

PILOT 1 SMART LED LIGHTING IN PORTS



DUAL Ports is co-funded by the
North Sea Programme 2014-2020;
Eco-innovation priority.
J-NO: 38-2-7-15

Autoren: Matthäus Wuczkowski, Manager
Sustainability and Innovation, Niedersachsen
Ports GmbH & Co. KG – Port of Emden;
Kai-Uwe Kaiser, Niedersachsen Ports

Inhaltsverzeichnis

.....	1
About DUAL Ports	2
<i>A series of pilot reports</i>	2
Zusammenfassung	3
Projektbeschreibung	3
<i>Zielsetzung des Projekts</i>	3
<i>Problembeschreibung</i>	3
<i>Ausgangssituation vor dem Umbau</i>	4
<i>Prozess – Von der Entwicklung bis zur Fertigstellung</i>	5
<i>Ergebnisse</i>	7
<i>Was macht dieses Projekt nachhaltig?</i>	14
Zahlen, Daten, Fakten	14
Fazit & Lessons learned	16

About DUAL Ports

DUAL Ports is an Interreg North Sea Region project started in December 2015, with a duration of 3 years. In December 2018, DUAL Ports was extended until 2021 with an increase in partners, pilots and budget. DUAL Ports is based on the operational pilots in Regional Entrepreneurial Ports (REP's). DUAL Ports will be measured in the concrete success of the pilots and the pilots' renderability to other REP's.

DUAL Ports addresses the Interreg Programme's objective of promoting resource efficiency and stimulate the adoption of new products, services and processes to reduce the environmental footprint of regions around the North Sea.

A series of pilot reports

DUAL Ports consists of 16 pilot projects and 16 partners from the port industry, knowledge institutions and tech business within sustainable energy. In a series of publications, we are introducing each of the pilot projects highlighting the experiences, results and learnings from their work. Knowledge sharing is vital for the continuous development of sustainable energy and the publications of DUAL Ports pilot projects will be a source for further work.

For more information about Pilot 1: Smart LED Lighting in Ports, please contact the DUAL Port partner:

Matthäus Wuczkowski, Manager Sustainability and Innovation
Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG Port of Emden
Telephone: +49 441 35020-613
E-mail: mwuczkowski@nports.de

Zusammenfassung

Die Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG ist Eigentümer und Betreiber von fünf Seehäfen, sieben Inselfersorgungshäfen und drei Regionalhäfen an der deutschen Nordseeküste. Sie hat sich zum Ziel gesetzt, die CO₂-Emissionen in ihren Häfen zu reduzieren. Neben energieeffizienteren Maßnahmen und Förderung erneuerbarer Energien, steht die Beleuchtung in den Häfen im Fokus. Rund ein Viertel des Energieverbrauchs in modernen Häfen fällt auf die Beleuchtung zurück. Daher trägt die Umstellung der Beleuchtung auf modernere Leuchtmittel einen großen Teil zur Senkung der Energieverbräuche sowie der CO₂-Emissionen bei. Im Rahmen von DUAL Ports wurde ein Pilotprojekt für eine intelligente und ressourcenschonende Beleuchtung im Emdener Hafen umgesetzt.

Das Beleuchtungssystem wurde 2019 an einer Gleisanlage, die für den Automobilumschlag dient, als intelligente und innovative LED Anlage installiert und getestet. Das Gleisfeld, bestehend aus sechs Gleisen, dient dort zum Rangieren, Abstellen sowie Be- und Entladen von Autozügen.

Bewegungsmelder sowie Licht- und Gleissensoren erfassen die jeweilige Situation und regeln die Lampen entsprechend. Über eine Fernsteuerung kann die Anlage außerdem per App bedient werden. So wird dort Licht zur Verfügung gestellt, wo, wann und in welcher Lichtstärke es tatsächlich benötigt wird. Die verschiedenen Beleuchtungsszenarien ermöglichen es, für jeden Bereich und für den jeweiligen Betrieb (Rangieren, Laden, kein Betrieb usw.), die optimale und notwendige Lichtmenge bereitzustellen. Wir nutzten an dieser Stelle die Potenziale der Digitalisierung, um Ressourcen einzusparen, Abläufe im Hafen zu optimieren und die Umwelt zu entlasten.

Durch die bedarfsorientierte Lichtmenge der modernen LED-Leuchten und die weitestgehende Automatisierung mithilfe zahlreicher Sensoren, konnte der Energieverbrauch um 43% gesenkt werden. Die neue Lichtinstallation zählt daher zu einem nachhaltigen, zukunftsorientierten und innovativen Projekt und gliedert sich perfekt in das DUAL-Ports Projektportfolio ein.

Projektbeschreibung

Zielsetzung des Projekts

Das Ziel des Projektes war es, ein neues innovatives und nachhaltiges Beleuchtungskonzept für ein Gleisfeld im Emdener Hafen zu entwickeln. Um eine moderne Verladelogistik zu schaffen; sollten außerdem die Arbeitssicherheitsbedingungen durch eine optimierte Beleuchtung erhöht werden. Dabei galt es; den Mindestanforderungen der Ausleuchtung zu genügen. Zusammenfassend sollte in diesem Projekt erprobt werden, wie Energiekosten und CO₂-Emissionen mit Hilfe smarterer Lösungen reduziert werden können.

Problembeschreibung

Aus Sicherheitsgründen ist eine gute Beleuchtung in Hafengebieten von entscheidender Bedeutung. Herkömmliche Beleuchtungssysteme in Häfen haben jedoch in der Regel eine kurze Lebensdauer und sind für hohe Energieverbräuche und damit hohe CO₂-Emissionen verantwortlich. Das bestehende veraltete System sollte deshalb durch ein komplett neues modernes System ersetzt werden.

Das Gleisfeld in der Eichstraße (siehe Abbildung 1) ist circa 800 m lang und befindet sich im östlichen Hafengebiet des Emdener Hafens. Auf etwa 19.400 m² teilt sich das Zuführungsgleis über die Gleisharfen in sechs parallel geführte Gleise in West-Ost-Richtung.



