

Projekt ‹SensoLight›  
Messbericht ‹Industrie SIG allCap›



Stefan Gasser, 13.10.2022  
[sg@elicht.ch](mailto:sg@elicht.ch), [gasser@slg.ch](mailto:gasser@slg.ch)

## **Inhalt**

<b>1</b>	<b>Einleitung und Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>4</b>
2.1	Objektbeschreibung .....	4
2.2	Ersatz der Beleuchtung .....	5
<b>3</b>	<b>Messungen.....</b>	<b>6</b>
3.1	Beleuchtungsstärken .....	6
3.2	Lastverlauf der elektrischen Leistung .....	8
<b>4</b>	<b>Energiebilanz nach SIA 387/4 .....</b>	<b>10</b>

## 1 Einleitung und Zusammenfassung

Basierend auf der «Lichtvereinbarung von Davos» im September 2018 hat die SLG zusammen mit zahlreichen Partnern das Umsetzungsprogramm «energylight» lanciert. Im Rahmen von «energylight» werden Projekte realisiert, die einen Beitrag zur Ausschöpfung des grossen Energiesparpotentials bei der Beleuchtung (3.5 TWh/a) leisten (vergleiche auch [www.energy-light.ch](http://www.energy-light.ch)).

Die Produktionshalle der SIG allCap AG ist eine von 6 Fallstudien im Rahmen des energylight-Projektes «SensoLight». Ziel ist es, das effektive Energiesparpotential von intelligenten Beleuchtungsanlagen gegenüber konventionellen Beleuchtungen mit Standard-Sensorik aufzuzeigen und dies messtechnisch zu belegen. Eine frühere Messung in einer Parkgarage der Stadt Zürich hat eine effektive Einsparung von über 90% ergeben.

Im Projekt «SensoLight» sollen Fallstudien aus verschiedenen Anwendungen, welche für intelligente Beleuchtungen von besonderem Interesse sind, durchgeführt werden. Dazu gehören Parkgaragen, Verkehrsflächen in Wohnhäusern und Pflegeeinrichtungen, Schulzimmern, Industriehallen und ggf. andere Gebäudetypen. Die Resultate der Fallstudien werden in einem Bericht und Leitfaden für Planende zusammengefasst und als Grundlage für Infoveranstaltungen und Schulungen verwendet. Partner des Projektes «SensoLight» ist die Vereinigung der Sensor-Hersteller ([www.sensnorm.com](http://www.sensnorm.com)). Die Mitarbeiter der Hersteller von Sensnorm evaluieren die sinnvollen Fallstudien für das Projekt und ermöglichen die praktische Durchführung der Messungen vor Ort. Das Industrieprojekt hat die Firma Zumtobel beigesteuert.

Die Industriehallen der SIG allCap AG wurden von konventioneller Beleuchtung mit Leuchtstoffröhren im Dauerbetrieb auf LED-Lichtleisten mit Tageslichtsensorik umgerüstet.

Nach der Inbetriebnahme wurde die neue Beleuchtungsanlage zuerst ohne Tageslichtsensorik betrieben. Der Betreiber hatte Bedenken, dass Fehlschaltungen den Produktionsprozess unterbrechen könnten, was zu Verlusten führen würde, welche die Einsparung an Energiekosten deutlich überstiegen. Nachdem eine über 5 Wochen andauernde, kontinuierliche Messung der Beleuchtungsstärke an verschiedenen Stellen in den Produktionshallen durchgeführt wurde, zeigte sich, dass das Tageslicht während des Tages fast immer ausreichend ist. Anschliessend wurde die Lichtsteuerung stufenweise in Betrieb genommen.

Es hat funktioniert. Es wurde eine Einsparung von 23% erzielt, was einer jährliche Energieeinsparung von 65'700 kWh oder rund 10'000 CHF entspricht (bei einem angenommenen Strompreis von 15 Rp./kWh).

Die Referenzierung mit der SIA-Norm 387/4 zeigt, dass die Beleuchtung in den Produktionshallen der SIG allCap AG den Zielwert deutlich unterschreiten; dies hat auch mit den aktuell zu milden Anforderungen in der SIA Norm zu tun; SIA 387/4 ist in Revision und wird Mitte 2023 mit angepassten Anforderungen neu aufgelegt.

