

Programm- und Hardware-Beschreibung für eine Abschattungs- und Beleuchtungssteuerung mit dem Solar-Igel

Version 2.0

Erstellt von der

Universität Paderborn
Elektrische Energieversorgung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Voß

und dem

Westfälischen Umwelt Zentrum
Paderborn

Bearbeitet durch:

Dr.-Ing. E. Ortjohann
Dipl.-Ing. M. Gruffke
Dipl.-Phys. Ing. J. Bendfeld

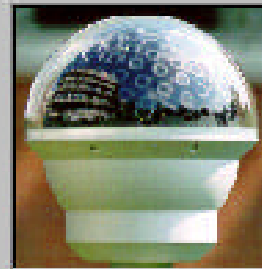
e-mail: info@solar-igel.de
Telefon: 05251 / 60 - 2304
Telefax: 05251 / 60 - 3235



Anbindung *Solar-Igel*

an den

Europäischen Installations Bus



Michael Gruffke
Dieter Thamm

Telefon: 05251 / 60 - 2304
Telefax: 05251 / 60 - 3235
email: gruffke@eevmic.uni-paderborn.de



Universität
Gesamthochschule Paderborn

1 Leistungsmerkmale der Steuerung

Die Leistungsmerkmale der zentralen Abschattungs- und Beleuchtungssteuerung mit dem Solar-Igel werden hier am Beispiel eines bereits realisierten Projektes beschrieben. In diesem Projekt wurde ein Verwaltungsgebäude mit einer zentralen Abschattungs- und Beleuchtungssteuerung ausgestattet. Dabei wird die solare Einstrahlung mit nur einem zentralen Sensor (Solar-Igel) richtungsdifferenziert erfaßt. Der Solar-Igel kann unterscheiden, ob direkte Sonneneinstrahlungsanteile oder diffuse Strahlungsanteile vorherrschen. Ziel der Software ist es, möglichst viel diffuses Sonnenlicht zur Beleuchtung der Büros zu nutzen. Gleichzeitig soll jedoch eine Blendung der Mitarbeiter und eine Aufheizung der Büros durch direkte Sonnenstrahlung verhindert werden. Bei Direktstrahlungswerten oberhalb eines (im Programm einstellbaren) Schwellwertes kann Blendung eintreten und die Jalousien der zur Sonne gewandten Büros werden heruntergefahren. Eventuell auftretende Abschattungswirkungen, z.B. durch andere Gebäude, werden dabei berücksichtigt. Um die Mitarbeiter nicht durch unnötige Jalousiebewegungen zu belasten, werden die vom Programm errechneten Jalousiestellungen nur alle 15 Minuten angefahren. Bei stark schwankenden Einstrahlungsverhältnissen werden die Jalousien in der Ab-Position gehalten, um unnötige Jalousiebewegungen zu vermeiden. Auf Wunsch läßt sich dieser Betrieb, im weiteren als Automatikbetrieb bezeichnet, für jedes Büro einzeln direkt vom Mitarbeiter im Büro durch Betätigung des Jalousietasters abschalten.

Leistungsmerkmale in Kurzform:

- Die Ansteuerung der Jalousien erfolgt durch einen Steuerrechner. Dieser empfängt die Einstrahlungsdaten vom Solar-Igel und generiert daraus Steuerbefehle für die Jalousien. Diese werden über den EIB (Europäischer Installations Bus) an die Jalousien weitergeleitet.
- Die zur Abschattungs- und Beleuchtungssteuerung entwickelte Software ermöglicht eine einfache Benutzerführung mittels graphischer Oberfläche (Windows-PC) und bietet zusätzlich eine Visualisierung der aktuellen Einstrahlungssituation sowie eine Anzeige der EIB-Aktivitäten.
- Der Automatikbetrieb fährt in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung die Jalousien Ab bzw. Auf .
- Der Automatikbetrieb orientiert sich am Sonnenaufgang bzw. Sonnenuntergang und kann ausgehend davon mit einer Vorlauf- und einer Nachlaufzeit versehen werden. Bei Meßende werden die Jalousien von allen Büros heraufgefahren, die sich im Automatikbetrieb befinden.
- Die Schaltoperationen werden zur Schonung der Jalousieantriebe und zur Reduktion der EIB-Belastung nur alle 15 Minuten ausgeführt.
- Ist die Außentemperatur unter einen einstellbaren Schwellwert gesunken, so werden die Jalousien trotz Sonneneinstrahlung nicht heruntergefahren. Dies dient zur Aufwärmung der Büros im Winter.
- Für Reinigungszwecke können alle Jalousien einer Etage entweder in die Auf - oder Ab - Position verfahren werden. Diese Funktion beinhaltet, daß, wenn beispielsweise in einem Büro trotz eines zentralen Auf -Befehls für alle Büros einer Etage ein Ab -Befehl gegeben wird, dies vom Steuerrechner erkannt wird. Als Folge reagiert der Steuerrechner mit einem erneuten Auf -Befehl für dieses Büro. Dieses Verfahren stellt keine echte Verriegelung dar.
- Mitarbeiter können im Büro durch Betätigen des Jalousietasters den Automatik-Modus verlassen.
- Durch vom Benutzer vorgebbare Zeiten können die aus dem Automatik-Modus ausgetretenen Büros wieder in die Automatik aufgenommen werden.
- Es wird ein zyklisches Signal vom Steuerrechner auf den EIB abgesetzt, welches anzeigt, daß die Software ordnungsgemäß arbeitet. Dies wird genutzt, um im Fehlerfall eine Signalleuchte zu aktivieren.
- Ergänzung zur Beleuchtungssteuerung: Für die im Gebäude herrschenden Helligkeitsverhältnisse ist im wesentlichen die Diffusstrahlung zu betrachten. Der Benutzer kann für die vom Solar-Igel gemessene Diffusstrahlung Schwellwerte vorgeben. Daraus werden die entsprechenden EIB-Befehle generiert mit denen die EIB-Beleuchtungseinrichtungen angesteuert werden können. Diese Ansteuerung erfolgt nicht durch den Steuerrechner, sonder muß EIB-seitig vorgenommen werden.

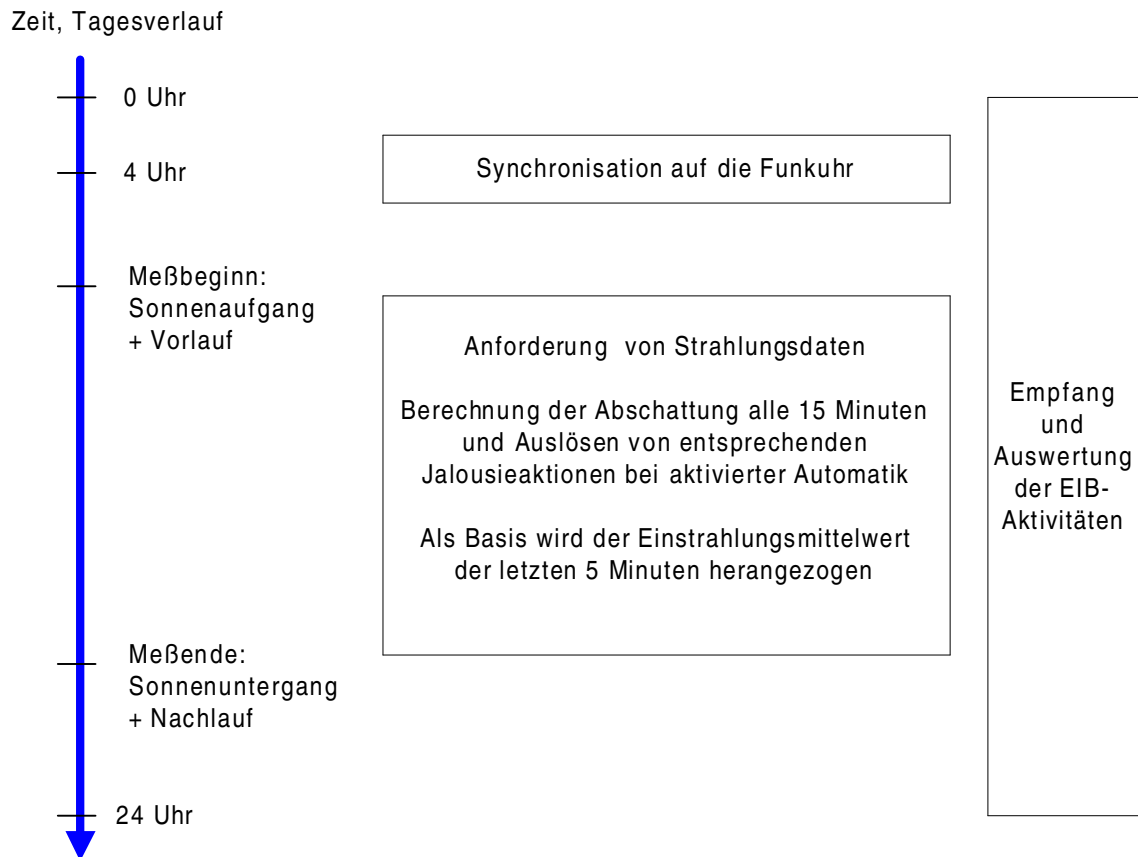


Bild 1.1: Zeitlicher Ablauf der Software

In Bild 1.1 ist eine Übersicht des zeitlichen Ablaufes der Software für einen Tag exemplarisch dargestellt. Grundsätzlich beginnt der Automatikbetrieb der Software mit dem Sonnenaufgang und endet mit dem Sonnenuntergang. Der Benutzer hat jedoch die Möglichkeit, diese Zeiten durch einen Vorlauf bzw. einen Nachlauf zu verändern. Neben dem Modul zur Abschattungsteuerung enthält die Software ein Modul zur Beleuchtungssteuerung. Dieses ist den ganzen Tag, außer in der Zeit zwischen 3:45 und 4:15, aktiv und dient dazu, EIB-Teilnehmer in Abhängigkeit von der Diffusstrahlung ein- oder auszuschalten.

