
Energiemanagement in PV-Kleinsystemen

Otti-Fachseminar »Photovoltaisch versorgte Geräte und Kleinsysteme«, Freiburg 26.09.2001

Inhalt

- Einleitung - Wieso Energiemanagement?
- Aufgaben und Möglichkeiten
- Struktur und Aufbau
- Einsatzspektrum, Realisierungshinweise
- Ladezustandsbestimmung
- Praxisbeispiele
- Zusammenfassung und Ausblick, Diskussion

Referent

Jochen Benz

Einleitung

Bisher: Komponenten von PV-Anlagen

Jetzt: Systeme zur Stromversorgung

- Versorgungssicherheit
- Lebensdauer
- Wirtschaftlicher Betrieb

Ziel: Erläuterung möglicher Lösungsansätze
Vorstellung von Praxisbeispielen

Beispiel



Netzunabhängige Versorgung einer
Telefonzelle

Bewertungskriterien aus Sicht des Betreibers:

- Versorgungssicherheit
- Wirtschaftlichkeit

Warum Energiemanagement?

Es werden Antworten verlangt auf die Fragen

- Wieviel Energie steht zur Verfügung oder wird benötigt?
- Wie kann verfügbare Energie optimal eingesetzt werden?
- Wie kann System möglichst schonend und effizient betrieben werden?
- Wie kann das System langfristig zuverlässig betrieben werden?

Mit Laderegler nicht möglich.

→ Energiemanagementsystem (EMS)!

Aufgaben und Möglichkeiten im Überblick

Wieviel Energie steht zur Verfügung oder wird benötigt?

- Ladezustandbestimmung (State of Charge, SOC)
- Last- und Verbrauchsprognosen
- Ertrags- und Angebotsprognosen
- Kommunikation, Koordination zwischen Systemen

Aufgaben und Möglichkeiten im Überblick

Wie kann verfügbare Energie optimal eingesetzt werden?

- Zeitgesteuertes Schalten von Verbrauchern
- Sensorgesteuertes Schalten
- Prioritätsgesteuertes Schalten
- Sicherung einer Notfallreserve
- Steuerung von Zusatzstromerzeugern
- Realisierung eines Energiejahresspeichers

Aufgaben und Möglichkeiten im Überblick

Wie kann System möglichst schonend und effizient betrieben werden?

- Ladeverfahren auf Batterietyp- und zustand abgestimmt
- Spezielle Ladeverfahren
- Berücksichtigung des Verhaltens von Verbrauchern
- Berücksichtigung des Verhaltens von Zusatzstromerzeugern

Aufgaben und Möglichkeiten im Überblick

Wie kann das System langfristig zuverlässig betrieben werden?

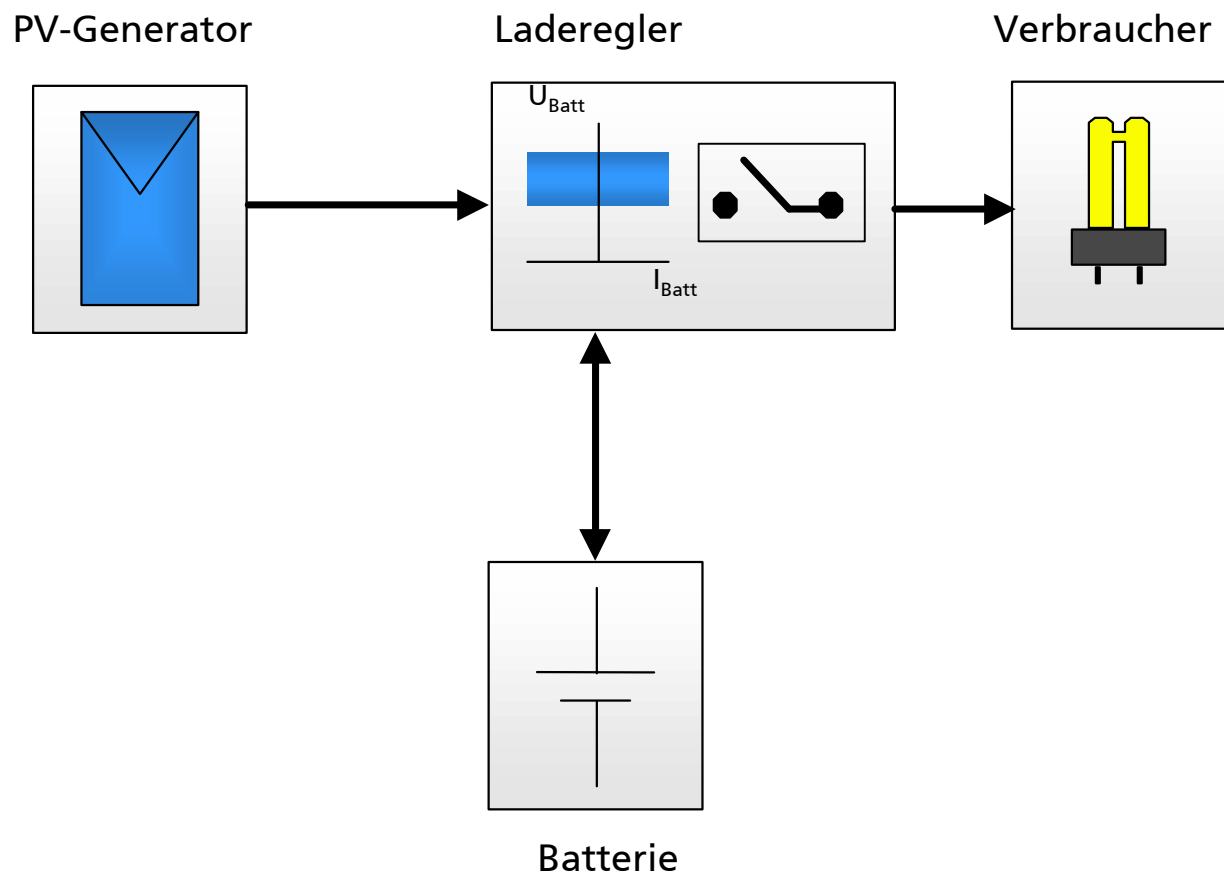
- Kapazitätsbestimmung der Batterie
- Funktionskontrolle der Systemkomponenten
- Ermittlung von Füllständen
- Fernbedien- und Überwachungsmöglichkeiten
- Vorhersage und Koordination von Wartungsaufgaben