Abbildung 1: Lage der Gleisfeldanlage im Emdener Hafen

Die drei nördlichen Gleise (Nr. 1-3) bilden das Kernstück des Gleisfelds. Hier befindet sich der Verladebereich für die Autoverladung. Davon sind die beiden äußeren Gleise mit den beiden Verladerampen verbunden (Gleiskopframpen). Das mittlere Gleis ist sowohl Lokumfahrgleis als auch Fahrstraße. Die drei südlichen Gleise (Nr. 4-6) dienen als Rangier- und Abstellgleise.

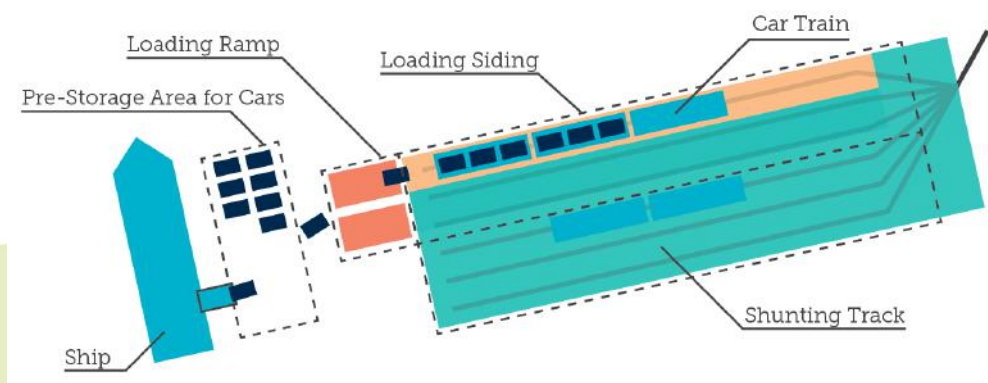


Abbildung 2: Bereiche des Gleisfelds

Ausgangssituation vor dem Umbau

Zuvor wurde das Gleisfeld von 21 Einzelmasten entlang der Fahrstraße beleuchtet. Es handelte sich um konische Stahlrohrlichtmaste mit zweifacher Aufsatzleuchte. Diese waren mit klassischen Natriumdampflampen bestückt, welche in den vergangenen Jahren typischerweise für eine Beleuchtung im Hafenbereich oder an Bahngleisen eingesetzt wurden. Der Abstand zwischen den Masten betrug ca. 40m. Die Leuchten erreichten mit einer Leistung von 70W nur eine mittlere Beleuchtungsstärke von 1-8 Lux, die durch Schattenbildung abgestellter Züge zusätzlich verringert wurde. Die Leuchtleistung war nicht schalt- oder regelbar und wurde über Dämmerungsschalter automatisch an- bzw. ausgeschaltet. Weitere Sensorik wie eine Zeitschaltuhr oder Schienenschalter waren nicht verbaut.

Insgesamt wurde das Gleisfeld nicht mehr ausreichend ausgeleuchtet. Daher wurde ein neues, modernes System errichtet. Hierbei waren die Beleuchtungsanforderungen durch die DIN 126464-2 (Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien) zu beachten. Außerdem erlaubten die Strukturanzeige keine Lampenmasten mehr zwischen den Eisenbahnschienen, da gewährleistet werden musste, dass zwischen den abgestellten Zügen eine Begehbarkeit besteht. Auch das Aufstellen neuer Einzelmasten seitlich der Gleise fiel aufgrund der Schattenbildung raus. Daher war es notwendig, ein völlig neues Beleuchtungssystem zu entwerfen, bei der es zu keiner Einschränkung des Lichtraumprofils kommt.



Abbildung 3: Die Ausgangslage auf dem Gleisfeld

Prozess – Von der Entwicklung bis zur Fertigstellung

Die Vorplanungen des Projekts starteten im Jahr 2016. Bis ins folgende Jahr wurden vorbereitende Untersuchungen durch Baugrund- und Gründungsgutachten gemacht und das Lichtkonzept geplant. In 2017 und 2018 wurde das Projekt ausgearbeitet. Schon während der Planungsphase erfolgte die Rückkopplung mit den DUAL-Ports Partnern und das Projekt wurde auf verschiedenen Konferenzen vorgestellt. Anfang 2018 wurde die Ausschreibung gestartet. Die Vertragsunterzeichnung fand daraufhin im März 2018 statt.

Im April 2018 starteten die Bauvorbereitungen für das Projekt. Da die Bauarbeiten während des regulären Bahn- und Verladebetriebes stattfinden mussten, hatte der Betrieb und dessen Sicherheit Vorrang und durften nicht eingeschränkt werden. Somit orientierte sich die Bauzeit an den Hauptnutzungszeiten des Verladebetriebs und den Werksferien des Volkswagenwerks (09.07.2018 bis 03.08.2018). Daher wurde die notwendige Vollsperrung des Bahngeländes in diesen Zeitraum gelegt. Die offizielle Einweihung mit der Presse fand am 20. Februar 2019 statt. Der gesamte Prozessablauf ist auf S. 6 dargestellt.

