

# Sonne an



# Licht aus

**Energieeinsparung durch  
tageslichtabhängige  
Beleuchtungssteuerung  
eines Klassenraumes**



**Verdener Straße 96  
27356 Rotenburg (Wümme)  
Tel.: 04261/9750  
Fax: 04261/83875  
E-Mail: [lichtblick-bbs@web.de](mailto:lichtblick-bbs@web.de)  
Homepage: [www.bbs-row.de](http://www.bbs-row.de)**



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1. Einleitung</b>	Seite 3
<b>2. Gruppen- und Zeitplan</b>	Seite 4
<b>3. Die Räume</b>	
3.1 Unser Klassenraum (Raum 031)	Seite 5
3.2 Die Zonensteuerung	Seite 6
3.3 Der Vergleichsraum (Raum 043)	Seite 7
<b>4. Materialliste und Kostenaufstellung</b>	
4.1 Neubau mit konventioneller Beleuchtung	Seite 8
4.2 Neubau mit tageslichtabhängiger Beleuchtung	Seite 9
4.3 Umbau von konventioneller Bel. zu tageslichtabhängiger Bel.	Seite 10
4.4 Zusammenfassung der Kosten	Seite 11
<b>5. Messungen</b>	
5.1 Messaufbau	Seite 12
5.2 Messergebnisse	Seite 13
5.3 Auswertung der Messergebnisse und Hochrechnungen	Seite 14
<b>6. Kostenvergleiche</b>	
6.1 Betriebskosten pro Jahr	Seite 15
6.2 Kostenvergleich bei Neuinstallation	Seite 16
6.3 Kostenvergleich bei Umrüstung	Seite 17
6.4 Berechnungen	Seite 18
<b>7. Der Messestand</b>	
7.1 Einleitung	Seite 19
7.2 Aufbau	Seite 20
7.3 Modell des Messestandes	Seite 21
7.4 Kosten	Seite 22
7.5 Materialliste	Seite 23
<b>8. Abschlussbericht</b>	Seite 24
<b>9. Quellenverzeichnis</b>	Seite 25
<b>10. Anlagen</b>	Seite 26
10.1 Fotos	Seite 27 f.
10.2 Rahmenlehrplan Lernfeld 12	Seite 33 f.
10.3 Beschreibung der PEHA Zonensteuerung	Seite 35
10.4 Animationen der Klassenräume	



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

## 1. Einleitung

Wir, d.h. die Klasse EEG 3 der BBS Rotenburg Wümme, lernen den Beruf des Elektrikers Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik im 3. Ausbildungsjahr. Unsere schulische Ausbildung ist in 13 Lernfelder gegliedert. Zurzeit befassen uns mit dem Lernfeld 12: dieses sieht vor, Projekte zu planen und zu realisieren. Der Abteilungsleiter, Herr Ahlden, und unser Klassenlehrer, Herr Therkorn, machten uns auf den Wettbewerb der „Stiftung Niedersachsen Metall“ aufmerksam. Das Thema „Energie sparen“ ist sehr interessant und aktuell, so dass wir uns überlegten, mit einem eigenen Beitrag an dem Wettbewerb teilzunehmen.

In der heutigen Zeit wird das Einsparen von Energie aufgrund der stetig steigenden Energiekosten und der Klimaerwärmung immer wichtiger. Aus diesem Grund hatte sich die Klasse EEG 4 schon im Jahr 2007 überlegt, was sie als angehende Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik dazu beitragen können. Sie hatten im Unterricht herausgefunden, dass in einem Klassenraum stets eine Beleuchtungsstärke von 500 lx oder mehr nötig ist. Wenn die Sonne scheint, sind in den Klassenräumen Beleuchtungsstärken von weit über 500 lx messbar. Die Schüler hatten sich ebenfalls im Rahmen des Lernfeldes 12 überlegt, die Beleuchtung ihres Klassenraumes zukünftig abhängig vom Tageslicht zu regeln, so dass auf den Tischen unabhängig vom Tageslicht eine Beleuchtungsstärke von 500 lx erreicht wird. Weiter hatten sie einen Präsenzmelder eingesetzt, der die Beleuchtung abschaltet, wenn sich niemand im Klassenraum befindet (z.B. in Pausen). Mit dieser innovativen Technik beabsichtigten sie, bis zu 40 % elektrische Energie einzusparen.

Wir wollen nun im Rahmen des Lernfeldes 12 diese Energieersparnis nachweisen. Dazu messen wir den Energieverbrauch unseres Klassenraumes, sowie den eines Vergleichsraumes. Außerdem planen wir ein Modell der beiden Räume, das wir gerne auf der Messe „Ideen Expo 2009“ ausstellen möchten. Um das Projekt durchzuführen, haben wir die fiktive Firma „Lichtblick Beleuchtungstechnik“ gegründet. Die folgenden Seiten dokumentieren die Messergebnisse und werten sie aus. Außerdem befinden sich auf der Schulhomepage (<http://tinyurl.com/cl5lm9>) weitere Informationen zu unserem Projekt.



Unsere Klasse



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

## 2. Gruppen- und Zeitplan

Um das Projekt durchzuführen, haben wir unsere Klasse in vier Gruppen aufgeteilt. Im folgenden Zeitdiagramm werden die Aufgaben der einzelnen Gruppen und die Umsetzungstermine stichwortartig aufgeführt.

Zeit :	22. Jan	29. Jan	05. Feb	12. Feb	19. Feb	26. Feb	05. Mrz	12. Mrz	19. Mrz
<b>Planung :</b>									
1 Ablaufplanung									
2 Raumsuche									
3 Zubehör									
4 Materialeinsatz									
5 Zeitdiagramm									
<b>Finanzierung :</b>									
1 Protokolle									
2 Budget									
3 Material									
4 Angebote									
7 Finanzplan									
8 Modellhaus									
<b>Messen :</b>									
1 Messgeräte									
2 Anschluss									
3 Messungen									
4 Auswertung									
<b>Dokumentation :</b>									
1 Fotos									
2 Firmenname									
3 Geschäftspapier									
4 Mindmap									
7 Berechnungen									
8 Vergleich									

