

# Erweiterte Analyse des Powerboards (Hochvolt-Sektion)

---

**System:** SC92F8463BM-basiertes Steuer- und Leistungsboard

**Datum:** 31. Oktober 2025

---

## Powerboard – Anschluss P1–P12

Pin	Bezeichnung	Typ / Richtung	Signalpfad (vereinfacht)	Beschreibung / Funktion
P1	TEMP	Eingang (analog)	→ Spannungsteiler → ADC des MCU-Boards	Anschluss des NTC-Temperatursensors. Spannung sinkt bei steigender Temperatur. P1-R12-NTC-5V
P2	+5 V	Ausgang (DC)	← 7805 / Sekundärnetzteil	Haupt-Versorgungsspannung für Steuerboard, Sensoren und Logik.
P3	GND	Bezugspotential	← Sekundär-GND	Masse aller Logik- und Sensorkreise (galvanisch getrennt von Netz).
P4	NC	–	–	Nicht belegt (möglicherweise Reserveleitung).
P5	FAN12V	Eingang (digital)	→ Transistor Q10 → Lüfter 12V	Vermutung: wird geprüft ob der Kühllüfter läuft. Lüfter liegt an Basis von Q10 R16-Kollector(Q10)- Basis(10)-12VLüfter-Emitter(GND)
P6	HEATER REL	Ausgang (digital, low-aktiv)	→ Transistor Q7 → Relais-Spule → Heizwiderstand 230 V	Steuert das Heizungsrelais. Aktiv solange Solltemperatur nicht erreicht ist.
P7	FAN 230V	Ausgang (digital, Optokoppler)	→ Q8 → PD1 → Q1 (Triac) → 230 V-Lüfter	Fan & fan-l gehen an den Spaltmotor und schalten den Lüfter inkl. rotes Kabel
P8	LAMP 230V	Ausgang (digital, Optokoppler)	→ Q9 → PD2 → Q2 (Triac) → 230 V-Lampe	Schaltet Innenbeleuchtung oder Heizraumlampe.
P9	MOTOR 230V	Ausgang (digital, Optokoppler)	→ Q10 → PD3 → Q3 (Triac) → 230 V-Motor	Schaltet den Antriebsmotor Drehspieß

Pin	Bezeichnung	Typ / Richtung	Signalpfad (vereinfacht)	Beschreibung / Funktion
P10	FAN-L 230V	Ausgang (digital, Optokoppler)	→ Q11 → PD4 → Q4 (Triac) → 230 V- Sekundärlüfter	FAN & FAN-L Lüfter, schwarzes Kabel.
P11	NC	-	-	Nicht belegt (Liegt aber 5V permanent an über Logic-Board)
P12	DOOR	Eingang (digital)	→ Pull-Up → Türschalter (nach GND)	Türkontakt. Aktiv LOW, zieht auf Masse wenn Tür geschlossen.

## Ergänzende Hinweise

- Messreferenz:
  - Immer gegen P3 (GND) messen.
  - Alle Pins P1–P12 sind galvanisch getrennt von der Netzspannung.
- Signalrichtung:
  - „Ausgang (digital)“ → vom Powerboard (bzw. MCU auf dem Steuerboard) gesteuert.
  - „Eingang“ → liefert Status oder Sensorwert ans
- Treiberstruktur für 230 V-Lasten (P7–P10):
  - MCU → Transistor Q8..Q11 → Optokoppler PD1..PD4 → Triac Q1..Q4 → 230 V-Last
- Heizungsrelais (P6):
  - Wird über separaten 5 V-Treiber (Q7) geschaltet.
- Relais trennt 230 V-Heizkreis, wenn Solltemperatur erreicht ist.
  - Door-Signal (P12):

Meist als „Safety Interlock“ implementiert – blockiert Heizung und Motor, wenn offen.

