 1.000 m²)

Die zuvor in Abbildung 53 als Einzeldaten dargestellten Verbräuche werden im Folgenden in Histogramme gebündelt, um die Häufigkeitsverteilung zu verdeutlichen.

12.2.1 Häufigkeitsverteilung Wärmeverbräuche

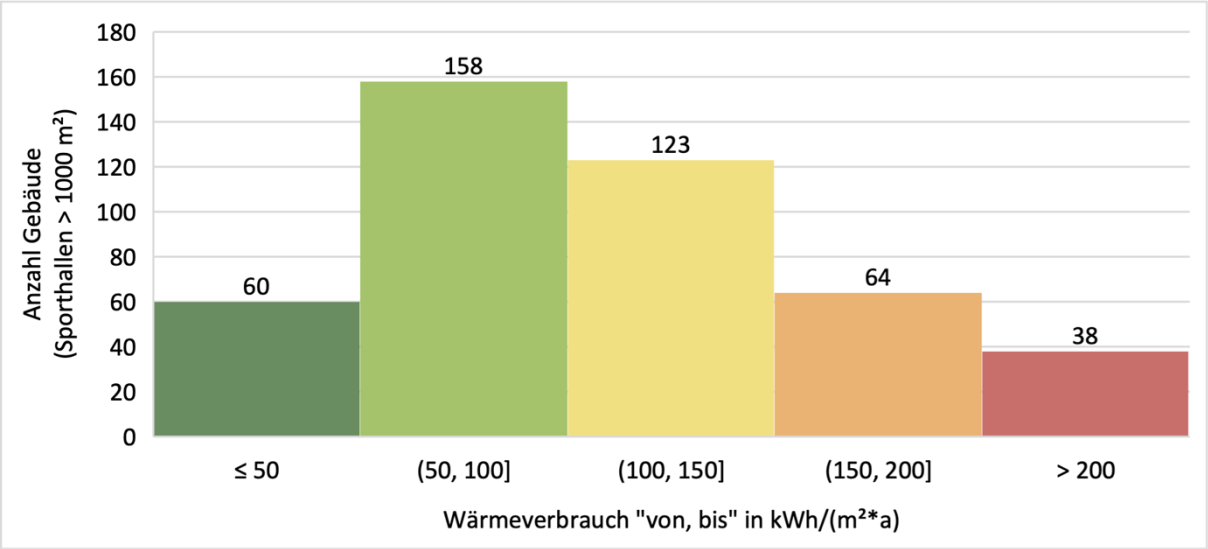


Abbildung 54: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Sporthalle > 1.000 m².

Das Histogramm in Abbildung 54 zeigt die Wärmeverbräuche in fünf Wärmeverbrauchsklassen. Die Klassen bzw. Verbrauchsspannen sind auf der X-Achse angegeben. Obere und untere Grenze der Verbrauchsspanne werden jeweils mit Komma getrennt aufgeführt.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Wärmezielwert von 50 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 60 Gebäude vertreten, was 14 % der Sporthallen über 1.000 m², entspricht. Die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) enthält Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Dort sind mit 36 % die meisten Gebäude verortet. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen bzw. vervierfachen den Zielwert. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts. Dies betrifft 9 % der Gebäude. Die Aufteilung der Klassen wurde so gewählt, dass unterschiedliche Sanierungsbedarfe (von „ok“ über „gering-investiv“ bis „Komplettsanierung notwendig“) abgeleitet werden können.

12.2.2 Häufigkeitsverteilung Stromverbräuche

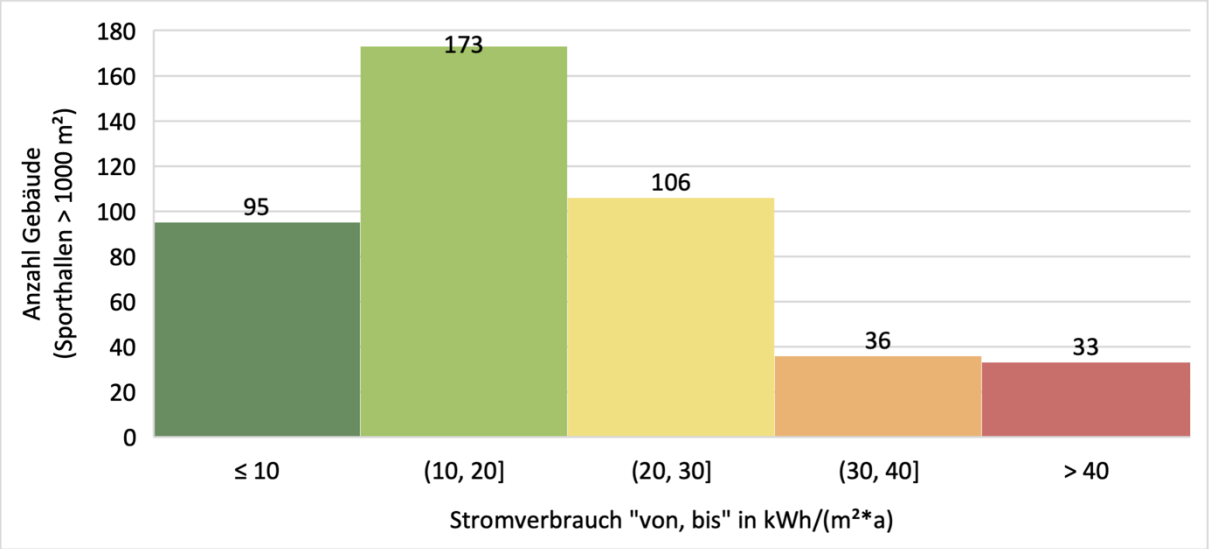


Abbildung 55: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Sporthalle > 1.000 m².

Das Histogramm in Abbildung 55 zeigt die Stromverbräuche in fünf Stromverbrauchsklassen.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Stromverbrauchszielwert von 10 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 95 Gebäude bzw. 21 % der Gebäude vertreten. Genau wie bei der Wärme enthält die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) Werte bis zum doppelten des Zielwerts. In dieser Klasse ist mit 39 % der größte Anteil der Gebäude verortet. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen bzw. vervierfachen den Zielwert. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts, also oberhalb von 40 kWh/(m²*a). Hier sind 7 % der Gebäude verortet.

12.3 Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Sporthalle > 1.000 m²)

Die folgenden beiden Abschnitte zeigen jeweils zunächst eine unbewertete Übersicht über die Gesamtdatenbasis für Sporthallen über 1.000 m², als Verhältnis von Verbrauch zur Fläche, je einmal für Wärme und einmal für Strom.

Es werden also zuerst die absoluten Verbräuche, nicht statistische Kennwerte, dargestellt. Dieses Verhältnis wird in den nachfolgenden Abschnitten dann genauer untersucht.

12.3.1 Verhältnis bereinigter Wärmeverbrauch zur Fläche – absolut

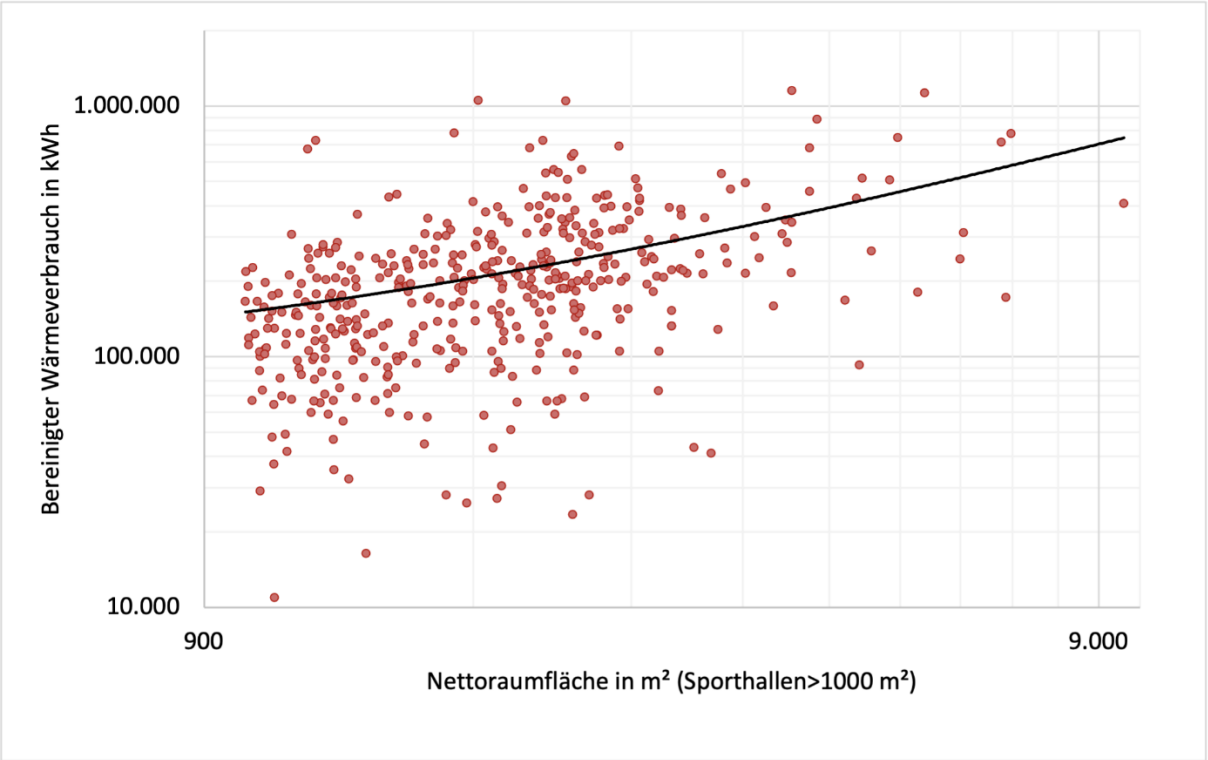


Abbildung 56: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Sporthalle > 1.000 m².

Abbildung 56 zeigt eine Übersicht über die Daten der Sporthallen über 1.000 m². Jeder rote Punkt steht für ein Gebäude. Es sind jeweils die absoluten Verbrauchswerte dargestellt. Der bereinigte Wärmeverbrauch wird durch die Verortung auf der Y-Achse ins Verhältnis zur Nettoraumfläche auf der X-Achse gesetzt. Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie (Regressionsgerade) des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Die nahezu gerade Trendlinie zeigt, dass das Verhältnis sehr gleichmäßig ist. Die allermeisten dieser Sporthallen haben unter 2.000 m² Nettoraumfläche. Eine lose Konzentration nahe an der Trendlinie ist erkennbar. Die Streuung der Werte ist deutlich größer als bei anderen Gebäudetypen, z.B. Verwaltungsgebäuden.

Deutlich erkennbar ist der abrupte Beginn bei 1.000 m². Die Sporthallen unter 1.000 m² in Kapitel 11 bieten hierzu die Ergänzung.

12.3.2 Wärmeverbräuche nach Fläche

Tabelle 29 zeigt statistische Kennwerte für Wärmeverbräuche von Sporthallen über 1.000 m², nach Gebäudefläche sortiert. Erhoben wurde die Nettoraumfläche. Der Zielwert für den Wärmeverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Das 25-%-Quartil liegt bei den unteren drei Größenkategorien über dem Zielwert, bei den nachfolgenden zwei deutlich darunter. Dabei enthält die Größenkategorie bis 10.000 m² nur ein Gebäude. Die letzte Kategorie darüber ist nicht besetzt.

Tabelle 28: Wärmeverbräuche von Sporthalle > 1.000 m² nach Fläche.

Wärme – Sporthalle > 1.000 m²		Alle > 1.000 m²	Fläche < 1.000 m²	Fläche 1.000 – 2.000 m²	Fläche 2.000 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8000 – 10.000 m²	Fläche > 10.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	443	0	249	164	19	10	1	0
Zielwert Wärme (ifeu+KEA-BW) bis 2040	**kWh/(m²*a)**	**50,00**		**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	67,92		70,02	68,95	62,48	41,45	42,45	0,00
Median	**kWh/(m²*a)**	**101,47**		**107,27**	**93,45**	**84,00**	**74,46**	**42,45**	**0,00**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	145,58		149,69	137,44	105,80	106,80	42,45	0,00
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	73,44		78,75	66,14	60,75	52,07	0,00	0,00
Min	kWh/(m²*a)	10,08		10,09	10,08	19,04	24,29	42,45	0,00
Mittelwert	kWh/(m²*a)	114,07		119,72	109,66	97,78	83,86	42,45	0,00
Max	kWh/(m²*a)	607,20		607,20	459,17	282,15	195,60	42,45	0,00

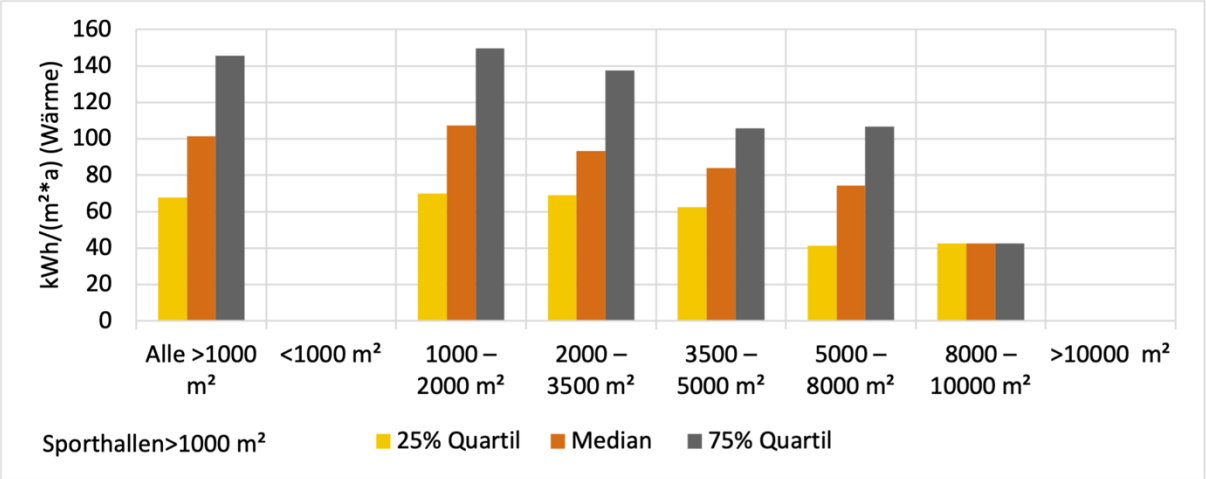


Abbildung 57: Wärmeverbräuche von Sporthalle > 1.000 m² nach Fläche.

Abbildung 57 zeigt die in Tabelle 28 dargestellten Wärmeverbräuche von Sporthallen über 1.000 m², nach Gebäudefläche sortiert. Die gruppierten Säulen zeigen jeweils 25-%-Quartil, Median und 75-%-Quartil einer Größenkategorie an. Die Kennwerte fallen ab, je größer die Gebäudefläche. Da in der Kategorie bis 10.000 m² nur ein einziges Gebäude vorliegt, sind die Werte für Median, oberes und unteres Quartil identisch. (Die Werte für Sporthallen unter 1.000 m² sind in Kapitel 11 dargestellt).

12.4 Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Sporthalle > 1.000 m²)

12.4.1 Verhältnis Stromverbrauch zur Fläche – absolut

Abbildung 58 stellt den absoluten Stromverbrauch der einzelnen Sporthallen über 1.000 m² (blaue Punkte) im Verhältnis zur Nettoraumfläche dar.

Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Die nahezu gerade Trendlinie zeigt, dass das Verhältnis sehr gleichmäßig ist.

Wie beim Wärmeverbrauch ist nur eine lose Konzentration in der Nähe der Trendlinie erkennbar. Bei diesem Bauwerkstyp nimmt die Streuung mit zunehmender Größe der Gebäude zu, was trotz der doppelt logarithmischen Achsen erkennbar ist.

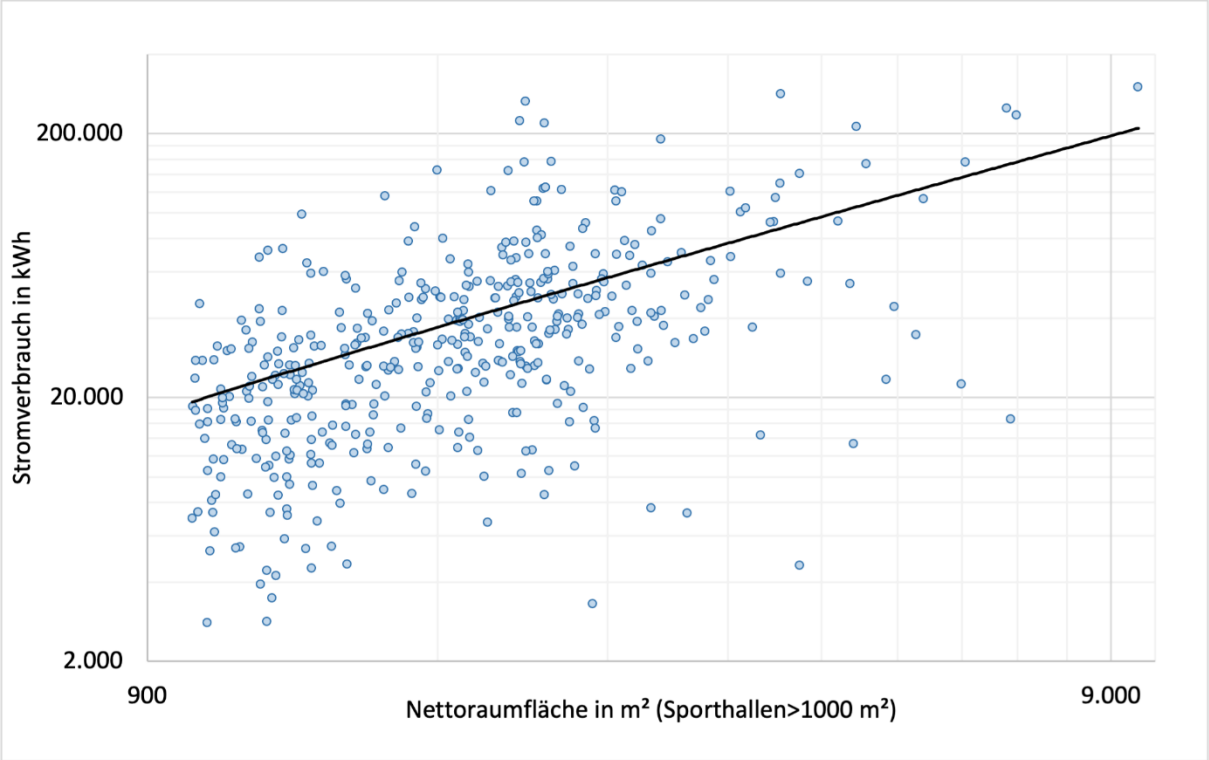


Abbildung 58: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Sporthalle > 1.000 m².