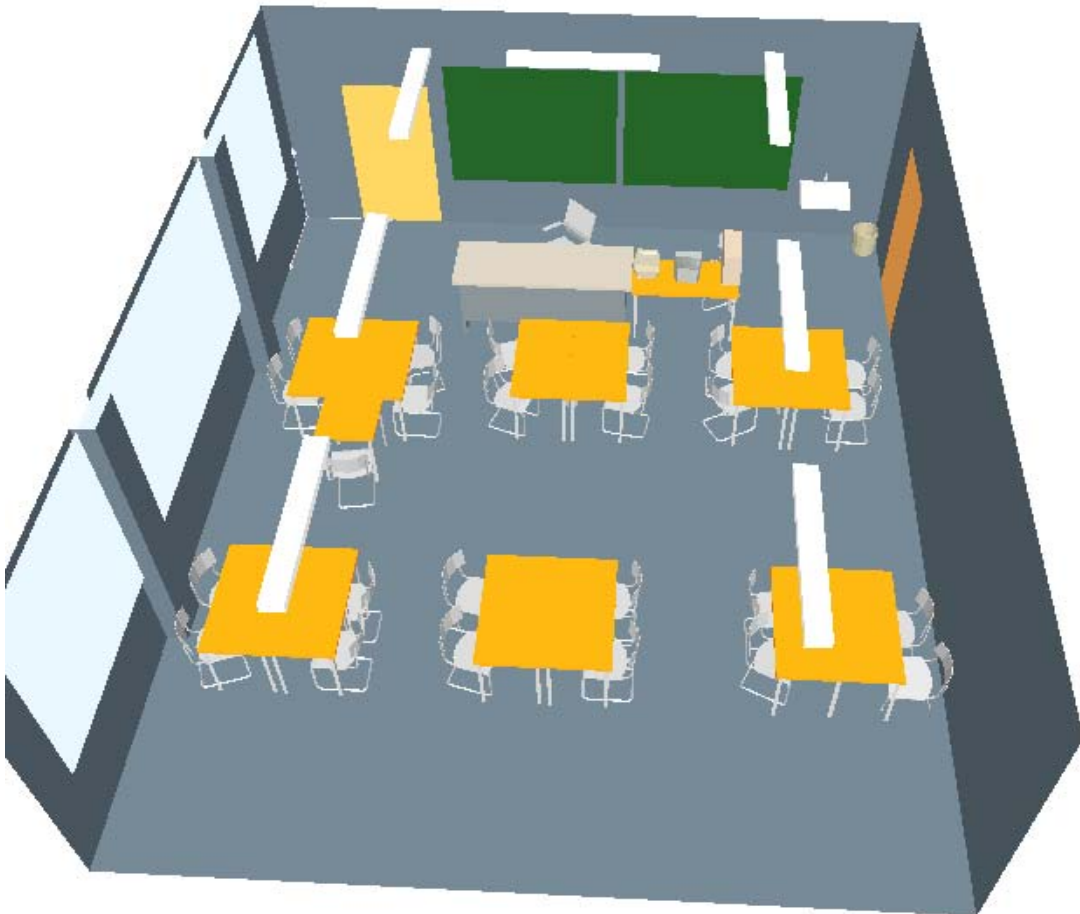


**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

### 3. Die Räume

#### 3.1 Unser Klassenraum (Raum 031)

Leuchte: Regiolux 61002581 2x58 W  
Vorschaltgerät: AEG Geatron Vario 50-4  
Anzahl: 7 Leuchten  
davon tageslichtabhängig gesteuert: 6 Leuchten  
davon einzeln schaltbar: 1 Leuchte (nicht in die Messungen einbezogen)  
Darstellung: Im Anhang befindet sich ein Link zu einer Videoanimation unseres Klassenraumes



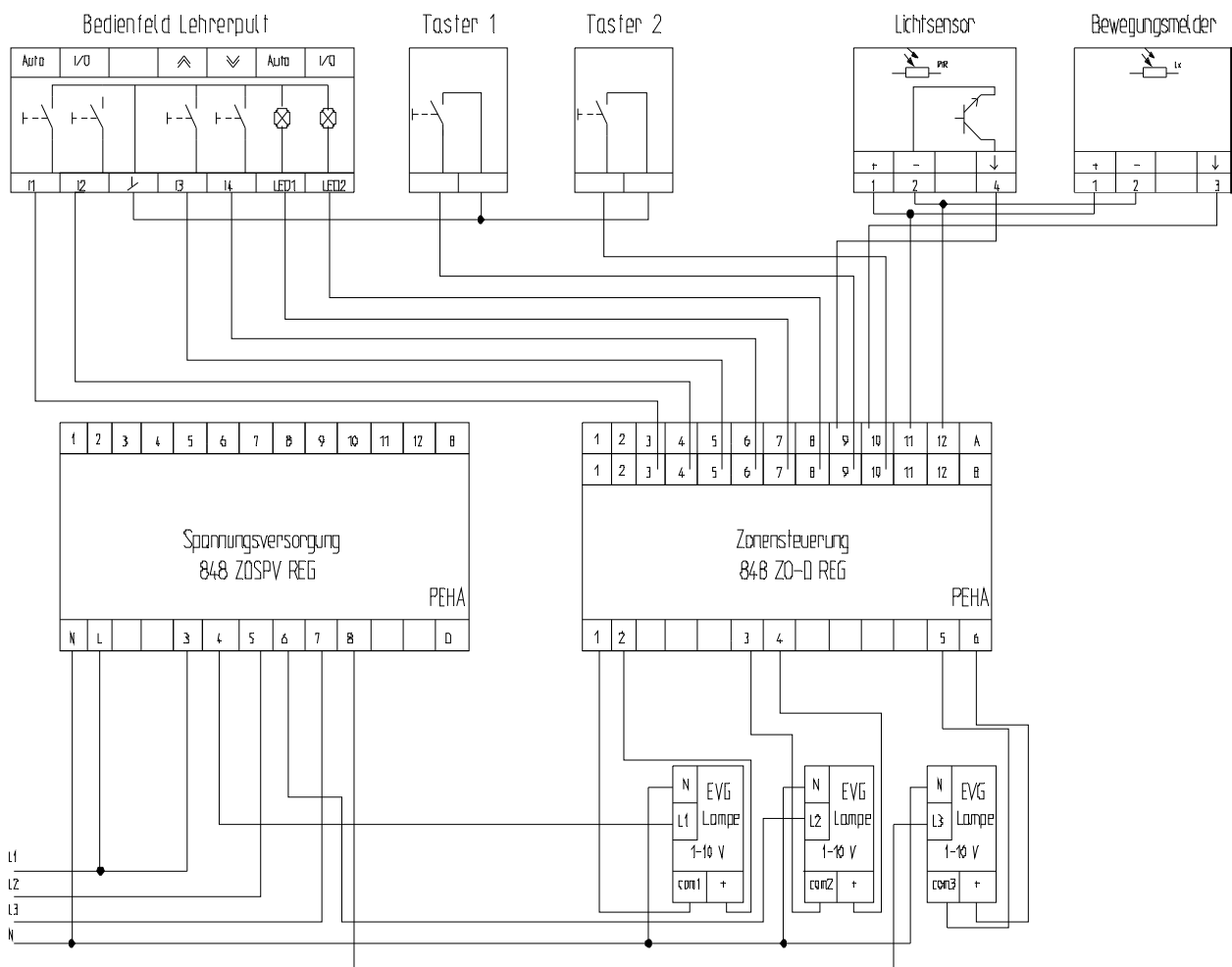
Unser Klassenraum (Raum 031) mit dem Programm DIALux dargestellt



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

### 3.2 Die Zonensteuerung

Die tageslichtabhängige Steuerung, die in unserem Klassenraum installiert ist, besteht aus diesen Bauteilen und ist folgendermaßen verdrahtet:



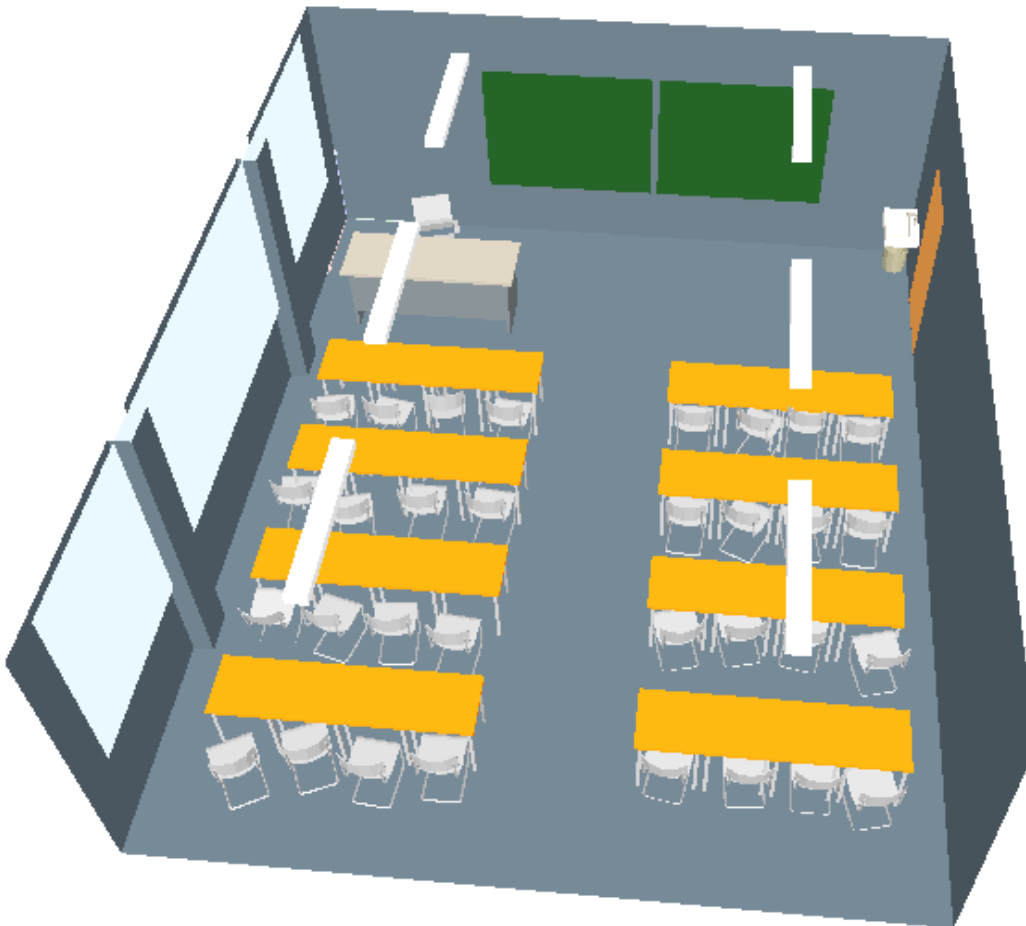
Stromlaufplan der tageslichtabhängigen Beleuchtung mit dem Programm CADdy dargestellt



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

### 3.3 Der Vergleichsraum (Raum 043)

Leuchte: Lite-Licht ACPD2/58  
Vorschaltgerät: VVG  
Anzahl: 6 Leuchten, sämtlich über eine Ausschaltung geschaltet  
Darstellung: Im Anhang befindet sich ein Link zu einer Videoanimation des Vergleichsraumes



Der Vergleichsraum (Raum 043) mit dem Programm DIALux dargestellt



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Hompagne: www.bbs-row.de**

## 4. Materialliste und Kostenaufstellung

Die folgenden Tabellen veranschaulichen die Kosten für die Neuinstallation eines Klassenraums, der mit unserem vergleichbar ist, einmal mit tageslichtabhängiger Beleuchtung und einmal mit konventioneller Beleuchtung.