## Mess-Leitfaden (P1–P12) – erwartete Spannungen & Prüfhinweise

**Bezug (GND): immer P3.**

**Messgerät:** DC-Volt. Nur Sekundärseite messen (galvanisch getrennt).

**Hinweis:** „aktiv“ = Funktion eingeschaltet (per Gerätelogik/Bedienung).

Pin	Signal	Leerlauf (typ.)	Aktiv (typ.)	Wie auslösen / prüfen	Erwartetes Verhalten / Hinweis
P1	TempSensor (NTC)	0.5–4.5 V	ändert sich	Fühler anfassen/erwärmen oder abkühlen	Spannung <b>sinkt</b> bei Erwärmung (NTC). Ruhig, ohne Ripple.
P2	+5 V VCC	<b>5.0 V</b>	<b>5.0 V</b>	Gerät eingeschaltet	Stabile 5 V ( $\leq \pm 5\%$ ). Deutliches Absacken ⇒ Netzteil prüfen.
P3	GND	0 V	0 V	-	Bezugspunkt für alle Messungen.

Pin	Signal	Leerlauf (typ.)	Aktiv (typ.)	Wie auslösen / prüfen	Erwartetes Verhalten / Hinweis
P4	NC	0 V	0 V	-	Nicht belegt.
P5	Fan 5 V	0 V	5 V (oder PWM- Mittelwert)	Lüfterfunktion starten	Bei PWM zeigt DMM 2–4 V Mittelwert, Oszi sieht Rechteck.
P6	Heater Relay	0 V	5 V (Relais EIN)	Heizung einschalten / Solltemp. unterschreiten	Beim Aktivieren klickt Relais; an Spule 5 V messbar.
P7	Fan 230 V (Opto)	~0 V	5 V	230 V-Lüfter einschalten	HIGH treibt Optokoppler → Triac zündet (Netzseite).
P8	Lamp 230 V (Opto)	~0 V	5 V	Lampe einschalten	Wie P7.
P9	Motor 230 V (Opto)	~0 V	5 V	Motorfunktion starten	Wie P7.
P10	FAN-L 230 V (Opto)	~0 V	5 V	2. Lüfterleitung/FAN-L aktivieren	Häufig gekoppelt mit P5 oder Heizung (logisch verknüpft).
P11	NC	0 V	0 V	-	Nicht belegt.
P12	Door (Schalter)	5 V (offen)	0 V (geschlossen)	Tür öffnen/schließen	<b>Active LOW:</b> geschlossen → 0 V, offen → 5 V (Pull- Up).

### Zusatz-Messpunkte (Sekundärseite)

Punkt	Leerlauf	Aktiv	Hinweis
<b>Relais-Spule</b> (gegen GND)	0 V	~5 V	Nur wenn Heizung EIN (P6=HIGH).
<b>Beeper</b> (gegen GND)	0 V	pulsend 0–5 V	Je nach Tonfrequenz.
<b>Ausgang 7805</b> (Pin OUT)	5.0 V	5.0 V	Falls deutlich <4.8 V: Last/Regler prüfen.

### Sicherheit

- Nur auf der Sekundärseite** messen (Bereich um 7805, Relais, Stecker P1–P12).
- Keine Messung** an Primärseite (Gleichrichter, X2-Kondensator, 400 V-Elko, PN8034M) ohne Trenntrafo!

### ⚡ Übersicht der 230-V-Treibersektion

Die Hochvolt-Stufe steuert vier getrennte 230-V-Verbraucher über Halbleiterschalter (Triacs oder MOSFETs, gekennzeichnet als Q1–Q4) sowie ein Relais für die Heizung.

