

# Anwendungshinweis

**Richtlinien zur Installation von „wireless“ Technologie im Gebäude**

Stand 18.08.06



## Einleitung

Durch die Verwendung der „wireless“ Technologie in der Übertragung von Sensormesswerten und dem Wegfall einfacher elektrischer Kabelverbindungen zwischen Sensor und Auswerteeinheit sind bei der Planung und Installation einige grundlegende Vorgaben zu beachten.

Diese Informationen sollen zum einen dem Planer bei der Auslegung der Funkstrecke helfen und zum anderen dem Systemintegrator/Installateur oder Servicetechniker bei der Inbetriebnahme oder im Fehlerfall als Hilfsmittel dienen.

## Grundlegende Dinge zu Funksignalen im Gebäude

Bei Funksignalen handelt es sich um elektromagnetische Wellen, die auf dem Weg vom Sender zum Empfänger gedämpft werden.

Sowohl die elektrische als auch die magnetische Feldstärke nimmt umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstandes von Sender und Empfänger ab ( $E, H \sim 1/r^2$ ).

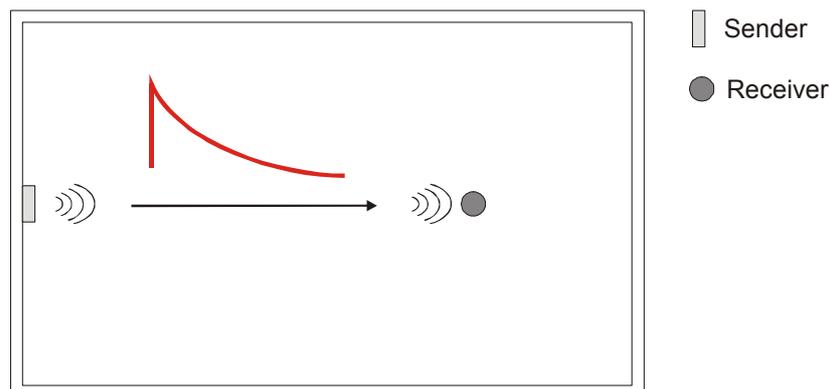


Bild: Verlauf Feldstärke

## Reflexion und Transmission

Neben dieser natürlichen Reichweiteinschränkung kommen noch weitere Störfaktoren hinzu: Metallische Teile, z.B. Armierungen in Wänden, Metallfolien von Wärmedämmungen oder metallbedampftes Wärmeschutzglas, reflektieren elektromagnetische Wellen. Daher bildet sich dahinter ein sogenannter Funkschatten.

Zwar können Funkwellen Wände durchdringen, doch steigt dabei die Dämpfung noch mehr als bei Ausbreitung im Freifeld.

Hier einige Beispiele unterschiedlicher Wandarten:

| Material                                    | Durchdringung |
|---|---------------|
| Holz, Gips, Glas unbeschichtet, ohne Metall | 90...100%     |
| Backstein, Pressspanplatten                 | 65...95%      |
| Beton mit Armierung aus Eisen               | 10...90%      |
| Metall, Aluminiumkaschierung                | 0...10%       |

Für die Praxis bedeutet dies, dass die verwendeten Baustoffe im Gebäude eine wichtige Rolle bei der Beurteilung der Funkreichweite spielen. Einige Richtwerte, damit man das Umfeld in etwa bewerten kann:

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Sichtverbindungen:       | Typ. 30m Reichweite in Gängen, bis zu 100m in Hallen |
| Rigipswände/Holz:        | Typ. 25m Reichweite durch max. 4 Wände               |
| Ziegelwände/Gasbeton:    | Typ. 15m Reichweite durch max. 2 Wände               |
| Stahlbetonwände/-decken: | Typ. 10m Reichweite durch max. 1 Wand/Decke          |

Hinweis: Versorgungsblöcke und Aufzugsschächte sollten als Abschottung gesehen werden

