



Inhalt

	Seite
1. Hinweise	2
2. Beleuchtungsstärke und Leuchtdichte	2
2.1 Praktische Anwendung	3
3. Platzierung des Lichtfühlers	4
3.1 Praktische Beispiele	5
4. Bewertung der Messungen	6
5. Randbedingungen für die SollwertEinstellung	7
6. Idealzustand	8
7. Fehlerursachen	9
8. Test des Lichtreglers	11

1 Hinweise

Wenn der LR/S 2.2.1 für die Konstantlichtregelung eingesetzt wird, mißt der Fühler in seinem Erfassungsbereich die Leuchtdichte der beleuchteten Flächen, z.B. des Bodens oder der Schreibtische.

Mit dem Luxmeter, das zur Einstellung der Konstantlichtregelung benutzt wird, messen wir jedoch die Beleuchtungsstärke, d.h. den auf den Meßkopf des Luxmeters auftreffenden Lichtstrom.

Diese unterschiedlichen Meßmethoden können – müssen aber nicht – dazu führen, daß die Konstantlichtregelung in der Praxis nicht richtig funktioniert. Das ist kein Problem, das ABB-spezifisch ist, sondern es betrifft alle Konstantlichtregelungen, die nach diesem Prinzip arbeiten.

Zum besseren Verständnis wird daher zunächst auf die Begriffe Beleuchtungsstärke und Leuchtdichte eingegangen, bevor Hinweise gegeben werden, wie man die Probleme lösen kann.

2 Beleuchtungsstärke und Leuchtdichte

Ein Beleuchtungsstärkemeßgerät (genannt: Luxmeter) mißt die **Beleuchtungsstärke** E, d.h. die Intensität mit der eine Fläche beleuchtet wird, in lx (Lux).

Die Beleuchtungsstärke E ist wie folgt definiert:

$$E = \Phi/A$$

Φ = Lichtstrom in lm (Lumen)

A = beleuchtete Fläche

Die Beleuchtungsstärke erfaßt also den von einer Leuchte ausgehenden Lichtstrom, der auf eine bestimmte Fläche fällt. Um die Beleuchtungsstärke zu messen, muß das Luxmeter zur Lichtquelle, d.h. zur Leuchte oder zur Sonne, hinschauen.

Einige Beispiele für Beleuchtungsstärken:

Wolkenloser Sommertag	bis 100 000 lx
Trüber Sommertag	20 000 lx
Bürobeleuchtung	500 lx
Trüber Wintertag	400 lx
Vollmondnacht	0,3 lx

Das Luxmeter für die Messung der Beleuchtungsstärke ist vergleichbar mit einem direkt messenden Belichtungsmesser der Profi-Fotografen, der direkt auf die Sonne gehalten wird und daraus die Werte für die richtige Belichtung des Films ermittelt.

Die Beleuchtungsstärke selbst sagt nichts über den Helligkeitseindruck aus, den das Auge empfindet, da die Helligkeit der betrachteten Fläche mit der Beleuchtungsstärke nicht erfaßt wird.

Die **Leuchtdichte** L in cd/m^2 (cd = Candela) ist das Maß für den Helligkeitseindruck, den eine beleuchtete Fläche im Auge erzeugt.

Ein Leuchtdichtemesser erfaßt das reflektierte Licht, also die Helligkeit einer bestrahlten Fläche.

Die Wirkung, die eine Beleuchtung hervorruft, kann nur über die Leuchtdichte aller Flächen im Gesichtsfeld beurteilt werden.

Die Leuchtdichte eines Sehobjektes ist von der Sehdistanz unabhängig. Die Helligkeit ändert sich also nicht, wenn der Abstand vergrößert wird.

Wenn weißes Papier einer Beleuchtungsstärke von 500 lx ausgesetzt wird, dann beträgt die Leuchtdichte ca. 130 ... 150 cd/m². Bei der gleichen Beleuchtungsstärke hat ein Umweltschutzpapier nur eine Leuchtdichte von 90 ... 100 cd/m².

