



Energy Report 2024

Analyse des Energieverbrauchs des Immobilienbestands
der Autonomen Provinz Bozen

eurac
research



Autonome Provinz Bozen
Provincia autonoma di Bolzano
Provincia autonoma de Bulsan
SÜDTIROL • ALTO ADIGE



Inhaltsverzeichnis

- 1. Einleitung und Haftungsausschluss..... 05
 - 1.1 Einleitung 06
 - 1.2 Haftungsausschluss zu den Verbrauchsdaten 07
- 2. Verbrauchslage: Gesamtüberblick 09
 - 2.1 Entwicklung der Energieverbräuche 09
 - 2.2 Analyse der Energiebeschaffungskosten 15
- 3. Detaillierte Analyse der Gebäude..... 21
 - 3.1 Zusammenfassender Überblick zu den Verbräuchen 21
 - 3.1 Zusammenfassender Überblick zu den Kosten 24
 - 3.3 Spezifische Verbräuche und Kosten der Gebäudebewirtschaftung 25
 - 3.3.1 Straßenbauhöfe und logistische Stützpunkte 27
 - 3.3.2 Büros 30
 - 3.3.3 Schulgebäude 33
 - 3.3.4 Berufsschulen 36
 - 3.3.5 Sportanlagen 37
- 4. Detaillierte Analyse der Tunnel 39
 - 4.1 Gesamtüberblick zu Verbräuchen und Kosten 40
 - 4.2 Spezifische Verbräuche und Kosten des Tunnelbetriebs 44
 - 4.2.1 Tunnel mit Beleuchtung 45
 - 4.2.2 Tunnel mit Beleuchtung und Lüftung 47
- 5. Schlussfolgerungen 48

1.

Einleitung und Haftungsausschluss

1. Einleitung und Haftungsausschluss

1.1 EINLEITUNG

Dieser Bericht liefert eine detaillierte Analyse der energetischen Performance des Immobilienbestands der Autonomen Provinz Bozen (PAB) mit dem Ziel, die Energieverbräuche und die damit verbundenen Bewirtschaftungskosten zu bewerten. Die Analyse betrifft verschiedene Gebäudetypen und Infrastrukturen, darunter:

- **Schulgebäude (Oberschulen und Berufsschulen)**
- **Landesämter / Verwaltungsgebäude**
- **Straßenbauhöfe und logistische Stützpunkte**
- **Schülerheime**
- **Sportanlagen**
- **Straßentunnel**

Von der Analyse ausgenommen sind Krankenhäuser sowie die Vermögenswerte der nachgeordneten Einrichtungen der PAB, wie etwa der Landwirtschaftsbetrieb/Versuchszentrum Laimburg sowie die Straßen-, Forst-, Wasser. Ziel des Berichts ist es, ein vollständiges Bild des Verbrauchs an thermischer und elektrischer Energie zu liefern und damit eine fundierte Grundlage für die Planung und Optimierung von Effizienzmaßnahmen zu schaffen. Die präsentierten Ergebnisse dienen zudem dem Aufbau einer Datenbank, die in das Vermögensverwaltungssystem (Asset Management) der PAB integriert wird und ein wirksames Monitoring der Verbräuche sowie die Identifikation prioritärer Handlungsfelder ermöglicht.

Der Bericht analysiert folgende Schlüsselindikatoren:

- **Beschaffungskosten für Energie [€], d. h. die Ausgaben für den Bezug von Brennstoffen und Energieträgern.**
- **Energie - Endverbrauch [kWh], d. h. die in den Rechnungen ausgewiesene thermische und elektrische Energie.**
- **Primärenergie, ausgedrückt in Tonnen Erdöläquivalent (TEP), ein Kennwert für Vergleiche auf territorialer Ebene.¹**
- **Energiebeschaffungskosten je Volumeneinheit [€/m³·Jahr], d. h. die Ausgaben je Gebäude bezogen auf das beheizte Volumen.**

¹ Ministerium für wirtschaftliche Entwicklung. (2015, 26. Juni). Dekret vom 26. Juni 2015 – Anwendung der Methoden zur Berechnung der energetischen Leistung und Festlegung der Vorschriften und Mindestanforderungen für Gebäude (Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie Generale Nr. 162 vom 15/07/2015, Suppl. ord. Nr. 39; Code 15A05198).

Umrechnungsfaktoren in Tonnen Erdöläquivalent (TEP)		
Methangas	0.000882 tep/m³	9.3333E-05 tep/kWh
Heizöl	0.00086 tep/l	7.2513E-05 tep/kWh
Fernwärme	5.7971E-05 tep/kg	5.7971E-05 tep/kWh
Holzackschnitzel	0.000882 tep/m³	9.3333E-05 tep/kWh
Strom	0.000187 tep/kWh	0.000187 tep/kWh

Tabelle 1: Umrechnungsfaktoren in Tonnen Erdöläquivalent (TEP)

- **Energieverbrauch je Volumeneinheit [kWh/(m³·Jahr)], ein Schlüsselindikator zum Vergleich der Energieeffizienz von Gebäuden.**
- **Energiebeschaffungskosten je Längeneinheit [€/m·Jahr], d. h. die Ausgaben je Tunnel bezogen auf die Tunnellänge.**
- **Primärenergieverbrauch je Längeneinheit [kWh/(m·Jahr)], ein Schlüsselindikator zum Vergleich der Energieeffizienz von Tunneln.**

Die erhobenen und analysierten Daten ermöglichen die Überwachung von Verbrauchstrends, die Identifikation spezifischer Problemfelder und die Ableitung gezielter Maßnahmen zur Kostendämpfung sowie zur Verbesserung der energetischen Nachhaltigkeit des provinziellen Immobilienbestands.

1.2 HAFTUNGSAUSSCHLUSS ZU DEN ENERGIEVERBRAUCHSDATEN

Die in diesem Bericht ausgewiesenen Verbrauchsdaten wurden aus verschiedenen Quellen erhoben, darunter:

- **Energieversorger**
- **Stromverteilnetzbetreiber**
- **Energieabrechnungen, deren Daten in eine von der PAB geführte Datenbank übernommen wurden**

Es ist zu beachten, dass die Daten folgenden Einflüssen unterliegen:

- **Nachverrechnungen und Korrekturen: Energieabrechnungen können sich infolge periodischer Ausgleichs-/Nachverrechnungen ändern.**
- **Verzögerungen in der Rechnungsstellung: Erfassungs- und Buchungszeitpunkte bilden die tatsächlichen Verbräuche nicht immer zeitnah ab.**

Trotz aller gebotenen Sorgfalt zur Sicherstellung der Genauigkeit ist zu berücksichtigen, dass etwaige Abweichungen in den Daten – insbesondere mögliche zeitliche Verschiebungen zwischen Verbrauch und zugehöriger Rechnung – die abschließenden Bewertungen beeinflussen können.

2.

Verbrauchslage: Gesamtüberblick

2. Verbrauchslage: Gesamtüberblick

2.1 ENTWICKLUNG DER ENERGIEVERBRÄUCH

Das Monitoring 2024 umfasst 590 Objekte – Gebäude, Tunnel und sonstige Verbrauchsstellen – mit einem Gesamtverbrauch von 15'098 TEP. Der Mehrjahrestrend bestätigt eine im Wesentlichen stabile Verbrauchsentwicklung nach den in den Jahren 2022–2023 eingeleiteten Effizienzmaßnahmen.

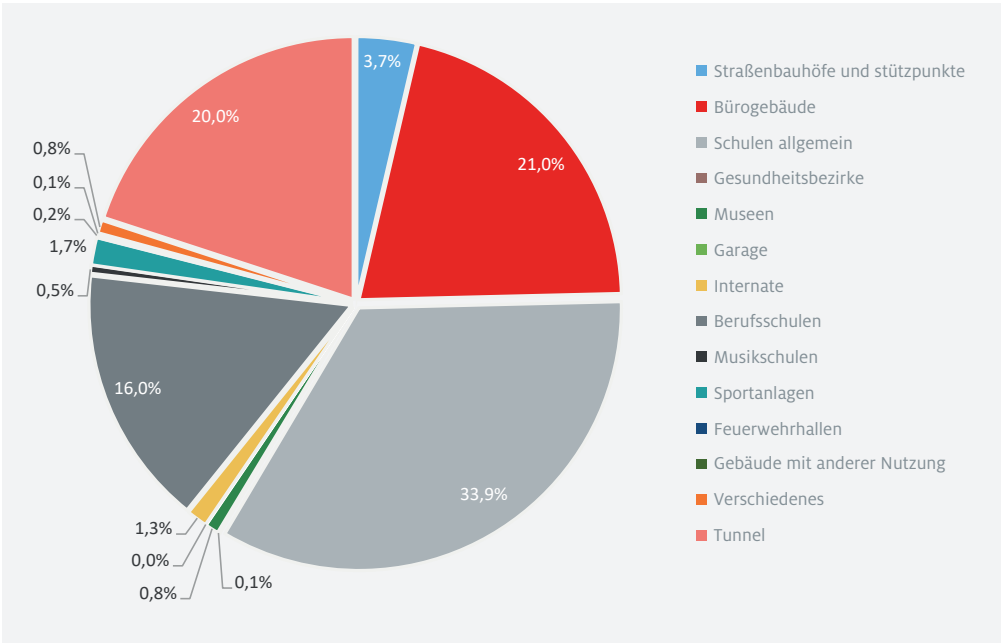


Abbildung 1: Kostenverteilung nach Nutzungsart – 2024

Verwendungszweck	Anzahl	TOE/Jahr	Kosten/Jahr
Schulen allgemein	66	5'550	6'629'155 €
Bürogebäude	111	3'205	4'099'555 €
Tunnel	102	2'579	3'903'926 €
Berufsschulen	24	2'467	3'131'091 €
Straßenbauhöfe und stützpunkte	82	463	714'061 €
Sportanlagen	10	265	327'671 €
Internate	5	201	245'930 €
Museen	6	131	161'075 €
Varie	164	84	155'080 €
Musikschulen	1	93	96'612 €
Feuerwehrhallen	1	30	34'520 €
Gesundheitsbezirke	5	18	25'788 €
Gebäude mit anderer Nutzung	7	10	19'768 €
Garage	6	3	7'319 €
Gesamt	590	15'098	19'551'551 €

Tabelle 2: Kosten und Verbräuche in TEP im Jahr 2024

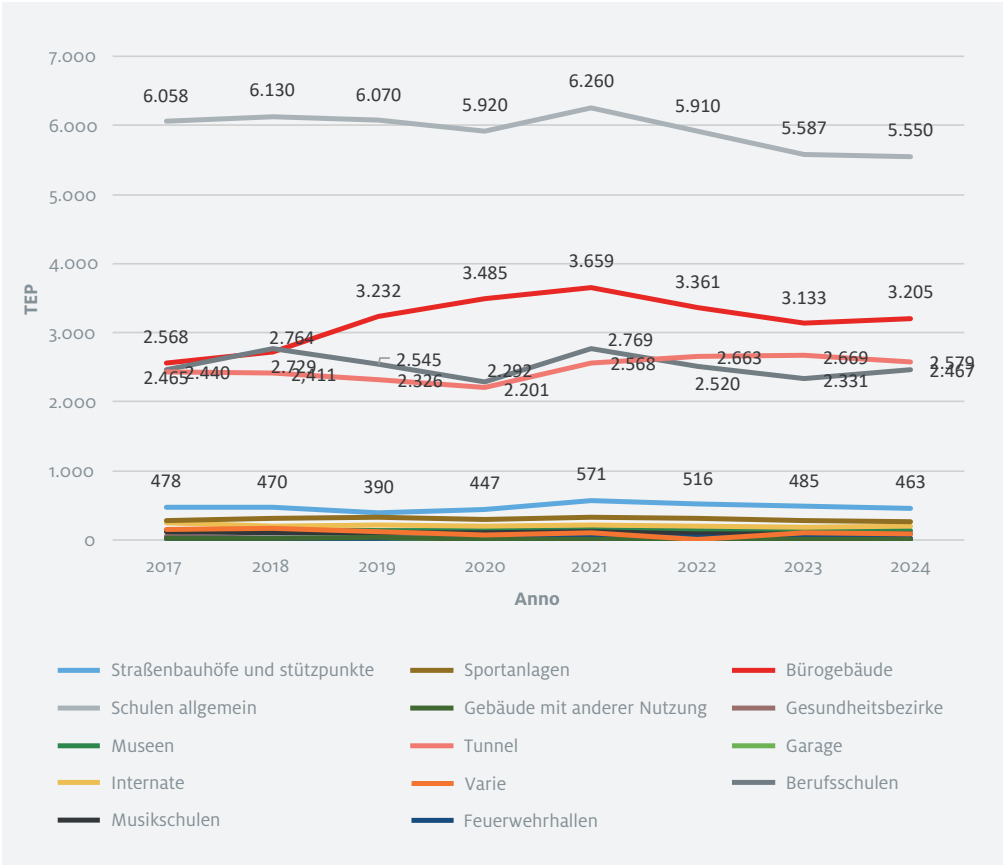


Abbildung 2: Zeitliche Entwicklung der Verbräuche nach Gebäudekategorien, 2017–2024

Der Schulbereich ist insgesamt der größte Beitragsleister, was auf seine große Bestandsausdehnung zurückzuführen ist: Die Schulgebäude summieren sich auf 5'550 TEP (36,8 % des Gesamtwerts 2024; –1 % ggü. 2023 und –6 % gegenüber dem Mittel 2017–2024). Die Verwaltungsgebäude (Büros) liegen bei 3'205 TEP (21,2 %; +2 % ggü. 2023; +1 % gegenüber dem Mittel). Die Tunnel verzeichnen 2'579 TEP (17,1 %), –3 % ggü. 2023, jedoch +4 % gegenüber dem mehrjährigen Durchschnitt.