12.4.2 Stromverbräuche nach Fläche

Tabelle 29: Stromverbräuche von Sporthalle > 1.000 m² nach Fläche.

Strom – Sporthalle > 1.000 m²		Alle >1.000 m²	Fläche <1.000 m²	Fläche 1.000 – 2.000 m²	Fläche 2.000 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche >10.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	443	0	249	164	19	10	1	0
Zielwert 2040 Strom (KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**10,00**		**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	10,95		9,93	12,88	11,98	4,90	31,41	0,00
Median	**kWh/(m²*a)**	**17,37**		**16,92**	**17,92**	**23,22**	**14,07**	**31,41**	**0,00**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	25,38		23,48	25,62	30,21	29,30	31,41	0,00
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	14,80		12,37	17,60	15,85	12,70	0,00	0,00
Min	kWh/(m²*a)	1,09		2,39	1,28	1,09	2,35	31,41	0,00
Mittelwert	kWh/(m²*a)	20,29		18,72	22,50	23,03	16,90	31,41	0,00
Max	kWh/(m²*a)	120,12		81,13	120,12	69,78	35,85	31,41	0,00

Tabelle 29 zeigt statistische Kennwerte für Stromverbräuche von Sporthallen über 1.000 m², nach Gebäudefläche sortiert. Der Zielwert für den Stromverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Die unteren Quartilswerte bewegen sich im Wesentlichen um diesen herum. In der Größenkategorie 5.000 bis 8.000 m² liegt er deutlich darunter, bei ungefähr der Hälfte. Bei dem einen Gebäude mit über 8.000 m² liegt der Verbrauch mehr als dreimal so hoch wie der Zielwert, was eher dem oberen Quartil der anderen Kategorien entspricht.

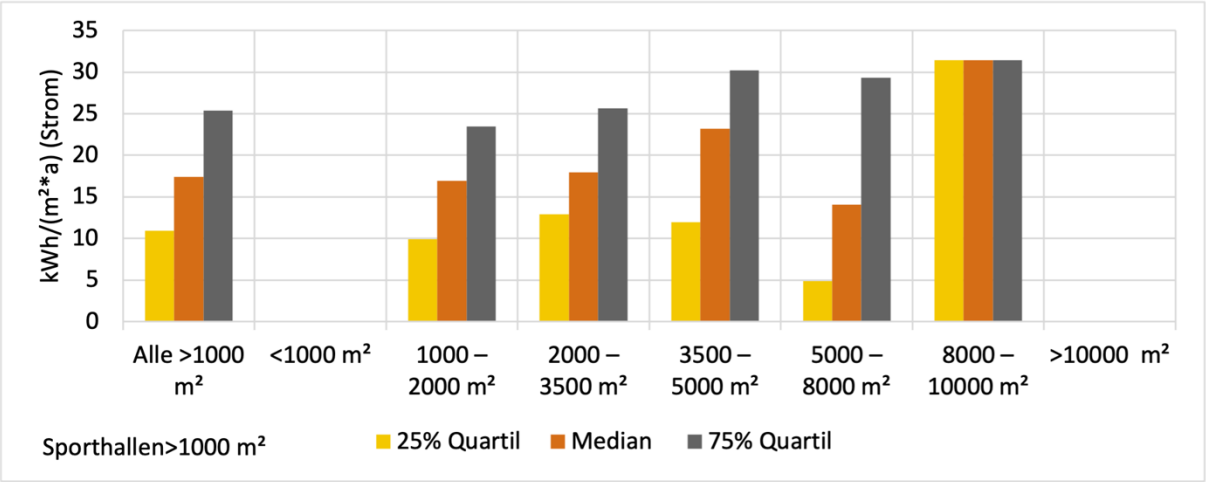


Abbildung 59: Stromverbräuche von Sporthalle > 1.000 m² nach Fläche.

Abbildung 59 visualisiert die in Tabelle 29 dargestellten Werte der Stromverbräuche von Sporthallen über 1.000 m², nach Fläche sortiert. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil gezeigt.

Diese ergeben ein uneinheitliches Bild. Wie bei den meisten anderen Bauwerkstypen ist jedoch auch hier eine Tendenz erkennbar, dass Stromverbräuche mit zunehmender Gebäudefläche ansteigen.

12.5 Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Sporthalle > 1.000 m²)

Tabelle 30 zeigt die statistischen Kennwerte des Gesamtendenergieverbrauchs von Sporthallen über 1.000 m², also die Summe von Wärme- und Stromverbrauch, nach Fläche sortiert.

Auch die Zielwerte für Wärme und Strom wurden hierfür aufsummiert zu folglich 60 kWh/(m²*a).

Tabelle 30: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Sporthalle > 1.000 m² nach Fläche.

Gesamt – Sporthalle > 1.000 m²		Alle >1.000 m²	Fläche <1.000 m²	Fläche 1.000 – 2.000 m²	Fläche 2.000 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche > 10.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	443	0	249	164	19	10	1	0
Zielwert 2040 Wärme und Strom (ifeu, KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**60,00**		**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	86,52		87,38	87,35	93,30	50,32	73,86	0,00
Median	**kWh/(m²*a)**	**119,37**		**125,53**	**115,34**	**100,66**	**92,12**	**73,86**	**0,00**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	169,61		172,73	164,41	130,89	140,48	73,86	0,00
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	78,53		83,51	71,78	70,53	56,77	0,00	0,00
Min	kWh/(m²*a)	13,79		20,92	13,79	21,81	26,64	73,86	0,00
Mittelwert	kWh/(m²*a)	134,37		138,45	132,16	120,82	100,76	73,86	0,00
Max	kWh/(m²*a)	629,42		629,42	497,00	351,92	215,45	73,86	0,00

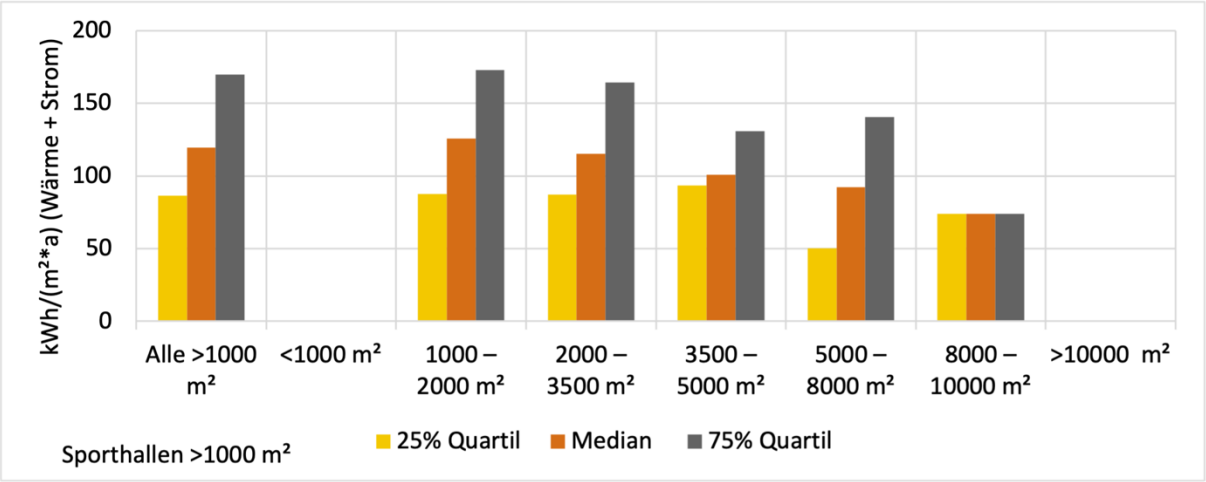


Abbildung 60: Gesamtendenergieverbrauch von Sporthalle > 1.000 m² nach Fläche.

Abbildung 60 zeigt die in Tabelle 30 dargestellten Werte für den Gesamtendenergieverbrauch (Wärme- und Strom) von Sporthallen über 1.000 m² nach Fläche. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil nebeneinander dargestellt. Insgesamt zeigen sich hier nun stetig abfallenden Medianwerte je größer die Fläche, jedoch auch Uneinheitlichkeit was die Spreizung zwischen den oberen und unteren Quartilswerten angeht.

13 Kultur – Veranstaltungsgebäude

Der Bauwerkstyp „Veranstaltungsgebäude“ beinhaltet Gemeindehallen, Stadthallen, Mehrzweckhallen, Konzertsääle und ähnliches.

In der Auswertung „Veranstaltungsgebäude“ befinden sich insgesamt 353 Gebäude.

Tabelle 31 zeigt eine Übersicht der Auswertung für den Bauwerkstyp. Zunächst sind zur besseren Einordnung der berechneten Werte die Zielwerte aufgeführt, gefolgt von statistischen Kennwerten (unteres und oberes Quartil, Median, Mittelwert, Minimum, Maximum und Standardabweichung).

Die Tabelle zeigt die Kennwerte von Wärmeverbrauch und Stromverbrauch als Einzelwerte und die Kennwerte für den Endenergieverbrauch, also die Summe aus Wärme- und Stromverbrauch. Die Betrachtung der Summe von Wärme und Strom auf Endenergiebasis ist vor dem Hintergrund der Sektorenkopplung relevant – mehr und mehr wird mit Strom geheizt (z.B. mit Wärmepumpe). Wichtig ist die Darstellung der Endenergie auch, weil das ifeu-Institut ein Einsparziel von mindestens 50 % für den Endenergieverbrauch für das Ziel der klimaneutralen Kommunalverwaltung definiert hat.[1]

Tabelle 31: Übersicht über die Auswertung der Veranstaltungsgebäude – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte.

Zusammenfassung – Veranstaltungsgebäude		Gesamt	Wärme	Strom
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	**308**	**308**	**308**
Zielwert 2040 Wärme und Strom (50 + 10 kWh/(m²*a))	**kWh/(m²*a)**	**60,00**	**50,00**	**10,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	85,20	70,20	7,05
Median	**kWh/(m²*a)**	**128,84**	**108,16**	**13,08**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	170,18	150,50	24,00
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	125,41	112,58	38,49
Min	kWh/(m²*a)	15,63	10,79	1,09
Mittelwert	kWh/(m²*a)	152,36	130,09	22,27
Max	kWh/(m²*a)	1036,06	989,81	430,06

13.1 Übersicht über alle Energieverbräuche (Veranstaltungsgebäude)

Abbildung 61 stellt eine Gesamtübersicht über die Wärme- und Stromverbrauchskennwerte aller Veranstaltungsgebäude für das Jahr 2021 dar. In der Abbildung ist der Stromverbrauch in Blau und der Wärmeverbrauch in Rot jeweils als gruppierte Säulen pro Gebäude dargestellt. Sortiert wurde absteigend nach Gesamtendenergieverbrauch pro m² (Wärme plus Strom). Durch die hohe Anzahl der Gebäude verschwimmen die Säulen zu Flächen.

Die obere gestrichelte Linie stellt den in Abschnitt 3.4 definierten Sanierungszielwert für Wärme dar (50 kWh/(m²*a)), die untere gestrichelte Linie den Zielwert für Strom (10 kWh/(m²*a)). Die Grafik verdeutlicht den geringen Anteil von ausgewerteten Gebäuden, die unterhalb der Zielwerte - insbesondere für Wärme - liegen. Erkennbar ist auch, dass ein beachtlicher Anteil von Gebäuden einen sehr hohen Verbrauch von über 200 kWh/(m²*a) hat, davon mehrere über 400 kWh/(m²*a). Außerdem ist der Maximalwert für Wärme von knapp 1.000 kWh/(m²*a) sichtbar, der über 20-mal über dem Zielwert liegt. Die Verteilung dieser Werte wird in den nachfolgenden Grafiken weiter analysiert und dargestellt.

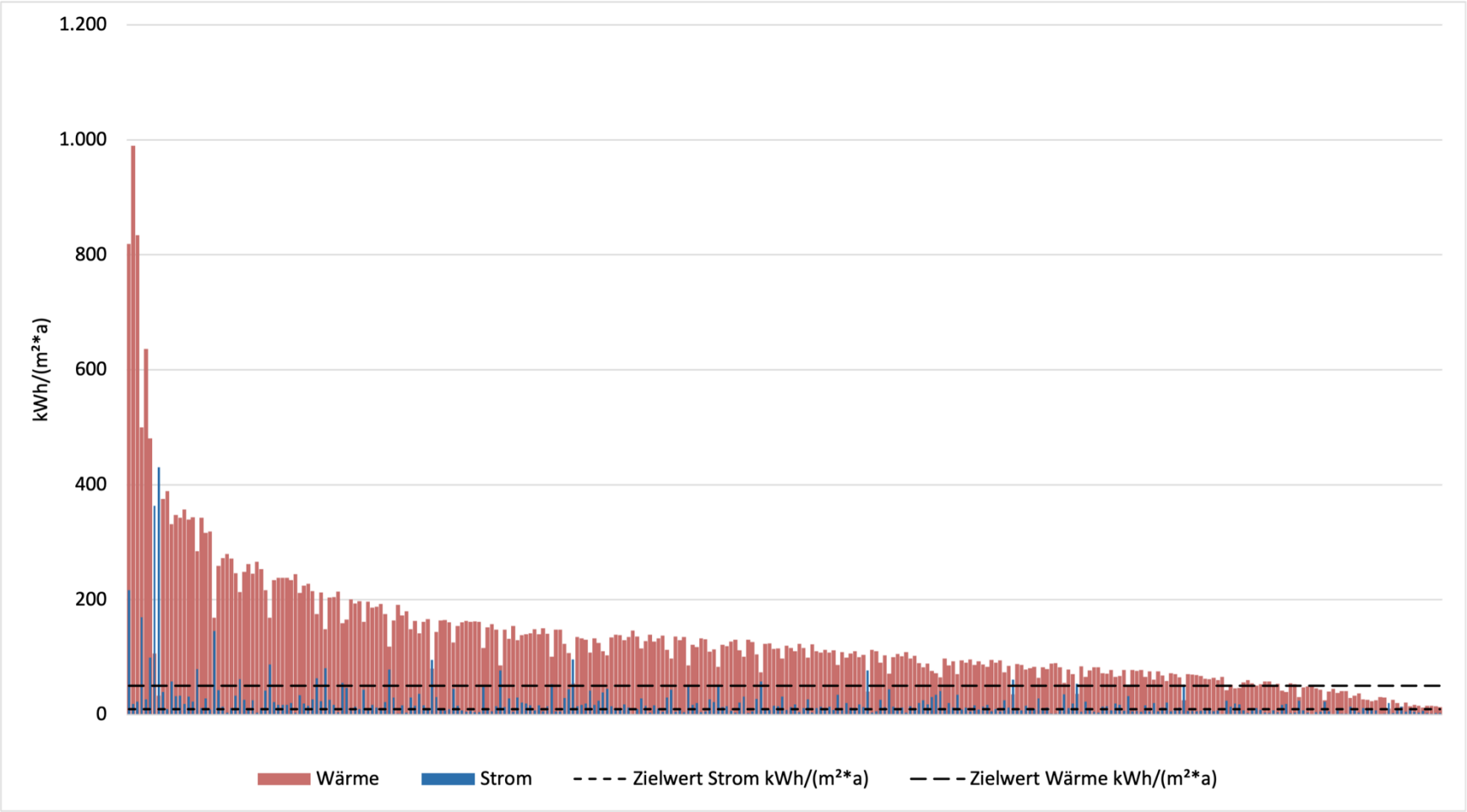


Abbildung 61: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Veranstaltungsgebäude, 2021, mit Zielwerten.

13.2 Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Veranstaltungsgebäude)

Die zuvor in Abbildung 61 als Einzeldaten dargestellten Verbräuche werden im Folgenden in Histogramme gebündelt, um die Häufigkeitsverteilung zu verdeutlichen.

13.2.1 Häufigkeitsverteilung Wärmeverbräuche

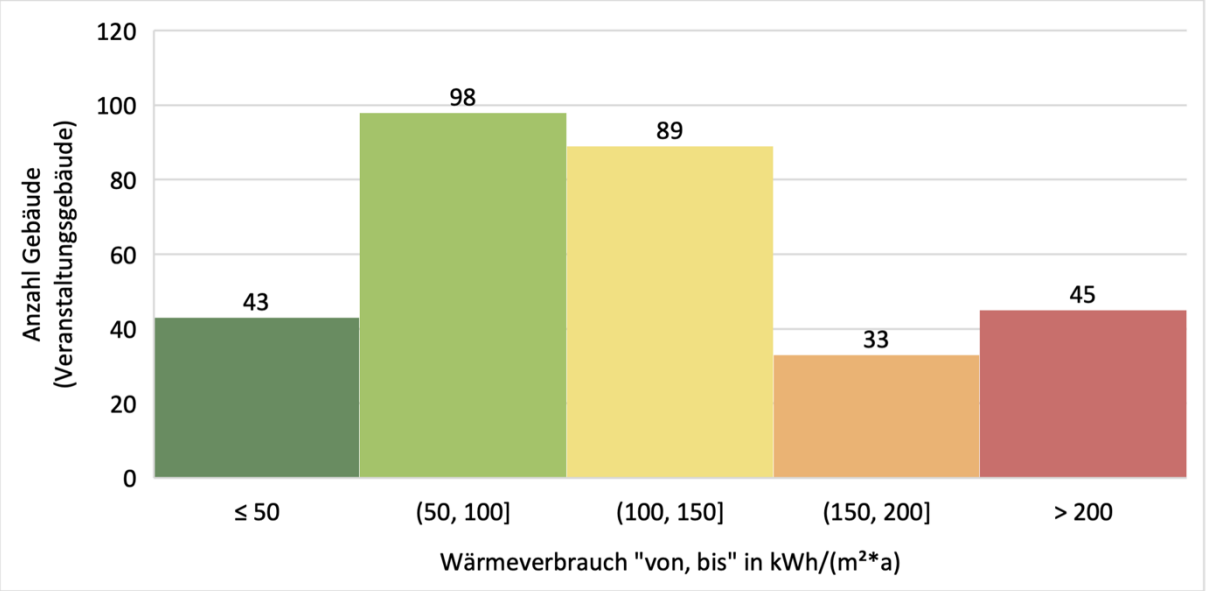


Abbildung 62: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Veranstaltungsgebäude.

