

Disposition – Gruppe 02

Arbeitstitel, informativer Untertitel

Titel:

Ab wann rentieren Smart LED-Röhren in der Schweiz?

Untertitel:

Ein Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen herkömmlichen und smarten LED-Röhren in Parkhäusern und Treppenhäusern auf Basis realer Strompreise mittlerer und grosser Unternehmen.

Ausgangslage und Problemstellung: Worum geht es? Was ist der Kontext?

Schweizer Parkhäuser, Tiefgaragen und Treppenhäuser laufen oft 4'000 - 8'000h pro Jahr [4] meist mit stetig brennenden LED-Röhren. Neuere Smart-LED-Röhren verbessern die LED-Effizienz mit verschiedenen Sensoren wie Präsenz- und Tageslichtsensoren, Bluetooth und Cloud-Monitoring. Sie dimmen oder schalten nur ein, wenn wirklich Licht benötigt wird, melden Ausfälle automatisch und können in digitale Gebäudemanagement-Systeme eingebunden werden. [5]

Fakten:

- **Mehrpreis:** Eine Smart-Röhre kostet je nach Modell das 5- bis 10-fache (korrekte Preise werden bei LEDCity angefragt) einer herkömmlichen LED-Röhren.
- **Einsparung:** Die smarte LED-Röhre braucht nur ca. 50% der Leistung im Vergleich zu einer herkömmlichen LED-Röhre. [4]
- **Soziales:** Aufgrund der verzögerten Reaktionszeit können smarte LED-Röhren erst nach dem Durchgehen einschalten, was bei einigen Nutzer Unsicherheit auslösen kann.
- Pflegepersonal des ACC Care Centers dokumentierte bedeutende gesundheitsbezogene Vorteile, die zumindest teilweise auf die Umstellung der Beleuchtung zurückzuführen sein könnten. So gingen gezielte Verhaltensweisen wie Schreien, Unruhe und Weinen bei drei Bewohnern im Durchschnitt um 41 % zurück. Zudem bemerkte das Pflegepersonal, dass alle drei Bewohner seit der Installation durchgehend nachts schlafen, und dass bei einem Bewohner die Gabe von Psychopharmaka und Schlafmitteln deutlich reduziert werden konnte. [6]
- Durch den Einsatz einer LED-Sensorlampe mit Low-Light-Modus können im Vergleich zu herkömmlichen 15 W-T8-LED-Röhren erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden. Bei sehr geringer Nutzung (z.B. wenn niemand vorbeigeht) liegt die Energieeinsparrate bei bis zu 90%. Selbst bei durchschnittlicher Nutzung mit etwa 12 Personen pro Stunde beträgt die Einsparung immer noch 81%, was einer jährlichen Ersparnis von etwa 35,5 kWh pro Lampe entspricht. [7]

Fragestellung, Leitfrage, ev. Thesen und Zielsetzung (in eigenen Worten)

Hauptfrage

Wie viele Jahre muss eine smarte LED-Röhre im Durchschnitt unter der Berücksichtigung der historischen Strompreisdaten des Schweizer Bundes leuchten, damit die smarte LED-Röhre rentabler wird als eine herkömmlich LED-Röhre?

Leitfragen

- Wie hoch sind die Anschaffungs- und Installationskosten für eine smarte LED-Röhre im Vergleich zu einer herkömmlichen LED-Röhre in der Schweiz?
- Wie lange muss die smarte LED-Röhre im Betrieb sein, damit sich die Investition amortisiert?
- Wie stark reduziert sich der Stromverbrauch (in kWh/Jahr) durch Sensoren und bedarfsgerechtes Dimmen im Vergleich zum Dauerbetrieb?
- Wie stark beeinflusst der historische Strompreis die Rentabilität bzw. die Amortisationszeit?

Thesen

- Durch Präsenz- und Tageslichtsensorik lässt sich der Stromverbrauch um 40–60% gegenüber Dauerbetrieb einer LED-Röhre reduzieren.
- Bei Stromkosten ≥ 0.28 Fr./kWh im Kanton Zürich amortisiert sich Smart-Lighting in Parkhäusern binnen 4–6 Jahren.