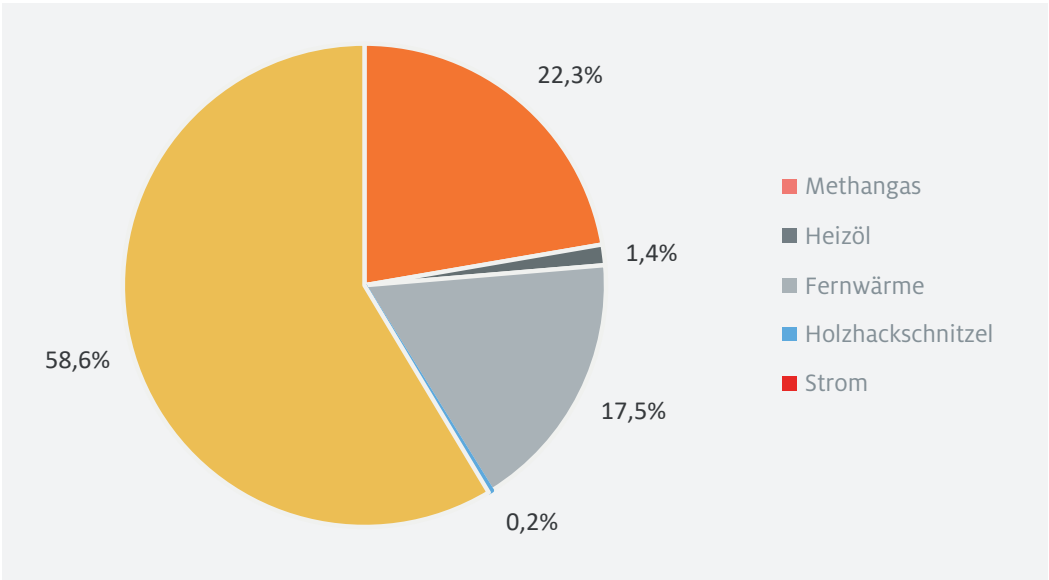


Abbildung 3: Verteilung der Primärenergieverbräuche nach eingesetztem Energieträger – 2024

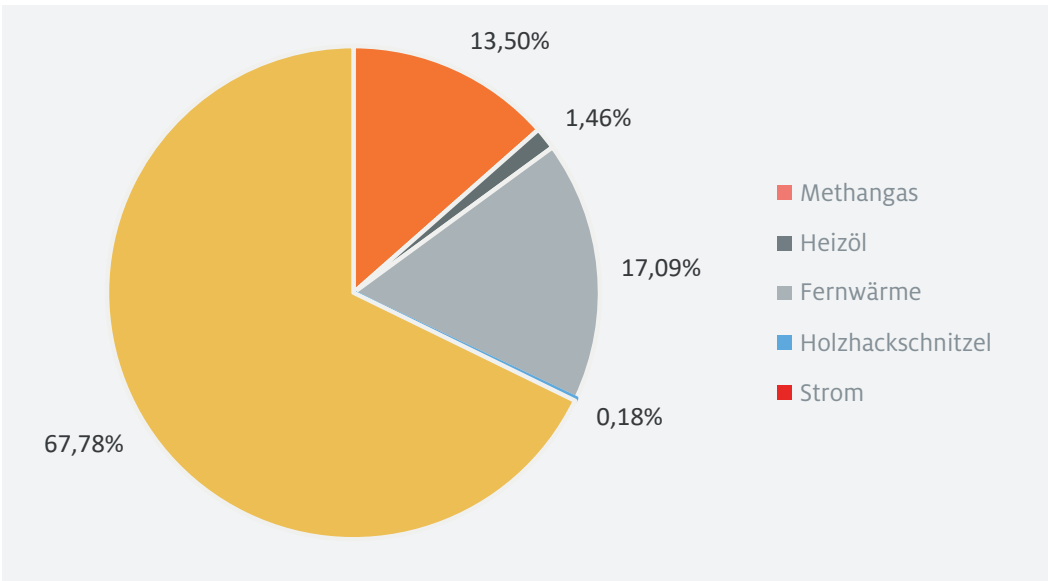


Abbildung 4: Verteilung der Gesamtkosten nach eingesetztem Energieträger – 2024

Kraftstoff	Endenergie [kWh]	TEP	Kosten [€]
Methangas	36'064'593	3'366.0	2'638'960
Heizöl	2'865'056	207.8	285'675
Fernwärme	28'275'277	2'639.0	3'340'912
Holzhackschnitzel	645'150	37.4	34'452
Strom	47'315'202	8'847.9	13'251'692

Tabelle 3: Kosten und Verbräuche in Endenergie und TEP im Jahr 2024

In Tabelle 4 sowie in Abbildung 5 und Abbildung 6 sind die Gesamtverbräuche des Immobilienbestands des Landes in TEP dargestellt. Aus der Aufteilung nach Energieträgern wird klar ersichtlich, dass der Strom seine führende Rolle weiter ausbaut und 8'848 TEP bzw. 58,6 % der Primärenergieverbräuche abdeckt.

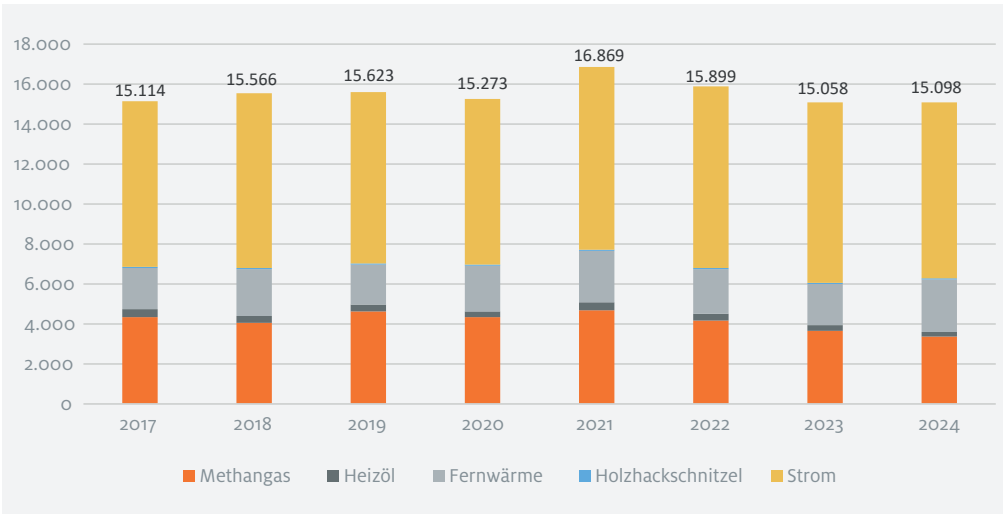


Abbildung 5: Verteilung der Energieverbräuche (TEP/Jahr) nach Brennstoff/Energieträger – 2017–2024

Eine längerfristige Analyse (Abbildung 7) zeigt signifikante Trends: Der Erdgas-Einsatz sinkt strukturell weiter und liegt 2024 bei 3'366 TEP (–7 % ggü. 2023; –22 % ggü. 2017). Die Fernwärme verzeichnet eine deutliche Erholung auf 2'639 TEP (+26 % ggü. 2023; +28 % ggü. 2017) – im Einklang mit einer Verschiebung des thermischen Mixes zugunsten dieses Trägers. Elektrizität bleibt mit 8'848 TEP der dominante Energieträger (–1.8 % ggü. 2023; +7 % ggü. 2017). Heizöl fällt auf 208 TEP (–25 % ggü. 2023; –47 % ggü. 2017), während Biomasse mit 37 TEP marginal bleibt

2.2 ANALYSE DER ENERGIEBESCHAFFUNGSKOSTEN

Die Beschaffungskosten der einzelnen Brennstoffe/Energieträger wurden auf Basis der Energieabrechnungen der Provinz ausgewertet: Die ausgewiesenen Werte sind jährliche Durchschnittspreise (€/kWh bzw. €/l), berechnet als Verhältnis aus jährlich verrechneter Ausgabe und jährlich abgerechneter Energiemenge je Lieferstelle und Energieträger; sie beinhalten somit Entgelte und vertragliche Grundgebühren und entsprechen nicht dem reinen Energiepreis. Im Fall der Fernwärme ist der Vergleich vor dem Hintergrund eines abweichenden Systemgrenzverlaufs zu interpretieren: Trotz mitunter höherer €/kWh gegenüber vor Ort eingesetzten Brennstoffen entfallen für den Eigentümer die Betriebs- und Wartungskosten einer eigenen Erzeugungsanlage (Kessel, Brenner, Abgas-/Emissionskontrollen, Sicherheitsprüfungen); üblicherweise beschränkt sich der Aufwand auf den Wärmetauscher.

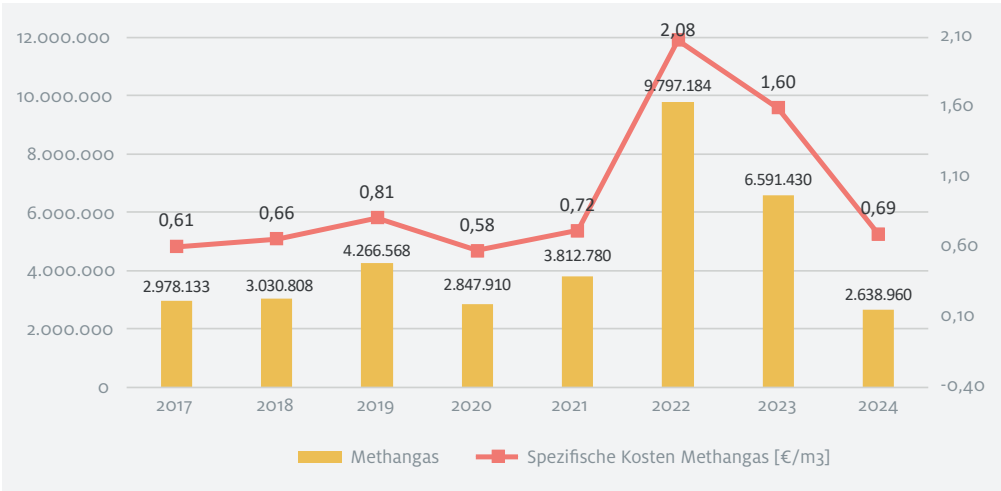


Abbildung 6: Jahreskosten und spezifische Kosten für die Erdgasversorgung (2017–2024)

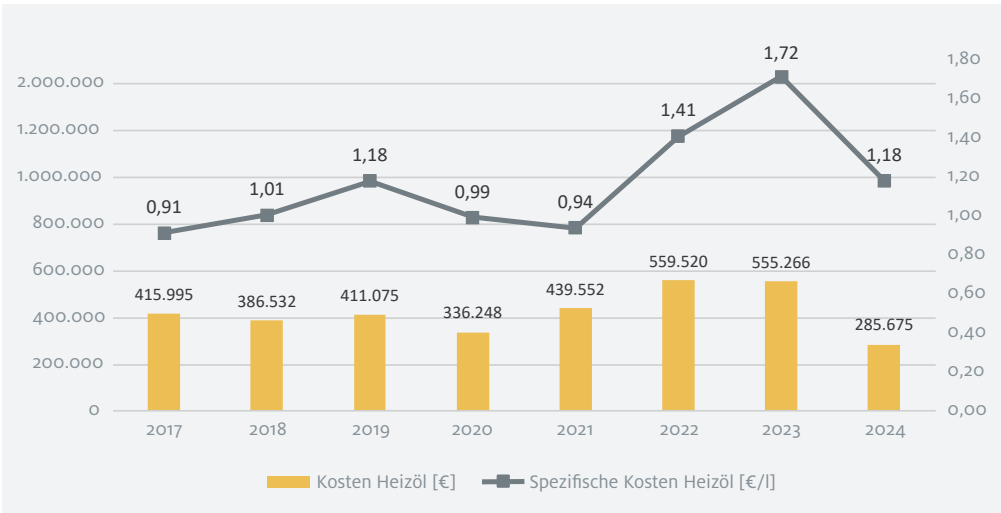


Abbildung 7: Jahreskosten und spezifische Kosten für die Heizölversorgung (2017–2024)

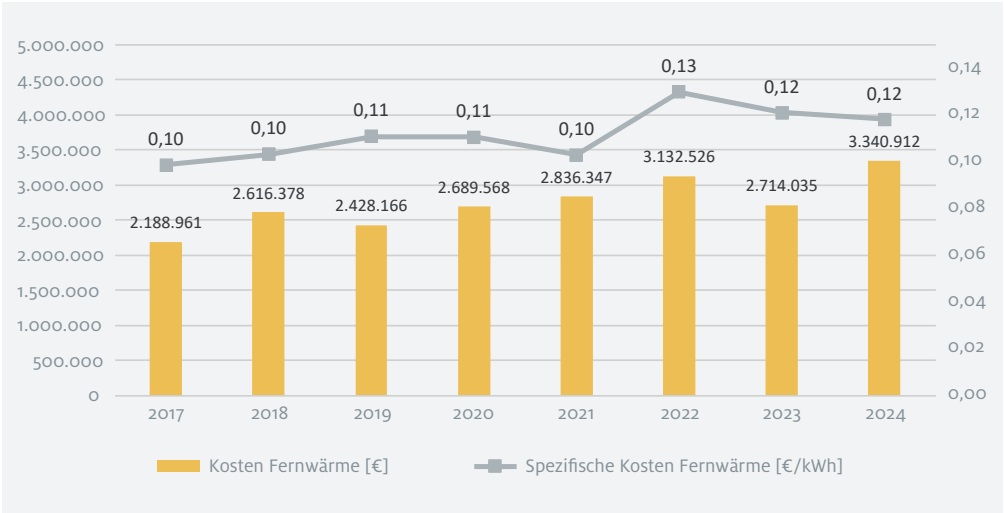


Abbildung 8: Jahreskosten und spezifische Kosten für die Fernwärmeversorgung (2017–2024)

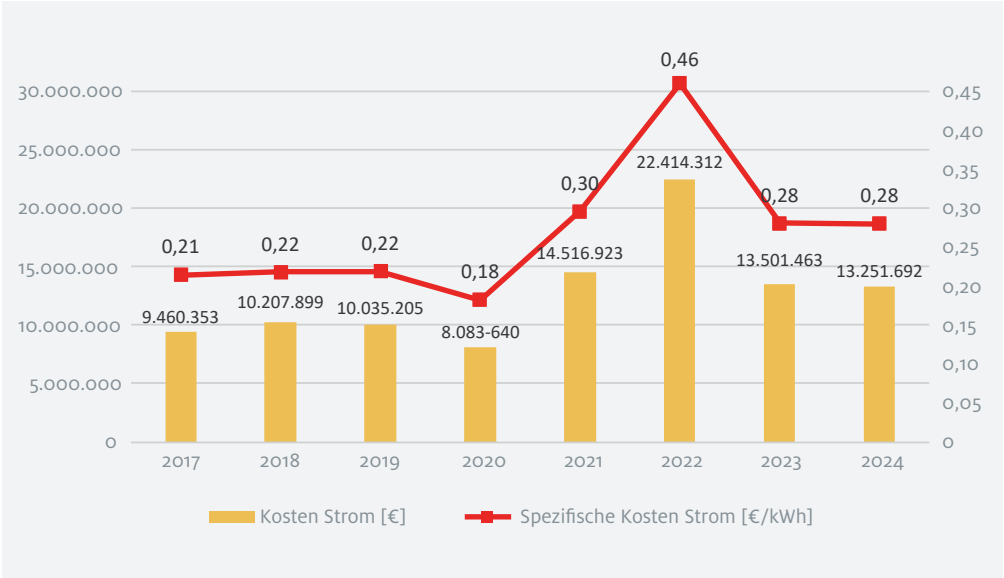


Abbildung 10: Jahreskosten und spezifische Kosten für die Stromversorgung (2017–2024)