Der Empfang und die Auswertung der einzelnen, nicht zum Sonnenschutz gehörenden EIB-Aktivitäten findet den ganzen Tag parallel dazu statt.

2 Eingesetzte Hardware

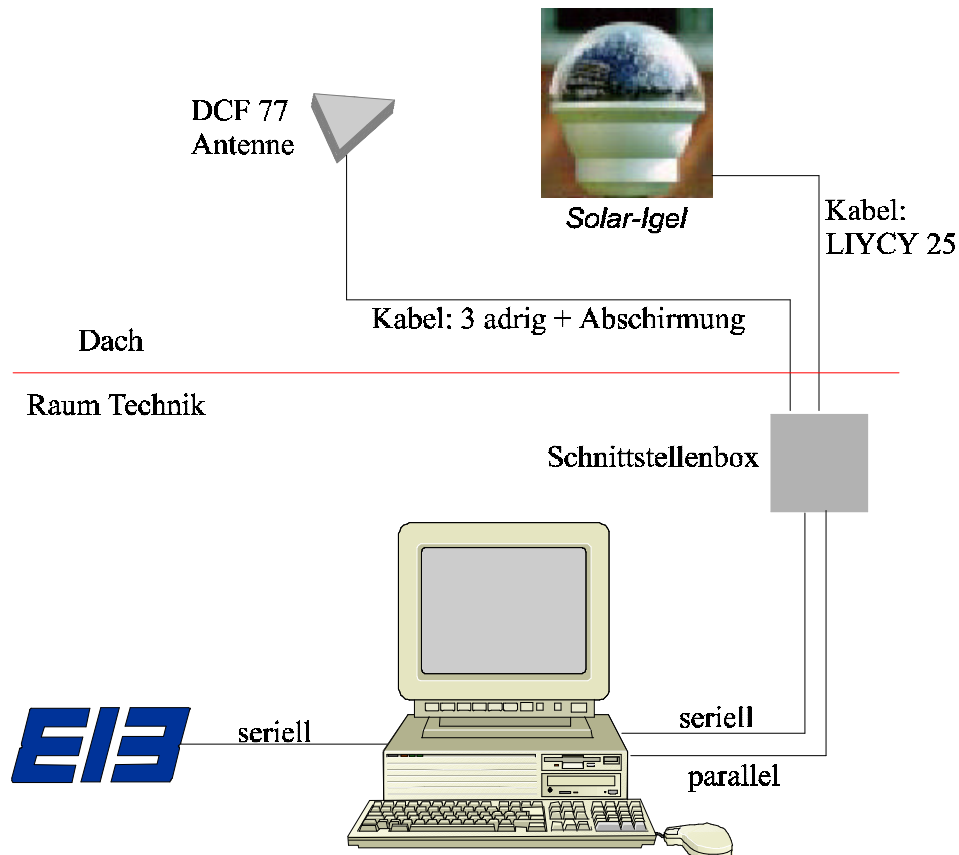


Bild 2.1: Das Meßsystem Solar-Igel mit Anbindung an den EIB

In Bild 2.1 ist der prinzipielle Aufbau des Meßsystems Solar-Igel zur Abschattungs- und Beleuchtungssteuerung über den EIB (Europäischer Installations Bus) dargestellt.

Die Hardware des Meßsystems besteht aus:

- **Solar-Igel**
Der Solar-Igel setzt sich aus einem optischen System zur richtungsaufgelösten Erfassung der solaren Einstrahlung und einer Meßelektronik zur Aufbereitung der elektrischen Signale der einzelnen Meßwandler zusammen. Die Meßelektronik besteht aus mehreren Verstärkerstufen, einem Analog-Digitalumsetzer (ADU), einem Multiplexer und einem Mikrocontroller. Der Mikrocontroller steuert den Meßbetrieb des Solarstrahlungssensors und stellt die Meßdaten dem Steuerrechner zur Verfügung.
- **Schnittstellenbox**
Die Schnittstellenbox wird zwischen Steuerrechner und Solar-Igel geschaltet und erfordert einen 230 V Netzanschluß. Sie ist für eine angepaßte Spannungsversorgung des Solar-Igel notwendig und dient gleichzeitig als Zwischenstation für die vom Solar-Igel aufgenommenen solaren Strahlungsdaten (Datentelegramme) an den Steuerrechner.

- DCF 77-Funkuhr

Die Funkuhr dient zur Synchronisation des Mikrocontrollers und des Steuerrechners auf das Zeitsignal und ist ebenfalls an der Schnittstellenbox angeschlossen.

2.1 Meßtechnisches Prinzip des Meßsystems Solar-Igel

Das Meßprinzip des Solarstrahlungssensors Solar-Igel basiert auf der partiellen örtlichen Erfassung der Einstrahlung in festen Himmelsbereichen. Auf einer Halbkugeloberfläche sind dazu radial 135 Bereichssensoren positioniert. Die scharfe Abgrenzung des Erfassungsbereiches des einzelnen Bereichssensors wird durch eine rotationssymmetrische Tubusoptik erreicht. In Bild 2.2 ist die vereinfachte Projektion der Erfassungsbereiche der einzelnen Tubusoptiken auf eine frei definierte Schnittkugel dargestellt.

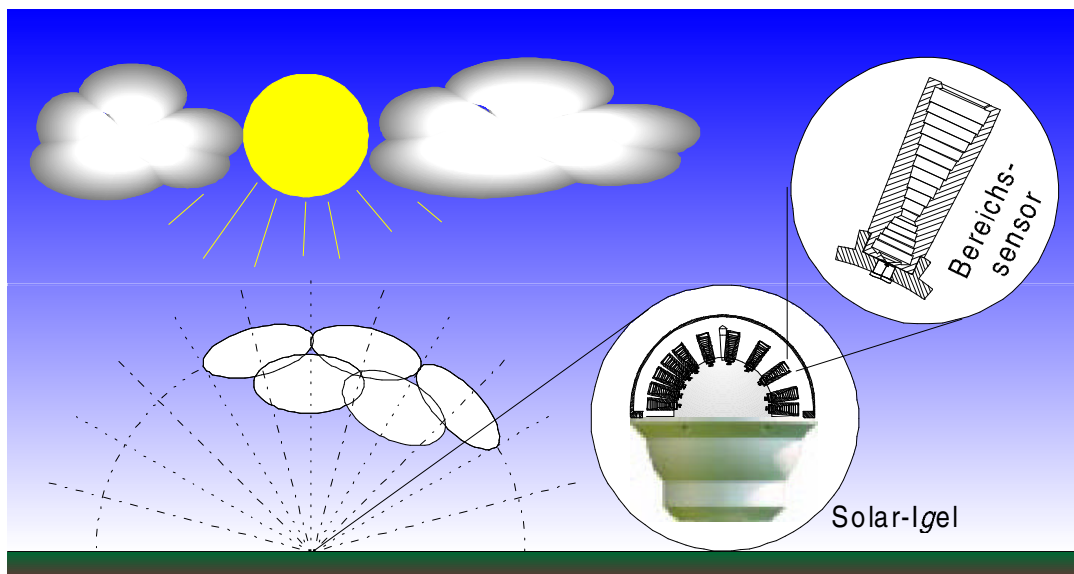


Bild 2.2 Schnitt des Meßsystems mit Sensor

Die Positionen der einzelnen Bereichssensoren auf der Trägerhalbkugel des Solarstrahlungssensors sind zur Erfassung des Himmelsbereiches optimiert. Etwaige Reflexionen innerhalb der Tubusoptik werden durch die spezielle Geometrie der Innenoberfläche unterdrückt. Am Fußende der Tubusoptik befindet sich jeweils ein Meßwandler auf Halbleiterbasis. Dieser wandelt die durch den Bereichssensor unter seinem festen Raumwinkel erfaßte Bestrahlungsstärke in ein proportionales elektrisches Signal um.

Bei der Bestimmung der Global-, Diffus- und Direktstrahlung aus den einzelnen Meßwerten der 135 Bereichssensoren kann es durch doppelt und nicht erfaßte Himmelsbereiche zu Fehlinterpretationen kommen. Zur Vermeidung von Mehrdeutigkeiten wird ein Sensor im Zenit der Halbkugel eingesetzt. Dieser besitzt keine Tubusoptik, sondern eine Lochblende mit einer sphärischen Linse, wodurch ein Erfassungsbereich von annähernd 180° erreicht wird.

2.2 Steuerrechner (PC)

Zur Steuerung und Visualisierung der Abschattungs- und Beleuchtungssteuerung wird ein PC mit gehobener Ausstattung eingesetzt. Dabei werden folgende Komponenten verwendet.

- PC mit gehobener Ausstattung und speziell für die Steuerung angepaßten Komponenten inkl. Festplatte und CD-ROM-Laufwerk;
- 17" S-VGA Monitor;
- Tastatur;
- Maus;
- Serielle Schnittstellen-Karte mit 2 High-Speed FIFO 16C550 RS232.V24 Schnittstellenbausteinen;
Diese wird für den simultanen Betrieb von EIB, Solar-Igel und Maus benötigt.
- Watchdog-Karte;

Dieser PC wurde mit einer speziellen Sicherheitseinrichtung ausgerüstet, einer Watchdog-Karte. Ist die Watchdog-Funktion der Karte aktiviert, so wird dies durch Aufleuchten einer gelben LED an der PC-Frontseite angezeigt. Die Karte wird durch die Software aktiviert und erwartet dann ein regelmäßiges Rücksetzsignal. Bleibt das Rücksetzsignal aus, so wird nach Ablauf der voreingestellten Zeit von einer Minute der Rechner über die Karte durch einen Reset neu gestartet. Bei einem Neustart des Systems startet sich die Software automatisch. Dadurch kann der PC wieder in einen definierten Grundzustand versetzt werden, unabhängig davon, ob es sich um ein erkanntes Kommunikationsproblem oder einen Fehler handelt, der vom Betriebssystem verursacht wurde.

