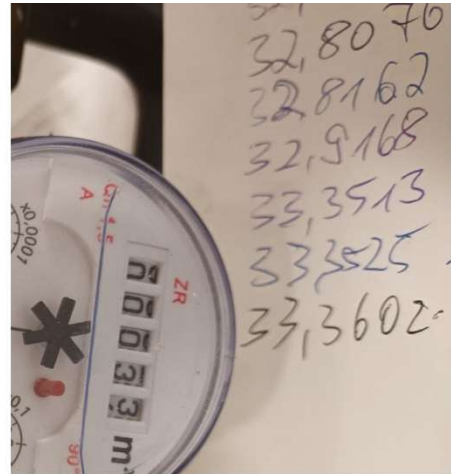
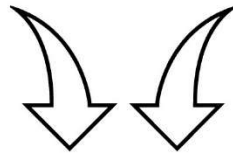


Abschlussbericht

Beratung und Erstellung eines Messkonzepts

für die Stadt Lüdenscheid



Stand: 22.04.2026

Impressum

Autorinnen und Autoren:

Karina Schweitzer, Fabian Fischer

ENERVIE Service GmbH

Platz der Impulse 1

58093 Hagen

Kontakt: info@enerive-service.de

Inhalt

1	Einleitung	2
2	Vorgehen und Ergebnisse	2
2.1	Bestehende Zähler	3
2.2	Bestehende Verbraucherstruktur	3
2.3	Geplante Messungen	4
2.4	Definition der Mess- und Datenübertragungstechnik	6
2.4.1	Konzeptionelles Vorgehen	6
2.4.2	Auflistung der benötigten Technik	6
2.4.3	Anforderungen an Mess- und Datenübertragungstechnik	9
2.4.4	Fabrikate und Mengengerüste zur Vorbereitung der Ausschreibung	10
2.5	Ausblick: Nutzung der Messdaten	11
2.5.1	Kostenstellenstruktur und organisatorische Zuordnung	11
2.5.2	Energetische Bilanzgrenzen und Basisjahr	11
2.5.3	Mengen-, Leistungsaufstellungen und Prüfung der Energiekostenabrechnung	13
3	Fazit	13
4	Anhänge	13

1 Einleitung

Kommunale Akteure sind ein wesentlicher Bestandteil der nationalen und europäischen Klimaschutzstrategie. Zur Umsetzung der im Pariser Abkommen verankerten Ziele verfolgt die Bundesrepublik Deutschland eine stufenweise Reduktion der Treibhausgasemissionen bis zur weitgehenden Klimaneutralität im Jahr 2050. Damit verbunden ist die Erwartung, dass insbesondere Städte und Gemeinden durch gezielte Effizienzmaßnahmen und eine strukturierte Datengrundlage aktiv zur Zielerreichung beitragen. Voraussetzung hierfür ist ein methodisch fundiertes Vorgehen, das Energieverbräuche transparent macht und Handlungsoptionen systematisch ableitet.

Die Stadt Lüdenscheid hat mit der Bewilligung eines Förderantrags zur Einführung eines kommunalen Energiemanagements (KEM) die Grundlage für eine solche strukturierte Vorgehensweise geschaffen. Das Projekt läuft seit dem 01.01.2024 über einen Zeitraum von 36 Monaten und endet spätestens zum 31.12.2026. Ziel ist es, Energieverbräuche dauerhaft zu erfassen, Einsparpotenziale zu identifizieren und Energie- sowie Emissionskosten nachhaltig zu senken. Gleichzeitig unterstützt das Energiemanagement die strategische Weiterentwicklung der städtischen Liegenschaften und unterstreicht den Anspruch der Stadt, verantwortungsvoll und zukunftsorientiert zu handeln.

Der vorliegende Abschlussbericht dokumentiert die Erarbeitung des Messkonzepts für die im ersten Schritt von der Stadt Lüdenscheid priorisierten und im Leistungsverzeichnis genannten Gebäude:

1. Adolf-Reichwein-Gesamtschule
2. Theodor-Heuss-Realschule
3. Hauptschule am Stadtpark
4. Sporthalle Hauptschule am Stadtpark
5. Geschwister-Scholl-Gymnasium
6. Zeppelin-Gymnasium (inkl. Mensa)
7. Sporthalle Zeppelin-Gymnasiums
8. Rathaus Lüdenscheid
9. Bergstadt-Gymnasium

Er beschreibt die methodische Vorgehensweise, die Grundlagen der Datenerhebung, die Definition geeigneter Messstellen sowie die technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen für eine zukünftige kontinuierliche Verbrauchserfassung. Ziel des Messkonzepts ist es, eine belastbare Grundlage für Monitoring, Analyse und Optimierung der Energieverbräuche zu schaffen und damit einen wesentlichen Beitrag zur erfolgreichen Umsetzung des kommunalen Energiemanagements der Stadt Lüdenscheid zu leisten. Grundlage für das Messkonzept bilden die Normen DIN EN ISO 50001:2018, DIN ISO 50006:2017 und DIN ISO 50015:2018 für die Datenerfassung und -auswertung sowie die Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld.