Die Resultate lassen sich auf viele andere, ähnliche Produktionshallen übertragen. Da die Betriebe häufig nur im 1-Schicht-Betrieb arbeiten, ist die Einsparung von 55% - die eben nur den Tagesbetrieb betrachtet - eine sinnvoll kommunizierbare Grössenordnung für das Einsparpotential von Tageslichtregelung in Industriehallen mit Sheddächern.



## 2 Grundlagen

### 2.1 Objektbeschreibung

Adresse	SIG allCap AG, Industriepplatz, 8212 Neuhausen am Rheinfall
Gebäudekategorie	Industriehalle
Beschreibung	Die Kernkompetenzen der SIG allCap sind das Spritzgiessen von Verschlüssen für Kartonpackungen (2016: 7'525 Millionen) sowie die Planung und Entwicklung der dazu benötigten Produktionssysteme.
Technischer Unterhalt	Reasco Immobilien AG, SIG Areal, Bau Laufengasse, Industriepplatz 3, 8212 Neuhausen am Rheinfall
Beleuchtung und Regelung	Zumtobel Licht AG, Thurgauerstrasse 39, 8050 Zürich
Projektleitung	Schweizer Licht Gesellschaft, <a href="http://www.slg.ch">www.slg.ch</a>
Messungen	Reasco Immobilien AG, Zumtobel AG, eLight GmbH
Auswertung	eLight GmbH



Abbildung 1: SIG allCap AG, Hallen mit Sheeddächern Google Earth

## 2.2 Ersatz der Beleuchtung

Die ursprüngliche Beleuchtung bestand aus Lichtbändern mit 2-flammigen FL-Röhren. Es wurde eine Beleuchtungsstärke am Boden von rund 300 Lux erreicht. Dies war zu wenig für die Arbeit an den hochpräzisen Maschinen. Deshalb wurde die Beleuchtungsstärke im Rahmen der Umstellung auf LED-Lichtbänder auf 500 Lux erhöht. Die neuen LED-Leuchten sind mit einer Leuchtenlichtausbeute von 139 lm/W rund 50% effizienter als die alten. Aufgrund der Erhöhung der Beleuchtungsstärke fällt die absolute Energieeinsparung durch die neuen Leuchten aber mit ca. 10 Prozent nur gering aus.

Neben dem Ersatz der Leuchten wurde eine Tageslichtabhängige Steuerung installiert. Auf dem Dach des Gebäudes befindet sich ein Sensor, welcher die direkte und diffuse solare Einstrahlung in alle Himmelsrichtung kontinuierlich misst, aufzeichnet und an das Regelsystem der Beleuchtung weiterleitet. Je nach verfügbarem Tageslicht sollte die Beleuchtung in der Halle gedimmt oder ganz ausgeschalten werden.

### Neue Beleuchtung

- Leuchten: Zumtobel Tecton C, 114 W und 75 W
- Dachsensor: Zumtobel Aussensensor LM-TLM
- Steuerung und Vernetzung: Luxmate von Zumtobel



Abbildung 2: Neue LED-Lichtleisten und Tageslichtsensor, Quelle: Zumtobel Licht AG

Nach der Inbetriebnahme brannte die Beleuchtung trotz Tageslicht auch mit der neuen Lichtlösung rund um die Uhr auf Nennleistung durch. Die Sensortechnik funktionierte zwar einwandfrei, aber es herrschte eine gewisse Skepsis gegenüber dem Systems. Bedenken vor einem Produktionsunterbruch des Maschinenparks, auf Grund einer versehentlichen Unterbelichtung im Raum, führten dazu, dass die Tageslichtsteuerung vorerst nicht in Betrieb genommen wurde.

Somit musste beim Firmenmanagement erst Vertrauen in die Sensortechnik geschaffen werden. Ein Faktencheck mussten das ausreichende Vorhandensein von Tageslicht belegen.

### 3 Messungen

#### 3.1 Beleuchtungsstärken

Damit die Tageslichtsteuerung mit gutem Gewissen in Betrieb genommen werden konnte, musste zuerst das zur Verfügung stehende Tageslicht gemessen werden. Hierfür wurden an sechs Stellen in den zwei Hallen Beleuchtungsstärkesensoren installiert, welche die Lux-Werte über mehrere Wochen bei unterschiedlichen Witterungsverhältnissen kontinuierlich aufzeichneten.