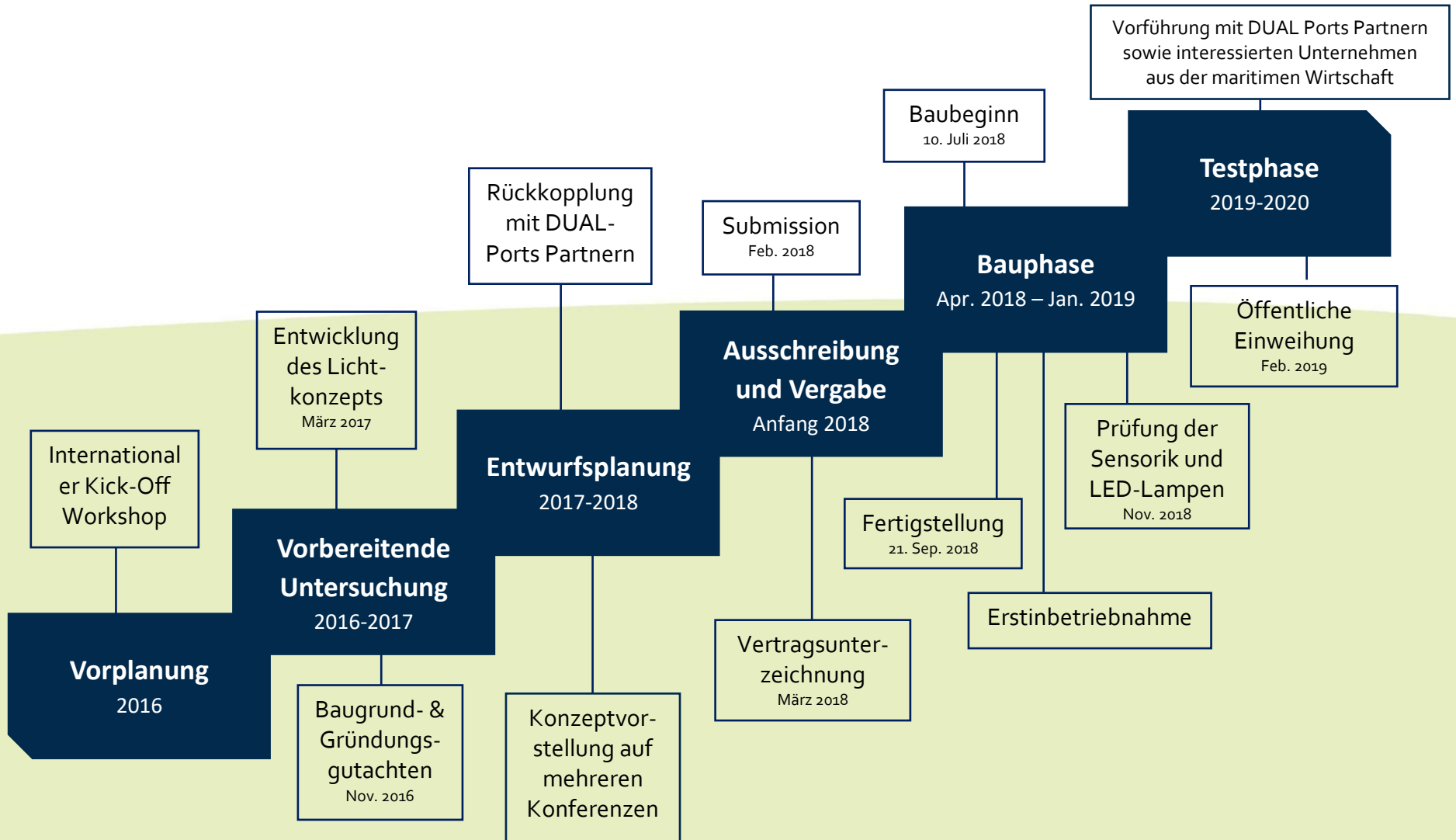




Abbildung 5: Die neue LED-Lichtanlage

Verbaute LED-Leuchten

Im Projekt wurden moderne LED-Leuchten verbaut. Diese dienen als Grundlage für eine smarte Steuerung, da LEDs einfach zu programmieren sind.



LED Seilleuchten für Seilbrücken



LED Aufsatzleuchten für Einzelmasten

Welche Vorteile bieten moderne LEDs?

Ein direkter Vergleich der LED-Leuchten (light-emitting-diode, lichtemittierende Diode) mit den konventionellen Natrium-Hochdruckdampf-Lampen (NAV) bekräftigt die Vorteile der LED (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Vergleich LED und NAV

	LED	NAV
Leistung	100-200 W	70 W
Nennlichtstrom	10.000-20.000 lm	6.600 lm
Effizienz	100-200 lm/W	95 lm/W
Farbtemperatur	2.700 K – 8.000 K	2.000 K
Lebensdauer	100.000 Std	20.000 Std
Aufwärmzeiten	keine	ja
schalt- oder regelbar	ja	bedingt
Anschaffungskosten	höher	niedriger
Betriebskosten	niedriger	höher

Mit der LED-Technologie ist nicht nur ein niedrigerer Stromverbrauch verbunden, sie sind zudem viel flexibler regel- und steuerbar. Der höhere Anschaffungspreis relativiert sich zudem durch die hohe Lebensdauer und die geringere Wartungsintensität.

Auch der praktische Vergleichstest zur visuellen Wahrnehmung von Farben und Konturen zwischen den Lampentypen zeigt, dass die LED hier weitreichende Vorteile mit sich bringt (vgl.

Abbildung 6). Sie sorgt für eine hellere Wiedergabe und verbessert die Farb- und Formerkennung von Objekten. Gerade diese Faktoren sind wichtig, um die Arbeitssicherheit in Häfen zu verbessern.