Zielsetzung

Ziel ist es, mithilfe einer eigenen entwickelten Webapplikation und den historischen Strompreisdaten des Bundes [3] aufzuzeigen, ab wann sich Smart-LED-Röhren in Schweizer Parkhäusern und Treppenhäusern aufgrund von Strom- und Wartungseinsparungen wirtschaftlich lohnen.

Wichtige Grundbegriffe, Eingrenzung des Themas, IoT Use Cases, Technologien

Wichtige Grundbegriffe:

1. Smart-LED-Röhre: Intelligente Leuchtröhre mit Sensorik (z.B. Präsenz, Tageslicht) und IoT-Anbindung.
2. Amortisation: Zeitraum, bis sich die Investition durch Einsparungen wirtschaftlich rechnet.
3. Stromverbrauch: Energiebedarf pro Stunde bzw. Jahr(kWh/Jahr), entscheidend für die Rentabilitätsrechnung.
4. IoT (Internet of Things): Vernetzte Technik zur Steuerung, Überwachung und Optimierung von Gebäudetechnik.
5. kWh: Kilowattstunden

Eingrenzung des Themas:

In dieser Arbeit wird der wirtschaftliche und ökologische Aspekt zwischen einer herkömmlichen LED-Röhre und einer Smarten LED-Röhre verglichen und mit einer selbstentwickelten Applikation die Amortisation dieser berechnet. Dabei fällt der soziale Aspekt in dieser Arbeit in den Hintergrund. Auch wird in dieser Arbeit nicht auf den ökologischen Fussabdruck, die Installationskosten und Wartungskosten der einzelnen Produkte eingegangen. Ökologische Aspekte in unserer Arbeit belaufen sich ausschliesslich auf den berechneten Stromverbrauch anhand der einzelnen Produkteinformationen.

Technologien:

- Strompreise Schweiz Website [3]
- Smart LED-Röhre [5]
- LED-Röhre (Link oder Beschreibung der Vergl. Produkte folgt)
- Eigenes Dashboard für die Berechnung der Amortisation einer Smarten LED-Röhre

Thematische Gliederung (Inhaltsverzeichnis)

Einleitung / Ausgangslage

- Motivation und Relevanz des Themas
- Problemstellung in Schweizer Parkhäusern und Treppenhäusern
- Überblick und Anwendungsfall über Smart-LED-Technologie

Fragestellung, Zielsetzung und Thesen

- Hauptfrage und Leitfragen
- Ziel der Untersuchung
- Aufgestellte Hypothesen

Theoretischer Hintergrund

- Vergleich: Herkömmliche LED-Röhre vs. Smart-LED
- Energieverbrauch, Sensorik, IoT-Funktionalitäten
- Marktpreise und technologische Standards

Methodik / Vorgehen

- Datenbeschaffung und Aufbereitung
- Annahmen definieren
- Modellierung des Energieverbrauchs und der Gesamtkosten
- Amortisations-Analyse

Ergebnisse / Fallanalyse

- Beispielhafte Berechnungen anhand realer Strompreisdaten (Strompreise Schweiz Website)
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung in verschiedenen Szenarien

Diskussion

- Interpretation der Resultate
- Einschränkungen (z.B. Unsicherheiten bei Laufzeit, Nutzung)
- Rebound-Effekte und soziale Aspekte (z.B. Akzeptanz)

Fazit & Ausblick

- Zusammenfassung der Erkenntnisse

- Empfehlungen für Gebäudebetreiber
- Potenzial zur Weiterentwicklung der Webapplikation

Quellenverzeichnis

- Literatur, Websites, öffentliche Daten

Anhang

- Screenshots der Webapplikation
- Details zu Berechnungsformeln und Parametern
- Drei weiterführende Ideen / Ausbaustufen der Lösung

Methodisches Vorgehen: Wie adressieren und lösen Sie die Problemstellung?