Zum Einsatz kamen kleine Datenlogger in Grösse einer Zündholzschachtel. Die «Hobo»-Logger werden eigentlich in der Taucherei zur Bestimmung der Visibilität des Wassers über einen längeren Zeitraum eingesetzt. Die Genauigkeit der Helligkeitsmessung in Lux ist nicht sehr hoch, zur Erfassung des qualitativen Verlaufs aber gut geeignet. Die gewünschte Aussagekraft der geloggten Luxwerte der «Hobo»-Logger wurde durch punktuelle Referenzmessungen mit einem präzisen Lux-Meter erreicht.

- Datenlogger für Beleuchtungsstärke
- Fabrikat: Hobo Onset UA-002-64
- Messbereich 0 bis 320'000 Lux
- Genauigkeit: nur relative Messungen
- Messintervall: wählbar ab 1 Sekunde
- Datenspeicher intern: 40 Tage mit 1 Min Intervall
- Stromversorgung: interne Batterie CR2032

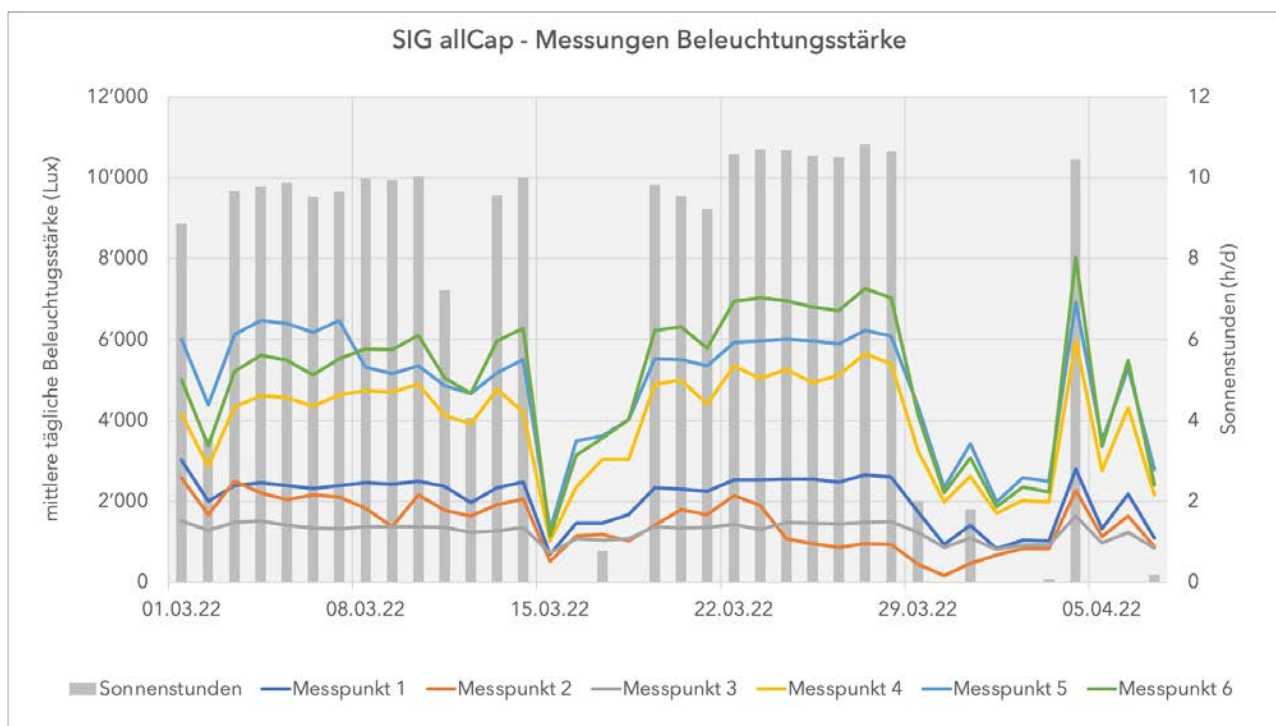


Abbildung 3: mittlere tägliche Beleuchtungsstärken an sechs Messpunkten während 5 Wochen