2 Vorgehen und Ergebnisse

Die Datengrundlage für das Messkonzept bilden hauptsächlich die während der Begehungen gesammelten Informationen und Aufnahmen. Zudem wurden die Informationen aus dem Projektteam der Stadt Lüdenscheid während der Projektauftritt-Veranstaltung am 27.11.2025 verwendet. Der Foliensatz zur Auftaktveranstaltung inkl. Protokollnotizen und Entscheidungen ist als Anhang 1 beigelegt. Eine Teilnehmerliste ist in Tabelle 1 zu finden. Diese wurden des

Weiteren durch von der Stadt Lüdenscheld zur Verfügung gestellten Unterlagen, wie Gebäudepläne, Energieberatungsberichte zur energetischen Betrachtung sowie bisherige jährliche Verbrauchsdaten ergänzt.

Tabelle 1. Liste der Teilnehmenden an der Projektaufstart-Veranstaltung am 27.11.2025

Name	Organisation	Position/Abteilung
Hadi Fleger	Stadt Lüdenscheld	Energiemanagementbeauftragter
Kai Fischer	Stadt Lüdenscheld	Zentrale Gebäudewirtschaft
Christian Hilgers	Stadt Lüdenscheld	Zentrale Gebäudewirtschaft
Gerhart Pangalela	Stadt Lüdenscheld	Zentrale Gebäudewirtschaft
Nils Ostermann	Stadt Lüdenscheld	Zentrale Gebäudewirtschaft
Julian Folgner	ENERVIE Service GmbH	Teamleiter IoT und Datenmanagement
Karina Schweitzer	ENERVIE Service GmbH	Projektingenieurin
Fabian Fischer	ENERVIE Service GmbH	Projektingenieur

2.1 Bestehende Zähler

Alle vorhandenen Zähler wurden während der Begehungen vollständig dokumentiert. Die jeweiligen beteiligten Personen sind in Tabelle 2 aufgeführt. Als Ergebnis wurde eine nach Standort und Medium geordnete Tabelle erstellt (siehe Anhang 1).

Tabelle 2. Begehungen der Objekte (Daten und Beteiligte)

Objekt	Datum	Stadt Lüdenscheld	ENERVIE Service
Adolf-Reichwein-Gesamtschule	05.01.2026	Andreas Franz	Karina Schweitzer, Fabian Fischer, Raafat Al Saleh
Bergstadt-Gymnasium	15.12.2025	Helmut Schaffring	Karina Schweitzer, Fabian Fischer
Geschwister-Scholl-Gymnasium	08.12.2025	Michaela Brongkoll	Julian Folgner, Fabian Fischer
Hauptschule am Stadtpark	12.01.2026	Hans-Werner Schlottmann	Raafat Al Saleh, Karina Schweitzer, Tobias Meister
Rathaus	10.12.2025	Heiko Baumann	Karina Schweitzer, Julian Folgner, Fabian Fischer
Theodor-Heuss-Realschule	15.12.2025	Thomas Grobara	Karina Schweitzer, Fabian Fischer
Zeppelin Mensa	08.12.2025	Detlef Borkenhagen	Julian Folgner, Fabian Fischer
Zeppelin Sporthalle	08.12.2025	Detlef Borkenhagen	Julian Folgner, Fabian Fischer
Zeppelin-Gymnasium	08.12.2025	Detlef Borkenhagen	Julian Folgner, Fabian Fischer

2.2 Bestehende Verbraucherstruktur

Während der Begehungen wurden alle zugänglichen und bekannten Verbraucher der Gebäude erfasst und anschließend systematisch strukturiert. Jeder Standort erhielt eine eigene Verbraucherstruktur. Die vollständigen grafischen Darstellungen sind in Anhang 3 enthalten. Diese wurde mit dem Projektteam der Stadt in einem Online-Meeting am 17.02.2026 durch die ENERVIE Service vorgestellt und abgestimmt und durch den Energiemanagementbeauftragten Hadi Fleger per E-Mail am 05.03.2026 freigegeben.

Nachdem alle Verbraucher erfasst wurden, wurde im nächsten Schritt definiert, welche Verbraucher für das Verbrauchscontrolling und damit für das Energiemanagement am relevantesten sind. Diese Verbraucher sollen nach Abschluss des Messkonzepts mit geeigneter Messtechnik bzw. Auslese- und Übertragungstechnik ausgestattet werden.

So bildet die Verbraucherstrukturen die Basis für die Soll-Messstellenstruktur. Die Priorisierung der potenziellen Messstellen erfolgte nach folgendem Schema:

Priorität 1: Hauptzählerebene, abzugrenzende Drittverbräuche sowie Wärmeverbraucher. Die vollständige Erfassung der Verbrauchsdaten dieser Priorität stellt die Normkonformität des Verbrauchscontrollings sicher.

Priorität 2: Weitere größere Verbraucher, deren Messung über die Anforderungen der Norm hinausgeht. Ihre Analyse ist für die energetische Auswertung sinnvoll und wird empfohlen, sofern ausreichende Kapazitäten zur Umsetzung vorhanden sind.