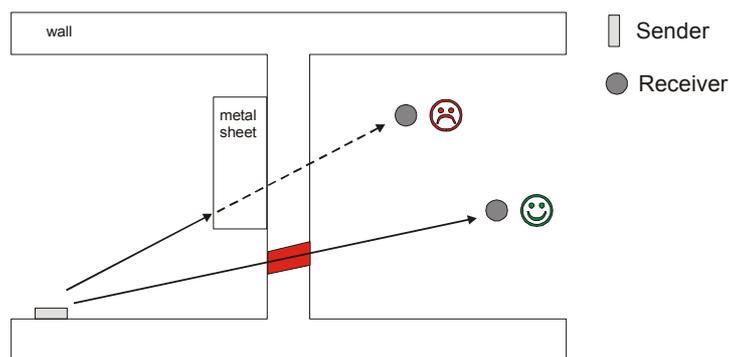


Bild: Abschottung der Funkwelle

Zudem spielt der Winkel eine Rolle, mit dem das gesendete Signal auf die Wand trifft. Je nach Winkel verändert sich die effektive Wandstärke und somit die Dämpfung des Signals. Nach Möglichkeit sollten die Signale senkrecht durch das Mauerwerk laufen. Mauernischen sind zu vermeiden.

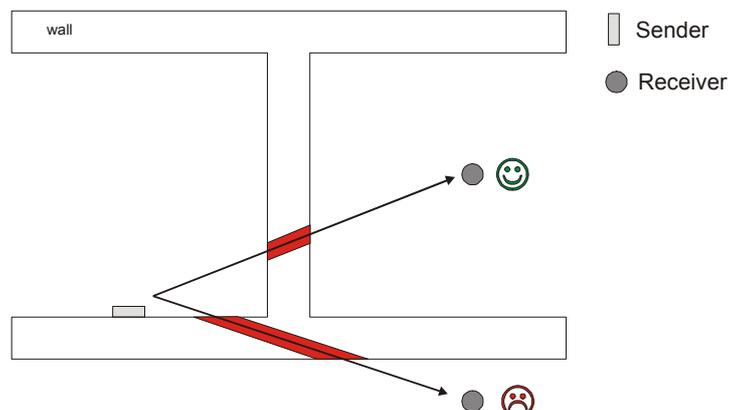


Bild: Verlauf der Funkwelle

## Montage der externen Empfangsantenne

Der ideale Montageort der externen Empfangsantenne ist an einer zentralen Stelle im Raum. Nach Möglichkeit sollte dabei die Antenne einen Abstand von min. 0,1m (min.  $\lambda/4$ , Bsp. Bei 868MHz  $\approx$  9cm) zur Wand und 0,5m von der Decke aufweisen. Aufgrund der Polarisierung der Antenne, sollte die Antenne nach unten oder oben ausgerichtet sein. Um einen ausreichenden Gegenpol bei einer halbseitigen Dipolantenne zu schaffen, sollte die Antenne auf eine min. 180x180mm (bei 868MHz) große ferromagnetische Metallplatte montiert werden. Bei der Verlegung des Antennenkabels ist darauf zu achten, dass das Kabel nicht geknickt wird (Veränderung des Wellenwiderstands -> Reflexionen auf der Leitung).