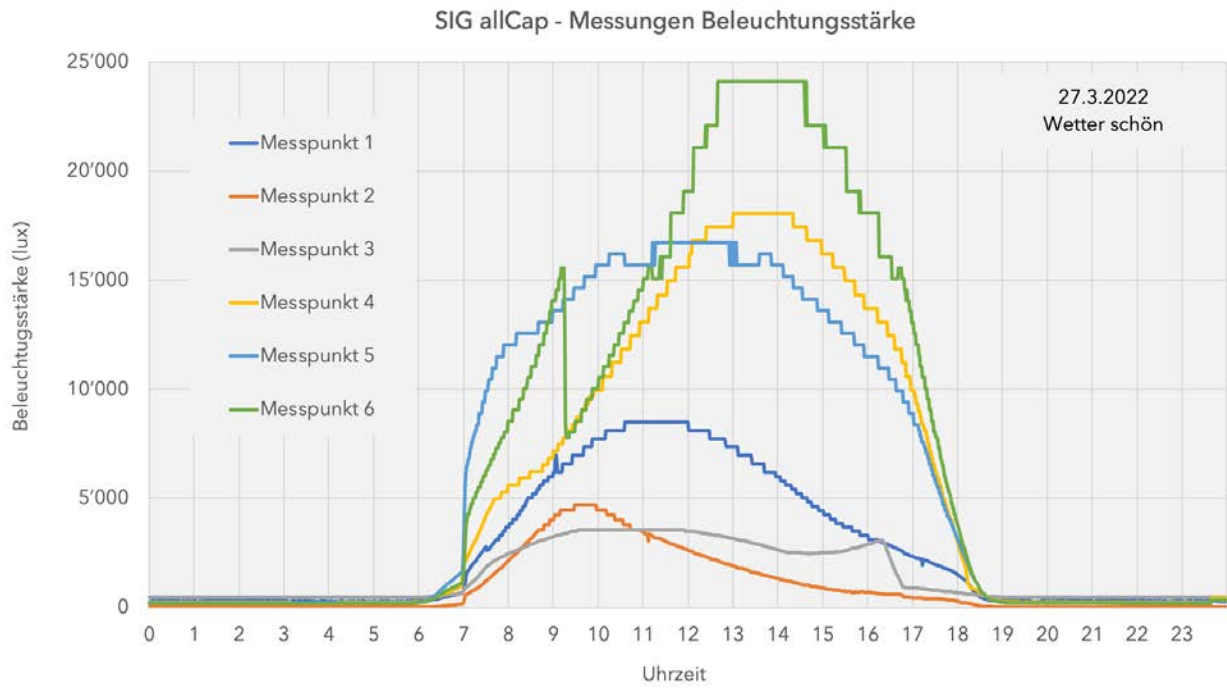


Abbildung 4: Verlauf der Beleuchtungsstärken an sechs Messpunkten an einem Schön-Wetter-Tag im März 2022