Priorität 3: Kleinere und weniger relevante Verbraucher. Ihre Analyse würde zur Vollständigkeit des Verbrauchscontrollings beitragen, wird jedoch voraussichtlich keinen wesentlichen Einfluss auf die Verbrauchsreduktion haben.

Priorität 4: Verbraucher, deren Messung zwar theoretisch möglich ist, deren Beitrag zum Energiemanagement jedoch als von sehr geringer Relevanz einzustufen ist.

Es wird empfohlen, die Priorisierung der Verbraucher regelmäßig zu überprüfen und sowohl bei Veränderungen der Gebäudenutzung oder im Zuge von Sanierungsmaßnahmen als auch mit fortschreitendem Energiemanagement entsprechend anzupassen.

2.3 Geplante Messungen

Für das zukünftige Verbrauchscontrolling sollen zum einen die Daten der vorhandenen Zähler digital und automatisiert ausgewertet werden. Zum anderen sollen ausgewählte neue Messstellen bzw. Untermessungen installiert werden. Die geplanten Messungen entsprechen den Messpunkten, die in der Soll-Messstellenstruktur als Priorität 1 bewertet wurden.

Alle betrachteten Gebäude weisen eine hohe Individualität auf. Die während der Projektbearbeitung gewonnenen Erkenntnisse, die Einfluss auf die Ausgestaltung des Messkonzepts haben, sind in diesem Kapitel dokumentiert.

Standortübergreifend

- Daten der RLM-Stromzähler können über einen Energieserviceanbieter (ESA) bezogen werden. Dieser Weg reduziert die Kosten sowie den Aufwand für Beschaffung, Installation und Wartung der Auslese- und Übertragungstechnik
- Alle bestehenden Zähler, die nicht über den ESA ausgelesen werden können, sollen – sofern technisch möglich – mit Auslese- und Übertragungstechnik nachgerüstet werden. Ist dies technisch nicht realisierbar, müssen die Zähler ausgetauscht werden
- Als relevant eingestufte Unterverteilungen sollen mit Untermessungen ausgestattet werden
- Der Gebäudekomplex aus Zeppelin-Gymnasium, Geschwister-Scholl-Gymnasium, Mensa und Zeppelin-Sporthalle verfügt derzeit über einen gemeinsamen Stromhauptzähler. Um gebäudescharfe Stromverbräuche zu erfassen, soll eine Messung der Abgangskabel in der Transformationsstation erfolgen. Hierfür ist eine Abstimmung mit dem Netzbetreiber (ENERVIE Vernetzt) notwendig.
- Wird auf einer übergeordneten Zählerebene ein virtueller Summenzähler eingesetzt, müssen alle nachgelagerten Verbraucher bzw. Unterverteilungen vollständig gemessen werden

- Druckhaltestationen der Heizungsanlagen verbrauchen nur etwa 0,1 % des gesamten Stromverbrauchs eines Gebäudes und benötigen keine Untermessung

Hauptschule am Stadtpark inkl. Sporthalle

- Der Messpunkt „Gaszähler Turnhalle“ wird mit Priorität 2 statt Priorität 1 versehen, da von der Stadt Lüdenscheid geplant ist, den einzigen an dieser Gasleitung angeschlossenen Warmwasserkessel für die Duschen in naher Zukunft stillzulegen.

Zeppelin-Gymnasium

- An diesem Standort ist in mehreren Gebäudeteilen eine umfassende Sanierung der elektrotechnischen Infrastruktur vorgesehen. Es wird empfohlen, die im Messkonzept vorgeschlagenen Messpunkte im Zuge der Erneuerungen zu berücksichtigen. Ein Einbau zusätzlicher Zähler in die elektrischen Bestandsanlagen ist größtenteils mit hohem technischem Aufwand verbunden oder unmöglich.
- Da eine Untermessung mehrerer Heizkreise vorgeschlagen wird, empfiehlt es sich, die entsprechenden Daten gebündelt über eine sog. Bridge zu übertragen.

Sporthalle des Zeppelin-Gymnasiums

- Das Gebäude befindet sich aktuell in der Sanierungsphase. Die vorhandenen Verteilungen werden vollständig erneuert. Es wird empfohlen den Platz für Messgeräte auf Basis dieses Messkonzeptes einzuplanen.

Mensa des Zeppelin-Gymnasiums

- Auf dem Dach der Mensa befindet sich eine Photovoltaikanlage der Firma Novastrom. Diese ist an einen Zweirichtungs-Stromzähler angeschlossen. Da im Gebäude lediglich zwei Stromunterverteilungen vorhanden sind, wird empfohlen, Untermessungen zu installieren und die Messwerte zu summieren, um den Stromverbrauch des Mensagebäudes zu bestimmen.

Geschwister-Scholl-Gymnasium

- Die Heizkreise sind bereits mit Untermetesstechnik ausgestattet. Im Rahmen des Projektes konnte nicht geklärt werden, wem die vorgefundene Technik gehört und wer derzeit die Messdaten erhält. Im Heizungsraum ist ein Wireless M-Bus Gateway der Firma GETEC Kundenservice GmbH installiert. An dieser Stelle wird empfohlen, bei den Verantwortlichen seitens der Stadt Lüdenscheid in Erfahrung zu bringen, ob eine Zusammenarbeit mit der o.g. Firma besteht und die Verbrauchsdaten der Stadt zwecks Energiemanagements zur Verfügung gestellt werden können.