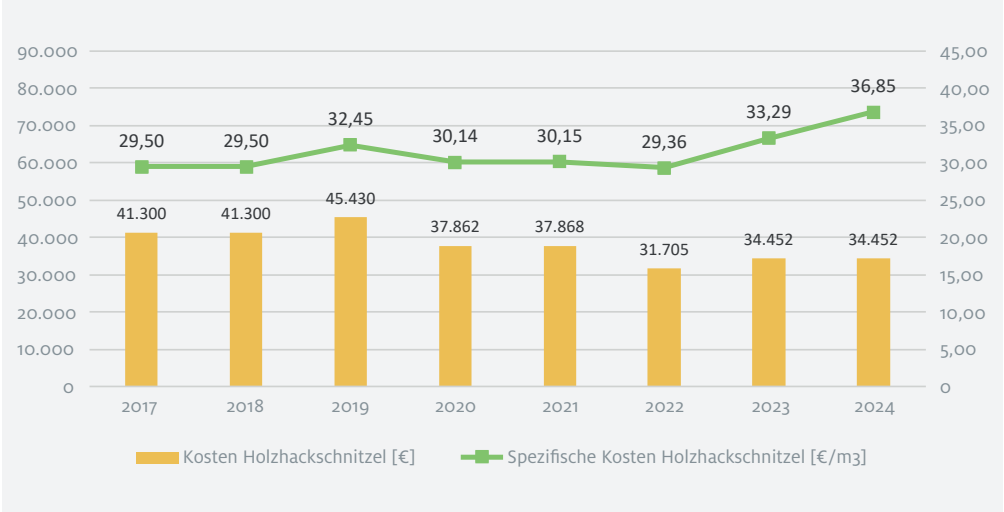


Abbildung 9: Jahreskosten und spezifische Kosten für die Biomasseversorgung (2017–2024)

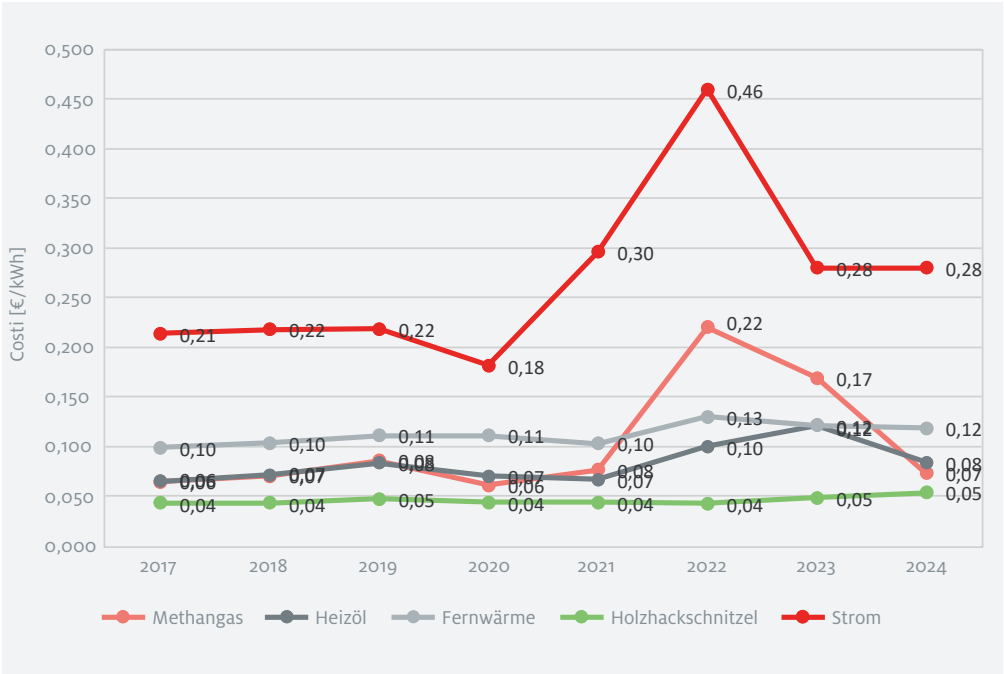


Abbildung 11: Spezifische Kosten je Energieeinheit nach Energieträger

Im Jahr 2024 setzte eine deutliche Normalisierung gegenüber den Preisspitzen 2022 ein, mit teils stark differenzierten Preisbewegungen zwischen den Energieträgern. Erdgas, 2023 noch bei über 0,17 €/kWh, fiel auf 0,073 €/kWh und senkte die Gesamtausgaben der Provinz von 6,59 Mio. € auf 2,64 Mio. € – Werte, die wieder dem Vorkrisenniveau (2019) entsprechen. Heizöl verzeichnete einen ähnlich kräftigen Rückgang von 1,72 €/l (0,122 €/kWh) auf 1,18 €/l (0,084 €/kWh); die Gesamtausgabe halbierte sich nahezu auf 285'675 €. Auch Strom profitierte vom Rückgang der Spotpreise: der Einheitspreis sank auf 0,257 €/kWh (–8,2 % ggü. 2023), die Gesamtausgabe auf 13,25 Mio. € (–1,8 %), bleibt jedoch der kostenintensivste Träger (68 % der gesamten Energiekosten). Fernwärme hielt den Einheitspreis weitgehend stabil bei 0,118 €/kWh (–2,5 %), während die Ausgaben auf 3,34 Mio. € stiegen (+23 %), was den +26 % höheren Verbrauch im selben Zeitraum widerspiegelt. Biomasse blieb im Mix marginal, mit einem leichten Anstieg des Einheitspreises auf 0,053 €/kWh (+11 % ggü. 2023).

Bemerkenswert ist der „Nachlaufeffekt Strom“: Trotz rückläufiger Spotpreise halten Mittelfristverträge und Netz-/Umlagekomponenten das Strompreisniveau noch rund 18 % über 2019. Fernwärme bestätigt hingegen ihre Resilienz mit der stabilsten Tarifentwicklung gegenüber makro-geopolitischen Schocks. Insgesamt zeichnet 2024 ein Bild der Rückkehr zur Normalität bei Erdgas und Heizöl, während Strom und Fernwärme in eine Preiskonsolidierung übergehen.

3.

Verbrauchslage: Gesamtüberblick

3 Detaillierte Analyse der Gebäude

3.1 ZUSAMMENFASSENDER ÜBERBLICK ZU DEN VERBRÄUCHEN

Im vorhergehenden Abschnitt wurden Ergebnisse vorgestellt, die einer kritischen Einordnung bedürfen. Hierfür sind die Temperaturentwicklung sowie die Kosten der eingesetzten Brennstoffe/ Energieträger in den betrachteten Jahren zu berücksichtigen. Es ist hervorzuheben, dass die Witterung den Heizenergieverbrauch maßgeblich beeinflusst. Daher wird zur Bewertung der Effizienz des Gebäudebestands der Verbrauch mit dem Parameter der Heizgradtage² (GTZ) der Heizperiode normalisiert. So ergibt sich der Energiebedarf zur Raumheizung in Relation zu den gemessenen Außentemperaturen. Die Heizgradtage variieren je Standort; für diesen Bericht wurden die Werte von Bozen herangezogen, wo sich der Großteil der Gebäude befindet.

Um die ausschließlich der Raumheizung zuzurechnenden Verbräuche zu ermitteln, wurden dieH für die Warmwasserbereitung eingesetzten Energiemengen von den Gesamtverbräuchen der thermischen Träger (Erdgas, Fernwärme, Heizöl, Biomasse) getrennt. Ausgangspunkt war eine Stichprobe von 94 Gebäuden (überwiegend Büros, Schulgebäude und Berufsschulen). Ausgewertet wurden die monatlichen Abrechnungen der Sommermonate Juni, Juli und August 2022, in denen die Wärmeerzeugung üblicherweise ausschließlich für Warmwasser genutzt wird. Unter der Annahme eines über das Jahr konstanten Warmwasserverbrauchs – gestützt durch die gleichbleibende Nutzung in den Sommermonaten (zahlreiche Kurse in den Schulen) – wurde die Analyse auf weitere Liegenschaften ausgeweitet. Dieser Ansatz ergab für 2022 einen jährlichen Warmwasserverbrauch von 2'486 TEP in der Provinz Bozen. Dieser Verbrauch wurde für die übrigen Jahre 2017–2024 als konstant angenommen. Die reinen Heizverbräuche wurden folglich ermittelt, indem der spezifische Warmwasseranteil vom Gesamtverbrauch abgezogen wurde; die Resultate sind in Abbildung 14 zusammengefasst.

Abbildung 14 zeigt, dass der Heizverbrauch der GTZ-Kurve folgt und zwischen 2017–2023 von einem Minimum von 3'564 TEP (2023) bis zu einem Maximum von 5'212 TEP (2021) variiert. Um den Klimaeinfluss auszublenden, wird in Abbildung 15 der GTZ-normalisierte Heizenergieverbrauch dargestellt.

² I Gradi Giorni secondo la Metodologia di calcolo del D.P.R. 412/1993 si calcolano come la differenza tra 20°C, cioè la temperatura a cui vengono mantenuti gli ambienti interni, e la temperatura esterna media giornaliera; queste differenze vengono sommate per i giorni della stagione di riscaldamento per cui la temperatura esterna media giornaliera è inferiore a 12°C, ottenendo il valore per l'anno di riferimento. In questo caso sono stati adottati i dati rilevati per la città di Bolzano dalla centralina meteorologica della Provincia situata in zona Ospedale dal 2017 al 2024

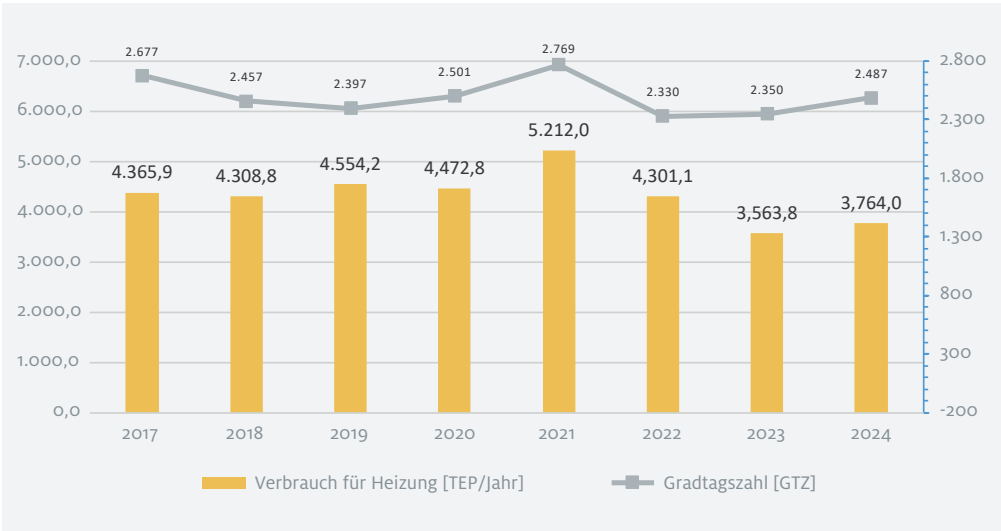


Abbildung 12: Primärenergieverbräuche für die Gebäudeheizung (2017–2024)

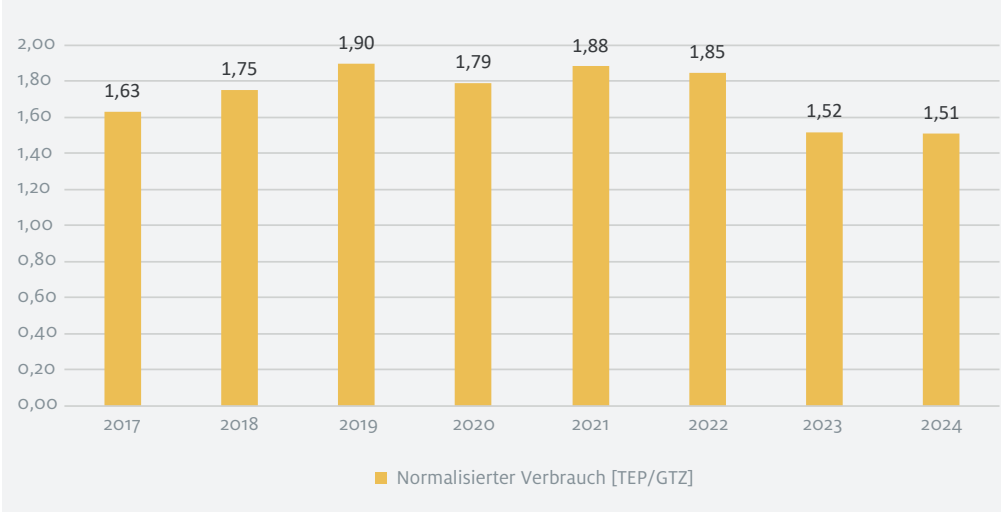


Abbildung 13: Primärenergieverbräuche für die Gebäudeheizung, normalisiert nach Heizgradtagen (2017–2024)

Im Jahr 2024 bestätigt und konsolidiert sich der seit 2022 eingeschlagene Effizienzpfad der Autonomen Provinz Bozen. Die absoluten Heizverbräuche steigen leicht von 3'564 TEP auf 3'764 TEP (+5,6 %), im Wesentlichen bedingt durch einen Anstieg der Heizgradtage (+5,8 % auf 2'487 GTZ). Gleichzeitig sinkt dank Anlagenoptimierungen und betrieblicher Maßnahmen der normalisierte Verbrauch – die Energie je Heizgradtag – von 1,52 auf 1,51 TEP/GTZ (–0,2 %) und markiert damit einen neuen Bestwert.

Dieser Fortschritt verbessert das Ergebnis von 2023 und bestätigt einen langfristigen Trend: Seit 2019 ist die thermische Effizienz um über 20 % gestiegen (von 1,90 auf 1,51 TEP/GTZ). Zugleich begrenzte die operationelle Resilienz den Effekt des strengeren Winters (+137 GTZ) so, dass sich die zusätzlichen Verbräuche auf rund 200 TEP beschränkten, statt proportional zum Klima anzusteigen.

Ein historischer Vergleich liefert weitere Hinweise: 2021, das kälteste Jahr des Jahrzehnts mit 2'769 GTZ, verzeichnete 5'212 TEP; 2024, bei klimatischen Bedingungen ähnlich 2018, endet bei 3'764 TEP – eine Verbesserung von 13 % bei gleicher Gradtag-Zahl. Schließlich ergibt die kumulative Einsparung gegenüber 2017–2021 für die Jahre 2023–2024 einen Zugewinn von ca. 1'379 TEP – ein deutlicher Beleg für die Wirksamkeit der thermischen Effizienzmaßnahmen und der Anlagenbewirtschaftung.

