



# Automatische Markisensteuerung

**Die Markisensteuerung FS20 AMS ermöglicht die vollständig automatisierte Steuerung einer Markise für nahezu jede auftretende Wettersituation. Dabei wird durch Messsensoren ein plötzlich einsetzender Regenschauer oder ein unerwartet aufkommender Wind genauso erkannt wie die Sonnenintensität – die Steuerung leitet die erforderliche Maßnahme ein, und die Markise wird der aktuellen Wetterlage entsprechend aus- oder eingefahren. Zusätzlich ist sowohl die Einbindung eines Funk-Thermostaten zur Raumklimaregelung als auch die alternative manuelle Bedienung per Funk-Fernbedienung möglich.**

## Reaktion zur rechten Zeit

Eine Markise über der Terrasse, dem Balkon oder dem Wintergarten bietet im Sommer bei heißem Wetter einen angenehmen Schattenplatz. Durch das rechtzeitige Ausfahren der Markise kann in vielen Fällen auch die Raumtemperatur in einem Wohnraum, ganz besonders natürlich im Wintergarten, in einem angenehmen Rahmen gehalten werden.

Ist das Wetter beständig, ist das Aus- oder Einfahren der Markise natürlich auch

leicht von Hand durchführbar, wobei auch dies schon mit einer gewissen Arbeit verbunden ist und außerdem voraussetzt, dass daran gedacht wird und zur Steuerung jemand zu Hause ist. Denn nur dann herrschen im Wintergarten am Nachmittag keine Sauna-Temperaturen.

Bei unbeständigem Wetter ist beim Verlassen des Hauses die Markise aber in jedem Fall einzufahren, da ein plötzlich einsetzender Regenschauer oder ein aufkommender starker Wind die Markise leicht beschädigen oder im schlimmsten Fall sogar zerstören könnte. Wird das Wetter dann

### Technische Daten: FS20 AMS

Betriebsspannung:	..... 230 V/50 Hz
Stromaufnahme:	
Stand-by:	..... 10 mA
Relais ein:	..... 20 mA
Schaltleistung:	..... max. 3680 VA (230 V/16 A)
Zugehörige Sensoren:	..... KS200 FS20 Regensensor SRM
Wind-Grenzwerte:	... 5 km/h, 10 km/h, 15 km/h, 20km/h, 25 km/h

aber wider Erwarten besser, wartet bei der Heimkehr eine entsprechend aufgeheizte Raumluft.

Um diese Probleme zu umgehen, bietet die Markisensteuerung FS20 AMS eine maßgeschneiderte Lösung. Durch die Regen-, Wind- und Sonnensensoren, die in einer abgesetzten, per Kabel mit der Steuer- und Anzeigeeinheit verbundenen Messstation untergebracht sind, werden die Daten, die zur Wetterbestimmung erforderlich sind, ermittelt und an die Steuereinheit weitergeleitet. Durch den Mikrocontroller der Steuereinheit werden diese Wetterdaten ausgewertet und aufbereitet und bei Bedarf der Markisenmotor zum Aus- oder Einfahren angesteuert.

Um auch wirklich jeden Komfortwunsch erfüllen zu können, wird zusätzlich die Option geboten, den Funk-Thermostaten FS20 STR in die Markisensteuerung zu integrieren. Der Thermostat ermittelt die aktuelle Raumtemperatur und überträgt deren Wert anschließend per Funk zur Markisensteuerung. Damit kann als zusätzlicher Faktor auch die Temperatur des abzuschattenden Raums das Aus- bzw. Einfahren der Markise beeinflussen.

Und wer weitere Szenarien, etwa das Einfahren bei einbrechender Dämmerung oder heranziehendem Gewitter oder anderen Faktoren, einbinden will, dem steht die ganze Reihe der FS20-Steuersender zur Verfügung, bis hin zur Hauszentrale oder der PC-Steuerung. Denn bei Bedarf ist die Steuerung durch jeden FS20-Sender, von der einfachen Handfernbedienung bis zur Funk-Hauszentrale, ansteuerbar. In der folgenden Beschreibung des Systems gehen wir allerdings allein von einer manuell möglichen Ansteuerung durch eine FS20-Handfernbedienung aus.

### Einstellbare und feste Funktionen

Um den Anforderungen jedes Benutzers gerecht zu werden, erlaubt die Markisensteuerung eine individuelle Einstellung. Damit ist gewährleistet, dass jeder seinen Bedürfnissen entsprechend optimale Steuerungsabläufe realisiert bekommt.