Adolf-Reichwein-Gesamtschule

- Die Adolf-Reichwein-Gesamtschule wird mit Fernwärme versorgt. Die ehemals vorhandenen Gaszähler sind zwar noch installiert, werden jedoch nicht mehr genutzt und daher im Messkonzept nicht berücksichtigt.
- Die Sporthalle der Gesamtschule ist seit mehreren Jahren gesperrt und wird daher im Rahmen dieses Projekts nicht betrachtet.

Theodor-Heuss-Realschule

- Die Hauptzähler im Keller der Theodor-Heuss-Realschule erfassen sowohl den Strom als auch den Wärmemengenverbrauch der Realschule und der nahegelegenen Grundschule. Um künftig den spezifischen Verbrauch der Theodor-Heuss-Realschule zu

ermitteln, soll die Differenz zwischen dem gemeinsamen Hauptzähler und dem Zähler der Grundschule gebildet werden. Diese Berechnung kann in einer Energiemanagementsoftware hinterlegt und kontinuierlich auf alle neu eingehenden Daten angewendet werden.

2.4 Definition der Mess- und Datenübertragungstechnik

Das Ziel des Messkonzepts ist es, eine verlässliche Grundlage für die anschließende Installation der Messtechnik sowie die Anbindung der Messdaten an eine Energiemanagementsoftware zu schaffen. In dieser Software werden die Energieverbräuche künftig überwacht, analysiert und bewertet.

Die benötigten Daten werden durch technische Messgeräte erfasst und anschließend automatisch übertragen.

2.4.1 Konzeptionelles Vorgehen

Für die geplanten Messpunkte werden vier Fallszenarien unterschieden:

Fall 1

Ein vorhandener Zähler verfügt über eine oder mehrere nutzbare Kommunikationsschnittstellen, über die die Zählerstände durch geeignete Auslesegeräte abgegriffen und anschließend an den Zielort übertragen werden können.

Lösung: Installation von Auslese- und Übertragungstechnik (z. B. Funkmodule).

Fall 2

Ein vorhandener Zähler ist grundsätzlich geeignet, verfügt jedoch über keine nutzbare Kommunikationsschnittstelle.

Lösung: Austausch des Zählers. Der neue Zähler muss kommunikationsfähig oder entsprechend nachrüstbar sein.

Fall 3

Es ist kein Zähler vorhanden und die erforderlichen Messwerte können nur über einen neuen Messpunkt erfasst werden.

Lösung: Einbau eines neuen Zählers. Dieser soll zwingend kommunikationsfähig sein.

Fall 4

Es gibt keinen Zähler, jedoch lassen sich die benötigten Werte durch vorhandene Messungen rechnerisch ableiten.

Lösung: Erstellung eines virtuellen Zählers in der Energiemanagementsoftware (z. B. virtueller Summenzähler).

Die Messpunkte sowie die jeweils vorgeschlagene technische Lösung sind in Anhang 4 dokumentiert. Im folgenden Abschnitt werden die technischen Lösungen getrennt nach Versorgungsarten erläutert.

2.4.2 Auflistung der benötigten Technik

Die Messstellen mit Priorität 1 bilden die Grundlage für ein normkonformes Verbrauchscontrolling und besitzen daher höchste Relevanz für die spätere energetische Bewertung. Für diese Messpunkte wird im Folgenden die jeweils benötigte Messtechnik beschrieben.

2.4.2.1 Stromhauptzähler

RLM-Zähler

Die meisten der Liegenschaften haben jeweils einen RLM¹-Stromzähler, welcher den exakten Verbrauch zeitgenau misst. In diesem Fall stellt die Beauftragung eines Energieserviceanbieters² den einfachsten Weg dar, um Zugang zu den Zählerdaten zu erhalten. Für eine Beauftragung eines Energieserviceanbieters werden je Zählpunkt

- Einwilligungserklärung des Anschlussnutzers,
- Marktlokations- und Messlokations-ID, Zählernummer und Firmenname sowie Anschrift des Anschlussnutzers,
- Firmenname und Adresse des jeweiligen Messstellenbetreibers (MSB)

benötigt.

Zeppelin- und Geschwister-Scholl-Gymnasium

In der 10 kV-Station neben den Gebäuden des Zeppelin- und Geschwister-Scholl-Gymnasiums befindet sich der gemeinsame RLM-Stromzähler, der vier Gebäude und die Einspeiseleitungen zu den einzelnen Gebäuden bzw. zwei der Turnhalle, wie in Abbildung 1 zu sehen ist, misst. Daraus ergeben sich vier notwendige Untermessungen an den Abgangskabeln, um den Verbrauch der einzelnen Gebäude getrennt zu erfassen und zu analysieren. Der Stromverbrauch der Mensa wird über die Summenbildung der beiden Untermessungen in den Unterverteilungen der Mensa ermittelt. Zusätzlich muss der Stromzähler der PV-Anlage auf dem Mensagebäude berücksichtigt werden. Hierfür ist eine Abstimmung mit dem Netzbetreiber (ENERVIE Vernetzt) notwendig.