Man kann auch ohne Leuchtdichtemesser die ungefähre Leuchtdichte L in cd/m² aus dem eingestellten Blendenwert und der Belichtungszeit für eine bestimmte Filmempfindlichkeit ausrechnen, da ein „normaler“ Belichtungsmesser wie ein Leuchtdichtemesser arbeitet.

Soll z.B. mit einem „normalen“ Belichtungsmesser die Leuchtdichte gemessen werden, dann muß wie folgt vorgegangen werden:

Für einen 200-ASA-Film (24° DIN) gilt für den im Sucher abgebildeten Raum-ausschnitt:

$$L = 0,2 \times \frac{(\text{Blendenwert})^2}{\text{Belichtungszeit}}$$

Für eine abgelesene Blende = 4 bei einer eingestellten Belichtungszeit von 1/60s ergibt sich somit eine Leuchtdichte von etwas 200 cd/m².

2.1 Praktische Anwendung

Der Lichtfühler des LR/S 2.2.1 mißt in seinem Erfassungsbereich die Leuchtdichte und setzt diese in einen Widerstandswert um.

Die Leuchtdichte ist zum einen von der Beleuchtungsstärke, d.h. der Intensität des Tageslichtes oder des Kunstlichtes, und zum anderen von der Beschaffenheit der Flächen abhängig, die beleuchtet werden.

Wenn z.B. die Flächen, die sich im Erfassungsbereich des Lichtfühlers befinden komplett mit hellweißem Papier ausgelegt sind, dann mißt der Lichtfühler bei gleicher Beleuchtungsstärke eine andere Leuchtdichte als wenn die Flächen mit grauem Umweltschutzpapier ausgelegt sind.

Beim Setzen des Sollwertes wird vom Lichtfühler die Leuchtdichte erfaßt und als Sollwert abgespeichert. Danach wird die Regelung die künstliche Beleuchtung im Raum so ansteuern, daß möglichst immer genau dieser Sollwert erreicht wird, d.h. die Regelung versucht die Leuchtdichte und nicht die Beleuchtungsstärke konstant zu halten.

Wenn dann in einem noch nicht endgültig eingerichteten Raum die Konstantlichtregelung auf 500 lx eingestellt wird und danach Veränderungen im Raum vorgenommen werden, z.B. Möbel werden umgestellt oder der Bodenbelag geändert, dann wird sich die Beleuchtungsstärke ändern, da die Konstantlichtregelung versucht, die Leuchtdichte und nicht die Beleuchtungsstärke konstant zu halten.

Da der Lichtfühler die Leuchtdichte mißt und die Leuchtdichte von der Sehdistanz unabhängig ist, spielt es für die Messung der Leuchtdichte keine Rolle, in welcher Höhe der Lichtfühler angeordnet wird. Natürlich ist dabei zu beachten, daß bei einer Montage in größerer Höhe der Lichtfühler ein wesentlich größeres Gesichtsfeld hat.

Wenn z.B. in einer Turnhalle im kompletten Hallenbereich der Boden die gleiche Struktur hat, dann spielt es für die Konstantlichtregelung keine Rolle, in welcher Höhe der Lichtfühler plaziert wird, solange sich in seinem Erfassungsbereich nur der Boden befindet, d.h. keine Wände oder Fenster. Bei konstanter Beleuchtungsstärke wird der Lichtfühler unabhängig von der Höhe die gleiche Leuchtdichte messen, d.h. den gleichen Widerstandswert haben.

Sobald sich aber in seinem Erfassungsbereich Personen bewegen, wird sich die Leuchtdichte und damit sein Widerstandswert verändern.

3 Plazierung des Lichtfühlers

1. Schritt

Bei abgedunkeltem Raum und eingeschalteten Leuchten die Wände und die Decken beobachten. Auf die Schattenbildung der Leuchten an Decken und Wänden achten. Diejenigen Bereiche, die von den Leuchten nicht direkt angestrahlt werden, sind für eine Plazierung des Lichtfühlers geeignet.

