



P-085

Präsenzgesteuerte Perron Beleuchtung

Schlussbericht (Kurzbericht)

Marc Hächler, BLS Netz AG
Genfergasse 11
3001 Bern
marc.haechler@bls.ch
www.bls.ch

Impressum

Herausgeberin:
Bundesamt für Verkehr BAV
Programm Umsetzung der Energiestrategie 2050 im öffentlichen Verkehr (ESöV 2050)
CH-3003 Bern

Programmleiter
Stany Rochat, BAV

Projektnummer: P-085
Bezugsquelle
Kostenlos zu beziehen über das Internet
www.bav.admin.ch/energie2050

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor –in oder sind ausschliesslich die Autoren –
innen dieses Berichts verantwortlich.

Bern, den 24.03.2025

1. Ausgangslage

Seit 2015 beschäftigt sich die BLS mit einer energieeffizienteren und umweltfreundlicheren Bahn­hofs­be­leuch­tung. Durch den technologischen Fortschritt und die konsequente Umrüstung auf LED-Leuchtmittel konnte der Energieverbrauch an den Bahnhöfen bereits deutlich gesenkt werden. Nun stellt sich die Frage, in welchen Bereichen der Energiebedarf weiter reduziert werden kann.

Im Zuge der Modernisierung der Bahn­hofs­an­la­gen – bedingt durch neue betriebliche Anforderungen – wurden die Perronnutzlängen teilweise auf bis zu 220 Meter verlängert. Auch diese Perronanlagen müssen über die gesamte Länge regelkonform ausgeleuchtet werden, um die Sicherheit der Bahn­kunds:innen während der Betriebszeiten zu gewährleisten.

Es zeigt sich jedoch, dass sich der Personenfluss am Bahnhof auf bestimmte Bereiche des Perrons konzentriert und sich die Menschen nicht über die gesamte, bis zu 220 Meter lange Anlage verteilen. Hauptsächlich halten sie sich im überdachten Bereich oder in der Bahnhofsmitte auf. Die ungedeckten Bereiche sowie der Perrons, die von Kandelabern beleuchtet werden, weisen meist eine geringe bis gar keine Personenfrequenz auf.

Die aktuelle Beleuchtungssteuerung basiert auf zwei festgelegten Einschaltkriterien: Sobald eine definierte Dämmerung (1. Kriterium) eintritt und sich die Beleuchtung innerhalb der regulären Bahn­betriebszeiten (2. Kriterium) befindet, wird das gesamte Beleuchtungssystem aktiviert. Dieser Betriebsmodus wurde bislang nicht an die modernisierten Bahn­hofs­an­la­gen angepasst. Das tatsächliche Personenaufkommen auf dem Perron und der damit verbundene Lichtbedarf bleiben unberücksichtigt. In diesem Modus bleibt die Bahn­hofs­be­leuch­tung jährlich rund 3'065 Stunden eingeschaltet.

2. Lösungskonzept

Nach dem Prinzip «So viel Licht wie nötig – so wenig wie möglich!» soll die aktuelle Beleuchtungssteuerung an die neuen Bahn­hofs­situationen angepasst werden. In den offenen Perronbereichen halten sich nur wenige oder keine Personen auf. Es hat sich gezeigt, dass eine bedarfsgerechte Beleuchtung dieser Bereiche möglich ist, ohne die Sicherheit zu beeinträchtigen.



Das linke Bild zeigt den Kandelaber mit dem installierten Bewegungsmelder sowie den rot markierten Erfassungsbereich. Das rechte Bild stellt den Bahnhof Müntschmied dar, wobei die überdachten Perronbereiche in Braun-Rot und die ungedeckten Perronbereiche in Gelb gekennzeichnet sind. Die präsenzgesteuerte Perronbeleuchtung kommt im unbedeckten Perronbereich zum Einsatz

Das neue Beleuchtungskonzept sieht vor, die Zonen des ungedeckten Perronbereichs mit Präsenzmeldern auszustatten, sodass sich das Licht nur einschaltet, wenn sich Personen dort aufhalten. Bei einem Bahnhof mit einer Perronnutzlänge von 220 Metern und zwei Perronkanten betrifft dies rund 15 Kandelaber, die nur bei erkannter Präsenz aktiviert werden. Je nach Bahnhofssituation können die Kandelaber einzeln oder in sinnvollen Gruppen geschaltet werden.