## Komponentenübersicht

Kennzeichnung	Funktion	Angesteuerter Verbraucher	Typ	Bemerkung
<b>Q1</b>	FAN	Lüfter 230 V	Triac / Optotriac	Schaltet Hauptlüfter
<b>Q2</b>	LAMP	Lampe 230 V	Triac / Optotriac	Beleuchtung
<b>Q3</b>	MOTOR	Motor 230 V	Triac / Optotriac	Antrieb (z. B. Rührwerk / Ventil)
<b>Q4</b>	FAN-L	Lüfterleitung (Low/Neutral)	Triac / MOSFET	Zweite Lüfterleitung / Phasenumschaltung
<b>RELAY</b>	HEATER	Heizlast 230 V	Relais	Spule 5 V, galvanisch getrennt



## ⚡ Hochvolt-Anschlüsse



### Anschluss Beschreibung

<b>HEATER</b>	Ausgang zum Heizstab / Heizplatte
<b>FAN</b>	Hochvolt-Lüfter
<b>LAMP</b>	Beleuchtung 230 V
<b>MOTOR</b>	Motor oder Antrieb 230 V
<b>FAN-L</b>	Zweite Lüfterleitung oder Neutral-Pfad
<b>230 V IN</b>	Netzspannungseingang (L/N) für alle Triac-Zweige

Die Leiterbahnen zwischen „230 V IN“ und den vier Schaltzweigen sind breit ausgeführt, um höhere Ströme sicher zu führen. Zwischen 230-V- und 5-V-Bereich befindet sich ein klar sichtbarer **Isolationsschlitz**.

## ⚙️ Ansteuerlogik

Jeder der Transistor-Zweige **Q1–Q4** wird von einem Signal aus der 5-V-Logik (MCU-Board) angesteuert:

- Signalleitungen kommen über Steckerpins **P7–P10** (siehe bisherige Analyse).
- Jede Leitung treibt einen Optokoppler oder eine Gate-Vorstufe (T1-G-T2-Beschriftung deutet auf Triacs hin).
- Diese wiederum schalten den jeweiligen 230-V-Lastzweig.
- Dadurch besteht **galvanische Trennung** zwischen Mikrocontroller und Netzspannung.

Die **Heizungssteuerung** erfolgt **nicht über Triac**, sondern über ein separates **Relais**, das auf der Platine direkt sichtbar ist. Dieses Relais ist mit der 5-V-Spule über einen Transistor angesteuert (Low-Side-Schaltung mit Freilaufdiode).

---

## Sicherheit und Isolation

- Deutlich sichtbarer **Isolationsschlitz** zwischen Hochvolt- und Niedervolt-Bereich.
  - Jede Steuerleitung (P7–P10) geht über einen Optokoppler (PD1–PD4) zu den Triacs Q1–Q4.
  - Alle Netzleitungen sind großflächig verzinnt, mit dicken Leiterbahnen und ausreichenden Kriechstrecken.
  - Die 5-V-Versorgung (MCU-Seite) bleibt vollständig getrennt von der Netzseite.
- 

## Zusammenfassung der Funktionsgruppen

Bereich	Spannungsebene	Steuerung	Verbraucher
<b>Heater (Relais)</b>	230 V	5 V-Relais über Transistor	Heizplatte / Heizelement
<b>Fan 230 V (Q1)</b>	230 V	Optokoppler + Triac	Hauptlüfter
<b>Lamp 230 V (Q2)</b>	230 V	Optokoppler + Triac	Beleuchtung
<b>Motor 230 V (Q3)</b>	230 V	Optokoppler + Triac	Antrieb
<b>Fan-L (Q4)</b>	230 V	Optokoppler + Triac	Zweite Lüfterleitung
<b>Beeper / Fan 5 V / Sensor / Door</b>	5 V	Transistor + MCU-Ports	Logik- und Signalfunktionen

## Gesamtfunktion

1. Das Powerboard erhält eine Eingangsspannung von **230 V AC**.
  2. Ein internes Netzteil oder externer Adapter liefert **12 V–24 V DC**, die über den **7805-Regler** auf **5 V** stabilisiert werden.
  3. Diese 5 V speisen die MCU-Logik, Sensorik und Niedervolt-Treiber.
  4. Steuerbefehle des Mikrocontrollers (über P1–P12) aktivieren die jeweiligen Transistor- oder Relaisstufen.
  5. Optokoppler sorgen für elektrische Isolation zur Hochvolt-Schaltseite.
  6. Q1–Q4 schalten unabhängig die 230-V-Lasten (Lüfter, Lampe, Motor, Lüfter-Neutral).
  7. Das Relais schaltet die Heizleistung.
- 