Das Histogramm in Abbildung 62 zeigt die Wärmeverbräuche in fünf Wärmeverbrauchsklassen. Die Klassen bzw. Verbrauchsspannen sind auf der X-Achse angegeben. Obere und untere Grenze der Verbrauchsspanne werden jeweils mit Komma getrennt aufgeführt.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Wärmezielwert von 50 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 43 Gebäude vertreten, was 14 % der Veranstaltungsgebäude entspricht. Die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) enthält Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Hier ist mit knapp einem Drittel der größte Anteil der Gebäude verortet. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen bzw. vervierfachen den Zielwert. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts. Hier sind mit 15 % etwas mehr Gebäude verortet als in der zielwertkonformen Klasse.

Die Aufteilung der Klassen wurde so gewählt, dass unterschiedliche Sanierungsbedarfe (von „ok“ über „gering-investiv“ bis „Komplettsanierung notwendig“) abgeleitet werden können.

13.2.2 Häufigkeitsverteilung Stromverbräuche

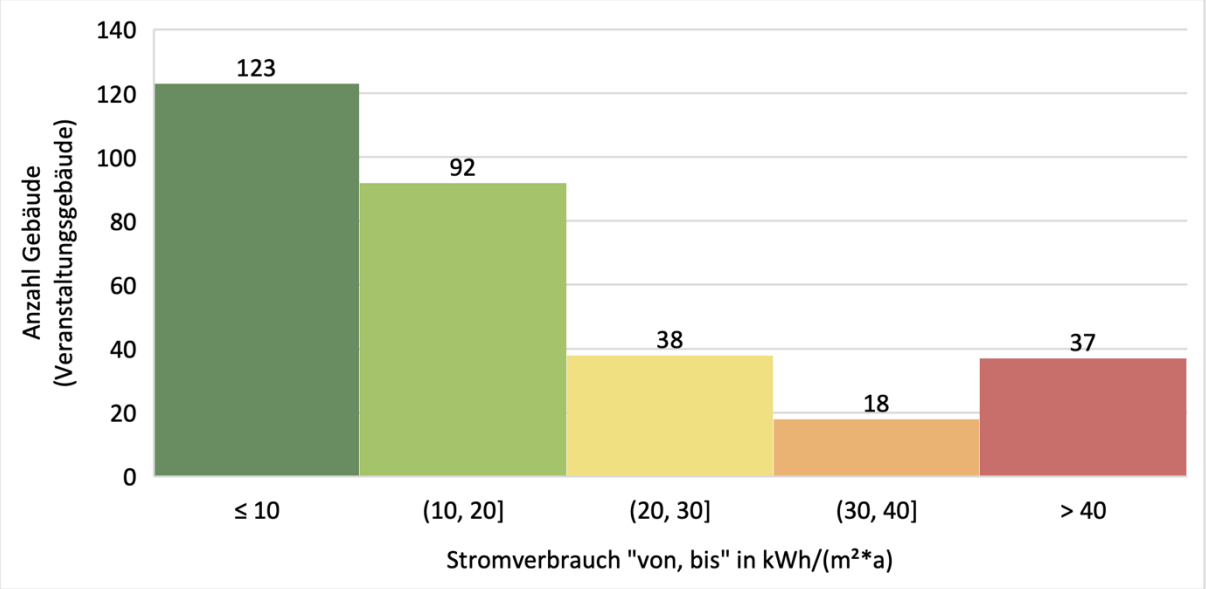


Abbildung 63: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Veranstaltungsgebäude.

Das Histogramm in Abbildung 63 zeigt die Stromverbräuche in fünf Stromverbrauchsklassen.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Stromverbrauchszielwert von 10 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 123 Gebäude vertreten. Dies ist mit 40 % mit Abstand der größte Anteil der Gebäude und höher als bei den meisten anderen Bauwerkstypen.

Genau wie bei der Wärme enthält die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen bzw. vervierfachen den Zielwert. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts, also oberhalb von 40 kWh/(m²*a). Die höheren drei Klassen machen zusammengenommen 30 % der Gebäude aus.

13.3 Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Veranstaltungsgebäude)

Die folgenden beiden Abschnitte zeigen jeweils zunächst eine unbewertete Übersicht über die Gesamtdatenbasis für Veranstaltungsgebäude, als Verhältnis von Verbrauch zur Fläche, je einmal für Wärme und einmal für Strom.

Es werden also zuerst die absoluten Verbräuche, nicht statistische Kennwerte, dargestellt. Dieses Verhältnis wird in den nachfolgenden Abschnitten dann genauer untersucht.

13.3.1 Verhältnis bereinigter Wärmeverbrauch zur Fläche – absolut

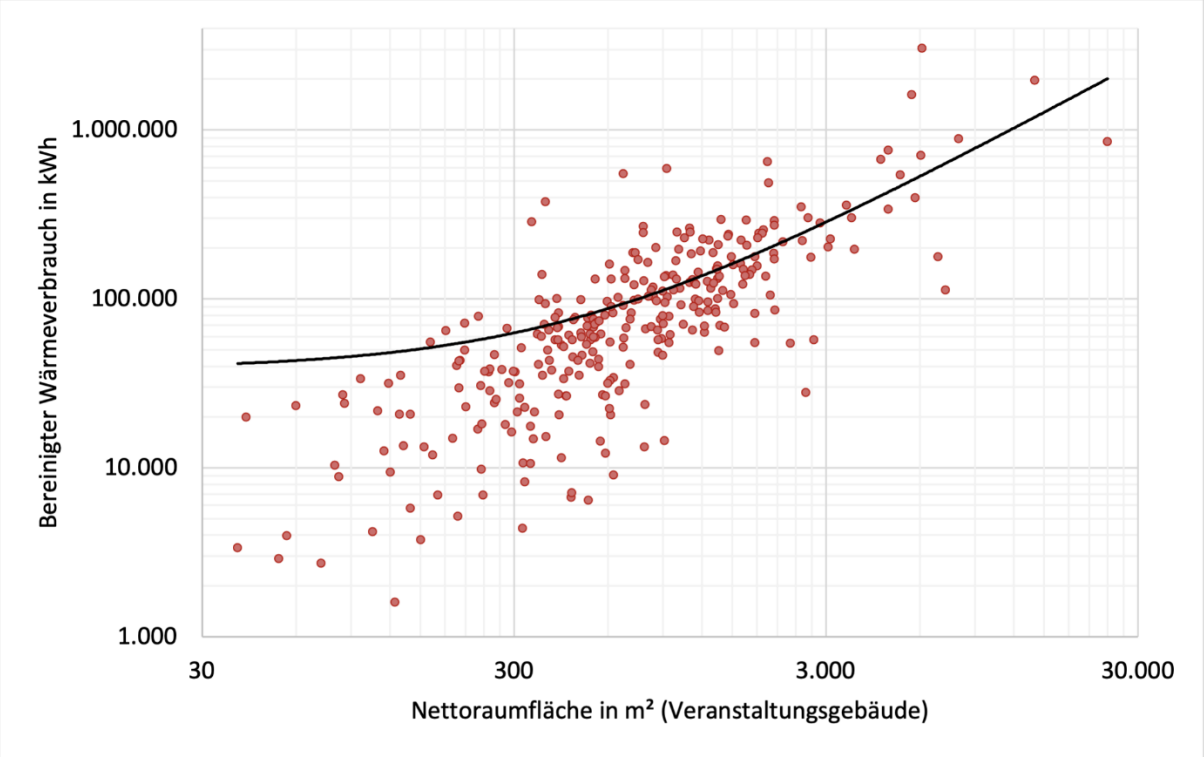


Abbildung 64: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Veranstaltungsgebäude.

Abbildung 64 zeigt eine Übersicht über die Daten der Veranstaltungsgebäude. Jeder rote Punkt steht für ein Gebäude. Es sind jeweils die absoluten Verbrauchswerte dargestellt. Der bereinigte Wärmeverbrauch wird durch die Verortung auf der Y-Achse ins Verhältnis zur Nettoraumfläche auf der X-Achse gesetzt. Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie (Regressionsgerade) des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Die Krümmung ist der doppelt logarithmischen Skalierung geschuldet. Zudem beginnen die Achsen nicht bei null. Die allermeisten Veranstaltungsgebäude haben unter 3.000 m² Nettoraumfläche. Auffällig ist die recht hohe Anzahl an sehr kleinen Veranstaltungsgebäuden unter 300 m².

13.3.2 Wärmeverbräuche nach Fläche

Tabelle 32 zeigt statistische Kennwerte für Wärmeverbräuche von Veranstaltungsgebäuden, nach Gebäudefläche sortiert. Erhoben wurde die Nettoraumfläche. Der Zielwert für den Wärmeverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Auch das 25-%-Quartil liegt fast durchweg deutlich über dem Zielwert. Eine Ausnahme bildet die Größenkategorie 5.000 bis 8.000 m² mit einem unteren Quartil von 47,10 kWh/(m²*a).

Tabelle 32: Wärmeverbräuche von Veranstaltungsgebäuden nach Fläche.

Wärme – Veranstaltungs-gebäude		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	308	168	86	39	5	7	1	2
Zielwert Wärme (ifeu) bis 2040	**kWh/(m²*a)**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	70,20	69,75	74,17	68,32	71,08	47,10	110,19	61,52
Median	**kWh/(m²*a)**	**108,16**	**112,96**	**109,16**	**90,69**	**83,14**	**103,63**	**110,19**	**87,60**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	150,50	163,32	148,24	128,14	148,47	200,58	110,19	113,68
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	112,58	131,64	83,24	58,25	42,80	161,97	0,00	52,17
Min	kWh/(m²*a)	10,79	12,33	15,82	10,79	52,78	15,57	110,19	35,43
Mittelwert	kWh/(m²*a)	130,09	141,49	123,42	99,83	102,93	159,25	110,19	87,60
Max	kWh/(m²*a)	989,81	989,81	636,19	331,81	159,17	500,18	110,19	139,76

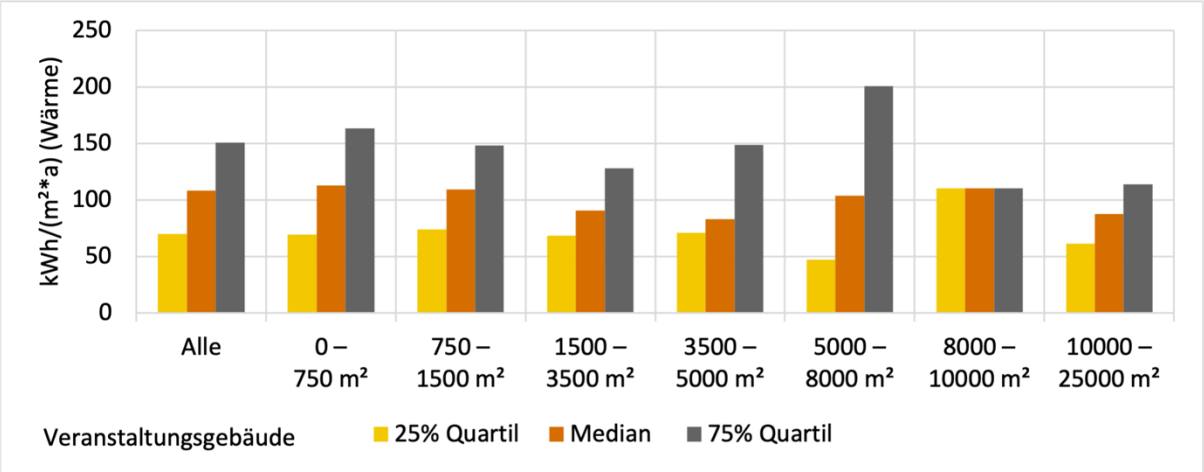


Abbildung 65: Wärmeverbräuche von Veranstaltungsgebäuden nach Fläche.

Abbildung 65 zeigt die in Tabelle 32 dargestellten Wärmeverbräuche von Veranstaltungsgebäuden, nach Gebäudefläche sortiert. Die gruppierten Säulen zeigen jeweils 25-%-Quartil, Median und 75-%-Quartil einer Größenkategorie an. Wärmeverbrauchskennwerte sind über die Größenkategorien hinweg ähnlich. Auffällig jedoch ist die große Spreizung in der Größenkategorie 5.000 bis 8.000 m², in der 7 Gebäude vertreten sind. Die Größenkategorie 8.000 bis 10.000 m² beinhaltet nur ein Gebäude. Daher sind alle Werte gleich.

13.4 Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Veranstaltungsgebäude)

13.4.1 Verhältnis Stromverbrauch zur Fläche – absolut

Abbildung 66 stellt den absoluten Stromverbrauch der einzelnen Veranstaltungsgebäude (blaue Punkte) im Verhältnis zur Nettoraumfläche dar.

Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Auch hier ist die Krümmung der doppelt logarithmischen Skalierung geschuldet. Eine Konzentration an der Trendlinie ist nicht sehr stark ausgeprägt.

Die Krümmung der Trendlinie nach unten ist bedingt durch den Punkt, an dem die Trendlinie die X-Achse schneidet. Zudem beginnen die Achsen nicht bei null. Der untere Bereich der Trendlinie ist in der doppelt logarithmischen Darstellung nur bedingt aussagekräftig.

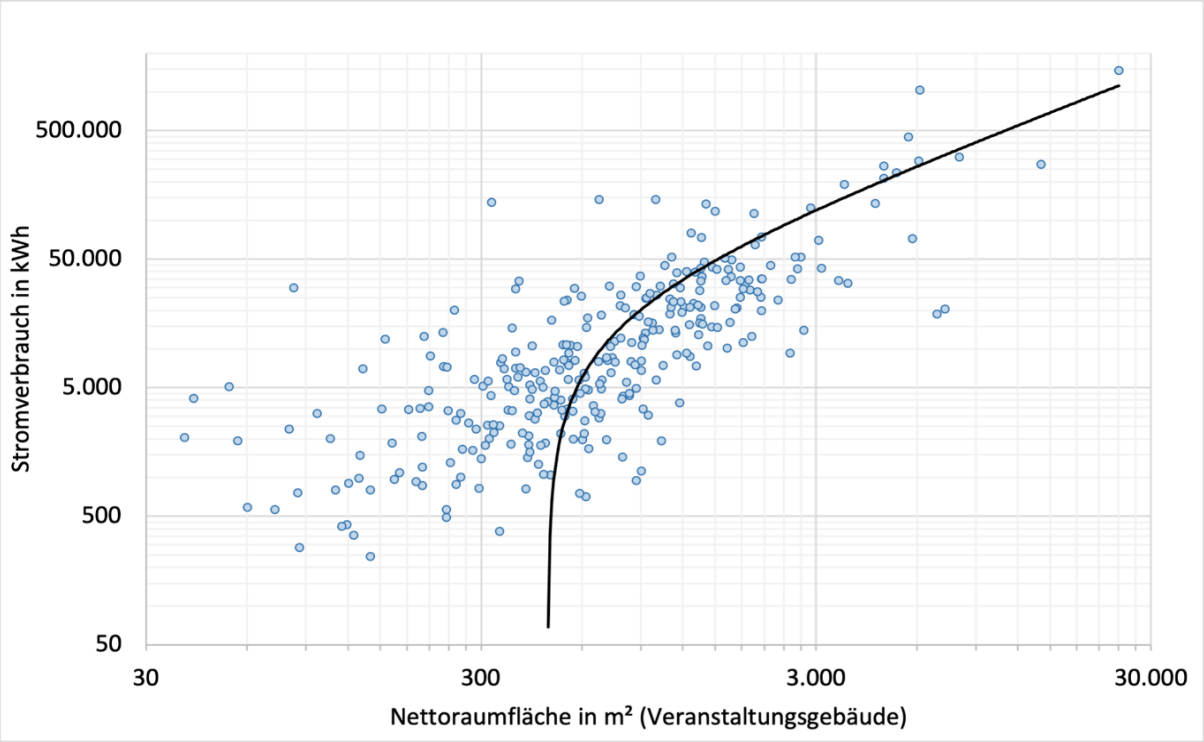


Abbildung 66: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Veranstaltungsgebäude.

13.4.2 Stromverbräuche nach Fläche

Tabelle 33: Stromverbräuche von Veranstaltungsgebäuden nach Fläche.

Strom – Veranstaltungsgebäude		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500– 3.500 m²	Fläche 3.500– 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	308	168	86	39	5	7	1	2
Zielwert 2040 Strom (KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	7,05	5,77	8,76	11,97	30,12	7,62	38,83	29,83
Median	**kWh/(m²*a)**	**13,08**	**9,81**	**15,56**	**16,99**	**44,42**	**45,20**	**38,83**	**40,31**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	24,00	18,64	26,68	22,40	52,36	63,62	38,83	50,80
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	38,49	47,66	20,93	10,87	17,16	54,85	0,00	20,97
Min	kWh/(m²*a)	1,09	1,12	1,09	3,71	8,69	2,71	38,83	19,35
Mittelwert	kWh/(m²*a)	22,27	21,83	20,88	18,72	38,21	51,44	38,83	40,31
Max	kWh/(m²*a)	430,06	430,06	145,68	58,03	55,45	169,68	38,83	61,28

Tabelle 33 zeigt statistische Kennwerte für Stromverbräuche von Veranstaltungsgebäuden, nach Gebäudefläche sortiert. Der Zielwert für den Stromverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Der untere Quartilswert liegt in den kleineren Größenkategorien, sowie in der Größenkategorie 5.000 bis 8.000 m² unter dem Zielwert, in anderen jedoch deutlich darüber. Bei kleineren Gebäuden liegt auch der Medianwert unter dem Zielwert. In dieser Kategorie sind mehr als die Hälfte (55 %) aller Veranstaltungsgebäude verortet.