Mit dem neuen Schaltkriterium „Präsenzgesteuert“ erwarten wir, dass die jährliche Betriebsdauer pro Kandelaber von 3'065 Stunden um rund 50% reduziert werden kann. Dies führt zu einer Reduktion von rund 1'530 Stunden und einem möglichen Einsparpotenzial von bis zu 45 kWh pro Kandelaber und Jahr.



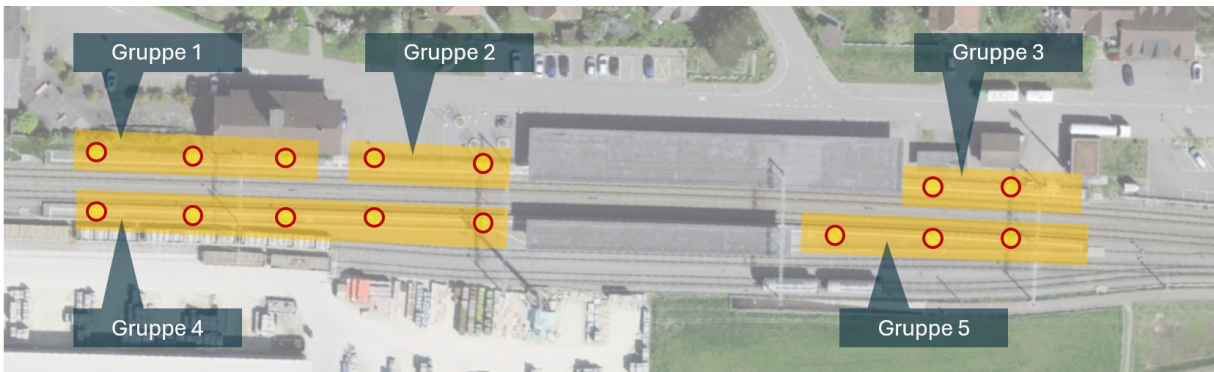
Das neue Beleuchtungskonzept sieht vor, dass bestimmte Bereiche des Bahnhofs bedarfsgerecht beleuchtet werden. Das bedeutet, dass die Beleuchtung nur dann aktiviert wird, wenn sich Personen in den jeweiligen Zonen aufhalten. In Zonen mit geringem Personenaufkommen wird der Lichtbedarf durch den neuen Einschaltkriterium "Präsenzsteuerung" ergänzt. Am Bahnhof betrifft dies vor allem die ungedeckten Perronbereiche, die in der Abbildung als Zone 1 und Zone 3 dargestellt sind. In diesen Zonen wird die Beleuchtung nur innerhalb der Betriebszeiten, bei einsetzender Dämmerung und bei Personenpräsenz eingeschaltet. In Zone 2, im Bereich des überdachten Perrons, bleibt die Beleuchtung während der Betriebszeiten und ab Dämmerung dauerhaft eingeschaltet.

