



Wir beraten Sachsen.

Unabhängig, kompetent, nachhaltig.

Beratende Äußerung

BERATUNG

Schulhausbau in Sachsen

Schulhausbau in Sachsen

Beratende Äußerung gem. § 88 Abs. 2 SÄHO

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
1	Zusammenfassung.....7
2	Veranlassung der Beratenden Äußerung.....8
3	Bedarfsplanung.....8
3.1	Einleitung.....8
3.2	Dokumentation der Bedarfsplanung9
3.3	Beteiligte im Rahmen der Bedarfsplanung10
3.4	Raumprogramm als wesentlicher Bestandteil der Bedarfsplanung10
4	Flächen13
4.1	Einleitung.....13
4.2	Effizienz bezüglich der Verkehrsflächen14
4.3	Effizienz bezüglich der Brutto-Rauminhalte.....15
5	Lebenszykluskosten16
5.1	Einleitung.....16
5.2	Nutzungskosten17
5.3	Energiemanagement.....19
5.4	Mess- und Zählerkonzepte.....20
6	Energiekonzepte21
6.1	Einleitung.....21
6.2	Qualität der Energiekonzepte22
6.3	Energetischer Gebäudestandard23
6.4	Lüftungssysteme.....24
6.5	Photovoltaikanlagen25
7	Baukosten.....26
7.1	Einleitung.....26
7.2	Entwicklung der Bauwerkskosten27
7.3	Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Baumaßnahmen über Kostenkennwerte28

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Auswertung zur Dokumentation der Bedarfsplanung	9
Abbildung 2: Dresdner Beteiligungskonzept im Rahmen der Bedarfsplanung	10
Abbildung 3: Überschreitung der Raumprogrammempfehlungen des SMK von 1993, der Stadt Dresden (2016) und der Stadt Leipzig (2017).....	11
Abbildung 4: Systematik der Flächenarten nach DIN 277	13
Abbildung 5: Vergleich der Maßnahmen hinsichtlich der Verhältnisse der Verkehrsflächen zu den jeweiligen Nutzungsflächen.....	14
Abbildung 6: Hohe Verkehrsflächenanteile durch Fluraufweitungen und einbündige Erschließung	14
Abbildung 7: Berechnungsbeispiel zur Veranschaulichung der Auswirkungen der Geschosshöhe und geschossübergreifender Lufträume auf den Kennwert Brutto-Rauminhalt zu Brutto-Grundfläche	15
Abbildung 8: Vergleich der Maßnahmen hinsichtlich des Verhältnisses von Brutto-Rauminhalt zu Brutto-Grundfläche	16
Abbildung 9: Art und Anzahl durchgeführter Wirtschaftlichkeits- und Variantenuntersuchungen	17
Abbildung 10: Typische Kostenverteilung im Lebenszyklus einer Immobilie	17
Abbildung 11: Kostengruppen und Gliederungstiefe der Nutzungskosten.....	18
Abbildung 12: Darstellung der Abfrage zu den Nutzungskosten.....	18
Abbildung 13: Prozessschema in Anlehnung an die VDI 6041 und Empfehlung Nr. 158 des AMEV.....	19
Abbildung 14: Energiemonitoring (Angaben auf der Grundlage der Umfrage)	20
Abbildung 15: Mess- und Zählerkonzepte (Angaben auf der Grundlage ausgewerteter Fragebögen).....	21
Abbildung 16: Energiekonzepte (Angaben auf der Grundlage ausgewerteter Fragebögen und vorgelegter Unterlagen).....	22
Abbildung 17: Mögliche Schrittfolge mit Mindestinhalten zur Erstellung eines Energiekonzeptes.....	23
Abbildung 18: Prinzip der energetischen Gesamtbewertung	23
Abbildung 19: Variantenuntersuchungen zum energetischen Gebäudestandard	24
Abbildung 20: Einsatz verschiedener Lüftungssysteme bei den untersuchten Schulgebäuden.....	25
Abbildung 21: Variantenuntersuchungen zu Photovoltaikanlagen.....	26
Abbildung 22: Übersicht zu ausgewählten Kostenermittlungen	27
Abbildung 23: Entwicklung der Bauwerkskosten	28
Abbildung 24: Maßnahmenvergleich der Bauwerkskosten je Nutzungsfläche, indiziert	29
Abbildung 25: Maßnahmenvergleich der Bauwerkskosten je Klasse, indiziert.....	30

Abkürzungsverzeichnis

AMEV	Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen
BGF	Brutto-Grundfläche
BKI	Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern
BNB	Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen
BRI	Brutto-Rauminhalt
BWK	Bauwerkskosten
DIN	Deutsches Institut für Normung
DIN 276	Kosten im Bauwesen
DIN 277	Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau
DIN 18205	Bedarfsplanung im Bauwesen
DIN 18960	Nutzungskosten im Hochbau
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EnEG	Energieeinspargesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GS	Grundschule
GYM	Gymnasium
KGF	Konstruktions-Grundfläche
KG	Kostengruppe
NRF	Netto-Raumfläche
NUF	Nutzungsfläche
OS	Oberschule
PV-Anlagen	Photovoltaikanlagen
PV-Module	Photovoltaikmodule
RPE 1993	Raumprogrammempfehlung des SMK aus dem Jahr 1993
RPF	Raumprogrammfläche
SächsGemO	Sächsische Gemeindeordnung
SächsKomHVO	Sächsische Kommunalhaushaltsverordnung
SMK	Sächsisches Staatsministerium für Kultus
SRH	Sächsischer Rechnungshof
SZ	Schulzentrum
TF	Technikfläche
VDI 2052	Raumluftechnische Anlagen für Küchen
VDI 2067	Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen
VF	Verkehrsfläche
VOF	Verdingungsordnung für freiberufliche Leistungen
VwV KomHWi	Verwaltungsvorschrift Kommunale Haushaltswirtschaft

1 Zusammenfassung

- 1 Für die Verwirklichung von Bildungs- und Chancengerechtigkeit ist der bedarfsgerechte Ausbau der zugehörigen Schulinfrastruktur ein wesentlicher Baustein. Er bildet daher aktuell einen Schwerpunkt der kommunalen Bau-tätigkeit.
- 2 Moderne Schulgebäude müssen eine Vielzahl von Anforderungen erfüllen. Es soll eine Architektur entstehen, die zeitgemäßen pädagogischen Erfordernissen gerecht wird und dennoch flexibel auf sich ändernde Konzepte reagieren kann. Da nur begrenzte Ressourcen zur Verfügung stehen, sind insbesondere beim Neubau von Schulen die Flächen, Kosten und Energieverbräuche zu optimieren. All diesen Anforderungen gerecht zu werden, bedeutet eine große Herausforderung für die Schulträger.
- 3 Der SRH hat eine Vielzahl von Schulbauten geprüft. Darauf aufbauend gibt er den Schulträgern für den Neubau von Schulen nachfolgende Empfehlungen.
- 4 Aufgrund der Bedeutung für die spätere Objektplanung und Projektumsetzung ist eine gründliche **Bedarfsplanung** unverzichtbar. Der SRH empfiehlt, den Prozess der Bedarfsplanung in Anlehnung an die DIN 18205 zu gestalten und insbesondere auf eine schlüssige Dokumentation in Form eines Bedarfsplanes zu achten. Zudem sollte bereits im Rahmen der Bedarfsplanung der Nutzer einbezogen werden.
- 5 Hilfreich für die Bedarfsplanung ist die Anwendung von Raumprogrammempfehlungen. Die Schulträger sollten die konkreten Entwürfe regelmäßig mit den zu Grunde liegenden Raumprogrammempfehlungen abgleichen. Dabei erkannte Mehrflächen müssen kritisch hinterfragt werden, denn die **Raumprogrammfläche** hat einen unmittelbaren Einfluss auf die Kosten des Bauwerks sowie die späteren Nutzungskosten. Synergien durch Mehrfach-nutzungen und offene Raumkonzepte sowie die Mitnutzung von Schulen durch Externe sind zu prüfen.
- 6 Der SRH empfiehlt den Schulträgern außerdem, verstärkt die Wirtschaftlichkeit von Entwürfen anhand der **Verkehrsflächenanteile** zu überprüfen. Bei einigen Schulen überlagerten sich offene Lern- und Kommunikationszonen mit Verkehrsflächen. Generell empfiehlt der SRH eine kritische Auseinandersetzung mit dem Bedarf an Lern-, Kommunikations- und innenliegenden Pausenflächen. Es sollte geprüft werden, für welche Schulkonzepte derartige Flächen sinnvoll sind.
- 7 Neben den Flächen ist auch der **Brutto-Rauminhalt** entscheidend für die Bauwerks- und Nutzungskosten des Schulgebäudes. Hier sieht der SRH insbesondere Optimierungspotenzial bei den geschossübergreifenden Luft-räumen und den Geschosshöhen.
- 8 Der SRH empfiehlt zur wirtschaftlichen und nachhaltigen Planung von Schulgebäuden, die erwarteten **Nutzungskosten** zu dokumentieren und in planerische Entscheidungen einfließen zu lassen. Die DIN 18960 kann dazu eine Unterstützung sein. Zudem ist die systematische fortlaufende Protokollierung der Nutzungskosten im Gebäudebetrieb für ein erfolgreiches Controlling unerlässlich.
- 9 Der SRH empfiehlt auf Basis von **Monitoringkonzepten** zur Qualitätssicherung und zur Betriebskostenminimie-rung die Etablierung eines Energiemanagements für alle Baumaßnahmen. Es sollte bereits im Zusammenhang mit dem Energiekonzept in der Planungsphase aufgestellt und in der Nutzungsphase kontinuierlich durchgeführt werden.
- 10 Bei jeder Baumaßnahme mit relevantem Energieverbrauch ist ein **Energiekonzept** zu erstellen und bei Bedarf fortzuschreiben. Zur Abwägung der wirtschaftlichsten Lösung sind dabei stets **Variantenuntersuchungen** durch-zuführen. Gebäudekonzept, Energieversorgung und Gebäudetechnik sollen dabei kombiniert betrachtet werden. In den zugehörigen Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen müssen die Lebenszykluskosten der Varianten einbezogen werden.
- 11 Der SRH empfiehlt der kommunalen Bauverwaltung zu Beginn einer Maßnahme die Beurteilung der **Gesamtkosten** anhand eines Kennwertvergleichs mit ähnlichen Baumaßnahmen. Im Rahmen der Entwurfspla-nung ist eine sorgfältige Prüfung der Kostenberechnung unerlässlich, denn anfänglich zu gering kalkulierte Kosten führen regelmäßig zu Mehraufwand im Projektverlauf.

2 Veranlassung der Beratenden Äußerung

- 12 In vielen Städten und Gemeinden ist der Schulbau Schwerpunkt der kommunalen Investitionen. Zum einen ist bei der Bemessung der Kapazitäten die künftige Entwicklung der Schülerzahlen relevant. Zum anderen sind vor allem beim Neubau sich schnell wandelnde pädagogische und bauliche Konzepte zu berücksichtigen. Ganztägiges Lernen, Inklusion/Integration, offene und flexible Lernkonzepte sowie Nachhaltigkeitsaspekte haben zunehmenden Einfluss auf den modernen Schulbau.
- 13 Der SRH prüfte im Rahmen einer Querschnittsprüfung bei verschiedenen Schulträgern den Schulhausbau der vergangenen Jahre aus baufachlicher Sicht. Für diese Prüfung hat er insgesamt 18 Schulneubauten bei 7 Schulträgern ausgewählt. Diese Auswahl beinhaltet Grundschulen, Oberschulen, Gymnasien sowie 3 Schulzentren, wobei der SRH ein Schulzentrum als eine Neubaumaßnahme zählt.
- 14 Im Rahmen einer vergleichenden Betrachtung der einzelnen Schulbaumaßnahmen hat er analysiert, wie die Kommunen ihre Bauvorhaben vorbereiten, planen und ausführen. Darüber hinaus hat er untersucht, inwieweit sich die Schulbaumaßnahmen hinsichtlich Flächen, Kosten und Qualitäten unterscheiden. Wiederkehrende Feststellungen werden in dieser Beratenden Äußerung herausgearbeitet und dargestellt.
- 15 Unter den ausgewählten Maßnahmen befinden sich zum Teil Schulbauten mit Sporthallen und Sportanlagen. Die Sporthallen und -anlagen sind nicht Gegenstand dieser Prüfung. Sofern Schulzentren Untersuchungsgegenstand waren, wurden in den Vergleichen zum Raumprogramm die jeweiligen Schularten getrennt betrachtet. Bei den übrigen Vergleichen wurden die Gebäude als Gesamtheit – also als Schulcampus – berücksichtigt.¹

3 Bedarfsplanung

3.1 Einleitung

- 16 Die Bedarfsplanung steht am Anfang jeder Baumaßnahme und markiert den Startpunkt des Projektes. Hier werden die Ziele und Rahmenbedingungen des Projektes sowie die qualitativen und quantitativen Anforderungen definiert. Dies sind z. B. die Flächenbedarfe für das Schulgebäude sowie der finanzielle und zeitliche Rahmen.
- 17 Die DIN 18205² stellt ein hilfreiches Instrument zur Bedarfsplanung dar. Sie enthält insbesondere sehr umfangreiche Checklisten³, anhand derer der Prozess der Bedarfsplanung strukturiert begleitet werden kann. Das Ergebnis der Bedarfsplanung ist der Bedarfsplan. In diesem Dokument werden die Ergebnisse der Bedarfsplanung in schriftlicher Form zusammengefasst. Darüber hinaus wird der Prozess der Bedarfsplanung nachvollziehbar dokumentiert.
- 18 Alle Überlegungen in der Phase der Bedarfsplanung beziehen sich auf ein abstraktes Gebäude. Nicht Teil der Bedarfsplanung im engeren Sinn sind konkrete Entwürfe für ein Gebäude. Diese schließen sich erst an, wenn der Bedarf klar definiert ist.

¹ Abzüglich der Sporthallen.

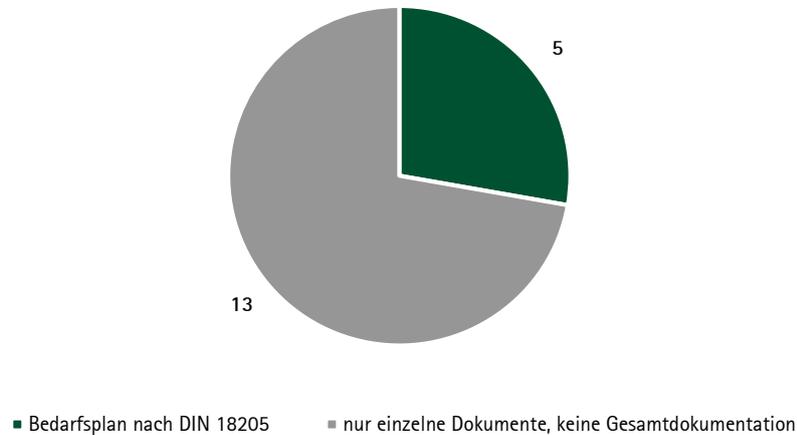
² Aktuelle Fassung: DIN 18205:2016-11 Bedarfsplanung im Bauwesen. Bei den ausgewählten Baumaßnahmen war die Vorgängernorm DIN 18205:1996 maßgeblich.