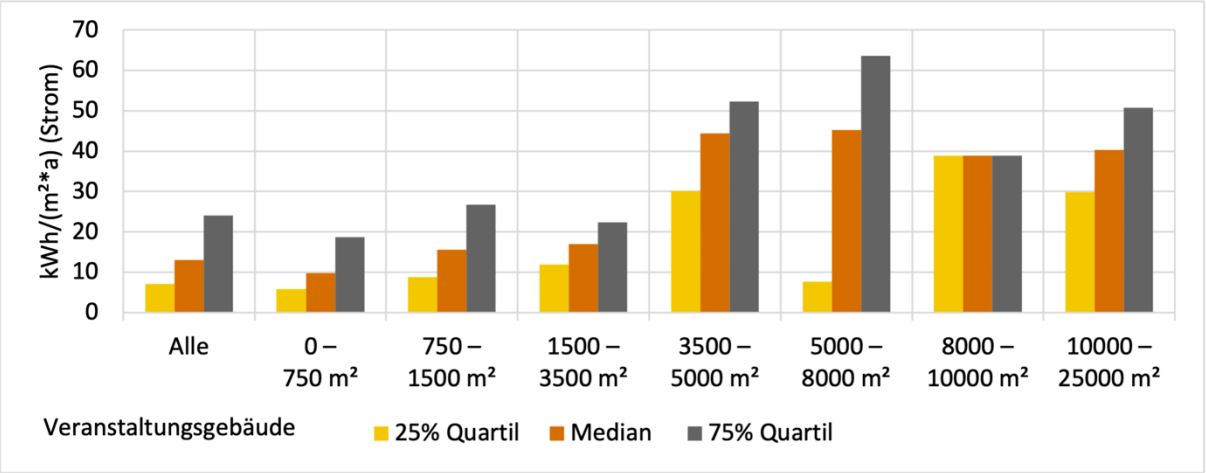


Abbildung 67: Stromverbräuche von Veranstaltungsgebäuden nach Fläche.

Abbildung 67 visualisiert die in Tabelle 33 dargestellten Werte der Stromverbräuche von Veranstaltungsgebäuden, nach Fläche. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil gezeigt.

Bei diesem Bauwerkstyp ist besonders ausgeprägt, dass Stromverbräuche mit zunehmender Gebäudefläche zunehmen. Auffällig ist der „Sprung“ diesbezüglich zwischen Gebäuden die kleiner bzw. größer als 3.500 m² sind. Eventuell könnte dies an besonders aufwändiger Veranstaltungstechnik in den größeren Gebäuden liegen.

13.5 Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Veranstaltungsgebäude)

Tabelle 34: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Veranstaltungsgebäuden nach Fläche.

Gesamt – Veranstaltungsgebäude		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	308	168	86	39	5	7	1	2
Zielwert 2040 Wärme und Strom (ifeu, KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	85,20	82,40	90,21	83,04	115,50	54,67	149,01	112,31
Median	**kWh/(m²*a)**	**128,84**	**135,96**	**125,80**	**103,00**	**135,50**	**148,83**	**149,01**	**127,91**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	170,18	184,99	173,35	145,72	178,60	264,20	149,01	143,51
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	125,41	145,58	89,26	65,19	52,61	216,24	0,00	31,20
Min	kWh/(m²*a)	15,63	15,63	19,56	25,85	61,46	18,40	149,01	96,72
Mittelwert	kWh/(m²*a)	152,36	163,33	144,30	118,55	141,14	210,69	149,01	127,91
Max	kWh/(m²*a)	1.036,06	1.036,06	662,85	389,84	214,61	669,86	149,01	159,11

Tabelle 34 zeigt die statistischen Kennwerte des Gesamtendenergieverbrauchs von Veranstaltungsgebäuden, also die Summe von Wärme- und Stromverbrauch, nach Fläche sortiert.

Auch die Zielwerte für Wärme und Strom wurden hierfür aufsummiert zu folglich 60 kWh/(m²*a).

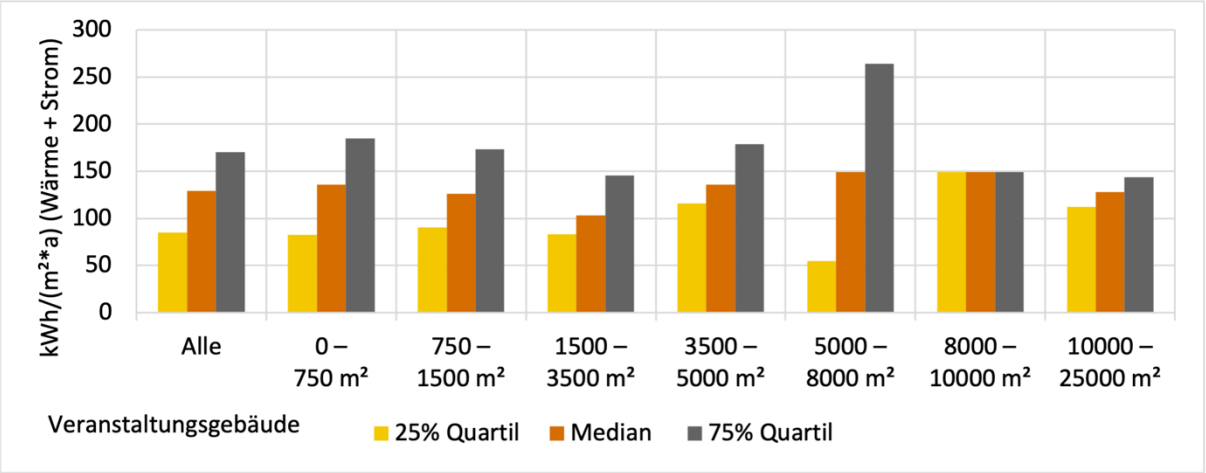


Abbildung 68: Gesamtendenergieverbrauch von Veranstaltungsgebäuden nach Fläche.

Abbildung 68 zeigt die in Tabelle 34 dargestellten Werte für den Gesamtendenergieverbrauch (Wärme- und Strom) von Veranstaltungsgebäuden, nach Fläche sortiert. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil nebeneinander dargestellt.

Das Gesamtbild ähnelt dem der Wärmeverbräuche im Abschnitt 13.3.2.

14 Verschiedenes – Feuerwehrgerätehäuser

Der Bauwerkstyp „Feuerwehrgerätehaus“ beinhaltet Feuerwehrgebäude, die nicht dem alternativen Bauwerkstyp „Feuerwache“ zugeordnet wurden.

In der Auswertung „Feuerwehrgerätehaus“ befinden sich insgesamt 522 Gebäude.

Tabelle 35 zeigt eine Übersicht der Auswertung für den Bauwerkstyp. Zunächst sind zur besseren Einordnung der berechneten Werte die Zielwerte aufgeführt, gefolgt von statistischen Kennwerten (unteres und oberes Quartil, Median, Mittelwert, Minimum, Maximum und Standardabweichung).

Die Tabelle zeigt die Kennwerte von Wärmeverbrauch und Stromverbrauch als Einzelwerte und die Kennwerte für den Endenergieverbrauch, also die Summe aus Wärme- und Stromverbrauch. Die Betrachtung der Summe von Wärme und Strom auf Endenergiebasis ist vor dem Hintergrund der Sektorenkopplung relevant – mehr und mehr wird mit Strom geheizt (z.B. mit Wärmepumpe). Wichtig ist die Darstellung der Endenergie auch, weil das ifeu-Institut ein Einsparziel von mindestens 50 % für den Endenergieverbrauch für das Ziel der klimaneutralen Kommunalverwaltung definiert hat.[1]

Tabelle 35: Übersicht über die Auswertung der Feuerwehrgerätehäuser – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte.

Zusammenfassung – Feuerwehrgerätehäuser		Gesamt	Wärme	Strom
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	**522**	**522**	**522**
Zielwert 2040 Wärme und Strom (50 + 10 kWh/(m²*a))	**kWh/(m²*a)**	**60,00**	**50,00**	**10,00**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	72,83	59,71	8,55
Median	**kWh/(m²*a)**	**112,19**	**96,23**	**13,86**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	171,39	149,52	21,01
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	**95,75**	**83,93**	**27,31**
Min	kWh/(m²*a)	16,99	10,59	1,20
Mittelwert	kWh/(m²*a)	136,02	115,64	20,38
Max	kWh/(m²*a)	753,18	593,61	260,03

14.1 Übersicht über alle Energieverbräuche (Feuerwehrgerätehäuser)

Abbildung 69 stellt eine Gesamtübersicht über die Wärme- und Stromverbrauchskennwerte aller Feuerwehrgerätehäuser für das Jahr 2021 dar. In der Abbildung ist der Stromverbrauch in Blau und der Wärmeverbrauch in Rot jeweils als gruppierte Säulen pro Gebäude dargestellt. Sortiert wurde absteigend nach Gesamtendenergieverbrauch pro m² (Wärme plus Strom). Durch die hohe Anzahl der Gebäude verschwimmen die Säulen zu Flächen.

Die obere gestrichelte Linie stellt den in Abschnitt 3.4 definierten Sanierungszielwert für Wärme dar (50 kWh/(m²*a)), die untere gestrichelte Linie den Zielwert für Strom (10 kWh/(m²*a)). Die Grafik verdeutlicht den geringen Anteil von ausgewerteten Gebäuden, die unterhalb der Zielwerte - insbesondere für Wärme - liegen. Erkennbar ist auch, dass ein größerer Anteil von Gebäuden einen sehr hohen Verbrauch von über 200 kWh/(m²*a) hat. Mehrere Gebäude liegen bei über 400 kWh/(m²*a). Auch der Maximalwert für Wärme von knapp 600 kWh/(m²*a) ist erkennbar. Er liegt zwölfmal über dem Zielwert. Die Verteilung dieser Werte wird in den nachfolgenden Grafiken weiter analysiert und dargestellt.

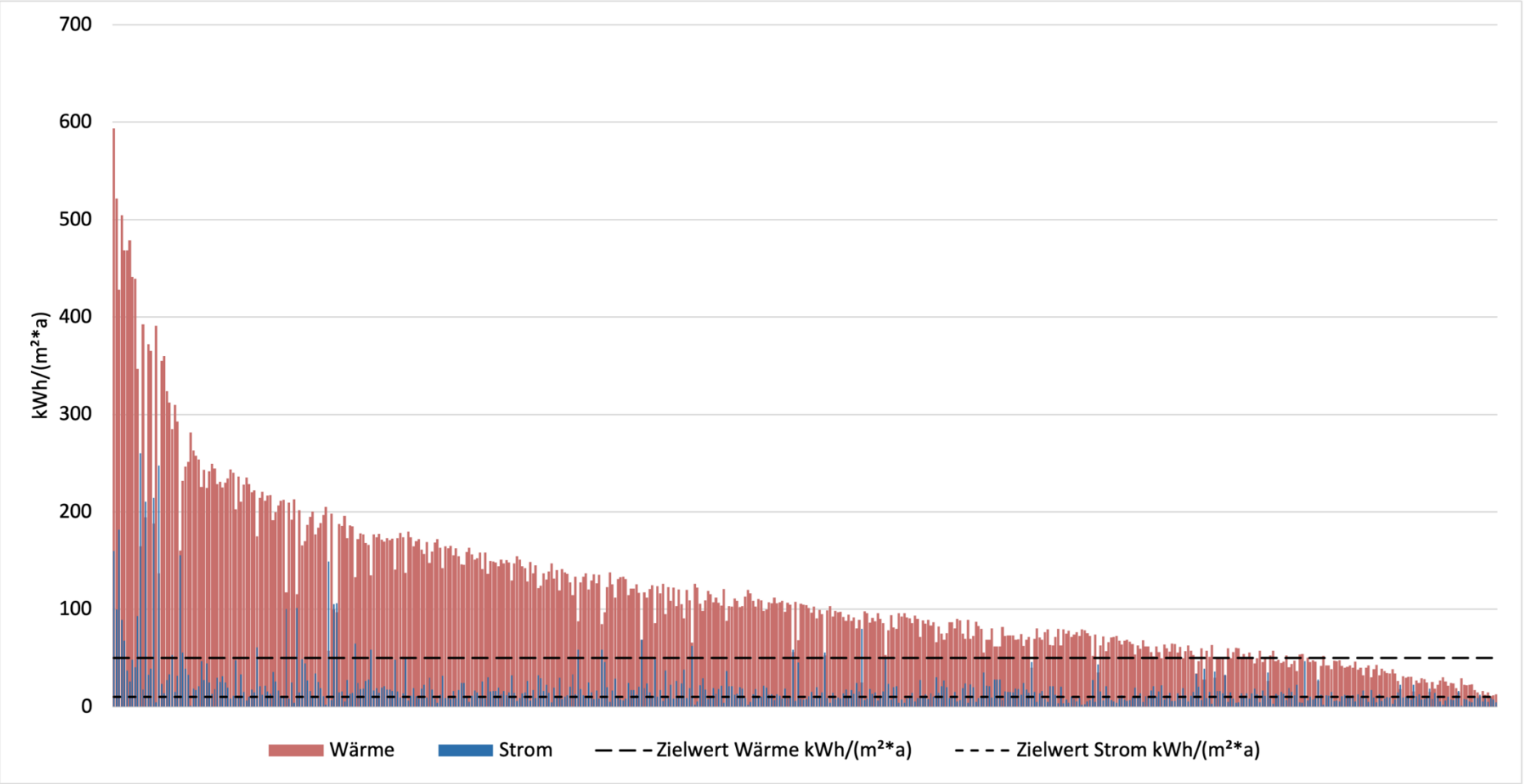


Abbildung 69: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Feuerwehrgerätehäuser, 2021, mit Zielwerten.

14.2 Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Feuerwehrgerätehäuser)

Die zuvor in Abbildung 69 als Einzeldaten dargestellten Verbräuche werden im Folgenden in Histogramme gebündelt, um die Häufigkeitsverteilung zu verdeutlichen.

14.2.1 Häufigkeitsverteilung Wärmeverbräuche

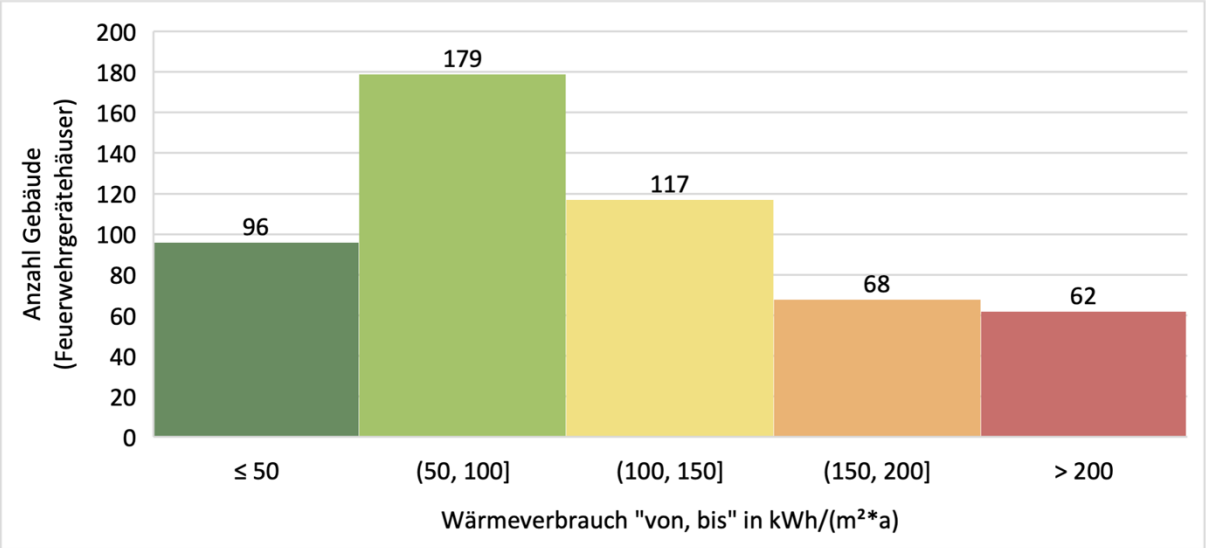


Abbildung 70: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Feuerwehrgerätehäuser.

Das Histogramm in Abbildung 70 zeigt die Wärmeverbräuche in fünf Wärmeverbrauchsklassen. Die Klassen bzw. Verbrauchsspannen sind auf der X-Achse angegeben. Obere und untere Grenze der Verbrauchsspanne werden jeweils mit Komma getrennt aufgeführt.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Wärmezielwert von 50 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 96 Gebäude vertreten, was 18 % der Feuerwehrgerätehäuser entspricht. Die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) enthält Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Hier sind ungefähr ein Drittel der Gebäude verortet, somit der größte Anteil. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen bzw. vervierfachen den Zielwert. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts. Die Aufteilung der Klassen wurde so gewählt, dass unterschiedliche Sanierungsbedarfe (von „ok“ über „gering-investiv“ bis „Komplettsanierung notwendig“) abgeleitet werden können. Die Verteilung über die Klassen ist bei diesem Gebäudetyp gleichmäßiger als bei den meisten anderen. Es ist annähernd eine Normalverteilung erkennbar.