Aufgaben und Möglichkeiten im Überblick

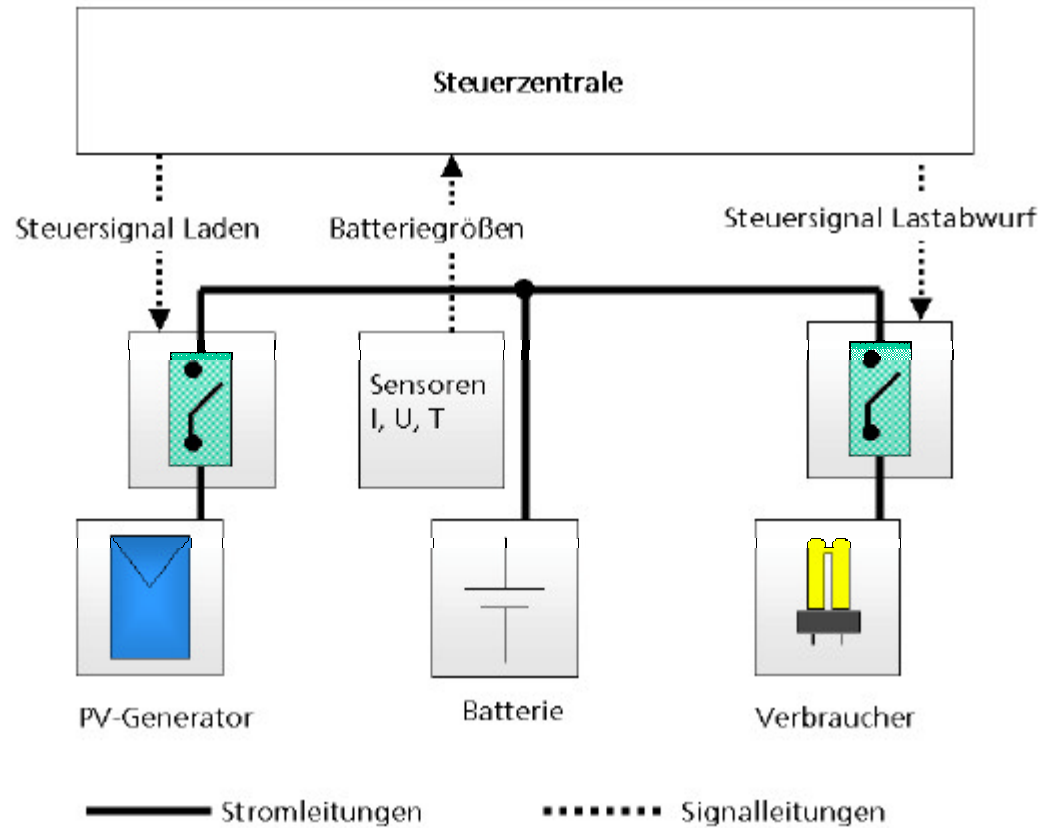
Sonstige Nutzen

- Anpassungsfähigkeit an Umgebungs- und Randbedingungen
- Reaktion auf individuellen Bedarf
- Integration in Kommunikationsnetzwerke

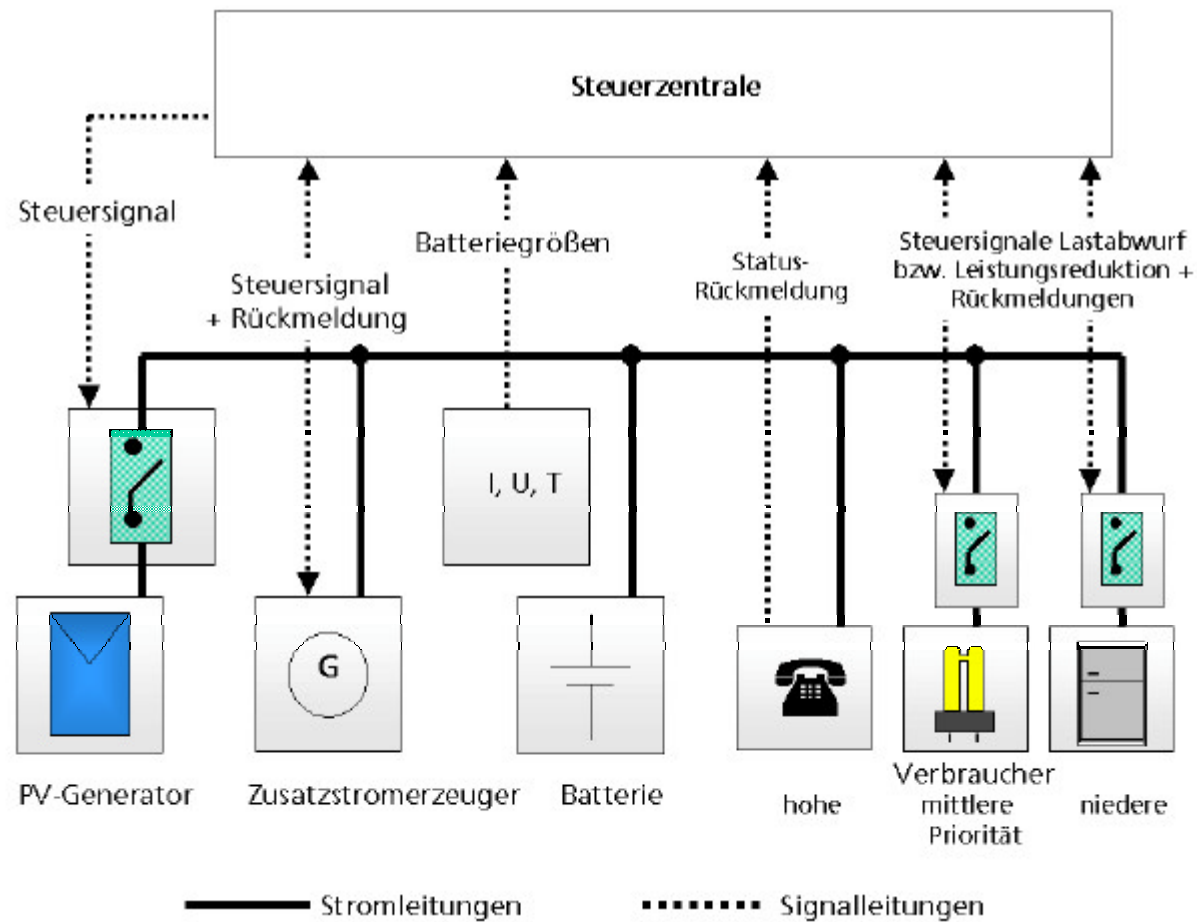
Struktur eines PV-Systems ohne Energiemanagement