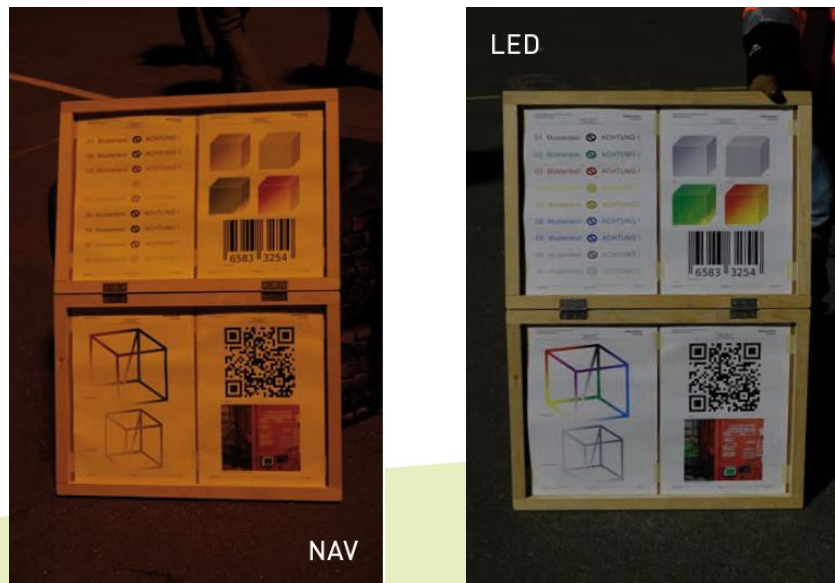


Abbildung 6: Visuelle Wahrnehmung im Vergleich

Hierzu wurde auch im Rahmen einer Bachelorarbeit eine Umfrage zur subjektiven Wahrnehmung durchgeführt. Alle Befragten empfanden das LED-Licht als angenehmer. Auch das Sicherheitsempfinden der Arbeiter wurde durch die neue Beleuchtung gesteigert.

In einer zeitgleich mit bremenports durchgeführten Studie konnte auch bewiesen werden, dass mit LEDs auch weitere Umweltvorteile einhergehen. Sie enthalten keinen gefährlichen Abfall bzw. Schadstoffe und sie sind insektenfreundlicher. Dies ist daran festzumachen, dass LEDs keine ultraviolette Strahlung emittieren und damit weniger von Insekten angezogen werden. Warmweiße LEDs sind im Vergleich zu kaltweißen LEDs diesbezüglich noch vorteilhafter (zur vollständigen Studie in deutscher Sprache https://www.nports.de/media/Unternehmen/Nachhaltigkeit/NPorts_LED_LEP_Bericht.pdf).

Einsatz smarter Lösungen

Die Grundausstattung für ein smartes Lichtsystem sind LEDs, denn diese lassen sich problemlos steuern und programmieren. Sie bieten die Möglichkeit ganze Lampenstränge aber auch einzelne Leuchten dynamisch anzupassen.

Der zweite Baustein des intelligenten Beleuchtungssystems ist das Lichtmanagement basierend auf verschiedenen Beleuchtungsszenarien. Dies bietet die Möglichkeit, komplexe Szenarien zu programmieren für unterschiedliche Aktivitäten auf dem Gleisfeld. Nur so kann sichergestellt werden, dass auch nur so viel Licht emittiert wird, wie für die jeweilige Situation gebraucht wird. In Deutschland schreibt eine Norm für die Beleuchtung von Arbeitsstätten im Freien entsprechende Lichtstärken vor. Die im Projekt erarbeiteten Szenarien

basieren auf dieser Norm (DIN EN 12464-2) und sehen unterschiedliche Stärken für unterschiedliche Tätigkeiten vor:

- Grundbeleuchtung bei Dunkelheit: **5 Lux**
- Beleuchtung beim Rangieren: **15 Lux**
- Beleuchtung beim Verladen: **30 Lux** (an den Verladegleisen)
150 Lux (an der Laderampe)

Den dritten Baustein der smarten Beleuchtung bildet der Einsatz von Sensorik. Sie sorgt dafür, dass die erforderlichen Lichteinstellungen so automatisiert wie möglich vorgenommen werden (z.B. durch Bewegungsmelder, Lichtsensoren, Sensoren an den Gleisen).

Das Herzstück des Beleuchtungsmanagements bietet die Regeltechnik. Jede der 81 Lampen kann dank DALI-Modul einzeln angesteuert, gedimmt und programmiert werden. Hierdurch können die einzelnen Beleuchtungsszenarien sowie die Sensoren in ein ganzheitliches Beleuchtungsmanagement integriert werden. Das System kann sowohl manuell vor Ort als auch aus der Ferne (remote control) überwacht und gesteuert werden via PC oder Smartphone (Web-Browser).

Die einzelnen Bausteine sorgen dafür, dass das Licht möglichst bedarfsgerecht eingestellt wird und Energieressourcen geschont werden (siehe Abbildung 7). Das Beleuchtungsmanagement wird im Folgenden näher beschrieben.

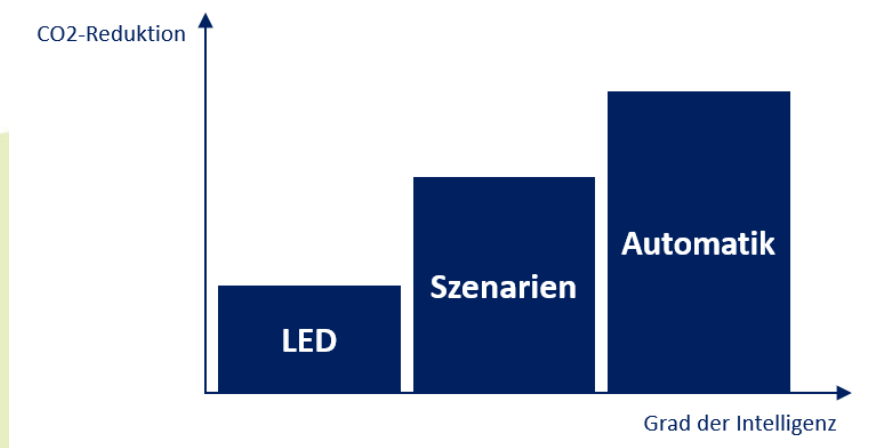


Abbildung 7: Komponenten eines smarten Beleuchtungssystems

Programmierung von Beleuchtungsszenarien – Das richtige Licht für jeden Anlass

Auf dem Gleisfeld finden unterschiedliche Tätigkeiten statt, die unterschiedliche Lichtbedürfnisse mit sich bringen. Mal sind Züge unterwegs, mal keine, mal wird auf einem Gleis entladen, ein anderes Mal finden parallel zum Entladevorgang Rangierarbeiten statt. Das erarbeitete Beleuchtungskonzept trägt diesem Sachverhalt Rechnung. In Tabelle 2 wurden fünf Szenarien mit entsprechenden Unterszenarien definiert. Einige ausgewählte Szenarien werden näher vorgestellt.