Abbildung 1. Einspeiseleitungen Zeppelin- und Geschwister-Scholl-Gymnasium

2.4.2.2 Stromuntermessungen

Für die Untermessungen der Stromverteilungen sind im Messkonzept insgesamt fast 39 Messpunkte vorgesehen. Diese sind in Anhang 4 nach Standorten sortiert aufgelistet.

Um die Messtechnik standortübergreifend möglichst einheitlich, einfach und kostengünstig zu gestalten, wird empfohlen, alle Messstellen mit einer Stromstärke unter 100 A mittels Direktmessung auszuführen. Bei Stromstärken über 100 A müssen aus technischen Gründen eine Messung mit Messwandlern eingesetzt werden.

¹ Registrierende Leistungsmessung

² Ein Energieserviceanbieter (ESA) ist eine seit dem 1. Oktober 2022 etablierte, eigenständige Marktrolle im deutschen Energiemarkt, die primär dazu dient, Messdaten von intelligenten Messsystemen (Smart Metern) im Auftrag des Kunden abzurufen. Sie fungieren als Schnittstelle zwischen Verbrauchern und Messstellenbetreibern, um Energieverbräuche zu optimieren. (<https://www.roedl.com>, 14.04.2026)

Da in den meisten Fällen die bestehenden Unterverteilungen unverändert bleiben sollen, kann es vorkommen, dass für Direktmessungen nicht ausreichend Platz vorhanden ist. In diesen Fällen wird empfohlen, eine Wandlermessung in einem separaten Gehäuse zu installieren.

2.4.2.3 Gaszähler

Alle in den besuchten Schulen vorhandenen Gaszähler können mit einem Impulsgeber in Kombination mit einem Funkmodul oder einem funkfähigen Datenleser für den Zustandsmengennumwerter ausgestattet werden. Die auszustattenden Zähler sind im Anhang 4 aufgelistet.

2.4.2.4 Wärmemengenzähler

Für die Einführung des Energiemanagements wurden neun Gebäude ausgewählt, die gemeinsam 42 % des gesamten städtischen Wärmeverbrauchs abdecken. Daher wird ein besonderes Augenmerk auf die Wärmemengenmessung gelegt.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass der erstmalige Einbau eines Wärmemengenzählers (WMZ) mit einem hohen baulichen und betrieblichen Aufwand verbunden ist. Für die Integration der Volumenstrommessung muss der Heizkreis aufgetrennt und während der Montage fachgerecht abgestützt werden. Zusätzlich sind Temperaturfühler im Vor- und Rücklauf des Heizkreises zu installieren. Das mit diesen Sensoren verbundene Rechenwerk erfasst und verarbeitet die Messwerte und stellt die ermittelten Wärmemengen über geeignete Schnittstellen zur weiteren Auswertung bereit.

Um den nachträglichen Einbau eines WMZ zu erleichtern und zukünftige Anpassungen effizient umzusetzen, wird empfohlen, bei Um- und Neubauten in jedem Heizkreis ein entsprechendes Passstück vorzusehen. Auf diese Weise kann eine spätere Ausstattung mit Wärmemengenzählern mit deutlich reduziertem baulichem Aufwand realisiert werden.

Nachfolgende Vorgehensweise, die bei der Priorisierung angewendet wurde, wird bei der Auswahl der Messpunkte für Wärmemengen empfohlen:

- Die Untermessungen der vorhandenen Heizkreise sollen mindestens auf Gebäudeteilenebene erfolgen, sodass jedem Gebäude eindeutig ein Wärmeverbrauch zugeordnet werden kann.
- Ist eine gebäudescharfe Messung technisch nicht möglich, sollen der Gesamtverbrauch sowie die größten Einzelverbraucher untermessen werden.
- Wenn nicht im Voraus bestimmbar ist, welche Verbraucher den größten Anteil ausmachen, sollen alle Heizkreise untermessen werden.
- Werden alle Heizkreise untermessen, kann auf einen zentralen Hauptwärmemengenzähler verzichtet werden. Die Software bildet den Gesamtverbrauch dann als Summe der Untermessungen.

Durch diese Herangehensweise ergeben sich unterschiedliche technische Lösungsansätze für die einzelnen Liegenschaften (siehe Anhang 4).

Eine Erfüllung der Normanforderung ist beim Wärmeverbrauch bereits durch eine Messung auf der Hauptzählerebene gegeben. So lässt sich bei Bedarf die Anzahl der zu installierenden Wärmemengenzähler reduzieren.

2.4.3 Anforderungen an Mess- und Datenübertragungstechnik

Für die Übertragung der Messdaten stehen verschiedene technische Lösungen zur Verfügung. Aktuell besteht keine Festlegung auf eine bestimmte Technologie oder ein bestimmtes System. Das Gesamtsystem muss vollständig neu konzipiert werden.