3.2 ZUSAMMENFASSENDE ÜBERSICHT ZU DEN KOSTEN

Analog zur Verbrauchsanalyse wurden die Heizkosten sowohl absolut als auch GTZnormalisiert bewertet. Abbildung 16 zeigt die jährlichen Heizkosten der Gebäude.

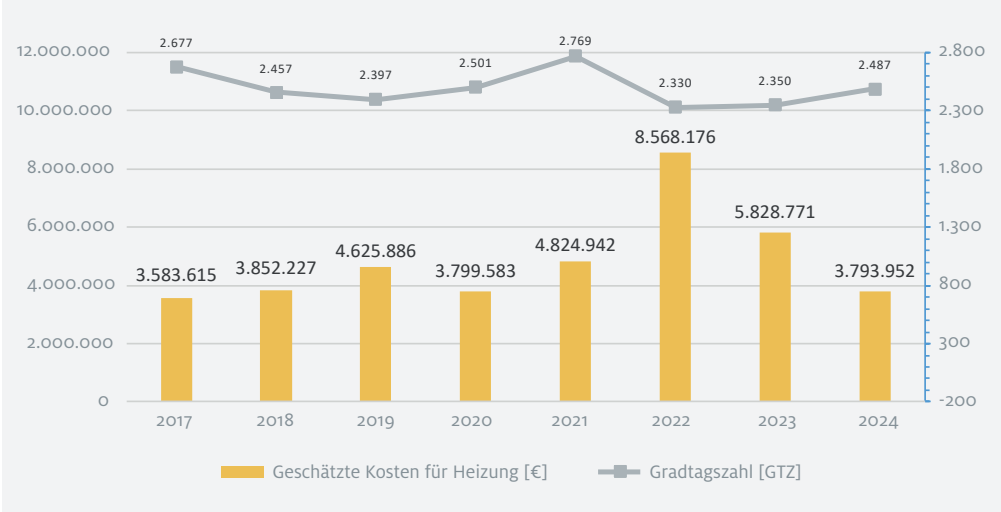


Abbildung 14: Jahreskosten für die Gebäudeheizung (2017–2024)

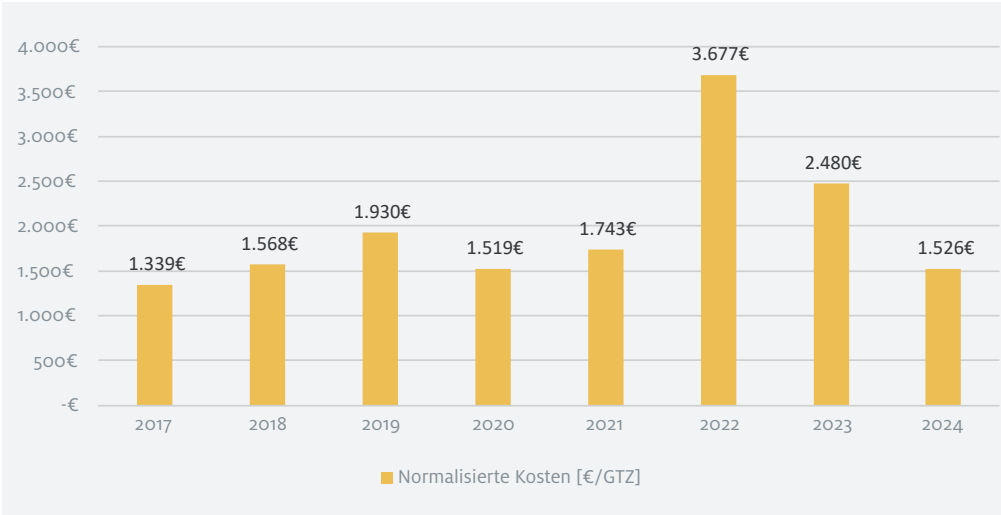


Abbildung 15: Primärenergieverbräuche, normalisiert nach Heizgradtagen (2017–2024)

Im Jahr 2024 vollzogen die Heizkosten der Gebäude der Autonomen Provinz Bozen eine klare Trendwende zurück auf Vorkrisenniveau, trotz kälterem Winter. Die Gesamtausgaben beliefen sich auf 3,79 Mio. €, praktisch auf dem Niveau von 2020 (3,80 Mio. €) und deutlich unter dem Höchststand 2022 (8,57 Mio. €). Damit liegt 2024 auf dem zweitniedrigsten Wert der letzten acht Jahre (niedriger nur 2017) – ein Indikator für gesunkene Tarife und die Wirksamkeit der in den Vorjahren umgesetzten Effizienzmaßnahmen.

GTZ-normalisiert betragen die spezifischen Kosten 2024 1'526 €/GTZ, ein Wert nahe 2020 (1'519 €/GTZ) und weniger als die Hälfte des Maximums 2022 (3'677 €/GTZ).

3.3 SPEZIFISCHE VERBRÄUCHE UND KOSTEN DER GEBÄUDEBEWIRTSCHAFTUNG

Zur Bewertung der energetischen Qualität eines Gebäudes werden Intensitätskennwerte gebildet, indem die Jahresverbräuche auf einen Größenparameter bezogen werden; hier wird das beheizte Bruttovolumen verwendet. Die Analyse umfasst die Gebäude, für die dieser Wert vorliegt (62 Straßenbauhöfe/logistische Stützpunkte, 40 Büros, 47 Schulgebäude, 9 Berufsschulen, 6 Sportanlagen). Für all diese Objekte werden die spezifischen thermischen und elektrischen Verbräuche sowie die Gesamtkosten der Energieversorgung für die Jahre 2020–2024 ausgewiesen.

Die in den Abbildungen dargestellten Mittelwertlinien repräsentieren ein volumengewichtetes Mittel des jeweiligen Jahresstichprobensatzes, berechnet als Quotient aus Summenverbrauch/-kosten und Summenvolumen. Dies entspricht nicht dem einfachen arithmetischen Mittel der gebäudespezifischen Werte. Folglich gewichten größere Gebäude stärker (Beispiel: steht ein kleines Gebäude bei 20 kWh/m³·Jahr und ein großes bei 10 kWh/m³·Jahr, liegt das volumenge-

wichtete Mittel bei <15 kWh/m³Jahr). Dies erklärt den möglichen optischen Effekt, dass die Mittelwertlinie visuell nicht der „mittleren“ Höhe der einzelnen Balken zu entsprechen scheint

Das gleiche volumengewichtete Verfahren wird konsequent sowohl auf die Verbräuche als auch auf die spezifischen Kosten für alle Nutzungsarten angewandt.

3.3.1 Straßenbauhöfe und Straßenstützpunkte

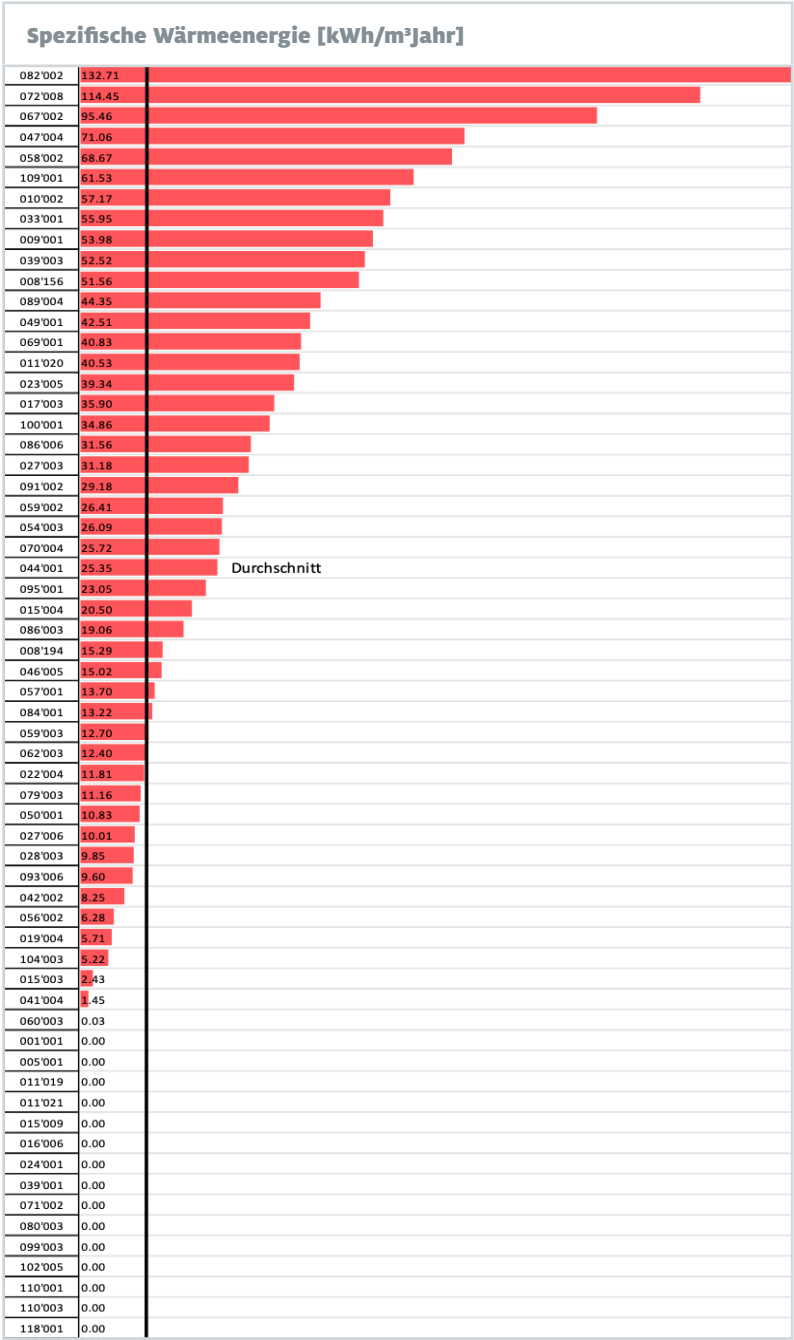


Abbildung 16: Mittlerer spezifischer Wärmeenergieverbrauch der Straßenbauhöfe und Straßenstützpunkte der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024



Abbildung 17: Mittlerer spezifischer Stromverbrauch der Straßenbauhöfe und Straßenstützpunkte der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024

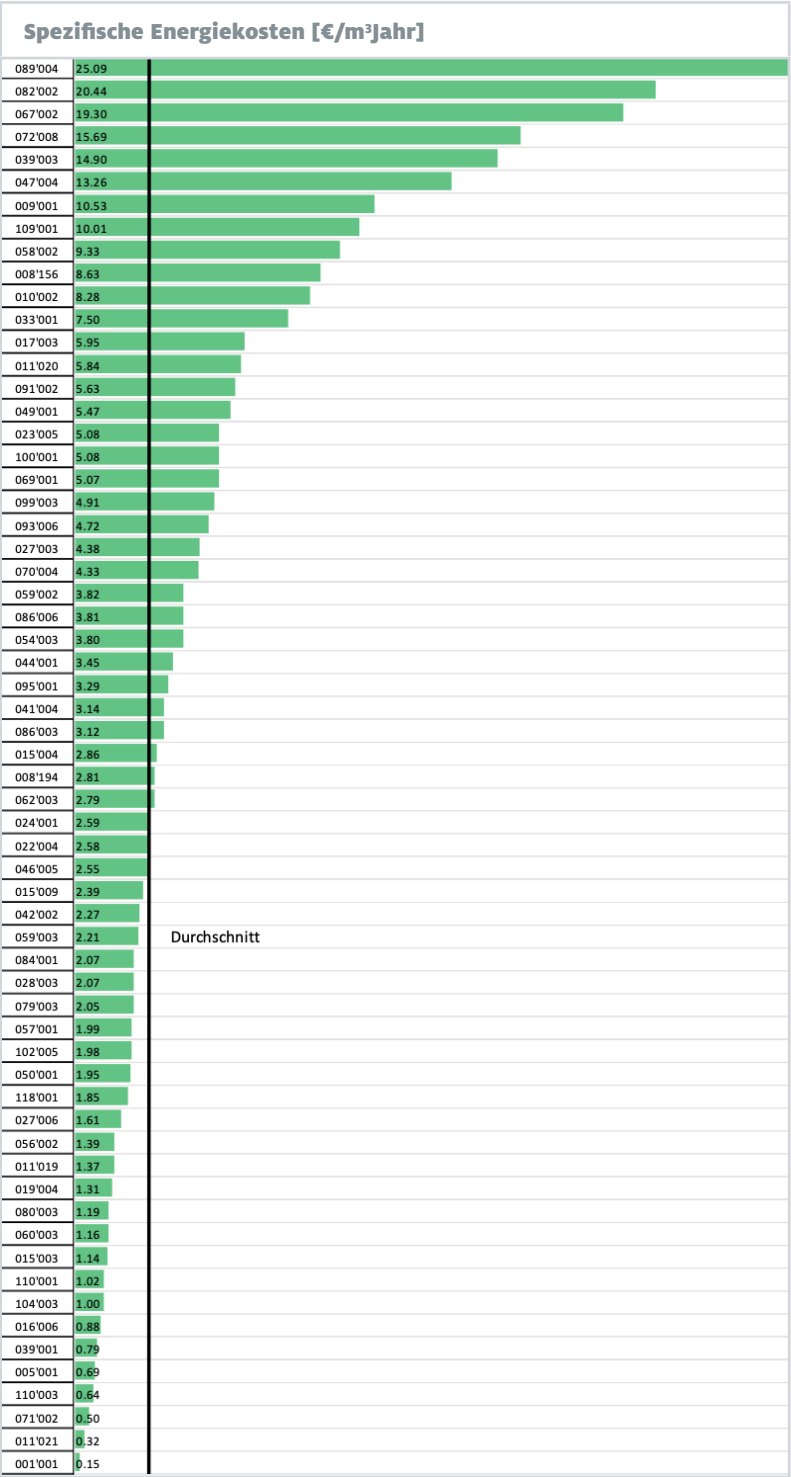


Abbildung 18: Mittlere spezifische Energiebeschaffungskosten der Straßenbauhöfe und logistischen Straßenstützpunkte der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024

Die Straßenbauhöfe und Straßenstützpunkte der Autonomen Provinz Bozen verbrauchten im Zeitraum 2020–2024 im Mittel 12,39 kWh/m³-Jahr Wärmeenergie und 3,77 kWh/m³-Jahr elektrische Energie; die mittleren spezifischen Energiekosten betrugen 2,63 €/m³-Jahr