2.3 Inbetriebnahme

- **Steuerrechner (PC)**

Vor der Inbetriebnahme sind die beiden Verbindungen vom Rechner zur Schnittstellenbox (serielle und parallele Schnittstelle), die Verbindungen zur Funkuhr und zum Solar-Igel sowie die Verbindung zum EIB zu überprüfen. Rechner und Schnittstellenbox müssen an der gleichen Stromversorgung angeschlossen sein. Andernfalls kann, z.B. bei Ausfall der Stromversorgung des Solar-Igel, die Software im Mikrocontroller gelöscht werden. Es kann erst wieder gemessen werden, wenn die Software neu gestartet wird, da dann die Meßsoftware erneut übertragen wird.

- **EIB-Sicherheitsschaltung**

Mit der EIB-Sicherheitsschaltung kann erkannt werden, ob die Sonnenschutzsteuerung ausgefallen bzw. der EIB und der Steuerrechner voneinander getrennt wurden. Liegt ein derartiger Fehler vor, so erzeugt die EIB-Schutzschaltung selbständig einen EIB-Befehl, mit dem eine dezentrale EIB-Störmeldeleuchte oder andere Sicherheitsmaßnahmen angesteuert werden können. Die Sonnenschutzsteuerungssoftware ist für den Betrieb der EIB-Sicherheitsschaltung vorbereitet, die dazu benötigten EIB-Komponenten werden im folgenden beschrieben. Es werden ein zusätzlicher Jalousieaktor, bei dem das Objekt zeitliche Überwachung genutzt werden kann, eine Tasterschnittstelle und gegebenenfalls eine EIB-Störmeldeleuchte benötigt.

Dies können z.B. folgende EIB Komponenten der Firma ABB sein:

- Jalousieaktor JA/S 2.6.1
- Tasterschnittstelle TS/U 4.1
- Störmeldeleuchte, EIB-fähig

Die EIB-Sicherheitsschaltung wird bei Programmstart durch EIB-Befehle des Steuerrechners aktiviert. Dazu wird über den EIB an den dafür vorgesehenen Jalousieaktor der Befehl kein Windalarm und ein Befehl der bewirkt, daß die Jalousie in die Ab-Position gefahren wird gesendet. Außerdem wird eine vorhandene Störmeldeleuchte zurückgesetzt. Damit ist die Sicherheitsschaltung aktiviert und erwartet von nun an ein zyklisches Rücksetz-Signal vom Steuerrechner. Trifft innerhalb der Überwachungszeit von ca. 5 Minuten kein Rücksetz-Signal vom Steuerrechner ein, da der Steuerrechner ausgefallen oder die Verbindung unterbrochen ist, so spricht der Jalousieaktor an und schließt an seinem Leistungsausgang einen Kontakt mit dem eine daran angeschlossene Jalousie in die definierte Sicherheitsstellung auf fahren würde. Dieser Kontakt kann auch durch eine daran angeschlossene Tasterschnittstelle ausgewertet werden, um einen EIB-Befehl zu erzeugen. Dazu muß die Tasterschnittstelle so programmiert sein, daß nur bei einer steigenden Flanke und einem geschlossenen Kontakt ein EIB-Befehl auf den EIB gesendet wird. Dieses Telegramm kann dazu verwendet werden, um eine EIB-Störmeldeleuchte anzusteuern oder z.B. aus Sicherheitsgründen alle Dachjalousien zuzufahren. Bei erneutem Programmstart wird die EIB-Störmeldeleuchte durch die Software automatisch wieder gelöscht.

3 Programm zur Gebäudeabschattungssteuerung

3.1 Aufruf des Programms

Das ausführbare Programm ist auf der Festplatte unter gespeichert. Es ist eine Verknüpfung im Autostart-Ordner von Windows zu diesem Programm eingerichtet, so daß beim Start von Windows dieses Programm automatisch gestartet wird. Windows wird ebenfalls automatisch beim Start des Steuerrechners gestartet.

3.2 Ablauf des Programms

Nach dem Aufruf erscheint als erstes eine Anzeige, die den Ablauf der Programminitialisierung dokumentiert.

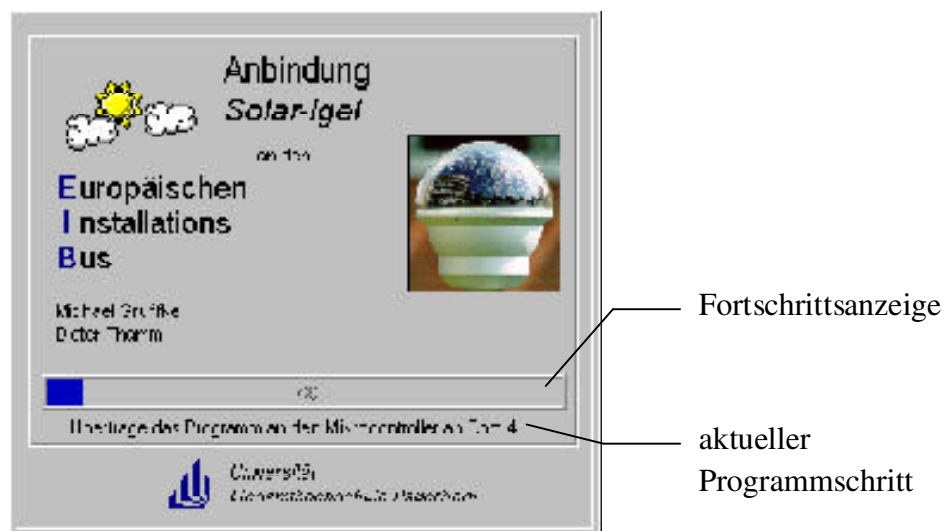


Bild 3.1: Programminitialisierung

Innerhalb dieser Programminitialisierung werden die nachfolgend aufgeführten Programmschritte durchlaufen:

- Programmübertragung
Bei jedem Start der Software wird die Meßsoftware an den Mikrocontroller im Solar-Igel übertragen. Diese Meßsoftware sendet dann auf Anfrage des PCs die aktuellen Solarstrahlungsmeßwerte an den PC. Kann im Fehlerfall die Meßsoftware nicht richtig übertragen werden, so wird dies erkannt und es wird wiederholt versucht, die Meßsoftware zu übertragen. Ist die Programmübertragung zehnmal fehlgeschlagen, da z.B. die Verbindung zur Schnittstellenbox oder zum Solar-Igel unterbrochen ist, so ist keine Abschattungs- und Beleuchtungssteuerung möglich, da keine Strahlungswerte gemessen werden können. In diesem Fall wird die folgende Meldung ausgegeben:



Bild 3.2: Fehlermeldung bei mißlungener Programmübertragung

Ist der Watchdog aktiviert, so wird daraufhin der Rechner und somit die Software neu gestartet. Wird der Steuerrechner mehr als fünfmal auf diese Weise neu gestartet, so wird dies durch folgende Meldung angezeigt:

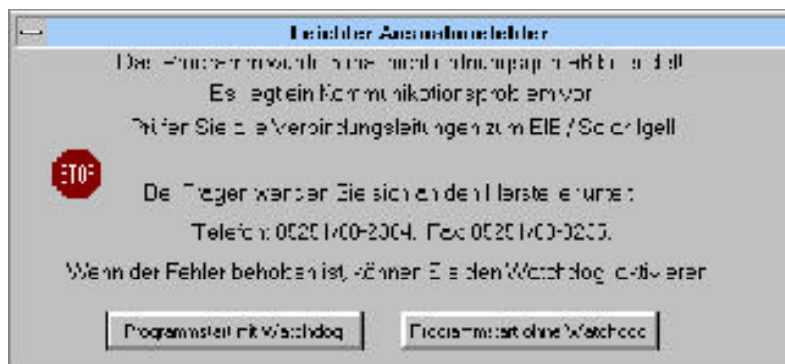


Bild 3.3: Fehlermeldung nach wiederholt aufgetretenem Kommunikationsproblem

Nach Bestätigung mit **Programmstart mit Watchdog** läuft die Software erneut an, die Watchdog-Karte wird aktiviert. Dies sollte dann erfolgen, wenn das Kommunikationsproblem (z.B. mit dem EIB) behoben wurde. Konnte der Fehler nicht lokalisiert oder behoben werden, so sollte ein **Programmstart ohne Watchdog** erfolgen. Wird der Fehler später behoben, so kann der Watchdog durch Beenden und anschließendes Neustarten des Programmes aus dem Autostart-Ordner wieder aktiviert werden.

Diese Meldung tritt auch dann auf, wenn die Software fünfmal nicht ordnungsgemäß beendet wurde; dies kann z.B. auch durch direktes Ausschalten des PCs während des Betriebes Software ausgelöst werden. Daher sollte der PC nicht ausgeschaltet werden, während die Software aktiv ist!

- Synchronisation auf die DCF 77-Funkuhr

Der PC und die Uhr des Mikrocontrollers im Solar-Igel synchronisieren sich bei jedem Programmstart und jeden Tag um 4 Uhr morgens auf die Funkuhr. Damit können die Meßwerte zeitlich immer eindeutig zugeordnet werden, so daß auch die Zeitumstellung Sommer/Winter automatisch berücksichtigt wird.