Bei der Auslegung der Steuerung wurde darauf geachtet, dass die Markise automatisch gegen eine Beschädigung oder eine Zerstörung durch eine plötzliche Wetteränderung geschützt ist. Das bedeutet, dass in den Betriebsmodi 2 bis 6 die Markise bei Erkennung von Regen oder zu starkem Wind (5 Stufen: 5 km/h, 10 km/h, 15 km/h, 20 km/h, 25 km/h) in jedem Falle, unabhängig von weiteren Faktoren, einfährt. Dem Benutzer bleibt allerdings die Wahl, nach welcher Intervallzeit (1–59 Minuten) die Markise frühestens wieder automatisch arbeiten darf, falls es sich bei der Regenmessung nur um einzelne Tropfen (etwa

**Tabelle 1: „Auswahl der verschiedenen Funktionsmodi“**

Modus	Funktion
1	- nur manuelle Steuerung
2	- manuelle Steuerung - automatisches Einfahren bei Regen und zu starkem Wind
3	- manuelle Steuerung - automatisches Einfahren bei Regen und zu starkem Wind - automatisches Ausfahren bei einer eingestellten Sonnenintensität
4	- manuelle Steuerung - automatisches Einfahren bei Regen und zu starkem Wind - Zeitschaltuhr für automatisches Aus- und Einfahren
5 (optional)	- manuelle Steuerung - automatisches Einfahren bei Regen und zu starkem Wind - automatisches Aus- und Einfahren bei Über- oder Unterschreiten eingestellter Temperaturgrenzwerte
6 (optional)	- manuelle Steuerung - automatisches Einfahren bei Regen und zu starkem Wind - automatisches Aus- und Einfahren bei Über- oder Unterschreiten eingestellter Temperaturgrenzwerte und einer eingestellten Sonnenintensität

dem berühmten „Sonnenschauer“) oder bei der Windmessung nur um eine Windböe gehandelt hat und somit die Sensoren nach kurzer Zeit wieder „gutes“ Wetter melden.

Die Einstellungen der Markisensteuerung erfolgen über die beiden Taster, die sich im Gehäuse der Steuereinheit befinden. Nach der Programmierung der gewünschten Einstellungen und der Montage kann die Markise mit diesen Tastern manuell aus- und eingefahren werden. Durch die Anmeldung einer FS20-Handfernbedienung ist zusätzlich eine bequeme drahtlose Bedienung aus einer Entfernung von bis zu 100 m (Freifeld) möglich.

Bei der Wahl der Einstellung stehen, zunächst ohne zusätzliche Temperatureinheit, 4 Modi zur Auswahl (vgl. dazu Tabelle 1):

In Modus „1“ kann man die Markise ausschließlich durch die Fernbedienung oder direkt mit den Tastern im Gehäuse aus- oder einfahren lassen.

Modus „2“ aktiviert die Wind-Regen-Steuerung, wodurch die Markise bei widrigen Wetterverhältnissen automatisch eingefahren wird.

In Modus „3“ wird zusätzlich zur Wind-Regen-Steuerung die Sonnenintensitäts-Steuerung aktiviert. In diesem Modus besteht die Möglichkeit, durch den Potentiometer im Gehäuse der Steuereinheit einzustellen, ab welcher Stärke der Sonneneinstrahlung die Markise ausfahren soll.

Zu guter Letzt erlaubt Modus „4“ die Einstellung einer festen Aus- und Einfahrzeit für die Markise. Damit diese hier auch vor zu starkem Wind und Regen geschützt ist, aktiviert die Automatik gleichzeitig die Wind-Regen-Steuerung.

Ist der Funk-Thermostat FS20 STR integriert, stehen zwei weitere Betriebsmodi zur Verfügung:

Im Modus „5“ kann man, neben der Aktivierung der Wind-Regen-Steuerung, eine obere und untere Temperaturgrenze am FS20 STR eingeben, bei der die Markise aus- bzw. einfahren soll.

Modus „6“ entspricht im Wesentlichen dem Modus „5“, wobei hier als zusätzliche Bedingung zur oberen Temperaturgrenze eine eingestellte Sonnenintensität überschritten sein muss.

Damit die Markise jederzeit manuell bedienbar bleibt, haben die Fernbedienung sowie die Taster im Gehäuse der Markisensteuerung eine Vorrang-Stellung.

### Bedienung und Einstellung

Nach der Montage der Steuereinheit, der Messsensoren und des eventuell eingesetzten Funk-Thermostats, kann die individuelle Einstellung der Markisensteuerung durch die Taster im Gehäuse erfolgen.

Die folgende Aufzählung zeigt, welche Kriterien an der Steuereinheit programmiert werden können. In der Klammer steht jeweils die zugehörige Display-Anzeige:

- Modus (MOD)
- Uhrzeit (UHR)
- automatische Ausfahrzeit der Markise (AUS)
- automatische Einfahrzeit der Markise (EIN)
- Wind-/Regen-Sperrintervallzeit (WRI)
- Sonnen-Sperrintervallzeit (SOI)
- manuelle Sperrintervallzeit (SPI)
- Windgeschwindigkeit (WGS)
- Motorlaufzeit, um die Markise vollständig auszufahren (MLZ)

Nach der Inbetriebnahme zeigt das Display im normalen Betriebsmodus, wie in Abbildung 1 dargestellt, die Uhrzeit und



**Bild 1: Displayanzeige im normalen Betriebszustand**

am rechten unteren Rand den eingestellten Betriebsmodus an.