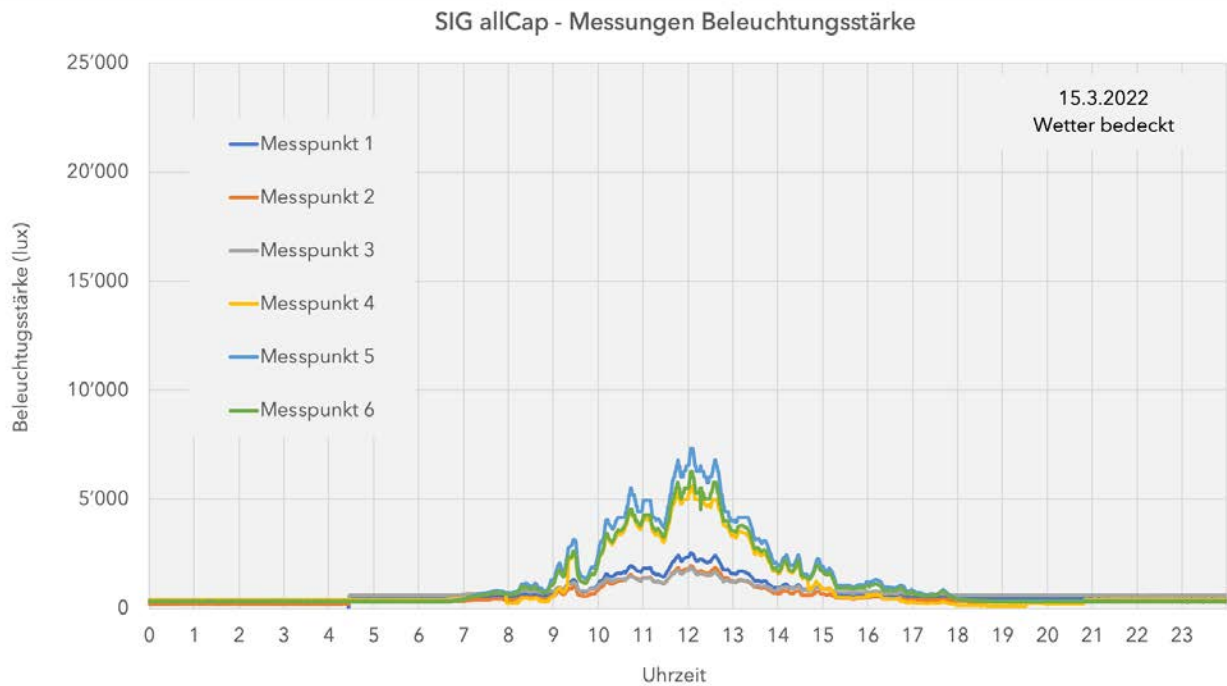


Abbildung 5: Verlauf der Beleuchtungsstärken an sechs Messpunkten an einem Schlecht-Wetter-Tag im März 2022



### 3.2 Lastverlauf der elektrischen Leistung

Die Beleuchtung der zwei Industriehallen wird über zwei fest installierte Energiezähler separat gemessen und im 15-Minuten-Intervall kontinuierlich aufgezeichnet. Die Auswertung dieser Messungen des Gebäudebetreibers ermöglichte eine genaue Bestimmung der Energieverbrauchs für Beleuchtung vor und nach der Inbetriebnahme der Tageslichtsteuerung.

Anmerkung: Die Auflösung der Messung ist etwas grob. Die Schwankungen der zwei gemessenen Abgänge in Abbildung 6 und Abbildung 7 sind also v.a. auf die grobe Auflösung und nicht auf die Beleuchtung selber zurückzuführen; bei der Gesamtenergiebetrachtung rechnet sich dieser Fehler aufgrund der langen Messperiode aber hinaus.

Da zwischen März 2021 und der Optimierung im März 2022 andere Grossverbraucher am Beleuchtungsabgang installiert waren, wurden für die Auswertung der alten Beleuchtung ein weit zurückliegendes Zeitfenster gewählt.

Im alten Zustand brannte die Beleuchtung 365 Tage und 24 Stunden pro Tag ohne Unterbruch. (Abbildung 6). Im optimierten Zustand (Abbildung 7) ist der Rückgang durch die Tageslichtsteuerung gut sichtbar. Der Monat März ist wegen Tag- und Nacht-Gleiche die optimale Messperiode zur Hochrechnung auf den Jahresenergieverbrauch.