Tabelle 2: Szenarien

Szenario 1 – Verladen, kein Rangieren	
Szenario 1a	Verladen Gleis 1
Szenario 1b	Verladen Gleis 3
Szenario 1c	Verladen Gleis 1+3
Szenario 2 – Rangieren, kein Verladen	
Szenario 3 – Verladen + Rangieren	
Szenario 3a	Verladen Gleis 1 + Rangieren
Szenario 3b	Verladen Gleis 3 + Rangieren
Szenario 3c	Verladen Gleis 1+3 + Rangieren
Szenario 4 – kein Betrieb/Grundbeleuchtung	
Szenario 5 – Wartung	

Während des betriebslosen Zeitraumes (Szenario 4) wird die Anlage aus Sicherheitsgründen mit 5 Lux beleuchtet. Für den Rangierbetrieb erhöht sich die mittlere Beleuchtungsstärke auf 15 Lux (siehe Abbildung 8 – Szenario 2). Bei Bedarf wird die Beleuchtungsstärke an der Gleiskopframpe, über einen Bewegungsmelder, auch auf 15 Lux angepasst.

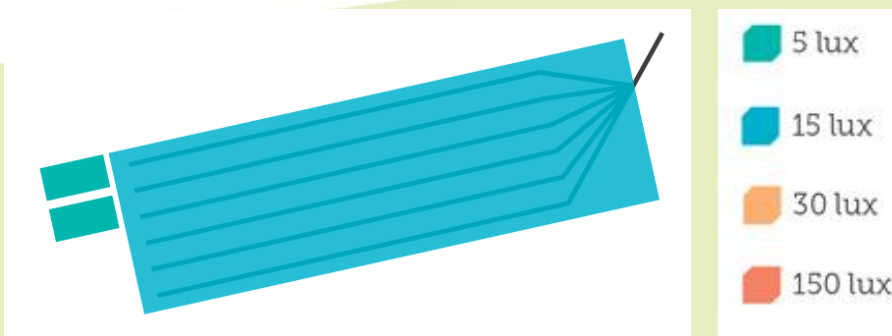


Abbildung 8: Beleuchtungsbeispiel – Szenario 2

Im Szenario Verladen ohne Rangieren (Szenario 1) wird der Verladebereich mit einer mittleren Beleuchtungsstärke von 30 Lux ausgeleuchtet. Für den Bereich der Gleiskopframpe sind 150 Lux notwendig, während im restlichen Gleisfeld 5 Lux ausreichen. Die Abbildung 9 zeigt beispielsweise das Szenario 1a, bei dem nur auf Gleis 1 verladen wird und kein Rangierbetrieb stattfindet.

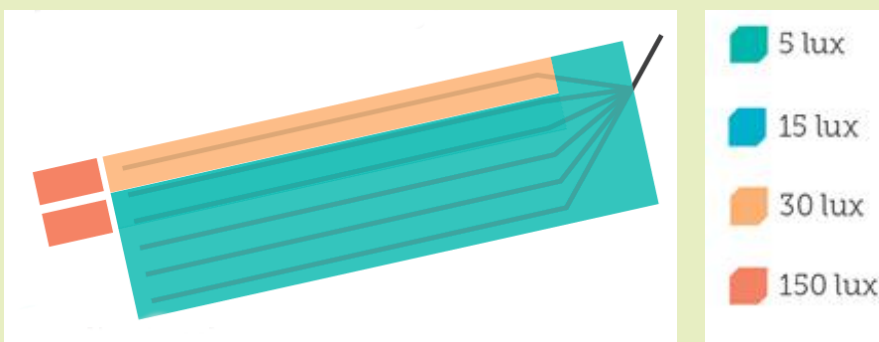


Abbildung 9: Beleuchtungsbeispiel – Szenario 1a

Bei einem kombinierten Verlade- und Rangierbetrieb, siehe Abbildung 10, wird um den Verladebereich eine mittlere Beleuchtungsstärke von 15 Lux geschaltet. Das Szenario 5 wird auch verwendet, um Wartungsarbeiten durchführen zu können.

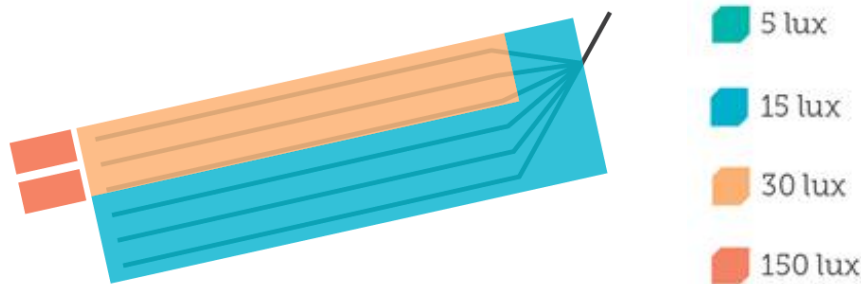


Abbildung 10: Beleuchtungsbeispiel – Szenario 3c

Eine dynamische Lichtanpassung, die dem folgt, was auf dem Gleisfeld passiert, hat das Potenzial Energiekosten einzusparen und der „Lichtverschmutzung“ entgegenzuwirken.

Sensoren helfen bei der automatisierten Lichtsteuerung

Die Steuerung der einzelnen Lichtszenarien erfolgt mithilfe einer Regelungsschaltung, in der eine DALI-Kommunikation integriert ist. Die Beleuchtungsstärke auf dem Gleisfeld wird durchgängig von Sensoren gemessen und entsprechend automatisch eingeschaltet. Aber auch ein manuelles Ein- und Ausschalten an den Schalttafeln oder per Smartphone oder Computer ist möglich. Die Kommunikation der einzelnen Sensoren mit den Leuchten erfolgt mittels DALI.