Wesentliche Kriterien für die Auswahl sind dabei:

- IT- und Datensicherheit
- einheitliche Umsetzung für alle Gebäude und Messpunkte
- Erweiterbarkeit für zukünftige Anforderungen und zusätzliche Messstellen

Auch wenn in den Gebäuden der Stadt Lüdenscheid bereits eine gute Verfügbarkeit von Ethernet-Verbindungen besteht, empfehlen wir aus IT- und datensicherheitstechnischer Sicht, nicht alle einzelnen Messgeräte direkt in das bestehende Netzwerk einzubinden. Eine flächendeckende Ethernet-Anbindung geht mit einem erhöhten Verwaltungs- und Sicherheitsaufwand einher, da sämtliche Geräte inventarisiert, konfiguriert, regelmäßig gewartet sowie mit aktuellen Sicherheitsupdates versorgt werden müssen.

Darüber hinaus erfordert der Zugriff der Energiemanagementsoftware auf die Messgeräte in der Regel das Öffnen spezifischer Ports in der Firewall, da die Daten häufig im sogenannten Pull-Prinzip abgeholt werden. Dies vergrößert die Angriffsfläche des internen Netzwerks und erhöht das Risiko unbefugter Zugriffe, insbesondere wenn die Messgeräte selbst nur eingeschränkte Sicherheitsmechanismen (z. B. fehlende Verschlüsselung, eingeschränkte Authentifizierung oder seltene Firmware-Updates) unterstützen. Um diese Risiken zu minimieren, wären zusätzliche Maßnahmen wie Netzwerksegmentierung, der Einsatz dedizierter VLANs, Zugriffsbeschränkungen, Monitoring sowie eine kontinuierliche sicherheitstechnische Betreuung durch die IT erforderlich.

Alternativ eingesetzte Messgeräte mit eigener Funkkommunikation, beispielsweise LoRa-WAN-fähige Geräte, übertragen ihre Daten aktiv über separate Übertragungswege an zentrale Server. Da hierbei keine direkte Anbindung an das interne Gebäudenetzwerk notwendig ist, lassen sich potenzielle sicherheitskritische Eingriffe in die IT-Infrastruktur weitgehend vermeiden.

Eine Ethernet-Anbindung ist jedoch in Bereichen mit eingeschränktem Funkempfang weiterhin sinnvoll und empfehlenswert, etwa in Kellerräumen oder abgeschirmten Technikräumen. In diesen Fällen sollten einzelne Messgeräte nicht direkt in das Netzwerk integriert werden. Stattdessen ist der Einsatz zentraler Gateways als Datensammler zu bevorzugen, die Messdaten bündeln und kontrolliert sowie abgesichert an die übergeordneten Systeme weiterleiten.

Eine dauerhafte Verfügbarkeit der Messdaten und eine eindeutige Zuordnung der Messpunkte ist Grundvoraussetzung gemäß DIN EN ISO 50001. Die folgenden technischen Anforderungen stellen dies nicht nur sicher, sondern bieten eine langfristige und nachhaltige Basis für das KEM:

- 1) Kontinuierliche Datenerfassung:
die Messdaten müssen rund um die Uhr, 24 Stunden pro Tag, erfasst werden.
- 2) Zeitliche Auflösung der Daten:
 - a) Stromzähler: mindestens alle 15 Minuten (Anlehnung an RLM-Daten), konfigurierbar
 - b) Gas-, Wasser- und Wärmemengenzähler: mindestens alle 60 Minuten, konfigurierbar

- c) Datenübertragung: Übertragung der Messdaten mindestens alle 60 Minuten, idealerweise im 15-Minuten-Takt.
- 3) Bereitstellung von Gerätedaten:
für jedes Gerät müssen Zählernummer, Seriennummer, ggf. DevEUI, AppEUI, AppKey, eine eindeutige Bezeichnung sowie der genaue Installationsort in einer maschinenlesbaren Liste (z. B. CSV, XLS) zur Verfügung gestellt werden.
- 4) Datenübertragung und Anbindung an die Energiemanagementsoftware:
Nutzung offener Schnittstellen und Protokolle (z. B. MQTT oder REST API)
- 5) Verfügbarkeit:
im Regelbetrieb (nach Abnahme) ist eine Systemverfügbarkeit von > 95 % sicherzustellen.
- 6) Schutzart für Stromzähler:
mindestens Schutzklasse IP44, sofern die Montage nicht im Zählerschrank möglich ist.
- 7) Befestigung von Auslesegeräten:
die Befestigung muss zerstörungsfrei und reversibel möglich sein. (Ein zusätzlicher Befestigungspunkt kann bei Bedarf geschaffen werden.)
- 8) Gewicht:
eine Sensoreinheit sollte idealerweise weniger als 500 Gramm wiegen.
- 9) Energieversorgung der Geräte:
 - a) Funk-Auslesegeräte:
 - i) Betrieb mit austauschbaren Batterien
 - ii) Batterielebensdauer mindestens 2 Jahre
 - b) Gateways:
 - i) Power over Ethernet (PoE) falls TP-Verbindung genutzt wird
 - ii) Netzteil (i.d.R. 230 V Steckdose erforderlich)
- 10) Gerätevielfalt:
Im Projekt sollen möglichst wenige unterschiedliche Gerätetypen eingesetzt werden, um Wartung, Ersatzteilerhaltung und Betrieb zu vereinfachen.
- 11) Gewährleistung und Fehlerbehebung:
Der Auftragnehmer stellt für alle Geräte und Komponenten eine Gewährleistung inklusive Fehlerbehebung für 3 Jahre ab Abnahme sicher.
- 12) Vorkonfiguration:
Alle Auslesemodule müssen installationsfertig vorkonfiguriert sein und zum jeweiligen Zählertyp passen.
- 13) Datenübertragung pro Messpunkt:
Einzelne Messpunkte können direkt per Funk oder über ein Gateway übertragen werden.
- 14) Bei mehreren Messpunkten in einem Raum (perspektivisch mehr als 4) oder im Fall eines Standorts ohne nutzbare Funktechnologie (siehe Anhang 4) sollte ein zentrales Gateway genutzt werden.