## Fazit

Das Powerboard ist ein **komplettes, galvanisch getrenntes Leistungsmodul** zur Ansteuerung mehrerer 230-V-Verbraucher. Es kombiniert **eine lineare 5-V-Versorgung, Transistor-Treiberstufen, Optokoppler**,

**Triac-Schalter** und **ein Relais** zu einem sicheren Interface zwischen Netzspannung und Mikrocontrollerlogik.

---

## Analyse der Transistorsektion Q5–Q11

---

**System:** SC92F8463BM-basiertes Steuer-/Powerboard

**Datum:** 31. Oktober 2025

---

### Überblick

Die Transistoren **Q5–Q11** befinden sich auf der Niedervolt-Seite (5 V-Logikbereich) und bilden die vollständige Treiber- und Kopplungslogik zwischen dem Mikrocontroller und den angeschlossenen Verbrauchern (Relais, Lüfter, Optokoppler-Treiber).

Sie übernehmen folgende Aufgaben:

- Direktes Schalten von 5 V-Lasten (Relais, Beeper, 5 V-Lüfter)
  - Logische Kopplung zwischen Signalen (z. B. Heizung → Lüfter)
  - Ansteuerung von Optokopplern (PD1–PD4) für galvanisch getrennte 230 V-Stufen
- 

### Einzelanalyse Q5–Q11

Bauteil	Position / Bezug	Funktion	Beschreibung
<b>Q5</b>	rechts neben Relais	Hilfstransistor, erhält Signal vom Relais-Treiber (Q7)	Dient als Zwischenglied, um Heizungsaktivität an weitere Schaltung (z. B. Lüfter oder Optokoppler) weiterzugeben
<b>Q6</b>	Nähe „Beeper“-Bereich	Beeper-Treiber	Schaltet den Piezo-Beeper gegen Masse (Low-Side, aktiv LOW)
<b>Q7</b>	direkt am Relais	Relais-Treiber (Heizung)	NPN-Transistor, schaltet Relaisspule, besitzt Freilaufdiode; wird direkt von MCU angesteuert
<b>Q8</b>	rechts vom Relais, Basis an Q5	Logik- oder Folgetreiber, evtl. Optokoppler-Ansteuerung	Wird nur aktiv, wenn Heizung (Q7) bzw. Q5 aktiv ist – koppelt Heizsignal weiter, z. B. für Lüfterstart bei Heizung
<b>Q9</b>	Bereich Mitte/oben	Möglicher Optokoppler-Treiber	Schaltet 230 V-Last (z. B. Lampe oder Motor) synchron zu einem 5 V-Signal
<b>Q10</b>	rechts bei P3/P4	Vom 5 V-Lüfterkreis gesteuert	Wird durch das Lüftersignal aktiviert; könnte als Verstärker- oder Kopplungsstufe zum 230 V-Lüfter dienen

Bauteil	Position / Bezug	Funktion	Beschreibung
Q11	oberhalb von PD4	Optokoppler-Treiber (Fan-L oder Motor)	Schließt die Hochvolt-Kette; steuert den letzten Optokoppler-Zweig (PD4 → Triac Q4)

## 🔍 Beobachtete Signalverbindungen

- **Q10 → Basis an 5 V-Lüfter** → Schaltet vermutlich einen Hochvolt-Lüfter synchron.
- **Q8 → Basis an Q5 → Basis an Relais (Q7)** → Heizungsaktivität löst sekundäre Schaltung aus (z. B. Sicherheit oder automatischer Lüfterlauf).
- **Q5–Q11** bilden somit teils **mehrstufige oder rückgekoppelte Transistorstufen**, die logische UND/ODER-Funktionen zwischen Signalen realisieren.