³ Bis zur Einführung der DIN 18205:2016-11 wurden die Checklisten als Prüflisten bezeichnet.

3.2 Dokumentation der Bedarfsplanung

- ¹⁹ Im Rahmen der Querschnittsprüfung bat der SRH um Unterlagen zur Bedarfsermittlung. Diese wurden auf wesentliche ausgewählte Bestandteile geprüft. Ebenfalls analysierte der SRH, ob ein zusammenfassendes Dokument in Form eines Bedarfsplanes erstellt wurde. Es ergibt sich folgendes Bild:

Abbildung 1: Auswertung zur Dokumentation der Bedarfsplanung



Quelle: Eigene Darstellung.

- ²⁰ Bei 5 der 18 Baumaßnahmen wurde ein Bedarfsplan übermittelt, der im Besonderen den Ausführungen der DIN 18205 entspricht. Diese Bedarfspläne sind umfassend, übersichtlich strukturiert und gründlich aufbereitet. Die Basis für die weiteren Planungsschritte liegt damit im erforderlichen Umfang vor.
- ²¹ Bei den restlichen 13 Maßnahmen wurden lediglich einzelne Dokumente übermittelt. Teilweise finden sich Inhalte der Bedarfsplanung wie der finanzielle und zeitliche Rahmen, das Raumprogramm und energetische Zielstellungen in den Aufgabenstellungen zur Vergabe der freiberuflichen Leistungen wieder. Ein Gesamtdokument in Form eines Bedarfsplanes wurde in diesen Fällen jedoch nicht vorgelegt.
- ²² Der SRH empfiehlt, der Bedarfsplanung zu Beginn eines Projektes mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Anhand der DIN 18205 können mit Hilfe von Checklisten die Bedürfnisse von Bauherren und Nutzern sowie die Ressourcen und Projektziele methodisch erfasst werden. Der Bedarfsplan stellt die Ergebnisse zusammen und bildet damit eine strukturierte Grundlage für die Entwurfsplanung. Auf diese Weise erhalten alle Planungsbeteiligten eine fundierte Aufgabenbeschreibung und ein umfassendes Bild des Projektes. Umgekehrt kann der Bedarfsplan auch der Überprüfung der konkreten Planungen mit den zuvor aufgestellten abstrakten Projektzielen dienen.
- ²³ Aufgrund der Bedeutung für die spätere Objektplanung und Projektumsetzung ist eine möglichst umfangreiche Bedarfsplanung unverzichtbar. Der SRH empfiehlt, den Prozess der Bedarfsplanung in Anlehnung an die DIN 18205 zu gestalten und insbesondere auf eine schlüssige Dokumentation in Form eines Bedarfsplanes zu achten.

3.3 Beteiligte im Rahmen der Bedarfsplanung

- ²⁴ Aus Sicht des SRH beschreibt die Dresdner Schulbauleitlinie⁴ einen idealtypischen Verlauf im Prozess der Bedarfsplanung für Schulen. Dieser ist in folgender Abbildung schematisch dargestellt:

Abbildung 2: Dresdner Beteiligungskonzept im Rahmen der Bedarfsplanung



Quelle: Eigene Darstellung.

- ²⁵ Hierbei erfolgt eine Beteiligung des Nutzers durch eine „Schulbaukonferenz“⁵. Diese besteht aus je einer Vertretung der Schulleitung, der Lehrerkonferenz, der Eltern- und ggf. der Schülervertretung. In Form von Anhörungen haben diese zu verschiedenen Zeitpunkten die Möglichkeit, ihre Belange gegenüber dem Schulträger zu äußern. Durch diese frühe Einbindung wird das Risiko für Umlanungen in späteren Phasen deutlich minimiert.
- ²⁶ Der bauverwaltenden Ebene obliegt die Federführung der Bedarfsplanung. Es „werden Ziele und Nicht-Ziele definiert, ein erster Termin- und Kostenrahmen ermittelt, wesentliche Aspekte der ortsspezifischen Besonderheiten in der Aufgabenstellung verankert und Projektrisiken aufgezeigt“⁶. Der SRH sieht die Bauverwaltung zudem in der Pflicht, schon in dieser Phase auf die Wirtschaftlichkeit der Baumaßnahme hinzuwirken.
- ²⁷ Im Rahmen der Bedarfsplanung wird eine frühe Einbindung des Nutzers empfohlen. Dafür ist ein geeignetes Beteiligungsformat zu wählen, das sowohl Mitwirkung ermöglicht als auch Verantwortlichkeiten eindeutig zuweist.

3.4 Raumprogramm als wesentlicher Bestandteil der Bedarfsplanung

- ²⁸ Ein wesentlicher Bestandteil der Bedarfsplanung ist die Erstellung eines Raumprogramms. In diesem sind die Räume eines Gebäudes mit ihrer beabsichtigten Größe und späteren Nutzung aufgeführt. So werden für Schulen bspw. Unterrichts-, Gemeinschafts-, Verwaltungs- und Wirtschaftsräume in der jeweils erforderlichen Größe und Anzahl benötigt.
- ²⁹ Das SMK stellte im Jahr 1993 Raumprogrammempfehlungen zur Verfügung. Die darin enthaltenen Musterraumprogramme wurden bis heute – trotz Empfehlung des SRH⁷ – vom SMK leider nicht überarbeitet und an neue pädagogische, rechtliche und organisatorische Anforderungen angepasst. So werden z. B. Flächen zur Umsetzung einer inklusiven Beschulung⁸ oder für Ganztagsangebote⁹ benötigt. Vielmehr sind die Raumprogrammempfehlungen 2006 außer Kraft getreten.
- ³⁰ Das SMK teilte dem SRH auf Nachfrage mit, dass aktuell die Erarbeitung einer neuen Schulbauleitlinie für den Freistaat Sachsen durch einen externen Partner beabsichtigt ist. Ziel sei die Erarbeitung einer kurz und prägnant gefassten Schulbauleitlinie mit Empfehlungscharakter, die den Neubau, die Erweiterung und die Sanierung von Schulgebäuden gleichermaßen betrachtet. Dabei sollen sowohl die besonderen Bedürfnisse im ländlichen Raum als auch die Anforderungen der unterschiedlichen Schularten berücksichtigt werden. Ein Entwurf der Schulbauleitlinie soll voraussichtlich im 2. Quartal 2024 vorliegen.

⁴ Vgl. Dresdner Schulbauleitlinie mit Stand vom 24. November 2016.

⁵ Vgl. Dresdner Schulbauleitlinie mit Stand vom 24. November 2016, Pkt. 3.4.1.

⁶ Vgl. Dresdner Schulbauleitlinie mit Stand vom 24. November 2016, S. 15.

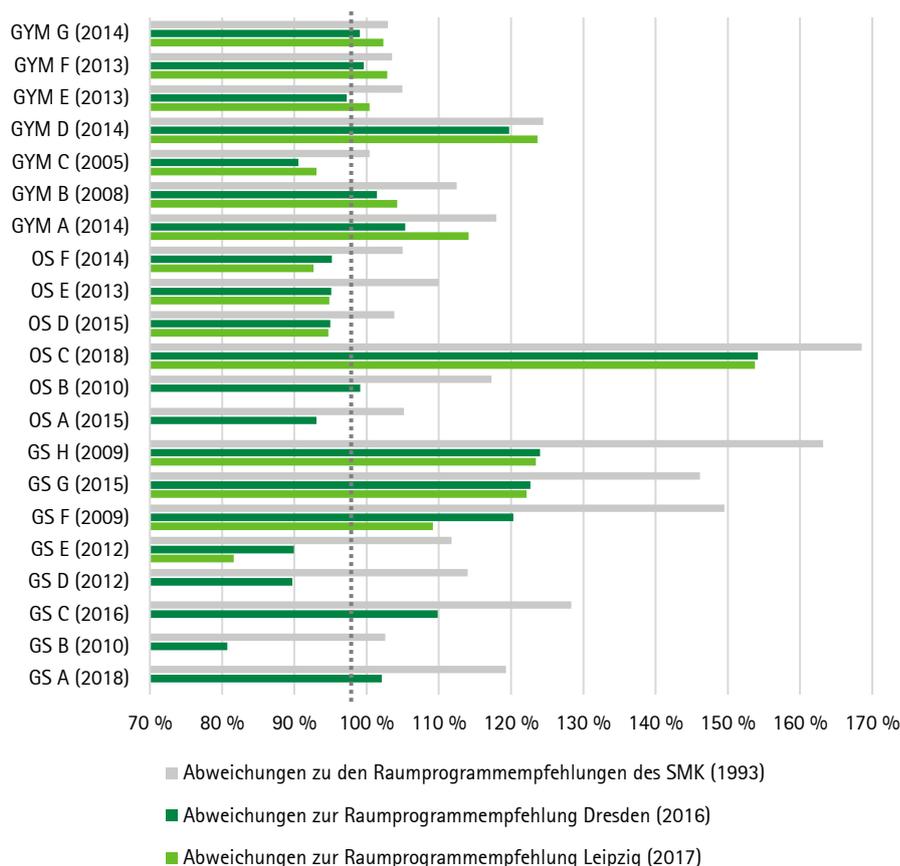
⁷ Vgl. JB 2017 Bd. I, Beitrag Nr. 13 Rn 16, 17.

⁸ Gemäß § 1 Abs. 7 Satz 2 SächsSchulG ist Inklusion als „ein Ziel der Schulentwicklung aller Schulen“ seit dem 1. August 2017 im SächsSchulG verankert.

⁹ Eine Förderung von Ganztagsangeboten erfolgt im Rahmen der Sächsischen Ganztagsangebotsverordnung.

- 31 Aus Ermangelung neuer Vorgaben wurden die Raumprogrammempfehlungen aus dem Jahr 1993 von den Kommunen auch nach 2006 weiterhin als Orientierung verwendet. Aus Sicht des SRH ist diese Vorgehensweise aus wirtschaftlichen Gründen und mangels Alternativen nachvollziehbar. Zudem haben die Städte Dresden und Leipzig 2016 bzw. 2017 dieses Vakuum mit eigenen Schulbaurichtlinien gefüllt, welche detaillierte Raumprogrammempfehlungen enthalten. Derzeit stellt das Landesamt für Schule und Bildung den Schulträgern auf Wunsch die Dresdner Schulbauleitlinie zur Verfügung. Damit gibt es auch für die Schulträger, die über wenig Erfahrung beim Schulbau verfügen, eine weitere Orientierung.
- 32 Um eine Aussage zum Umfang der Raumprogramme der untersuchten Schulen treffen zu können, hat der SRH die Schulbauten mit den Raumprogrammempfehlungen des SMK aus dem Jahr 1993 sowie mit den Leitlinien der Städte Dresden von 2016 und Leipzig von 2017 verglichen. Dabei ist zu beachten, dass die Planung der vorliegend geprüften Schulbauten in Dresden und Leipzig bereits vor dem Inkrafttreten dieser Schulbauleitlinien begann. Die Leitlinien waren folglich für keine Baumaßnahme anzuwenden. Zudem existieren für kleine Zügigkeiten zum Teil keine Raumprogramme. In diesen Fällen ist kein Vergleich möglich. Da außerdem die Aspekte Inklusion und Ganztagsangebote in den Raumprogrammempfehlungen der Städte Dresden und Leipzig eine eher untergeordnete Rolle spielen, hat der SRH in den folgenden Betrachtungen die Flächen für diese Bereiche von den Raumprogrammflächen abgezogen.
- 33 Nachfolgendes Diagramm setzt die realisierten Raumprogramme mit den 3 verschiedenen Raumprogrammempfehlungen ins Verhältnis¹⁰:

Abbildung 3: Überschreitung der Raumprogrammempfehlungen des SMK von 1993, der Stadt Dresden (2016) und der Stadt Leipzig (2017)¹¹



Quelle: Eigene Darstellung.

¹⁰ Die Zahl in Klammern entspricht dem Planungsbeginn des Schulbaus.

¹¹ Der Raumbedarf für Inklusion und Ganztagsangebote wurde herausgerechnet.