2. Schritt

Bei nicht abgedunkeltem Raum und ausgeschalteten Leuchten die Wände und Decken beobachten. Auf die Schattenbildung des direkt einfallenden Lichtes an Decken und Wänden achten. Diejenigen Bereiche, die von dem Tageslicht nicht direkt angestrahlt werden, sind für eine Plazierung des Lichtfühlers geeignet.

3. Schritt

An eine nach der obigen Methode ermittelte Stelle, die sowohl bei Tageslicht als auch bei Kunstlicht für die Plazierung des Fühlers geeignet ist, den Lichtfühler plazieren und an den Lichtfühler ein Widerstandsmeßgerät anschließen.

4. Schritt

Den Raum abdunkeln, über die Leuchten einen Luxwert von 500 lx einstellen und dabei den Widerstandswert des Lichtfühlers messen und notieren.

5. Schritt

Den Raum halb abdunkeln. Die Leuchten so dimmen, daß das Luxmeter ebenfalls 500 lx anzeigt. Den Widerstandswert des Lichtfühlers messen und notieren.

6. Schritt

Die Leuchten ausschalten und die Verdunkelung soweit öffnen, daß das Luxmeter wieder 500 lx anzeigt. Den Widerstandswert des Lichtfühlers messen und notieren.

7. Schritt

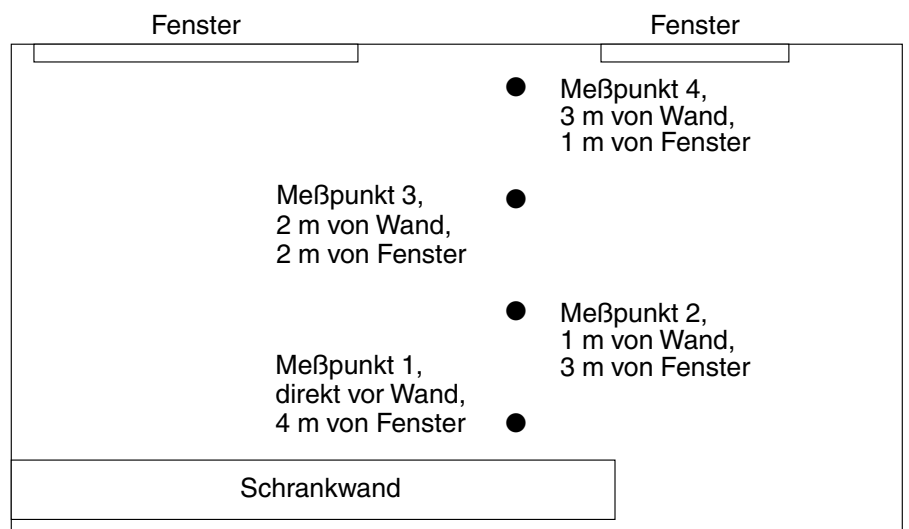
Die Schritte 4 bis 6 an weiteren geeigneten Orten durchführen. Derjenige Ort, an dem die Abweichungen der Widerstandswerte am geringsten sind, ist für die Plazierung des Lichtfühlers am besten geeignet.

3.1 Praktische Beispiele

Um die „theoretisch“ gewonnenen Aussagen in der Praxis zu untermauern, wurden in einem Musterbüro folgende Messungen durchgeführt:

Messung 1

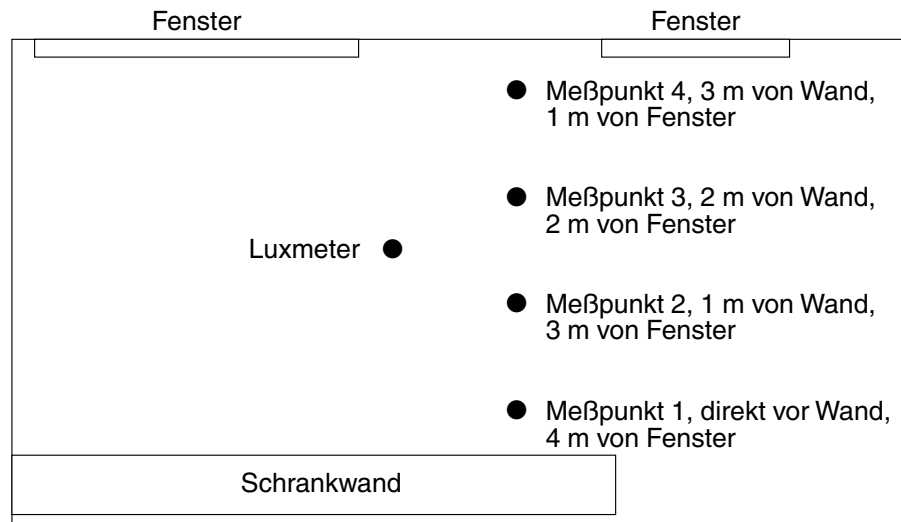
Im einem voll möblierten Büro wurde der Lichtfühler an verschiedenen Stellen plaziert und das Luxmeter in ca. 80 cm Höhe über dem Boden jeweils direkt unter dem Lichtfühler positioniert. Bei offener, halboffener und geschlossener Jalousie wurde jeweils eine Beleuchtungsstärke von 500 lx eingestellt und dabei der Widerstandswert des Lichtfühlers gemessen.



	Meßpunkt 1	Meßpunkt 2	Meßpunkt 3	Meßpunkt 4
Jalousie offen	4,2 kOhm	3,3 kOhm	2,3 kOhm	2,2 kOhm
Jalousie halb offen	4,9 kOhm	3,7 kOhm	2,7 kOhm	2,6 kOhm
Jalousie geschlossen	5,4 kOhm	3,9 kOhm	3,1 kOhm	3 kOhm
Prozentuale Abweichung vom höchsten Wert	22 %	14 %	23 %	26 %

Messung 2

Im gleichen Büro wurde das Luxmeter auf dem Schreibtisch positioniert. Bei offener, halboffener und geschlossener Jalousie wurden jeweils 500 lx eingestellt und an den Meßpunkten 1 ... 4 die Widerstandswerte gemessen.



	Meßpunkt 1	Meßpunkt 2	Meßpunkt 3	Meßpunkt 4
Jalousie offen	4,0 kOhm	3,8 kOhm	2,8 kOhm	1,8 kOhm
Jalousie halb offen	4,7 kOhm	4,2 kOhm	3,6 kOhm	2,5 kOhm
Jalousie geschlossen	5,5 kOhm	4,7 kOhm	3,9 kOhm	3,2 kOhm
Prozentuale Abweichung vom höchsten Wert	27 %	19 %	28 %	40 %

4 Bewertung der Messungen

Die Messungen bestätigen die in verschiedenen EIB-Anlagen gewonnenen Erfahrungen, daß der Montageort des Fühlers für die Regelgenauigkeit verantwortlich ist.

Es dürfte in der Praxis nicht möglich sein, einen Ort zu finden, an dem bei unterschiedlicher Beleuchtung aber konstanter Beleuchtungsstärke der Widerstandswert konstant bleibt.

Es kann aber ein Montageort gefunden werden, an dem die Abweichungen möglichst gering sind.

Grundregel dabei: Fühler möglichst tief im Raum plazieren, jedoch nicht direkt vor reflektierenden Wänden. Darauf achten, daß Fühler weder von Tageslicht noch von künstlicher Beleuchtung direkt angestrahlt wird.

5 Randbedingungen für die Sollwert-einstellung

Wenn der am besten geeignete Ort für den Fühler gefunden wurde, muß der Sollwert eingestellt werden. Diese Einstellung kann im Dunklen (d.h. Jalousien heruntergelassen und nur künstliche Beleuchtung eingeschaltet), im Halbdunklen (d.h. bei etwas Tageslicht durch die halb heruntergelassenen Jalousien und einem hohen Prozentsatz zusätzlichem Kunstlicht) oder im Hellen (d.h. bei offenen Jalousien und nur ein wenig Kunstlicht) erfolgen.

Je nach Einstellung, kann es dabei zu Abweichungen vom Sollwert kommen.