3.3.2 Büros

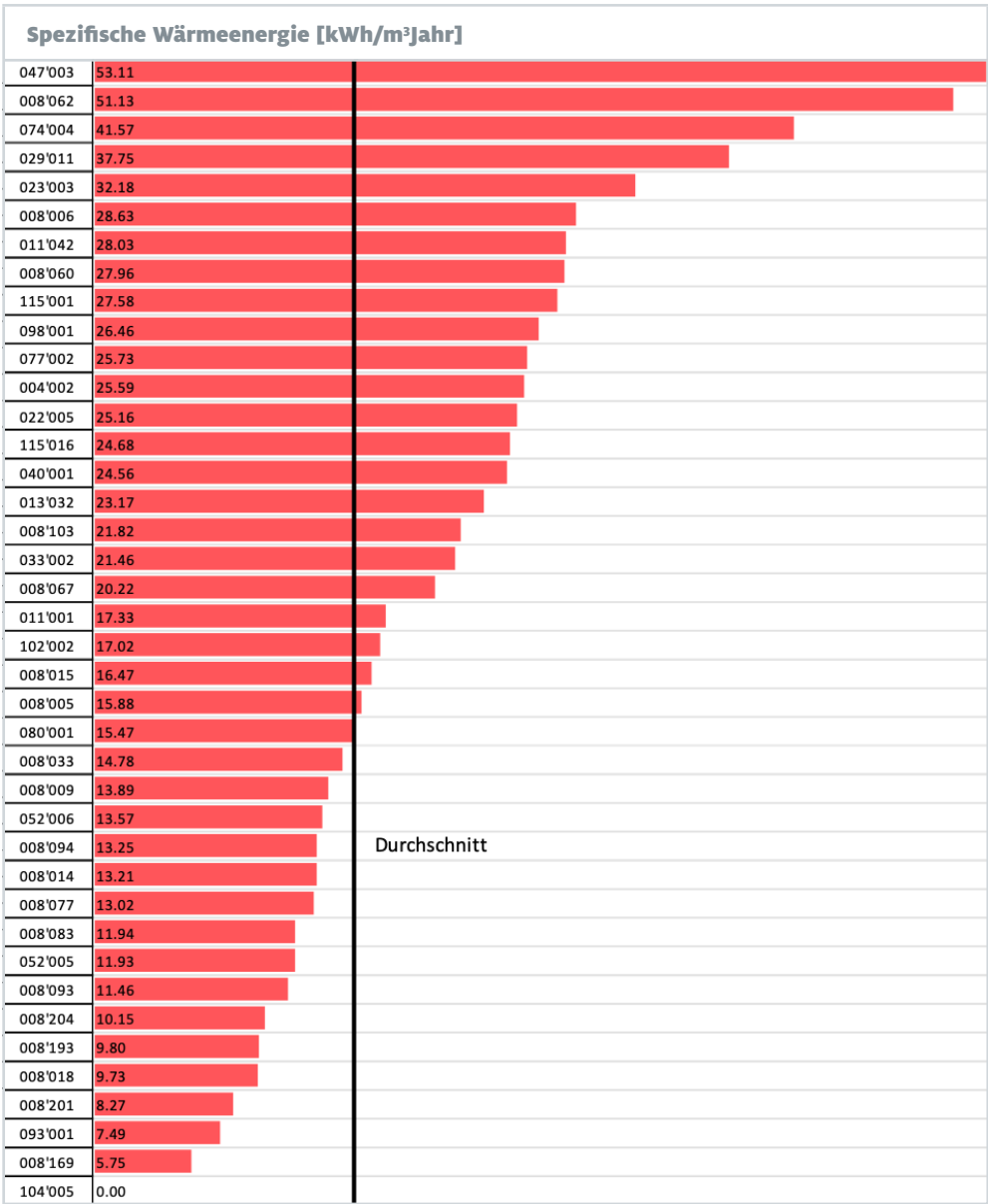


Figura 19: Mittlerer spezifischer Wärmeenergieverbrauch der Büros der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024

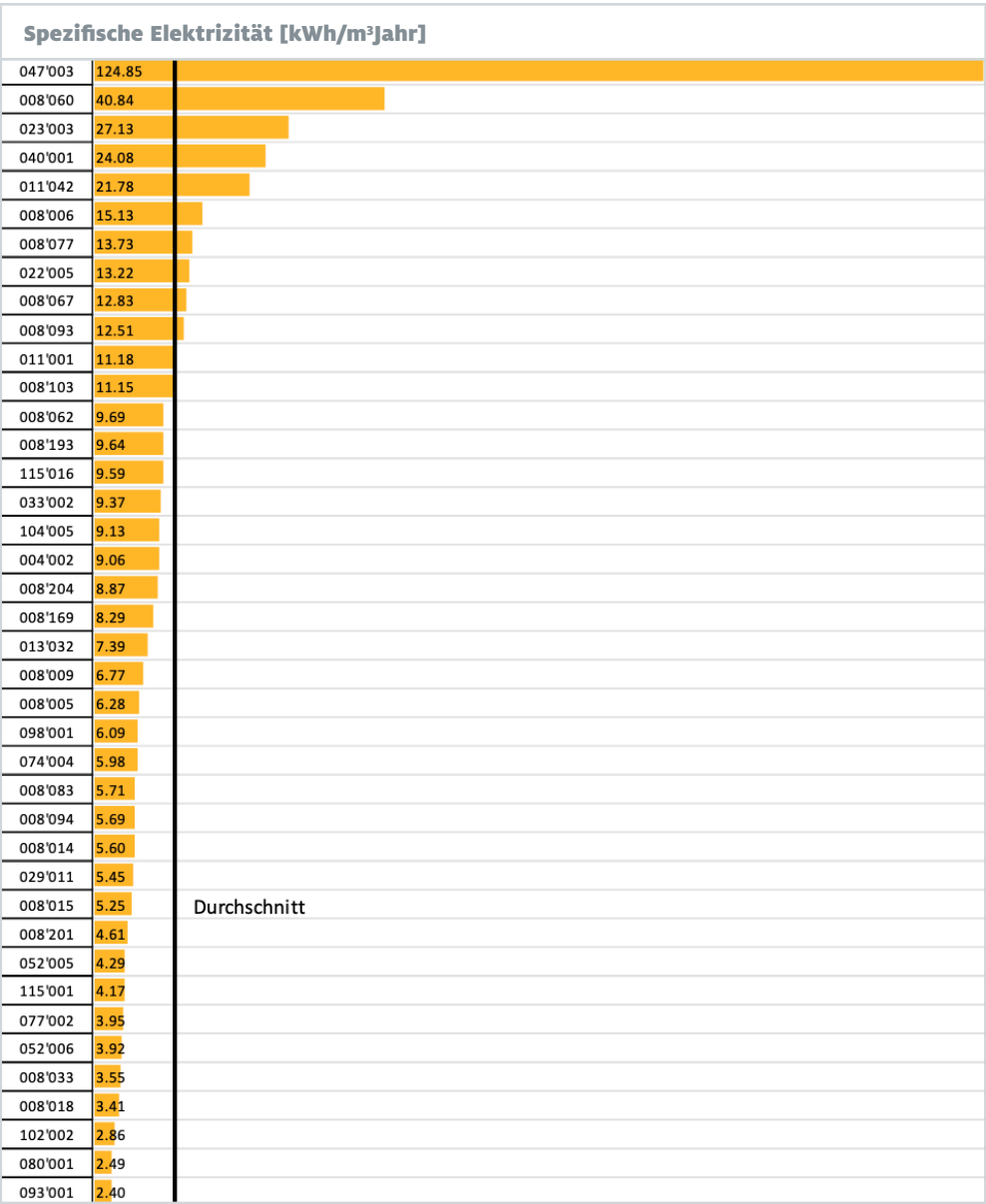


Abbildung 20: Mittlerer spezifischer Stromverbrauch der Büros der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024

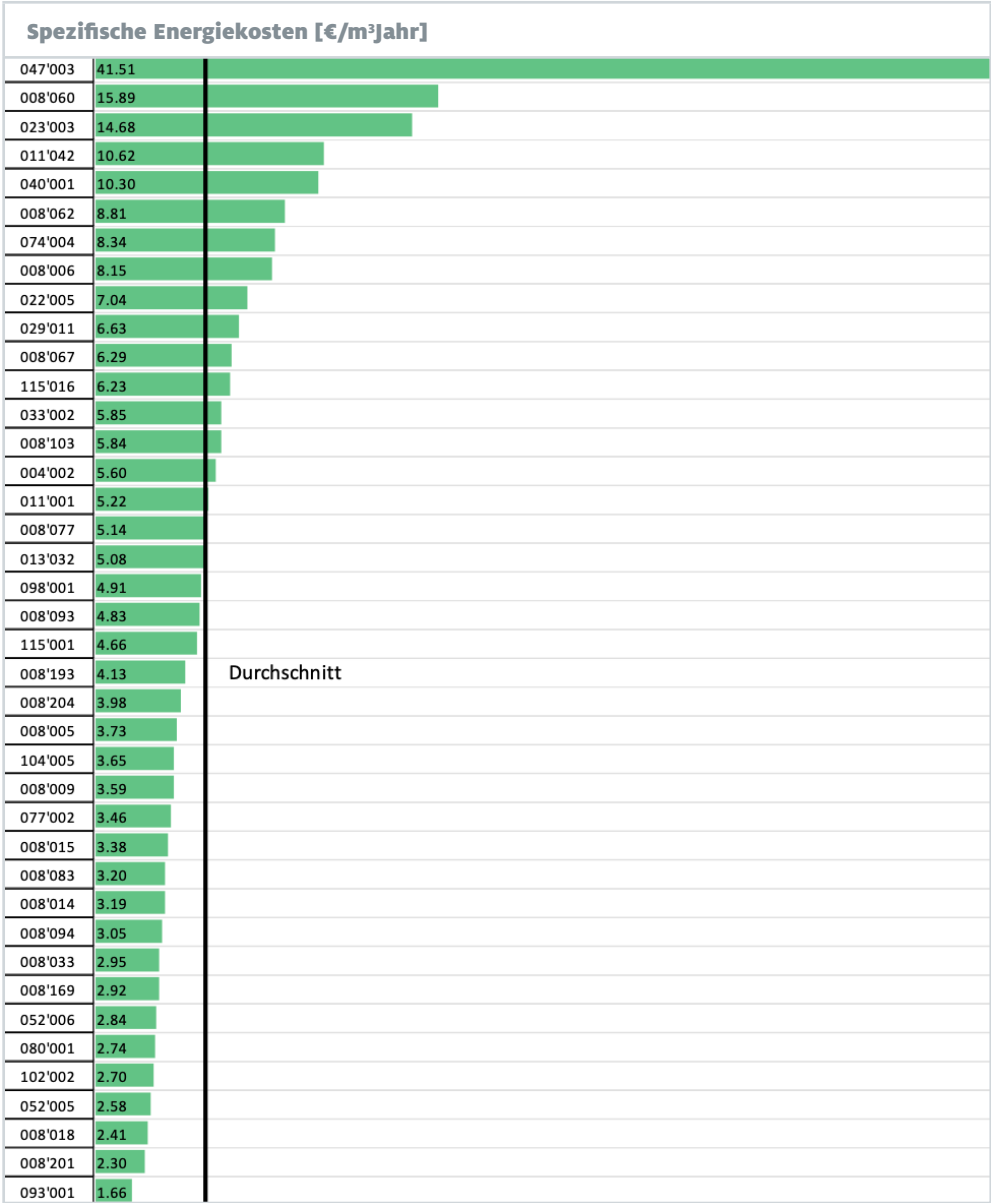


Figura 21: Mittlere spezifische Energiebeschaffungskosten der Büros der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024

Die Büros der Autonomen Provinz Bozen verbrauchten 2020–2024 im Mittel 15,62 kWh/m³Jahr Wärmeenergie und 11,17 kWh/m³Jahr elektrische Energie; die mittleren spezifischen Energiekosten betrugen 5,16 €/m³Jahr.

3.3.3 Schulgebäude

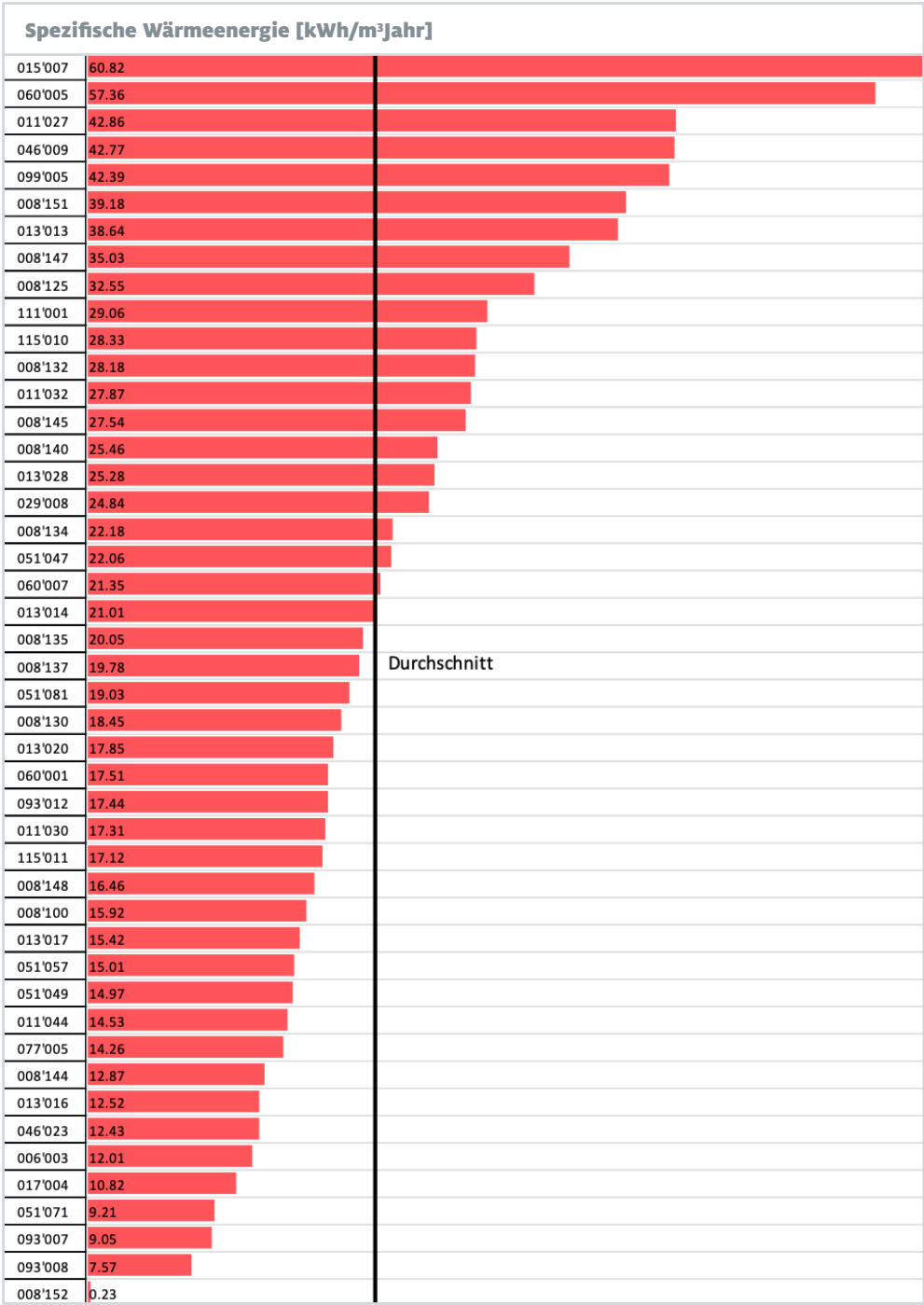


Abbildung 22: Mittlerer spezifischer Wärmeenergieverbrauch der Schulgebäude der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024.