### 4.1 Neubau mit konventioneller Beleuchtung

Pos.	Artikel	Menge	Einzelpreis	Gesamtpreis
1	Rasteranbauleuchte 2x58 Watt VVG	6 Stk.	63,99 €	383,94 €
2	Peha Wechselschalter 1-pol.	1 Stk.	5,84 €	5,84 €
3	Peha Rahmen 1-fach	1 Stk.	1,23 €	1,23 €
4	NYM - J 3x1,5 mm <sup>2</sup>	50 m	0,84 €	42,00 €
5	Leuchtstofflampe 58 W / 640 T8	6 Stk.	13,54 €	81,24 €
6	Kleinmaterial	1 Stk.	20,25 €	20,25 €
7	Azubi - Installation der Beleuchtungsanlage	4 Std.	20,00 €	80,00 €
			Ges. Netto	614,50 €
			MwSt. 19%	116,76 €
			<b>Ges.</b>	<b><u>731,26 €</u></b>



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Hompage: www.bbs-row.de**

## 4.2 Neubau mit tageslichtabhängiger Beleuchtung

Pos.	Artikel	Menge	Einzelpreis	Gesamtpreis
1	Peha Spannungsversorgung Zonensteuerung	1 Stk.	154,62 €	154,62 €
2	Peha Zonensteuerung dimmbar	1 Stk.	258,95 €	258,95 €
3	Peha Lichtsensor	1 Stk.	53,37 €	53,37 €
4	Peha Bewegungsmelder ohne Lichtsensor	1 Stk.	75,45 €	75,45 €
5	Peha Taster für Zonensteuerung Standard	1 Stk.	32,60 €	32,60 €
6	Peha konventioneller Taster	2 Stk.	6,14 €	12,28 €
7	J-Y (ST)Y 4x2x0,8 mm	50 m	0,43 €	21,50 €
8	NYM-J 5 x 1,5 mm <sup>2</sup>	15 m	0,84 €	12,60 €
9	NYM-J 3 x 1,5 mm <sup>2</sup>	50 m	0,55 €	27,50 €
10	Hager UP-Verteilung 1-reihig	1 Stk.	15,46 €	15,46 €
11	Peha 1-fach Rahmen reinweiß	1 Stk.	1,23 €	1,23 €
12	Peha 3-fach Rahmen reinweiß	2 Stk.	4,22 €	8,44 €
13	Rasteranbauleuchte 2x58 Watt dimmbar EVG 1-10V	6 Stk.	79,36 €	476,16 €
14	Kleinmaterial	1 Stk.	20,25 €	20,25 €
15	Azubi - Installation der Beleuchtungsanlage	6 Std.	20,00 €	120,00 €
			Ges. Netto	1.290,41 €
			MwSt. 19%	245,18 €
			<b>Ges.</b>	<b><u>1.535,59 €</u></b>



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

### 4.3 Umbau von konventioneller Beleuchtung zu tageslichtabhängiger Beleuchtung

Die folgende Tabelle zeigt die Kosten für den Umbau eines Klassenraumes, der mit unserem vergleichbar ist, von konventioneller Beleuchtung zu tageslichtabhängiger Beleuchtung.

Pos.	Artikel	Menge	Einzelpreis	Gesamtpreis
1	Peha Spannungsversorgung Zonensteuerung	1 Stk.	154,62 €	154,62 €
2	Peha Zonensteuerung dimmbar	1 Stk.	258,95 €	258,95 €
3	Peha Lichtsensor	1 Stk.	53,37 €	53,37 €
4	Peha Bewegungsmelder ohne Lichtsensor	1 Stk.	75,45 €	75,45 €
5	Peha Taster für Zonensteuerung Standard	1 Stk.	32,60 €	32,60 €
6	Peha Konventioneller Taster	2 Stk.	6,14 €	12,28 €
7	J-Y (ST)Y 4x2x0,8 mm	50 m	0,43 €	21,50 €
8	NYM-J 5 x 1,5 mm <sup>2</sup>	15 m	0,84 €	12,60 €
9	NYM-J 3 x 1,5 mm <sup>2</sup>	50 m	0,55 €	27,50 €
10	OBO Kabelkanal 20x20 mm	15 m	1,67 €	25,05 €
11	Hager AP-Verteilung 1-reihig	1 Stk.	15,46 €	15,46 €
12	Peha 1-fach Rahmen reinweiß	1 Stk.	1,23 €	1,23 €
13	Peha 3-fach Rahmen reinweiß	2 Stk.	4,22 €	8,44 €
14	EVG 2x58 Watt dimmbar 1-10 V	6 Stk.	67,57 €	405,42 €
15	Kleinmaterial	1 Stk.	20,25 €	20,25 €
16	Azubi - Installation der Beleuchtungsanlage	5 Std.	20,00 €	100,00 €
			Ges. Netto	1.224,72 €
			MwSt. 19%	232,70 €
			<b>Ges.</b>	<b><u>1.457,42 €</u></b>



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

#### 4.4 Zusammenfassung der Kosten

Neubau konventionelle Beleuchtung:  
**731,26 €**

Neubau tageslichtabhängige Beleuchtung:  
**1.535,59 €**

Umbau von konventioneller Beleuchtung zu tageslichtabhängiger  
Beleuchtung  
**1.457,42 €**