- 34 Der Vergleich mit den Raumprogrammempfehlungen des SMK aus dem Jahr 1993 wird durch den grauen oberen Balken im Diagramm angezeigt. Hierbei spiegelt sich zum einen die enorme Bandbreite wider (von 100 % bis zu 169 %). Zum anderen zeigt sich auch, dass kein Zusammenhang zwischen der Überschreitung der Raumprogrammempfehlungen und dem Planungsbeginn zu erkennen ist.
- 35 Es fällt auf, dass einige Schulen trotz neuer Schulkonzepte durch geschickte Gestaltung sogar im Rahmen der Raumprogrammempfehlungen des SMK aus dem Jahr 1993 bleiben. Dies spricht dafür, dass diese Empfehlungen auch heute noch als Orientierung für Schulneubauten herangezogen werden können. Der SRH empfiehlt daher auch weiterhin die Raumprogrammempfehlungen des SMK als Orientierung für wirtschaftliches Bauen.
- 36 Das SMK sieht allgemeine Raumprogrammempfehlungen kritisch. Es verweist auf die sich stetig wandelnden Anforderungen an Schule und die zunehmende Heterogenität der Schülerschaft, denen durch verschiedene bauliche Möglichkeiten Rechnung getragen werden kann.
- 37 Der SRH sieht darin kein Hindernis für Raumprogrammempfehlungen. Die dieser Beratenden Äußerung zugrundeliegende Querschnittsprüfung hat gezeigt, dass die Schulträger eine Orientierung benötigen und wünschen. Ein empfehlender Charakter lässt zudem ausreichend Spielraum für individuelle bauliche Gestaltungen oder eigene Leitlinien. Abbildung 3 zeigt anschaulich, dass moderne Schulbauten sogar im Bereich der Raumprogrammempfehlungen aus 1993 möglich sind, obwohl sich die schulischen Anforderungen seit deren Erlass geändert haben.
- 38 Die aktuelleren Raumprogrammempfehlungen der Städte Dresden von 2016 und Leipzig von 2017 werden durch die beiden grünen Balken angezeigt. Auch hier spiegelt sich eine große Varianz (von 81 % bis zu 154 %) wider. Da die Raumprogrammempfehlungen aus Dresden und Leipzig deutlich großzügiger als die Raumprogrammempfehlungen des SMK aus dem Jahr 1993 sind, liegt ein Großteil der Maßnahmen innerhalb des Empfehlungsrahmens. Dennoch überschreiten einige Maßnahmen sogar diese Raumprogrammempfehlungen erheblich.
- 39 Der SRH hat analysiert, durch welche Maßnahmen die Raumprogrammfläche optimiert werden konnte, ohne dabei an Funktionalität einzubüßen. Dabei hat sich gezeigt, dass Synergieeffekte z. B. durch das Zusammenlegen von Speise- und Mehrzweckraum bzw. Aula erzielt werden können, die sich bei Bedarf über eine mobile Trennwand wieder separieren lassen.
- 40 Der SRH sieht insbesondere überdimensionierte Aulen und Mensen kritisch. Auch über die Raumprogrammempfehlungen hinausgehende zusätzliche Klassen- und Fachunterrichtsräume sollten hinsichtlich ihrer Notwendigkeit hinterfragt werden. Gegebenenfalls wäre in diesen Fällen eine Mehrfachnutzung anderer Räume genauso zielführend gewesen.
- 41 In vielen Schulen werden zunehmend offene Lern- und Raumkonzepte umgesetzt. Baulichen Ausdruck finden solche neuen Konzepte in zentralen oder dezentralen Lern- und Kommunikationszonen i. V. m. innenliegenden Pausenflächen sowie offenen Foyers. Diese Flächen sind jedoch weder in den Raumprogrammempfehlungen des SMK noch in denen der Städte Dresden und Leipzig in der entsprechenden Größenordnung ausgewiesen. Die Zuordnung erfolgt daher häufig zur Verkehrsfläche, seltener aber auch zur Nutzungsfläche (NUF). Das Ergebnis sind entweder überproportional hohe Verkehrsflächen oder eine Überschreitung der Raumprogrammempfehlungen. Dies erschwert maßgeblich den Vergleich zwischen den Schulen und führt möglicherweise zur Realisierung von zu großen und nicht wirtschaftlichen Schulbauten.
- 42 Der SRH empfiehlt, im Rahmen der Evaluierung oder der Neuaufstellung von Raumprogrammempfehlungen die Auseinandersetzung mit dem quantitativen Flächenbedarf für solche offenen Räume und Zonen in Schulgebäuden. Dabei sollte auch verbindlich geklärt werden, welcher Flächenart nach DIN 277 diese Nutzungen zuzuordnen sind und wie dabei insbesondere Doppelnutzungen berücksichtigt werden können. Je nach Entwurfskonzept sollte dabei zwischen zentralen und dezentralen Flächen in den Raumprogrammen differenziert werden.

- 43 Grundsätzlich positiv sieht der SRH auch die Nutzung der Schulgebäude durch Externe außerhalb der regulären Schulbetriebszeit, z. B. Gemeinderat, Musikschulaußenstelle, Töpferwerkstatt. Dies sollte jedoch bereits frühzeitig berücksichtigt werden und Eingang in die Bedarfsplanung finden. Die Mitnutzung hat Einfluss auf den späteren Entwurf, z. B. hinsichtlich der Lage dieser Räume im Gebäude, der Raumzusammenhänge und deren Erschließung.
- 44 Der SRH empfiehlt die Anwendung von allgemeingültigen Raumprogrammempfehlungen mit einer Differenzierung hinsichtlich der Schularten Grundschule, Oberschule und Gymnasium. Er verweist auf die Raumprogrammempfehlungen des SMK aus 1993 sowie der Städte Dresden und Leipzig. Die Schulträger sollten die konkreten Entwürfe regelmäßig mit den zu Grunde liegenden Raumprogrammempfehlungen abgleichen und Überschreitungen hinsichtlich der tatsächlichen Notwendigkeit kritisch hinterfragen. Synergien durch die Überlagerungen unterschiedlicher Nutzungen und offene Raumkonzepte sowie die Mitnutzung von Schulen durch Externe sollten geprüft werden.

4 Flächen

4.1 Einleitung

- 45 Im Bauwesen regelt die DIN 277¹² die Ermittlung von Flächen und Rauminhalten von Bauwerken. Sie schafft damit Grundlagen für die Vergleichbarkeit verschiedener Gebäude hinsichtlich ihrer Flächeneffizienz, also der optimalen Nutzung der im Gebäude vorhandenen Flächen.
- 46 Zum besseren Verständnis seien im Folgenden einige der in der aktuellen DIN 277 definierten Begriffe kurz erläutert:
- 47 Als **Brutto-Grundfläche** wird die Gesamtheit der Grundflächen aller Geschosse bezeichnet. Jeder Quadratmeter der Brutto-Grundfläche wird entweder der **Konstruktions-Grundfläche** (Grundflächen der aufgehenden Baukonstruktionen des Bauwerks) oder der **Netto-Raumfläche** zugeordnet. Die Netto-Raumfläche wiederum setzt sich aus der **Nutzungsfläche** (Fläche, die den Zweckbestimmungen des Bauwerks dient), der **Technikfläche** (Flächen für die technischen Anlagen zur Versorgung und Entsorgung des Bauwerks) und der **Verkehrsfläche** (Fläche für die horizontale und vertikale Verkehrserschließung des Bauwerks) zusammen. Folgende Übersicht verdeutlicht die Systematik:

Abbildung 4: Systematik der Flächenarten nach DIN 277

Brutto-Grundfläche (BGF)			
Netto-Raumfläche (NRF)			Konstruktions-Grundfläche (KGF)
Nutzungsfläche (NUF)	Technikfläche (TF)	Verkehrsfläche (VF)	
z. B. Unterrichtsräume, Büros, Sanitär	z. B. Aufstellflächen für Heizung und Lüftung	z. B. Flure, Treppen, Aufzüge	z. B. Wände

Quelle: Eigene Darstellung.

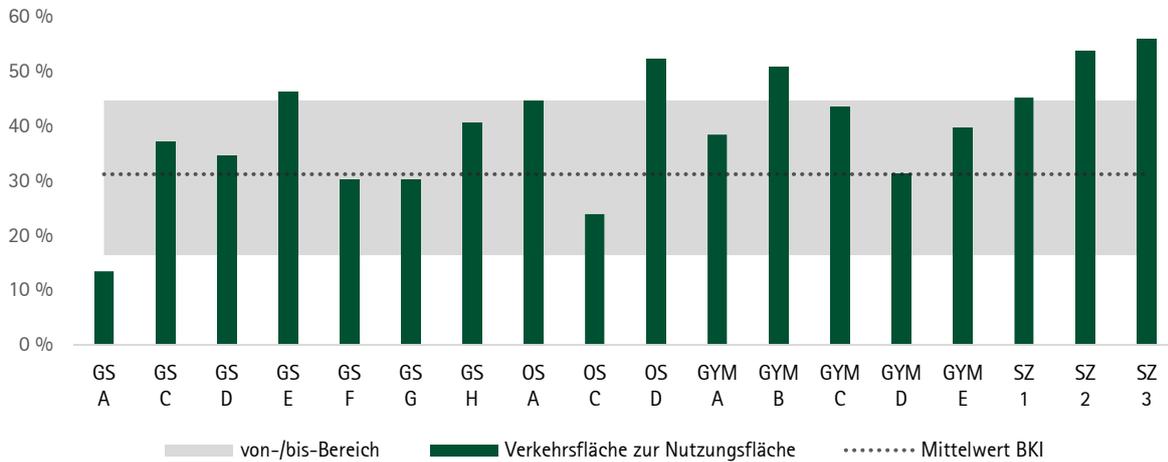
- 48 Zur Beurteilung der Flächeneffizienz der Schulgebäude untereinander werden diese in den folgenden Abschnitten anhand von Kennwerten verglichen. Vergleichswerte liefert bspw. das Baukosteninformationszentrum der Architektenkammern (BKI). Dabei werden die Daten einer Vielzahl realer abgerechneter Vergleichsobjekte aufbereitet und daraus statistische Kosten- und Flächenkennwerte gebildet. Vorliegend hat der SRH als Datengrundlage vergleichbare Schulgebäude der BKI-Datenbank herangezogen.

¹² Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau. Die aktuelle Fassung ist die DIN 277 aus dem August 2021. Maßgeblich für die geprüften Maßnahmen waren die Vorgängernormen aus den Jahren 2005 und 2016. Im Rahmen dieses Prüfungsberichts werden die Bezeichnungen der aktuellen DIN verwendet.

4.2 Effizienz bezüglich der Verkehrsflächen

- 49 Ein Grundsatz wirtschaftlichen Planens besteht darin, die Verkehrsflächen möglichst wirtschaftlich zu gestalten. Die Betrachtung des Verhältnisses der Verkehrsfläche zur Nutzungsfläche ist eine Möglichkeit, die Flächeneffizienz eines Gebäudeentwurfs zu beurteilen.
- 50 Dies stellt sich bei den untersuchten Schulbaumaßnahmen wie folgt dar:

Abbildung 5: Vergleich der Maßnahmen hinsichtlich der Verhältnisse der Verkehrsflächen zu den jeweiligen Nutzungsflächen



Quelle: Eigene Darstellung.

- 51 Der Mittelwert nach BKI für das Verhältnis von Verkehrsfläche zu Nutzungsfläche liegt bei 31 %. Es fällt auf, dass der Großteil der Baumaßnahmen diesen Mittelwert überschreitet. 6 Maßnahmen überschreiten sogar den bis-Wert¹³ von 45 %, 4 davon erheblich. Hauptgründe dafür sind sehr großzügige Foyers, überdimensionierte Treppenanlagen, Fluraufweitungen oder einbündige Erschließung. Bei einer Schule wurden sogar 2 unabhängige Erschließungswege innerhalb des Schulgebäudes realisiert. Insbesondere die Kumulation dieser Gründe führt im Ergebnis zu einem überdurchschnittlichen Verkehrsflächenanteil.

Abbildung 6: Hohe Verkehrsflächenanteile durch Fluraufweitungen und einbündige Erschließung



Quelle: Eigene Aufnahme.

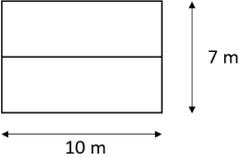
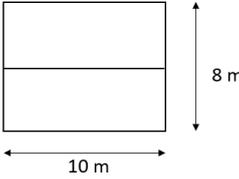
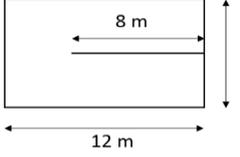
¹³ Im Diagramm als obere Linie des grauen Bereichs dargestellt.

- 52 Grundsätzlich begrüßt der SRH die Überlagerung der Verkehrsfläche mit anderen Funktionen, wie z. B. Aufenthalts- und Kommunikationsbereichen. Allerdings sollten dadurch die Verkehrsflächen nicht überproportional ausgeweitet werden. Der SRH empfiehlt daher den Schulträgern, sich grundsätzlich mit dem Bedarf an Lern- und Kommunikationszonen sowie innenliegenden Pausenflächen und Foyers kritisch auseinanderzusetzen und quantitativ zu erfassen (vgl. Pkt. 3.4). Im Ergebnis könnten diese Flächenbedarfe als Optionsflächen in allgemeine Raumprogrammempfehlungen einfließen.
- 53 Der SRH empfiehlt den Schulträgern, verstärkt die Wirtschaftlichkeit von Entwürfen anhand der Verkehrsflächenanteile zu überprüfen und die Entwürfe dahingehend zu optimieren. Als Richtwert sollte bei Grundschulen ein maximaler Anteil der Verkehrsfläche an der NUF von 30 %, bei Oberschulen und Gymnasien von 40 % angestrebt werden. Bei offenen Raumkonzepten, in denen sich Nutzungsflächen mit den Verkehrsflächen überlagern, sollte die Verkehrsfläche nicht überproportional ausgeweitet werden. Generell empfiehlt der SRH eine kritische Auseinandersetzung mit dem Bedarf an Lern-, Kommunikations- und innenliegenden Pausenflächen und deren Aufnahme als Optionsflächen in allgemeingültige Raumprogrammempfehlungen.

4.3 Effizienz bezüglich der Brutto-Rauminhalte

- 54 Der Brutto-Rauminhalt bezeichnet das Gesamtvolumen eines Bauwerks. Die Betrachtung des Verhältnisses des Brutto-Rauminhalts zur Brutto-Grundfläche gibt Aufschluss über die Wirtschaftlichkeit hinsichtlich des Gebäudevolumens. Dabei gilt, dass ein möglichst niedriger Wert anzustreben ist.
- 55 Relevante Einflussfaktoren auf das Gebäudevolumen sind insbesondere die Geschosshöhen¹⁴ sowie geschossübergreifende Lufträume wie Galerien, Atrien und Lichthöfe. Folgende vereinfachte Berechnungsbeispiele sollen die Auswirkungen dieser Faktoren auf den Kennwert veranschaulichen und bei der Interpretation des nachfolgenden Diagrammes unterstützen:

Abbildung 7: Berechnungsbeispiel zur Veranschaulichung der Auswirkungen der Geschosshöhe und geschossübergreifender Lufträume auf den Kennwert Brutto-Rauminhalt zu Brutto-Grundfläche

	Ausgangsvariante	Veränderung der Geschosshöhe	Geschossübergreifende Lufträume
Prinzipschnitt			
Länge Gebäude	10,0 m	10,0 m	12,0 m ¹⁵
Breite Gebäude	10,0 m	10,0 m	10,0 m
Geschosshöhe	3,5 m	4,0 m	3,5 m
Brutto-Grundfläche	200 m ²	200 m ²	200 m ²
Brutto-Rauminhalt	700 m ³	800 m ³	840 m ³
BRI/BGF	3,5 m ³ /m ²	4,0 m ³ /m ²	4,2 m ³ /m ²
Veränderung zur Ausgangsvariante		+11 %	+20 %

Quelle: Eigene Darstellung.