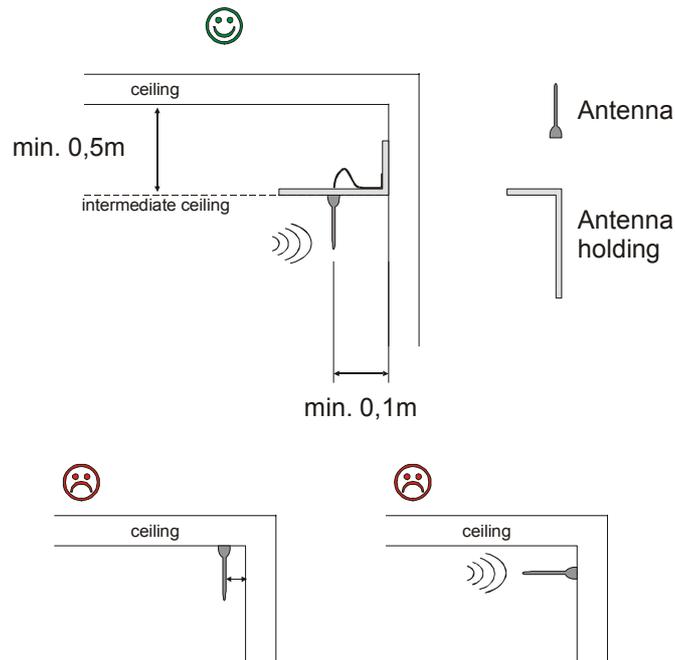


Bild: Antenne im Deckenbereich

## Geräte mit interner Empfangsantenne

Bei Geräten mit interner Empfangsantenne sollte der Montageort nicht auf der gleichen Wandseite wie der des Senders liegen. Funkwellen unterliegen im Wandbereich eher einer störenden Streuung oder Reflexion. Besser ist die gegenüberliegende oder anschließende Wandfläche.

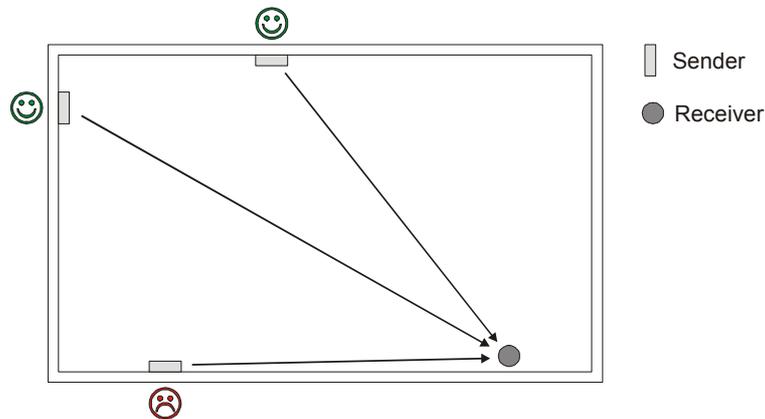


Bild: Funkwelle auf der Wandfläche

## Abstand der Empfänger/Antennen zu anderen Störquellen

Der Abstand zu anderen Sendern (z.B. GSM / DECT / Wireless LAN) sollte min. 0,5m betragen.

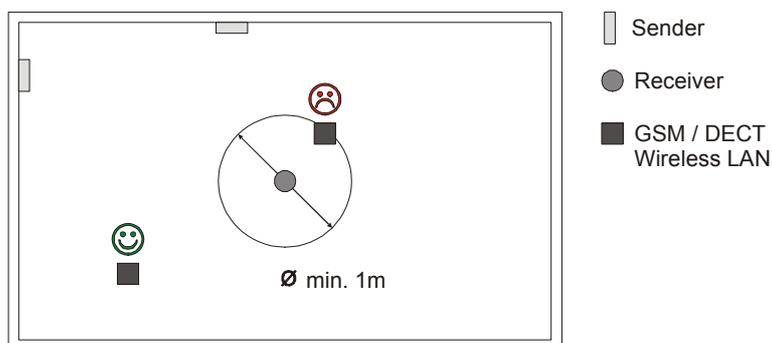


Bild: Abstand zu Störquellen

## Einsatz von Repeatern (Verstärkern)

Bei Problemen mit der Empfangsqualität kann der Einsatz von Repeatern sehr hilfreich sein. Im Folgenden werden zwei Einsatzmöglichkeiten dargestellt.

Tip: Im Vorfeld der Planung sollten eine Nachrüstung mit Repeater ggf. berücksichtigt werden.