2.4.4 Fabrikate und Mengengerüste zur Vorbereitung der Ausschreibung

Für die spätere funktionale Ausschreibung der Messtechnik wurden exemplarische Gerätetypen definiert, die die technischen Standardanforderungen erfüllen. Eine konkrete Marken- oder Herstellerbindung erfolgt nicht. Die folgenden Beispiele dienen ausschließlich der Orientierung für die spätere Vergabe:

Stromzähler: z. B. Direktmessgeräte oder Wandlerzähler mit M-Bus/Modbus/L0-RaWAN-Schnittstelle (idealerweise MID-Zulassung)

Gaszähler-Auslesung: z. B. funkfähige Impulslogger oder Auslesemodule für Mengenumwerter

Wasser- und

Wärmemengenzähler: kommunikationsfähige Geräte (idealerweise MID-Zulassung)

Funk-Auslesemodule: z.B. LoRaWAN-fähige Sensormodule

Gateways: z.B. LoRaWAN-Indoor-Gateway mit PoE- oder Netzteil

Die im Messkonzept definierten Messpunkte stellen das vollständige Mengengerüst für die spätere funktionale Ausschreibung dar. Der Auftraggeber kann auf Basis dieser Angaben die einzelnen Gewerke (Messtechnik, Installation, Software, Netzwerk) ausschreiben. Zur Orientierung werden im Anhang 6 exemplarische Messgeräte aufgeführt, die die beschriebenen Anforderungen erfüllen.

2.5 Ausblick: Nutzung der Messdaten

Mit der vollständigen Verfügbarkeit der Messdaten können die nachgelagerten Schritte des kommunalen Energiemanagements systematisch begonnen werden.

2.5.1 Kostenstellenstruktur und organisatorische Zuordnung

Für den späteren Betrieb des Energiemanagementsystems ist eine eindeutige Zuordnung der Verbräuche zu organisatorischen Einheiten erforderlich. Die Kostenstellenstruktur der Stadt Lüdenscheid bildet dafür die Grundlage.

Im Rahmen des Messkonzepts wurde geprüft, in welchen Bereichen eine kostenstellengerechte Abgrenzung der Energieverbräuche technisch möglich ist. Die definierten Messstellen der Priorität 1 ermöglichen eine eindeutige Zuordnung der Verbräuche zu den jeweiligen organisatorischen Einheiten.

2.5.2 Energetische Bilanzgrenzen und Basisjahr

Die Festlegung der Bilanzgrenzen erfolgt auf Grundlage der Medienverteilungen und der identifizierten Verbraucherstrukturen. Für jedes Gebäude wurden eindeutige räumliche und funktionale Bilanzräume definiert, um eine Abgrenzung der Verbräuche entsprechend der Anforderungen der DIN EN ISO 50001 vorzunehmen. Bereiche, in denen keine gebäudescharfe oder bereichsbezogene Messung möglich ist, werden über virtuelle Zähler oder über bilanzielle Abgrenzungen innerhalb der Energiemanagementsoftware abgebildet.

Für das kommunale Energiemanagement ist ein energetisches Basisjahr erforderlich, das als Vergleichsgrundlage für die Bewertung von Effizienzverbesserungen dient. Es wird empfohlen, ein Jahr zu wählen, für das vollständige und qualitativ ausreichende Verbrauchsdaten vorliegen und das nicht durch außergewöhnliche Betriebsbedingungen (z. B. pandemiebedingte Schließungen, Sanierungsmaßnahmen oder Nutzungsänderungen) beeinflusst wurde.

Für den überwiegenden Teil der betrachteten Liegenschaften wird das Jahr 2024 als Basisjahr empfohlen, da es das erste Jahr ohne eingeschränkten Präsenzbetrieb infolge der COVID-19-Pandemie darstellt.

In der Hauptschule am Stadtpark wurde im Jahr 2024 die Heizungsanlage erneuert; das erste vollständige Betriebsjahr mit neuer Technik ist daher 2025, welches als Basisjahr für die Wärmeversorgung herangezogen werden sollte.

Die Sporthalle des Zeppelin-Gymnasiums befindet sich derzeit in der Sanierung. Als Basisjahr gilt daher das erste vollständige Kalenderjahr nach Abschluss der Maßnahmen, voraussichtlich 2027.