DALI – Digital Addressable Lighting Interface, ist eine standardisierte digitale Schnittstelle, die zur Übertragung von Ansteuerungssignalen für lichttechnische Geräte dient. Durch alle daran beteiligten DALI-Komponenten steuert es das Licht bzw. die Lichtszenarien, indem es jede Leuchte individuell ansprechen sowie gleichwertig zuordnen kann. Zur Realisierung dieser Lichtszenarien werden die Vorschaltgeräte verdrahtet und über die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) miteinander verknüpft. Es können bis zu 64 Betriebsgeräte einzeln adressiert, frei in 16 Lichtgruppen und 16 Lichtszenen eingeteilt werden. Neben dem Schalten der Beleuchtungsgeräte können auch der Status und einzelne Parameter (bspw. Dimmwert) abgefragt werden.

Die Nutzung von Sensoren sorgt dafür, dass die erforderlichen Lichteinstellungen so automatisiert wie möglich vorgenommen werden. Folgende Sensoren wurden deshalb verbaut:

- Ein Schienenkontakt an der Eingangsweiche. Dieser ist relevant, um das Szenario Rangierbetrieb zu aktivieren (track contact sensor)
- Ein Bewegungsmelder an der Gleiskopframpe, um die Grundbeleuchtung zu erhöhen (motion detector)
- Neun Lichtsensoren für eine Helligkeitsanpassung (light sensor)
- Ein Dämmerungsschalter mit Lichtsensor;
- Eine digitale Zeitschaltuhr (astro time switch)

Außerdem existiert eine automatisierte Rückfallebene bei Ausfall/Wartung des Automatisierungssystems. Zwei der verbauten Sensoren sind Abbildung 11 zu entnehmen.


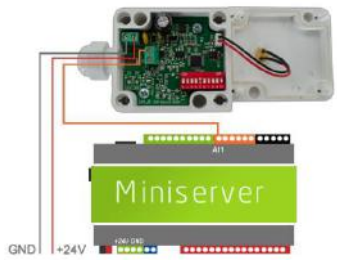
	<p>Schielenkontakt Der Schienenkontakt registriert die Durchfahrt durch eine Lokomotive auf das Gleisfeld und schaltet automatisch das Szenario 2 (Rangierbetrieb) ein.</p>
	<p>Lichtsensor Der Helligkeitssensor misst die Helligkeit auf dem Gleisfeld in Lux. Wird ein zuvor festgelegter Wert unter- oder überschritten (z.B. 15 Lux), regelt das System die Lampen entsprechend hoch bzw. herunter. So kann sichergestellt werden, dass nicht über- oder unterbeleuchtet wird.</p>

Abbildung 11: Sensoren zur Lichtsteuerung

Eine Schwierigkeit bei der Beleuchtungsstärke-Messung ist die Anordnung der Sensoren. Ordnet man die Sensoren im Bodenbereich an und misst die Beleuchtungsstärke als Wert, der direkt auf die Messfläche fällt, ergeben sich sehr starke äußere Einflussfaktoren, die das Ergebnis verfälschen können: Abschattung z.B. durch die Wagons oder Fahrzeuge sowie Wasser oder Schmutz auf der Messfläche. Um diese Einflüsse zu reduzieren sind hier die Messflächen der Sensoren nach unten gerichtet und erfassen so nur das reflektierte Licht von der Geländeoberfläche. Durch Messung der tatsächlichen Beleuchtung und Messergebnis des (indirekt) messenden Sensors wird ein Korrekturfaktor empirisch ermittelt. In der speicherprogrammierbaren Steuerung wird dieser Korrekturfaktor mit dem Messsignal verknüpft, so dass dann der tatsächliche Beleuchtungswert an der Geländeoberfläche angezeigt wird. Die Lage der unterschiedlichen Sensoren sind Abbildung 12 zu entnehmen.

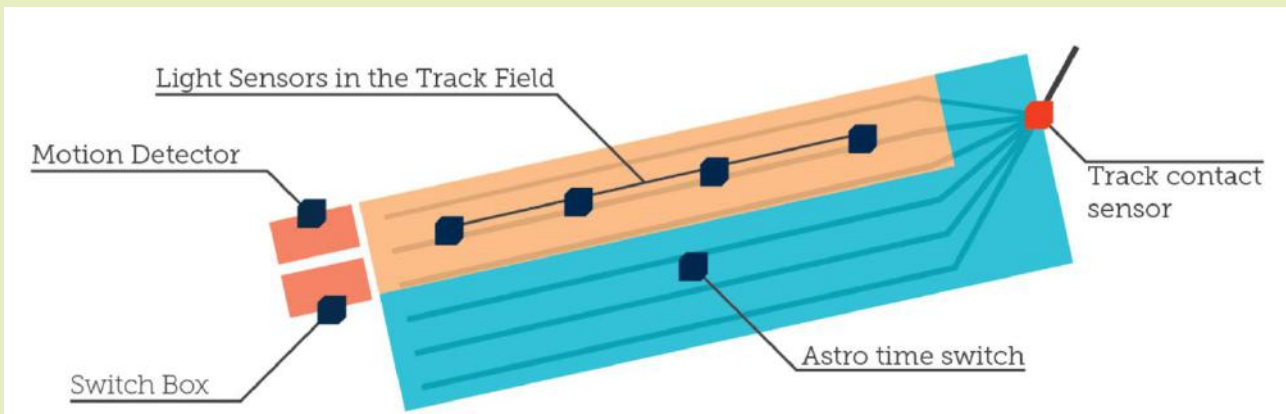


Abbildung 12: Lage der Sensoren im Gleisfeld

Elektrotechnische Installation

Die Beleuchtungsanlage ist unterteilt in einen Hauptverteiler (HVT) und sechs Unterverteiler (UVT) die mit Dreiphasenwechselstrom (50 Hz) versorgt werden. Die Hauptsteuerelemente (WAGO, Codesys, TCP/IP Netz) und manuellen Bedienelemente befinden sich im HVT und UVT 1 an der Gleiskopframpe. Die UVT 2 - UVT 5 stehen im Abstand von ca. 200m zueinander und enthalten jeweils die Sicherungen und Steuereinheiten der zugeordneten Lichtbrückengruppen. UVT 6 steht an der Einfahrtsweiche.