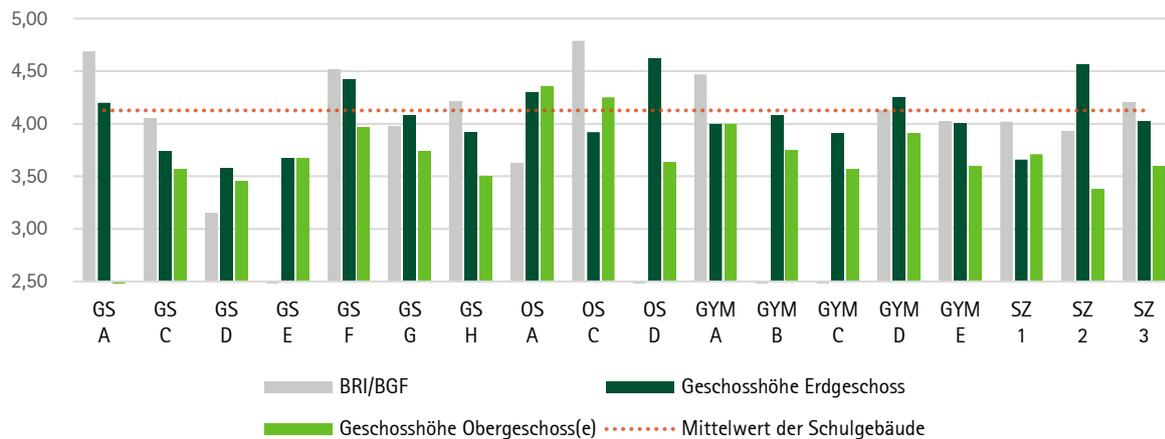
- 56 Bei allen Varianten beträgt die Brutto-Grundfläche 200 m². Durch die veränderten Raumhöhen bzw. den generierten Luftraum erhöht sich der Brutto-Rauminhalt signifikant. Dies wirkt sich zum einen negativ auf die Baukosten aus. Zum anderen sind damit auch langfristig höhere Kosten in der Nutzungsphase verbunden. Hier seien insbesondere die Betriebskosten für Heizung und Lüftung erwähnt.

¹⁴ Der Begriff Geschosshöhe ist nicht eindeutig definiert. In dieser Beratenden Äußerung bezeichnet die Geschosshöhe den Abstand von der Oberkante Fertigfußboden (OKFF) des Geschosses zum jeweiligen darüber liegenden. Bildet das Dach den Abschluss des Geschosses, wurde die Oberkante der Abdichtungsebene zugrunde gelegt.

¹⁵ Um eine Brutto-Grundfläche von 200 m² erzeugen zu können, muss das Gebäude bei dieser Variante von 10 m auf 12 m verlängert werden.

57 Die Auswertung der betrachteten Schulgebäude¹⁶ der Querschnittsprüfung ergibt folgendes Diagramm:

Abbildung 8: Vergleich der Maßnahmen hinsichtlich des Verhältnisses von Brutto-Rauminhalt zu Brutto-Grundfläche



Quelle: Eigene Darstellung.

58 Im Diagramm zeigt die graue Säule das Verhältnis der Brutto-Rauminhalte zu den jeweiligen Brutto-Grundflächen. Hier ist ein möglichst niedriger Wert anzustreben.¹⁷ Der Kennwert bei den geprüften Schulen reicht von 3,1 bis 4,8. Der Mittelwert liegt bei 4,1.¹⁸ Die rechten Säulen bilden die Geschosshöhen ab. In den Fällen, in denen die linke, graue Säule (Kennwert) die beiden rechten, grünen Säulen (Geschosshöhen) überschreitet, kann im Allgemeinen vom Vorhandensein geschossübergreifender Lufträume ausgegangen werden.

59 Der SRH empfiehlt, bei Schulbauvorhaben die Entwürfe hinsichtlich des Brutto-Rauminhalts kritisch zu prüfen. Hier sieht der SRH insbesondere Optimierungspotenzial bei den geschossübergreifenden Lufträumen und den Geschosshöhen.

5 Lebenszykluskosten

5.1 Einleitung

60 Ein wesentliches Gebot des Kommunalrechts ist die wirtschaftliche und sparsame Haushaltsführung¹⁹. Die Wirtschaftlichkeit eines Schulgebäudes wird nicht nur durch seine Investitionskosten bestimmt. Die sog. Lebenszykluskosten umfassen alle Kosten, die über die Lebensdauer eines Gebäudes von der Bedarfsfeststellung bis zum Rückbau entstehen. Sie umfassen im engeren Sinne²⁰ die Bau- und Planungskosten, sämtliche Nutzungskosten (vgl. Pkt. 5.2) und die Rückbau- und Entsorgungskosten. Daher schreibt § 12 Abs. 2 SächsKomHVO vor, dass bei Investitionen von erheblicher finanzieller Bedeutung neben den Investitionskosten auch die Folgekosten zu ermitteln und in Variantenuntersuchungen einzubeziehen sind.

61 Eine Lebenszykluskostenberechnung kann für das gesamte Gebäude oder für einzelne Teilbereiche (Energiekonzepte) bzw. Gebäudekomponenten (Bauteile oder technische Systeme) erstellt werden. Lebenszyklusbetrachtungen finden z. B. im Rahmen von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen statt. Um eine Entscheidungsfindung im Planungsprozess zu ermöglichen, ist die Betrachtung verschiedener Varianten sinnvoll. Bei den betrachteten Schulgebäuden wurden z. B. Untersuchungen zur Fassade, zur Lüftung und zum optimalen Energieverbrauch durchgeführt. Folgende Übersicht zeigt eine Auswahl der durchgeführten Untersuchungen:

¹⁶ 4 Schulgebäude mussten aufgrund mangelnder Datenlage von der Kennwertbildung BRI/BGF ausgeschlossen werden.

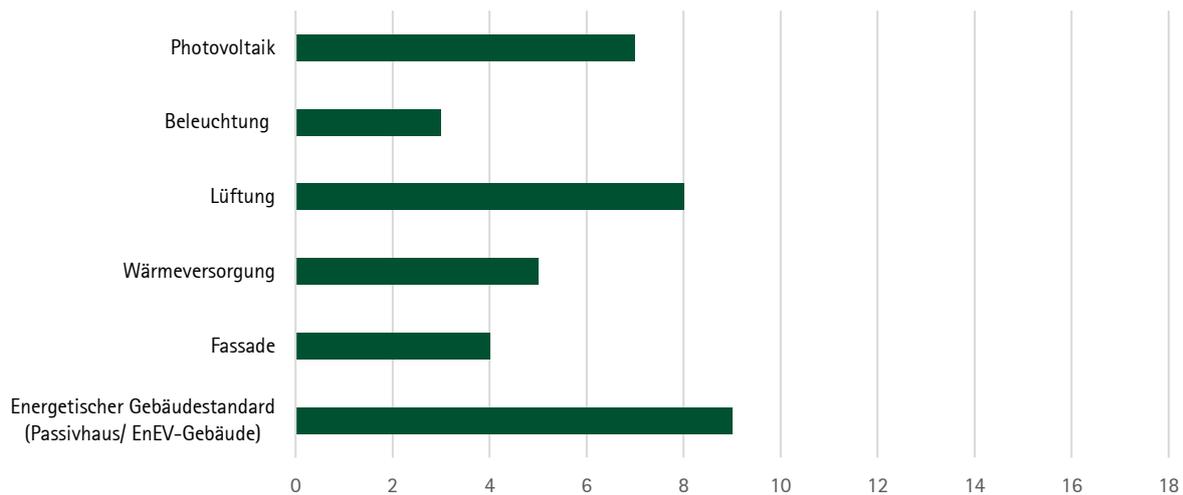
¹⁷ Der Kennwert BRI/BGF bezeichnet die mittlere Geschosshöhe im Gesamtgebäude in Metern. Zur besseren Lesbarkeit wurde auf die Nennung der Einheit verzichtet.

¹⁸ Auf eine Darstellung der Mittelwerte der Geschosshöhen im Diagramm wurde zugunsten der Übersichtlichkeit verzichtet.

¹⁹ § 72 Abs. 2 SächsGemO.

²⁰ Vgl. ISO 15686 „Hochbau und Bauwerke – Planung der Lebensdauer“.

Abbildung 9: Art und Anzahl durchgeführter Wirtschaftlichkeits- und Variantenuntersuchungen



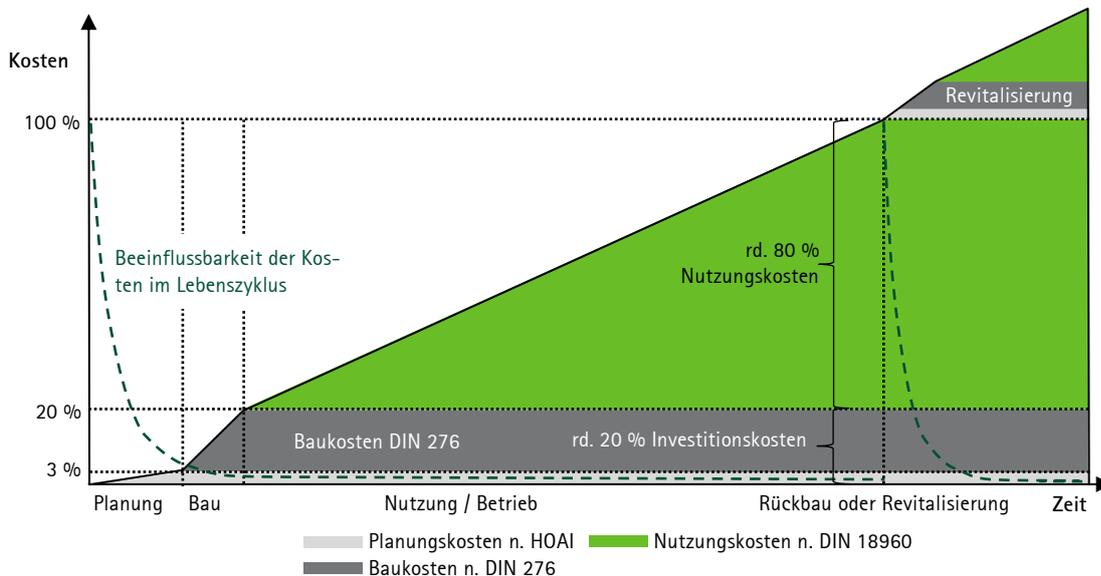
Quelle: Eigene Darstellung.

- 62 Bei den Variantenbetrachtungen ist darauf zu achten, nicht nur die Investitionskosten zu berücksichtigen, sondern den Betrachtungszeitraum mindestens auf die angestrebte Nutzungs- bzw. Lebensdauer zu erweitern und sämtliche Kostenströme im Lebenszyklus der Anlage oder des Gebäudes vollständig zu erfassen. So kann letztendlich eine zunächst kostenintensivere Investition, die aber mit geringen Ausgaben während der Nutzung verbunden ist, über den Betrachtungszeitraum die wirtschaftlichere Variante sein. Dabei kommen sowohl statische als auch dynamische Berechnungsverfahren, wie z. B. die Barwertmethode, die Annuitätenmethode oder die Amortisationsmethode zum Einsatz.²¹ Je nach Zielstellung der Untersuchung können die Betrachtungszeiträume auch erweitert werden, z. B. um die Rückbau- und Entsorgungskosten.

5.2 Nutzungskosten

- 63 Über den Lebenszyklus eines Gebäudes betrachtet, bilden die Nutzungskosten mit einem Anteil von rd. 80 % den Großteil der Gesamtkosten.

Abbildung 10: Typische Kostenverteilung im Lebenszyklus einer Immobilie²²



Quelle: Eigene Darstellung.

²¹ Vgl. Anlage zur VwV zu § 7 SÄHO „Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen“, VDI 2067-1 „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen – Grundlagen und Kostenberechnung“ und VDI 6025 „Betriebswirtschaftliche Berechnungen für Investitionsgüter und Anlagen“.

²² EnergieEffizienzAgentur Rhein-Neckar GmbH, „Kostenoptimierung bei Schulgebäuden“, Dezember 2006, veröffentlicht unter: <https://silo.tips/download/kostenoptimierung-bei-schulgebueden>, zuletzt geöffnet am 3. Mai 2024.

- 64 Die Weichen für die Höhe dieser Kosten werden bereits im Zuge der Bedarfs- und Entwurfsplanung gestellt. Die Nutzungskostenermittlung ist dabei Bestandteil von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen über verschiedene Varianten (§ 12 Abs. 2 SächsKomHVO). Sie ist somit Grundlage für planerische Entscheidungen und die Erfolgskontrolle.
- 65 Die überwiegenden Ermittlungen der Nutzungskosten lassen zunächst nur eine Prognose über zukünftige Kosten zu. Die tatsächlichen Nutzungskosten, insbesondere die Betriebskosten, sind aber erheblich vom Nutzerverhalten abhängig. Die prognostizierten Kosten sind daher mit den tatsächlich entstandenen Kosten im Gebäudebetrieb zu vergleichen und fortzuschreiben. Die Fortschreibung dient der Optimierung im Gebäudebetrieb, der Betriebskostenplanung, für die Kennwertbildung und für die Projektauswertung.
- 66 Die DIN 18960²³ unterstützt eine einheitliche Vorgehensweise bei der Planung der Nutzungskosten:

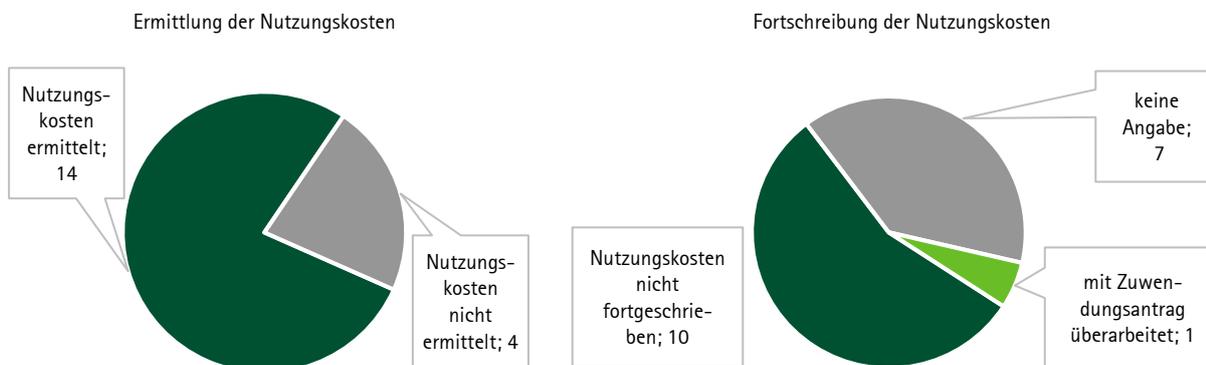
Abbildung 11: Kostengruppen und Gliederungstiefe der Nutzungskosten



Quelle: Eigene Darstellung.

- 67 Der SRH hat die Schulträger hinsichtlich der erstmaligen Ermittlung von Nutzungskosten in der Planungsphase sowie deren Fortschreibung befragt:

Abbildung 12: Darstellung der Abfrage zu den Nutzungskosten



Quelle: Eigene Darstellung.

- 68 Bei 14 von 18 Maßnahmen wurden Nutzungskosten ermittelt. Bei 10 Maßnahmen wurde die Frage zur Fortschreibung der Nutzungskosten verneint. In diesen Fällen sind sowohl die Optimierung des Gebäudebetriebes als auch Kennwertbildung und Projektauswertung sehr erschwert.

²³ DIN 18960 „Nutzungskosten im Hochbau“ - vollständige und den Anforderungen an die wirtschaftliche Planung und Nutzung, Fassung 2008-02 und 2020-11 entsprechende Ermittlung, Kontrolle und Steuerung der Lebenszykluskosten von baulichen Anlagen.