### Modus-Auswahl

Um eine oder mehrere Einstellungen verändern zu können, ist der Ein-Taster für mindestens 3 Sek. zu betätigen. Nach ca. 3 Sek. erscheint im Display der aktuell eingestellte Modus. Lässt man den Ein-Taster nun los, kann der gewünschte Modus mit dem Aus-Taster angewählt werden. Die Auswahl ist durch eine kurze Betätigung des Ein-Tasters zu bestätigen. Nach der Bestätigung ist wieder der normale Betriebsmodus aktiv und es werden die Uhrzeit und der ausgewählte Modus angezeigt.

Bei allen Einstellungen ist zu beachten, dass die Steuerung nach einer Minute zurück in den Betriebsmodus wechselt, wenn inzwischen keine Tastenbetätigung stattfindet.

### Zeiteinstellungen

Um die Uhrzeit, die Ausfahrzeit und die Einfahrzeit einstellen zu können, ist der Ein-Taster für ca. 5 Sek. zu betätigen. Wie bei der Modus-Auswahl schon erwähnt, wird nach einem Drücken von ca. 3 Sek. im Display der aktuell eingestellte Modus angezeigt. Hält man den Taster nun weitere 2 Sek. fest, wechselt die Displayanzeige zur Uhrzeit. Nach dem Loslassen des Tasters blinkt im Display die Stundenanzeige auf und ist nun mit dem Aus-Taster einstellbar. Durch ein erneutes Betätigen des Ein-Tasters wechselt das Display zur Minutenanzeige, die Einstellung erfolgt nun wiederum mit dem Aus-Taster.

Nach Eingabe der Uhrzeit führt ein weiteres Drücken des Ein-Tasters zur Anzeige der Ausfahrzeit. Diese lässt sich genauso wie die Uhrzeit einstellen. Es folgt schließlich der Aufruf der Einfahrzeit mit dem Ein-Taster. Auch hier erfolgt die Einstellung wie bereits beschrieben. Die Anzeige wechselt nach der Bestätigung der Zeit mit dem Ein-Taster zurück in den normalen Betriebsmodus.

### Intervall-Sperrzeiten

Weitere wichtige Einstellungen sind die Intervallsperrzeiten. Diese legen fest, nach welcher Zeit die Automatik nach einer

ausgeführten Aktion wieder aktiv werden darf. Die Wind-/Regen- und Sonnen-Sperrintervallzeit verhindert ein ständiges Aus- und Einfahren bei wechselhaften Wetterbedingungen. Die jeweilige Sperrzeit wird durch den zugeordneten Sensor aktiviert.

Die manuelle Sperrintervallzeit hat die höchste Priorität und wird nach einem manuellen Eingriff in die Steuerung durch einen der beiden Taster oder die Funk-Handfernbedienung ausgelöst.

Um die Sperrzeiten einzustellen, ist der Ein-Taster für ca. 7 Sek. zu betätigen. Sobald im Display „WRI“ erscheint, lässt man den Taster los. Jetzt erfolgt über den Aus-Taster die Eingabe der gewünschten Wind-/Regen-Sperrintervallzeit (1–59 min.). Die erneute Betätigung des Ein-Tasters führt zur Sonnen-Sperrintervallzeit „SOI“. Auch hier erfolgt die Einstellung über den Aus-Taster. Als Letztes wird mittels des Ein-Tasters zur manuellen Sperrintervallzeit gewechselt. Nach deren Einstellung mit dem Aus-Taster und Bestätigung mit dem Ein-Taster geht das Gerät wieder in den normalen Betriebsmodus.

### Windgeschwindigkeit

Je nach Bauart, Anbringung und Größe der Markise ist eine maximal auftretende Windgeschwindigkeit auszuwählen. Der zugehörige Einstellmodus wird durch Drücken des Ein-Tasters für ca. 9 Sek. mit dem Erscheinen von „WGS“ im Display aufgerufen. Jetzt ist der Taster loszulassen. Mit dem Aus-Taster stellt man nun die Windstärke in Stufen von 5 km/h zwischen 5 km/h und 25 km/h ein. Nach der Einstellung wird wiederum durch ein kurzes Drücken des Ein-Tasters zum normalen Betriebsmodus zurückgewechselt.