Während des Programmstarts kann anhand der Fortschrittsanzeige überprüft werden, ob regelmäßig Daten von der Funkuhr empfangen werden. Unterhalb der Fortschrittsanzeige wird eine Mitteilung ausgegeben, ob gerade Zeitdaten empfangen werden oder ob auf den Beginn eines neuen Telegramms gewartet wird. Ist ein fehlerfreier Empfang der Funkuhrdaten nicht möglich, so wird der Synchronisationsversuch vom Programm spätestens nach 10 Minuten abgebrochen und das Programm fortgesetzt. Das Ergebnis der letzten Synchronisation wird auf der Benutzeroberfläche (siehe Bild 3.4) unter *Solar-Igel Status / Funkuhr* angezeigt. Dort steht bei erfolgreicher Synchronisation ein *OK*, andernfalls *Fehler*. Kann mehrere Tage hintereinander nicht fehlerfrei synchronisiert werden, so sind die Anschlußleitungen zur Funkuhr zu überprüfen.

- Kommunikation mit dem EIB

Beim Programmstart wird auch eine Verbindung zum EIB aufgebaut. Ist die Verbindung zum EIB nicht gegeben, so wird dies beim Senden eines EIB-Telegramms erkannt und auf der Benutzeroberfläche (siehe Bild 3.4) im Feld *EIB Status* durch einen Eintrag *Time Out* gekennzeichnet. Die Software überprüft nun zyklisch 30 Minuten lang, ob die Verbindung zum EIB wiederhergestellt werden kann. Ist dies nicht der Fall, so wird über den Watchdog der Rechner neu gestartet.

3.3 Benutzerführung

3.3.1 Menüleiste

Nachfolgend werden die einzelnen Menüpunkte inhaltlich vorgestellt.



Bild 3.4.1: Menüleiste der Benutzeroberfläche

- *Anmelden / Abmelden:*
Durch *Anmelden* (Passwort geschützt) kann die Berechtigung erlangt werden, Jalousien zu verfahren oder Einstellungen am Programm zu verändern (siehe Grundeinstellungen). Zudem ist es erst nach der Anmeldung möglich, das Programm zu beenden; der Menüeintrag erscheint in angemeldetem Zustand nicht mehr grau, sondern schwarz. Diese Berechtigung kann durch den Menüpunkt *Abmelden* (er ersetzt den Menüpunkt *Anmelden* nach der erfolgreichen Anmeldung) widerrufen werden.

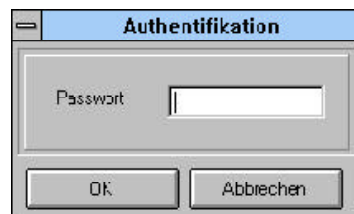


Bild 3.5: Anmelden eines Benutzers

- *Neues Passwort:*
Durch diesen Menüpunkt kann das Anmelde-Passwort verändert werden. Dieser Menüpunkt ist nur wählbar, wenn sich der Benutzer zuvor angemeldet hat.



Bild 3.6: Vergabe eines neuen Benutzer-Passwortes

- *Grundeinstellungen:*

In diesem Menü können Einstellungen des Programms verändert werden. Nach dem Aufruf dieses Menüpunktes wird ein Fenster mit zwei Registerkarten sichtbar.

1. *Abschattungssteuerung:*

Auf dieser Registerkarte können nur Änderungen vorgenommen werden, wenn der Benutzer sich angemeldet hat, sonst ist diese Registerkarte nur zur Kontrolle der Einstellungen sichtbar.

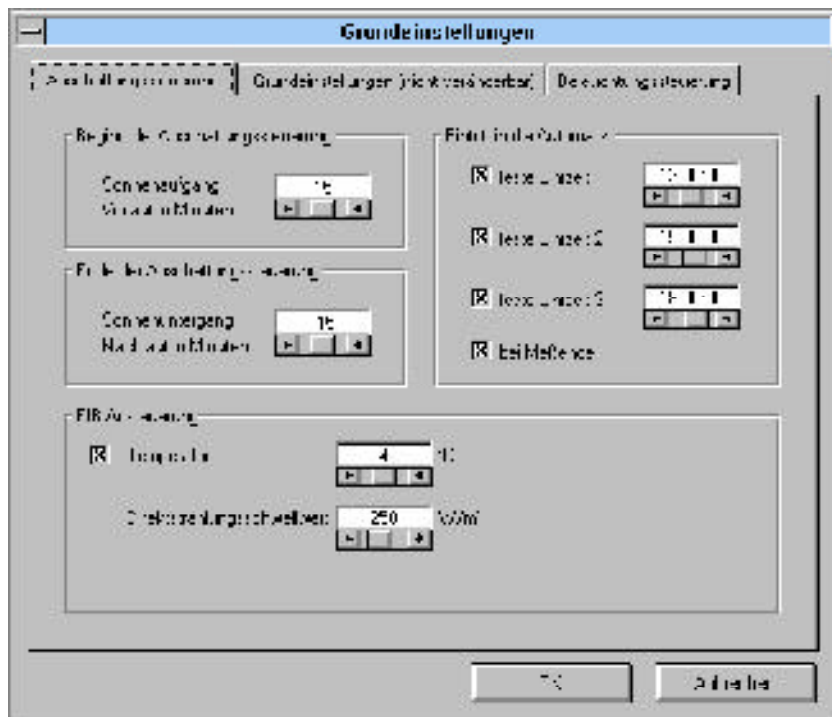


Bild 3.7: Veränderbare Grundeinstellungen der Abschattungs-Steuerung

Beginn der Abschattungs-Steuerung: Die Steuerung startet normalerweise mit Sonnenaufgang. Soll der Start zu einem anderen Zeitpunkt erfolgen, so kann dies mit einem Vorlauf in Minuten über den Schieberegler eingestellt werden. Negative Werte bedeuten, daß die Steuerung bereits vor Sonnenaufgang startet.

Ende der Abschattungs-Steuerung: Die Steuerung endet normalerweise mit Sonnenuntergang. Soll das Ende zu einem anderen Zeitpunkt erfolgen, so kann dies mit dem Nachlauf in Minuten über den Schieberegler eingestellt werden. Negative Werte bedeuten, daß die Steuerung vor Sonnenuntergang endet. Ist der Tageszeitpunkt erreicht, bei dem die Abschattungs-Steuerung endet, so werden alle Jalousien, die im Automatik-Modus sind, in die Auf -Position verfahren.

Eintritt in die Automatik: Einzelne Mitarbeiter können durch Betätigen des Jalousietasters im Büro den Automatik-Modus verlassen. Diese Büros befinden sich dann im Handsteuerungs-Modus und werden in der Visualisierung durch rote Jalousiepfeile gekennzeichnet. Zu den mit *Uhrzeit 1* bis *Uhrzeit 3* benannten Zeiten werden alle Büros, die den Automatik-Modus verlassen haben, wieder in den Automatik-Modus zurückgeführt. Damit eine gewählte Uhrzeit aktiv werden kann, muß das Kästchen vor der Uhrzeit markiert sein. Ist der Eintritt in den Automatik-Modus bei Meßende gewählt, so werden bei Meßende alle Benutzer deren Etage sich im Automatik-Modus befindet in den Automatik-Modus zurückgeführt. Bei Meßende werden alle Räume im Automatik-Modus in die Auf-Position verfahren.

EIB-Ansteuerung: Mit dem *Direktstrahlungsschwellwert* kann eine Größe dafür festgelegt werden, ab welcher Einstrahlung die Automatik reagiert und die Jalousien herabgefahren werden. Ist der Mittelwert der letzten 5 Minuten größer als der eingestellte *Direktstrahlungsschwellwert*, so werden die entsprechenden Jalousien herabgefahren, andernfalls heraufgefahren. Die Ansteuerung der Jalousien erfolgt im 15-Minuten-Zeitraaster.

Um die Sonneneinstrahlung im Winter auch zum Aufwärmen des Gebäudes nutzen zu können, ist ein Wert für die *Temperatur* einstellbar. Sinkt der Stundenmittelwert der Außentemperatur unter den eingestellten Temperaturwert, so werden die Jalousien auch bei Sonneneinstrahlung nicht heruntergefahren. Diese Funktionalität kann abgeschaltet werden.

Durch *Abbrechen* werden Veränderungen auf dieser Registerkarte verworfen. Nur durch die Betätigung von *Ok* werden die Einstellungen abgespeichert und in die Steuerung übernommen.

2. Grundeinstellungen (nicht veränderbar):

Auf dieser Registerkarte können nur Änderungen vom Softwarehersteller vorgenommen werden. Es handelt sich um Standort- und Anschlußdaten, die nicht verändert werden dürfen (Schnittstellenbelegungen, Koordinaten usw.). Die voreingestellte *Telegramm-Verzögerung* beträgt 1 Sekunde und sorgt dafür, daß eine hohe EIB-Belastung und Lastspitzen durch gleichzeitiges Anfahren von vielen Jalousiemotoren vermieden werden. Die dargestellte *System-Zeit* wird von der Funkuhr übernommen und berücksichtigt neben einer korrekten Sommer-/Winter-Zeitungstellung auch die Umstellung auf das Jahr 2000.