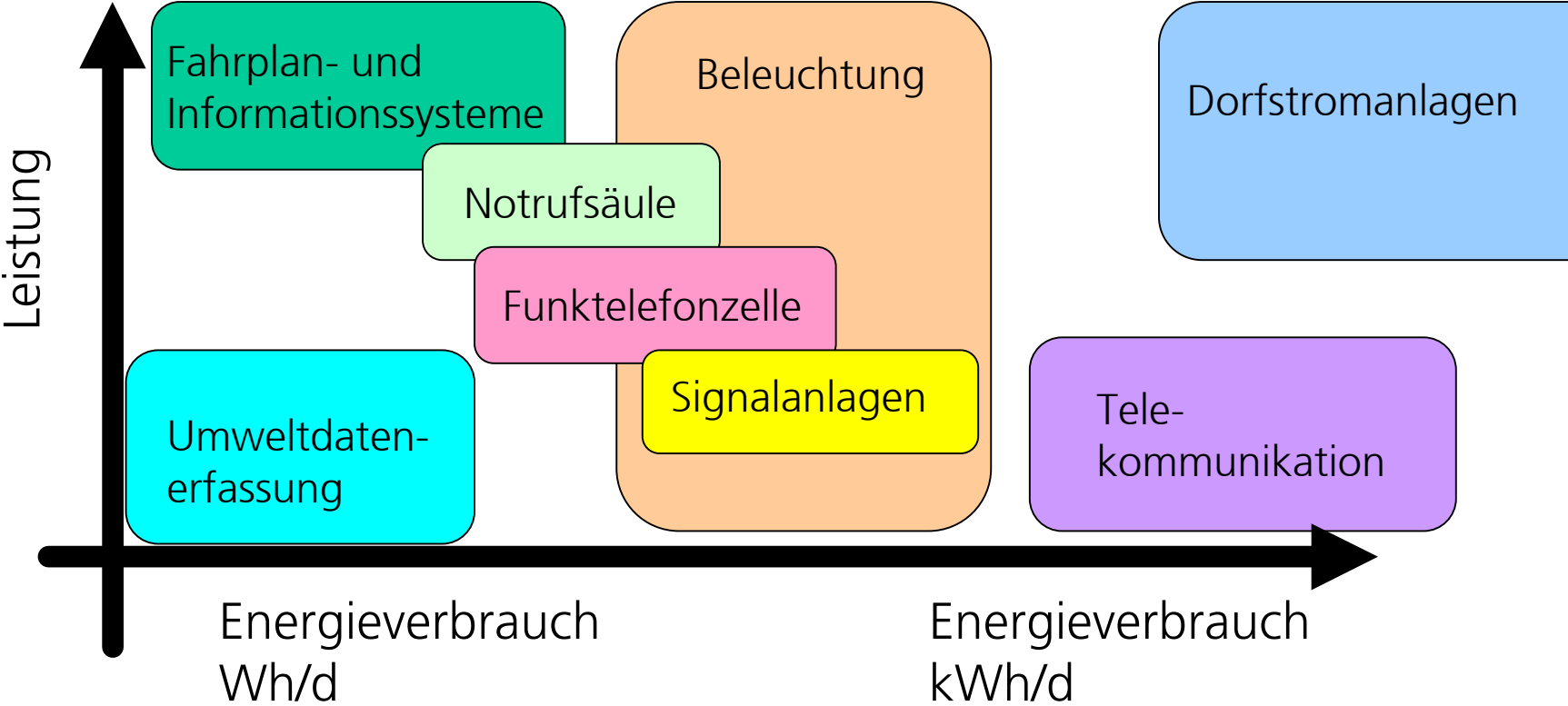
Struktur eines PV-Systems mit Energiemanagement