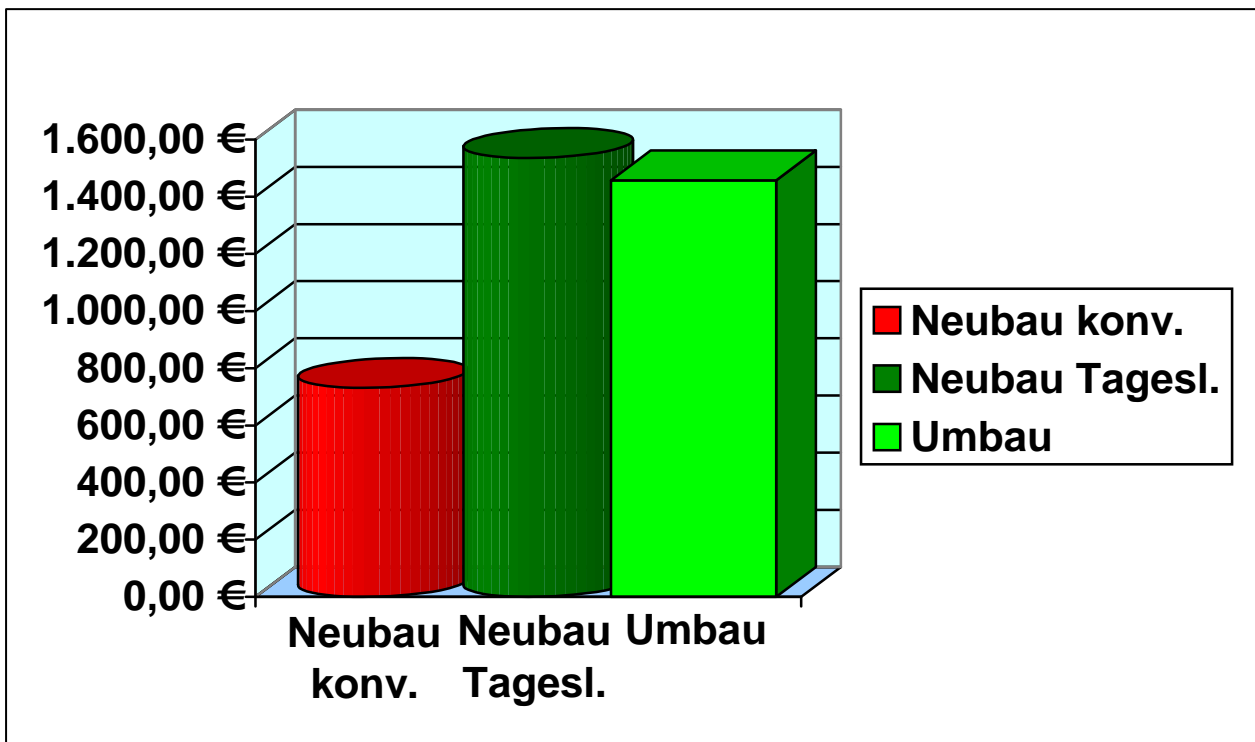


Diagramm Installationskostenvergleich



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

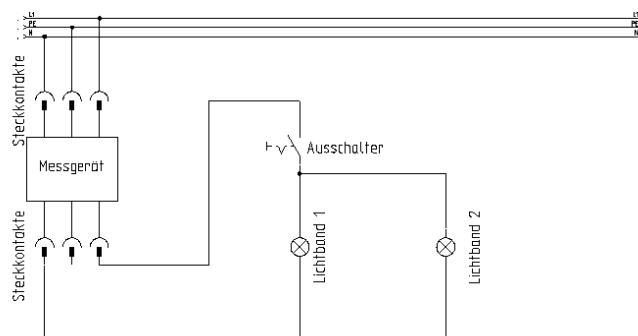
## 5. Messungen

### 5.1 Messaufbau

Um entsprechende Messungen durchführen zu können, war es erforderlich, die Zuleitung für die Lichtanlage aufzutrennen und ein Messgerät zu installieren.

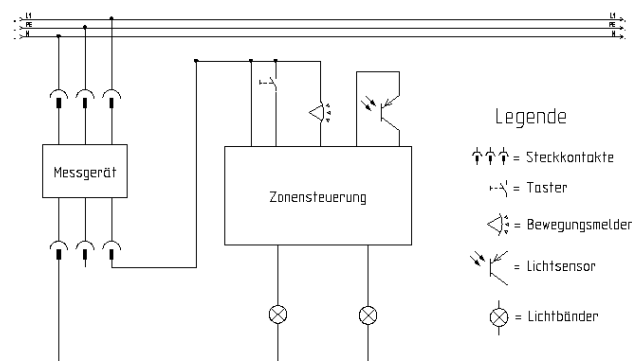
Wir mussten beachten, dass man für die Auftrennung eine Steckdose und einen Stecker benötigt, denn der Energiemonitor, den wir verwenden, wird über einen Stecker zwischen der Zuleitung und der Lichtanlage angeschlossen. Bei der Installation muss außerdem beachtet werden, dass der Außenleiter der Steckdose und der des Steckers nicht vertauscht werden dürfen. Die Einstellung des Messgerätes, sowie das Ablesen der Messwerte, werden direkt am Energiemonitor durchgeführt. Die folgenden Stromlaufpläne zeigen die Schaltungen der Messgeräte.

Anschlussplan der der konventionellen Beleuchtung



Stromlaufplan des Messaufbaus im Vergleichsraum (043)

Tageslichtabhängige Steuerung



Stromlaufplan des Messaufbaus in unserem Klassenraum (031)



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

## 5.2 Messergebnisse

Es wurden in den beiden Vergleichsräumen folgende Daten ermittelt:

		Ableседatum 05.02.2009	Ableседatum 12.02.2009	Ableседatum 19.02.2009	Ableседatum 26.02.2009
<b>Raum</b> <b>031</b> tageslicht -abhängig	<b>verrichtete Arbeit</b>	-	-	7,97 kWh	21,24 kWh
	<b>Einschaltdauer</b>	-	-	16,37 h	46,50 h
	<b>Max. Leistung</b>	-	-	456,00 W	755 W
	<b>Max. Strom</b>	-	-	-	3,55 A
<b>Raum</b> <b>043</b> konven- tionell	<b>verrichtete Arbeit</b>	10,69 kWh	32,41 kWh	46,00 kWh	62,94 kWh
	<b>Einschaltdauer</b>	13,40 h	39,40 h	56,19 h	77,05 h
	<b>Max. Leistung</b>	820,00 W	824,00 W	851 W	854,00 W
	<b>Max. Strom</b>	-	-	-	3,74 A

		Ableседatum 05.03.2009	Ableседatum 12.03.2009	Ableседatum 19.03.2009
<b>Raum</b> <b>031</b> tageslicht -abhängig	<b>verrichtete Arbeit</b>	37,77 kWh	44,95 kWh	50,43 kWh
	<b>Einschaltdauer</b>	84,30 h	104,06 h	118,47 h
	<b>Max. Leistung</b>	755,00 W	755,00 W	755,00 W
	<b>Max. Strom</b>	3,55 A	3,55 A	3,55 A
<b>Raum</b> <b>043</b> konven- tionell	<b>verrichtete Arbeit</b>	73,53 kWh	87,79 kWh	99,27 kWh
	<b>Einschaltdauer</b>	90,06 h	107,34 h	121,47 h
	<b>Max. Leistung</b>	854,00 W	854,00 W	854 W
	<b>Max. Strom</b>	3,74 A	3,74 A	3,74 A



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

### 5.3 Auswertungen der Messergebnisse und Hochrechnungen

Die Messwerte werden jeden Donnerstag um 9:00 Uhr abgelesen und ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen deutliche Einsparungen. Bei der tageslichtabhängigen Steuerung fallen Energiekosten von ca. 92 € auf 1000 Betriebsstunden an (bei einem zu erwartenden durchschnittlichen Strompreis von 0,22 € pro kWh bis 2025). Bei der konventionellen Beleuchtung haben wir nach 1000 Betriebsstunden Energiekosten von ca. 176 €. Das ist eine Kostenverringerung um ca. 48%.

#### Konventionell Raum 43

	Zeit	Arbeit	Kosten
<b>Einschaltzeit gemessene Wochen: 7</b>	121 h	99,27 kWh	14,92 €
<b>Stundenwerte berechnet</b>	1 h	0,82 kWh	0,18 €
<b>Jahreswerte berechnet</b>	694 h	567,26 kWh	121,96 €
<b>1000 Betriebsstunden</b>	1000 h	817,58 kWh	175,78 €

#### Tageslichtabhängig Raum 31

	Zeit	Arbeit	Kosten
<b>Einschaltzeit gemessene Wochen: 5</b>	118 h	50,43 kWh	7,64 €
<b>Stundenwerte berechnet</b>	1 h	0,43 kWh	0,09 €
<b>Jahreswerte berechnet</b>	948 h	403,44 kWh	86,74 €
<b>1000 Betriebsstunden</b>	1000 h	425,68 kWh	91,52 €

Preis/ kWh*	Wochen/ Schuljahr
0,22 €	40 Wochen

\* Durchschnittlich zu erwartender Strompreis bis 2025

#### Ersparnis bei 1000 Betriebsstunden

	Ersparnis in %	Kostenersparnis
Raum 031	52,07 %	91,52 €
Raum 043	100,00 %	175,78 €
<b>Ersparnis</b>	<b>48,00 %</b>	<b>84,26 €</b>



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

## 6. Kostenvergleiche

### 6.1 Betriebskosten pro Jahr

Jahr	2010	2015	2020	2025	Jahres- Verbrauch
Preis pro kWh*	0,17 €	0,20 €	0,23 €	0,26 €	
konventionell	114,08 €	134,21 €	154,34 €	174,48 €	671,06 kWh
tageslichtabhängig	59,40 €	69,88 €	80,36 €	90,84 €	349,39 kWh

\* Strompreis für die Schule 2005: 0,14 € und 2009: 0,17 €  
 Wir erwarten eine Erhöhung um 0,03 € alle fünf Jahre.