## 🧠 Wahrscheinliches Schaltungskonzept

Das Board verwendet eine **signalabhängige Kopplungslogik**, bei der einzelne Ausgänge automatisch mitgeschaltet werden, ohne dass der Mikrocontroller jeden Pin einzeln ansteuert.

## ◆ Beispiel 1 – Heizungslogik

Diese Logik beschreibt die Abhängigkeit zwischen **Heizung** und **Lüfter**.

Ziel: Sobald die Heizung aktiv ist, soll automatisch auch der Lüfter (5 V oder 230 V) mit eingeschaltet werden.

### Schaltfolge



### Beschreibung

1. MCU aktiviert das Heizungsrelais über Q7.
2. Das Relaisignal steuert Q5 (Hilfstransistor).
3. Q5 aktiviert Q8, welcher einen Optokoppler ansteuert.
4. Der Optokoppler treibt einen Triac (z. B. Q1 = FAN 230 V).
5. Ergebnis: Heizung an → Lüfter an, ohne dass die MCU dafür einen separaten Pin benötigt.

### Vorteile

- Spart I/O-Pins am Mikrocontroller.
- Stellt sicher, dass beim Heizen immer eine Luftzirkulation aktiv ist.
- Erhöht Sicherheit und Kühlwirkung, auch bei Firmwarefehlern.

## ◆ Beispiel 2 – Lüfterlogik

Diese Logik koppelt den **5 V-Lüfter** mit dem **230 V-Lüfterzweig** (Fan-L).

### Schaltfolge



### Beschreibung

1. **MCU** aktiviert den **5 V-Lüfterausgang (P5)**.
2. Dieses Signal steuert die **Basis von Q10**.
3. **Q10** treibt **Q11**, welcher den **Optokoppler PD4** aktiviert.
4. Der Optokoppler zündet **Triac Q4** und schaltet damit den 230 V-Lüfterzweig.
5. Ergebnis: Der **230 V-Lüfter** läuft immer dann, wenn der **5 V-Lüfter** aktiv ist.

### Vorteile

- Synchroner Betrieb beider Lüfterkreise (Low- und High-Voltage).
- Logische Kopplung ohne Softwareaufwand.
- Sichere galvanische Trennung zwischen 5 V-Logik und 230 V-Netz

## ❖ Zusammenfassung

Gruppe	Transistoren	Steuerquelle	Zweck
<b>Direkte Niedervolt-Treiber</b>	Q6, Q7	MCU-Signale	Beep, Relais
<b>Hilfs-/Kopplungsstufen</b>	Q5, Q8, Q10	Signale von Relais / 5 V- Lüfter	Automatische Abhängigkeiten (z. B. Lüfter bei Heizung)
<b>Optokoppler-Treiber (Hochvolt-Ansteuerung)</b>	Q9, Q11	Hilfsstufen (Q5/Q10)	Ansteuerung der galvanisch getrennten 230 V-Triacs

## ✓ Fazit

Die Transistorgruppe **Q5–Q11** ist kein einfacher Satz individueller Treiber, sondern ein **kombiniertes logisches Steuernetz**, das interne Signale (Heizung, Lüfter, Beeper) miteinander verknüpft und daraus automatisch die Hochvolt-Schaltbefehle ableitet.

Dadurch kann der SC92F8463BM mit nur wenigen I/O-Pins alle Verbraucher (5 V und 230 V) effizient und sicher ansteuern.