### Motorlaufzeit

Abschließend erfolgt die Einstellung der Motorlaufzeit. Dazu ist die Markise zunächst ganz einzufahren. Nach einer Betätigung des Ein-Tasters für ca. 11 Sek. erscheint im Display „MLZ“. Betätigt man nun den Aus-Taster, fängt die Markise an auszufahren. Im Display wird die Ausfahrzeit in Sekunden mitgezählt. Sobald der interne Motor-Endschalter den Markisenmotor abgeschaltet hat, ist der Aus-Taster erneut zu betätigen, die Motorlaufzeit wird abgespeichert und es erfolgt wieder der Übergang zum normalen Betriebsmodus.

### FS20-Fernbedienung anmelden

Nachdem nun alle Einstellungen vorgenommen worden sind, ist die Markisensteuerung betriebsbereit. Um jedoch eine Steuerung mittels einer FS20-Funk-Handfernbedienung vornehmen zu können, ist diese zunächst gemäß den FS20-Konventionen an der Steuerung anzumelden.

Die Anmeldeprozedur startet, indem

man die Taster „Ein“ und „Aus“ der Steuereinheit gemeinsam für ca. 3 Sek. gedrückt hält. Als Zeichen dafür, dass die Steuereinheit nun die Anmeldung der Fernbedienung erlaubt, wird im Display „COD“ angezeigt.

Die Markisensteuerung erlaubt die Anmeldung von bis zu vier Fernbedienungen (einschließlich des Funk-Thermostats FS20 STR).

Die Anwahl eines der vier zur Verfügung stehenden Speicherplätze erfolgt über den Aus-Taster. Ist ein Speicherplatz angewählt, kann man nun die Fernbedienung entsprechend ihrer jeweiligen Beschreibung anmelden. Bei der Handfernbedienung ist dazu z. B. lediglich eine der beiden Tasten des gewünschten Tasterpaares zu betätigen. Ein Codespeicherplatz kann jederzeit neu überschrieben oder durch ein Drücken des Aus-Tasters für ca. 2 Sek. gelöscht werden. Nach einer neuen Anmeldung oder einer Löschung erfolgt wiederum der Wechsel zurück in den normalen Betriebsmodus.

### Sonnenintensität

Als letzte Einstellung ist das „Sonnenpotenziometer“ abzugleichen. Dabei ist zu beachten, dass dieser Abgleich nur möglich ist, wenn die Sonneneinstrahlung die gewünschte Intensität, sprich Helligkeit, erreicht hat, also z. B., wenn der Sonnenstand so ist, dass die Sonne voll auf den abzuschattenden Bereich einstrahlt (oder einzustrahlen beginnt).

Zunächst ist für die Einstellung das Potentiometer bis an den rechten Anschlag zu drehen. In diesem Falle ist die Empfindlichkeit für die Erkennung der Sonnenintensität am geringsten, und die Steuerung wird auch bei Sonneneinstrahlung zunächst keine Reaktion zeigen. Nun ist die Markise, falls sie ausgefahren ist, einzufahren. Dreht man nun das Potentiometer langsam gegen den Uhrzeigersinn, beginnt bei Erreichen eines bestimmten Punktes das Ausfahren der Markise – der Schwellwert der aktuellen Sonneneinstrahlung (Grenzwert) ist erreicht. In dieser Stellung ist das Potentiometer stehen zu lassen. Damit ist der Grenzwert eingestellt, und in Zukunft wird die Markise bei Überschreitung dieses Grenzwertes ausgefahren.

Bei der Einstellung ist darauf zu achten, dass, wenn man die Markise kurz vorher manuell eingefahren hat, erst nach Ablauf der Sonnen-Steuerungsintervallzeit ein automatisches Ausfahren möglich ist, d. h., die Einstellung der Sonnensteuerung kann in diesem Falle erst dann erfolgen, wenn die Intervallzeit abgelaufen ist.

Zur grundsätzlichen Bedienung der Markisensteuerung ist noch Folgendes zu sagen: Mit den Tastern „Ein“ und „Aus“ bzw. der Fernbedienungstasten kann der