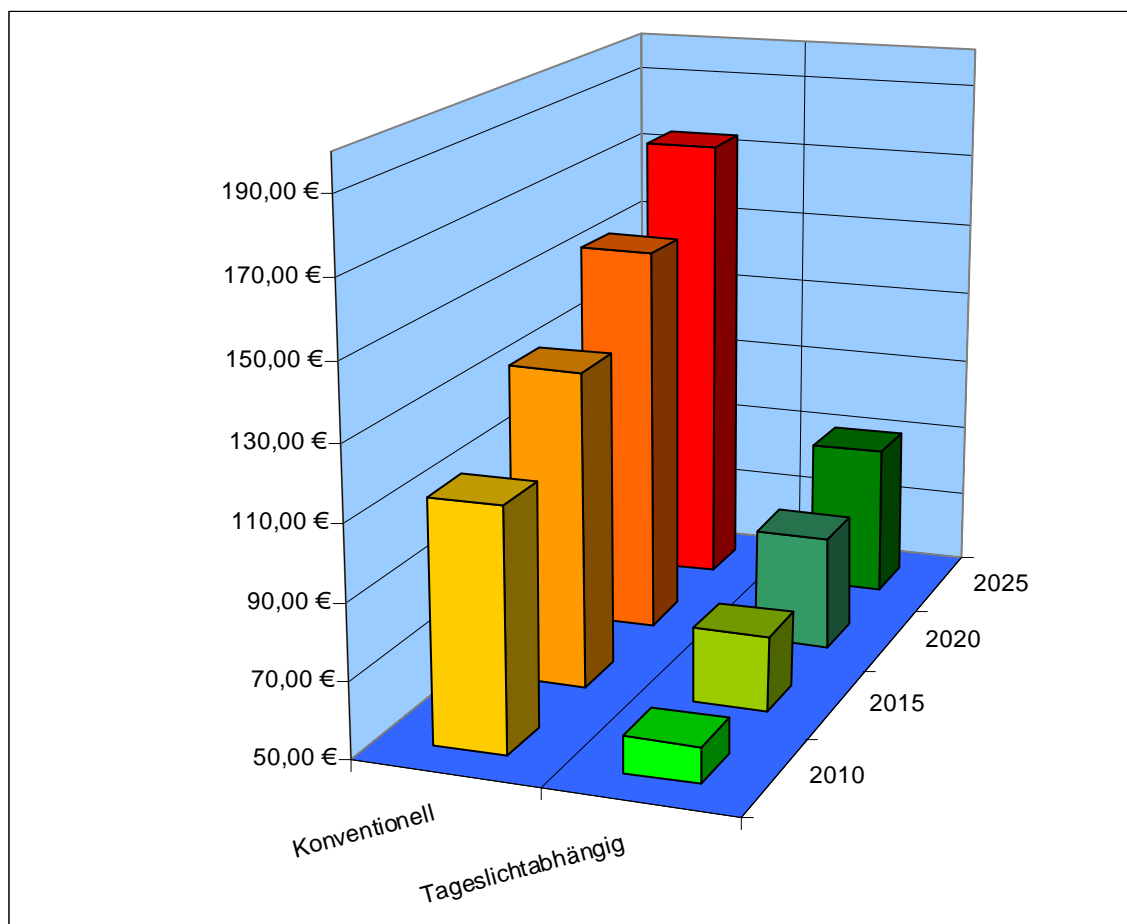


Diagramm: Entwicklung der Jahreskosten



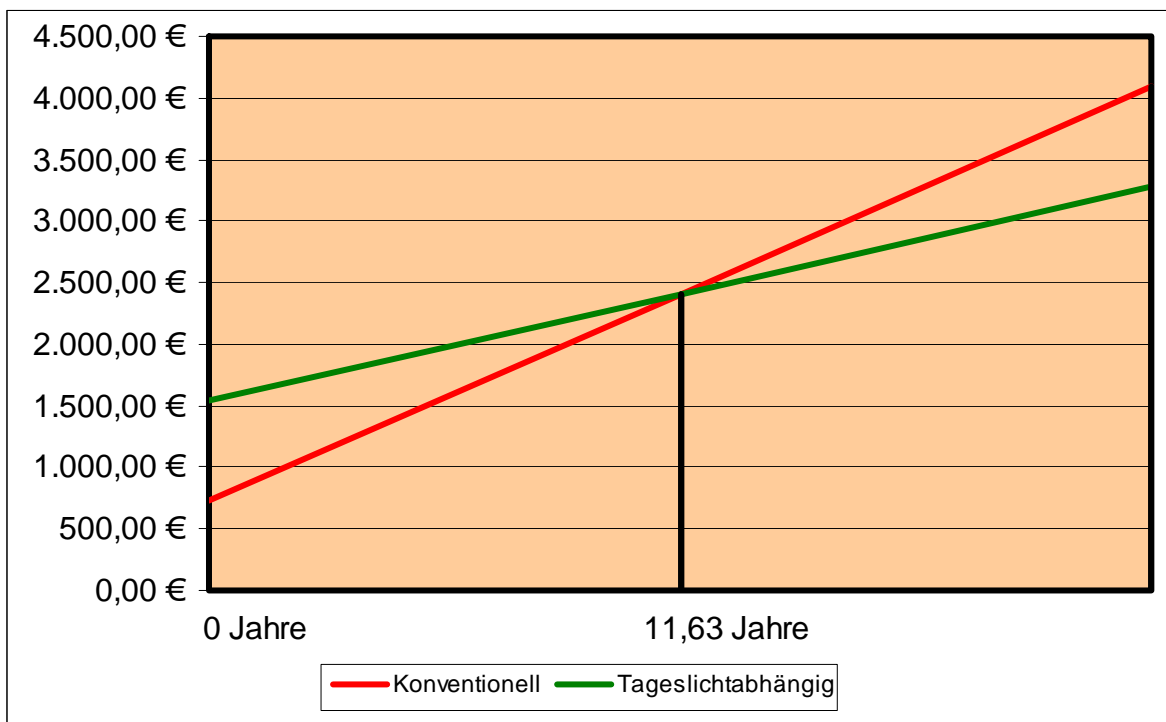
**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

## 6.2 Kostenvergleich bei Neuinstallation

Konventionelle Beleuchtung verglichen mit tageslichtabhängiger Beleuchtung bei Neuinstallation:

konventionell		tageslichtabhängig	
Installationskosten	731,26 €	Installationskosten	1.535,59 €
Jahreskosten	144,28 €	Jahreskosten	75,12 €

Zeit bis zur Amortisation **11,63 Jahre**



Zeit bis zur Amortisierung bei einer Neuinstallation



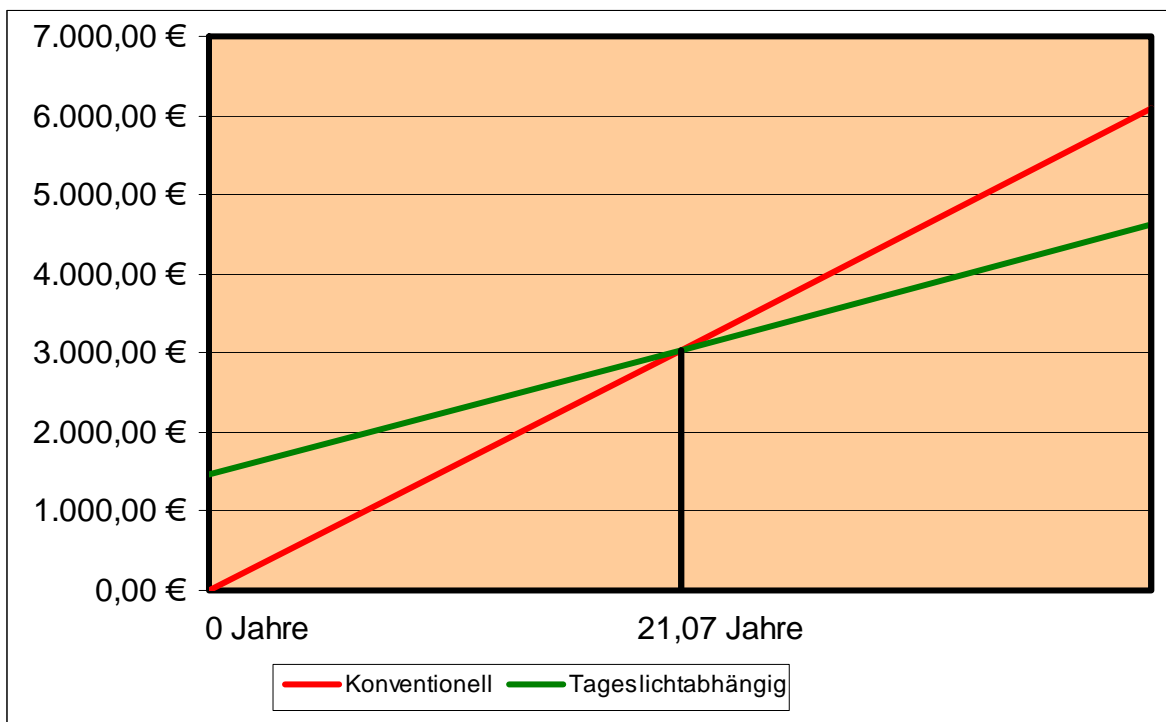
**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