14.2.2 Häufigkeitsverteilung Stromverbräuche

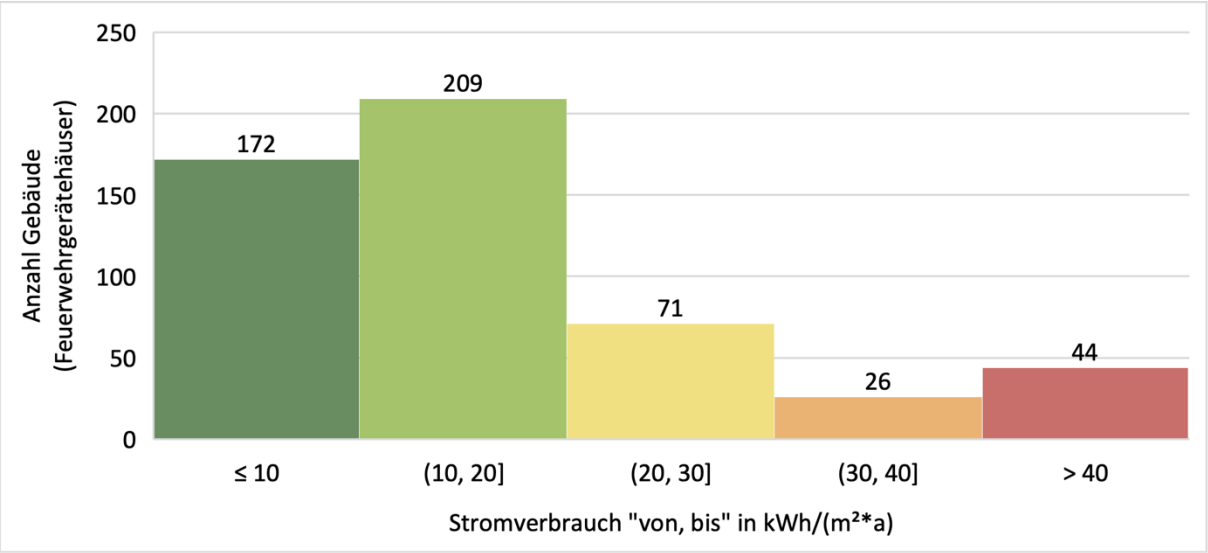


Abbildung 71: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Feuerwehrgerätehäuser.

Das Histogramm in Abbildung 71 zeigt die Stromverbräuche in fünf Stromverbrauchsklassen.

Die erste Verbrauchsklasse (grün) beinhaltet Gebäude, die unter dem Stromverbrauchszielwert von 10 kWh/(m²*a) liegen. Hier sind 172 Gebäude vertreten, was einem Drittel des Datensatzes der Feuerwehrgerätehäuser entspricht. Genau wie bei der Wärme, enthält die nächsthöhere Klasse (gelbgrün) Werte bis zum doppelten des Zielwerts. Hier sind die meisten Gebäude verortet, nämlich 40 %. Die nachfolgenden Klassen verdreifachen bzw. vervierfachen den Zielwert. Die letzte Klasse (rot) enthält alle Verbräuche oberhalb des vierfachen Zielwerts, also oberhalb von 40 kWh/(m²*a). In dieser Klasse sind noch 8 % der Gebäude verortet.

14.3 Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Feuerwehrgerätehäuser)

Die folgenden beiden Abschnitte zeigen jeweils zunächst eine unbewertete Übersicht über die Gesamtdatenbasis für Feuerwehrgerätehäuser als Verhältnis von Verbrauch zur Fläche, je einmal für Wärme und einmal für Strom.

Es werden also zuerst die absoluten Verbräuche, nicht statistische Kennwerte, dargestellt. Dieses Verhältnis wird in den nachfolgenden Abschnitten dann genauer untersucht.

14.3.1 Verhältnis bereinigter Wärmeverbrauch zur Fläche – absolut

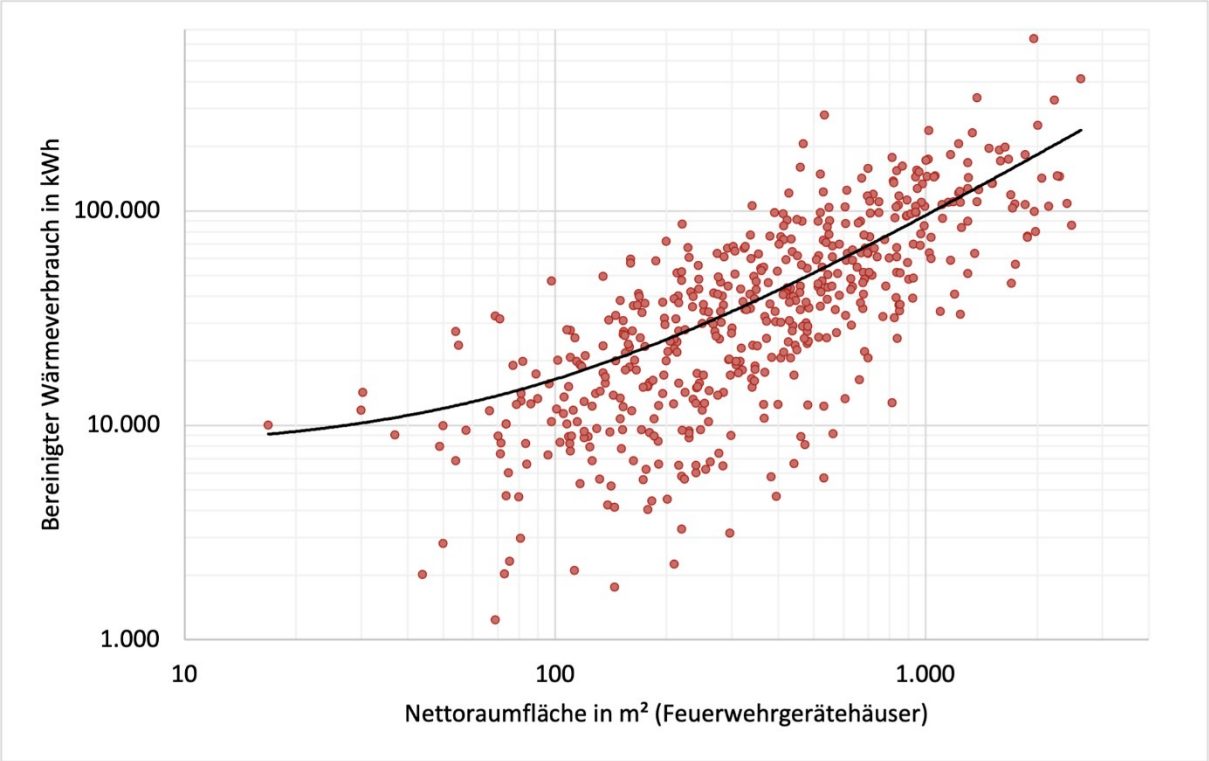


Abbildung 72: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Feuerwehrgerätehäuser.

Abbildung 72 zeigt eine Übersicht über die Daten der Feuerwehrgerätehäuser. Jeder rote Punkt steht für ein Gebäude. Es sind jeweils die absoluten Verbrauchswerte dargestellt. Der bereinigte Wärmeverbrauch wird durch die Verortung auf der Y-Achse ins Verhältnis zur Nettoraumfläche auf der X-Achse gesetzt. Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie (Regressionsgerade) des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Die Krümmung ist der doppelt logarithmischen Skalierung geschuldet. Zudem beginnen die Achsen nicht bei null. Die allermeisten Feuerwehrgerätehäuser haben über 100 m² und unter 1.000 m² Nettoraumfläche. Es gibt keine Gebäude, die über 3.000 m² Nettoraumfläche haben. Eine gewisse Konzentration an der Trendlinie ist erkennbar.

14.3.2 Wärmeverbräuche nach Fläche

Tabelle 36 zeigt statistische Kennwerte für Wärmeverbräuche von Feuerwehrgerätehäusern, nach Gebäudefläche sortiert. Erhoben wurde die Nettoraumfläche. Der Zielwert für den Wärmeverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Obwohl Feuerwehrgerätehäuser weniger stark beheizt werden als andere Bauwerkstypen, liegt auch hier das 25-%-Quartil fast durchweg etwas über dem Zielwert. Medianwerte entsprechen nahezu dem doppelten Zielwert. Bei der Größenkategorie 1.500 bis 3.500 m² liegt das 25-%-Quartil leicht unter dem Zielwert, der Median etwas darüber.

Tabelle 36: Wärmeverbräuche von Feuerwehrgerätehäusern nach Fläche.

Wärme – Feuerwehrgerä-tehäuser		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	522	415	81	27	0	0	0	0
Zielwert Wärme (ifeu) bis 2040	**kWh/(m²*a)**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**				
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	59,71	60,21	61,66	46,74				
Median	**kWh/(m²*a)**	**96,23**	**98,04**	**96,15**	**64,15**				
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	149,52	158,96	133,31	105,32				
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	83,93	89,54	49,96	58,90				
Min	kWh/(m²*a)	10,59	10,59	15,69	26,77				
Mittelwert	kWh/(m²*a)	115,64	120,59	100,86	84,54				
Max	kWh/(m²*a)	593,61	593,61	243,75	324,07				

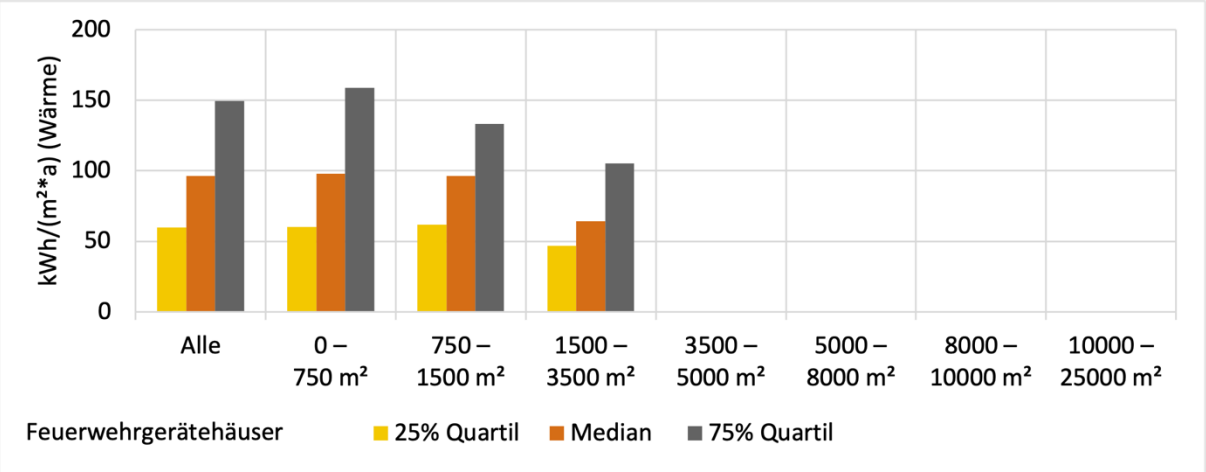


Abbildung 73: Wärmeverbräuche von Feuerwehrgerätehäusern nach Fläche.

Abbildung 73 zeigt die in Tabelle 36 dargestellten Wärmeverbräuche von Feuerwehrgerätehäusern, nach Gebäudefläche sortiert. Die gruppierten Säulen zeigen jeweils 25-%-Quartil, Median und 75-%-Quartil einer Größenkategorie an. Es ist ein Trend erkennbar, dass Verbräuche geringer werden, je größer die Gebäude sind. Deutlich sichtbar ist die größere Spreizung bei kleineren Gebäuden, einschließlich des recht hohen oberen Quartilswertes.

14.4 Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche

14.4.1 Verhältnis Stromverbrauch zur Fläche – absolut

Abbildung 74 stellt den absoluten Stromverbrauch der einzelnen Feuerwehrgerätehäuser (blaue Punkte) im Verhältnis zur Nettoraumfläche dar.

Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Die nahezu gerade Trendlinie zeigt, dass das Verhältnis sehr gleichmäßig ist. Wie beim Wärmeverbrauch ist eine gewisse Konzentration in der Nähe der Trendlinie erkennbar.

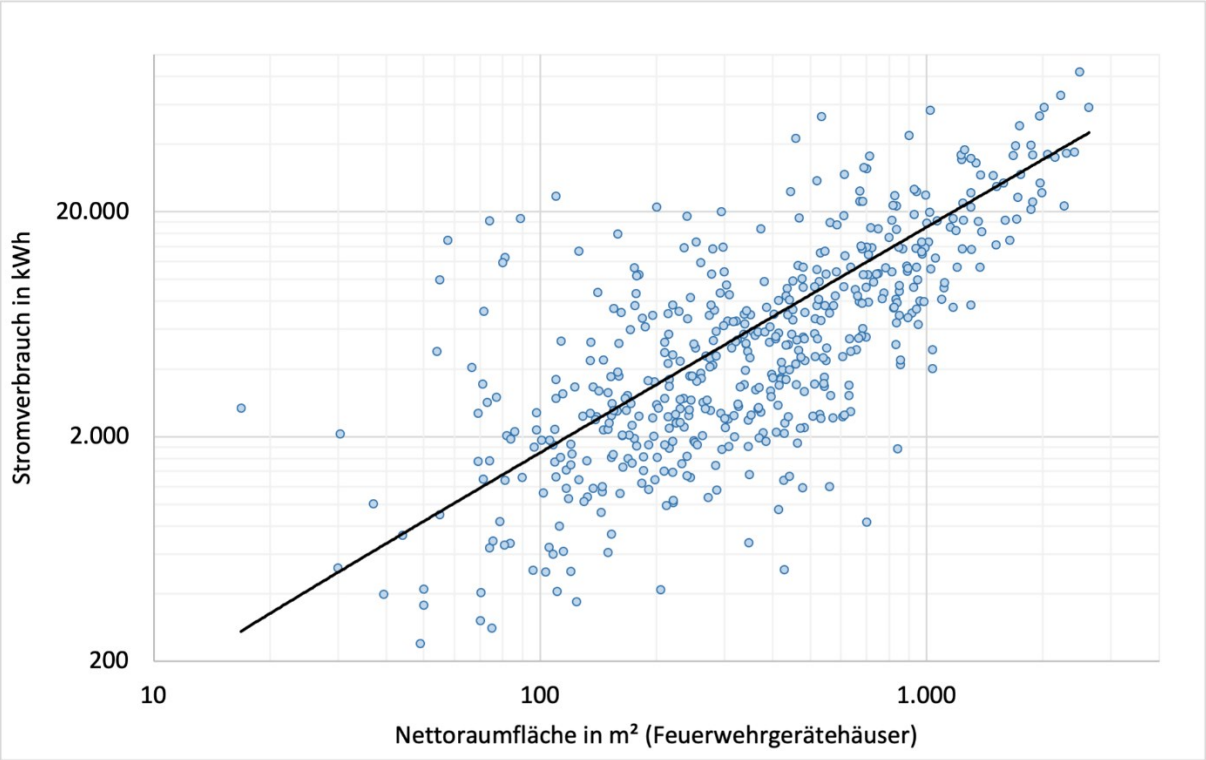


Abbildung 74: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Feuerwehrgerätehäuser.

14.4.2 Stromverbräuche nach Fläche

Tabelle 37 zeigt statistische Kennwerte für Stromverbräuche von Feuerwehrgerätehäusern, nach Gebäudefläche sortiert. Der Zielwert für den Stromverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Der untere Quartilswert entspricht über alle Größenklassen hinweg ungefähr dem Zielwert. Auch die Medianwerte sind in der Nähe.

Tabelle 37: Stromverbräuche von Feuerwehrgerätehäusern nach Fläche.

Strom – Feuerwehrgeräte-häuser		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000– 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	522	415	81	27	0	0	0	0
Zielwert 2040 Strom (KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**				
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	8,55	8,22	9,12	12,06				
Median	**kWh/(m²*a)**	**13,86**	**13,91**	**13,36**	**16,87**				
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	21,01	21,11	19,31	21,84				
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	27,31	30,21	8,98	6,82				
Min	kWh/(m²*a)	1,20	1,20	2,10	9,12				
Mittelwert	kWh/(m²*a)	20,38	21,58	15,12	17,94				
Max	kWh/(m²*a)	260,03	260,03	55,69	33,82				

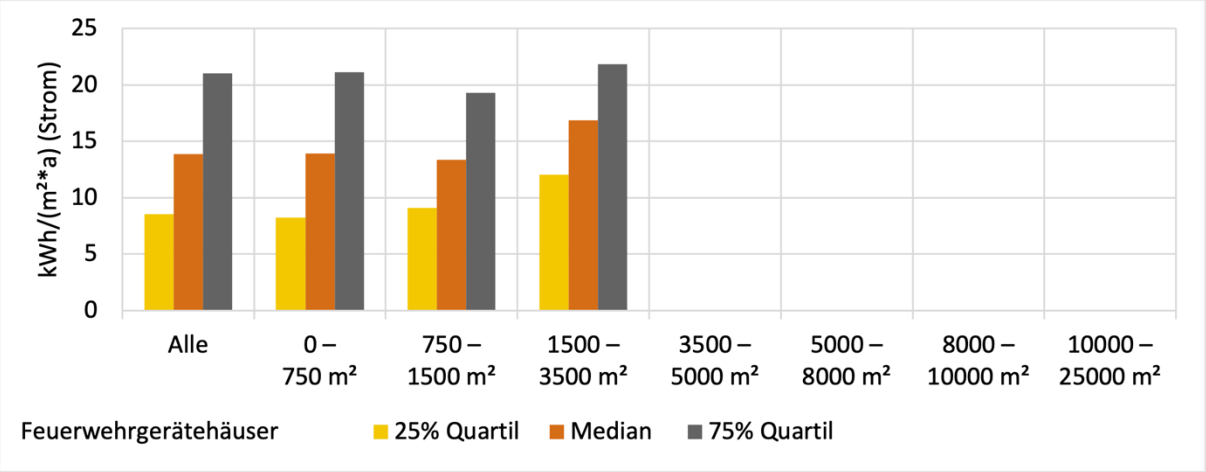


Abbildung 75: Stromverbräuche von Feuerwehrgerätehäusern nach Fläche.

Abbildung 75 visualisiert die in Tabelle 37 dargestellten Werte der Stromverbräuche von Feuerwehrgerätehäusern, nach Fläche. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil gezeigt.

Auffällig sind die deutlich höheren Kennwerte für Feuerwehrgerätehäuser in der Größenkategorie 1.500 bis 3.500 m².

14.5 Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Feuerwehrgerätehäuser)

Tabelle 38: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Feuerwehrgerätehäusern nach Fläche.