Was macht dieses Projekt nachhaltig?

Mit dieser Technologie werden alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (ökologische, wirtschaftliche und die sozialen Aspekte) angesprochen. Die

Abbildung 13 zeigt, dass mit smarten LED-Technologien nicht nur Energiekosten eingespart werden können. Sie verspricht auch weitere wirtschaftliche Vorteile und hat ein großes Potenzial den ökologischen Fußabdruck des Hafens zu reduzieren. Außerdem wird die Arbeitssicherheit durch eine optimierte Beleuchtung verbessert.

Die LED als moderne Beleuchtungstechnologie hat in den letzten Jahren – auch im Laufe des Projekts – eine revolutionäre Entwicklung widerfahren. Besonders hervorzuheben ist dabei die Verbesserung der Effizienz der Lampen. Sowohl Lichtausbeute als auch Lebensdauer sind gestiegen, während die Kosten gesunken sind. Daraus resultiert eine optimale Nutzung in Häfen.

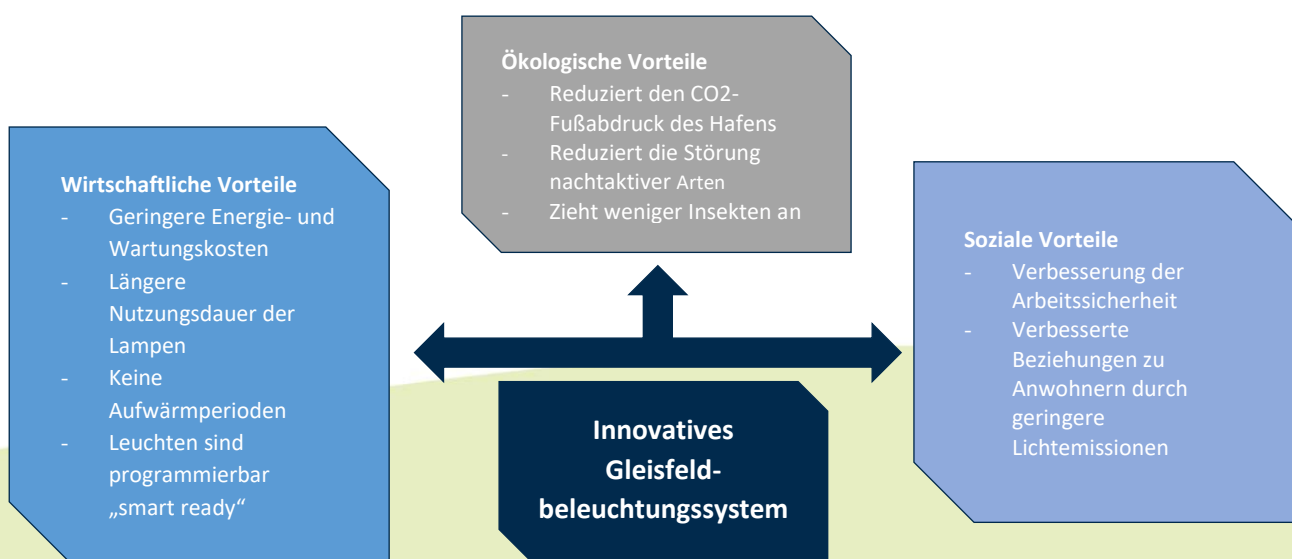


Abbildung 13: Vorteile in Bezug auf Nachhaltigkeit

Zahlen, Daten, Fakten

Energieeinsparungen

Das mehrmonatige Monitoring der Anlage liefert Werte, wieviel Energie in einem Jahr durch den Einsatz der Technologie eingespart werden kann. Als Referenz wurde ein Zustand zugrunde gelegt, der bei der Ursprungsplanung angedacht worden ist, nämlich die Anlage entsprechend der Beleuchtungsanforderungen mit traditionellen Natriumdampflampen auszustatten. In diesem Referenzszenario war zudem keine Steuerung und Regelung vorgesehen (vgl. Tabelle 3 I.). In der zweiten Spalte (II. LED-Lampen) wurde die Daten zugrunde gelegt, um darzustellen, wieviel die reine Umstellung der Beleuchtungstechnologie an Energiereduktion gebracht hätte, ohne Sensorik und Regeltechnik. Die Ergebnisse zeigen, dass allein durch die Technologieumstellung rd. 26% der Energie und somit auch der CO₂-Emissionen eingespart werden. Im dritten Fall (LED-Lampen „smart“) sind die Daten zu der in Emden tatsächlich realisierten Anlage dargestellt. Diese Anlage basiert nicht nur auf LED sondern ist zusätzlich mit Sensorik und Regeltechnik ausgestattet. Im Vergleich zur Referenzanlage werden so 43,1% der CO₂-Emissionen eingespart. Allein die Regelungstechnik reduziert den Verbrauch um rd. 17%. Hinzu kommen Einsparungen bei den Wartungs- und Betriebskosten, da LED-Leuchten langlebiger und wartungsärmer sind.