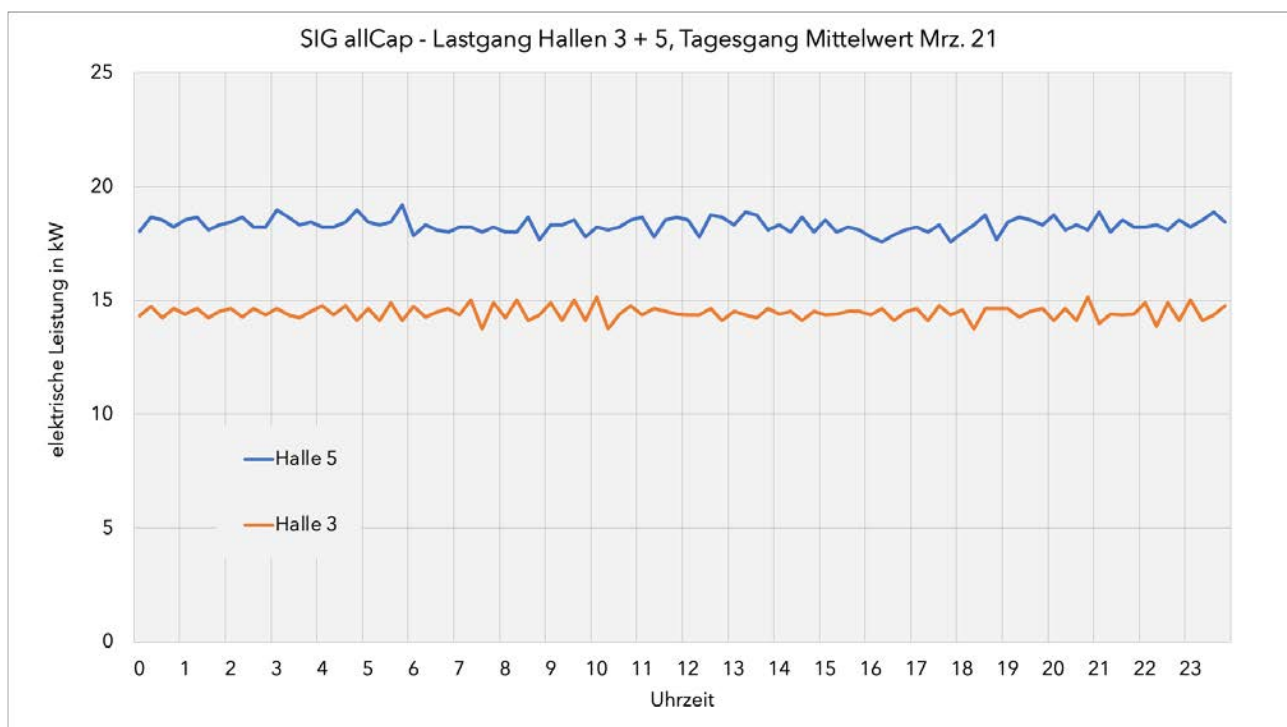


Abbildung 6: Lastgang Mittelwertkurve **vor** der Optimierung der Tageslichtregelung (18.2-18.3.21)