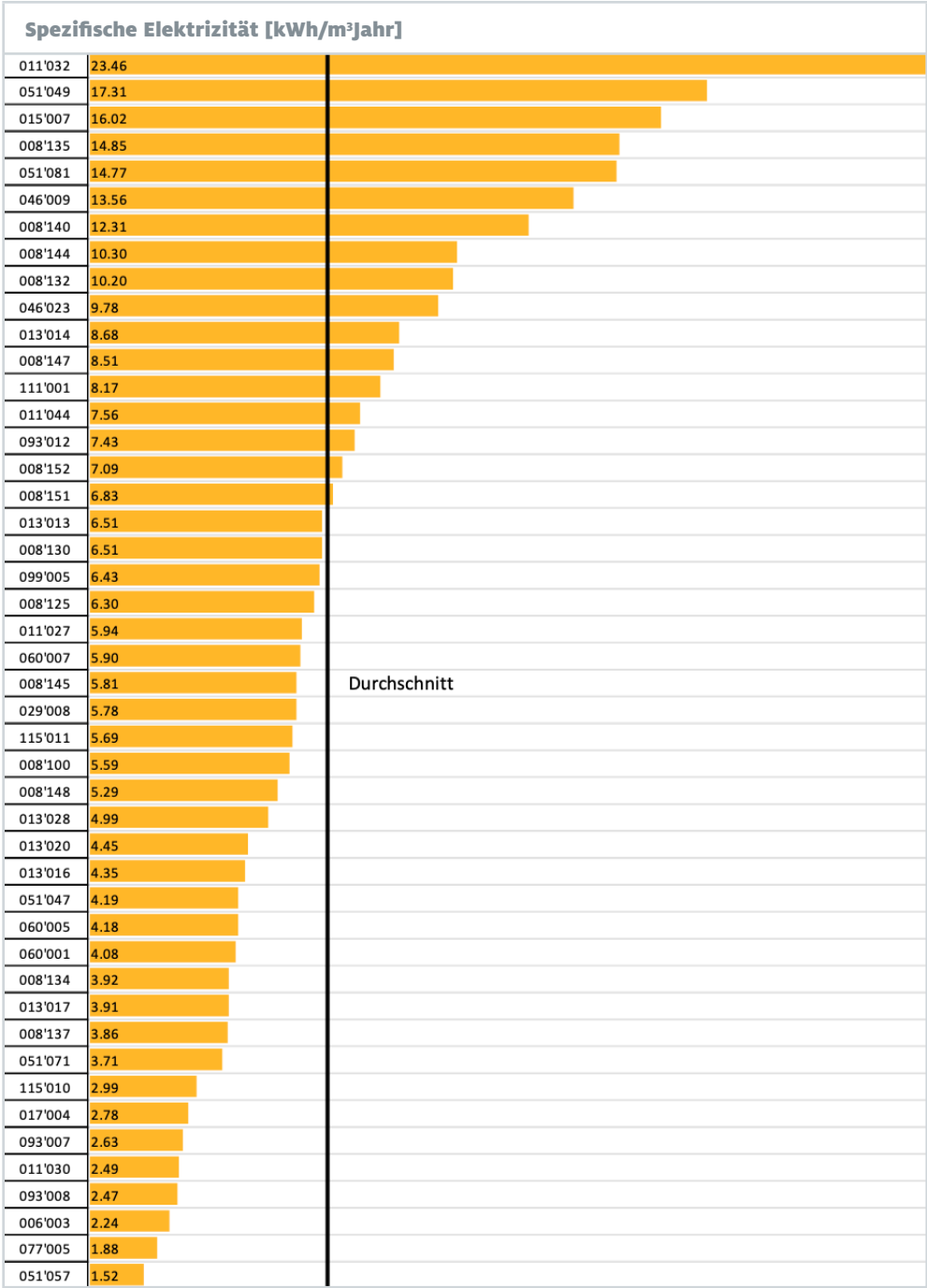


Abbildung 23: Mittlerer spezifischer Stromverbrauch der Schulgebäude der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024

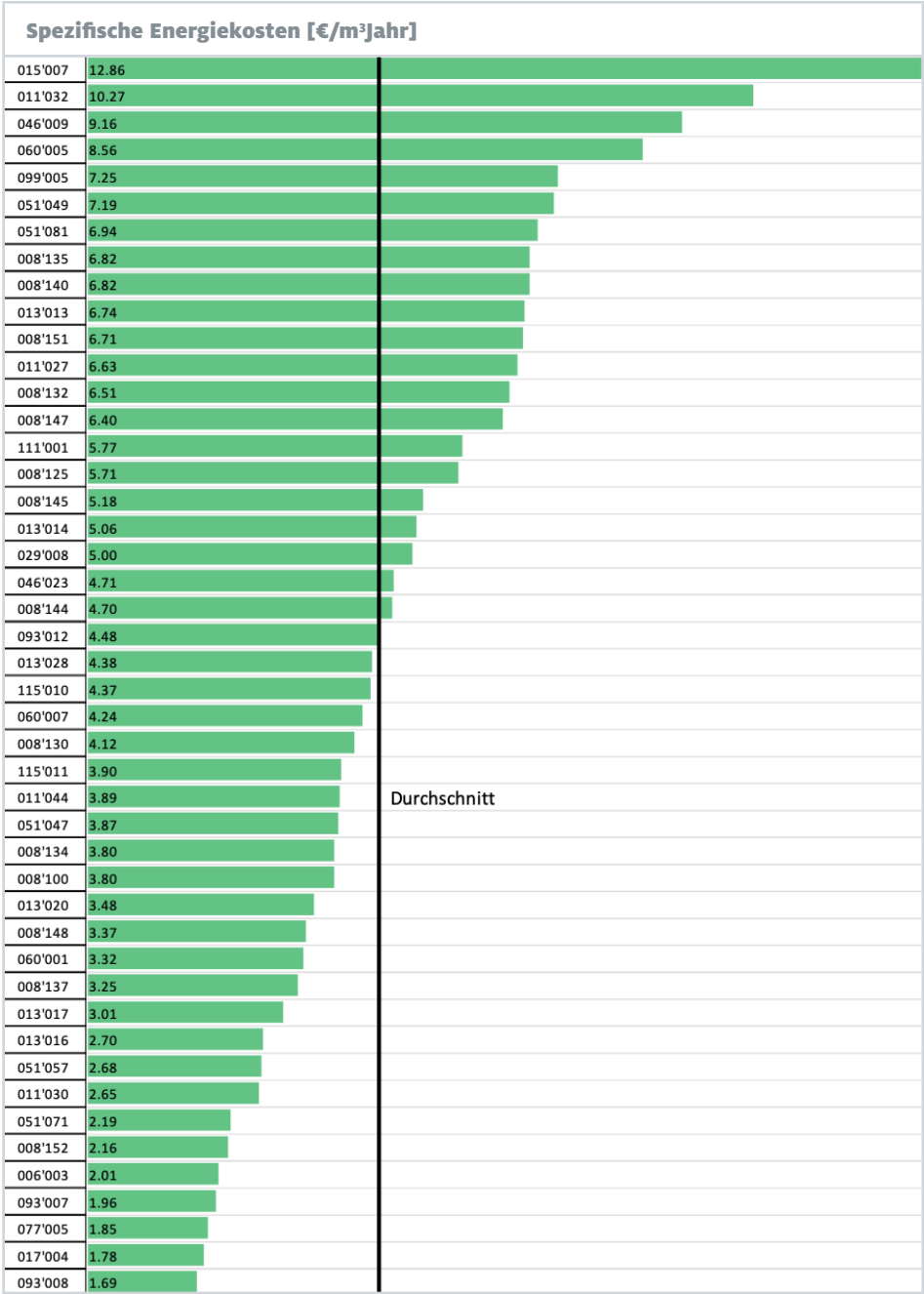


Figura 24: Mittlere spezifische Energiebeschaffungskosten der Schulgebäude der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024

Die Schulgebäude der Autonomen Provinz Bozen verbrauchten 2020–2024 im Mittel 20,97 kWh/m³Jahr Wärmeenergie und 6,75 kWh/m³Jahr elektrische Energie; die mittleren spezifischen Energiekosten betrugen 4,50 €/m³Jahr.

3.3.4 Berufsschulen

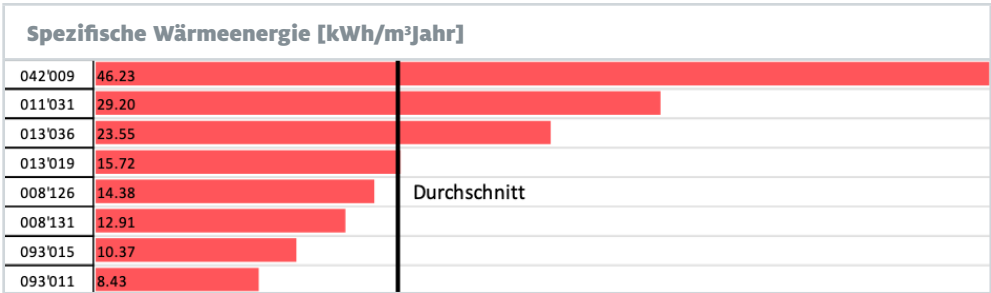


Abbildung 25: Mittlerer spezifischer Wärmeenergieverbrauch der Berufsschulen der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024.

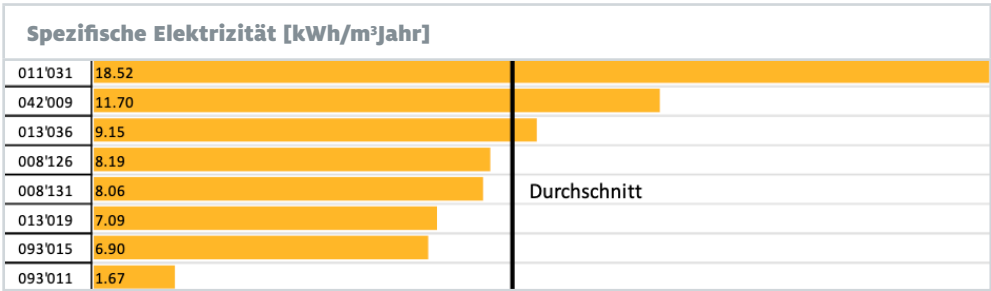


Abbildung 26: Mittlerer spezifischer Stromverbrauch der Berufsschulen der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024

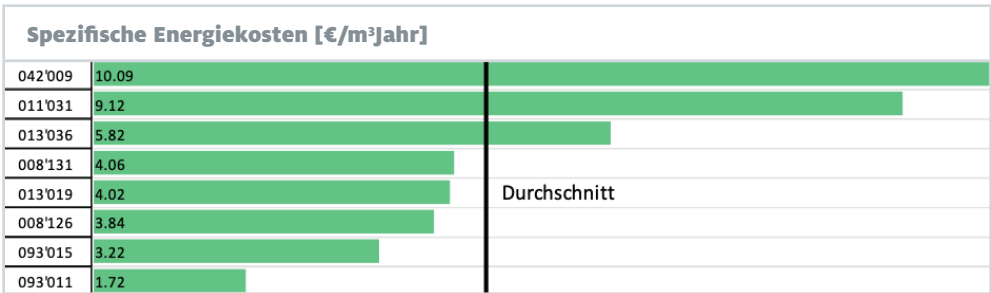


Abbildung 27:: Mittlere spezifische Energiebeschaffungskosten der Berufsschulen der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024

Die Berufsschulen der Autonomen Provinz Bozen verbrauchten 2020–2024 im Mittel 15,62 kWh/m³Jahr Wärmeenergie und 8,68 kWh/m³Jahr elektrische Energie; die mittleren spezifischen Energiekosten betrugen 4,41 €/m³Jahr.

3.3.5 Sportanlagen

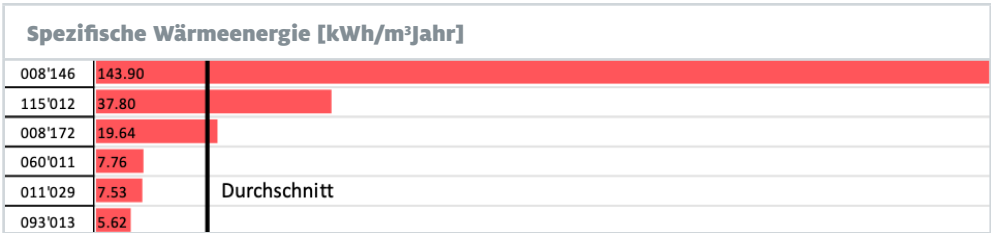


Abbildung 28: Mittlerer spezifischer Wärmeenergieverbrauch der Sportanlagen der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024..

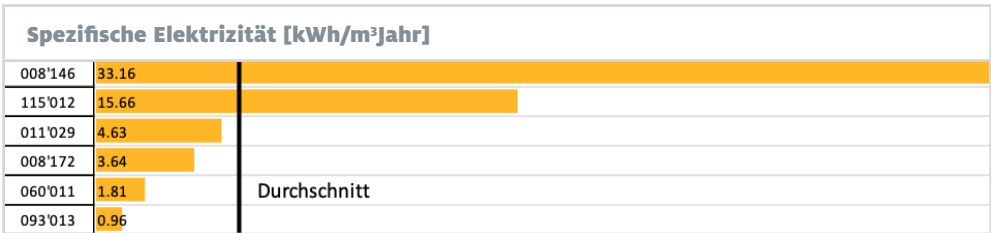


Abbildung 29:Mittlerer spezifischer Stromverbrauch der Sportanlagen der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024

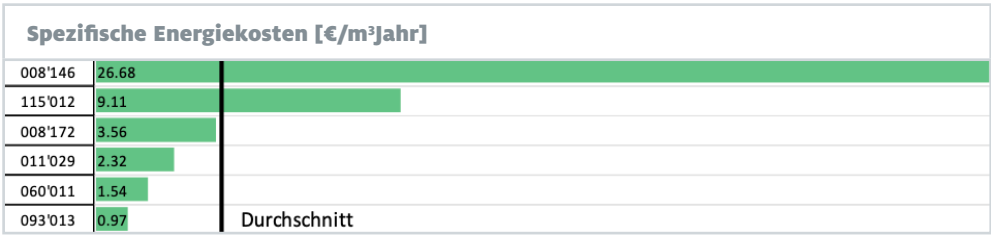


Abbildung 30: Mittlere spezifische Energiebeschaffungskosten der Sportanlagen der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024

Die Sportanlagen der Autonomen Provinz Bozen verbrauchten 2020–2024 im Mittel 17,95 kWh/m³Jahr Wärmeenergie und 5,42 kWh/m³Jahr elektrische Energie; die mittleren spezifischen Energiekosten betrugen 3,79 €/m³Jahr.