Struktur eines komplexeren PV-Systems

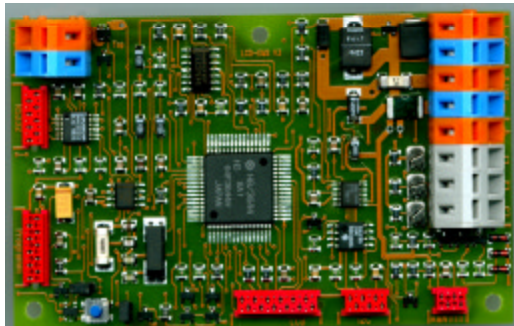


Einsatzspektrum



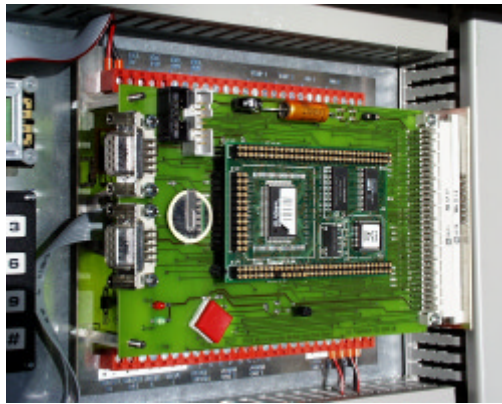
Realisierungshinweise I

- Qualität der Messwerterfassung beeinflusst Systemqualität (Präzision, Aufbereitung, Plausibilität)
- Schnittstellen zu Erzeugern und Verbrauchern definieren
- Leistungsaufnahme angemessen?
- Einwandfreie Stromversorgung?
- Realisierung mit üblichen Mikrocontrollern; Bedarf an Rechenleistung und Speicherplatz
- Schnittstellen für Installations-, Wartungs- und Diagnoseaufgaben



Realisierungshinweise II

- Einsatz „fertiger“ Algorithmen denkbar
- Softwarearchitektur (Kapselung der Algorithmen, Schichtenaufbau)
- Betriebsführungssoftware. Stabilität?
- Strategien nach Stromausfall, Reset
- Verriegelungsmechanismen bei Zugriff auf Messwerte sowie bei Einwirkung auf Verbraucher und Erzeuger
- Speicherverwaltung und Sicherung von Einstellwerten und Daten aus dem laufenden Betrieb



Verfahren zur **Ladezustandsbestimmung**

Messungen an **Reaktionspartnern**

- Elektrolyt
- Aktivmassen

Messung von **äußeren Größen** (U, I, T) (U(t), I(t), T(t))

Verfahren, die nur **Momentanwerte** verwenden (übliche Laderegler)

- (Ruhe-) Spannungsmessung
- Stromkompensierte Spg.
- Impedanzmessung

Verfahren, die **Vorgeschichte** berücksichtigen („intelligente“ Laderegler)

- Integrative Verfahren
- Adaptive Verfahren
- Nichtlineare Verfahren
- Kombinationen

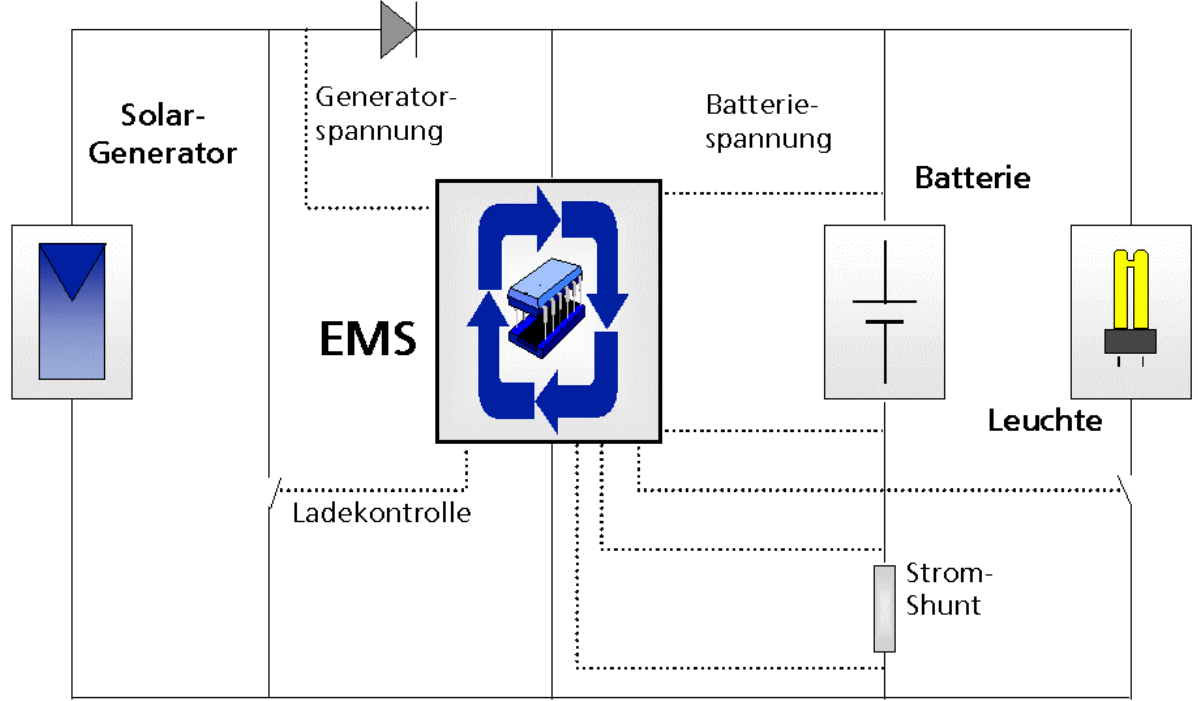


Praxisbeispiele

- PV-Beleuchtung
- Multifunktionales Notruf- und Informationssystem
- PV-Hybridsystem zur Versorgung einer Telekommunikationseinrichtung