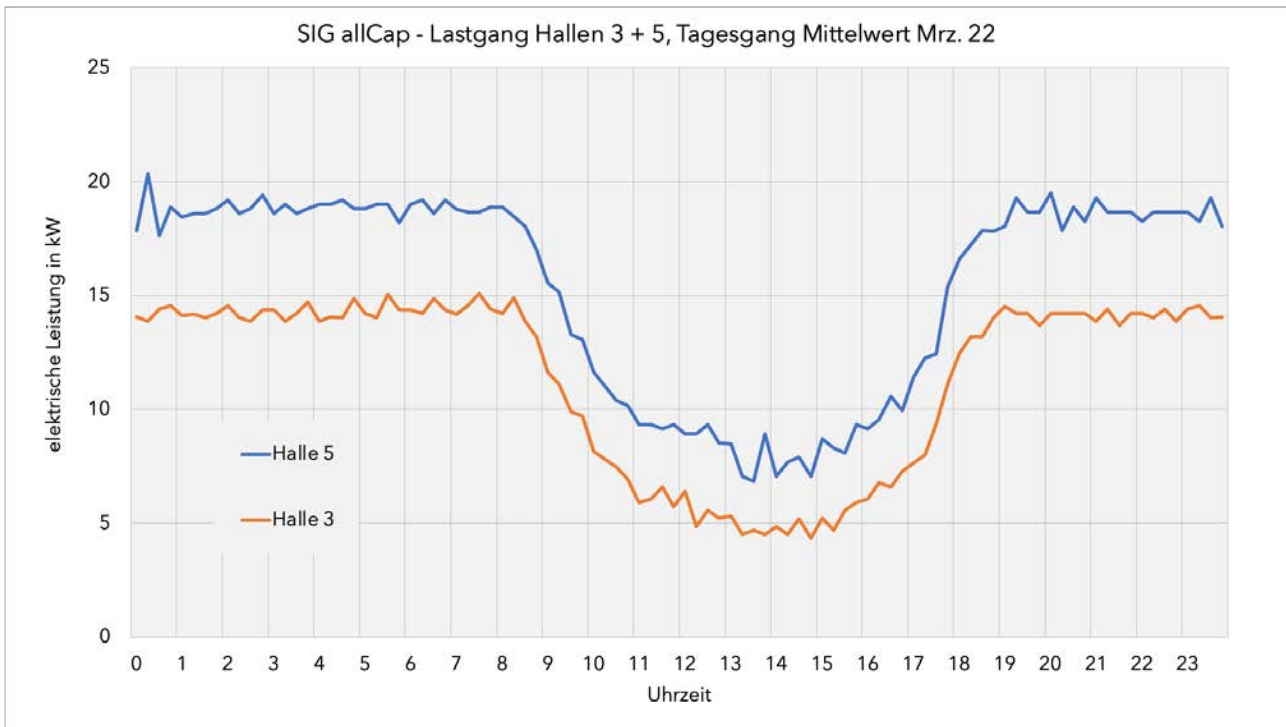


Abbildung 7: Lastgang Mittelwertkurve **nach** der Optimierung der Tageslichtregelung (18.2-17.3.22)

Wenn man die Messungen der beiden Hallen addiert und die grobe Messauflösung herausfiltert, ergibt sich ein Messverlauf gemäss Abbildung 8. Die täglichen Energieverbräuche während des ganzen Tages bzw. den Stunden mit Tageslicht vor und nach der Optimierung sind der Abbildung ebenfalls zu entnehmen. Im 3-Schicht-Betrieb ergibt sich eine Energieeinsparung von 23%. Überträgt man die Resultate auf einen normalen 1-Schicht-Betrieb, ergeben sich während den Tagesarbeitsstunden eine Energie-Einsparungen von 55%.

#### SIG allCap: Einsparpotenzial des tageslichtabhängigen Lichtmanagement-Systems

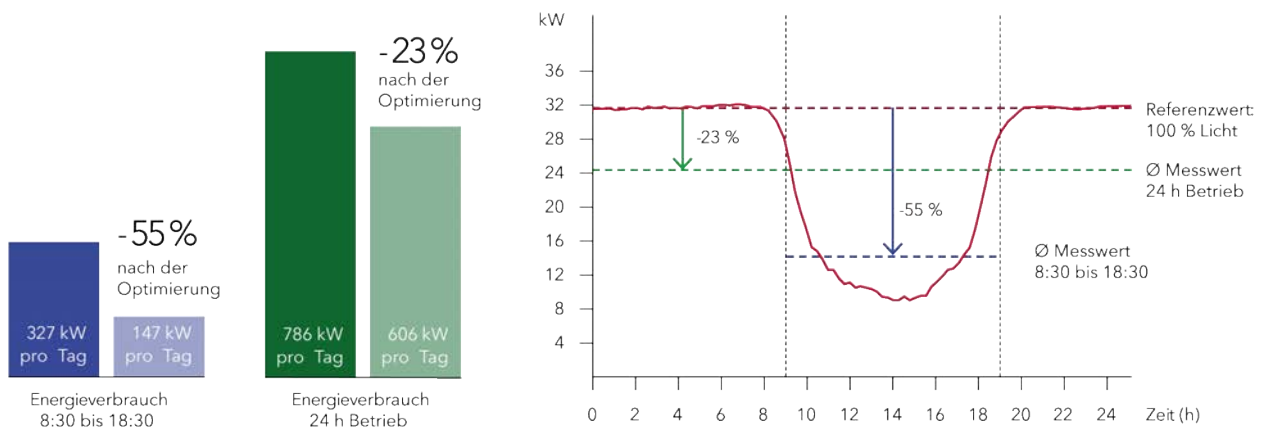


Abbildung 8: Energiesparpotenzial während des Tages bzw. über die ganze Nutzungsdauer

#### 4 Energiebilanz nach SIA 387/4

	Grenzwert SIA 387/4	Zielwert SIA 387/4	Projektwert (vorher)*	Projektwert (nachher)
Fläche (m <sup>2</sup> )	6'598			
Installierte Leistung (kW)	75.4	48.7	32.8	32.8
Spez. Leistung (W/m <sup>2</sup> )	11.6	7.5	5.0	5.0
Volllaststunden (h/a)	8'760	5'606	8'760	6'745
Energiebedarf (MWh/a)	660.3	273.3	287.0	221.0
Spez. Energiebedarf (kWh/m <sup>2</sup> )	101.6	42.1	44.2	34.0

\*) nach Installation der neuen LED-Leuchten

Die Bilanzierung nach der SIA-Norm 387/4 zeigt, dass der Projektwert den Zielwert des Energiebedarfs um fast 20% unterschreitet (41.4 bzw. 33.5 kWh/m<sup>2</sup>). Während die installierte Leistung noch deutlicher unter dem Zielwert liegt (5,0 W/m<sup>2</sup> gegenüber 7,4) ist bei der Volllaststundenzahl noch ein gewisses Optimierungspotential möglich, wenn man die künstliche Beleuchtung an hellen Tagen ganz abschaltet, was zurzeit noch nicht der Fall ist.