3. Ergebnisse

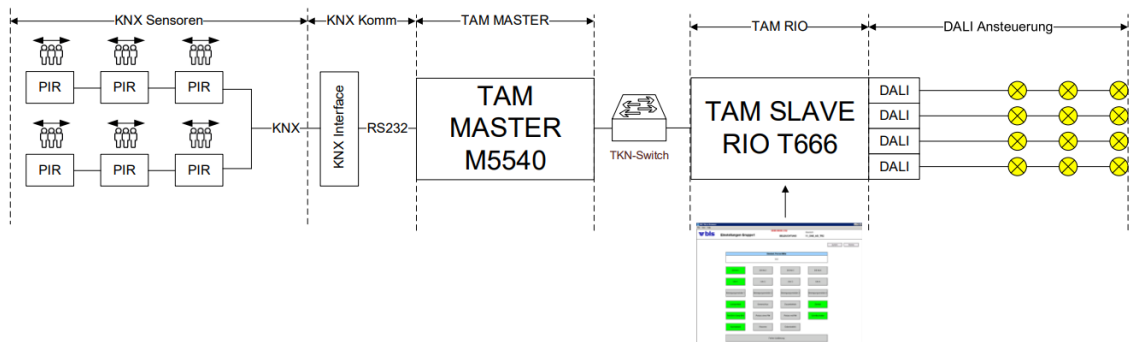
Die erweiterte Beleuchtungssteuerung wurde 2017 am Bahnhof Müntschemier und 2023 am Bahnhof Ringoldingen eingeführt. Die beiden Bahnhöfe unterscheiden sich in Größe, Lage und Fahrgastaufkommen erheblich. Der Bahnhof Müntschemier verfügt über zwei Perronkanten mit einer Nutzlänge von jeweils 220 Metern und verzeichnet täglich über 270 Fahrgäste. Der Bahnhof Ringoldingen hingegen ist eine Haltestelle mit einer einzigen Perronkante von 150 Metern. Er wird täglich von rund 30 Pendlerinnen und Pendlern genutzt, die vor allem morgens und abends für den Arbeitsweg auf den öffentlichen Verkehr angewiesen sind.

BAHNHOF MÜNTSCHEMIER

Am Bahnhof Müntschemier wurden die ungedeckten Perronbereiche in vier Zonen unterteilt, basierend auf den Zugängen zum Perron und dem Personenfluss. Zur Erfassung der Bewegungen in diesen Zonen wurden an jedem Kandelaber PIR-Bewegungsmelder installiert. Diese Bewegungsmelder wurden über den separaten KNX-Bus angebunden und im Technikgebäude mit dem DALI-Bus gekoppelt.



Lichtgruppen am Bahnhof Müntschemier für die präsenzgesteuerte Perronbeleuchtung. Der ungedeckte Perronbereich des Bahnhofs Müntschemier wurde in fünf Lichtgruppen unterteilt. Jede Lichtgruppe umfasst eine sinnvoll zusammengefasste Gruppe von Kandelabern, die bei einer Bewegungserkennung gemeinsam eingeschaltet werden. Die Einteilung der Lichtgruppen basiert auf dem Verhalten der Fahrgäste, um unnötige Einschaltungen zu vermeiden.



Anschlussschema der elektrischen Verdrahtung eines KNX-Bewegungsmelders mit DALI-gesteuerten Kandelabern am Bahnhof Müntschemier: Die KNX-Bewegungsmelder sind über einen eigenen KNX-Bus miteinander verbunden. Die Erfassungssignale der Bewegungsmelder werden über die Schnittstelle (TKN Switch) in der SAIA-CPU (TM SLAVE RIO T66) aufgenommen. Basierend auf dem programmierten Schaltprogramm wird das Einschaltsignal an die entsprechenden Kandelaber weitergegeben