## Analyse der Signalpegel und Schaltlogik – Connector P1–P12

---

**System:** Powerboard mit SC92F8463BM

**Datum:** 31. Oktober 2025

---

### ⚙️ Grundversorgung

Pin	Funktion	Typ	Beschreibung
P2	VCC (+5 V)	Versorgung	Ausgang des 7805-Reglers, versorgt MCU und Logik
P3	GND	Versorgung	Gemeinsame Masse-Referenz für alle Signale

---

### 🌡️ Analoger Eingang

Pin	Funktion	Richtung	Aktiv gegen	Beschreibung
P1	Temperatursensor (NTC)	Eingang (analog)	GND	Spannungsteiler (NTC + Widerstand), Spannung sinkt bei steigender Temperatur. Wird durch MCU-ADC ausgewertet.

---

### 🔥 Relais- und Heizungssteuerung

Pin	Funktion	Richtung	Aktiv gegen	Aktivpegel	Beschreibung
P6	Heater Relay	Ausgang	GND	HIGH = Relais an	Treibt Transistor Q7. Das Relais zieht an, solange die Temperatur <b>unter Sollwert</b> liegt. Wird abgeschaltet, sobald die Zieltemperatur erreicht ist.

---

### ⚡ Hochvolt-Ausgänge (Triac/Optokoppler-Stufen)

Pin	Funktion	Richtung	Aktiv gegen	Aktivpegel	Beschreibung
-----	----------	----------	-------------	------------	--------------

---

Pin	Funktion	Richtung	Aktiv gegen	Aktivpegel	Beschreibung
P7	Fan 230 V	Ausgang	GND	<b>HIGH = an</b>	Schaltet Optokoppler PD1 → Triac Q1 → Hochvolt-Lüfter
P8	Lamp 230 V	Ausgang	GND	<b>HIGH = an</b>	Schaltet Optokoppler PD2 → Triac Q2 → Beleuchtung
P9	Motor 230 V	Ausgang	GND	<b>HIGH = an</b>	Schaltet Optokoppler PD3 → Triac Q3 → Motor / Antrieb
P10	Fan-L 230 V	Ausgang	GND	<b>HIGH = an</b>	Gekoppelte Lüfterleitung, geschaltet über Q10/Q11 → PD4 → Triac Q4

Die Hochvolt-Lasten (P7–P10) werden über **Optokoppler-LEDs mit Vorwiderständen** gesteuert. Aktivierung erfolgt durch **positives 5-V-Signal vom MCU-Board**, das gegen GND referenziert ist.

## ⌚ Zusatzfunktionen

Pin	Funktion	Richtung	Aktiv gegen	Aktivpegel	Beschreibung
(intern)	Beeper	Ausgang	GND	<b>LOW = aktiv</b>	Wird über Q6 geschaltet. Kein Steckerpin, aber gleiche Logik wie andere Low-Side-Treiber.
(intern)	Fan 5 V	Ausgang	GND	<b>HIGH = aktiv</b>	Direkt von MCU gesteuert (P5-Leitung), treibt NPN-Transistor Q5.

## 🚪 Türkontakt

Pin	Funktion	Richtung	Aktiv gegen	Aktivpegel	Beschreibung
P12	Door Switch	Eingang	GND	<b>LOW = geschlossen / HIGH = offen</b>	Mechanischer Schalter nach Masse. Intern mit Pull-Up auf +5 V. Sicherungsfunktion gegen Betrieb bei offener Tür.

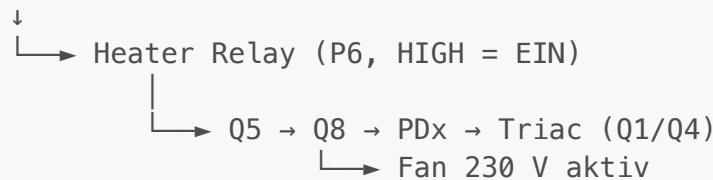
## 🔄 Zusammenfassung der Signalpegel

Kategorie	Pins	Pegel bei „aktiv“	Referenz
<b>Versorgung</b>	P2, P3	+5 V / 0 V	–
<b>Analoge Eingänge</b>	P1	analog, gegen GND	GND
<b>Digitale Ausgänge (Logik)</b>	P5, P6, P7, P8, P9, P10	<b>HIGH = EIN</b>	GND