In Tabelle 3 ist der vorgeschlagene Ansatz zur Bestimmung der Basisjahre für die einzelnen Gebäude und Versorgungsarten zusammengefasst. Die Festlegung des Basisjahres ist regelmäßig zu überprüfen, da sich bei geänderten Betriebsbedingungen in der Regel auch das Basisjahr anpasst.

Tabelle 3. Vorschlag für das Basisjahr der jeweiligen Objekte (nach Versorgungsart)

Objekt	Versorgungsart	Basisjahr
Adolf-Reichwein-Gesamtschule	Strom	2024
Adolf-Reichwein-Gesamtschule	Wärme	2024
Adolf-Reichwein-Gesamtschule	Wasser	2024
Bergstadt-Gymnasium	Gas	2024
Bergstadt-Gymnasium	Strom	2024
Bergstadt-Gymnasium	Wärme	2024
Bergstadt-Gymnasium	Wasser	2024
Geschwister-Scholl-Gymnasium	Gas	2024
Geschwister-Scholl-Gymnasium	Strom	2024
Geschwister-Scholl-Gymnasium	Wärme	2024
Geschwister-Scholl-Gymnasium	Wasser	2024
Hauptschule am Stadtpark	Gas	2025
Hauptschule am Stadtpark	Strom	2024
Hauptschule am Stadtpark	Wärme	2024
Hauptschule am Stadtpark	Wasser	2024
Rathaus	Gas	2024
Rathaus	Strom	2024
Rathaus	Wärme	2024
Rathaus	Wasser	2024
Theodor-Heuss-Realschule	Gas	2024
Theodor-Heuss-Realschule	Strom	2024
Theodor-Heuss-Realschule	Wärme	2024
Theodor-Heuss-Realschule	Wasser	2024
Zeppelin Mensa	Gas	2024
Zeppelin Mensa	Strom	2024
Zeppelin Mensa	Wärme	2024
Zeppelin Mensa	Wasser	2024
Zeppelin Sporthalle	Gas	2027
Zeppelin Sporthalle	Strom	2027
Zeppelin Sporthalle	Wasser	2027
Zeppelin-Gymnasium	Gas	2024
Zeppelin-Gymnasium	Strom	2024
Zeppelin-Gymnasium	Wärme	2024
Zeppelin-Gymnasium	Wasser	2024

2.5.3 Mengen-, Leistungsaufstellungen und Prüfung der Energiekostenabrechnung

Für die zukünftige energiewirtschaftliche Bewertung können auf Grundlage der erfassten Messstellen Mengen- und Leistungsaufstellungen für alle relevanten Medien (Strom, Wärme, Gas, Wasser) erstellt werden. Diese bilden die Grundlage für:

- die Überprüfung der vertraglich abgerechneten Energiemengen,
- die Kontrolle der Leistungsentgelte,
- die Identifikation von Abweichungen zwischen Messwerten und Abrechnungswerten sowie
- die Plausibilitätsprüfung der Energieabrechnungen.

Durch die vollständige Erfassung der Messpunkte der Priorität 1 entsteht eine verlässliche Datengrundlage zur standardisierten Prüfung der Energiekostenabrechnungen im laufenden Betrieb.

3 Fazit

Das vorliegende Messkonzept bildet die technische und organisatorische Grundlage für den schrittweisen Aufbau eines kommunalen Energiemonitorings in den ausgewählten Liegenschaften der Stadt Lüdenscheid. Durch die systematische Erfassung der bestehenden Zähler- und Verbraucherstrukturen, die Definition klarer Prioritäten für das Verbrauchscontrolling sowie die Entwicklung eines einheitlichen technischen Konzeptes für Mess- und Datenübertragungstechnik wurde ein belastbarer Rahmen geschaffen, der die normkonforme Umsetzung gemäß DIN EN ISO 50001, DIN ISO 50006 und DIN ISO 50015 sicherstellt.

Die definierten Messstellen und technischen Anforderungen ermöglichen eine transparente und eindeutige Zuordnung der Energieverbräuche zu Gebäuden, Bereichen und Kostenstellen. Damit entsteht die Voraussetzung für eine verlässliche Datengrundlage, auf deren Basis energetische Kennzahlen gebildet, Einsparpotenziale identifiziert und Maßnahmen zur Effizienzsteigerung bewertet werden können.

Mit Umsetzung der im Messkonzept beschriebenen Maßnahmen wird ein durchgängiger und erweiterbarer Messstellenbetrieb aufgebaut, der den kontinuierlichen Verbesserungsprozess im kommunalen Energiemanagement langfristig unterstützt und die Transparenz der Energieflüsse in den betrachteten Liegenschaften nachhaltig erhöht.

4 Anhänge

Anhang 1. Foliensatz Projektaufakt

Anhang 2. Zählerliste Bestand

Anhang 3. Messstellenstrukturen (Grafische Darstellung)

Anhang 4. Messkonzept - erforderliche Messstellen

Anhang 5. RLM-Messpunkte

Anhang 6. Messtechnik - exemplarische Produkte