4.

Detaillierte Analyse der Tunnel

4 Detaillierte Analyse der Tunnel

4.1 GESAMTÜBERBLICK ZU VERBRÄUCHEN UND KOSTEN

Die Gesamtlänge der Tunnel beträgt 67,4 km und gliedert sich, wie in Abbildung 33 dargestellt, in einfache Tunnel ohne Energieabnahme (10 % der Gesamtlänge), Tunnel nur mit Beleuchtung (35 %) sowie Tunnel mit Beleuchtung und Lüftung (55 %).

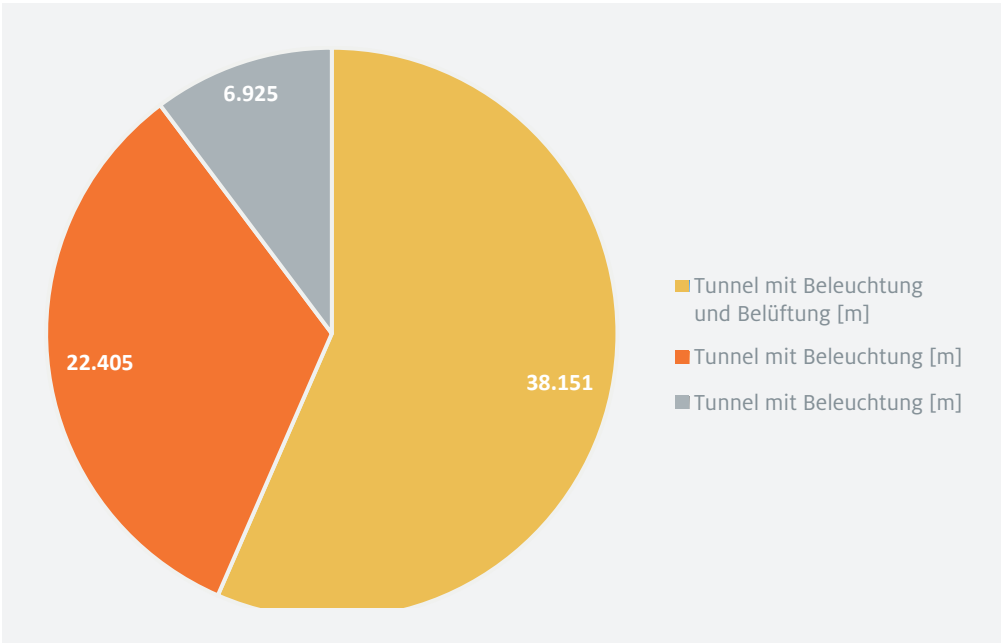


Figura 31: Länge der verschiedenen Tunnelkategorien.

Im Jahr 2024 verzeichneten die Tunnel der Autonomen Provinz Bozen einen Stromverbrauch von 13,79 GWh, –3,4 % gegenüber 2023 (14,27 GWh), jedoch leicht über dem Mittel 2017–2024 (13,28 GWh). Der aggregierte spezifische Verbrauch liegt bei 227,7 kWh/m (gegenüber 239,1 kWh/m im Jahr 2023) und signalisiert damit eine Verbesserung der Energieintensität gegenüber dem jüngsten Maximum.

Die Länge des Tunnelnetzes mit Energieabnahme stieg von 56,84 km (2017) auf 60,56 km (2024) (Neueröffnungen).

In Abbildung 34 und Abbildung 37 sind die Stromverbräuche bzw. die Kosten für Beleuchtung und Lüftung der Tunnel 2017–2024 dargestellt.

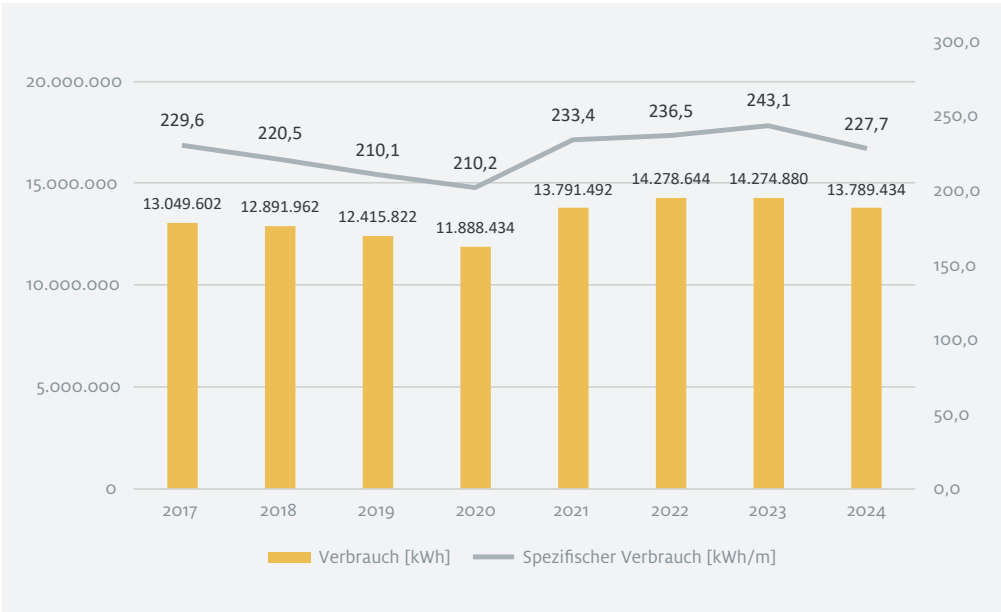


Abbildung 32: Endenergieverbräuche der Tunnel, 2017–2024.

Der mittlere spezifische Verbrauch im Zeitraum 2017–2024 beträgt 224,5 kWh/m, mit einem Minimum 2020 (201 kWh/m) und einem Maximum 2023 (243 kWh/m).

Die Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch sind vielfältig; der Kfz-Verkehr scheint jedoch der wesentlichste zu sein und prägt die jährlichen Schwankungen. Auch Emissionsmanagement und der Betrieb von Sicherheits- und Detektionssystemen (Brand, Notfälle) wirken sich aus. Mehr Fahrzeuge bedeuten höhere Beleuchtungsanforderungen und mehr zu fördernde Luft zur Abführung von Abgasen. Die Auswertung der ASTATVerkehrsdaten in Abbildung 35 zeigt den Zusammenhang zwischen Tunnelstromverbrauch und Verkehrsaufkommen: ein Minimum 2020 (COVID-Beschränkungen) und ein Maximum 2024 bei Verkehrsspitzen. Für 2019 und 2020 wurden die Verkehrsdaten nachbearbeitet, um zeitweise deaktivierte Zähler zu berücksichtigen.

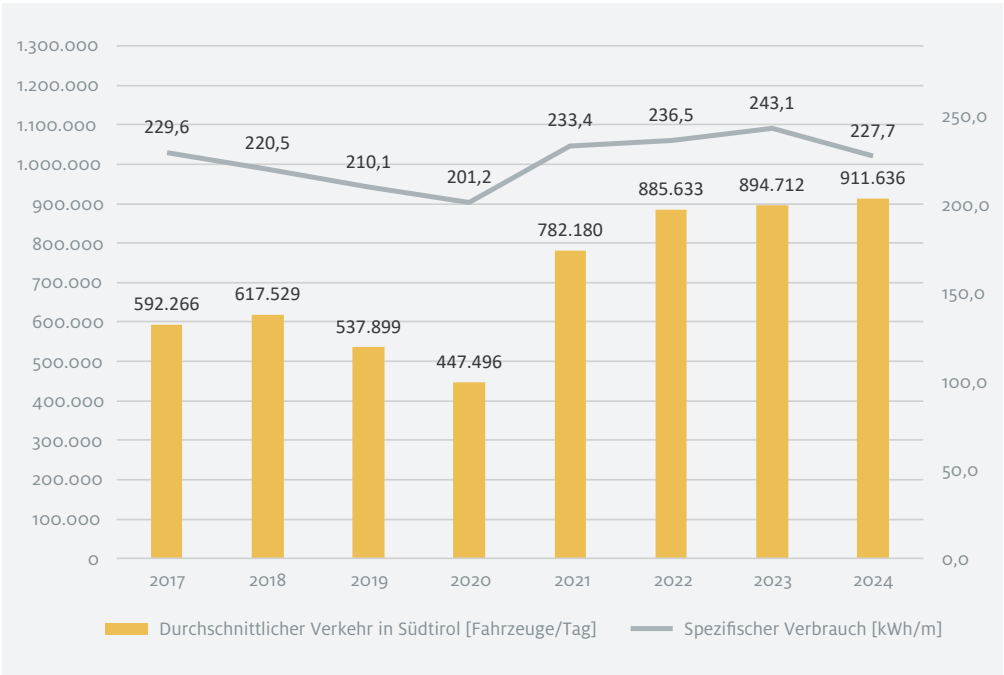


Figura 33: Spezifische Endenergieverbräuche der Tunnel in Relation zum durchschnittlichen Verkehrsaufkommen in Südtirol, 2017–2024.

In den letzten Jahren hat die aktuelle Verwaltung umfangreiche Effizienzmaßnahmen in den Tunneln umgesetzt. Insbesondere wurden Altleuchten gegen moderne LED-Systeme ersetzt (mehr Licht bei deutlich geringerem Verbrauch) und intelligente Steuerungen installiert, die die Nutzung kontinuierlich überwachen und den Betrieb an den tatsächlichen Beleuchtungsbedarf über den Tagesverlauf anpassen.

Mit Blick auf die Kategorien (i) einfache Tunnel, (ii) Tunnel mit Beleuchtung, (iii) Tunnel mit Beleuchtung und Lüftung lässt sich die Analyse weiter differenzieren. Einfache Tunnel weisen keine Energieabnahme auf; die Daten der beiden übrigen Kategorien sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

	Anzahl	Länge[m]	Verbrauch [kWh]	Kosten [€]	Kosten [kWh/m/m]
Tunnel mit Beleuchtung und Belüftung	27	38'151	9'334'904	2'626'508	68.84
Tunnel mit Beleuchtung	75	22'405	4'454'530	1'277'419	57.02

Tabelle 4: Aufteilung von Verbräuchen und Kosten nach Tunnelkategorie, Jahr 2024.

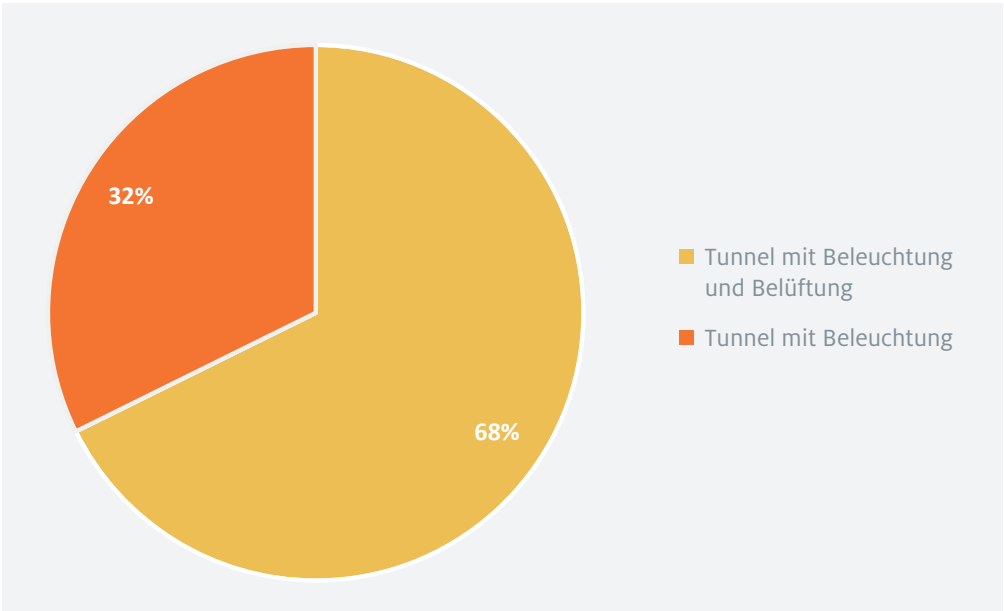


Abbildung 34: Verteilung der Energieverbräuche nach Tunnelkategorien, 2024.

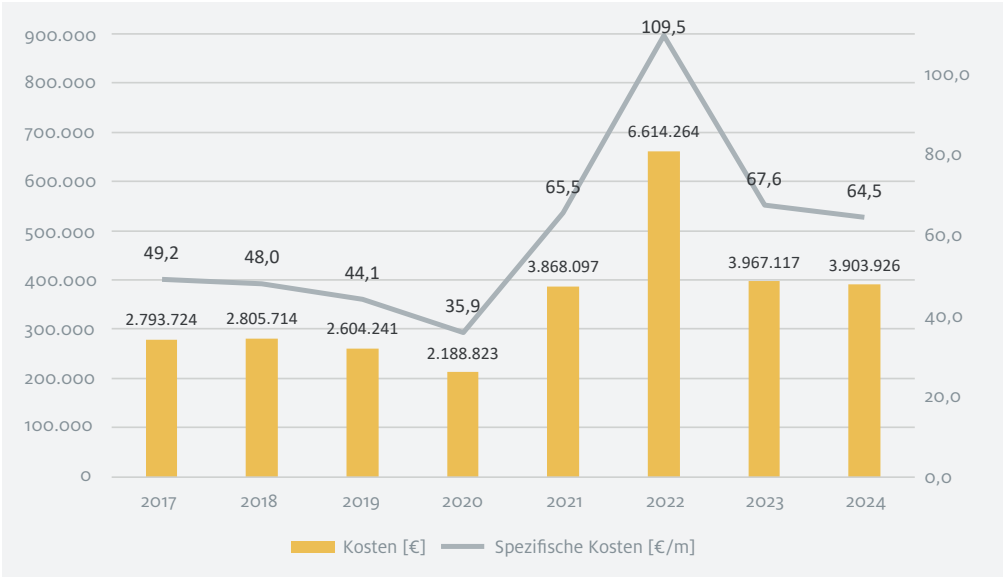


Abbildung 35: Tunnelkosten, 2017–2024.