SIG allCap - Lastgang Beleuchtung mit zusätzlicher Optimierung

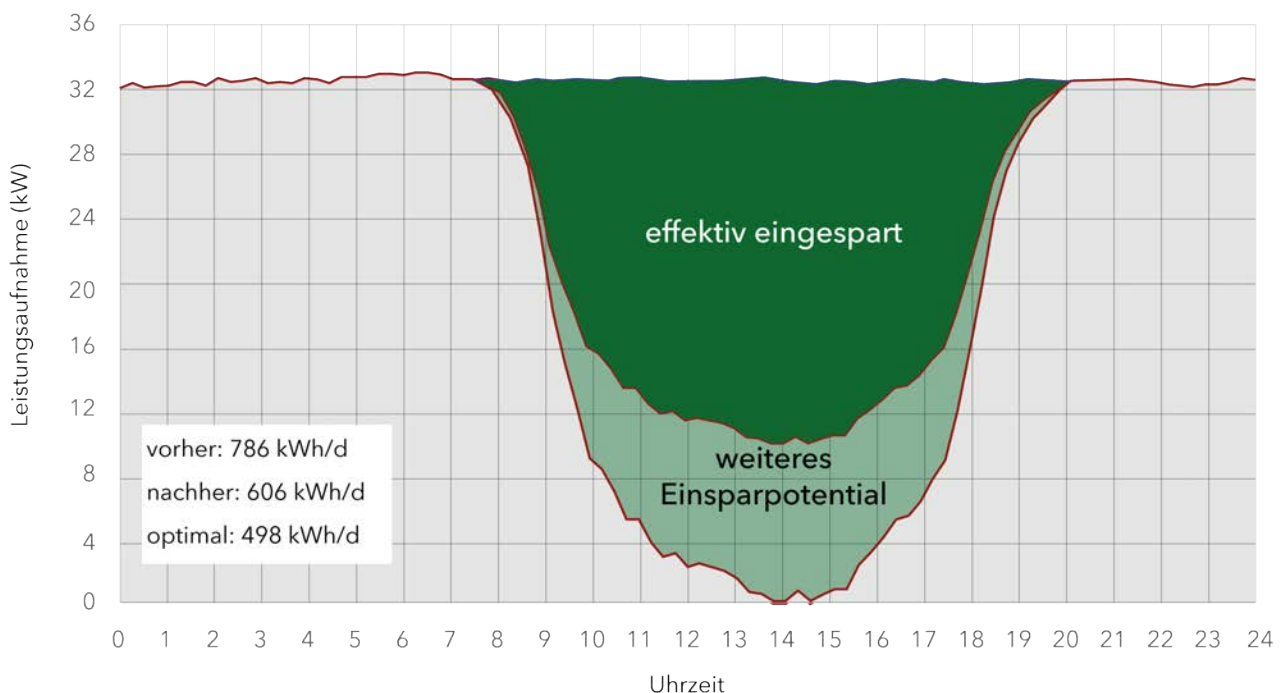


Abbildung 9: erweitertes Sparpotential mit Abschaltung der künstlichen Beleuchtung bei ausreichend Tageslicht

Die Anforderungen der SIA-Norm 387/4 (Ausgabe 2017) entsprechen bereits nicht mehr dem Stand der Technik. Deshalb wurde die Norm im Frühling 2022 einer kleinen Revision unterzogen. Geplant ist die Inkraftsetzung der Norm mit den neuen, verschärften Anforderungen im Sommer 2023. Die installierte Leistung für eine Industriehalle mit einer Beleuchtungsstärke von 500 Lux wird bei 4.7 W/m<sup>2</sup> zu liegen kommen, also noch etwas niedriger als der Projektwert in den Hallen von SIG allCap.