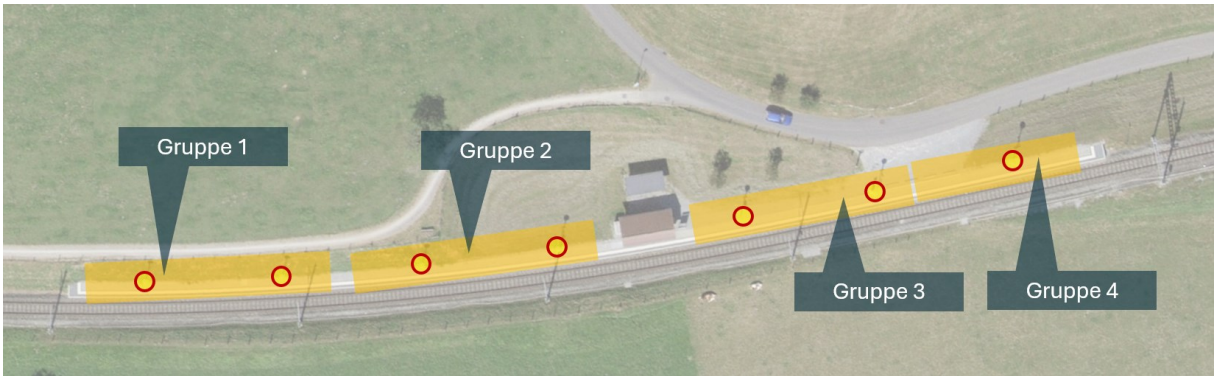
Die Auswertungen haben ergeben, dass die Bewegungsmelder nicht nur Personen auf dem Perron, sondern auch Zugsdurchfahrten erfassen. Dadurch werden alle 30 Minuten für jeweils 5 Minuten die Lichter eingeschaltet, auch wenn sich keine Personen am Bahnhof aufhalten.

Durch die bedarfsgerechte Beleuchtung des Perrons konnte mit den 7 Kandelabern im Perron 1 (Gruppe 1, 2 und 3) eine Energieeinsparung von etwa 60 % erzielt werden. Die 8 Kandelaber im Perron 2 (Gruppen 4 und 5) verzeichnen sogar eine Einsparung von rund 80 %. Dies liegt daran, dass auf Perron 2 derzeit kein Passagierwechsel stattfindet und lediglich Zugsdurchfahrten detektiert werden. Insgesamt ergibt sich eine jährliche Energieeinsparung von etwa 974 kWh, was eine Kosteneinsparung von rund 243 CHF pro Jahr zur Folge hat. Die Installationskosten für die Bewegungsmelder und die zusätzliche Verkabelung des KNX-Busses für die 15 Kandelaber beliefen sich auf etwa 15'000 CHF. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ergibt sich somit eine Amortisationsdauer von 62 Jahren.

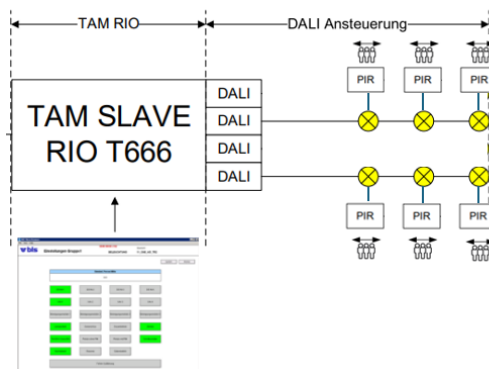
HALTESTELLE RINGOLDINGEN

Die Haltestelle in Ringoldingen verfügt über kein Perrondach. Die Beleuchtung des Perrons wird ausschließlich durch Kandelaber gewährleistet. Es wurden sieben Kandelaber installiert, die in vier Gruppen unterteilt sind. Der Zugang zur Haltestelle erfolgt nur von einer Seite.

Im Gegensatz zu Müntschemier kommen in Ringoldingen Bewegungsmelder zum Einsatz, die mit dem DALI-Bussystem kompatibel sind. Durch diesen Ansatz konnte die aufwendige Verkabelung, die zuvor zwei Bussysteme und die komplexe Signalumwandlung von KNX zu DALI erfordert hätte, optimiert werden.



Lichtgruppen am Bahnhof Ringoldingen für die präsenzgesteuerte Perronbeleuchtung. Die sieben Kandelaber wurden in vier Lichtgruppen eingeteilt. Jede Lichtgruppe umfasst eine sinnvoll zusammengefasste Gruppe von Kandelabern, die bei einer Bewegungserkennung gemeinsam eingeschaltet werden.