Gesamt – Feuerwehrgerä-tehäuser		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	522	415	81	27	0	0	0	0
Zielwert 2040 Wärme und Strom (ifeu, KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**60,00**	**60,00**	**60,00**	**60,00**				
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	72,83	73,43	72,94	64,60				
Median	**kWh/(m²*a)**	**112,19**	**119,14**	**109,72**	**86,36**				
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	171,39	180,49	148,33	122,30				
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	95,75	102,67	53,26	61,72				
Min	kWh/(m²*a)	16,99	16,99	32,30	37,71				
Mittelwert	kWh/(m²*a)	136,02	142,16	115,98	102,48				
Max	kWh/(m²*a)	753,18	753,18	287,63	351,36				

Tabelle 38 zeigt die statistischen Kennwerte des Gesamtendenergieverbrauchs von Feuerwehrgerätehäusern, also die Summe von Wärme, und Stromverbrauch, nach Fläche sortiert.

Auch die Zielwerte für Wärme und Strom wurden hierfür aufsummiert zu folglich 60 kWh/(m²*a).

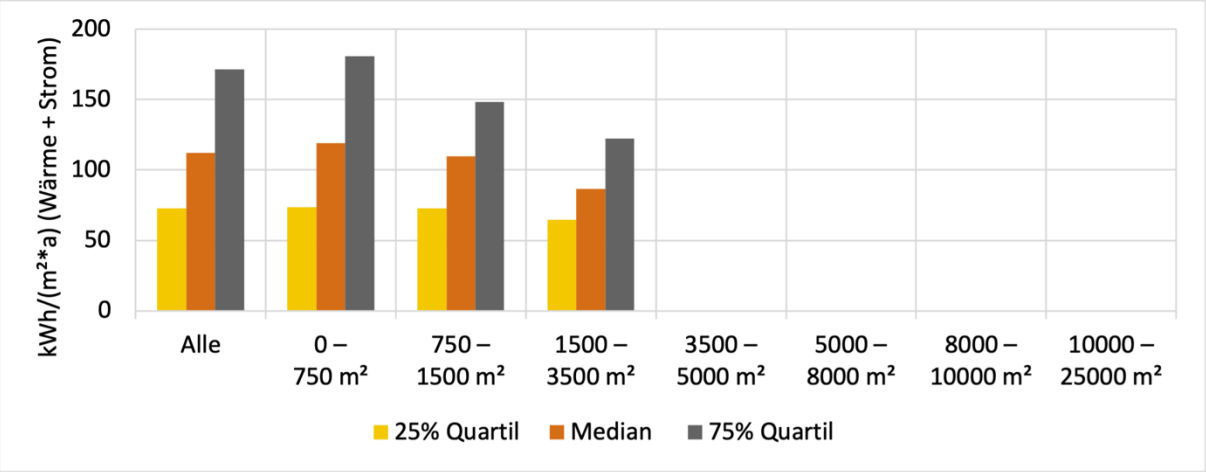


Abbildung 76: Gesamtendenergieverbrauch von Feuerwehrgerätehäusern nach Fläche.

Abbildung 76 zeigt die in Tabelle 38 dargestellten Werte für den Gesamtendenergieverbrauch (Wärme- und Strom) von Feuerwehrgerätehäusern, nach Fläche sortiert. Hierfür werden wieder die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil nebeneinander dargestellt.

Die Kennwerte zeigen ähnliche Abwärtstrend und abnehmende Spreizung wie bei der ausschließlichen Betrachtung der Wärmeverbräuche (Abschnitt 14.3.2).

15 Bäder – Hallenbäder

Der Bauwerkstyp „Hallenbäder“ beinhaltet vier Bäderkategorien mit unterschiedlicher Beckenfläche:

- Bad – Hallenbad 251 – 500 m² Beckenoberfläche
- Bad – Hallenbad ≤ 250 m² Beckenoberfläche
- Bad – Hallenbad > 500 m² Beckenoberfläche
- Bad – Hallenfreibad

In der Auswertung „Hallenbäder“ befinden sich insgesamt 112 Gebäude. Wegen dieser vergleichsweise geringen Anzahl wurden diese Bädertypen zusammen ausgewertet.

Die Nettoraumfläche wurde auch für Bäder als Bezugsfläche angesetzt (nicht die Beckenfläche). Dies hat verschiedene Gründe:

- Nur wenige Beckenflächen wurden 2021 für Hallenbäder gemeldet.
- Der Energieaufwand zur Klimatisierung und technischen Ausstattung der Gesamtgebäude ist bei der Bewertung von Bädern wichtig. Dieser hängt von der Fläche des Gebäudes ab (auch wenn diese wiederum zu einem gewissen Grad mit der Beckenfläche korreliert).
- Die Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand vom 15. April 2021 beziehen sich auf das Gesamtgebäude. (Dies sind die Vergleichswerte für die Ausstellung von Energieverbrauchsausweisen im Nichtwohngebäudebestand nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) seit Mai 2021).[2]

Weitere detailliertere Analysen zu Bädern, die ggf. auch die Beckenfläche als Bezugsgröße hinzuziehen, sollen in der Zukunft folgen.

Tabelle 39 zeigt eine Übersicht der Auswertung für den Bauwerkstyp. Zunächst sind zur besseren Einordnung der berechneten Werte die Zielwerte aufgeführt, gefolgt von statistischen Kennwerten (unteres und oberes Quartil, Median, Mittelwert, Minimum, Maximum und Standardabweichung).

Die Tabelle zeigt die Kennwerte von Wärmeverbrauch und Stromverbrauch als Einzelwerte und die Kennwerte für den Endenergieverbrauch, also die Summe aus Wärme- und Stromverbrauch. Die Betrachtung der Summe von Wärme und Strom auf Endenergiebasis ist vor dem Hintergrund der Sektorenkopplung relevant – mehr und mehr wird mit Strom geheizt (z.B. mit Wärmepumpe). Wichtig ist die Darstellung der Endenergie auch, weil das ifeu-Institut ein Einsparziel von mindestens 50 % für den Endenergieverbrauch für das Ziel der klimaneutralen Kommunalverwaltung definiert hat.[1]

Tabelle 39: Übersicht über die Auswertung der Hallenbäder – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte.

Zusammenfassung – Hallenbäder		Gesamt	Wärme	Strom
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	**112**	**112**	**112**
Zielwert 2040 Wärme und Strom (250 + 50 kWh/(m²*a))	**kWh/(m²*a)**	**300**	**250**	**50**
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	311,91	236,73	51,90
Median	**kWh/(m²*a)**	**475,70**	**366,46**	**96,24**
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	718,44	590,74	173,08
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	544,49	488,67	123,51
Min	kWh/(m²*a)	66,15	14,10	4,71
Mittelwert	kWh/(m²*a)	633,96	503,42	130,54
Max	kWh/(m²*a)	3391,56	3225,35	703,44

15.1 Übersicht über alle Energieverbräuche (Hallenbäder)

Abbildung 77 stellt eine Gesamtübersicht über die Wärme- und Stromverbrauchskennwerte aller Hallenbäder für das Jahr 2021 dar. In der Abbildung ist der Stromverbrauch in Blau und der Wärmeverbrauch in Rot jeweils als gruppierte Säulen pro Gebäude dargestellt. Sortiert wurde absteigend nach Gesamtendenergieverbrauch pro m² (Wärme plus Strom).

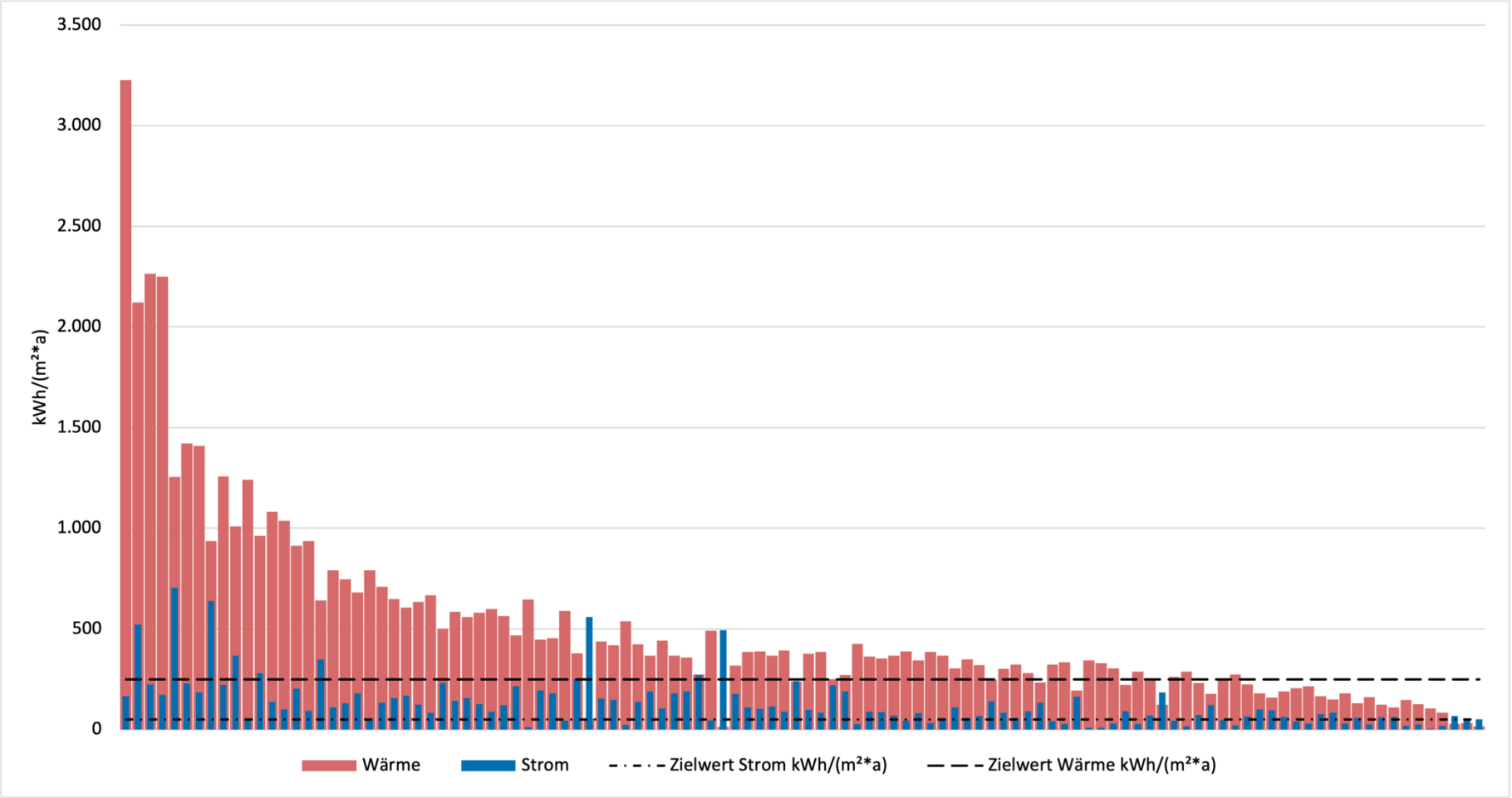


Abbildung 77: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Hallenbäder, 2021, mit Zielwerten.

Die allgemeinen Zielwerte für Nichtwohngebäude wären für den Bauwerkstyp „Hallenbäder“ unpassend. Die nutzungsabhängige energieintensive Gebäudetechnik sowie die vorrangigen Hygieneanforderungen müssen berücksichtigt werden.

Die obere gestrichelte Linie stellt den von der KEA-BW in Anlehnung an das untere Quartil definierten Zielwert für Wärme in Hallenbädern dar (250 kWh/(m²*a)), die untere gestrichelte Linie den Zielwert für Strom (50 kWh/(m²*a)).

Die Grafik in Abbildung 77 zeigt nur wenige Werte unter den Zielwerten. Erkennbar ist, dass sich für diesen Bauwerkstyp Verbrauchskennwerte in einer anderen Größenordnung als für die bisher betrachteten bewegen. Bessere Bäder zeigen Wärmeverbrauchskennwerte zwischen 300 und 400 kWh/(m²*a), schlechtere über 500 kWh/(m²*a). Werte von über 1.500 kWh/(m²*a) sind mehrfach vertreten, bis zum Maximalwert von 3.225,35 kWh/(m²*a).

15.2 Häufigkeitsverteilung der Energieverbräuche (Hallenbäder)

Die zuvor in Abbildung 77 als Einzeldaten dargestellten Verbräuche werden im Folgenden in Histogramme gebündelt, um die Häufigkeitsverteilung zu verdeutlichen.

Die allgemeinen Zielwerte für Nichtwohngebäude werden hier auch dargestellt - einerseits zur Vergleichbarkeit, andrerseits, da auch der Sanierungszielwert des ifeu keine Unterscheidung macht. Insgesamt sind über alle Gebäude hinweg drastische Verbrauchsreduktionen notwendig.

15.2.1 Häufigkeitsverteilung Wärmeverbräuche

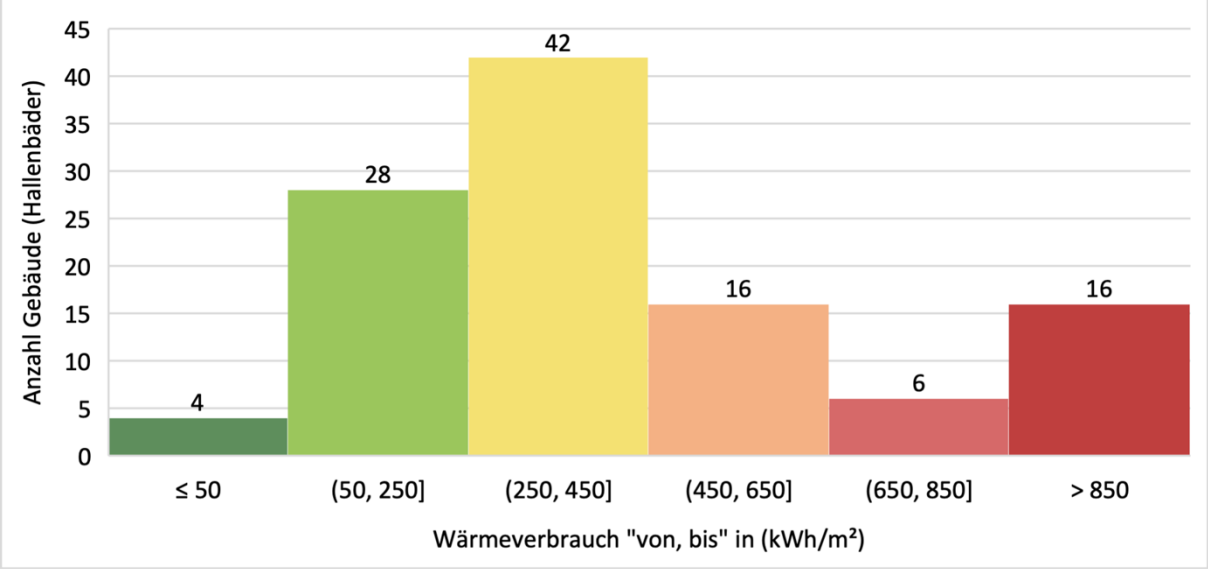


Abbildung 78: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Hallenbäder.

Das Histogramm in Abbildung 78 zeigt die Wärmeverbräuche in Wärmeverbrauchsklassen, die auf der X-Achse angegeben sind. Obere und untere Grenze der Verbrauchsspanne werden jeweils mit Komma getrennt aufgeführt.

Das Histogramm in Abbildung 78 unterscheidet sich von den Histogrammen der anderen Bauwerkstypen, da die Verbräuche von Bädern viel höher liegen. Statt fünf wurden hier sechs Stromverbrauchsklassen definiert. Die Klassen wurden so gewählt, dass die beste Klasse weiterhin Verbräuche bis zum Nichtwohngebäudezielwert von 50 kWh/(m²*a) beinhaltet. Hier sind 4 Bäder vertreten. Ob diese

Bäder tatsächlich in Betrieb waren, ist nicht bekannt. Unter dem von der KEA-BW definierten Zielwert von 250 kWh/(m²*a) liegen 28 % der Gebäude.

Die weiteren Klassen teilen die vorliegenden Verbräuche so auf, dass eine recht gleichmäßige Verteilung angezeigt werden kann. Mit 38 % den größten Anteil haben Bäder in der Verbrauchsspanne von 250 bis 450 kWh/(m²*a). Verbräuche von über 850 kWh/(m²*a) wurden von 14 % der Gebäude berichtet.

15.2.2 Häufigkeitsverteilung Stromverbräuche

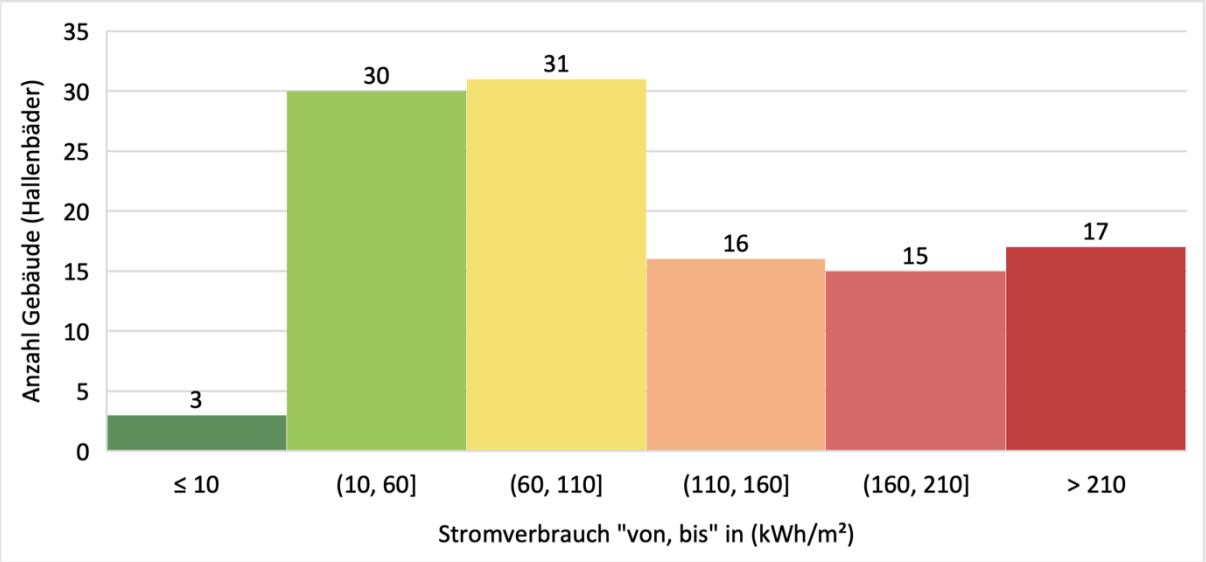


Abbildung 79: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Hallenbäder.