### 6.3 Kostenvergleich bei Umrüstung

Konventionelle Beleuchtung verglichen mit tageslichtabhängiger Beleuchtung bei Umrüstung:

	konventionell		tageslichtabhängig
Jahreskosten	144,28 €	Umbaukosten	1.457,42 €
		Jahreskosten	75,12 €

Zeit bis zur Amortisation **21,07 Jahre**



Zeit bis zur Amortisierung bei einer Umrüstung



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Hompage: www.bbs-row.de**

## 6.4 Berechnungen

Um die Zeiten bis zur Amortisation zu errechen, haben wir folgende Formel hergeleitet:

$$\begin{aligned}
 g_1(t) &= m_1 \cdot t + a \\
 g_2(t) &= m_2 \cdot t + b \\
 &\downarrow \\
 m_1 \cdot t + a &= m_2 \cdot t + b && | -a \\
 m_1 \cdot t &= m_2 \cdot t + b - a && | -m_2 \cdot t \\
 m_1 \cdot t - m_2 \cdot t &= b - a && | \text{ausklammern} \\
 t \cdot (m_1 - m_2) &= b - a && | : (m_1 - m_2) \\
 t &= \frac{b - a}{m_1 - m_2}
 \end{aligned}$$

a=Installationskosten konventionelle Beleuchtung

b=Installationskosten tageslichtabhängige Beleuchtung

m<sub>1</sub>=Steigung konventionelle Beleuchtung (Jahreskosten)

m<sub>2</sub>=Steigung tageslichtabhängige Beleuchtung (Jahreskosten)

Mit der Formel haben wir dann folgende Zeiten bis zu Amortisation berechnet:

Neuinstallation

$$t = \frac{b - a}{m_1 - m_2}$$

$$t = \frac{1.535,59 \text{ €} - 731,26 \text{ €}}{144,28 \text{ €/Jahr} - 75,12 \text{ €/Jahr}}$$

$$\underline{\underline{t = 11,63 \text{ Jahre}}}$$

Umbau

$$t = \frac{a}{m_1 - m_2}$$

$$t = \frac{1.457,42 \text{ €}}{144,28 \text{ €/Jahr} - 75,12 \text{ €/Jahr}}$$

$$\underline{\underline{t = 21,07 \text{ Jahre}}}$$



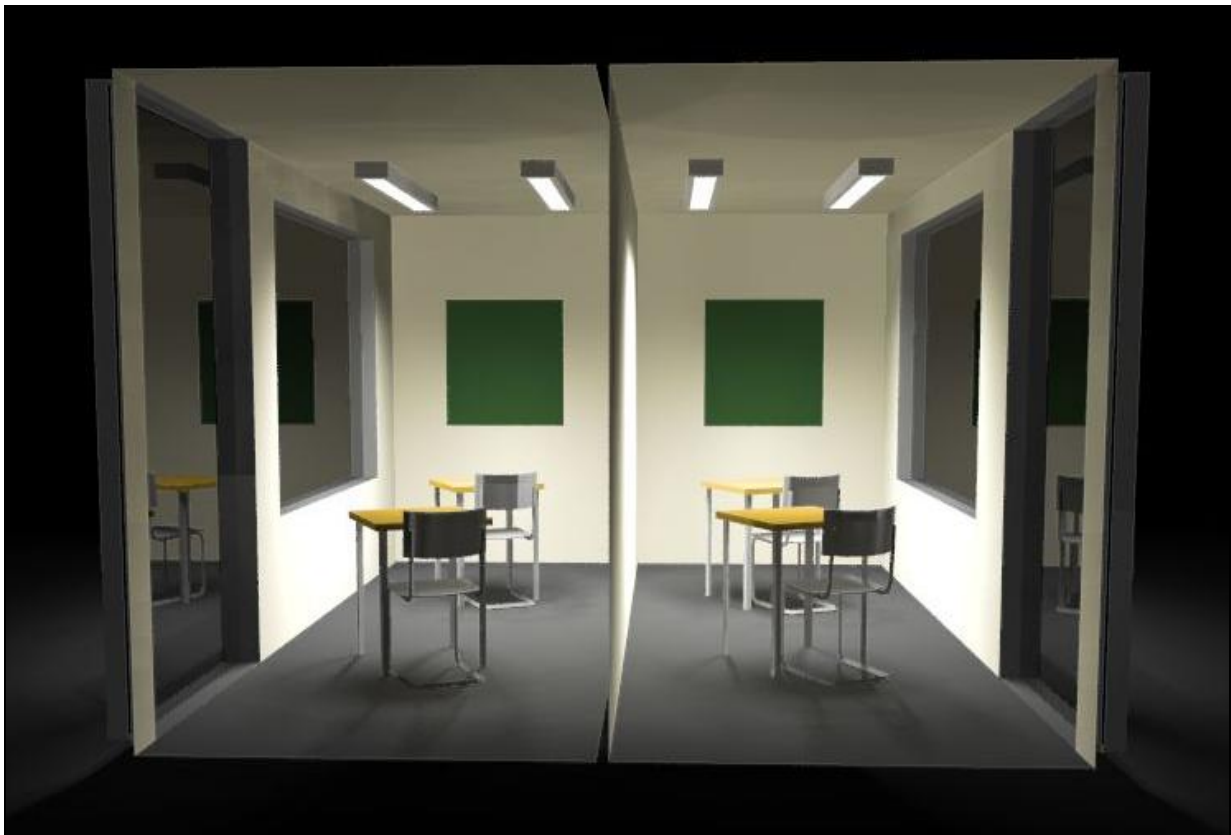
**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

## 7. Der Messestand

### 7.1 Einleitung

Die 25 besten Ideen zum Thema Energieeinsparung und umweltfreundlicher Energienutzung werden von der „Stiftung Niedersachsen Metall“ zur Ideen-Expo 2009 eingeladen, um sich und ihr Projekt zu präsentieren.

Damit im Falle einer entsprechenden Platzierung unsere Schule ihre Beleuchtungssteuerung vorstellen kann, haben wir uns bereits im Voraus Gedanken über eine mögliche Umsetzung in Form eines Messestandes gemacht. Der Aufbau sollte möglichst kostengünstig und trotzdem attraktiv und verständlich sein – Mit freundlicher Unterstützung der Firma „Peha“ haben wir folgende Pläne ausgearbeitet. Nachfolgend haben wir das Modellhaus in einer 3D Ansicht dargestellt.



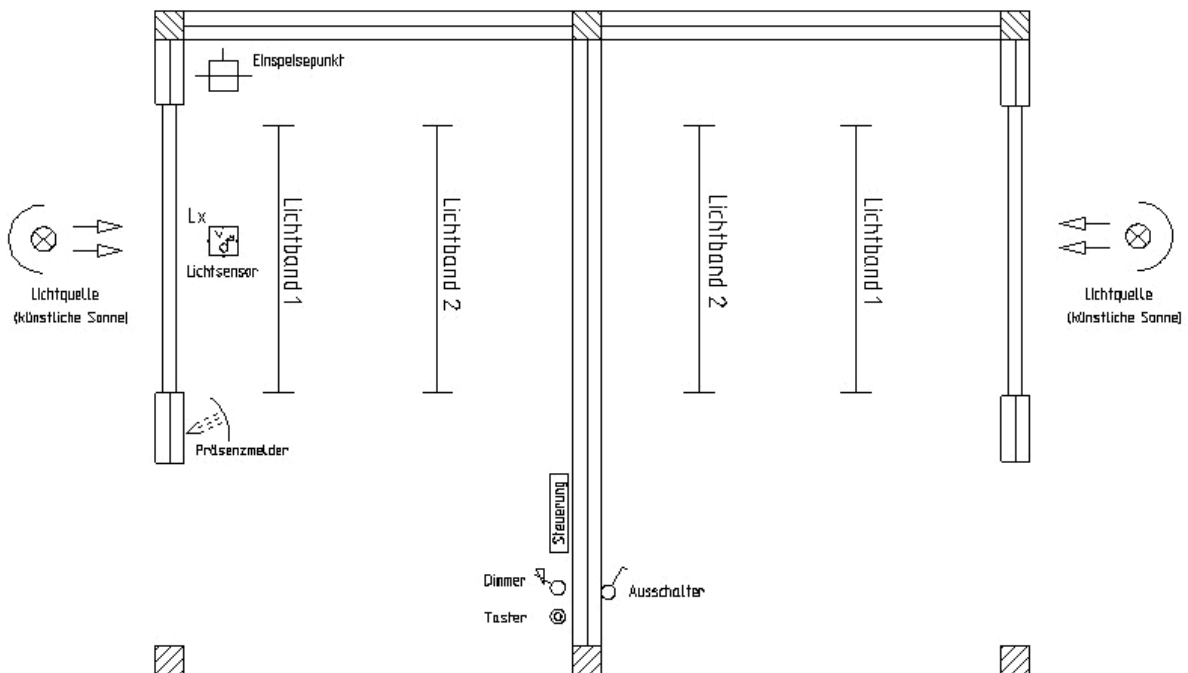
Installationsplan des Messestandes mit dem Programm DIALux dargestellt