Wie aus den Messungen ersichtlich, hat bei konstanter Beleuchtungsstärke der Lichtfühler unterschiedliche Widerstandswerte – abhängig davon, ob fast nur Tageslicht, sowohl Tageslicht und Kunstlicht oder nur Kunstlicht vorhanden ist.

Dies liegt daran, daß der Lichtfühler nicht die Beleuchtungsstärke mißt, die am Ort des zur Einstellung benutzten Luxmeters vorhanden ist. Dazu müßte er exakt an dem gleichen Ort wie das Luxmeter positioniert sein, in die gleiche Richtung „schauen“ und nach dem gleichen Meßverfahren wie ein Luxmeter arbeiten.

Er erfaßt vielmehr das innerhalb seines Erfassungsbereiches eintreffende Licht und setzt es in einen Widerstandswert um. Üblicherweise wird der Lichtfühler an der Decke oder der Wand montiert und erfaßt primär das von dem Boden, den Wänden und den Einrichtungsgegenständen reflektierte Licht, d.h. er erfaßt die Leuchtdichte der vom natürlichen Licht und vom Kunstlicht beleuchteten Flächen. Je nach Positionierung des Lichtfühlers kommen dazu noch in geringerem Maße das über die Fenster einfallende natürliche Licht und das von den Leuchten direkt auf ihn einfallende künstliche Licht.

Bei den in unserem Beispiel durchgeführten Messungen wurden am besten geeigneten Meßpunkt bei konstanter Leuchtdichte von 500 lx folgende Widerstandswerte des Lichtfühlers gemessen:

	Meßpunkt 2
Jalousie offen	3,8 kOhm
Jalousie halb offen	4,2 kOhm
Jalousie geschlossen	4,7 kOhm

Wenn jetzt bei geschlossener Jalousie der Sollwert eingestellt wird, dann „merkt“ sich der Lichtregler den Widerstandswert von 4,7 kOhm und wird versuchen, diesen Wert konstant zu halten, d.h. wenn die Jalousie geöffnet wird, wird er das Kunstlicht zurückregeln.

Bei der Messung wurde aber festgestellt, daß bei offener Jalousie und 500 lx Beleuchtungsstärke der Widerstandswert des Lichtfühlers 3,8 kOhm beträgt. Das bedeutet, daß der Lichtregler das Kunstlicht soweit zurücknehmen wird, bis der Lichtfühler den Sollwert von 4,7 kOhm hat. Dann liegt die Beleuchtungsstärke aber deutlich unter 500 lx.

Wird umgekehrt bei offener Jalousie der Sollwert eingestellt, dann merkt sich der Lichtregler den Widerstandswert von 3,8 kOhm und versucht dann bei geschlossener Jalousie, diesen Wert konstant zu halten.

Bei der Messung wurde aber festgestellt, daß bei geschlossener Jalousie und 500 lx Beleuchtungsstärke der Widerstandswert des Lichtfühlers 4,7 kOhm

beträgt. Das bedeutet, daß der Lichtregler das Kunstlicht soweit verstärken wird, bis der Lichtfühler den Sollwert von 3,8 kOhm hat. Dann liegt die Beleuchtungsstärke aber deutlich über 500 lx.

Wenn also nach der oben beschriebenen Methode der am besten geeignete Ort für den Lichtfühler gefunden wurde, ist der Sollwert folgendermaßen einzustellen:

Von den gemessenen Widerstandswerten den geringsten Wert nehmen, in unserem Fall 3,8 kOhm. Die Umgebungsbedingungen wieder herstellen, unter denen dieser Wert gemessen wurde, in unserem Fall offene Jalousien.

Bei diesen Umgebungsbedingungen den Sollwert, z.B. 500 lx, einstellen.

Mit dieser Methode ist sichergestellt, daß Abweichungen vom Sollwert nur nach oben auftreten können, d.h. die Beleuchtungsstärke kann unter keinen Umständen am Meßort kleiner als 500 lx werden.

Wird der Sollwert bei dem höchsten Widerstandswert, d.h. bei geschlossenen Jalousien eingestellt, dann wird bei geöffneten Jalousien die Beleuchtungsstärke am Meßort kleiner als 500 lx werden.