Das Histogramm in Abbildung 79 zeigt die Stromverbrauchsklassen, die auf der X-Achse angegeben sind. Obere und untere Grenze der Verbrauchsspanne werden jeweils mit Komma getrennt aufgeführt.

Dieses Histogramm unterscheidet sich ebenfalls von denen der anderen Bauwerkstypen. Auch hier wurden sechs Stromverbrauchsklassen definiert. Diese wurden so gewählt, dass die beste Klasse weiterhin Verbräuche bis zum Zielwert von 10 kWh/(m²*a) beinhaltet. In dieser Klasse sind drei Bäder vertreten. Ob diese Bäder tatsächlich in Betrieb waren, ist nicht bekannt.

Die weiteren Klassen teilen die vorliegenden Verbräuche auch hier so auf, dass eine recht gleichmäßige Verteilung angezeigt werden kann. Mit 28 % den größten Anteil haben Bäder in der Verbrauchsspanne von 60 bis 160 kWh/(m²*a). Verbräuche von über 210 kWh/(m²*a) wurden von 15 % der Gebäude berichtet.

15.3 Wärmeverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Hallenbäder)

Die folgenden beiden Abschnitte zeigen jeweils zunächst eine unbewertete Übersicht über die Gesamtdatenbasis für Hallenbäder, als Verhältnis von Verbrauch zur Fläche, je einmal für Wärme und einmal für Strom.

Es werden also zuerst die absoluten Verbräuche, nicht statistische Kennwerte, dargestellt. Dieses Verhältnis wird in den nachfolgenden Abschnitten dann genauer untersucht.

15.3.1 Verhältnis bereinigter Wärmeverbrauch zur Fläche – absolut

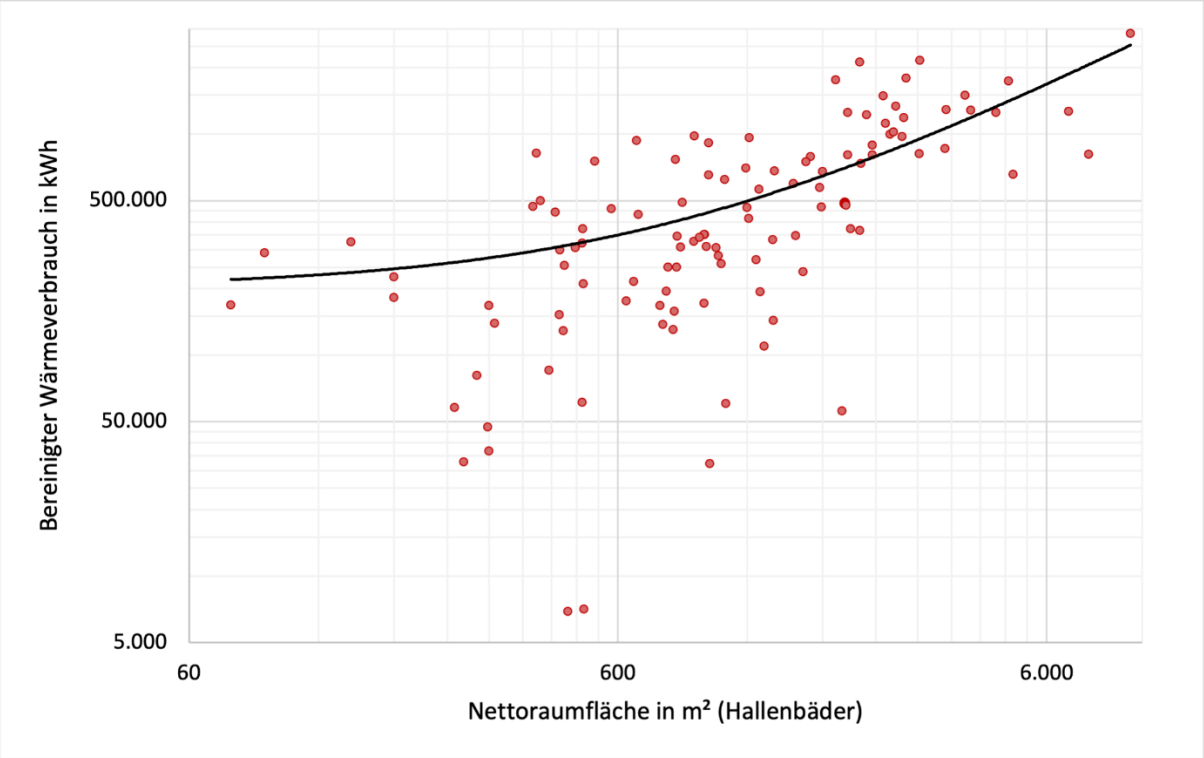


Abbildung 80: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Hallenbäder.

Abbildung 80 zeigt eine Übersicht über die Daten der Hallenbäder. Jeder rote Punkt steht für ein Gebäude. Es sind jeweils die absoluten Verbrauchswerte dargestellt. Der bereinigte Wärmeverbrauch wird durch die Verortung auf der Y-Achse ins Verhältnis zur Nettoraumfläche auf der X-Achse gesetzt. Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie (Regressionsgerade) des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Die Krümmung ist der doppelt logarithmischen Skalierung geschuldet. Zudem beginnen die Achsen nicht bei null.

Die allermeisten Hallenbäder haben über 500 m² und unter 5.000 m² Nettoraumfläche. Sie gruppieren sich lose entlang der Trendlinie.

15.3.2 Wärmeverbräuche nach Fläche

Tabelle 40 zeigt statistische Kennwerte für Wärmeverbräuche von Hallenbädern, nach Gebäudefläche sortiert. Erhoben wurde die Nettoraumfläche. Der durch die KEA-BW definierte Zielwert für den Wärmeverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt Das 25-%-Quartil kann ggf. als realistischeren Zielwert herangezogen werden.

Dieses bewegt sich grob zwischen 200 und 300 kWh/(m²*a). Eine Ausnahme bildet die Größenkategorie von 5.000 bis 8.000 m². Hier ist das untere Quartil mit 119,47 kWh/(m²*a) deutlich geringer. Bemerkenswert ist auch, dass der Wert der Kategorie von 750 bis 1.500 m², in der die meisten Gebäude verortet sind, mit 213,64 kWh/(m²*a) den zweitniedrigsten unteren Quartilswert darstellt.

Tabelle 40: Wärmeverbräuche von Hallenbädern nach Fläche.

Wärme – Hallenbäder		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000 – 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	112	34	37	33	4	3	1	0
Zielwert Wärme (KEA-BW) bis 2040	**kWh/(m²*a)**	**250**	**250**	**250**	**250**	**250**	**250**	**250**	
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	236,73	281,32	213,64	260,86	308,31	119,47	303,33	
Median	**kWh/(m²*a)**	**366,46**	**602,12**	**321,27**	**379,26**	**338,10**	**130,99**	**303,33**	
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	590,74	1.188,48	438,06	468,52	363,85	159,63	303,33	
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	488,67	742,00	246,40	199,83	41,95	33,77	0,00	
Min	kWh/(m²*a)	14,10	14,10	32,73	27,92	273,86	107,95	303,33	
Mittelwert	kWh/(m²*a)	503,42	798,61	375,77	401,82	334,05	142,40	303,33	
Max	kWh/(m²*a)	3.225,35	3.225,35	1.081,98	960,44	386,15	188,27	303,33	

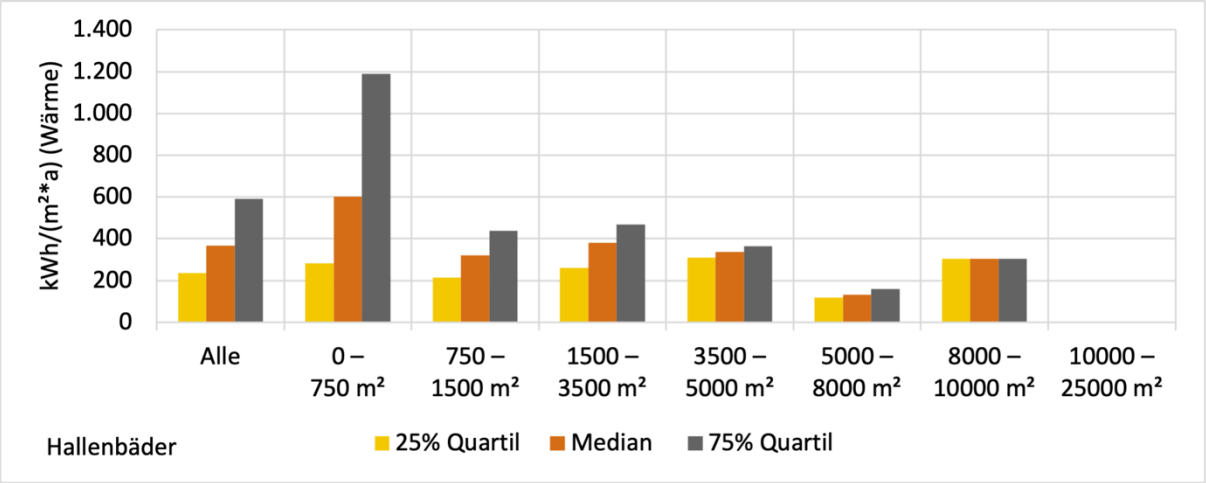


Abbildung 81: Wärmeverbräuche von Hallenbädern nach Fläche.

Abbildung 81 zeigt die in Tabelle 40 dargestellten Wärmeverbräuche von Hallenbädern, nach Gebäudefläche sortiert. Die gruppierten Säulen zeigen jeweils 25-%-Quartil, Median und 75-%-Quartil einer Größenkategorie an. Die Werte sind eher uneinheitlich. Auffällig ist der sehr hohe obere Quartilswert bei Bädern unter 750 m². Eventuell könnten hier energieintensive Spezialanwendungen und ggf. Saunas vorhanden sein.

15.4 Stromverbräuche im Verhältnis zur Fläche (Hallenbäder)

15.4.1 Verhältnis Stromverbrauch zur Fläche – absolut

Abbildung 82 stellt den absoluten Stromverbrauch der einzelnen Hallenbäder (blaue Punkte) im Verhältnis zur Nettoraumfläche dar.

Die schwarze Linie stellt die lineare Trendlinie des Wärmeverbrauchs der einzelnen Gebäude dar. Auch hier ist die Krümmung der doppelt logarithmischen Skalierung geschuldet. Zudem beginnen die Achsen nicht bei null. Im Vergleich zum Wärmeverbrauch ist eine noch geringere Konzentration in der Nähe der Trendlinie erkennbar.

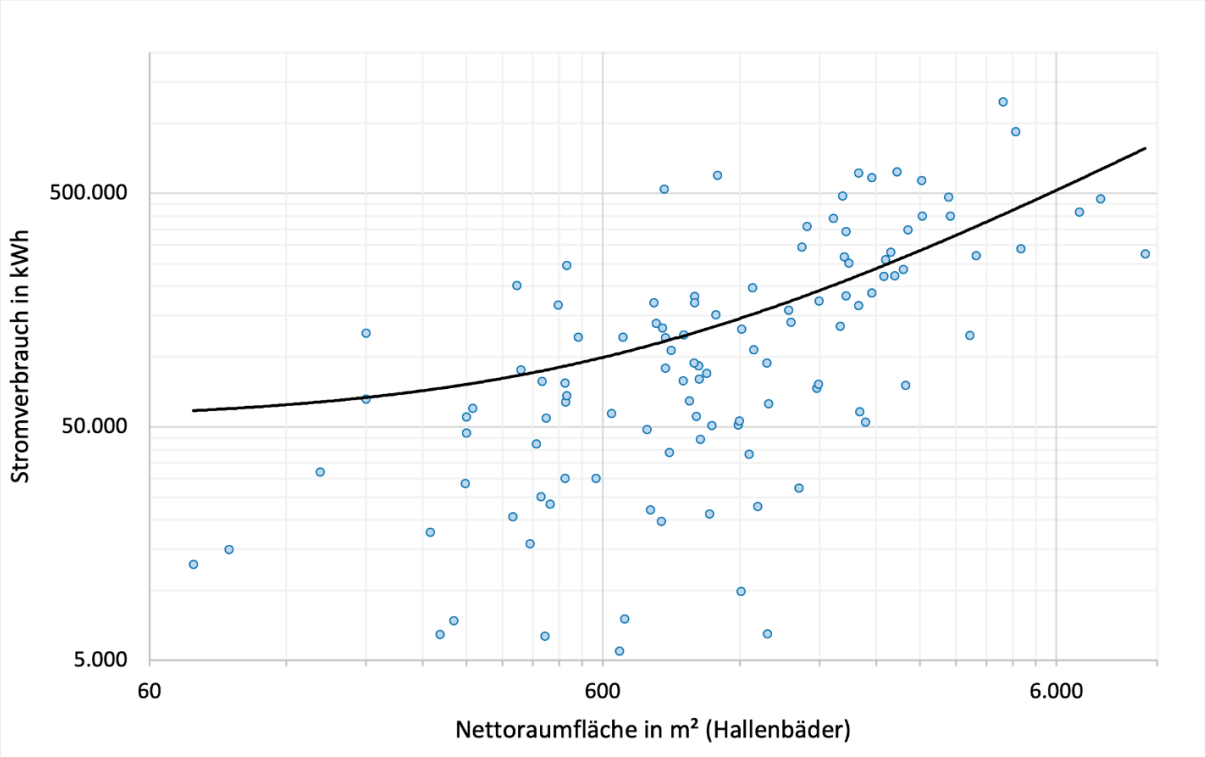


Abbildung 82: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Hallenbäder.

15.4.2 Stromverbräuche nach Fläche

Tabelle 41: Stromverbräuche von Hallenbädern nach Fläche.

Strom – Hallenbäder		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000– 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	112	34	37	33	4	3	1	0
Zielwert 2040 Strom (KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	**50,00**	
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	51,90	55,06	45,17	79,90	58,79	59,87	29,30	
Median	**kWh/(m²*a)**	**96,24**	**132,97**	**82,96**	**103,52**	**128,10**	**61,74**	**29,30**	
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	173,08	191,94	142,09	167,20	208,80	62,39	29,30	
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	123,51	155,73	128,27	69,26	95,00	2,14	0,00	
Min	kWh/(m²*a)	4,71	8,42	4,71	16,90	31,94	58,01	29,30	
Mittelwert	kWh/(m²*a)	130,54	166,00	114,69	120,08	139,49	60,93	29,30	
Max	kWh/(m²*a)	703,44	703,44	637,82	278,89	269,83	63,05	29,30	

Tabelle 41 zeigt statistische Kennwerte für Stromverbräuche von Hallenbädern, nach Gebäudefläche sortiert. Der Zielwert für den Stromverbrauch wird den Kennwerten gegenübergestellt. Wie bei den Wärmeverbräuchen liegen die unteren Quartilswerte weit über dem Zielwert für Hallenbäder von 50 kWh/(m²*a). Sie können aber zur Zielwertdefinition für Bäder herangezogen werden.

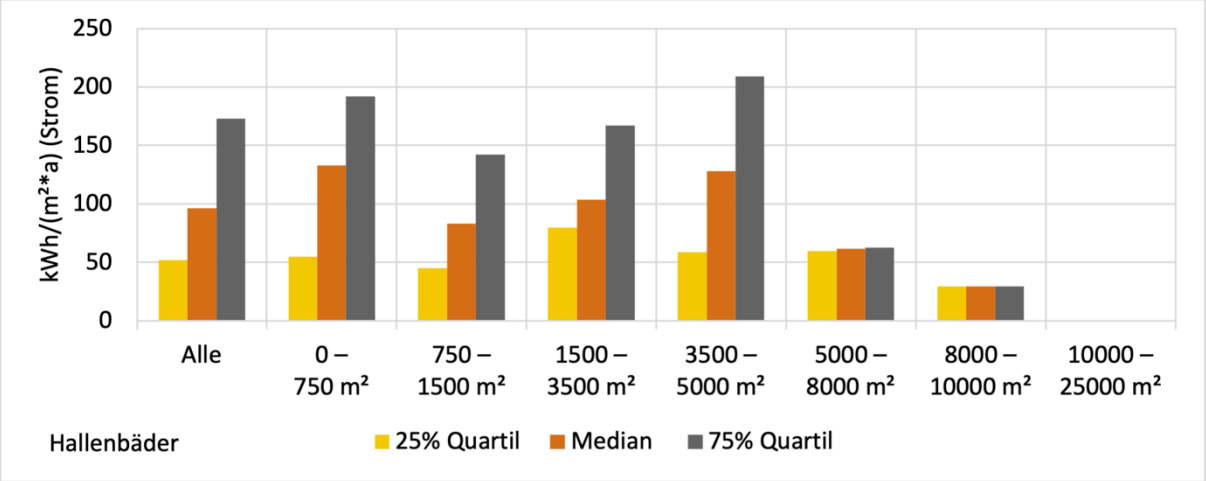


Abbildung 83: Stromverbräuche von Hallenbädern nach Fläche.

Abbildung 83 visualisiert die in Tabelle 41 dargestellten Werte der Stromverbräuche von Hallenbädern, nach Fläche sortiert. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil gezeigt.

Über die verschiedenen Größenklassen hinweg sind die Stromverbrauchskennwerte sehr unterschiedlich, was ihre Anwendung als potenzielle Zielwerte erschwert.

15.5 Summe Endenergieverbräuche nach Fläche (Hallenbäder)

Tabelle 42: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Hallenbädern nach Fläche.