PV-Beleuchtung - Blockschaltbild

Blockdiode

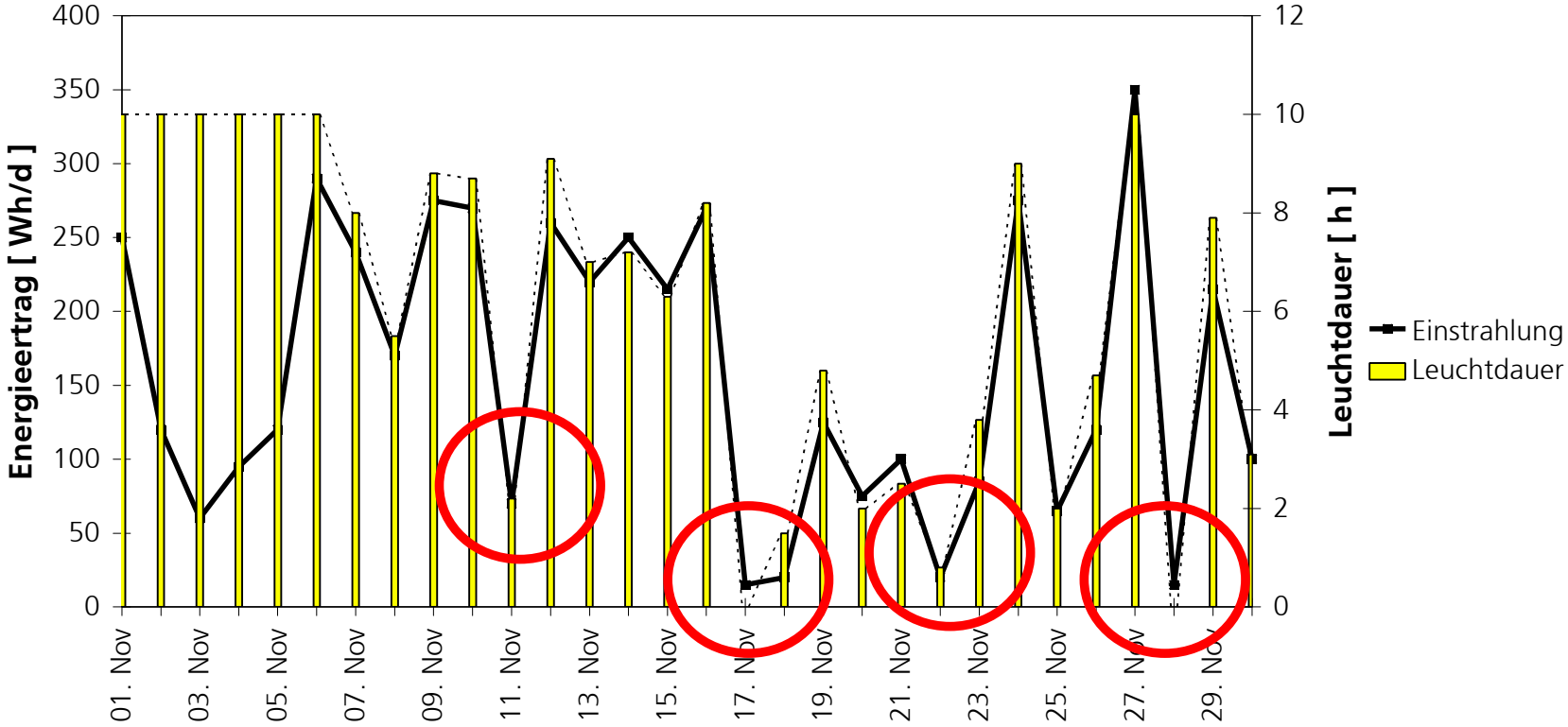


PV-Beleuchtung - Funktionen

- Aufgabe: Beleuchtung z.B. eines Wartehäuschens an Bushaltestelle
- Priorität: Morgenstunden (Schüler)
- Zeit- und helligkeitgesteuertes Schalten
- Anpassung an Tageslänge
- Schonung der Batterie, keine Tiefentladung
- Optional: Dimmer und Bewegungsmelder

PV-Beleuchtung - Konventionelles Ladereglerssystem

Leuchtdauer an Ertrag gekoppelt (führt zu Ausfallerscheinungen)