6 Idealzustand

Der Idealzustand wäre, daß der Regler nicht nur den Widerstandswert des Lichtfühlers konstant hält, sondern auch die Beleuchtungsstärke am Meßort des Luxmeters.

Dazu müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- der Lichtfühler ist so positioniert, daß er nur von demjenigen Licht beeinflusst wird, das von der näheren Umgebung des Luxmeters reflektiert wird
- er „sieht“ damit kein direkt einfallendes Tageslicht, kein von der künstlichen Beleuchtung direkt auf ihn einfallendes Licht und kein Licht, das von anderen Flächen als der näheren Umgebung des Luxmeters auf ihn reflektiert wird
- die Reflexionsflächen in der näheren Umgebung des Luxmeters sind so beschaffen, daß – unabhängig davon, ob darauf nur Tageslicht, nur Kunstlicht oder beides zusammen einfällt – bei gleicher Beleuchtungsstärke am Luxmeter der Lichtfühler von dem reflektierten Licht so beeinflusst wird, daß dort immer auch der gleiche Widerstandswert vorhanden ist.

In der Praxis ist dies nicht machbar und der Lichtfühler wird z.B. auch direktes Tageslicht sehen.

Wenn jetzt bei der Einstellung des Sollwertes im Dunklen 500 Lux gemessen wurden und im Hellen nur noch z.B. 250 lx, dann liegt das daran, das der Lichtfühler auf eine andere Art und Weise beleuchtet wird als das Luxmeter. In diesem Fall sieht der Lichtfühler zusätzlich zu dem reflektierten Licht aus der Umgebung des Luxmeters auch direktes Tageslicht.

Wenn für den Lichtfühler kein besser geeigneter Montageort gefunden werden kann, bleibt dann nur noch die Wahl des „kleineren Übels“.

D.h. entweder

bei offenen Jalousien 500 lx, bei halboffenen Jalousien etwas mehr als 500 lx und bei geschlossenen Jalousien deutlich mehr als 500 lx

oder

bei offenen Jalousien etwas weniger als 500 lx, bei halboffenen Jalousien 500 lx und bei geschlossenen Jalousien etwas mehr als 500 lx

oder

bei offenen Jalousien deutlich weniger als 500 lx, bei halboffenen Jalousien etwas weniger als 500 lx und bei geschlossenen Jalousien 500 lx.

Die beste Lösung ist aber in jedem Fall, den Lichtfühler so zu plazieren, daß bei gleichen Luxwerten am Ort des Luxmeters – unabhängig von der Art der Beleuchtung – gleiche Widerstandswerte am Lichtfühler vorhanden sind.

7 Fehlerursachen

Manche Regler schalten „zu dunkel“ ein, andere „zu hell“

Wenn zum Schaltobjekt des Reglers eine „1“ gesendet wird, dann mißt der Regler zunächst den aktuellen Istwert und berechnet daraufhin die erforderliche Stellgröße für die Ansteuerung der Leuchten.

Der für die Berechnung verwendete Algorithmus ist wegen der begrenzten Speicherkapazität der BCU sehr einfach. Daher kann die Stellgröße zunächst zu klein sein (d.h. es ist zu dunkel) oder zu groß (es ist zu hell). Danach „dimmt“ sich der Regler langsam an den Sollwert heran.

Die „Zielgenauigkeit“ ist dann am größten, wenn sowohl das Setzen des Sollwertes im abgedunkelten Raum als auch das Wiedereinschalten im abgedunkelten Raum erfolgt, bzw. wenn sowohl das Setzen des Sollwertes als auch das Wiedereinschalten im hellen Raum erfolgt.

Wurde im hellen Raum der Sollwert gesetzt, und wird dann im dunklen Raum wieder eingeschaltet, dann ist die Stellgröße zunächst zu klein und der Regler dimmt dann auf den Sollwert hoch.

Wurde im dunklen Raum der Sollwert gesetzt, und wird dann im hellen Raum wieder eingeschaltet, dann ist die Stellgröße zunächst zu groß und der Regler dimmt dann auf den Sollwert hinunter.