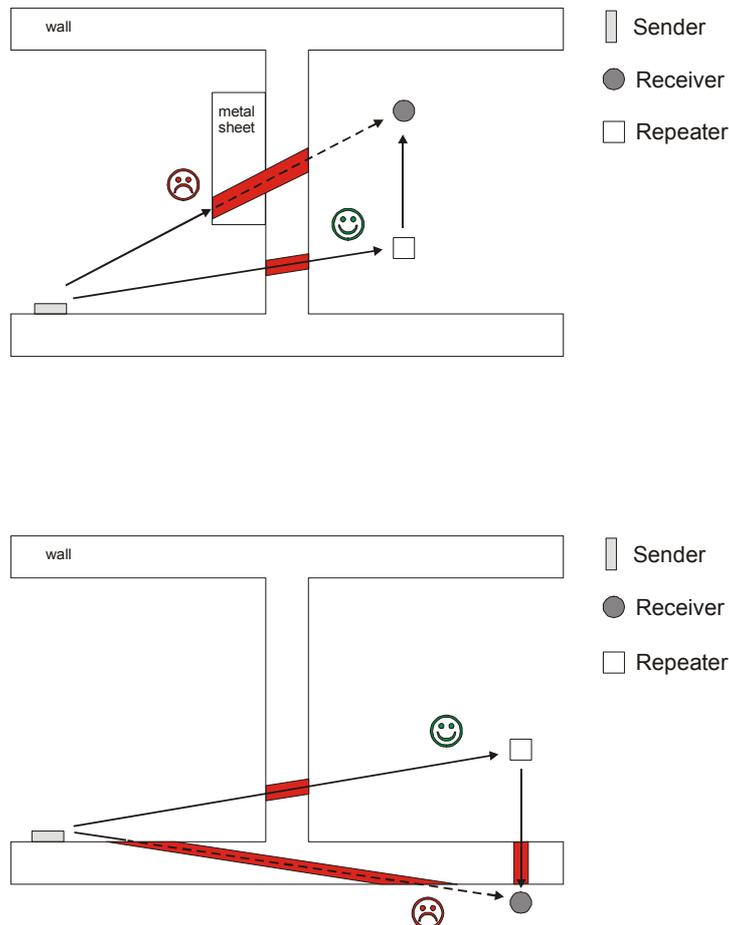


Bild: Einsatz eines Repeaters

## Feldstärke-Messgerät EPM100

Unter der Bezeichnung EPM100 steht ein mobiles Feldstärke-Messgerät zur Verfügung, welches dem Installateur zur einfachen Bestimmung der optimalen Montageorte für Sensor und Empfänger dient. Weiterhin kann es zur Überprüfung von gestörten Verbindungen bereits installierter Geräte benutzt werden. Am Gerät werden die Feldstärke empfangener Funktelegramme und störende Funksignale im Bereich 868MHz angezeigt. Weitere Informationen siehe Bedienungsanleitung EPM100.

Vorgehensweise bei der Ermittlung der Montageorte für Funksensor/Empfänger: Person 1 bedient den Funksensor und erzeugt durch Tastendruck Funktelegramme. Person 2 überprüft durch die Anzeige am Messgerät die empfangene Feldstärke und ermittelt so den optimalen Montageort.

## **Richtige Platzierung der Funkfühler mit Solarzelle**

Genauso wie man bei den Funksensoren aufgrund der Ausbreitung der Funkwellen bestimmte Rahmenbedingungen einhalten muss, sind bei der Auswahl des Montageortes in Bezug auf korrekte und ausreichende Umgebungshelligkeit bestimmte Vorgaben einzuhalten.

Durch die Verwendung der energieoptimierten EnOcean Funktechnik in den „EasySens“ Funksensoren, die sich mittels einer 2cm<sup>2</sup> großen Solarzelle selbst mit elektrischer Energie versorgen, können die Geräte ohne Batterien arbeiten. Durch den Wegfall austauschbarer Batterien sind die Geräte quasi wartungsfrei und umweltschonend.

Gegebenenfalls muss nach längerer Lagerung der Funksensoren in Dunkelheit, z.B. während der Inbetriebnahme, der solarbetriebene Energiespeicher nachgeladen werden. In der Regel geschieht dies automatisch während der ersten Betriebsstunden im Tageslicht. Sollte die Anfangsladung in den ersten Betriebsstunden nicht ausreichend sein, erreicht der Fühler jedoch spätestens nach 3 bis 4 Tagen seine volle Betriebsbereitschaft. Spätestens nach dieser Zeit sendet der Fühler auch problemlos im Dunkelbetrieb (nachts).