Kategorie	Pins	Pegel bei „aktiv“	Referenz
Digitale Eingänge	P12	LOW = aktiv (geschlossen)	GND

## 🧠 Logische Zusammenhänge

Temperatursensor (P1)



Fan 5 V (P5)



Door Switch (P12)



## ✓ Fazit

- Alle Signale sind gegen GND (P3) referenziert.
- Schalteitungen (P5–P10, P6) sind active HIGH → 5 V-Signal schaltet Transistor- oder Optokoppler-Stufen ein.
- Eingänge (P1, P12) werden gegen GND ausgewertet.
- Die gesamte Logik arbeitet im 5-V-Bereich, galvanisch getrennt von der Netzseite.
- Der Aufbau folgt einem klassischen Muster: MCU-Board liefert logische HIGH-Signale, Powerboard schaltet Lasten gegen GND.

## Blockschatzbild (Mermaid)

```

flowchart LR
  A[230 V AC IN  
(L/N)] --> F[Sicherung 3.15A]
  F --> NTC[NTC / Einschaltstrombegrenzer]
  NTC --> BR[Brückengleichrichter  
(brauner 4-Pin-Block)]
  BR -->|+| C400[Elko ~400 V DC]
  BR -->|-| PGND[Primär-GND]

  C400 --> PN[PN8034M  
Off-line PWM Controller]
  
```

PN --> TR[Übertrager / Trafo]

%% Sekundär

TR --> SD[Schottky-Diode]

SD --> C5V[Elko 5–12 V DC]

C5V --> VREG[5 V Rail]

(direkt oder via 7805)]

C5V -.-> FB[TL431 + Optokoppler]

FB -.-> PN

%% Low-Voltage Seite zu Steuerboard

VREG --> P2[(P2: +5 V)]

PGND ---> P3[(P3: GND)]

%% Sensoren/Eingänge

P1[(P1: Temp NTC)] --> ADC[MCU-ADC auf Steuerboard]

DOOR[(P12: Door)] --> MCUin[MCU-Eingang]

%% 5V-Lasten

VREG --> Q5[Q5: 5 V-Lüfter Treiber]

Q5 --> FAN5V[Fan 5 V]

VREG --> Q6[Q6: Beeper Treiber]

Q6 --> BEEP[Beeper]

%% Relais/Heizung

VREG --> Q7[Q7: Relais-Treiber]

Q7 --> RELAY[Heizungsrelais]

RELAY --> HEAT[Heater 230 V]

%% Gekoppelte Logik (Beispiele)

Q7 -. Heizung aktiv .-> Q5

Q5 -. optional Kopplung .-> Q8

%% Optokoppler/Triacs Hochvolt

VREG --> Q8[Q8..Q11: Optokoppler-Vorstufen]

Q8 --> PD1[PD1..PD4: Optokoppler]

PD1 --> T1[Q1..Q4: Triacs]

%% Lasten 230V

T1 --> FAN230[Fan 230 V]

T1 --> LAMP[Lamp 230 V]

T1 --> MOTOR[Motor 230 V]

T1 --> FANL[FAN-L 230 V]

%% Stecker-Pins zu Hochvolt-Ausgängen

P7[(P7)] --> PD1

P8[(P8)] --> PD1

P9[(P9)] --> PD1

P10[(P10)] --> PD1

## Blockschatzbild (ASCII-Fallback)

230 V AC IN (L/N) | [Sicherung F1] | [NTC / Inrush R] | [Brückengleichrichter] || (+) (-) || [Elko ~400 V]  
PGND (Primär-GND) | [PN8034M] | [Trafo] | Sekundär-Gleichrichtung | [Schottky] -> [Elko 5–12 V] -> [5 V  
Rail / 7805] || (FB über TL431 + Optokoppler) '—————' 5 V LOGIKSEITE