Regler schaltet nicht ein

Nach dem Laden der Applikation in den LR/S 2.2.1 und der Parameter-einstellung:

Funktion: *Regler und Dimmer*

ist die interne Regelung im LR/S 2.2.1 bereits aktiviert und verwendet einen intern voreingestellten Sollwert.

Wenn jetzt, d.h. nach dem Laden der Applikation, eine an den LR/S 2.2.1 (z.B. über ein EVG) angeschlossene Leuchte nicht leuchtet, dann liegt der aktuelle Istwert über dem Sollwert, d.h. dem Regler ist es einfach zu hell und er schaltet deswegen nicht ein.

Wenn dann z.B. über einen Taster eine „1“ zum Schaltobjekt des Reglers gesendet wird und der Regler nicht einschaltet, dann liegt das ebenfalls daran, daß der Istwert größer als der Sollwert ist, d.h. die natürliche Beleuchtung reicht aus und es wird kein zusätzliches Kunstlicht benötigt.

Um den Regler zum Einschalten zu bringen, kann man z.B. den Fühler abdecken oder die Jalousien herablassen.

Setzen eines zweiten Sollwertes

Beim Setzen des Sollwertes wird als Sollwert die vom Lichtfühler in seinem Erfassungsbereich gemessene und in einen Widerstandswert umgesetzte Leuchtdichte (Leuchtdichte = Maß für den Helligkeitseindruck einer beleuchteten Fläche) übernommen

Wenn jetzt an das 8-Bit-Objekt des Lichtreglers ein Telegramm mit z.B. dem Wert 128 gesendet und danach sofort der Wert 1 an das Objekt „Sollwert setzen“ gesendet wird, dann wird als neuer Sollwert die vom Lichtfühler gemessene Leuchtdichte gespeichert.

War es z.B. beim erneuten Setzen des Sollwertes draußen dunkel, dann wird die Leuchtdichte deutlich geringer sein als wenn es z.B. beim erneuten Setzen des Sollwertes draußen sehr hell war. Damit sind auch die beiden Sollwerte unterschiedlich.

D.h. der zu dem 8-Bit-Objekt gesendete Wert kann nicht dazu benutzt werden, den Regler auf einen bestimmten neuen Sollwert einzustellen. Diese Einstellung ist rein zufällig.

Das Setzen eines definiertes zweiten Sollwertes ist damit beim LR/S 2.2.1 nicht möglich.