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Hompage: www.bbs-row.de**

## 7.2 Aufbau

Die Klasse EEG 3 der BBS Rotenburg hat sich überlegt, ein Modellhaus aus Tischlerplatten mit einer Länge und Breite von 3,75 m und Höhe von 2,50 m anzufertigen. In der Mitte des dargestellten Hauses soll eine Trennwand eingezogen werden, um dann in den jeweiligen Räumen eine herkömmliche und eine tageslichtabhängige Beleuchtung installieren zu können. Die Außenwände werden ungefähr bis zur Hälfte des Raumes eingezogen, damit die Besucher einen besseren Einblick bekommen. Wir simulieren die Sonne mit einer Glühlampe und einem Dimmer, um die Helligkeit der „Sonne“ verändern zu können. Damit wird dargestellt, wie sich die tageslichtabhängige Beleuchtung, im Gegensatz zur konventionellen Beleuchtung, verändert. Der geplante Messestand ist mit dem Programm CADdy dargestellt:



Der geplante Messestand mit dem Programm CADdy dargestellt



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Hompage: www.bbs-row.de**

### 7.3 Modell des Messestandes

Um uns die Größenverhältnisse unseres Messestandes bildlich vor Augen führen zu können, haben wir ein Modell des Messestandes im Maßstab 1:10 aus Holz gebaut. Das Modell sieht folgendermaßen aus. Weitere Bilder des Modells sind im Anhang.



Das Modell des geplanten Messestandes



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Hompage: www.bbs-row.de**

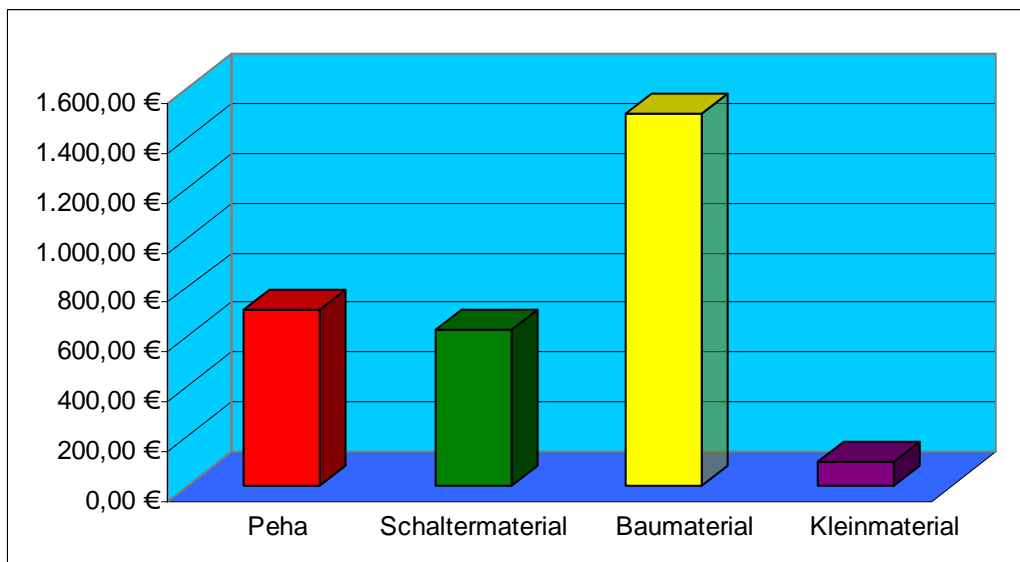
## 7.4 Kosten

Bei allen Preisen handelt es sich um Nettopreise. Für den Aufbau des Standes würde uns die Firma PEHA ihre Technik kostengünstig zur Verfügung stellen. Das Installationsmaterial könnte preisgünstig von einigen Ausbildungsbetrieben bereitgestellt werden. Damit würden die Kosten erheblich sinken.

Die Kosten für den Messestand würden sich wie folgt zusammensetzen:

### Allgemeiner Kostenüberblick

1. Peha	709,90 €
2. Schaltermaterial u. Leuchten	596,61 €
3. Stand (Baumaterial)	1.500,00 €
4. Kleinmaterial	100,00 €
<b>Gesamtkosten</b>	<b><u>2906,51€</u></b>



Kosten für den Messestand



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

## 7.5 Materialliste

Artikel Peha	Anzahl	Einzelpreis	Gesamtpreis
Peha Spannungsversorgung Zonensteuerung	1 Stk.	190,90 €	190,90 €
Peha Zonensteuerung Dimmen	1 Stk.	319,70 €	319,70 €
Peha Lichtsensor	1 Stk.	65,90 €	65,90 €
Peha Bewegungsmelder ohne Lichtsensor	1 Stk.	93,15 €	93,15 €
Peha Taster für Zonensteuerung Standard weiß	1 Stk.	40,25 €	40,25 €
			<b>709,90 €</b>

Artikel Schaltermaterial	Anzahl	Einzelpreis	Gesamtpreis
J-Y (ST)Y 4x2x0,8	100,00 m	0,54 €	54,00 €
NYM-J 5x1,5	150,00 m	1,04 €	156,00 €
NYM-J 3x1,5	15,00 m	0,68 €	10,20 €
Aufputz - Verteilung - 1 reihig	1 Stk.	19,09 €	19,09 €
1 - Fach Rahmen reinweiß	2 Stk.	3,13 €	6,26 €
Osram-HF 2x58W / 230-240V elektronisches Vorschaltgerät 2x58W 2-lappige Ausführung dimmbar	4 Stk.	83,42 €	333,68 €
AP CEE Einspeiseanschlussdose 16A 6h	1 Stk.	18,54 €	8,54 €
Aufputz-Einfachgehäuse	2 Stk.	4,42 €	8,84 €
			<b>596,61 €</b>

**Stand (Baumaterial) 1500,00 €**

**Kleinmaterial 100,00 €**

Summe Netto 2906,51 €  
 Mehrwertsteuer 19% 552,24 €  
**Gesamtbetrag 3458,75 €**



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

## 8. Abschlussbericht

Die „tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung“ ist das System für zukunftssichere und vorausschauende Installationen in Büro-, Schul- und Werkstatanlagen. Dies haben unsere Messungen gezeigt. Es werden nicht nur Kosten, sondern auch Energie gespart, dabei wird gleichzeitig die Effektivität erhöht. Die Beleuchtung wird stets auf eine gleichmäßige und angenehme Helligkeit (500lx) geregelt, was sowohl verschwenderische Überbeleuchtung verhindert als auch das Arbeitsklima verbessert.

Wie die von uns durchgeführten Langzeitmessungen aufzeigen, ist bereits nach wenigen Jahren mit einer Amortisierung zu rechnen, besonders wenn man davon ausgeht, dass die Energiekosten in den nächsten Jahren stark ansteigen werden. Dank einfacher Installation, insbesondere mit für diesen Einsatz spezialisierten Geräten wie z.B. die der Firma Peha, ist die tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung ein Muss für energiebewusste Verbraucher. Im Gegensatz zur konventionellen Installation werden bis zu 50% der laufenden Kosten eingespart.

Eine automatisch geregelte Beleuchtungssteuerung ist der nächste Schritt zur umweltschonenderen Raumbeleuchtungssystemen. Sie ist vielseitig einsetzbar und einfach nachzurüsten. Eine Neuinstallation ist ebenso unkompliziert wie lohnenswert.

Sparen Sie nicht nur Energie, sondern auch bares Geld! Informieren Sie sich jetzt über den neusten Stand der Technik und besuchen Sie uns im Internet unter <http://tinyurl.com/cl5lm9>.