Bei der Auswahl des Montageortes sollten folgende Punkte beachtet werden:

- Die Mindestbeleuchtungsstärke von 200lx sollte für mindestens 3-4 Stunden täglich am Montageort vorhanden sein - unabhängig davon, ob es sich um Kunst- oder Tageslicht handelt. Zum Vergleich: Die Arbeitsstättenverordnung fordert für Büroarbeitsplätze eine Mindestbeleuchtungsstärke von 500lx.
- Direkte und dauerhafte Sonneneinstrahlung sollte vermieden werden.
- Nicht über den Tagesverlauf ausreichend ausgeleuchtete Raumnischen sollten gemieden werden.
- Bei der Verwendung von gebündeltem Kunstlicht sollte der Einfallswinkel auf die Solarzelle nicht zu steil sein.
- Der Fühler ist mit der Solarzellenseite bevorzugt in Fensterrichtung zu montieren, dabei ist die direkte Sonneneinstrahlung zu vermeiden. Zeitweise direkte Sonneneinstrahlung würde zu verfälschten Messwerten bei der Temperaturerfassung führen.
- Der Montageort sollte auch im Hinblick auf die spätere Nutzung des Raumes so gewählt werden, dass eine Abschattung durch die Benutzer, z.B. durch Ablageflächen oder Rollcontainer, vermieden wird.

## **Unterschied zwischen Tageslicht und Kunstlicht**

Die zur Stromerzeugung genutzten Solarzellen liefern je nach Lichtquelle unterschiedliche Werte. Die beste Lichtquelle für Solarzellen ist aufgrund der breitbandigen Zusammensetzung im Frequenzbereich Tageslicht. Kunstlicht (Leuchtstofflampen, Kaltlicht) dagegen verringern aufgrund der schmalbandigen Zusammensetzung die Leistung der Solarzelle. Abhängig vom Solarzellentyp und der Lichtquelle bedeutet dies, dass bei gleicher Beleuchtungsstärke (lux) je nach Wellenlänge des Lichtes mehr oder weniger Energie zur Verfügung steht. Tageslicht liefert bei gleicher Beleuchtungsstärke eine 25-100% höhere Energieausbeute als vergleichbares Licht von Leuchtstofflampen.

Über den Tag und die Jahreszeiten betrachtet setzt sich in der Regel die Umgebungshelligkeit im Raum aus unterschiedlichen Anteilen von Tageslicht und Kunstlicht zusammen. Während der Wintermonate ist der Tageslicht-Anteil in der Regel am geringsten. Deshalb sollte bei der Auswahl des Montageortes die Beleuchtungsstärke in diesem Zeitraum (November-Januar) berücksichtigt werden.

Weiterhin hat die Ausrichtung der Solarzelle zur Lichtquelle einen Einfluss auf die Energiegewinnung: Eine Horizontale Ausrichtung der Solarzelle zur Lichtquelle hat eine bis zu 3mal höhere Energieausbeute zur Folge als eine vertikale Ausrichtung.

### Mindest-Beleuchtungsstärke im Raum

Folgende Mindestanforderungen an Beleuchtungsstärken und -zeiten sollten am Montageort des Sensors eingehalten werden, damit ein ständiger Betrieb der Geräte bei Mischlicht (Tages und Kunstlicht) gewährleistet ist:

Easysens Sensoren: 140 lx bei Tageslicht oder 200 lx bei Kunstlicht (Leuchtstofflampen) für mindesten 2 Stunden pro Tag.

Generell gilt: Um mit Kunstlicht (Leuchtstofflampe) die gleiche Energieausbeute wie mit Tageslicht zu erhalten, muss die Leuchtstofflampe eine um 30% höhere Beleuchtungsstärke liefern.