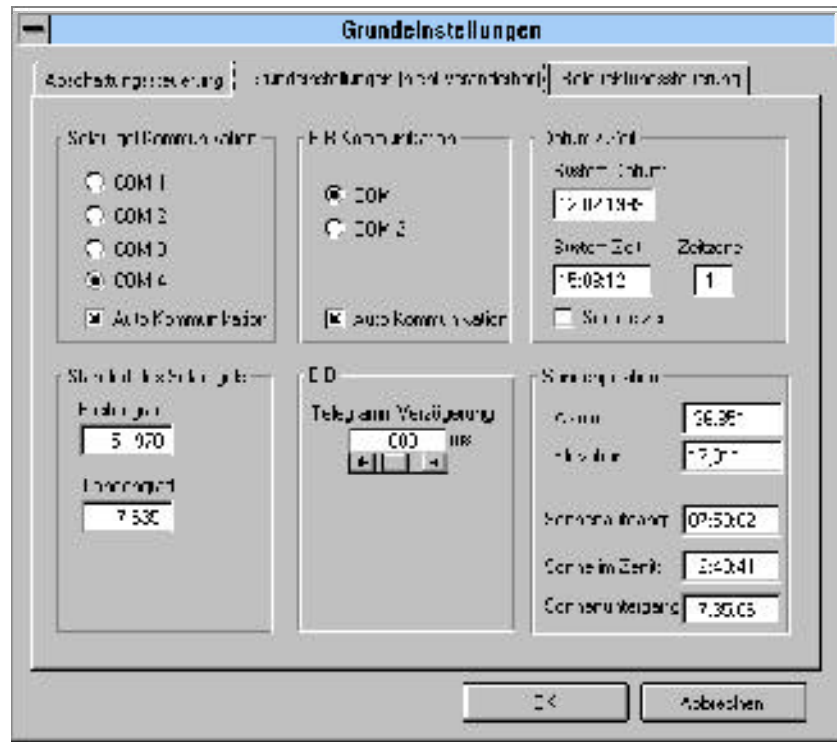


Bild 3.8: Fest vorgegebene Grundeinstellungen der Abschattungssteuerung

3. Beleuchtungssteuerung:

Für eine Beurteilung anhand von außerhalb des Gebäudes gemessenen Einstrahlungsdaten (der Solar-Igel ist auf dem Dach des Kerngebäudes montiert) auf die im Gebäude herrschenden Helligkeitsverhältnisse ist im wesentlichen die Diffusstrahlung zu betrachten (vgl. dazu auch DIN 5034, Tageslicht in Innenräumen, Teil 1-3, 5). Für die Ansteuerung der Beleuchtung von Räumen ohne Handbedienebene können hier vom Benutzer Diffusstrahlungsschwellwerte vorgegeben und eingestellt werden. Als Orientierungshilfe für das Einstellen der Schwellwerte sind in Anhang A drei typische Einstrahlungsverläufe angegeben.

Um eine Mindesthelligkeit in den Räumen, die über Schwellwerte gesteuert werden sicherzustellen, wird die Beleuchtung bei Unterschreitung des eingestellten Diffusstrahlungsschwellwertes sofort eingeschaltet. Um die Schalthäufigkeit zu begrenzen erfolgt die Abschaltung der Beleuchtung verzögert. Dazu muß, beginnend vom Zeitpunkt der Überschreitung eines Schwellwertes, die auf angegebene Verzögerungszeit für den Ausschaltbefehl abgelaufen sein. Ist dann sowohl der Mittelwert der Diffusstrahlung, als auch der aktuelle Diffusstrahlungswert über dem Schwellwert, so wird ein EIB-Telegramm generiert um die Beleuchtung abzuschalten. Bei zu geringer Strahlung wird die Abschaltung erst wieder nach erneutem Ablauf der eingestellten Verzögerungszeit geprüft. In der Zeit zwischen 3:45 und 4:15 Morgens werden keine Schwellwerte generiert.

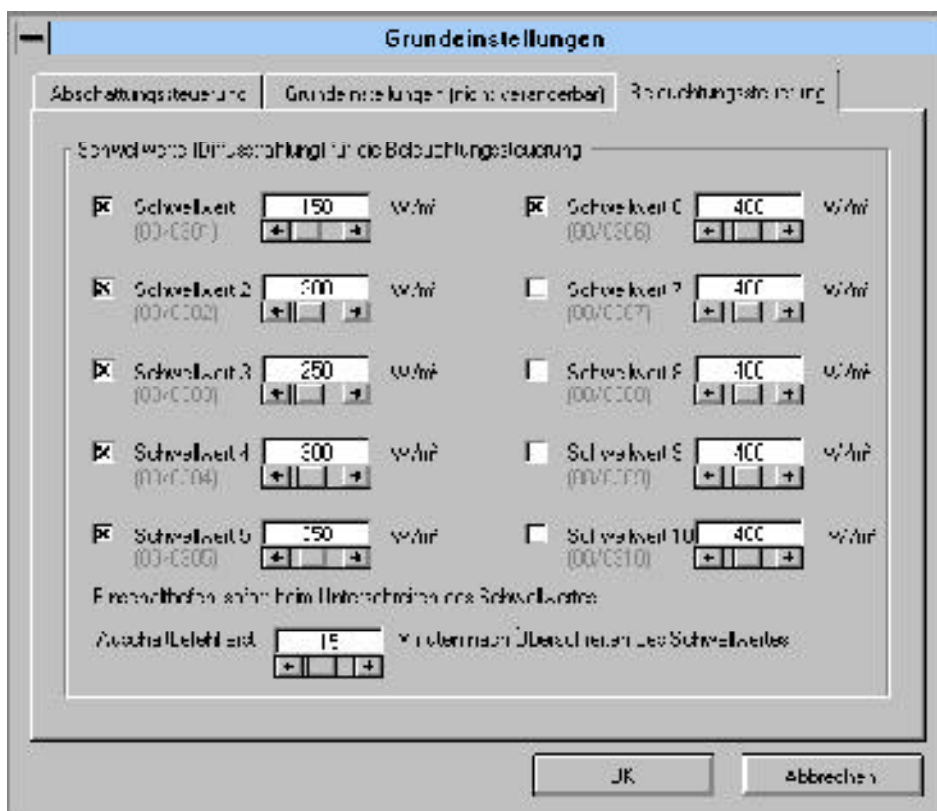


Bild 3.9: Grundeinstellungen der Beleuchtungssteuerung

In Bild 3.9 sind unterhalb der Schwellwerte die verwendeten Gruppenadressen angegeben, welche den einzelnen Schwellwerten zugeordnet sind.

- *EIBus*:
Dieser Menüpunkt ruft ein Fenster auf, welches die Aktivitäten auf dem EIB anzeigt.

Uhrzeit	Quelladresse	Zieladresse	Nutzdaten	Raum
14:56:16	01.01.001	2/0/041	00 81	1206 J (Igel)
14:56:18	01.01.001	2/0/039	00 81	1207 J (Igel)
14:56:19	01.01.001	2/0/037	00 80	1208 J (Igel)
14:56:20	01.01.001	2/0/035	00 80	1209 J (Igel)
14:56:21	01.01.001	2/0/033	00 80	1210 J (Igel)
14:56:22	01.01.001	2/0/031	00 80	1211 J (Igel)
14:56:23	01.01.001	1/0/101	00 80	(Igel)
14:56:23	01.01.001	2/0/029	00 80	1212 J (Igel)
14:56:24	01.01.001	2/0/027	00 80	1213 J (Igel)
14:56:25	01.01.001	2/0/003	00 80	1214 J (Igel)
14:56:26	01.01.001	2/0/001	00 80	1215 J (Igel)
14:56:27	01.01.001	2/0/021	00 80	1225 J (Igel)
14:56:28	01.01.001	2/0/017	00 80	1226 J (Igel)
14:56:29	01.01.001	2/0/013	00 80	1227 J (Igel)
14:56:30	01.01.001	2/0/011	00 80	1228 J (Igel)
14:56:32	01.01.007	2/0/054	00 80	1279 J

Bild 3.10: Darstellung der gesendeten und empfangenen EIB-Telegramme

Die Anzeige ist in fünf Spalten aufgeteilt. Die Telegramme werden aufgespalten in *Uhrzeit*, *Quelladresse*, *Zieladresse* (physikalische Adressen durch Punkte und Gruppenadressen durch Schrägstriche gekennzeichnet) und *Nutzdaten*. Wird die Zieladresse als Jalousie- oder Lamellenadresse erkannt, so wird zusätzlich die entsprechende Raumnummer angezeigt. Die anschließende Kennzeichnung *J* steht für ein Jalousie- und *L* für ein Lamellen-Kommando. So kann z.B. ein klemmender Taster schnell ausfindig gemacht werden. Schaltaktionen durch Über- bzw. Unterschreitung von Diffusstrahlungsschwellwerten werden durch SW(?) gekennzeichnet, wobei mit ? angegeben wird welcher der Schwellwerte (1 ...10) angesprochen hat. Vom Steuerrechner abgesetzte EIB-Telegramme sind durch den Zusatz (*Igel*) gekennzeichnet.

Der Menüpunkt Anzeige bietet dem Benutzer die Möglichkeit auszuwählen ob die Gruppenadressen in der 2 Ebenen oder der 3 Ebenen Darstellung angezeigt werden.

- *Visualisierung:*
Dieser Menüpunkt ruft ein Fenster auf, in dem die Einstrahlungsmeßwerte des Solar-Igel in graphischer Form angezeigt werden.

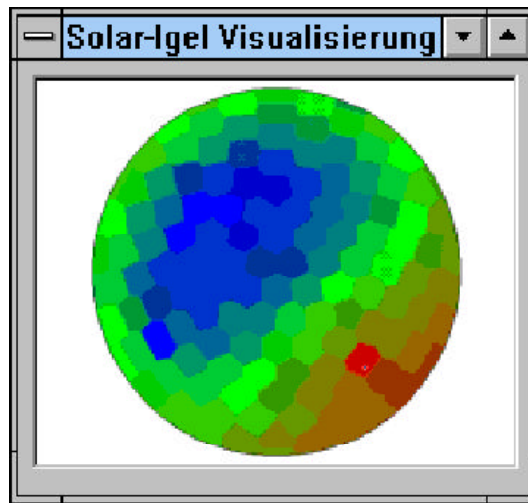


Bild 3.11: Visualisierung der aktuellen Einstrahlungssituation

Die aktuelle Sonnenposition wird durch einen weißen Punkt gekennzeichnet, blaue Farben stehen für geringe, grüne Farben für mittlere und rote Farben für hohe Einstrahlungswerte. Das Fenster kann in der Größe verändert, zum Symbol verkleinert oder geschlossen werden.