In Ringoldingen wurden DALI-Bewegungsmelder installiert. Die Einbindung der Bewegungsmelder erfolgt direkt auf den DALI-Bus (Prinzipschema Bild links). Auf dem Foto rechts ist der Bewegungsmelder zusammen mit Kabeln und einer Schutzhaube zu sehen, die für den Witterungsschutz sorgt. Das Bild rechts zeigt die Montage des Bewegungsmelders am Kandelaber. Da der DALI-Bewegungsmelder nicht für den Einsatz im nassen Außenbereich vorgesehen ist, wurde die Schutzhaube speziell für dieses Einsatzgebiet von der BLS angefertigt.

In Ringoldingen hat die Auswertung ergeben, dass auch hier die Zugsdurchfahrten erfasst werden. Das bedeutet, dass die Beleuchtung ein- bis zweimal pro Stunde aufgrund von Zugsdurchfahrten eingeschaltet wird. Messungen haben gezeigt, dass die Präsenzsteuerung die Einschaltzeit der Lichtgruppen 4 und 3 um etwa 65 % reduziert hat. Bei den Lichtgruppen 1 und 2 wurde eine Einsparung der Einschaltzeit von rund 75 % festgestellt.

Dies führt zu einer jährlichen Energieeinsparung von etwa 276 kWh, was einer Kostensenkung von rund 114 CHF pro Jahr entspricht. Die Installationskosten für die DALI-Bewegungsmelder an den sieben Kandelabern betragen insgesamt rund 4'200 CHF. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ergibt sich somit eine Amortisationsdauer von 37 Jahren.

4. Diskussion

Die Verwendung einer bedarfsgerechten Perronbeleuchtung macht die Bahnhofsbeleuchtung energieeffizienter. Durch eine situative Beurteilung des Bahnhofs lassen sich schwach frequentierte Bereiche identifizieren, die gezielt und bedarfsgerecht beleuchtet werden können.

Die Umstellung auf LED-Leuchtmittel führte zur größten Energieeinsparung. Obwohl die bedarfsgerechte Perronbeleuchtung die Einschaltzeit um bis zu 80 % reduziert, bleibt die tatsächliche Energieeinsparung aufgrund der bereits effizienten LED-Beleuchtung gering.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist dieses Beleuchtungskonzept nicht rentabel, da die Investitionskosten für den zusätzlichen Bewegungsmelder die erzielte Kosteneinsparung deutlich übersteigen. Bei einer angenommenen Lebensdauer von 10 bis 15 Jahren betragen die Investitionskosten pro Sensor rund CHF 600, während die Energieeinsparungen über 15 Jahre lediglich CHF 240 ausmachen.



Das umgesetzte Konzept am Bahnhof Müntschemier umfasst die beiden Außenperrons. Es ist ersichtlich, dass die Kandelaber an der Perronkante von Gleis 2 ausgeschaltet sind, während die Kandelaber an der Perronkante von Gleis 1 eingeschaltet sind. In den beiden kleinen Bildern rechts wird der Unterschied zwischen einer voll beleuchteten Perronanlage auf Gleis 1 und 2 (oberes kleines Bild) und einer bedarfsgerecht beleuchteten Perronanlage (unteres kleines Bild) dargestellt.

TECHNISCHE LÖSUNGEN

PIR-Sensoren (Passiv-Infrarot-Bewegungsmelder) reagieren auf eine Kombination aus Wärme und Bewegung. In unserem Anwendungsfall auf den Perronanlagen erfasst der Bewegungsmelder auch durchfahrende Züge, da diese ebenfalls Wärme und Bewegung erzeugen – ähnlich wie Personen.

PIR - Bewegungsmelder mit KNX-BUS	PIR - Bewegungsmelder mit DALI-BUS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Der Bewegungsmelder ist Witterungsresistent ✗ Hohe Investitionskosten Der separate KNX-Bus und die Schnittstelle von KNX-zu DALI ist kostenintensiv 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Der DALI-fähige Bewegungsmelder kann einfach in die BLS-Beleuchtungssteuerung eingebunden werden ✓ Tiefe Investitionskosten ✗ Der eingesetzte Bewegungsmelder ist nicht Witterungsresistent und muss mit einer zusätzlichen Schutzhaube geschützt werden. ✗ Das DALI-Bussystem ist nicht auf diese Menge von Erfassungssensoren ausgelegt und kann an sein Grenzen stossen.