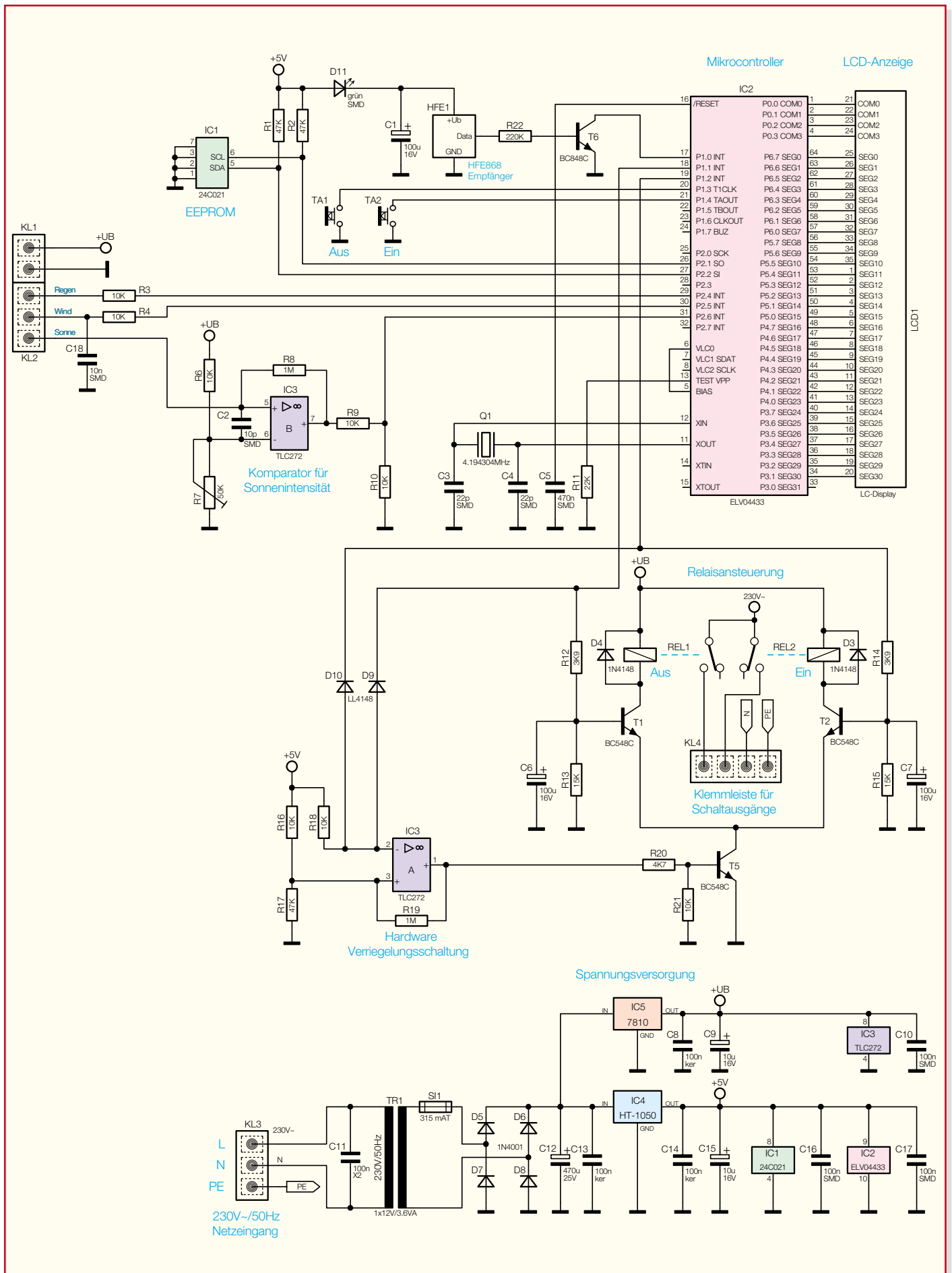


Bild 2: Schaltbild der Steuereinheit

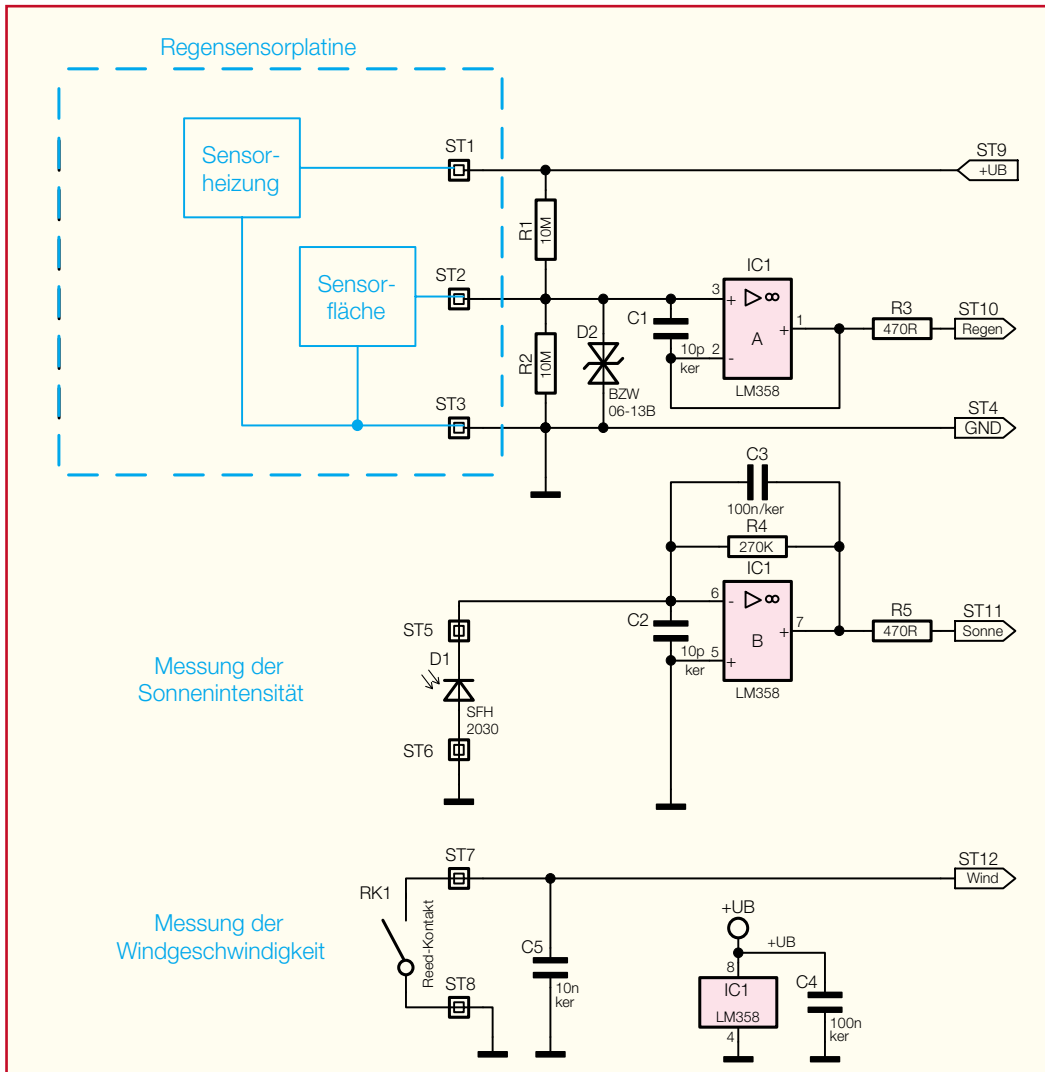


Bild 3: Schaltbild der Messstation

Markisenmotor jederzeit aktiviert werden. Ein erneutes Drücken eines Tasters führt dazu, dass der Motor anhält. Anschließend kann man den Motor erneut in beide Richtungen durch entsprechenden Tastendruck ansteuern. Änderungen sind grundsätzlich durch die Taster der Steuereinheit vorzunehmen, eine Ausnahme gilt allerdings für den Modus. Dieser kann auch mit der Fernbedienung verändert werden, dabei ist analog zur Tasteneinstellung an der Steuerung zu verfahren.

### Schaltung

Die Schaltung der Markisensteuerung ist in Abbildung 2 (Steuereinheit), 3 (Messstation für Wind und Sonne) und 4 (Regensensor) dargestellt. Zunächst wollen wir die Steuereinheit betrachten, danach die Schaltung der Messstation.

### Spannungsversorgung

Die benötigte Betriebsspannung für die Steuereinheit und die Messstation wird aus der 230-V-Netzspannung mit dem Transformator TR 1, der Dioden D 5 bis D 8, der Spannungsregler IC 4 und IC 5 und der Kondensatoren C 8, C 9 und C 11 bis