- *Beenden:*
Dieser Menüpunkt ist erst nach der Anmeldung (Menü *Anmelden*) in Funktion. Durch den Aufruf dieses Menüpunkts wird das Programm beendet. Vor dem Beenden des Programms wird zusätzlich noch durch eine Abfrage überprüft, ob das Programm wirklich beendet werden soll.

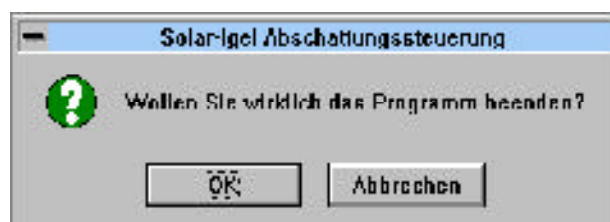


Bild 3.12: Benutzerabfrage beim Beenden der Abschattungssteuerung

3.3.2 Elemente der Benutzeroberfläche der Software:

Nachfolgend werden die Elemente inhaltlich vorgestellt.

- *Betriebsmodus:*

Dieser Bereich zeigt den aktuellen Betriebsmodus des aktuell gewählten Geschosses.



Bild 3.4.2: Wahl des Betriebsmodus auf der Benutzeroberfläche

Generell gilt dabei, daß Büros in den ersten drei Betriebsmodi *Handsteuerung*, *Reinigen Auf* und *Reinigen Ab* durch rote Jalousiepfleile gekennzeichnet werden. Büros im Automatik-Modus werden durch schwarze Jalousiepfleile gekennzeichnet. Wechselt ein Mitarbeiter in einem Büro vom Automatik-Modus in die Handsteuerung, so ist dies durch einen roten Jalousiepfeil erkennbar. Gelbe Jalousiepfleile zeigen an, daß ein Befehl vom Steuerrechner auf den EIB abgesetzt werden soll, die Sendebestätigung vom EIB aber noch nicht vorliegt.

Handsteuerung: Der Steuerrechner schickt keine Schaltbefehle in Abhängigkeit von den Einstrahlungswerten an die Jalousien im gewählten Geschöß. Die Jalousien sind aber vom Mitarbeiter im Büro und vom Benutzer am Steuer-PC bedienbar.

Reinigung Auf: Alle Jalousien im gewählten Geschöß werden in den Auf -Zustand versetzt. Wird anschließend von einem Mitarbeiter im Büro versucht, die Jalousie herunterzufahren, wird dieses durch den Steuerrechner erkannt und ein erneuter Auf -Befehl an diese Jalousie gesandt. Dieses Verfahren stellt keine echte Verriegelung dar.

Reinigung Ab: Alle Jalousien im gewählten Geschöß werden in den Ab -Zustand versetzt. Wird anschließend von einem Mitarbeiter im Büro versucht, die Jalousie heraufzufahren, wird dieses durch den Steuerrechner erkannt und ein erneuter Ab -Befehl an diese Jalousie gesandt. Erfolgt allerdings eine Sturm-meldung über den Windsensor EIB oder spricht der Regensensor an, so fahren alle Jalousien in die Auf -Position und können vom Steuerrechner nicht in der Ab -Position gehalten werden. Dieses Verfahren stellt keine echte Verriegelung dar.

Automatik: Alle Jalousien im gewählten Geschöß werden in den Automatik-Modus versetzt. Dieses bedeutet, daß in Abhängigkeit von den Einstrahlungsmittel-werten und der Gebäudegeometrie die Jalousien der Büros mit direktem Sonneneinfall herabgefahren bzw. die Jalousien der Büros ohne direkten Sonneneinfall heraufgefahren werden.

Der Wechsel des Betriebsmodus wird erst nach einer Bestätigung durch den Benutzer vorgenommen, z.B. beim Wechsel in den Modus *Reinigung Ab* im 1. OG:

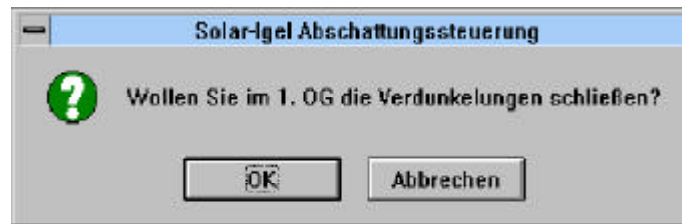


Bild 3.13: Benutzerabfrage bei einem Wechsel des Betriebsmodus

- *Einstrahlung Aktuell:*

Dieser Bereich zeigt die aktuellen Meßwerte des Solar-Igel an. (Als Faustregel für die Umrechnung von Bestrahlungsstärke in Beleuchtungsstärke gilt: $1 \text{ W/m}^2 \approx 115 \text{ lx}$).

Einstrahlung Aktuell	
Globalstrahlung	417 W/m ²
Diffusstrahlung	232 W/m ²
Direktstrahlung	298 W/m ²

Bild 3.4.3: Aktuelle Einstrahlung auf der Benutzeroberfläche

- *Einstrahlung Mittelwert:*

Dieser Bereich zeigt die 15-Minuten-Mittelwerte der Meßwerte des Solar-Igel an. Diese Werte werden zur Generierung der Jalousiesteuerbefehle herangezogen.

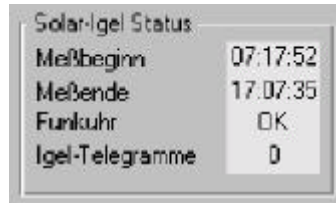
Einstrahlung Mittelwert	
Globalstrahlung	356 W/m ²
Diffusstrahlung	187 W/m ²
Direktstrahlung	236 W/m ²

Bild 3.4.4: Einstrahlungsmittelwerte auf der Benutzeroberfläche

- *Solar-Igel Status:*

Dieser Bereich zeigt den aktuellen Status der Solar-Igel-Kommunikation an. Während der Meßzeit, siehe dazu die Einträge *Meßbeginn / Meßende* auf der Benutzeroberfläche in Bild 3.4.5, werden zyklisch Strahlungsdaten vom Solar-Igel angefordert. Der Eingang eines Strahlungsdatenpaketes wird durch einen Zähler für *Solar-Igel Telegramme* auf der Benutzeroberfläche angezeigt. Reagiert der Solar-Igel nicht auf eine Anfrage, weil z.B. eine Verbindungsleitung unterbrochen wurde, so wird dies durch einen Eintrag *Time Out* im Feld des *Solar-Igel Telegramm*-Zählers angezeigt. Die Software überprüft nun zyklisch, ob eine Verbindung wiederhergestellt werden kann. Wird nicht innerhalb von 10 Minuten die Verbindung zum Solar-Igel wiederhergestellt, so wird der Rechner über den Watchdog neu gestartet. Besteht das Kommunikationsproblem noch immer, so wird spätestens nach 5 erfolglosen Neu-

starts der Benutzer durch die Ausnahmefehler-Meldung (siehe Bild 3.3) aufgefordert, die Verbindungsleitungen zu überprüfen.

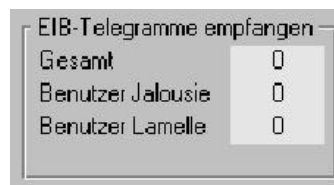


Solar-Igel Status	
Meßbeginn	07:17:52
Meßende	17:07:35
Funkuhr	OK
Igel-Telegramme	0

Bild 3.4.5: Solar-Igel Status auf der Benutzeroberfläche

- *EIB-Telegramme empfangen:*

Dieser Bereich zeigt die empfangenen EIB-Telegramme an. *Gesamt* ist die Anzahl aller Telegramme, die vom Steuerrechner an diesem Tage empfangen wurden, *Benutzer Jalousie* ist die Anzahl der Schalttelegramme von Mitarbeitern in Büros und *Benutzer Lammelle* ist die Anzahl der Lammellentelegramme von Mitarbeitern in Büros.

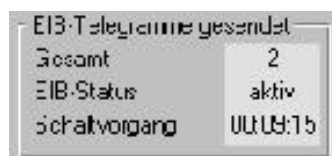


EIB-Telegramme empfangen	
Gesamt	0
Benutzer Jalousie	0
Benutzer Lamelle	0

Bild 3.4.6: Empfangene EIB-Telegramme auf der Benutzeroberfläche

- *EIB-Telegramme gesendet:*

Dieser Bereich zeigt die vom Steuerrechner gesendeten EIB-Telegramme an. *Gesamt* gibt die Anzahl aller Schalttelegramme, die vom Steuerrechner an diesem Tage gesendet wurden, *EIB-Status* zeigt an, ob die Verbindung zum EIB aufgebaut ist. Dies ist im Normalfall *aktiv*. Können keine EIB-Telegramme gesendet werden, da z.B. die Verbindung zum EIB unterbrochen wurde, so wird dies durch den Eintrag *Time Out* gekennzeichnet. In diesem Fall versucht die Steuersoftware selbsttätig ca. jede Minute, die Verbindung zum EIB wieder aufzubauen. Bei *Schaltvorgang* wird die verbleibende Zeit in Minuten und Sekunden bis zur nächsten automatischen Schaltaktion angegeben.