69 Der SRH empfiehlt zur wirtschaftlichen und nachhaltigen Planung von Gebäuden die Ermittlung der Nutzungskosten vollständig und nachvollziehbar zu dokumentieren und in planerische Entscheidungen einfließen zu lassen. Die DIN 18960 kann dazu eine Unterstützung sein. Der SRH empfiehlt weiterhin, die systematische Fortschreibung der Nutzungskosten im Gebäudebetrieb als Voraussetzung für ein erfolgreiches Controlling zu etablieren.

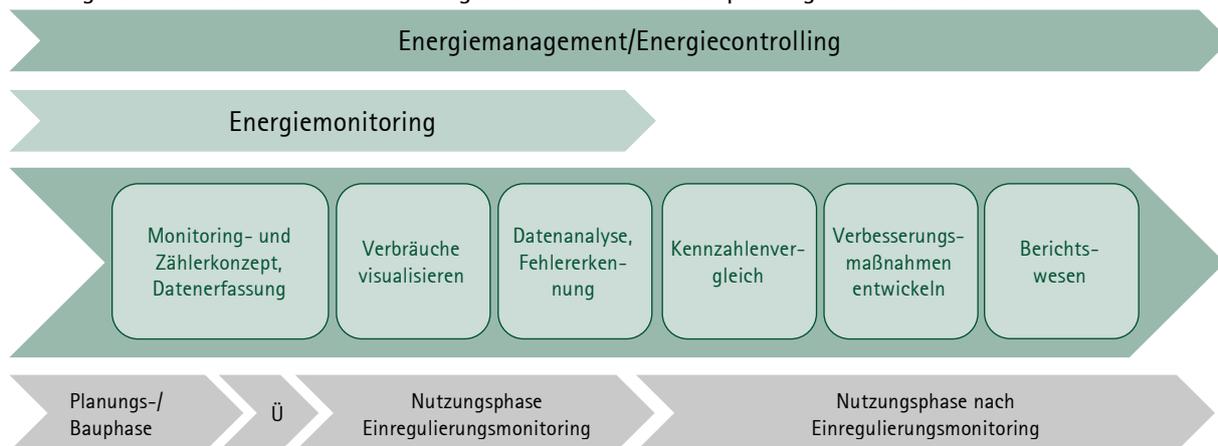
5.3 Energiemanagement

70 Mit Abschluss der Planungsphase und spätestens mit der Realisierung des Bauvorhabens nimmt der Einfluss auf die Lebenszykluskosten eines Gebäudes rapide ab (vgl. Abbildung 10). Die Optimierung der Nutzungskosten im Gebäudebetrieb ist eine verbleibende Stellschraube. Besondere Bedeutung kommt dabei dem Verbrauch von Energie und anderen Medien zu. Das Energiemanagement bildet die Grundlage für das wirtschaftliche und nachhaltige Betreiben eines Gebäudes.

71 Die Begriffe Energiemonitoring, Energiemanagement oder Energiecontrolling werden mitunter unterschiedlich definiert. Eine Abgrenzung der Inhalte ist schwierig.

72 Das Energiemanagement bezeichnet den fortlaufenden Gesamtprozess der Steuerung, um Energieverbräuche dauerhaft zu senken und die Energieeffizienz zu optimieren sowie um wirtschaftliche und ökologische Ziele zu erreichen.²⁴ Es beginnt mit der Planung und reicht bis über die Inbetriebnahme hinaus. Es setzt im Bereich technischer und baulicher Standards an und bildet auch die Schnittstelle zwischen der Verbrauchsdatenerfassung und Auswertung. Die Einführung eines Energiemanagements ist wesentlich. Eine verbindliche Festlegung, wie es auszusehen hat, gibt es nicht. Als Praxishilfe kann der Kom.EMS Leitfaden²⁵ hilfreich sein. Zudem schlägt der SRH folgende Prozessschritte vor:

Abbildung 13: Prozessschema in Anlehnung an die VDI 6041 und Empfehlung Nr. 158 des AMEV



Ü = Bauübergabe

Quelle: Eigene Darstellung.

73 Der SRH sieht die Bezeichnung Energiemanagement/Energiecontrolling als übergeordneten Begriff. Das Energiemonitoring ist in diesen Prozess eingebettet und deckt Teile eines umfassenden Energiemanagements ab. Es ist die Grundlage, um alle wesentlichen technischen Funktionen sowie den gesamten Energiefluss, wo, wann und wie viel Energie verbraucht wird, abzubilden. Grundlage zur systematischen und aussagekräftigen Überprüfung bildet das Monitoringkonzept, welches frühzeitig mit Planungsbeginn der technischen Gebäudeausrüstung erstellt werden sollte.

²⁴ Die Definition Energiemanagement findet sich z. B. in der Richtlinie VDI 4602 Energiemanagement-Grundlagen.

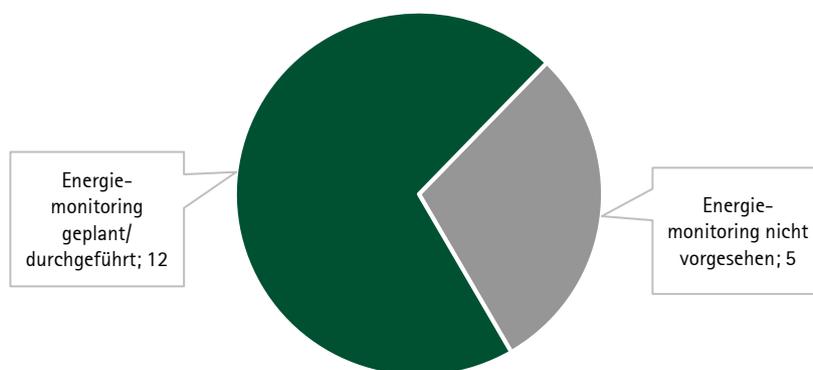
²⁵ Kom.EMS Leitfaden Energiemanagement in Kommunen, KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, LENA Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH, Sächsische Energieagentur-SAENA GmbH und Thüringer Energie- und Green Tech-Agentur GmbH (ThEGA), in: www.komems.de, URL: https://www.komems.de/download/180912_Leitfaden_KomEMS.pdf, zuletzt geöffnet am 3. Mai 2024.

74 Ein Monitoringkonzept sollte folgende Mindeststandards enthalten:

- Festgelegte Ziele,
- Anlagenbeschreibungen,
- Zuständigkeiten,
- Umfang der Datenerhebung,
- Überwachungsmethode,
- Zeitliche Intervalle zur Datenerhebung und -auswertung,
- Zählerkonzept,
- Berichterstattung.

75 Anhand gemessener Verbräuche und ihrer Auswertung können Schlussfolgerungen für mögliche Optimierungspotenziale u. a. an technischen Anlagen gezogen werden. Deshalb hat der SRH den Fokus auf das Energiemonitoring²⁶ gelegt und die Kommunen dazu befragt. Nach Angaben der Schulträger werden bei 12 von 17²⁷ Maßnahmen Energiemonitorings durchgeführt oder sind geplant.

Abbildung 14: Energiemonitoring (Angaben auf der Grundlage der Umfrage)



Quelle: Eigene Darstellung.

76 Der SRH empfiehlt zur Qualitätssicherung und zur Betriebskostenminimierung die Etablierung eines Energiemanagements auf Basis von Monitoringkonzepten²⁸ für alle Baumaßnahmen. Die Monitoringkonzepte sollten bereits im Zusammenhang mit dem Energiekonzept in der Planungsphase aufgestellt werden, schon um die für das Monitoring notwendigen Messeinrichtungen passgenau zu installieren. Das Monitoring ist in der Nutzungsphase kontinuierlich durchzuführen.

5.4 Mess- und Zählerkonzepte

77 Das Energiemonitoring ist nicht denkbar ohne Datenerfassung zum Energieeinsatz. Grundvoraussetzung für die transparente Darstellung des Energieeinsatzes und die Durchführung eines erfolgreichen Energiemonitorings sind in der Planungsphase entwickelte Mess- und Zählerkonzepte.

²⁶ Kontinuierliche Überwachung, Erfassung, Auswertung von Energieverbräuchen und Einregulierung technischer Anlagen, Grundlagen z. B. technisches Monitoring nach VDI 6041.

²⁷ Bei einer Maßnahme wurde wegen vorangegangener Prüfung kein Fragebogen verschickt und keine Unterlagen abgefordert.

²⁸ Empfohlene Grundlage: Technisches Monitoring 2020 - Technisches Monitoring als Instrument zur Qualitätssicherung.

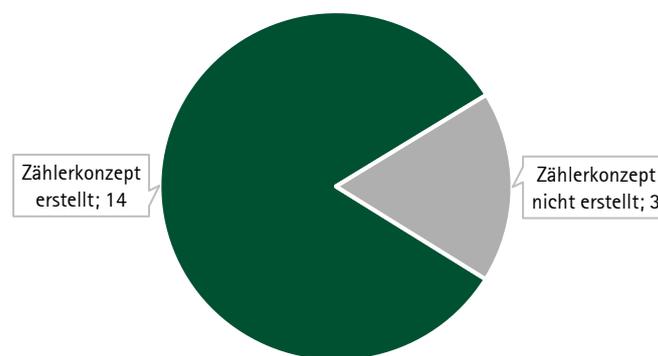
78 Diese sollten folgende Mindeststandards enthalten:

- Grafische Darstellung des Anlagenschemas mit allen Zählerleinrichtungen,
- Gliederung der Messbereiche, Messgrößen und Messorte,
- Dauer und Häufigkeit der Messung,
- Benötigte Messgeräte,
- Art der Erfassung.

79 Daraus ergibt sich die verbindliche Zählerstruktur mit Einbindung der Mess- und Zählwerterfassung. Günstig ist die Entwicklung des Zählerkonzeptes im Rahmen des Energiekonzeptes.²⁹

80 Nach Angaben der Schulträger lagen lediglich bei 3 von 17³⁰ Baumaßnahmen keine Zählerkonzepte vor:

Abbildung 15: Mess- und Zählerkonzepte (Angaben auf der Grundlage ausgewerteter Fragebögen)



Quelle: Eigene Darstellung.

81 Der SRH empfiehlt für das erfolgreiche Energiemonitoring zu Beginn der Planung tragfähige Mess- und Zählerkonzepte für jede Baumaßnahme im Rahmen der Entwicklung von Energiekonzepten zu erstellen.

6 Energiekonzepte

6.1 Einleitung

82 Ein Energiekonzept ist die Zusammenfassung aller energetisch relevanten Planungsaspekte³¹ mit dem Ziel, ein möglichst energieeffizientes und wirtschaftliches Gebäude mit hohem Komfort zu entwerfen. Die Wechselwirkung zwischen Architektur und Technik wird gleichermaßen mit dem Ziel niedriger Energie- und Folgekosten sowie getroffener Entscheidungen im Planungsprozess übersichtlich dargestellt. Energiekonzepte sind interdisziplinär zu erarbeiten und vereinen 3 wesentliche Teilaspekte: das Gebäudekonzept (z. B. Ausrichtung des Gebäudes, Kompaktheit), das Energieversorgungskonzept (z. B. Energieträger zur Wärmeversorgung, Photovoltaik) und das Haustechnikkonzept (z. B. Heizung, Lüftung).

83 Energiekonzepte integrieren die Lebenszyklusbetrachtung des Gebäudes (vgl. Pkt. 5) und unterstützen die Entscheidungsfindung bei finanzwirksamen Maßnahmen.³² Varianten- und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen sind wesentlicher Bestandteil der Energiekonzepte. Die Prüfung alternativer Energieversorgungssysteme sowie der Einsatz regenerativer Energien bei gleichzeitiger Betrachtung der Wirtschaftlichkeit sollten dort ihren Niederschlag finden.

²⁹ Empfohlene Grundlage: Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV), Energie Broschüre Nr. 105: Hinweise zum Energiemanagement in öffentlichen Gebäuden, in: www.amev-online.de, URL: <https://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Betriebsfuehrung/>, zuletzt geöffnet am 3. Mai 2024.

³⁰ Bei einer Maßnahme wurde wegen vorangegangener Prüfung kein Fragebogen verschickt sowie Unterlagen abgefordert.

³¹ Vgl. Bayerische Architektenkammer, Nachhaltigkeit gestalten, S. 66, in: www.byak.de, 2018, URL: https://www.byak.de/data/Nachhaltigkeit_gestalten/Nachhaltigkeit_gestalten_Download.pdf, zuletzt geöffnet am 3. Mai 2024.

³² Vgl. Fußnote 29.

⁸⁴ Energiekonzepte sind Teil der Entwurfsplanung. Idealerweise setzen erste Überlegungen und Zielstellungen des Bauherren sogar bereits in der Bedarfsplanung an. Die Konzepte sind nicht statisch, sondern stetig weiterzuentwickeln. Sie bilden die Grundlage für ein späteres Energiemonitoring³³ in der Nutzungsphase, das auf der Basis eines Mess- und Zählerkonzeptes ruht.

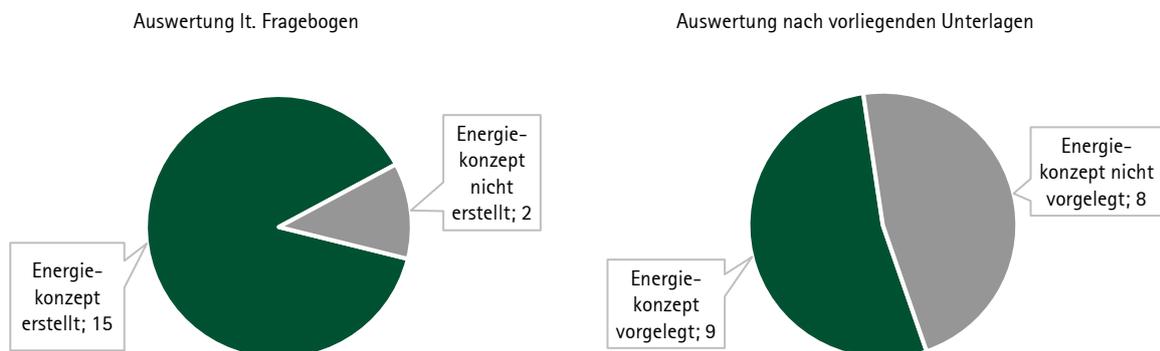
⁸⁵ Das Energiekonzept stellt die untersuchten Varianten und die im Planungsprozess getroffenen Entscheidungen in Berichtsform übersichtlich dar. Es kann durch Schemata, Berechnungen, Pläne oder Simulationen ergänzt werden. Die Dokumentation des Prozesses soll die Kommunen in die Lage versetzen, sämtliche Einflüsse, Zusammenhänge und Zielkonflikte zu erkennen, um planerische Entscheidungen zu treffen. Gleichzeitig dient es der späteren Qualitäts- und Zielkontrolle.