Die Höhe der Beleuchtungsstärke (Ladung des Energiespeichers) hat einen Einfluss auf die Sendeintervalle des Fühlers: Bei Einhaltung obiger Vorgaben an die Beleuchtungsstärken und –zeiten wird sich die Ladung des Energiespeichers oberhalb von 3,3V bewegen (siehe Diagramm). Spielt die Toleranz der Sendezeiten im Betrieb eine untergeordnete Rolle, ist es möglich den Fühler auch mit etwas geringeren Beleuchtungsstärken zu betreiben. Dabei ist der Verlauf der Sendeintervalle gegenüber der Ladung des Energiespeichers zu beachten:

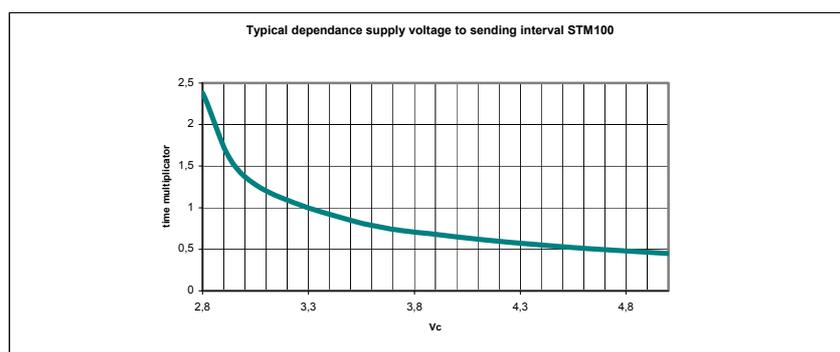


Bild: Variation der Sendeintervalle in Abhängigkeit des Energiespeichers

## Richtwerte von Beleuchtungsstärken

Zur Information sind in der folgenden Tabelle einige Richtwerte von Beleuchtungsstärken wiedergegeben. Diese Werte können im Rahmen einer Planung durch die Verwendung eines handelsüblichen Luxmeters vom Anwender einfach verifiziert werden (mögliche Bezugsquelle: Conrad Elektronik, Luxmeter MS-1300, Best.-Nr. 128800-62, ca. Preis 35€).

Bei der Messung ist darauf zu achten, dass das Luxmeter eine ausreichende Genauigkeit besitzt (typ.  $\pm 10\text{Lux}$ ) und an der Stelle gemessen wird, an die der spätere Sensor montiert wird.

| Gebäudetyp    | Raumart                 | Typ. Beleuchtungsstärke |
|---------------|-------------------------|-------------------------|
| Wohnhaus      | Wohnzimmer              | 100 – 500 lx            |
| Schulen       | Tafel                   | 500 – 1000 lx           |
|               | Flur                    | 100 – 300 lx            |
|               | Allgemeiner Klassenraum | 300 – 500 lx            |
|               | Bibliothek              | 500 – 1000 lx           |
| Bürogebäude   | PC Arbeitsplatz         | 200 – 500 lx            |
|               | Besprechungsraum        | 300 – 700 lx            |
|               | Kantine                 | 150 – 300 lx            |
|               | Flur                    | 50 – 100 lx             |
|               | Rezeption               | 300 – 700 lx            |
|               | WC                      | 100 – 300 lx            |
| Fabrikgebäude | Produktionshalle        | 500 – 1000 lx           |
|               | Büro                    | 300 – 750 lx            |
|               | CAD Arbeitsplätze       | 500 – 1000 lx           |
|               | Labor                   | 500 – 1500 lx           |
|               | Versand/Warenannahme    | 300 – 700 lx            |
|               | Lager                   | 100 – 300 lx            |
| Krankenhaus   | Besucherräume           | 300 – 500 lx            |
|               | Schulungsräume          | 300 – 700 lx            |
|               | Operationssäle          | 500 – 1500 lx           |
|               | Patientenzimmer         | 100 – 300 lx            |
|               | Labor                   | 500 – 1000 lx           |
|               | Wäscherei               | 150 – 300 lx            |
| Hotels        | Empfang                 | 300 – 700 lx            |
|               | Eingangsbereich         | 100 – 300 lx            |
|               | Restaurant              | 150 – 300 lx            |
|               | WC                      | 100 – 300 lx            |
|               | Bar                     | 50 – 150 lx             |
|               | Flur                    | 50 – 100 lx             |
|               | Treppenhaus             | 50 – 150 lx             |
| Kaufhaus      | Verkaufsräume           | 300 – 1000 lx           |
|               | Präsentationsräume      | 300 – 1500 lx           |
|               | Versand/Warenausgabe    | 200 – 300 lx            |
|               | Foyer                   | 300 – 500 lx            |
|               | Besprechungsräume       | 300 – 700 lx            |
| Messehallen   | Messestände             | 300 – 500 lx            |
| Sportstadien  | Innenräume              | 200 – 500 lx            |