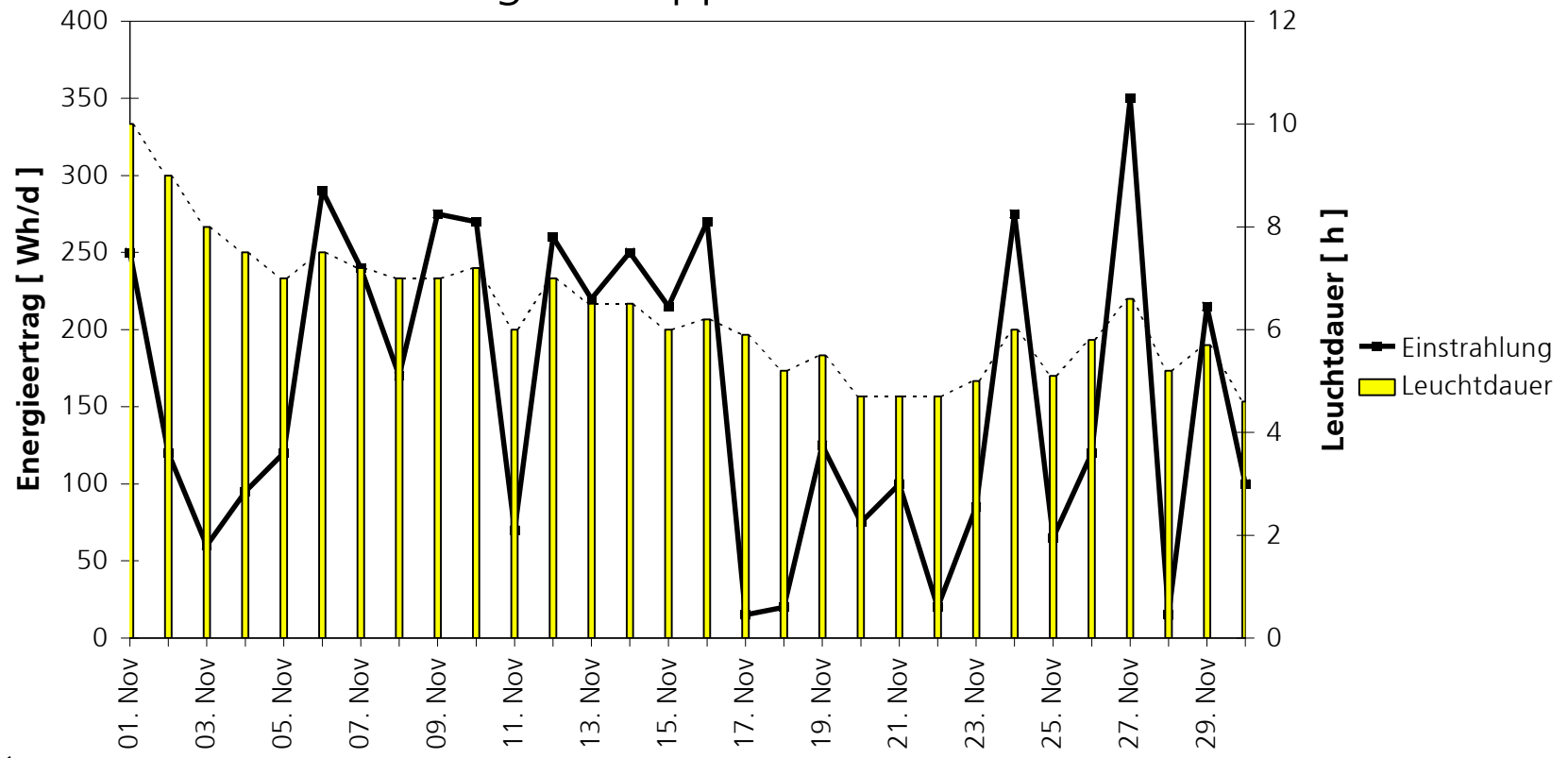


20 PV-versorgte Geräte und Kleinsysteme; Otti Seminar 26.09.2001

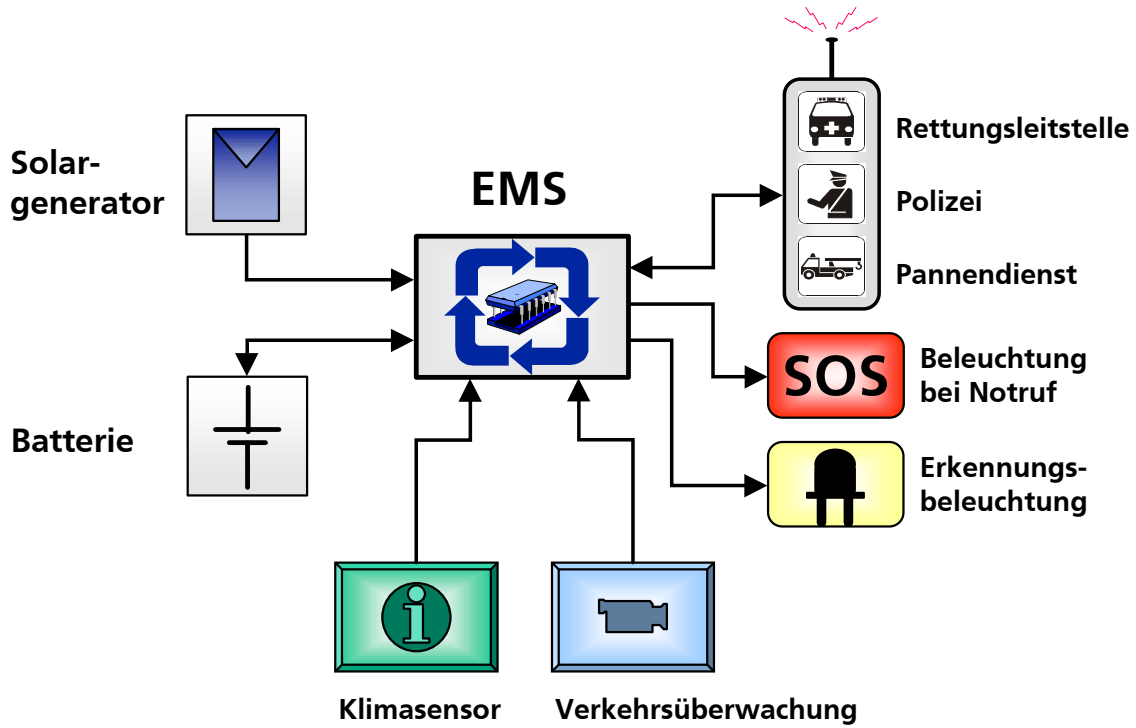


PV-Beleuchtung - Energiemanagementsystem

Leuchtdauer von Ertrag entkoppelt



Notruf- und Informationssystem - Blockschaltbild



Notruf- und Informationssystem - Funktionen

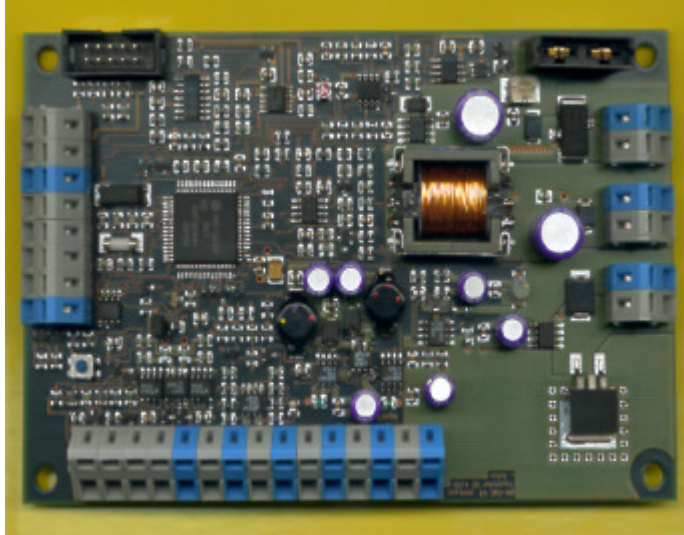
- Aufgabe: Bereitstellen eines Notruftelefons
- Zusätzlich: Informationsdienste und Datenerfassung
- Priorisierte Verbraucher
- Selbstüberwachung und Ferndiagnosefunktionen
- Funktionskontrolle der Komponenten
- Kommunikation mit Leitstelle
- Notfallreserve

Notruf- und Informationssystem Anwendungen



24 PV-versorgte Geräte und Kleinsysteme; Otti Seminar 26.09.2001

Notruf- und Informationssystem - Realisierte Hardware



Integriert sind:

- Energiemanagementsystem
- Laderegler
- Sensoranschlüsse
- DC/DC-Wandler für Spannungsversorgungen
- GSM-Modem Interface

PV-Hybridsystem zur Versorgung einer Telekommunikationseinrichtung

Forschungsprojekt:

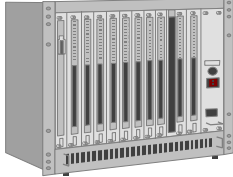
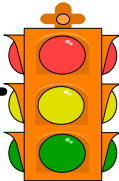
- Sende- und Empfangsanlage zum Aufbau von Telefonnetzen in ländlichen Gebieten ohne Stromnetz
- 100-200 W Dauerleistung pro Einheit (3,6 kWh/d)
- Brennstoffzelle als Zusatzstromerzeuger
- Zukünftig mit Elektrolyseur und Wasserstoffjahresspeicher