6.2 Qualität der Energiekonzepte

⁸⁶ Der SRH hat bei den geprüften Stellen abgefragt, ob Energiekonzepte erstellt wurden und wenn nicht, sollten die Schulträger mitteilen, warum keine Konzepterstellung erfolgte. In diesem Zusammenhang wurde auch um Übermittlung entsprechender Unterlagen gebeten. Hintergrund der Abfrage durch den SRH war, abzuleiten, inwieweit sich die Schulträger mit dem Bau effizienter Schulgebäude mit möglichst geringem Energieverbrauch auseinandergesetzt haben. Dazu gehören definierte Zielvorgaben³⁴, Lösungsmöglichkeiten zum Gebäudeentwurf und der technischen Ausrüstung und z. B. auch Vorgaben zum Zählerkonzept (vgl. Pkt. 5.4). Alle Details werden im Energiekonzept zusammengefasst und sind in einer frühen Konzeptphase aufeinander abzustimmen. Die Wirtschaftlichkeit v. g. Lösungsmöglichkeiten sind zu bewerten und stellen somit die verbindliche Vorgabe für die weitere Planung dar. Erstellte Konzepte sind über den gesamten Planungs- und Bauprozess hinweg zu betrachten und umzusetzen. Zur Sicherstellung werden Verantwortlichkeiten festgelegt.

⁸⁷ Die Auswertung der Umfragen und Abforderung der Unterlagen ergaben:

Abbildung 16: Energiekonzepte (Angaben auf der Grundlage ausgewerteter Fragebögen und vorgelegter Unterlagen)



Quelle: Eigene Darstellung.

⁸⁸ In den Fragebögen gaben die Schulträger an, dass bei 15 von 17³⁵ Maßnahmen Energiekonzepte erstellt wurden. Anhand der vorliegenden Unterlagen lagen für 9 Maßnahmen Konzepte vor. Bei 8 Maßnahmen fehlten diese.

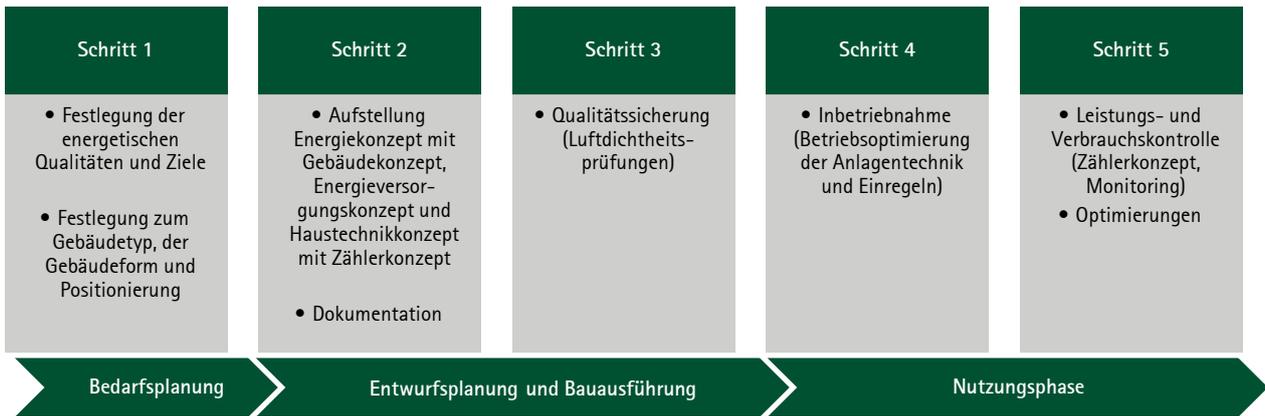
⁸⁹ Energiekonzepte sind ein wesentliches Instrument, Informationen für eine sachlich fundierte Gesamtbeurteilung der baulich und technisch möglichen sowie wirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen zu bündeln und übersichtlich darzustellen. Für Energiekonzepte bedarf es noch einer technischen Normierung bzw. allgemein anerkannter Vorgaben. Insofern kann der SRH nachvollziehen, dass dieses Thema noch nicht mit der gebotenen Intensität Berücksichtigung bei den geprüften Baumaßnahmen fand. Aufgrund der aktuellen Relevanz und der bisher fehlenden Normierung empfiehlt der SRH eine Schrittfolge zur Erstellung von Energiekonzepten:

³³ BMUB, BNB_UN Unterrichtsgebäude 5.1.3. – Komplexität und Optimierung der Planung, in: www.bnb-nachhaltigesbauen.de, 2017, URL: <https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/steckbriefe/>, zuletzt geöffnet am 3. Mai 2024.

³⁴ Z. B. innovative Gebäudetechnik, kein Verbrauch an nicht regenerierbarer Primärenergie, flexible Systeme der Raumnutzung.

³⁵ Bei einer Maßnahme wurde wegen vorangegangener Prüfung kein Fragebogen verschickt und keine Unterlagen abgefordert.

Abbildung 17: Mögliche Schrittfolge mit Mindestinhalten zur Erstellung eines Energiekonzeptes



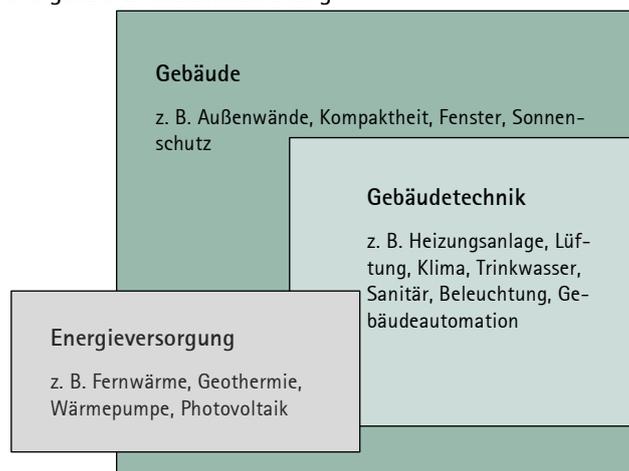
Quelle: Eigene Darstellung.

- 90 Der SRH empfiehlt, bei jeder Baumaßnahme mit relevantem Energieverbrauch ein Energiekonzept zu erstellen und fortzuschreiben. Dabei kann bspw. die oben aufgeführte Schrittfolge mit entsprechenden Mindestinhalten als Anleitung dienen. Zudem rät der SRH, die getroffenen Entscheidungen klar zu beschreiben sowie definierte Zuständigkeiten festzulegen und ggf. kommunale Planungsleitfäden oder Ausführungshinweise dahingehend zu ergänzen.

6.3 Energetischer Gebäudestandard

- 91 Bei den untersuchten Schulgebäuden war die Einhaltung eines energetischen Gebäudestandards durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) in der jeweils gültigen Fassung vorgegeben. Diese ist zum 1. November 2020 gemeinsam mit dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) im Gebäudeenergiegesetz (GEG) aufgegangen. Es regelt die rechtlichen Rahmenbedingungen zur Beurteilung der energetischen Qualität eines Gebäudes im Hinblick auf die Emission von Treibhausgasen.
- 92 Dazu wird die Energieeffizienz der Gebäudehülle und der Anlagentechnik gemeinsam bilanziert.³⁶ Somit ist die EnEV als Schnittstelle zwischen den Anforderungen an die Gebäudehülle und die Anlagentechnik zu verstehen. Damit sind im Sinne effizienter und wirtschaftlicher Lösungen, die Wechselwirkung zwischen Gebäudehülle und der Anlagentechnik zu bewerten. Folgende Abbildung verdeutlicht den Zusammenhang:

Abbildung 18: Prinzip der energetischen Gesamtbewertung

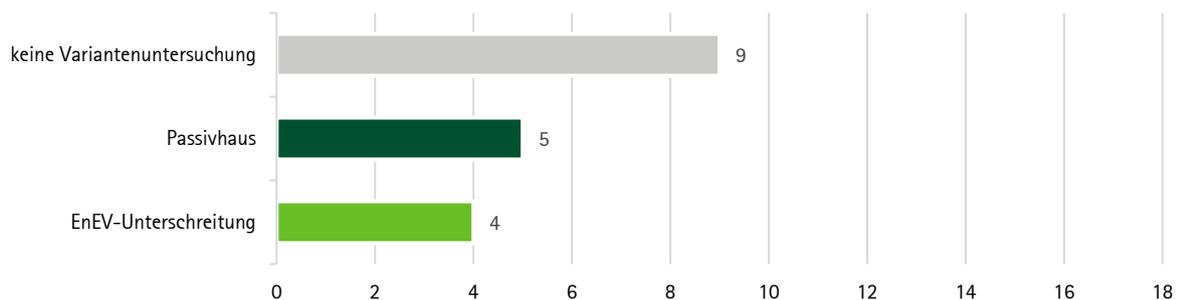


Quelle: In Anlehnung an AMEV, Nr. 124: Energiebedarf und Lebenszykluskosten in Planungswettbewerben für öffentliche Gebäude (Gebäude und Kosten in Wettbewerben 2014), Berlin, 2014.

³⁶ Die EnEV in der jeweils gültigen Fassung enthält zum einen energetische Mindestanforderungen an die Gebäudehülle und die Anlagentechnik. Zum anderen dürfen vorgegebene Grenzwerte für den Energiebedarf und die Wärmeverluste nicht überschritten werden. Dabei wird der sogenannte Primärenergiebedarf von einem Referenzgebäude abgeleitet. Dieses ist ein virtuelles Hilfsgebäude gleicher Geometrie, Nutzfläche und Ausrichtung wie das zu planende Gebäude, für das die Qualität der Gebäudehülle und die Art und Effizienz der haustechnischen Anlagen jedoch durch die EnEV vorgeschrieben ist. Die Regelungsinhalte der EnEV sind seit dem 1. November 2020 im Gebäudeenergiegesetz GEG aufgegangen.

- ⁹³ Eine Verbesserung der Gebäudehülle über die Anforderungen der EnEV hinaus (z. B. bessere Dämmung) wird zu einem geringeren Energieverbrauch führen. Jedoch verursacht die Verbesserung in der Herstellung des Gebäudes höhere Investitionskosten. Es ist Aufgabe eines Energiekonzeptes, hier die wirtschaftlichste Kombination zu finden (vgl. Pkt. 5). Hier sind verschiedene Varianten zu betrachten, z. B. höherer baulicher Wärmeschutz als gefordert in Verbindung mit geänderter Anlagentechnik (Lüftungsanlage, PV-Anlage, Wärmeerzeuger usw.). Dabei sind auch das Nutzerverhalten, die Nutzerakzeptanz und der Komfort im Betrieb, wie z. B. die Bedienbarkeit, mit zu berücksichtigen.
- ⁹⁴ Variantenuntersuchungen wurden bei 9 der insgesamt 18 Maßnahmen durchgeführt. Zum Nachweis der Wirtschaftlichkeit wurden z. B. höhere Anforderungen gegenüber der jeweils gültigen EnEV³⁷ oder zum noch höheren Passivhausstandard³⁸ verglichen:

Abbildung 19: Variantenuntersuchungen zum energetischen Gebäudestandard



Quelle: Eigene Darstellung.

- ⁹⁵ Bei 5 Maßnahmen wurde im Vergleich der Passivhausstandard u. a. mit verschiedenen EnEV-Standards untersucht. Dieser war bei 4 von 5 Maßnahmen wirtschaftlicher. Bei 4 Maßnahmen wurde die Einhaltung des EnEV-Standards in der jeweils gültigen Fassung mit höheren energetischen Anforderungen verglichen. Dabei stellten sich die höheren Anforderungen auch als wirtschaftlichste Lösung dar.
- ⁹⁶ Der SRH empfiehlt zur Abwägung der wirtschaftlichsten Lösung im Rahmen des Energiekonzeptes stets Variantenuntersuchungen durchzuführen. Gebäudekonzept, Energieversorgung und Gebäudetechnik sollen dabei kombiniert betrachtet werden. Die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen der Varianten sollen die Lebenszykluskosten einbeziehen. Je nach Zielstellung des Bauherrn sollen auch Varianten untersucht werden, bei denen die Anforderungen über die aktuell geltenden gesetzlichen oder kommunalen Mindestanforderungen hinausgehen. Das Nutzerverhalten und die Bedienbarkeit im Betrieb sind dabei mit zu berücksichtigen.

6.4 Lüftungssysteme

- ⁹⁷ Zur Sicherstellung des erforderlichen hygienischen Luftwechsels in Unterrichtsräumen unter Berücksichtigung der Belegungszahl, des Raumvolumens und der Nutzungszeiten sind prinzipiell verschiedene Lüftungssysteme möglich.³⁹ Grundsätzlich kann die Lüftung durch manuelle Fensterlüftung oder mit Hilfe raumluftechnischer Anlagen erfolgen. Sowohl die Fensterlüftung als auch raumluftechnische Anlagen haben Auswirkungen auf die Raumlufqualität, die thermische Behaglichkeit sowie auf den Energiebedarf des Gebäudes und die Folgekosten.⁴⁰ Schallimmissionen durch Verkehrslärm, hohe Anforderungen an die Luft- und Wärmedichtheit der Gebäudehülle sowie lufthygienische Anforderungen an die CO₂-Konzentration in Innenräumen⁴¹ schließen häufig eine reine Fensterlüftung in Schulneubauten aus. In Sanitärräumen, Aulen und Küchen sind in der Regel raumluftechnische Anlagen unabhängig vom energetischen Gebäudestandard erforderlich.⁴²

³⁷ EnEV in der jeweils gültigen Fassung z. B. EnEV 2014 - 25 %, EnEV 2014 - 45 %, der Wärmeschutz der Gebäudehülle von neuen Nichtwohngebäuden wurde mit der EnEV ab 2016 um ca. 20 % erhöht (geänderte EnEV 2014).

³⁸ Weiterentwicklung des Niedrigenergiehauses u. a. hochgedämmte Gebäudehülle, geringerer Heizwärmebedarf, besserer Primärenergiekennwert.

³⁹ Fensterlüftung, mechanische Lüftung (Luftförderung mittels Ventilatoren, ein Öffnen der Fenster zum Lüften ist nicht erforderlich, aber möglich), Hybride Lüftung (Fensterlüftung in Kombination mit mechanischer Lüftung).