Datenbeschaffung und -aufbereitung:

Wir erheben und bereinigen historische Strompreisdaten für Haushalte in der Schweiz. Falls nötig, berechnen wir Durchschnittswerte pro Jahr, um eine repräsentative Basis für die Energiepreisentwicklung zu erhalten.

Annahmen definieren:

Um die Berechnungen durchführen zu können, legen wir technische und ökonomische Parameter beider Röhrentypen fest, z.B.:

Anschaffungskosten der smarten und herkömmlichen LED-Röhre
Stromverbrauch pro Stunde
Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer
Lebensdauer in Betriebsstunden
Mögliche Zusatzfunktionen (z.B. Dimmfunktion, Bewegungssensor) und deren Einfluss auf die Stromersparnis.

Modellierung des Energieverbrauchs und der Gesamtkosten:

Wir berechnen die jährlichen Energiekosten für beide Röhrentypen über verschiedene Zeiträume. Dabei berücksichtigen wir unterschiedliche Strompreisliveaus bzw. die historische Entwicklung.

Amortisations-Analyse:

Mittels einer Kostenvergleichsrechnung ermitteln wir, ab welchem Nutzungszeitraum (in Jahren) sich die höheren Anschaffungskosten der smarten LED-Röhre durch geringere Betriebskosten amortisieren und somit rentabler wird.

Zeitplan (Arbeitsablauf und Arbeitsteilung in der Gruppe festlegen)

	Deomic A.	Schiess P.	Aklin D.	Nguyen J.
01.06.2025	Fertigstellung der Disposition	Back-end Programmierung und Data fetching	Fertigstellung der Disposition	Fertigstellung der Disposition
02.06.2025	Start mit Front-end Programmierung	Back-end Programmierung und Data fetching	Start mit der Dokumentation des Tools	Start mit der Dokumentation des Tools
03.06.2025	Front-end	Front-end/ Back-end	Dokumentation	Dokumentation
04.06.2025	Front-end und Debugging	Back-end und Debugging	Fertigstellen der Dokumentation	Fertigstellen der Dokumentation
05.06.2025	Buffer	Buffer	Buffer	Buffer

Literaturverzeichnis

- [1] LedCity AG, *Project Report Sihlcity*, Apr. 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://ledcity.io/wp-content/uploads/2024/04/project-report-sihlcity-ledcity.pdf>
- [2] Schweizer Radio und Fernsehen (SRF), „Smarte Verkehrsbeleuchtung – Wenn die Strassenlaterne mitdenkt“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.srf.ch/news/smart-verkehrsbeleuchtung-wenn-die-strassenlaterne-mitdenkt>
- [3] ElCom, „Strompreise Schweiz“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.strompreis.elcom.admin.ch/?period=2025&period=2019&category=C2>
- [4] B. Vogel, „Licht nach Bedarf“, *bulletin.ch*, no. 6, pp. 26–29, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bulletin.ch>
- [5] LEDCity AG, „Nomus Tube – Die weltweit intelligenteste LED-Röhre“, *LEDcity.io*. [Online]. Verfügbar unter: <https://ledcity.io/produkt/nomus-tube-de/> [Zugriff am: 1. Juli 2025].
- [6] M. Perrin, L. McCamy, L. Brackney, M. Davis, and M. Watson, „Demonstration Assessment of Light-Emitting Diode (LED) Retrofit Lamps at the ACC Care Center in Sacramento, CA“, *Pacific Northwest National Laboratory (PNNL)*, Richland, WA, USA, Tech. Rep. PNNL-21923, 2012. [Online]. Verfügbar unter: https://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-21923.pdf [Zugriff am: 1. Juli 2025].
- [7] C.-T. Lee and P.-T. Ho, “Energy-Saving Research on New Type of LED Sensor Lamp with Low-Light Mode,” *Electronics*, vol. 9, no. 10, art. 1649, Oct. 2020. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2079-9292/9/10/1649>