PV-Hybridsystem für Telekommunikation - Blockschaltbild

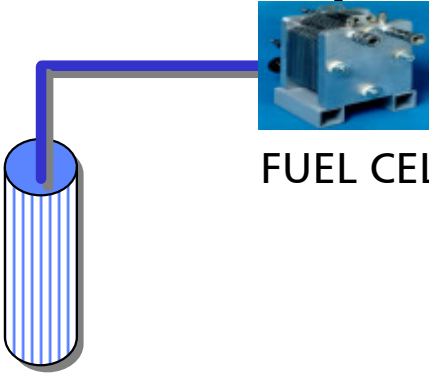


SOLAR PANELS

ENERGY MANAGEMENT SYSTEM



TELECOM EQUIPMENT



FUEL CELL

FUEL H₂

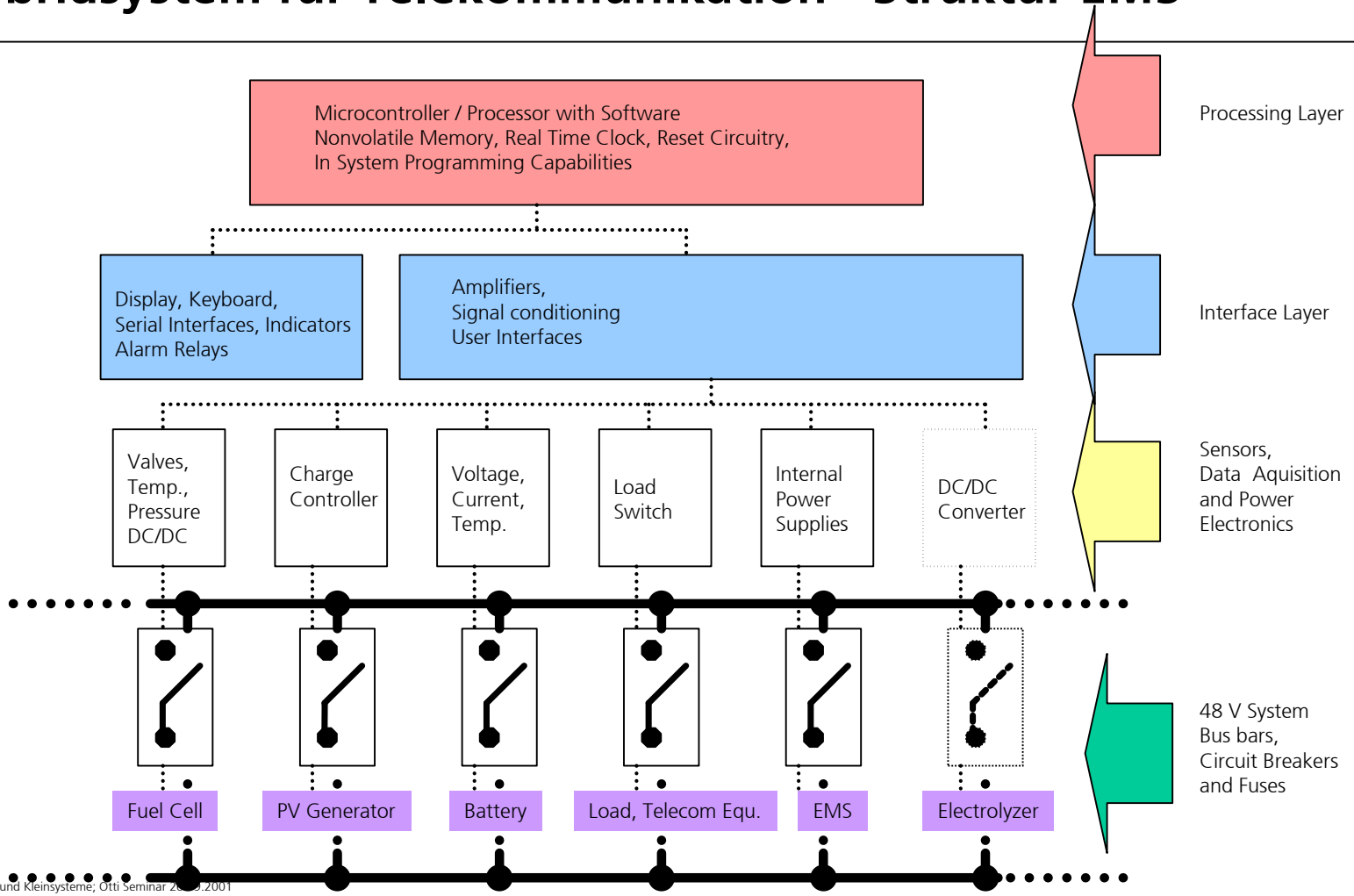


BATTERY

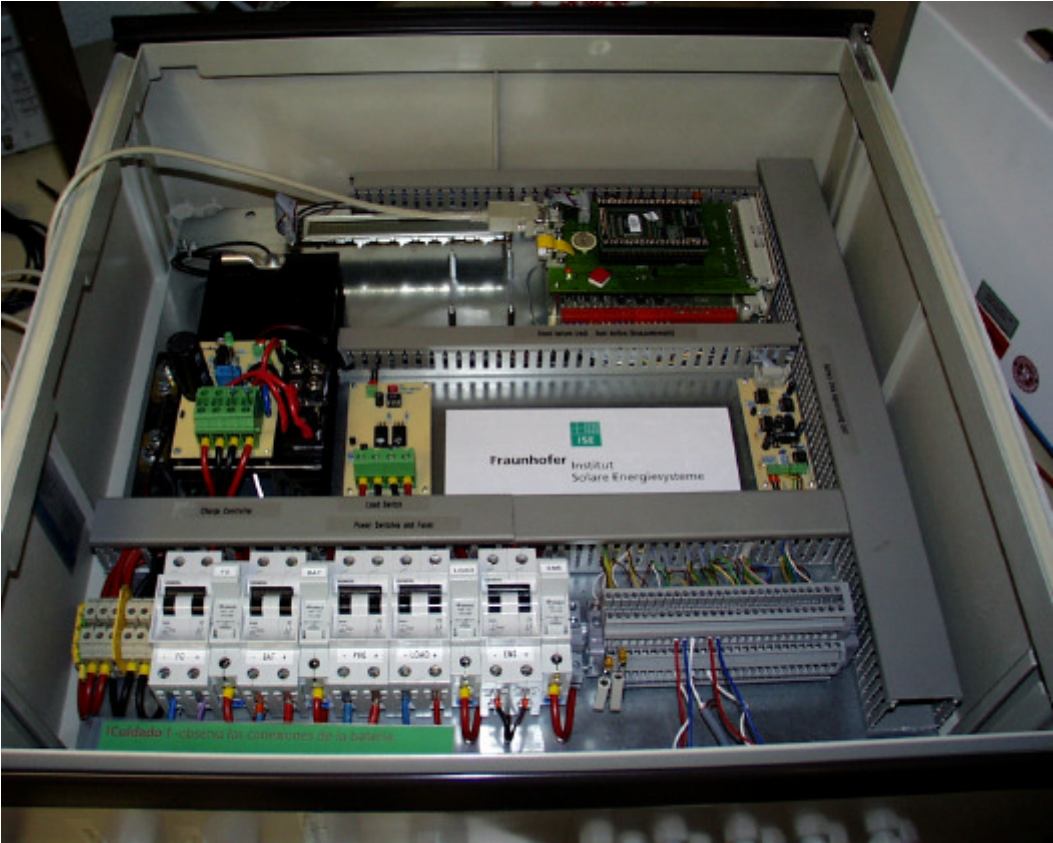
PV-Hybridsystem für Telekommunikation - Funktionen

- Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit
- Testplattform für neueste selbstlernende SOC- Algorithmen; SOC als Basis für Betriebsführung
- Tests von Kapazitätsbestimmungsverfahren der Batterie, Pflegezyklen gegen Alterung
- Betrieb der Brennstoffzelle (Start/Stop, Winterbetrieb, Wasserstoffvorrat)
- Automatische Funktionskontrolle von Solargenerator und Brennstoffzelle
- Rückmeldung über Systemzustand; Ferndiagnose und Koordination der Wartung durch Zentrale

PV-Hybridssystem für Telekommunikation - Struktur EMS



PV-Hybridsystem für Telekommunikation - Realisierte Hardware



30 PV-versorgte Geräte und Kleinsysteme; Otti Seminar 26.09.2001

Zusammenfassung

Energiemanagement in PV-Anlagen ermöglicht

- Erhöhung der Versorgungssicherheit,
- Erhöhung der Lebensdauer,
- höhere Wirtschaftlichkeit,
- Zusatznutzen für den Anwender und
- größere Anpassungsfähigkeit.

In vielen Fällen rechtfertigen o.g. Vorteile den Mehraufwand in Hard- und Software

Ausblick

- Einsatz von Mikrocontrollern Stand der Technik. Kostengünstig. Zusatznutzen durch Energiemanagement.
- Fraunhofer ISE bietet Ihnen Unterstützung bei der Entwicklung, vom Prototypen bis zum serienreifen Produkt
- Ihre Fragen?