Tabelle: Typische zu erwartende Beleuchtungsstärken

**Wichtiger Hinweis bei der Bestimmung der Beleuchtungsstärke:**

Es ist darauf zu achten, dass es teils erhebliche Abweichungen zwischen der Raummitte und den Wandbereichen gibt (siehe folgendes Bild). Je nach Ausleuchtung, verwendetem Baumaterial, Farbe der Einrichtungsgegenstände etc. können innerhalb der Räume erhebliche Abweichungen auftreten. Deshalb können die Absolutwerte im Praxisfall stark abweichen. Wichtig ist, dass bei einer Vergleichsmessung mit einem Luxmeter auch am Montageort des Sensors gemessen wird.

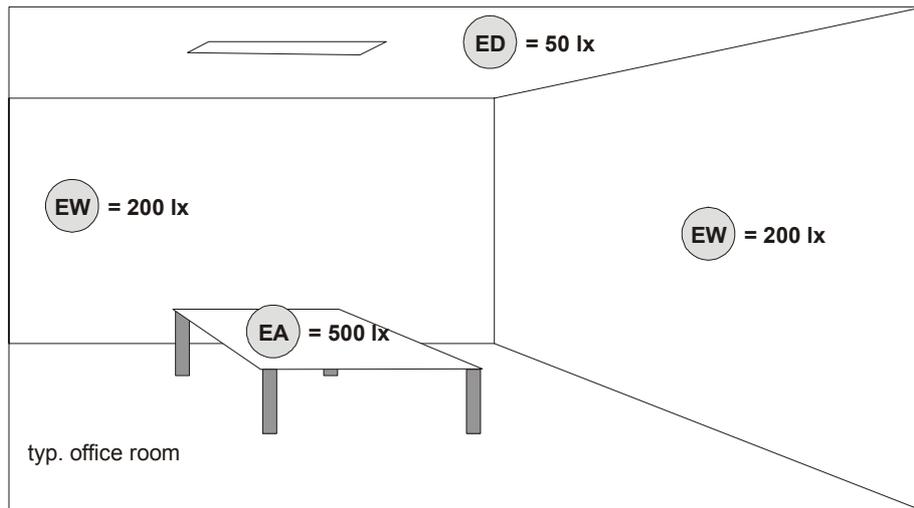


Bild: Beispiel eines Büroarbeitsplatzes mit Ausleuchtung der Arbeitsfläche von 500lx

## Troubleshooting

Durch Beachten obiger Hinweise bei der Auswahl der Montageorte von Sender und Empfängern, sollte ein störungsfreier Betrieb der Geräte gewährleistet sein. Sollte es dennoch zu Problemen bei der Funkübertragung kommen, kann folgende Fehlerübersicht als erstes Hilfsmittel dienen:

| Fehlerbild  | Mögl. Ursache  | Maßnahme   |
|---|--|--|
| Sensor sendet nicht   | Energiespeicher leer   | Bei Solar Sensor: Am Montageort für tägliche Beleuchtungsstärken >150lx über 3-4 Stunden sorgen.<br><br>Nach 3-4Tagen hat der Sensor seine volle Betriebsbereitschaft erreicht und sendet auch in Dunkelheit.<br><br>Gegebenenfalls Solarfühler durch Batteriefühler tauschen<br><br>Bei Batteriefühler: Batterie prüfen/austauschen |
|   | Energiespeicher ist bei der Inbetriebnahme nicht ausreichend geladen | Energiespeicher des Sensors laden (2 Stunden bei 1000Lux): z.B. Sensor 2 Stunden auf die sonnige Fensterbank stellen.  |
| Sensor hört trotz Beleuchtung nach einiger Zeit auf zu senden | Energiespeicher wird nicht ausreichend geladen                       | Bei Solar Sensor: Am Montageort für tägliche Beleuchtungsstärken >150lx über 3-4 Stunden sorgen.<br><br>Gegebenenfalls Solarfühler durch Batteriefühler tauschen<br><br>Steckbrücken kontrollieren, höhere Sendeintervalle einstellen  |
|   | Energiespeicher war bei der Inbetriebnahme nicht ausreichend geladen | Energiespeicher des Sensors laden (2 Stunden bei 1000Lux): z.B. Sensor 2 Stunden auf die sonnige Fensterbank stellen.  |
| Sensor hört nachts auf zu senden. Morgens sendet er wieder    | Energiespeicher wird tagsüber nicht ausreichend geladen              | Bei Solar Sensor: Am Montageort für tägliche Beleuchtungsstärken >150lx über 3-4 Stunden sorgen.<br><br>Gegebenenfalls Solarfühler durch Batteriefühler tauschen<br><br>Steckbrücken am Sensor kontrollieren, höhere Sendeintervalle einstellen  |
|   | Energiespeicher war bei der Inbetriebnahme nicht ausreichend geladen | Am Montageort für tägliche Beleuchtungsstärken >150lx über 3-4 Stunden sorgen.<br><br>Nach 3-4Tagen hat der Sensor seine volle Betriebsbereitschaft erreicht und sendet auch in Dunkelheit.  |

| Fehlerbild  | Mögl. Ursache   | Maßnahme   |
|---|---|--|
| Sensor wird nicht empfangen. Empfangs-LED am Empfänger leuchtet nicht | Sensor sendet nicht   | Überprüfung des Sensors<br>Siehe oben  |
|   | Sensor außerhalb der Reichweite des Empfängers montiert   | Montageort des Senders oder der Antenne verändern. Dabei die Reichweiten- und Montagehinweise im Datenblatt beachten   |
|   | Antenne nicht korrekt angeschlossen   | Verlegung des Antennenkabels überprüfen. Dabei die Montagehinweise im Datenblatt beachten  |
|   | Sensor nicht eingelernt   | Über den „Einlernmodus“ am Empfänger den Sensor neu einlernen  |
|   | Falschen Sensor eingelernt  | Über den „Einlernmodus“ am Empfänger den Sensor neu einlernen  |
|   | Sensor entfernt   | Über den „Einlernmodus“ am Empfänger neuen Sensor einlernen  |
| Sensor wird am Empfänger zeitweise nicht empfangen                    | Der Montageort des Sensors verändert sich zeitweise (Sensor ist auf einem mobilen Gegenstand befestigt) | Montageort des Senders innerhalb des Empfangsbereiches verlegen  |
|   | Zeitweise Veränderung der Umgebungsbedingungen (Schrank, Tür, Pflanzen, Menschen, Störsender)           | Abstand zu Störquellen prüfen.<br>Minimum 0,5m.<br><br>Gegebenenfalls Sensor oder Antenne des Empfängers versetzen.<br><br>Gegebenenfalls zusätzlichen Repeater einsetzen. |
|   | Sender liegt im Grenzbereich des Empfängers   | Sensor oder Antenne des Empfängers versetzen.<br><br>Oder zusätzlichen Repeater einsetzen.   |
| Sensor wird falsch ausgewertet  | Parameter am Empfänger falsch eingestellt (z.B. falscher Messbereich)                                   | Konfiguration des Empfängers prüfen. Siehe Softwarebeschreibung des jeweiligen Gerätes   |