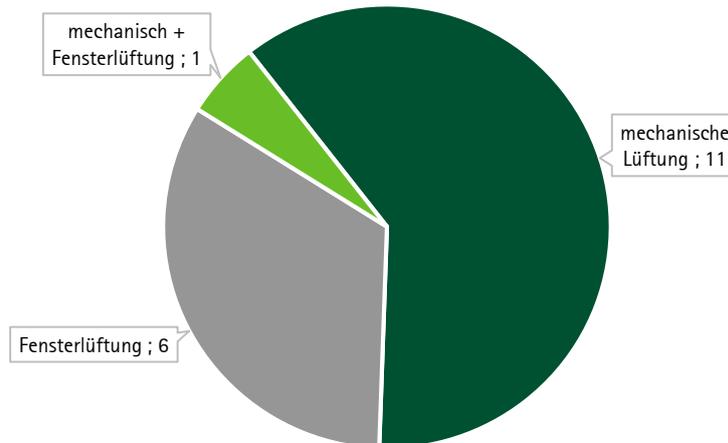
⁴⁰ BNB © BMUB Version V 2017 A4 BNB_UN Unterrichtsgebäude, BNB UN 5.1.3.

⁴¹ Laut der Arbeitsstättenregel „Lüftung“ A 3.6 und den Empfehlungen des Umweltbundesamtes ist eine CO₂-Konzentration bis 1000 ppm als „hygienisch unbedenklich“ anzusehen. Zwischen 1000 und 2000 ppm gilt die Konzentration als „hygienisch auffällig“ und eine Konzentration von mehr als 2000 ppm ist „hygienisch inakzeptabel“, [Raumlufqualität und Raumklima - Sichere Schule \(sichere-schule.de\)](https://www.sichere-schule.de), zuletzt geöffnet am 3. Mai 2024.

⁴² Grundlagen z. B. § 17 (2) Sächsische Versammlungsstättenverordnung, danach sind Versammlungsräume und sonstige Aufenthaltsräume mit mehr als 200 m² Grundfläche mechanisch zu lüften sowie VDI 2052, danach sind Küchen mit Geräten ab 25 kW Lüftungsanlagen vorzusehen.

⁹⁸ Folgende Lüftungssysteme wurden bei den 18, in die Prüfung einbezogenen Maßnahmen vorgesehen:

Abbildung 20: Einsatz verschiedener Lüftungssysteme bei den untersuchten Schulgebäuden



Quelle: Eigene Darstellung.

⁹⁹ Überwiegend waren raumlufttechnische Anlagen die erste Wahl. Wegen hoher Investitions-, Betriebs- und Instandhaltungskosten sind diese auf ihre Wirtschaftlichkeit zu untersuchen. Entscheidend dafür sind u. a. tragfähige Lüftungskonzepte mit optimaler Auslegung von Luftmengen und der Luftführung.⁴³ Parameter sind insbesondere der Aspekt der thermischen Behaglichkeit im Sommer und im Winter sowie die Einhaltung des erforderlichen Luftwechsels aus lufthygienischer Sicht. Neben der Einhaltung der rechtlichen und technischen Vorschriften sollten die Energieeffizienz, die Minimierung der Investitions- und Folgekosten, Wartungsarmut und leichte Bedienbarkeit Inhalt der Variantenuntersuchungen sein. Neben den zentralen Lüftungsanlagen können auch dezentrale Anlagen oder hybride Lösungen in Betracht kommen, die raumlufttechnische Anlagen mit einer freien Lüftung kombinieren.

¹⁰⁰ Der SRH empfiehlt zur Sicherstellung hygienischer Raumluftqualitäten Variantenuntersuchungen verschiedener Lüftungssysteme durchzuführen, um unter den technisch möglichen Varianten die wirtschaftlichste Lösung zu ermitteln. Neben den technischen und hygienischen Parametern sollten auch Wartungsarmut und einfache Bedienbarkeit in die Betrachtungen einfließen.

6.5 Photovoltaikanlagen

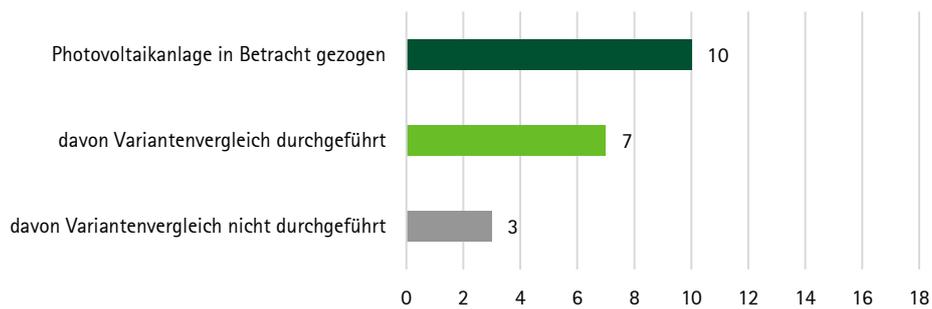
¹⁰¹ Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) sind Anlagen zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie. Diese bestehen aus Photovoltaikmodulen (PV-Module) sowie weiteren technischen Komponenten (z. B. Wechselrichter). Die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen hängt von einer Vielzahl von Parametern ab. Dazu gehören u. a. die Höhe des Eigenverbrauchs, die Einspeisebedingungen, die Strompreisentwicklung, der Standort, die Gebäudenutzung und bauliche Gegebenheiten. Zum wirtschaftlichen Nachweis bietet sich die Annuitätenmethode nach der VDI 2067⁴⁴ an. Diese ermöglicht einen wirtschaftlichen Variantenvergleich.

⁴³ Doppelte Nutzung der Zuluft durch gerichtete Durchströmung oder durch kompakte Kanalnetze.

⁴⁴ Ein- und Auszahlungsströme werden in konstante Raten umgerechnet, um diese mit denen anderer Varianten vergleichen zu können.

102 Bei 10 von 18 Maßnahmen haben sich die Schulträger mit dem möglichen Einsatz von PV-Anlagen befasst:

Abbildung 21: Variantenuntersuchungen zu Photovoltaikanlagen



Quelle: Eigene Darstellung.

103 Rechnerische Nachweise zu Varianten- und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen erfolgten bei 7 Maßnahmen. Davon wurde in einem Fall u. a. der Schattenverlauf simuliert und festgestellt, dass wegen benachbarter Hochhäuser die Errichtung nur auf dem Sporthallendach erfolgen sollte. Bei 6 der 7 Maßnahmen stellte sich in den Variantenuntersuchungen die Wirtschaftlichkeit der geprüften PV-Anlagen heraus.

104 Nicht zuletzt auf Grund der aktuellen Strompreisentwicklung kann die Errichtung einer PV-Anlage wirtschaftlich sein. Ein Großteil des erzeugten Stroms wird in den Schulen tagsüber verbraucht und muss somit nicht zu höheren Kosten aus dem Stromnetz bezogen werden. Andererseits ist in der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zu berücksichtigen, dass z. B. zu den Ferienzeiten oder am Wochenende nur ein geringerer Bedarf an Eigenstrom besteht. Daher ist es oftmals vorteilhaft, wenn der erzeugte Strom nicht ausschließlich in den Schulen verbraucht werden muss, sondern auch von anderen kommunalen Einrichtungen abgenommen wird.⁴⁵ Zudem ist die Dachausrichtung/-neigung, Verschattung, Anzahl und Art der Solarmodule sowie deren Wirkungsgrad⁴⁶ zu berücksichtigen.

105 Der SRH empfiehlt, mittels Variantenuntersuchungen bei jeder Baumaßnahme die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen auf Dächern zu untersuchen. Technische Faktoren, wie z. B. Dachausrichtung/-neigung, Verschattung, Anzahl und Art der Solarmodule sowie deren Wirkungsgrad haben dabei Einfluss auf die Rentabilität einer PV-Anlage. Bei nicht gesicherter vollständiger Abnahme des erzeugten Stroms in der Schule ist zunächst die Verteilung auf andere kommunale Abnehmer zu prüfen. Auch die Zusammenarbeit mit privaten Dritten, wie z. B. Genossenschaften, bei der Verpachtung von kommunalen Dachflächen zur Aufstellung und Betreibung von Solaranlagen kann eine Alternative sein.

7 Baukosten

7.1 Einleitung

106 Während eines Bauvorhabens werden zu verschiedenen Zeitpunkten Kostenbetrachtungen durchgeführt. Die Grundlage für diese Kostenbetrachtungen bildet die DIN 276⁴⁷. In ihr werden Festlegungen zu Kostenübersichten getroffen. Dadurch kann die Kostenentwicklung für ein Bauvorhaben strukturiert analysiert werden. Die DIN 276 bildet aber auch ein sinnvolles Instrument, um Kostenvergleiche innerhalb verschiedener Bauvorhaben durchführen zu können.

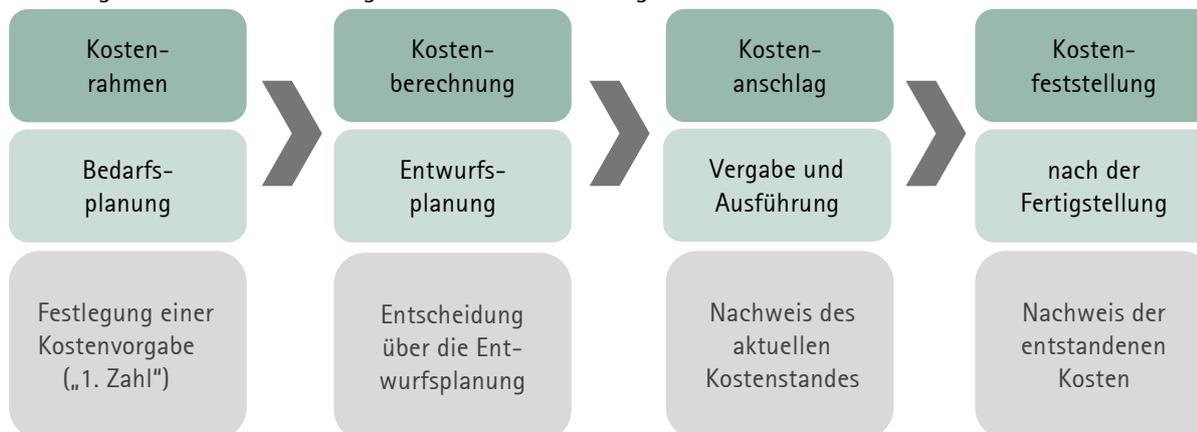
⁴⁵ Die rechtlichen Rahmenbedingungen hierfür sind im Vorfeld von der Kommune zu prüfen.

⁴⁶ Kann sich je nach Hersteller unterscheiden.

⁴⁷ Kosten im Bauwesen.

- 107 Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Betrachtungen werden die im Rahmen dieser Beratenden Äußerung verwendeten Begriffe der DIN 276 erläutert. Folgende Abbildung zeigt ausgewählte Kostenermittlungen mit der jeweiligen Einordnung in den zeitlichen Ablauf der Baumaßnahme und dem Zweck der Kostenermittlung:

Abbildung 22: Übersicht zu ausgewählten Kostenermittlungen



Quelle: Eigene Darstellung.

- 108 Neben der Definition der Kostenermittlungen im zeitlichen Ablauf eines Bauvorhabens regelt die DIN 276 die Gliederung von Kostenermittlungen. So werden in der 1. Ebene 8 sogenannte Kostengruppen definiert. In den folgenden Abschnitten werden ausschließlich die Kosten der Kostengruppen 300 und 400 betrachtet. Diese werden zu den sogenannten Bauwerkskosten zusammengefasst.
- 109 Die vom SRH betrachteten 18 Baumaßnahmen befinden sich in unterschiedlichen Stadien der Realisierung. So ist ein Großteil der Baumaßnahmen bereits fertiggestellt, andere wurden erst vor Kurzem beendet und wieder andere befinden sich noch im Bau. Um eine Vergleichbarkeit der 18 Baumaßnahmen untereinander gewährleisten zu können, hat der SRH die übergebenen Kostenermittlungen unter Anwendung des jeweils gültigen Baupreisindex⁴⁸ auf das 2. Quartal 2021 hochgerechnet.⁴⁹
- 110 Zudem wurden die Baumaßnahmen aus verschiedenen Regionen Sachsens ausgewählt. Um dies auszugleichen, hat der SRH die Regionalfaktoren des BKI für das Jahr 2021⁵⁰ in den Berechnungen berücksichtigt.

7.2 Entwicklung der Bauwerkskosten

- 111 Jede Baumaßnahme ist einzigartig. Selbst 2 baugleiche Gebäude werden nicht genau die gleichen Kosten verursachen, da z. B. auch der Standort eines Gebäudes Einfluss auf die Kosten hat. Zudem verändern sich die Kosten für die einzelnen Bauleistungen im Zeitablauf und sind auch regional unterschiedlich. Hinzu können zusätzliche Kosten aus unvorhergesehenen Ereignissen kommen. Aus all diesen und weiteren Gründen stellt die Kalkulation der Baukosten eine besondere Herausforderung dar.
- 112 Durch die Anwendung etablierter Verfahren ist eine Annäherung an die später tatsächlich entstehenden Kosten dennoch möglich. So werden die Baukosten in der Bedarfsplanung (vgl. Pkt. 3) anhand von Kennwerten ermittelt. Da in dieser frühen Planungsphase noch kein Entwurf vorhanden ist, wird von den bekannten Parametern wie dem vorgesehenen Raumprogramm, der geplanten Qualität der Bauelemente oder auch den Baugrundverhältnissen ausgegangen. Anhand dessen werden die Baukosten durch den Vergleich mit ähnlichen Bauvorhaben in Beziehung gesetzt und eingeordnet. Eine umfangreiche Datenbank bietet hier das BKI. Große Kommunen können auch auf Erfahrungswerte aus dem eigenen Gebäudebestand zurückgreifen. Durch die Verwendung mehrerer Kennwerte ist eine Annäherung an die späteren tatsächlich festgestellten Kosten möglich.

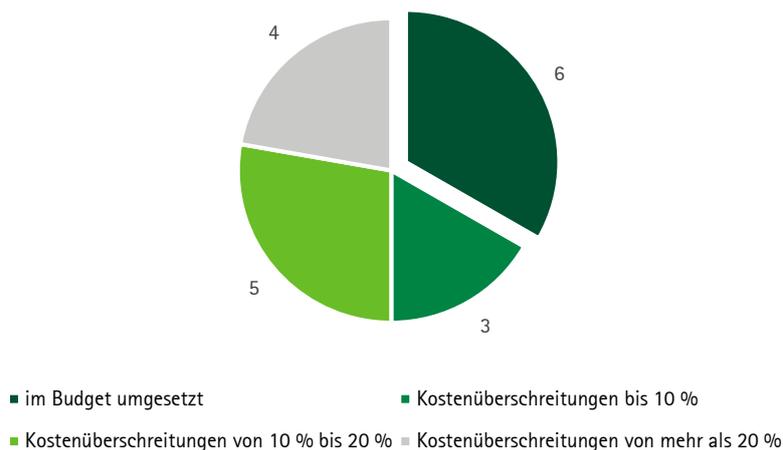
⁴⁸ BKI, Baupreisindex, in: www.bki.de, 2021, URL: <https://bki.de/baupreisindex.html>, Abruf am 24. August 2021.