Tabelle 3: Energieeinsparungen durch smartes Beleuchtungsmanagement

		I. Klassische Natriumdampflampen (NAV) <i>ca. 100lm/Watt nur geschaltet</i>	II. LED-Lampen <i>ca. 130 lm/Watt nur geschaltet</i>	III. LED-Lampen „smart“ <i>ca. 130 lm/Watt inkl. Sensoren, inkl. Regelung</i>
Anzahl der Leuchten	65 Seil-leuchten	10,60 kW	8,15 kW	8,15 kW
	16 Mast-leuchten	3,25 kW	2,5 kW	2,5 kW
Installierter Lichtstrom in lm		1.384.500 lm	1.384.500 lm	1.384.500 lm
Installierte Leistung kW		13,85 kW	10,65 kW	10,65 kW
Anzahl Beleuchtungsstunden p.a. 2.200h				
-davon Grundbeleuchtung 5 Lx	1.576h	7.273,24 kWh	5.035,32 kWh	3.356,88 kWh
-davon Beleuchtung Rangieren 15 Lx	124,8h	863,93 kWh	797,47 kWh	797,47 kWh
-davon Beleuchtung Verladen 30Lx/150Lx	499,2h	6.911,42 kWh	5.316,48 kWh	4410,43 kWh
Gesamtenergieverbrauch/ Jahr		15.048,59 kWh	11.149,27 kWh	8.564,78 kWh
Energiekosten p.a.	0,25 €/kWh	3.762,15 €	2.787,32 €	2.141,20 €
Energiekosten in %		100%	74,09%	56,91%
CO2-Einsparung in %		0%	- 26%	- 43,1%

Partner

Realisierungspartner:

Gbr. Neumann GmbH & Co. KG
AME GmbH
DIGRA Logistik & Service GmbH
Furgro Consult GmbH
Ingenierbüro IDV
Institut Dr. Nowak GmbH & Co. KG
KMB Kampfmittelbeseitigungsdienst
LGLN-Regionaldirektion Hannover
Sellhorn Ingeniergesellschaft mbH

Kooperationspartner:

Port of Oostende
Port of Zwolle
Port of Vordingborg
bremenports
OFFIS
BLG
EUROGATE
EVAG Emder Verkehrs und Automotive Gesellschaft

Fazit & Lessons learned

LED-Technologie als effizienteste Lösung für Hafenanforderungen

Der Einsatz von LED-Technik hat sich als effiziente und smarte Lösung herausgestellt. Die Effizienz hat sich seit der Planung der hier vorgestellten Anlage in 2016/2017 weiter verbessert. Auch die Kosten sind sukzessive gefallen. Es gibt auf dem Markt derzeit keine bessere Technologie die den besonderen Ansprüchen für Hafenaktivitäten besser genügt.

Digitale Lösungen bei Implementierung störanfälliger

Die eingesetzte neue Technik ist störanfälliger und eine Fehlererkennung und -beseitigung oftmals nur mit besonderen Werkzeugen (z.B. Programmiergeräten) möglich.

Besonderes Know-how für Wartung und Instandhaltung notwendig

Die hier eingesetzte Technik erfordert tiefgehendes Wissen und Kenntnisse von den Mitarbeitern. Diese müssen entsprechend geschult werden. Die Qualifizierung der Mitarbeiter für neue IT gestützte Systeme stellt für NPorts eine wesentliche Aufgabe dar, damit solche „smarten“ Systeme in Zukunft durch eigenes Personal eingesetzt, bedient und gewartet werden können

Beleuchtungsplanung als sinnvolle Voraussetzung

Die im Projekt verwendete Software DIALUX ermöglichte es, Licht zu planen, zu berechnen und zu visualisieren. So kann bereits in der Planungsphase auf Energieeffizienz geachtet werden und sichergestellt werden, dass der auszuleuchtende Bereich weder über- noch unterbeleuchtet wird.

Sonstige Erkenntnisse

- Seilleuchten haben sich als anspruchsvolle und teure Lösung erwiesen
- Aufgrund der Witterungsanfälligkeit der neuen Steuerungshardware musste eine Heizung in den Schaltschrank verbaut werden
- Es hat sich gezeigt, dass die örtlichen Unterschiede an den acht Messstellen der Sensoren geringer ausfallen als vermutet. Für eine ausreichende Mittelung der Ergebnisse wären drei Sensoren ausreichend, die dann zugleich auch eine ausreichende Redundanz bei Ausfall eines Sensors böten und eine Plausibilitätsprüfung der Messergebnisse ermöglichen würden.

Das hier vorgestellte Projekt der Gleisfeldbeleuchtung war für Niedersachsen Ports der Einstieg in die intensive Auseinandersetzung mit dem Thema der energieeffizienten Beleuchtung. Es handelt sich dabei um die erste große Modellanlage dieser Art, die in den 15 Häfen von Niedersachsen Ports realisiert worden ist und aus der wir viele wertvolle Schlüsse ziehen konnten. Dank dieses Demonstrationsprojektes hat das Thema intelligente Energiebeleuchtung bei uns Fahrt aufgenommen. Es wurden bis heute zahlreiche weitere LED Projekte realisiert. Das Ziel der Transformation unserer gesamten Beleuchtung an allen unseren Standorten wurde in die 2018 publizierte Nachhaltigkeitsstrategie aufgenommen. Wir haben uns das Ziel gesetzt, bis 2025 100% unserer Beleuchtung auf LED umzustellen und da wo sinnvoll auch smarte Beleuchtungstechnologien einzusetzen. Das wir auf einem guten Weg sind zeigt auch, dass wir bis 2020 rd. 20 % unserer 3400 Beleuchtungspunkte bereits umgerüstet haben.

An dieser Stelle möchten wir uns herzlich bei allen DUAL Ports Partnern für die wertvolle Unterstützung und die spannenden Diskussionen zu diesem Projekt bedanken. Unser Dank gilt außerdem dem INTERREG Sekretariat für die konstruktive Unterstützung dieses Modellvorhabens sowohl finanziell als auch inhaltlich. Abschließend möchten wir uns bei allen Partnern und Kollegen bedanken, die dieses Projekt mit vorbereitet sowie bei der Umsetzung unterstützt als auch der Abwicklung unterstützt haben. Vielen Dank auch an Herr Ralf Kleinwechter von der HIT HIGH TECH Ingenieurgesellschaft mbH, der das Projekt und die Dokumentation technisch und inhaltlich begleitet hat.