Gesamt – Hallenbäder		Alle	Fläche 0 – 750 m²	Fläche 750 – 1.500 m²	Fläche 1.500 – 3.500 m²	Fläche 3.500 – 5.000 m²	Fläche 5.000 – 8.000 m²	Fläche 8.000 – 10.000 m²	Fläche 10.000– 25.000 m²
Anzahl Gebäude in der Auswertung	Stück	112	34	37	33	4	3	1	0
Zielwert 2040 Wärme und Strom (ifeu, KEA-BW)	**kWh/(m²*a)**	**300,00**	**300,00**	**300,00**	**300,00**	**300**	**300,00**	**300,00**	
25-%-Quartil	kWh/(m²*a)	311,91	318,88	293,87	363,87	410,45	179,99	332,63	
Median	**kWh/(m²*a)**	**475,70**	**700,50**	**431,63**	**479,29**	**480,89**	**189,00**	**332,63**	
75-%-Quartil	kWh/(m²*a)	718,44	1.354,49	592,09	633,32	543,98	219,50	332,63	
Standardabweichung	kWh/(m²*a)	544,49	808,63	304,58	238,20	71,56	33,81	0,00	
Min	kWh/(m²*a)	66,15	66,15	77,90	95,69	387,52	170,99	332,63	
Mittelwert	kWh/(m²*a)	633,96	964,61	490,46	521,89	473,54	203,33	332,63	
Max	kWh/(m²*a)	3.391,56	3.391,56	1.572,82	1.239,33	544,87	250,01	332,63	

Tabelle 42 zeigt die statistischen Kennwerte des Gesamtendenergieverbrauchs von Hallenbädern, also die Summe von Wärme- und Stromverbrauch, nach Fläche sortiert.

Auch die Zielwerte für Wärme und Strom wurden hierfür aufsummiert zu folglich 300 kWh/(m²*a).

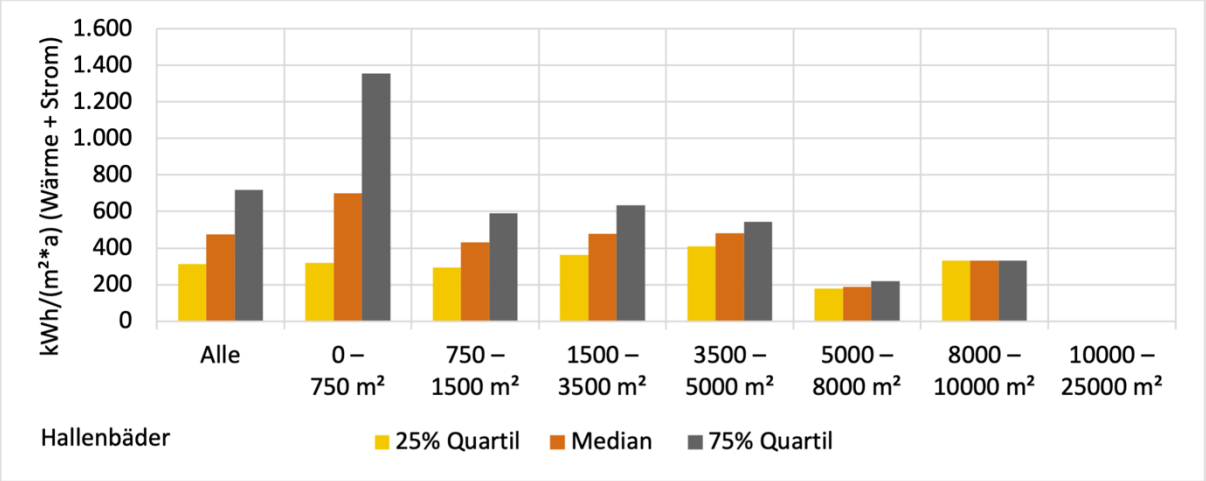


Abbildung 84: Gesamtendenergieverbrauch von Hallenbädern nach Fläche.

Abbildung 84 zeigt die in Tabelle 42 dargestellten Werte für den Gesamtendenergieverbrauch (Wärme- und Strom) von Hallenbädern, nach Fläche sortiert. Hierfür werden die Werte des 25-%-Quartils, Medians und 75-%-Quartil nebeneinander dargestellt. Insgesamt ist mit zunehmender Gebäudegröße ein Abwärtstrend erkennbar. Wie beim Wärmeverbrauch ist auch hier der sehr hohe obere Quartilswert bei Bädern unter 750 m² auffällig.

16 Beobachtungen

Folgende Beobachtungen konnten gemacht werden:

- Die am meisten berichteten Bauwerkstypen sind mit Abstand „Verwaltungsgebäude, nur beheizt“ und „Kindertagesstätten/ Kindergärten“ mit je über 1.000 Gebäuden.
- Der Zielwert für Stromverbräuche in Nichtwohngebäuden von 10 kWh/(m²*a) konnte durch die Daten belegt werden.
- Eine gleichmäßige Abnahme der Verbräuche je höher die Gebäudegröße ist nicht für alle Bauwerkstypen gegeben.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Anzahl ausgewertete Gebäude §18 (2021) unterteilt nach Gebäudekategorien, mit und ohne Einzeldarstellung in Teil 2 (Gesamtzahl: 9.722). 8
Abbildung 2: Bereinigter Wärmeverbrauch in kWh im Verhältnis zur Nettoraumfläche in m² für alle Gebäude in der Auswertung (alle 67 Bauwerkstypen). 14
Abbildung 3: Stromverbrauch in kWh im Verhältnis zur Nettoraumfläche in m² der Gebäude (alle Gebäude in der Auswertung, alle Bauwerkstypen). 15
Abbildung 4: Übersicht über Wärmeverbräuche pro m² für Verwaltungsgebäude (nur beheizt), 2021, mit Zielwert. 22
Abbildung 5: Übersicht über Stromverbräuche pro m² für Verwaltungsgebäude (nur beheizt), 2021, mit Zielwert. 23
Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Verwaltungsgebäude (nur beheizt). 24
Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Verwaltungsgebäude (nur beheizt). 25
Abbildung 8: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Verwaltungsgebäude (nur beheizt). 26
Abbildung 9: Wärmeverbräuche von Verwaltungsgebäuden (nur beheizt) nach Fläche. 27
Abbildung 10: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Verwaltungsgebäude (nur beheizt). 28
Abbildung 11: Stromverbräuche von Verwaltungsgebäuden (nur beheizt) nach Fläche. 29
Abbildung 12: Gesamtendenergieverbrauch von Verwaltungsgebäuden (nur beheizt) nach Fläche. 30
Abbildung 13: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Kindertagesstätten und Kindergärten, 2021, mit Zielwerten. 32
Abbildung 14: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Kindertagesstätten und Kindergärten. 33
Abbildung 15: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Kindertagesstätten und Kindergärten. 34
Abbildung 16: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Kindertagesstätten und Kindergärten. 35
Abbildung 17: Wärmeverbräuche von Kindertagesstätten und Kindergärten nach Fläche. 36
Abbildung 18: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Kindertagesstätten und Kindergärten. 37
Abbildung 19: Stromverbräuche von Kindertagesstätten und Kindergärten nach Fläche. 38
Abbildung 20: Gesamtendenergieverbrauch von Kindertagesstätten und Kindergärten nach Fläche. 39
Abbildung 21: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Grundschulen, 2021, mit Zielwerten. 41
Abbildung 22: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Grundschulen. 42
Abbildung 23: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Grundschulen. 43
Abbildung 24: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Grundschulen. 44
Abbildung 25: Wärmeverbräuche von Grundschulen nach Fläche. 45
Abbildung 26: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Grundschulen. 46
Abbildung 27: Stromverbräuche von Grundschulen nach Fläche. 47
Abbildung 28: Gesamtendenergieverbrauch von Grundschulen nach Fläche. 48
Abbildung 29: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Haupt-/ Realschulen, 2021, mit Zielwerten. 50
Abbildung 30: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Haupt-/ Realschulen. 51
Abbildung 31: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Haupt-/ Realschulen. 52
Abbildung 32: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Haupt-/ Realschulen. 53
Abbildung 33: Wärmeverbräuche von Haupt-/ Realschulen nach Fläche. 54
Abbildung 34: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Haupt-/ Realschulen. 54
Abbildung 35: Stromverbräuche von Haupt-/ Realschulen nach Fläche. 55
Abbildung 36: Gesamtendenergieverbrauch von Haupt-/ Realschulen nach Fläche. 56

Abbildung 37: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Schulen mit Sporthallen, 2021, mit Zielwerten. 58
Abbildung 38: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Schule mit Sporthalle. 59
Abbildung 39: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Schule mit Sporthalle. 60
Abbildung 40: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Schulen mit Sporthallen. 61
Abbildung 41: Wärmeverbräuche von Schulen mit Sporthallen nach Fläche. 62
Abbildung 42: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Schulen mit Sporthallen. 63
Abbildung 43: Stromverbräuche von Schulen mit Sporthallen nach Fläche. 64
Abbildung 44: Gesamtendenergieverbrauch von Schulen mit Sporthallen nach Fläche. 65
Abbildung 45: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Sporthallen < 1.000 m², 2021, mit Zielwerten. 67
Abbildung 46: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Sporthallen < 1.000 m². 68
Abbildung 47: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Sporthallen < 1.000 m². 69
Abbildung 48: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Sporthallen < 1.000 m². 70
Abbildung 49: Wärmeverbräuche von Sporthallen < 1.000 m² nach Fläche. 71
Abbildung 50: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Sporthallen < 1.000 m². 72
Abbildung 51: Stromverbräuche von Sporthallen < 1.000 m² nach Fläche. 73
Abbildung 52: Gesamtendenergieverbrauch von Sporthallen < 1.000 m² nach Fläche. 74
Abbildung 53: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Sporthallen > 1.000 m², 2021, mit Zielwerten. 76
Abbildung 54: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Sporthalle > 1.000 m². 77
Abbildung 55: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Sporthalle > 1.000 m². 78
Abbildung 56: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Sporthalle > 1.000 m². 79
Abbildung 57: Wärmeverbräuche von Sporthalle > 1.000 m² nach Fläche. 80
Abbildung 58: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Sporthalle > 1.000 m². 81
Abbildung 59: Stromverbräuche von Sporthalle > 1.000 m² nach Fläche. 82
Abbildung 60: Gesamtendenergieverbrauch von Sporthalle > 1.000 m² nach Fläche. 83
Abbildung 61: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Veranstaltungsgebäude, 2021, mit Zielwerten. 85
Abbildung 62: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Veranstaltungsgebäude. 86
Abbildung 63: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Veranstaltungsgebäude. 87
Abbildung 64: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Veranstaltungsgebäude. 88
Abbildung 65: Wärmeverbräuche von Veranstaltungsgebäuden nach Fläche. 89
Abbildung 66: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Veranstaltungsgebäude. 90
Abbildung 67: Stromverbräuche von Veranstaltungsgebäuden nach Fläche. 91
Abbildung 68: Gesamtendenergieverbrauch von Veranstaltungsgebäuden nach Fläche. 92
Abbildung 69: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Feuerwehrgerätehäuser, 2021, mit Zielwerten. 94
Abbildung 70: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Feuerwehrgerätehäuser. 95
Abbildung 71: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Feuerwehrgerätehäuser. 96
Abbildung 72: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Feuerwehrgerätehäuser. 97
Abbildung 73: Wärmeverbräuche von Feuerwehrgerätehäusern nach Fläche. 98
Abbildung 74: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Feuerwehrgerätehäuser. 99
Abbildung 75: Stromverbräuche von Feuerwehrgerätehäusern nach Fläche. 100
Abbildung 76: Gesamtendenergieverbrauch von Feuerwehrgerätehäusern nach Fläche. 101
Abbildung 77: Übersicht über Wärme- und Stromverbrauchskennwerte (gruppierte Säulen) für Hallenbäder, 2021, mit Zielwerten. 103

Abbildung 78: Häufigkeitsverteilung der Wärmeverbräuche; Hallenbäder. 104
Abbildung 79: Häufigkeitsverteilung der Stromverbräuche; Hallenbäder. 105
Abbildung 80: Datenübersicht bereinigte absolute Wärmeverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Hallenbäder. 106
Abbildung 81: Wärmeverbräuche von Hallenbädern nach Fläche. 107
Abbildung 82: Datenübersicht absolute Stromverbräuche im Verhältnis zu Nettoraumfläche; Hallenbäder. 108
Abbildung 83: Stromverbräuche von Hallenbädern nach Fläche. 109
Abbildung 84: Gesamtendenergieverbrauch von Hallenbädern nach Fläche. 110

Tabelle 1: Auswertung Wärmeverbräuche pro Bauwerkstyp mit Mittelwert, 25-%-Quartil, Median, 75-%-Quartil, Zielwert Wärme bis 2040. 16
Tabelle 2: Auswertung Stromverbräuche pro Bauwerkstyp mit Mittelwert, 25-%-Quartil, Median, 75-%-Quartil, Zielwert Strom (KEA-BW) bis 2040. 18
Tabelle 3: Übersicht über die Auswertung der Verwaltungsgebäude (nur beheizt) – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte. 21
Tabelle 4: Wärmeverbräuche von Verwaltungsgebäuden (nur beheizt) nach Fläche. 27
Tabelle 5: Stromverbräuche von Verwaltungsgebäuden (nur beheizt) nach Fläche. 29
Tabelle 6: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Verwaltungsgebäude (nur beheizt) nach Fläche. 30
Tabelle 7: Übersicht über die Auswertung der Kindertagesstätten und Kindergärten – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte. 31
Tabelle 8: Wärmeverbräuche von Kindertagesstätten und Kindergärten nach Fläche. 36
Tabelle 9: Stromverbräuche von Kindertagesstätten und Kindergärten nach Fläche. 38
Tabelle 10: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Kindertagesstätten und Kindergärten nach Fläche. 39
Tabelle 11: Übersicht über die Auswertung der Grundschulen – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte. 40
Tabelle 12: Wärmeverbräuche von Grundschulen nach Fläche. 45
Tabelle 13: Stromverbräuche von Grundschulen nach Fläche. 47
Tabelle 14: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Grundschulen nach Fläche. 48
Tabelle 15: Übersicht über die Auswertung der Haupt-/ Realschulen – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte. 49
Tabelle 16: Wärmeverbräuche von Haupt-/ Realschulen nach Fläche. 53
Tabelle 17: Stromverbräuche von Haupt-/ Realschulen nach Fläche. 55
Tabelle 18: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Haupt-/ Realschulen nach Fläche. 56
Tabelle 19: Übersicht über die Auswertung der Schulen mit Sporthallen – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte. 57
Tabelle 20: Wärmeverbräuche von Schulen mit Sporthallen nach Fläche. 62
Tabelle 21: Stromverbräuche von Schulen mit Sporthallen nach Fläche. 63
Tabelle 22: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Schulen mit Sporthallen nach Fläche. 64
Tabelle 23: Übersicht über die Auswertung der Sporthallen < 1.000 m² – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte. 66
Tabelle 24: Wärmeverbräuche von Sporthallen < 1.000 m² nach Fläche. 71
Tabelle 25: Stromverbräuche von Sporthallen < 1.000 m² nach Fläche. 72
Tabelle 26: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Sporthallen < 1.000 m² nach Fläche. 73
Tabelle 27: Übersicht über die Auswertung der Sporthallen > 1.000 m² – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte. 75
Tabelle 28: Wärmeverbräuche von Sporthalle > 1.000 m² nach Fläche. 80
Tabelle 29: Stromverbräuche von Sporthalle > 1.000 m² nach Fläche. 81
Tabelle 30: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Sporthalle > 1.000 m² nach Fläche. 82
Tabelle 31: Übersicht über die Auswertung der Veranstaltungsgebäude – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte. 84
Tabelle 32: Wärmeverbräuche von Veranstaltungsgebäuden nach Fläche. 89
Tabelle 33: Stromverbräuche von Veranstaltungsgebäuden nach Fläche. 90
Tabelle 34: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Veranstaltungsgebäuden nach Fläche. 91

Tabelle 35: Übersicht über die Auswertung der Feuerwehrgerätehäuser – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte. 93
Tabelle 36: Wärmeverbräuche von Feuerwehrgerätehäusern nach Fläche. 98
Tabelle 37: Stromverbräuche von Feuerwehrgerätehäusern nach Fläche. 100
Tabelle 38: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Feuerwehrgerätehäusern nach Fläche. 101
Tabelle 39: Übersicht über die Auswertung der Hallenbäder – Datenbasis, statistische Kennwerte, Zielwerte. 102
Tabelle 40: Wärmeverbräuche von Hallenbädern nach Fläche. 107
Tabelle 41: Stromverbräuche von Hallenbädern nach Fläche. 109
Tabelle 42: Gesamtendenergieverbrauch (Wärme u. Strom) von Hallenbädern nach Fläche. 110

Quellen

[1] Rechsteiner, Eva; Hertle, Hans: Leitfaden Klimaneutrale Kommunalverwaltung Baden-Württemberg, Dezember 2023, ifeu, Heidelberg

[2] Bundesanzeiger: Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand vom 15. April 2021, Veröffentlicht am Montag 3. Mai 2021, Banz AT 03.05.2021 B1

Impressum

Titel
Energieverbrauchskennwerte von Nichtwohngebäuden in Baden-Württemberg basierend auf KlimaG-§-18-Daten 2021

Herausgeberin
KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH
Bereich Energiemanagement
Kaiserstraße 94 a
76133 Karlsruhe
www.kea-bw.de

Autor
Joachim Kaltenbrunner

Redaktion
Andrea Immendörfer

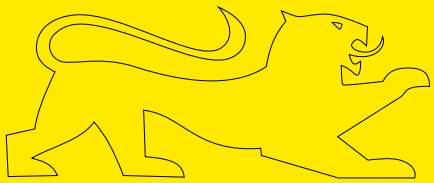
Gestaltung & Layout
tippingpoints GmbH

Bildnachweis
Titelbild: KEA-BW / Colourbox.de
Grafiken: Joachim Kaltenbrunner

Zu zitieren als:
Kaltenbrunner, J., Energieverbrauchskennwerte von Nichtwohngebäuden in Baden-Württemberg basierend auf KlimaG-§-18-Daten 2021, KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, 11/2024

Veröffentlichung
08.11.2024

© KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH; auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.



KEA Klimaschutz- und Energieagentur
Baden-Württemberg GmbH
Kaiserstraße 94 a
76133 Karlsruhe

info@kea-bw.de
Tel.: (0721) 98471-0
Fax: (0721) 98471-20
www.kea-bw.de

KEA-BW
DIE LANDESENERGIEAGENTUR