C 15 erzeugt. Der Transformator erzeugt aus der 230-V-Netzspannung eine Wechselspannung, die je nach Belastung des Trafos im Bereich von 12 bis 20 V~ liegt. Die Dioden D 5 bis D 8 arbeiten als Brückengleichrichter und erzeugen mit dem nachgeschalteten Kondensator C 12 eine Gleichspannung, wobei der Spannungswert wiederum von der Belastung des Trafos abhängt. Stör-Spannungsspitzen werden zum einen vom Kondensator C 11 an der Primärseite des Trafos und zum anderen nach dem Brückengleichrichter durch den Kondensator C 13 abgefangen. Die 315-mAT-Sicherung im Sekundärkreis des Transformators verhindert eine Überlastung des Transformators.

Zur Stabilisierung der benötigten Betriebsspannungen sind die Spannungsregler IC 4 und IC 5 vorhanden. IC 4 erzeugt eine 5-V-Spannung, womit der Mikrocontroller IC 2, das EEPROM IC 1 und der Empfänger HFE1 versorgt werden. Zur Spannungsstabilisierung und zur Unterdrückung von Störspitzen sind die Kondensatoren C 15 sowie C 14, C 16 und C 17 nachgeschaltet. Da das Empfangsmodul eine Betriebsspannung von ca. 3 V benötigt, ist dieses in Reihe zur Diode D 11 angeschlossen worden. An der