In der Tabelle werden die Vor- und Nachteile der zwei eingesetzten Bewegungsmelder und deren BUS-System aufgezeigt.

Der Bewegungsmelder als Erfassungssensor ist suboptimal, da er für die Überwachung des Perrons an jedem Kandelaber installiert werden muss. Zudem erfasst der Bewegungsmelder auch Zugsdurchfahrten, was zu unnötigen Aktivierungen führt. Zukünftige Technologien wie Videoüberwachung in Kombination mit geeigneter KI-basierter Auswertungssoftware könnten die Bewegungsmelder ersetzen.

LICHTVERSCHMUTZUNG

Eine bedarfsgerechte Perronbeleuchtung mit den eingesetzten LED-Leuchtmitteln ist wirtschaftlich nicht rentabel, da die Einsparungen bei den Energiekosten trotz einer Lichtreduktion von bis zu 80 % zu gering ausfallen. Hinsichtlich der Lichtverschmutzung bietet das Beleuchtungskonzept jedoch viel Potenzial. Mit der Modernisierung der Bahnhöfe verlängern sich die Perronkanten, wodurch mehr Lichtpunkte erforderlich werden. Ein gezieltes Abschalten der Beleuchtung trägt zur Reduktion der Umweltbelastung bei.

AKZEPTANZ

Das Ein- und Ausschalten wird in der Regel nicht als störend empfunden und bleibt oft unbemerkt. Positiv wirkt sich dabei aus, dass das Licht beim Einschalten mithilfe einer geeigneten Einschalttrampe sanft von 0 Lux auf die erforderlichen 10 Lux hochfährt, anstatt abrupt zu starten.

ENERGIEEFFIZIENZ

Die wichtigste Energiesparmaßnahme war die konsequente Umstellung von HQI-Leuchtmitteln (Halogen-Metaldampf Lampe) auf moderne LED-Technologie. Dadurch konnte die Energieeffizienz um 80 % gesteigert werden. Durch die bedarfsgerechte Beleuchtung der Perrons wird die Energieeffizienz im unbedeckten Bereich des Perrons im Vergleich zu den HQI-Leuchtmitteln sogar auf bis zu 94 % erhöht.



Die Grafik zeigt den jährlichen Energiebedarf verschiedener Leuchtmittel in Abhängigkeit vom Betriebsmodus der Beleuchtungssteuerung. Die **blaue Fläche** stellt den jährlichen Energiebedarf eines Kandelabers mit HQI-Leuchtmittel im **Standard-Beleuchtungsmodus** dar. Die **orange Fläche** zeigt den jährlichen Energiebedarf eines Kandelabers mit LED-Leuchtmittel im **Standard-Beleuchtungsmodus**. Die **grüne Fläche** veranschaulicht den jährlichen Energiebedarf eines Kandelabers mit LED-Leuchtmittel im Modus **präsenzgesteuerte Perronbeleuchtung**.

5. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Aus Sicht Energieeffizienz und Lichtverschmutzung machen die Bewegungsmelder sehr viel Sinn. Es werden immerhin 60-80 % der Energie eingespart und es wird sehr viel weniger Licht emittiert.

Die Installation von Bewegungsmeldern ist aber nicht wirtschaftlich. Deshalb werden sie bei der BLS nicht flächendeckend eingeführt. Sondern nur an besonders lichtempfindlichen Standorten.

Die BLS verfolgt kontinuierlich zukünftige Technologien, wie videobasierte Detektion mit geeigneter Personenidentifikation, mit dem Ziel, Kosten zu senken und die Zugserfassung zu eliminieren.