⁴⁹ Dies gilt nicht für die Untersuchungen zur Kostenentwicklung. Für diese Betrachtung ist die Berücksichtigung eines Baupreisindex im Allgemeinen nicht relevant (vgl. Pkt. 7.2).

⁵⁰ Die Regionalfaktoren zum Zeitpunkt der Baumaßnahme weichen in geringem Maße von den Regionalfaktoren für das Jahr 2021 ab. Aufgrund der Geringfügigkeit wird die Unschärfe vernachlässigt.

- 113 Vorliegend vergleicht der SRH die Bauwerkskosten aus der Kostenberechnung mit den tatsächlich entstandenen bzw. später prognostizierten Kosten. Zum Zeitpunkt der Kostenberechnung stehen der Entwurf des Gebäudes sowie Details zur Anlagentechnik bereits fest. Ebenso liegen die Ergebnisse von Untersuchungen bspw. zum Baugrund oder vorhandener Bausubstanz vor. Kalkuliert wird auf Bauelementebene mit aktuellen Marktpreisen. So wird bspw. die Menge an Innenputz in m² aus den Entwurfszeichnungen ermittelt und mit den aktuellen Preisen multipliziert. Kostenrisiken, wie z. B. die Entwicklung des Baupreisindex oder bauspezifische Risiken, sollten separat ermittelt werden.
- 114 Für die 18 betrachteten Maßnahmen ergibt sich folgendes Diagramm:

Abbildung 23: Entwicklung der Bauwerkskosten



Quelle: Eigene Darstellung.

- 115 Die Auswertung zeigt, dass die Hälfte der betrachteten Maßnahmen mit Kostenüberschreitungen von unter 10 % fertiggestellt werden konnten. Demgegenüber stehen 4 Maßnahmen, bei denen es erhebliche Überschreitungen gab. Die höchste Überschreitung beträgt dabei 57 %.
- 116 Der SRH weist darauf hin, dass in der Folge von anfänglich zu gering kalkulierten Kosten im Allgemeinen ein Mehraufwand im weiteren Projektverlauf entsteht. So stellt sich bspw. eine Informationspflicht gegenüber den zuständigen Gremien ein. Aber auch die Deckung der entstehenden Finanzierungslücke kann zu Problemen im Haushaltsvollzug führen.
- 117 Der SRH empfiehlt der kommunalen Bauverwaltung eine sorgfältige Prüfung der anhand der Entwurfsplanung erstellten Kostenberechnung. Doch bereits zu Beginn einer Maßnahme ist eine Beurteilung der Gesamtkosten anhand eines Kennwertvergleichs mit ähnlichen Baumaßnahmen wichtig.

7.3 Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Baumaßnahmen über Kostenkennwerte

7.3.1 Exkurs Kostenkennwerte

- 118 Kostenkennwerte bezeichnen das Verhältnis von den Kosten einer Baumaßnahme zu einer Bezugseinheit. Bei den Kosten kann es sich sowohl um die Gesamtkosten handeln als auch um einen Teil davon. Bezugseinheiten sind üblicherweise Flächen, Rauminhalte oder Nutzeinheiten.
- 119 Bei den folgenden Betrachtungen liegt der Fokus auf den Bauwerkskosten. Diese machen den mit Abstand größten Anteil der Gesamtkosten aus. Außerdem sind sie innerhalb der gewählten Stichprobe am besten vergleichbar. Bei den Bezugsgrößen sind u. a. die Verwendung der Nutzungsfläche, der Netto-Raumfläche, der Brutto-Raumfläche, des Brutto-Rauminhalts oder der Nutzeinheiten denkbar.

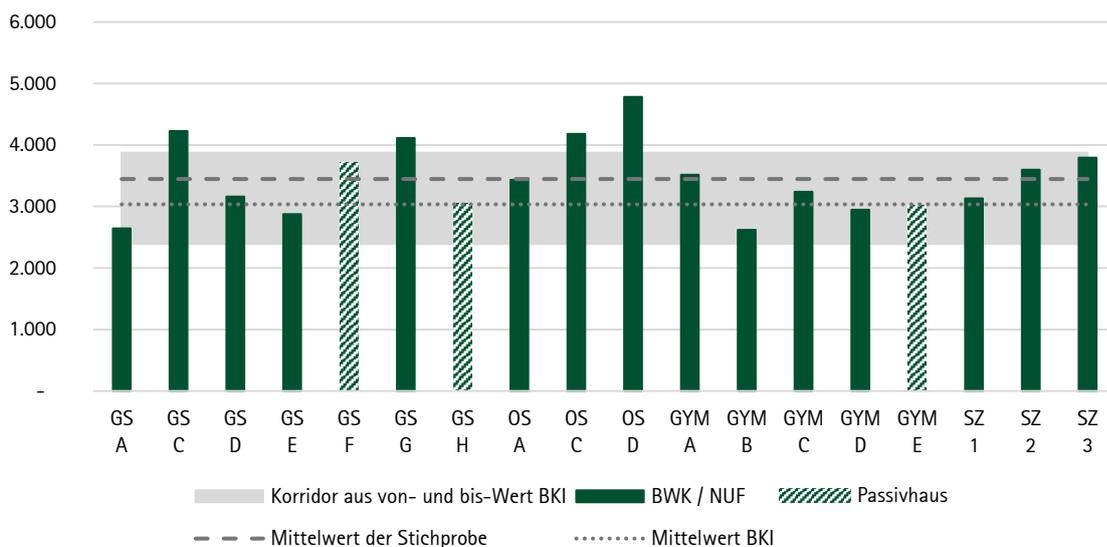
120 In den weiteren Betrachtungen unter den Punkten 7.3.2 und 7.3.3 liegt der Fokus auf der Nutzungsfläche und den Nutzenheiten. Dabei kann zum einen die Wirtschaftlichkeit einer Baumaßnahme eingeordnet und zum anderen auch der Effekt einer Erhöhung oder Reduzierung des Raumprogramms auf die Kosten je Klasse dargestellt werden.

7.3.2 Kostenvergleich hinsichtlich der Nutzungsfläche

121 Die Betrachtung der Bauwerkskosten im Verhältnis zur Nutzungsfläche ist ein geeigneter Kennwert, um die Wirtschaftlichkeit einer Baumaßnahme einzuordnen. Hier spiegeln sich u. a. wirtschaftliche Flächenverhältnisse wider, aber auch die Ausbildung des Tragwerks, Oberflächenqualitäten oder die Fassadengestaltung.

122 Der Kennwertvergleich⁵¹ der Stichprobe liefert folgendes Diagramm:

Abbildung 24: Maßnahmenvergleich der Bauwerkskosten je Nutzungsfläche, indiziert



Quelle: Eigene Darstellung.

123 Wie die Grafik zeigt, reicht die Spanne von 2.620 € pro m² Nutzungsfläche bis 4.782 € pro m² Nutzungsfläche. Der Mittelwert der 18 geprüften Schulbaumaßnahmen liegt bei 3.447 € pro m² Nutzungsfläche. Er befindet sich damit oberhalb des BKI-Mittelwertes von 3.035 € pro m² Nutzungsfläche, welcher Baumaßnahmen aus ganz Deutschland enthält. Allerdings liegen auch 7 Schulbauten im Bereich des BKI-Mittelwertes oder sogar darunter. Zudem zeigt die Auswertung, dass energetisch hochwertige Gebäude mit erwartbar niedrigeren Nutzungskosten auch innerhalb der BKI-Mittelwerte realisiert werden können.

124 Die Auswertung zeigt, dass der Bau von Schulen im Bereich der BKI-Mittelwerte möglich ist. Positiv wirkten sich bei den betrachteten Maßnahmen u. a. kluge Grundrissgestaltungen oder die Errichtung in modularer Bauweise aus. Der SRH empfiehlt, im Rahmen der Entwurfsplanung die Kostenberechnung mit den Werten nach BKI zu überprüfen, um unverhältnismäßigen Kostenentwicklungen rechtzeitig entgegenwirken zu können.

7.3.3 Der Einfluss des Raumprogramms auf die Bauwerkskosten

125 In Abhängigkeit von Schulart und Zügigkeit ergibt sich für jede Schule eine spezifische Anzahl an Klassen. Betrachtet wird im Folgenden der Kennwert Bauwerkskosten je Klasse. Eine Auswertung dieses Kennwertes ist eher unüblich, soll aber auf den Einfluss der Mehrkosten durch eine überhöhte Raumprogrammfläche gegenüber den Raumprogrammempfehlungen aus dem Jahr 1993 (RPE 1993) aufmerksam machen (vgl. Pkt. 3.4).

⁵¹ Zur Vergleichbarkeit wurden Baupreisindex und Regionalfaktor nach BKI berücksichtigt.

126 Da die Raumprogrammempfehlungen aus dem Jahr 1993 keine Flächen für Inklusion und Ganztagsangebote vorsehen⁵², hat der SRH in einem 1. Schritt die anteiligen Bauwerkskosten (BWK) ohne diese Bereiche ermittelt:

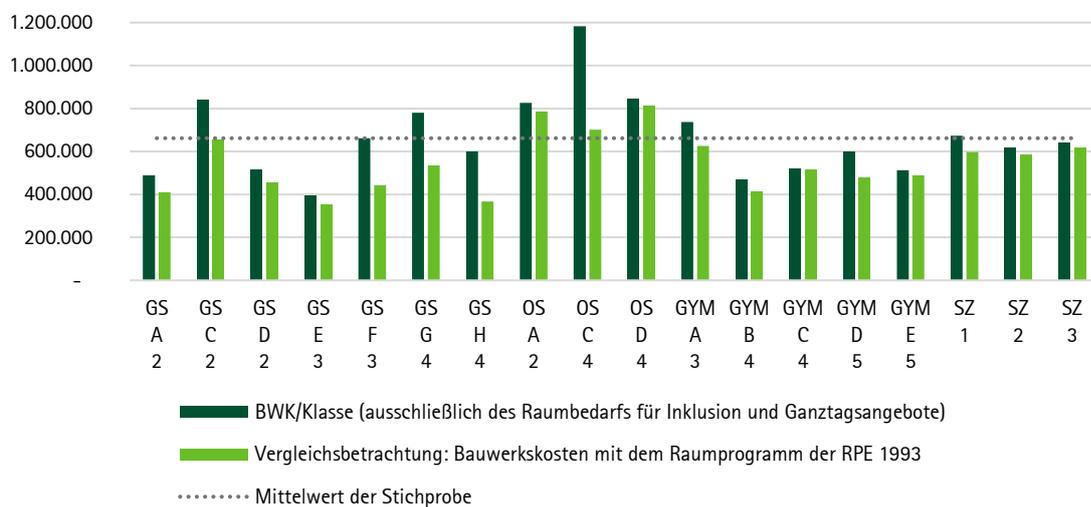
$$BWK_{\text{ohne Inklusion und GTA}} = BWK \times \frac{RPF_{\text{ohne Inklusion und GTA}}}{RPF_{\text{ohne Inklusion und GTA}} + RPF_{\text{Inklusion}} + RPF_{\text{GTA}}}$$

127 In einem 2. Schritt werden fiktive Bauwerkskosten bei Einhaltung der Raumprogrammempfehlungen berechnet:

$$\text{Fiktive } BWK_{RPE\ 1993} = BWK_{\text{ohne Inklusion und GTA}} \times \frac{RPF_{RPE\ 1993}}{RPF_{\text{ohne Inklusion und GTA}}}$$

128 In folgendem Diagramm werden diese beiden Werte für die Bauvorhaben gegenübergestellt. Der linke dunkle Balken stellt die tatsächlichen Kosten dar. Der rechte Balken stellt die fiktiven Kosten bei Einhaltung der Raumprogrammempfehlungen aus dem Jahr 1993 dar. Die Zahlen unterhalb der Maßnahmenbezeichnung geben die Anzahl der Züge an.

Abbildung 25: Maßnahmenvergleich der Bauwerkskosten je Klasse, indiziert



Quelle: Eigene Darstellung.

129 Einen positiven Einfluss auf die Kosten hat dabei die hohe Zügigkeit der Schulen. Bei höheren Zügigkeiten reduziert sich rechnerisch die Fläche je Klasse, da bspw. der Bedarf an Fachunterrichtsräumen nicht proportional steigt. Daher darf man – insbesondere bei Schulen mit hoher Zügigkeit – nicht allein darauf abstellen, ob die Baumaßnahmen im Bereich des Mittelwertes liegen. Entscheidend ist auch der Unterschied zwischen hellem und dunklem Balken. Übersteigt der dunkle Balken den hellen erheblich, verdeutlicht dies hohe Mehrkosten, die durch eine überhöhte Raumprogrammfläche gegenüber den Raumprogrammempfehlungen aus dem Jahr 1993 entstanden sind. Auch wenn die Raumprogrammempfehlungen aus 1993 nicht mehr gültig sind, verdeutlicht Abbildung 25 genauso wie bereits Abbildung 3, dass moderne Schulbauten im Rahmen dieser Vorgaben⁵³ umgesetzt werden können.

130 Die Höhe der Raumprogrammfläche hat einen unmittelbaren Einfluss auf die Höhe der Bauwerks- sowie der Nutzungskosten. Aus diesem Grund ist eine auf den wirtschaftlichen Bedarf ausgerichtete Analyse der benötigten Raumprogrammfläche bereits in der Phase der Bedarfsplanung von wesentlicher Bedeutung (vgl. Pkt. 3.4).

⁵² Die Anforderungen an Schulen bezüglich inklusiver Beschulung und Ganztagsbetreuung haben sich erst in den letzten Jahren entwickelt (vgl. Pkt. 3.4).

⁵³ Ohne Berücksichtigung der Flächen für Inklusion und Ganztagsangebote.

Döbeln, den 23. April 2024

Rechnungshof des Freistaates Sachsen



Jens Michel
Präsident



Stefan Rix
Vizepräsident



Gerold Böhmer
Rechnungshofdirektor



Isolde Haag
Rechnungshofdirektorin



Skadi Stinshoff
Abteilungsleiterin
(Kommissarische Wahrnehmung der Geschäfte)

Herausgeber:

Sächsischer Rechnungshof
Theodor-Kunzemann Straße 10 und 10 B
04720 Döbeln
Telefon: +49 3431 5880-711
E-Mail: poststelle@srh.sachsen.de

www.rechnungshof.sachsen.de

Redaktion:

Sächsischer Rechnungshof

Gestaltung und Satz:

Sächsischer Rechnungshof

Redaktionsschluss:

23. April 2024

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird vom Sächsischen Rechnungshof im Rahmen seiner verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information des Sächsischen Landtages und der Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zu Gunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Copyright

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdruckes von Auszügen und der fotomechanischen Wiedergabe, sind dem Herausgeber vorbehalten.