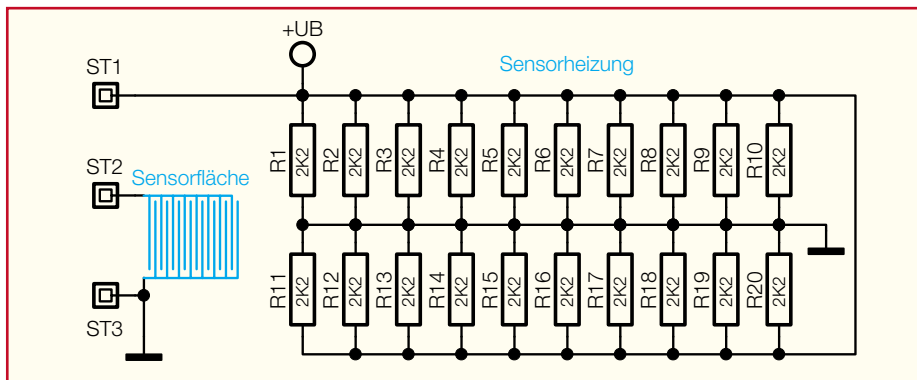
Diode fallen etwa 2 V ab, und für die anschließende Stabilisierung der Betriebsspannung für das Modul sorgt der Kondensator C 1.

Der Spannungsregler IC 5 erzeugt die 10-V-Spannung  $U_B$ , die zur Versorgung des Operationsverstärkers IC 3 und für die Messstation benötigt wird. Eine Stabilisierung dieser Spannung wird durch den Kondensator C 9 und eine Unterdrückung der Störspitzen durch die Kondensatoren C 8 und C 10 erreicht.

### Steuereinheit

Der Mikrocontroller IC2 ist das Herz der Steuereinheit. Er steuert die Anzeige des Displays LCD1 und gibt die Befehle zum Aus- oder Einfahren der Markise aus. Es werden hier außerdem die Wetterdaten sowie, falls vorhanden, die Raumtemperatur ausgewertet und mit den im EEPROM hinterlegten, programmierten Einstellungen verknüpft.

Um den internen Hauptoszillator des Controllers zu stabilisieren, ist der Quarz Q 1 in Verbindung mit den Kondensatoren C 3 und C 4 an den Ports XIN und XOUT angeschlossen. Damit der Controller nach einem Spannungsausfall in einen definier-



**Bild 4: Schaltbild der Regensensorplatine**

ten Startzustand versetzt wird, leitet der Kondensator C 5 einen Reset ein.

Im EEPROM IC 1 sind die Einstelldaten abgelegt, damit gehen diese nach einem Spannungsausfall nicht verloren.

Die Taster „AUS“ und „EIN“ dienen sowohl dem manuellen Ein- und Ausfahren der Markise als auch der Einstellung der Steuerung.

Um eine Fehlsteuerung des Markisenmotors (z. B. gleichzeitiger Befehl zum Ein- und Ausfahren) zu verhindern, müssen die Relais REL 1 und REL 2, die den Motor ansteuern, soft- und hardwaremäßig gegeneinander verriegelt werden. Die hardwaremäßige Verriegelung wird über den Komparator IC 3 A und die Dioden D 9 und D 10 erreicht. Solange nicht beide Relaisausgänge angesteuert werden, fällt über einer der beiden Dioden eine Spannung von 0,7 V ab. Dadurch ist sicher gestellt, dass in diesen Fällen die Spannung am positiven Eingang des Komparators größer ist als am negativen Eingang und dadurch am Ausgang ein High-Signal anliegt. Das High-Signal bewirkt nun wiederum über die Widerstände R 20 und R 21 ein Durchschalten des Transistors T 5. Solange T 5 leitend ist, kann der Markisenmotor angesteuert werden. Falls es nun zu einem Fehler in der Ansteuerung kommt und beide Relaisausgänge gleichzeitig durchsteuern sollten, sperren beide Dioden, und am negativen Eingang des Komparators liegen 5 V. Da diese Pegel die Spannung am positiven Eingang übersteigt, wird der Komparator an seinem Ausgang ein Low-Signal ausgeben, wodurch der Transistor T 5 sperrt. Durch diese Maßnahme wird ein Ansteuern beider Relais verhindert und der Motor ist nicht in beide Laufrichtungen gleichzeitig ansteuerbar. Um eine leicht zeitverzögerte Ansteuerung der Transistoren T 1 und T 2 gegenüber von T 5 zu erreichen, sind die Kondensatoren C 6 und C 7 parallel zu den Basis-Emitter-Widerständen R 13 und R 15 geschaltet. Zur Unterdrückung von Spannungsspitzen durch Induktion beim Abschalten der Relaispulen sind die Dioden D 3 und D 4 in Sperrrichtung parallel zu den Relais einge-

setzt. Das Relais REL 1 sorgt dabei für das Ausfahren der Markise und das Relais REL 2 für das Einfahren.