EIB-Telegramme gesendet	
Gesamt	2
EIB-Status	aktiv
Schaltvorgang	00:00:15

Bild 3.4.7: Gesendete EIB-Telegramme auf der Benutzeroberfläche

- Manuelle Ansteuerung der Jalousien durch Jalousiepfeile (jeweils ein Geschöß sichtbar):

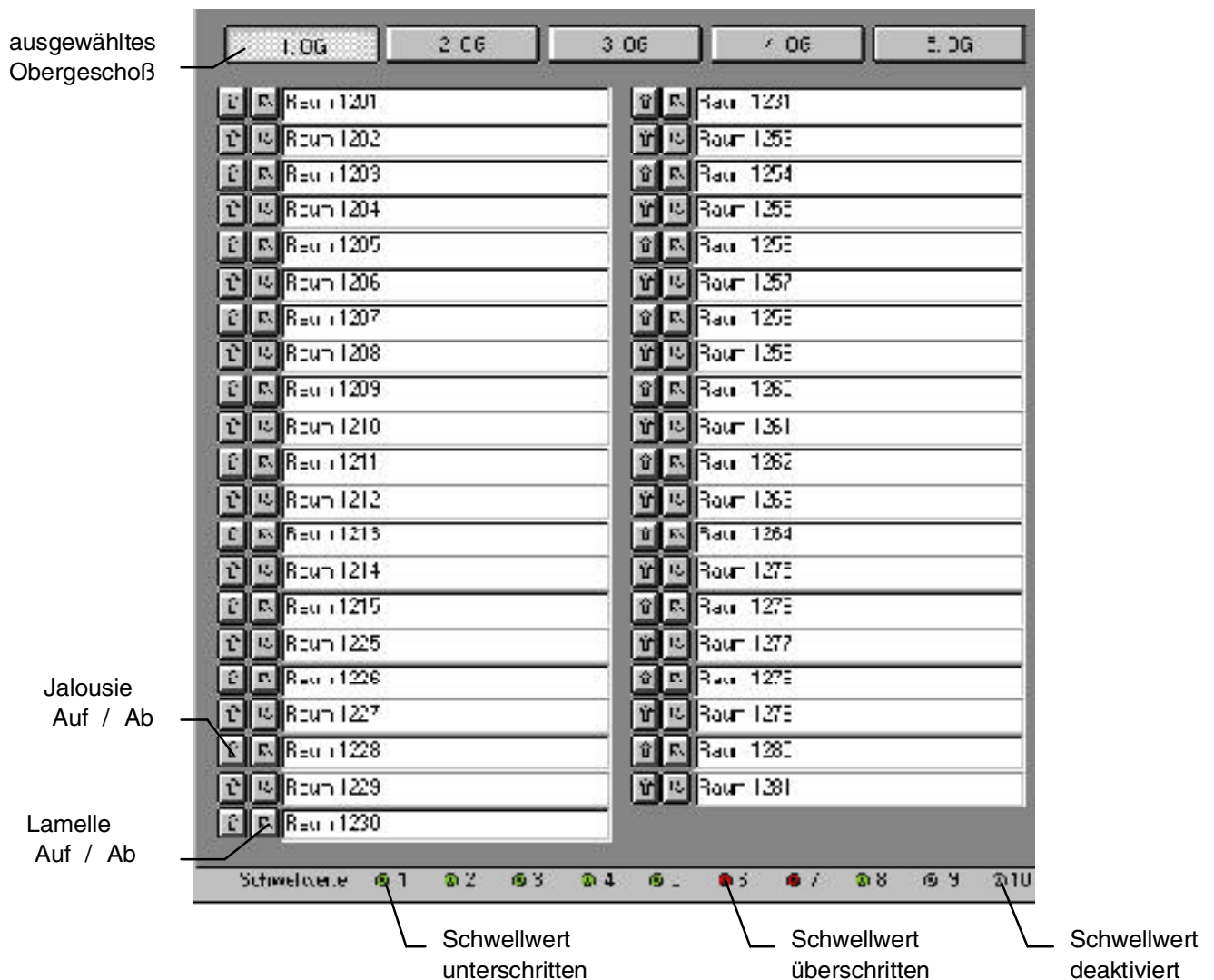


Bild 3.4.8: Anzeige und Ansteuerung der Jalousien / Lamellen

In diesem Bereich kann der aktuelle Jalousiezustand eines Geschosses abgelesen und beeinflusst werden. Die Auswahl des aktuellen Geschosses erfolgt durch die Knöpfe im oberen Bereich. Für jedes Büro ist ein Bereich vorgesehen. Er enthält zwei Knöpfe zum Verfahren der Jalousie und ein Textfeld zur Beschreibung des Büros. Der linke Knopf (Pfeil auf / ab) dient zum Verfahren der Jalousie auf oder ab. Nach der Betätigung mit der linken Maustaste (nur nach Anmeldung möglich!) wird der Pfeil zunächst gelb. Wenn das vom Steuerrechner erzeugte Schalttelegramm auf den EIB abgesetzt werden konnte, wird der Pfeil wieder schwarz. Betätigt ein Mitarbeiter im Büro den Jalousietaster, während dieses Geschöß im Automatik-Modus ist, so wird dieses durch einen roten Pfeil gekennzeichnet, da sich dieses Büro nun im Handbetrieb-Modus befindet. Dabei hat die Verstellung der Lamellen keine Auswirkung auf den Automatik-Modus. Rot gekennzeichnete Büros werden nicht weiter von der Steuerung berücksichtigt. Erst zu den in den Grundeinstellungen festgelegten Zeiten (*Uhrzeit 1* bis *Uhrzeit 3*) werden durch Rot gekennzeichnete Büros wieder in den Automatik-Modus zurückgeführt. Der rechte Knopf dient zum Absetzen von Lamellenbefehlen (nur nach Anmeldung möglich!). Mit der linken

Maustaste kann die Lamelle schrittweise in die eine, mit der rechten Maustaste in die andere Richtung verstellt werden.

Zusätzlich wird im unteren Bereich der Abbildung 3.4.8 angezeigt ob die Schwellwerte für die Diffusstrahlung über- bzw. unterschritten sind. Unterschrittene Schwellwerte werden grün, überschrittene Schwellwerte rot und deaktivierte Schwellwerte grau dargestellt.