Die Energiekosten der Tunnel teilen sich in zwei Gruppen: Tunnel nur mit Beleuchtung machen 32 % aus, Tunnel mit Beleuchtung und Lüftung 68 %. Der spezifische Energiekostenwert liegt bei Tunneln mit Beleuchtung bei rund 57 €/m, bei Tunneln mit Beleuchtung und Lüftung bei rund 69 €/m.

Aus Abbildung 37 wird ersichtlich, dass die spezifischen Tunnelkosten stark von den Stromtarifen abhängen: 2020 lag der von der Provinz gezahlte Durchschnittspreis bei 0,18€/kWh, entsprechend ca. 36 €/m; 2022 betrug der Strompreis 0,46 €/kWh, was zu ca. 109 €/m führte.

4.2 SPEZIFISCHE VERBRÄUCHE UND KOSTEN DES TUNNELBETRIEBS

Untersucht wurden 102 Tunnel mit Energieabnahme, unterteilt in Tunnel nur mit Beleuchtung sowie Tunnel mit Beleuchtung und Lüftung. Für diese Tunnel wurden spezifische Stromverbräuche und Gesamtkosten der Energieversorgung je Meter Tunnellänge für die Jahre 2020–2024 ausgewiesen.

4.2.1 Tunnel mit Beleuchtung

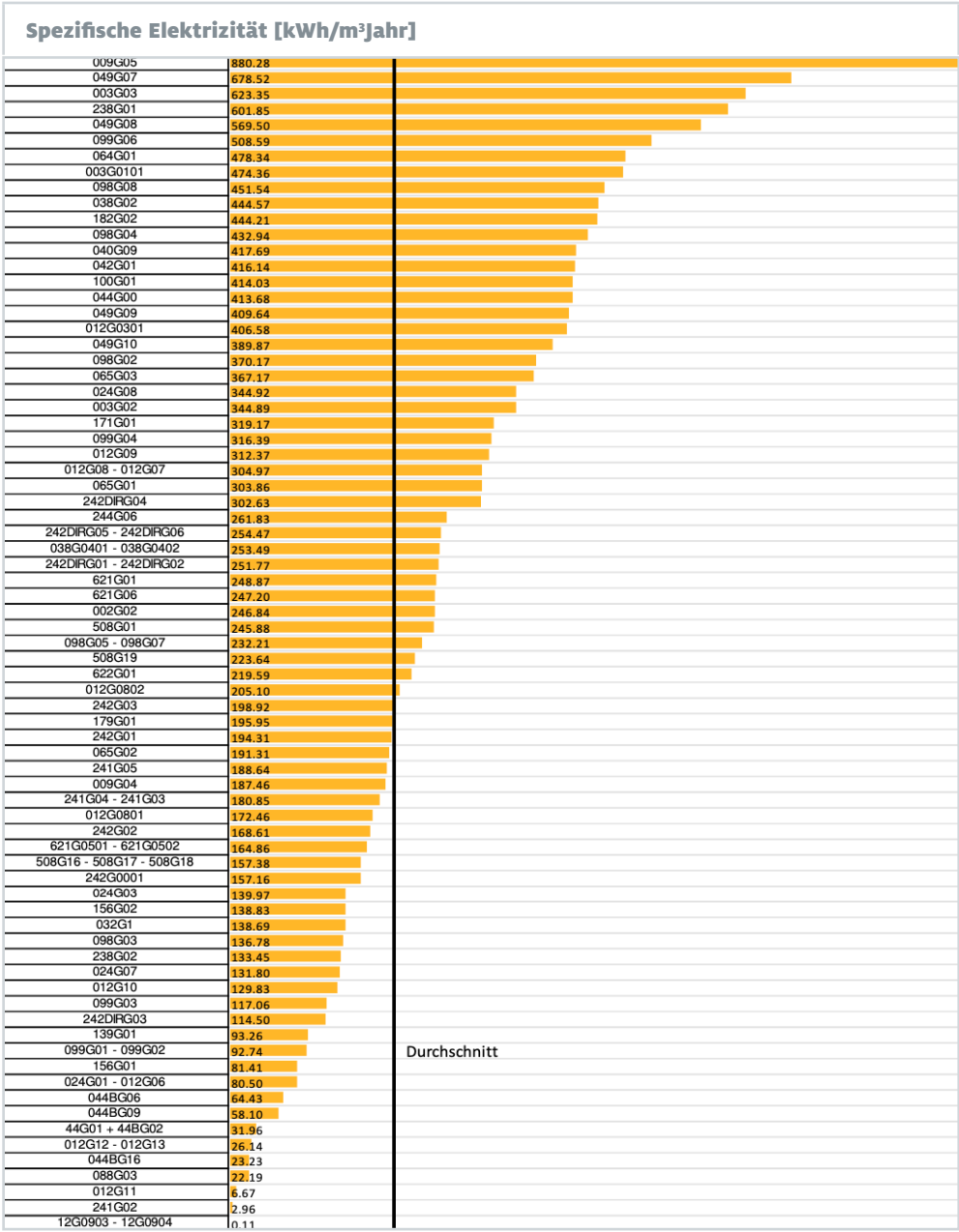


Abbildung 36:: Mittlerer spezifischer Stromverbrauch der Tunnel mit Beleuchtung der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024.

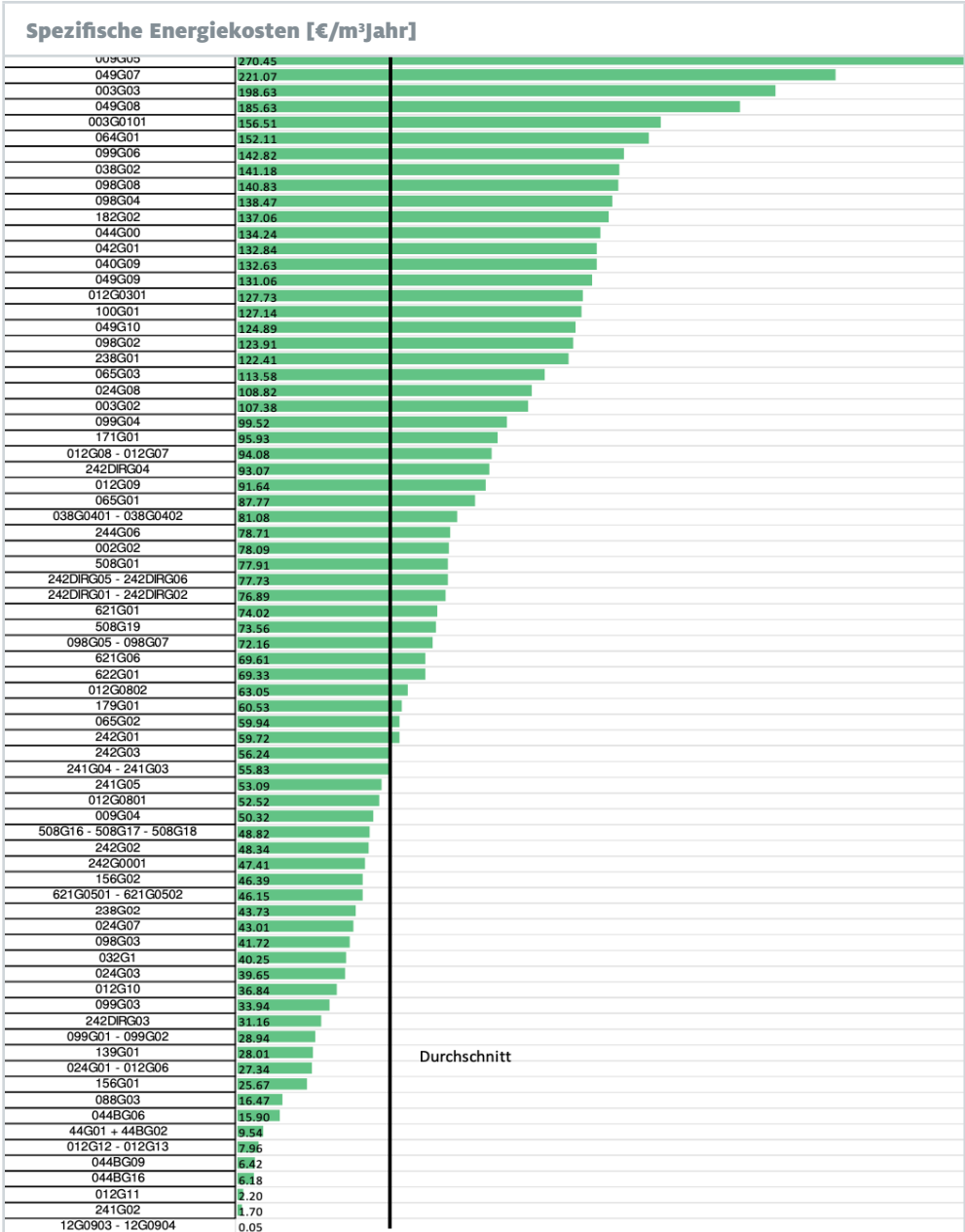


Abbildung 37: Mittlere spezifische Energiebeschaffungskosten der Tunnel mit Beleuchtung der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024

Die Tunnel mit Beleuchtung verbrauchten 2020–2024 im Mittel 198,82 kWh/m³Jahr; die durchschnittlichen spezifischen Energiekosten betrugen 57,02 €/m³Jahr.

4.2.2 Tunnel mit Beleuchtung und Lüftung

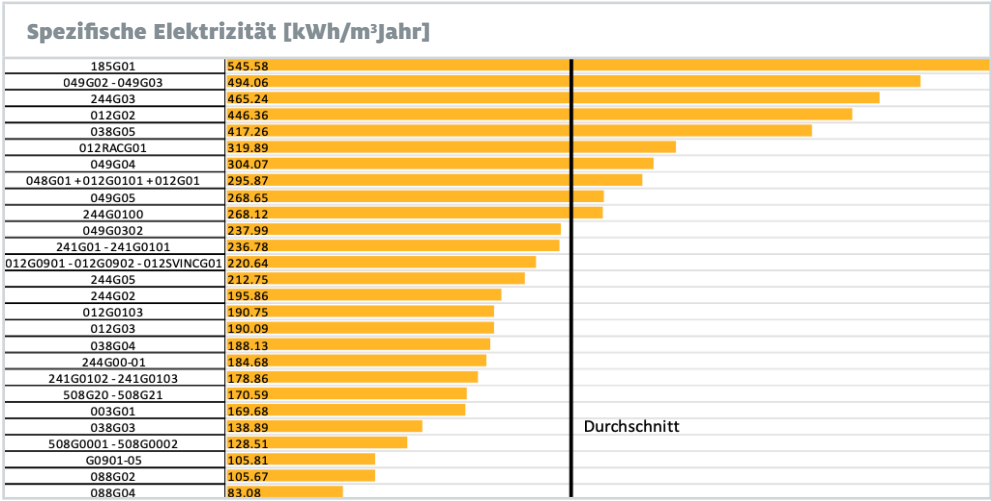


Abbildung 38: Mittlerer spezifischer Stromverbrauch der Tunnel mit Beleuchtung und Lüftung der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024.

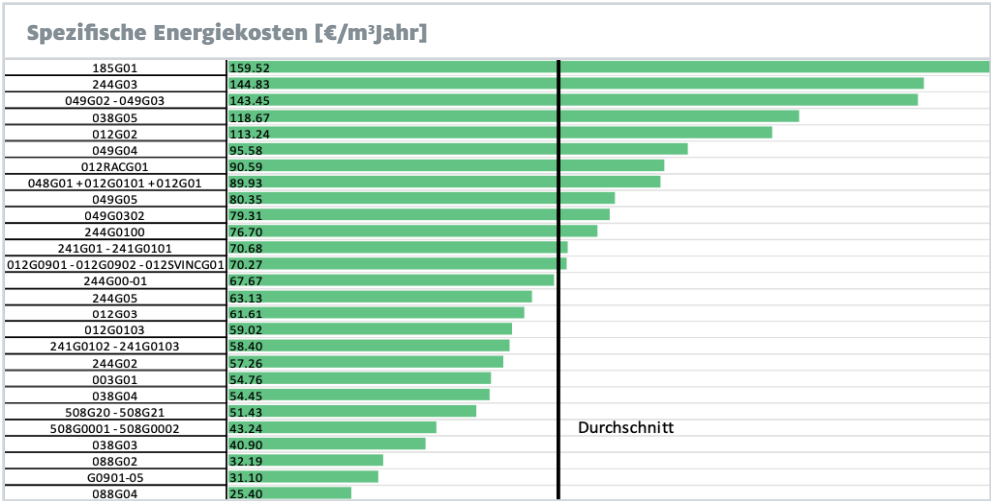


Abbildung 39: Mittlere spezifische Energiebeschaffungskosten der Tunnel mit Beleuchtung und Lüftung der Autonomen Provinz Bozen, 2020–2024.

Die Tunnel mit Beleuchtung und Lüftung verbrauchten 2020–2024 im Mittel 244,78 kWh/m³Jahr; die durchschnittlichen spezifischen Energiekosten betrugen 68,84 €/m³Jahr.

5 Schlussfolgerungen

Im Kontext der Energiewende zeigt der Energiemix der Gebäude und Tunnel der Autonomen Provinz Bozen positive Signale: Die fossilen Brennstoffe (Erdgas + Heizöl) liegen –24,4 % unter dem Niveau von 2017 (von 4'726 auf 3'574 TEP). Die emissionsärmeren Träger (Netzstrom + 36 Fernwärme) steigen gegenüber 2017 um +11,2 % (von 10'332 auf 11'487 TEP). Innerhalb dieses Segments zeigt sich eine Verschiebung der thermischen Träger zugunsten der Fernwärme: ihr Anteil steigt von 18,9 % auf 23,0 %.

Für die Tunnel betragen die Stromverbräuche 2024 insgesamt 13,79 GWh (–3,4 % ggü. 2023) auf einem Netz von 60,56 km. Der aggregierte spezifische Verbrauch sinkt auf 227,7 kWh/m (von 239,1 kWh/m im Jahr 2023, –4,8 %), liegt jedoch leicht über dem Mittel 2017–2024 (224,5 kWh/m). Das Ergebnis passt zu einem anhaltend hohen Verkehrsaufkommen, dessen Verbrauchseffekte durch Effizienzmaßnahmen (LED, Steuerungen) abgemildert wurden und so den Verbrauch pro Meter gegenüber dem Peak 2023 reduziert haben.

Insgesamt bestätigt das Jahr 2024 Fortschritte bei Effizienz und Nachhaltigkeit: mit rückläufigen Kosten, verbesserter thermischer Performance und einem Liefermix, der sich weiter auf kohlenstoffärmere Energieträger ausrichtet.