An Klemme KL 1 und KL 2 wird die Messstation für Sonne, Regen und Wind angeschlossen. Das Regen- und Windsignal kann direkt über die Vorwiderstände R 3 und R 4 an den Controllerports geführt werden. Der Kondensator C 18 dient dabei zur Unterdrückung hochfrequenter Störimpulse. Das Sonnensignal wird auf den Komparatoreingang IC 3 B geführt. Dieser gibt an seinem Ausgang immer dann ein High-Signal, wenn das Sonnensignal den Pegel überschreitet, der durch den Spannungsteiler R 6 und R 7 am invertierten Eingang des Komparators anliegt. Diese Spannung ist durch das Potentiometer R 7 einstellbar und ermöglicht dadurch eine individuelle Einstellung. Um die Spannung am Ausgang des Komparators auf den Mikrocontroller abzustimmen, ist der Spannungsteiler R 9 und R 10 nachgeschaltet. Ein ständiges Umschalten des Komparators im Bereich seiner Schwellenschwelle wird vermieden, indem der Widerstand R 8 zur definierten Hysterese im Mitkoppelzweig eingefügt ist. Um Störspitzen abzufangen, ist der Kondensator C 2 parallel zum Eingang des Komparators geschaltet.

Damit endet die Schaltungsbeschreibung der Steuereinheit, und wir kommen zur Beschreibung der Schaltung der Messstation bzw. der Sensorplatinen.

### Messstation

Die Versorgungsspannung für die Messeinheit wird von der Steuereinheit geliefert. Diese wird direkt an die Sensorheizung der Regensensorplatine (Abbildung 4) gelegt. Die Heizung besteht dabei aus 20 parallel geschalteten Widerständen (R 1 bis R 20), die die elektrische Energie in Wärmeenergie umsetzen und somit dafür sorgen, dass durch Nebel oder Tau kein Regenalarm ausgelöst wird. Außerdem kann so nach einem Regenschauer die Sensorfläche schnell wieder abtrocknen.

Die Regensensorplatine besteht aus zwei „Sensorrücken“, die eine niederohmige

Verbindung darstellen, wenn sie durch einen Wassertropfen miteinander verbunden werden. Der eine „Sensorrücken“ befindet sich auf Masse-Potenzial, und der andere ist auf den nicht invertierenden Eingang des Impedanzwandlers IC 1 A geführt, der sich auf der Basismessplatine befindet. Der Eingang IC 1 A ist über den Spannungsteiler R 1 und R 2 an die Betriebsspannung gekoppelt und somit vorgespannt. Der Impedanzwandler liefert an seinem Ausgang ein High-Signal, solange die Sensorfläche trocken ist. Erfolgt ein Kurzschließen der Sensorfläche durch Benetzung mit Wasser, wird der Eingang des Impedanzwandlers gegen Masse gezogen und am Ausgang stellt sich ein Low-Signal ein. Um Störspitzen am Eingang des Impedanzwandlers zu unterdrücken, ist der Kondensator C 1 parallel zu den Eingängen geschaltet.

Die Windsensorik besteht aus einem Reed-Kontakt, der durch einen am kugelgelagerten Schalenkreuz-Anemometer angebrachten Magneten ausgelöst wird.

Er schließt und öffnet entsprechend der Windgeschwindigkeit. Beim Schließen wird der Eingang des Mikrocontrollers der Steuereinheit auf Masse-Potential gelegt, und der Controller kann entsprechend der Taktung die Windgeschwindigkeit berechnen. Für die Vermeidung hochfrequenter Störeinkopplungen sorgt der parallel zum Reed-Kontakt angeschlossene Kondensator C 5.

Die Detektion der Sonnenintensität wird mit der Fotodiode D1 vorgenommen. Diese fungiert als Stromquelle und erzeugt einen Stromfluss sowie entsprechend einen Spannungsabfall am Widerstand R 4. Da sich der Spannungsabfall proportional zum Strom verhält und dieser wiederum von der Belichtung der Fotodiode abhängt, ist der Spannungsabfall ein direktes Maß für die Erfassung der Sonnenintensität. Am Ausgang des Operationsverstärkers stellt sich entsprechend des Spannungsabfalls am Widerstand R 4 die Gleichspannung zur Ansteuerung des Komparators IC 3 in der Steuereinheit ein. Die Kondensatoren C 2 und C 3 dienen der Vermeidung von Schwingungen und Störspitzen.

Die Ausgänge des Impedanzwandlers IC 1 A und des Operationsverstärkers IC 1 B sind empfindlich gegen kapazitive Lasten. Da die Zuleitung zur Steuereinheit bis zu 10 m lang sein darf, stellt diese quasi eine solche Last dar. Um Störungen oder Übertragungsfehler zu vermeiden, sind aus diesem Grund an den Ausgängen der ICs die Widerstände R 3 und R 5 angeschlossen und reduzieren dadurch die kapazitive Last an den Schaltungsausgängen.

In der nächsten Ausgabe gehen wir auf den Nachbau der drei Komponenten des Systems ein.