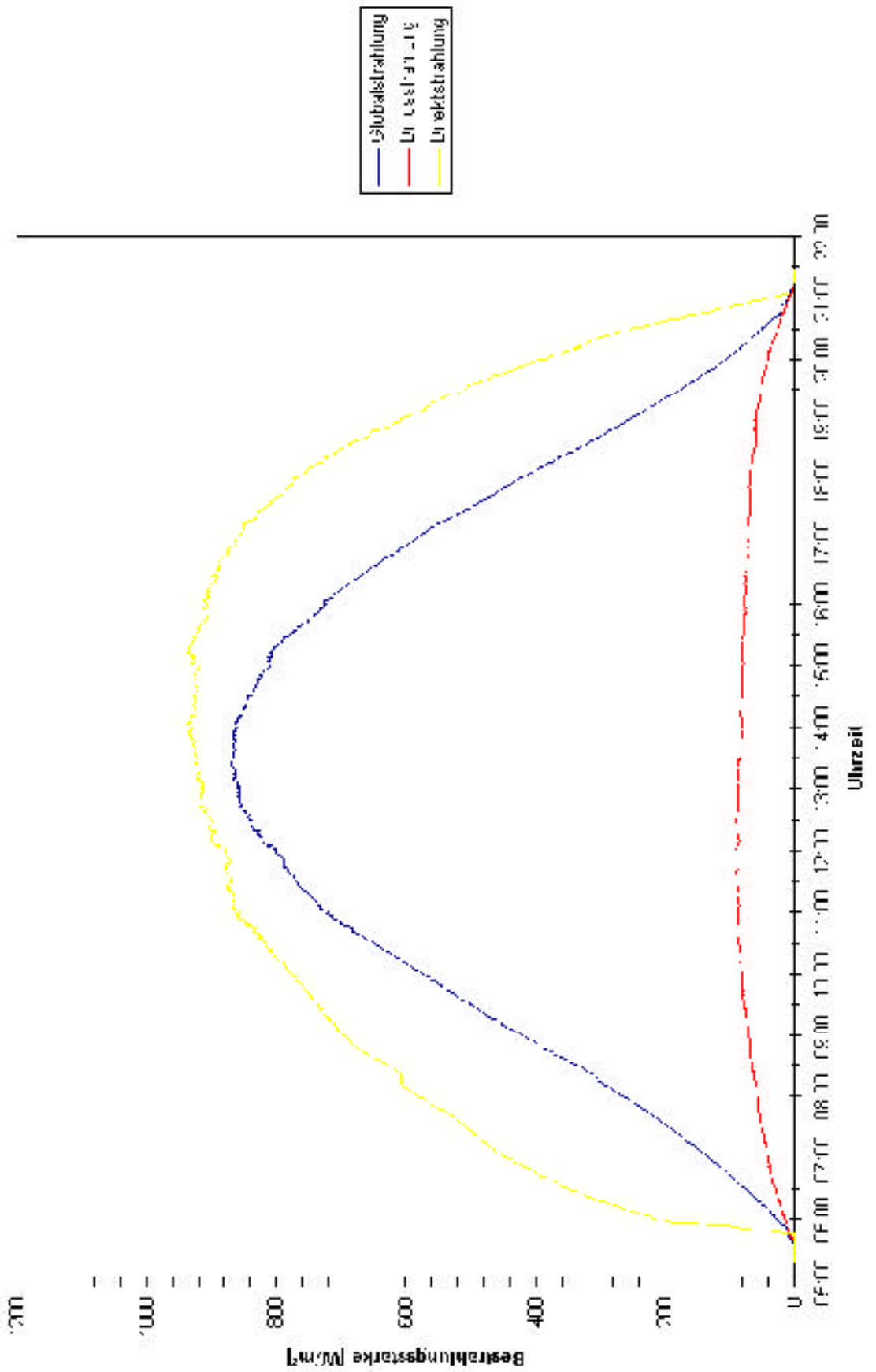
Anhang

A: Einstrahlungsbeispiele

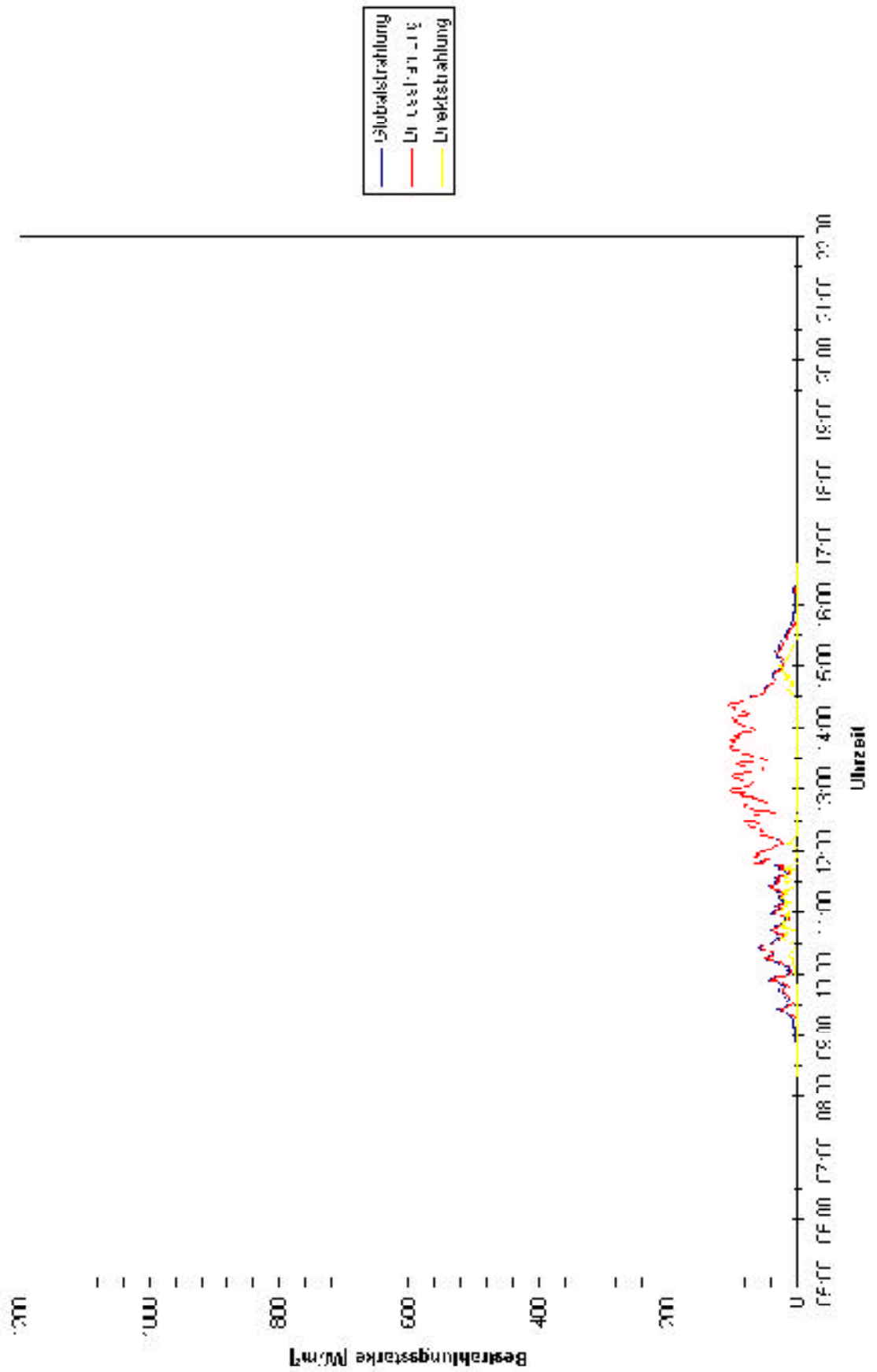
B: Referenzliste

C: Adressen

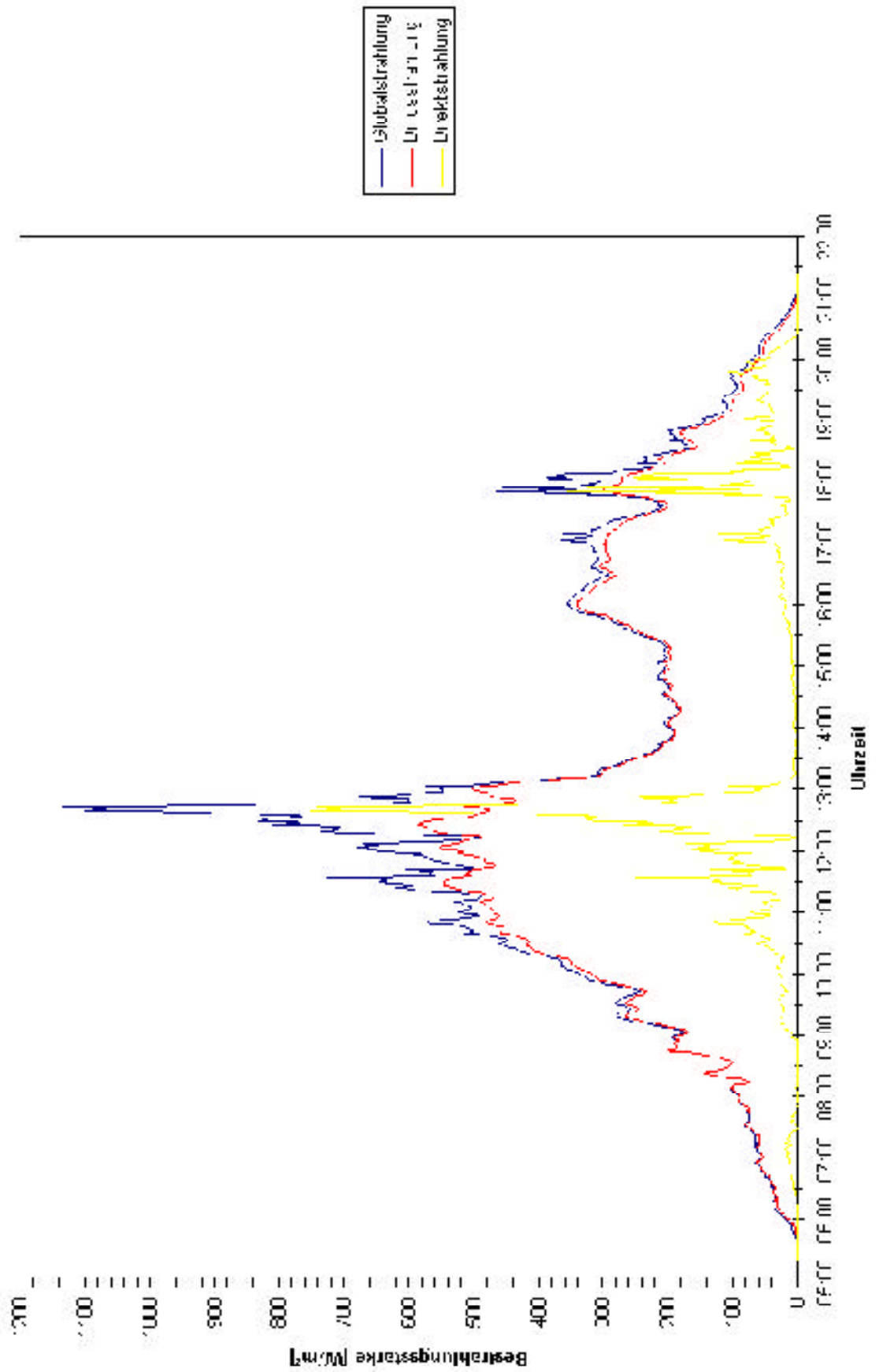
Global, Diffus- und Direktstrahlung an einem klaren Sommertag
(18.05.1999 in Paderborn)



Global-, Diffus- und Direktstrahlung an einem bewölkten Wintertag
(07.01.1999 in Paderborn)



**Global-, Diffus- und Direktstrahlung an einem bewölkten Sommertag
[16.06.1999 in Paderborn]**



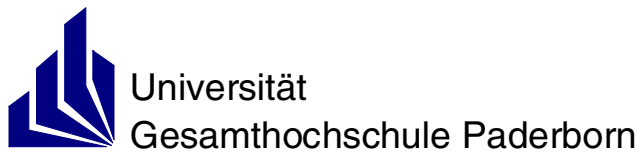
Folgende Projekte sind bereits realisiert worden:

1. Erweiterungsbau Landesversicherungsanstalt (LVA) Westfalen

Anschrift: Landesversicherungsanstalt Westfalen
Gartenstraße 194
48147 Münster

2. Erweiterungsbau Westfälisches Landesmuseum für Kunst und Kulturgeschichte

Anschrift: Westfälisches Landesmuseum für Kunst und Kulturgeschichte
Am Domplatz 10
48143 Münster



FACHBEREICH 14 · ELEKTROTECHNIK
ELEKTRISCHE ENERGIEVERSORGUNG
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Voß

Universität - Gesamthochschule Paderborn
Elektrische Energieversorgung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Voß
Pohlweg 55 - Gebäude N
33098 Paderborn

Telefon: 05251 / 60 - 2301
Telefax: 05251 / 60 - 3235

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Michael Gruffke Telefon: 05251 / 60 - 2304
email: gruffke@solar-igel.de

Dipl.-Phys. Ing. Jörg Bendfeld Telefon: 05251 / 60 - 2302
email: bendfeld@solar-igel.de



Westfälisches Umwelt Zentrum

Ein Institut des Vereins zur Förderung von Innovation und Technologietransfer

Westfälisches Umwelt Zentrum
Geschäftsstelle Paderborn
Institutsleiter: Prof. Dr. M. Pahl, Prof. Dr. H.-J. Warnecke
Technologiepark 12, D-33100 Paderborn
Telefon: 05251/16 48-0
Telefax: 05251/16 48-16
e-mail: wuz@pader-online.de