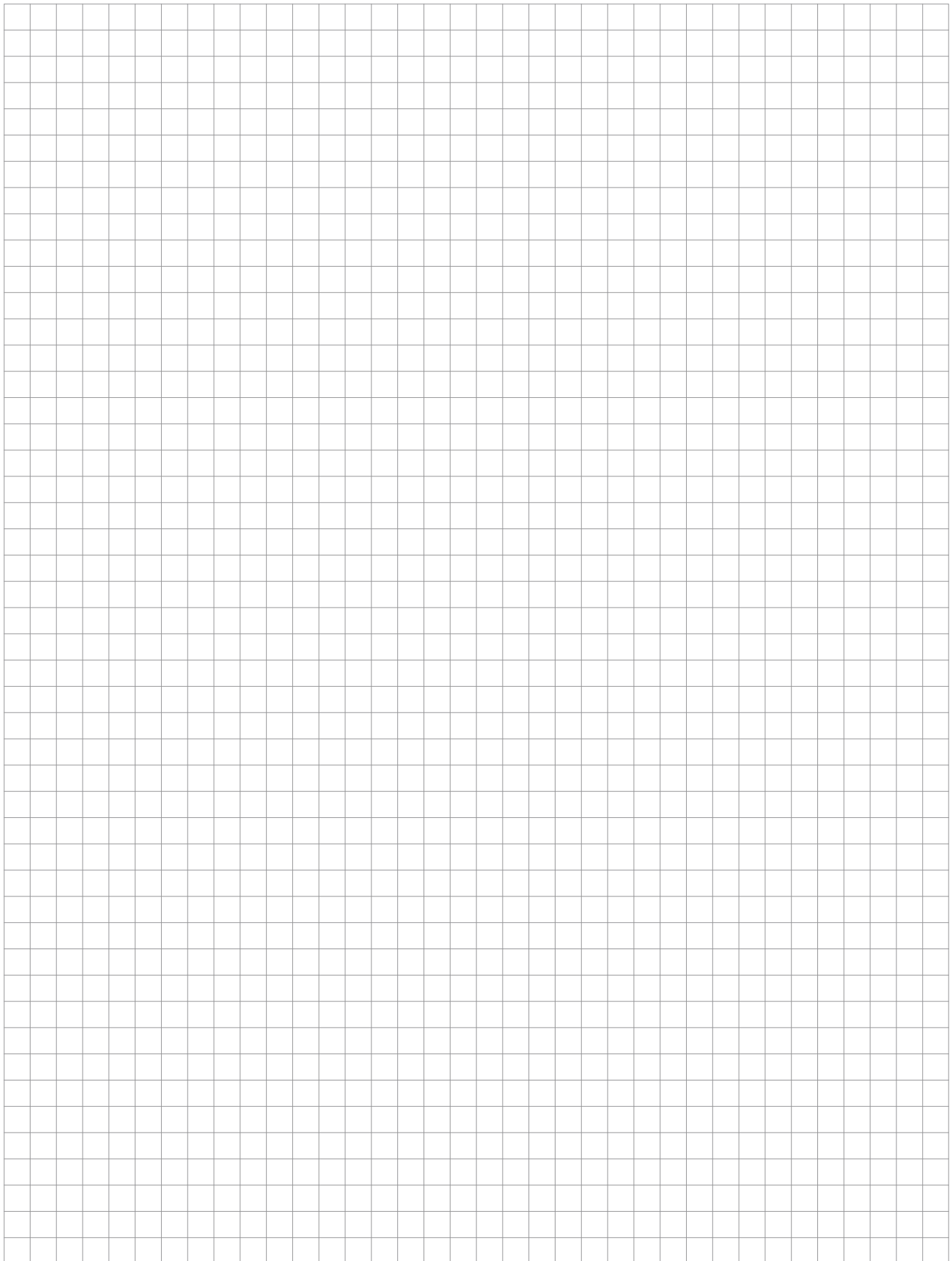
8 Test des Lichtreglers Um die Funktion des Regler schnell und einfach festzustellen, ist folgendermaßen vorzugehen:

Test 1: Einschalten, wenn Istwert kleiner Sollwert

1. Fühlerleitung kurzschließen (niederohmig = hell)
2. Entweder über 4-Bit oder 8-Bit Objekte voll hochdimmen
3. Sollwert setzen
4. Regler über 1-Bit-Objekt ausschalten
5. Fühlerleitung offen lassen (hochohmig = dunkel)
6. Regler über 1-Bit-Objekt einschalten Regler muß jetzt mit voller Helligkeit einschalten

Test 2: Einschalten, wenn Istwert = Sollwert

1. Fühlerleitung kurzschließen (niederohmig = hell)
2. Entweder über 4-Bit oder 8-Bit Objekte voll hochdimmen
3. Sollwert setzen
4. Regler über 1-Bit-Objekt ausschalten
5. Fühlerleitung kurzgeschlossen lassen (niederohmig = hell)
6. Regler über 1-Bit-Objekt einschalten Regler darf nicht einschalten





Die Angaben in dieser Druckschrift gelten vorbehaltlich technischer Änderungen

Druck Nr. 20DC-507.046 D0101
ersetzt G SK 09079 00 S0101

ABB STOTZ-KONTAKT GmbH

Postfach 10 16 80, 69006 Heidelberg
Eppelheimer Straße 82, 69123 Heidelberg
Telefon (0 62 21) 7 01-6 07
Telefax (0 62 21) 7 01-7 24
www.abb.de/eib
www.abb.de/stotz-kontakt

Technische Hotline
Telefon: (0 62 21) 7 01-4 34
E-mail: eib.hotline@de.abb.com