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

## 9. Quellenverzeichnis

### Verwendete Software:

- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- Acrobat Reader
- Acrobat Writer
- DIALux Vers. 4.6 von Fa. OSRAM
- CADdy von Fa. IGE XAO

### Verwendete Messgeräte:

- Energie Monitor EM 94

### Verwendete Internetseiten:

- [www.stiftung-niedersachsenmetall.de](http://www.stiftung-niedersachsenmetall.de)
- [www.tinyurl.com](http://www.tinyurl.com)
- [www.google.de](http://www.google.de)
- [www.osram.de](http://www.osram.de)
- [www.peha.de](http://www.peha.de)
- [www.henkel-gerlach.de/frameset.html](http://www.henkel-gerlach.de/frameset.html)
- [www.holz-behrens.de](http://www.holz-behrens.de)
- [www.bbs-row.de](http://www.bbs-row.de)
- [www.ige-xao.eu/ige/siteigexao.nsf/mWebFrameMain?openform&LG=de](http://www.ige-xao.eu/ige/siteigexao.nsf/mWebFrameMain?openform&LG=de)
- [www.bibb.de/dokumente/pdf/elektroberufe-handwerk\\_raum3\\_S49\\_Ausbildungsrahmenplan.pdf](http://www.bibb.de/dokumente/pdf/elektroberufe-handwerk_raum3_S49_Ausbildungsrahmenplan.pdf)

### Sonstige Quellen:

- Projektdokumentation „Tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung“ der Klasse EEG4 2007
- Bedienungsanleitungen der Messgeräte
- Rahmenlehrplan „Lernfeld 12: Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren“ der KMK
- Fachunterricht „Elektroniker der Energie- und Gebäudetechnik 1.- 3. Ausbildungsjahr“



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

## **10. Anlagen**

### **10.1 Fotos**

### **10.2 Rahmenlehrplan Lernfeld 12**

### **10.3 Beschreibung der PEHA Zonensteuerung**

### **10.4 Animationen der Klassenräume: <http://tinyurl.com/cl5lm9>**



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Hompage: www.bbs-row.de**

## 10.1 Fotos



Unser Klassenraum (031)



Der Vergleichsraum (043)



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Hompage: www.bbs-row.de**



Der Messaufbau



Ablesen der Messergebnisse





**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**



Der Projektleiter beim Verteilen der Aufgaben



Die Finanzierungsgruppe bei der Arbeit



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**



Beim Erstellen der Dokumentation



Modell des Messestandes



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**



Modell des Messestandes



Modell des Messestandes



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

## 10.2 Rahmenlehrplan Lernfeld 12

Die folgende Tabelle zeigt einen Auszug aus dem Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Elektroniker, Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik (Stand: 11.03.2003).

### **Vorwort:**

Im Lernfeld 12 sollen die Schülerinnen und Schüler das erlernte Wissen aus den Lernfeldern 1 bis 11 in einer Projektarbeit anwenden und deren Inhalte umsetzen.

### **Projektarbeit:**

Die Schülerinnen und Schüler sollen – in Gruppen – ein Projekt zum Thema energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren.

### **Projektvorbereitung/-auswahl:**

Zum Ende des 3. Lehrjahres reichen die Schülerinnen und Schüler verschiedene Projektvorschläge zum Thema energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren ein. Es ist den unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrern frei gestellt eigene Vorschläge einzureichen.

Zu Beginn des 4. Lehrjahres wählen die Schülerinnen und Schüler aus den eingereichten Vorschlägen ein Projekt aus.

### **Projektvorschläge/-themen:**

Bei den Projekten muss es sich um abgegrenzte Themenbereiche handeln, die sich auf verschiedene Einsatzgebiete anwenden lassen.

Die Projektvorschläge müssen von den Schülerinnen und Schülern eigenverantwortlich in ihrer Planung und Realisierung umgesetzt werden können.



**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

<b>Lernfeld 12</b>	Energie- und gebäude- technische Anlagen planen und realisieren.	<b>4. Ausbildungsjahr</b> <b>Fachtheorie</b> <b>Zeitrictwert: 80 Stunden</b>
<p><b>Zielformulierung:</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler gestalten Projekte für energie- und gebäudetechnische Anlagen. Sie definieren Ziele, analysieren und strukturieren Aufgaben im Hinblick auf ihre Durchführbarkeit und berücksichtigen bei der Projektauswahl die Einsatzgebiete. Die Schülerinnen und Schüler planen, entwickeln und realisieren praxisgerechte Lösungen. Dabei übernehmen sie Verantwortung für die Projektorganisation sowie die Abstimmung der Lern- und Arbeitsprozesse. Sie dokumentieren den Projektfortschritt, analysieren und bewerten den Projektverlauf. Sie beachten grundlegende Normen und Abläufe des Qualitätsmanagements und sichern dadurch die Qualität von Produkten und Prozessen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler errichten energie- und gebäudetechnische Anlagen oder Anlagenkomponenten, nehmen diese in Betrieb und prüfen Teil- und Gesamtfunktionen. Sie demonstrieren Aufbau und Funktion der Anlagen oder von Anlagenkomponenten. Die Schülerinnen und Schüler beachten bei der Projektrealisierung Recyclingmöglichkeiten und Umweltverträglichkeiten.</p> <p>Sie erstellen und modifizieren Projektdokumentationen, nutzen auch englischsprachige Unterlagen und präsentieren ihre Ergebnisse. Dabei verwenden sie aktuelle Informations- und Kommunikationsmedien.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beurteilen Projektergebnisse und Handlungsprozesse unter lern- und arbeitsorganisatorischen, technischen und ökonomischen Aspekten.</p>		
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Projektbeschreibung          Zeit- und Arbeitsplanung          Energie- und Gebäudeanlagen          Antennen- und Breitbandkommunikationsanlagen          Normen, Vorschriften und Regeln          Projektauswertung          Qualitätssicherung          Projektbeurteilung</p>		

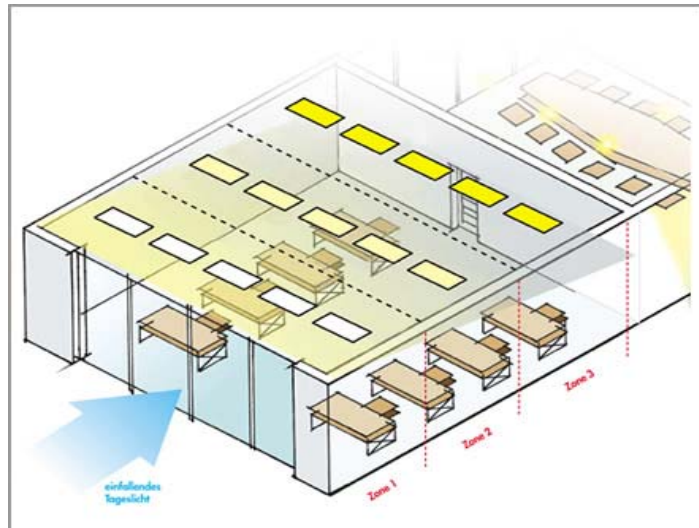


**Verdener Straße 96**  
**27356 Rotenburg (Wümme)**  
**Tel.: 04261/9750**  
**Fax: 04261/83875**  
**E-Mail: lichtblick-bbs@web.de**  
**Homepage: www.bbs-row.de**

### 10.3 Beschreibung der PEHA Zonensteuerung

#### PEHA-Zonensteuerungen:

Dank PEHA-Zonensteuerungen herrschen in großen Räumen stets optimale Lichtverhältnisse. Licht wird abhängig von Bewegungsmelder, Lichtfühler und manuellem Tastendruck geschaltet oder gedimmt. Jede PEHA-Zonensteuerung hat 5 vorprogrammierte Funktionen, die für die häufigsten Anwendungen per Knopfdruck leicht abrufbar sind. Optimale Beleuchtung bei minimalem Stromverbrauch.



#### Zonensteuerung DIMMEN 1-10 V:

Die neue PEHA-Zonensteuerung dimmt Licht in drei Zonen abhängig von Tageslichteinfall, Bewegung oder manuellem Tastendruck. Energieeinsparung bis zu 70 % möglich. Leichte Inbetriebnahme bei fünf vorprogrammierten Funktionen. Als Sensoren können 1- und 4-fach Taster, Bewegungsmelder, Lichtsensor, Zeitschaltuhr und Schaltkontakt vom Lastmanagement angeschlossen werden.

