

Technische Details

Steuer- und Schaltgerät „Laufenburg“

Inhalt

Technische Detailseite für Netzbetreiber	1
1. Netztechnische Ausgangslage	2
2. Netztechnisches Wirkprinzip	2
2.1 Spannungsgeführte Regelung	2
2.2 Frequenzunterstützung	2
3. Last- und Erzeugersteuerung	3
3.1 Aktivierung dezentraler Erzeuger	3
3.2 Abschaltung oder zeitliche Verschiebung flexibler Verbraucher	3
4. Schalttechnik und Netzverträglichkeit	3
5. Netztechnische Wirkung	4
6. Abgrenzung zu zentralen Smart-Grid-Systemen	4
7. Integrationsmöglichkeiten im Netz	4
8. Regulatorische Einordnung (vorläufig)	4
9. Wirtschaftliche Perspektive für Netzbetreiber	5
10. Dialogangebot	5

Dezentrales, autarkes Netzstabilisierungsgerät

Technische Detailseite für Netzbetreiber

Steuer- und Schaltgerät „Laufenburg“

Dezentrale, spannungspriorisierte Netzstützung im Niederspannungsnetz

Die Initiative „Laufenburg“ der **Tirron GmbH** beschreibt ein autark arbeitendes, dezentrales Steuer- und Schaltgerät zur lokalen Stabilisierung von Niederspannungsnetzen.

Das System greift direkt an der Netzanschlussstelle ein und wirkt spannungsgeführt auf flexible Verbraucher und dezentrale Erzeuger ein – ohne zentrale Datenanbindung, ohne Cloud-Infrastruktur und ohne externe Steuerbefehle.

Ziel ist die physikalisch wirksame Entlastung von Ortsnetzen bei gleichzeitig minimalem Infrastrukturaufwand.

1. Netztechnische Ausgangslage

Der zunehmende Zubau dezentraler Erzeuger (PV, KWK), elektrischer Wärmeerzeuger (Wärmepumpen) sowie Ladeinfrastruktur führt zu:

- erhöhten Spannungsbandabweichungen
- Transformatorüberlastungen
- steigenden I^2R -Leitungsverlusten
- verstärkten Gleichzeitigkeitseffekten
- Investitionsbedarf für Netzausbau oder Regeltransformatoren

Konventionelle Smart-Grid-Ansätze setzen auf zentrale Steuerung und Kommunikationsinfrastruktur. Dies führt zu zusätzlicher Komplexität, IT-Abhängigkeit und potenziellen Gleichzeitigkeitseffekten bei großflächigen Schaltvorgängen.

„Laufenburg“ adressiert diese Problematik durch eine rein physikalisch-lokale Spannungsregelstrategie.

2. Netztechnisches Wirkprinzip

2.1 Spannungsgeführte Regelung

Das Gerät misst kontinuierlich:

- Dreiphasige Netzspannung
- Netzfrequenz
- Zeit- und Tagesprofil

Die Spannungsbewertung erfolgt über:

- 5-Minuten-Mittelwert (U_{5Min})
- 24-Stunden-Mittelwert (U_{24h})
- Standardabweichung (σ)
- Wochentagsspezifische Referenzierung (7-Tage-Modell)

Die Schaltentscheidung erfolgt statistisch adaptiv.

Primäres Regelkriterium ist die Netzspannung.

Begründung:

Im Niederspannungsnetz sind Spannungsbandabweichungen der dominierende Belastungsindikator für Leitungen und Transformatoren. Dezentrale Leistungen im kW-Bereich beeinflussen die Netzfrequenz hingegen nur marginal.

2.2 Frequenzunterstützung

Die Frequenz wird in einem 40,96-s-Fenster erfasst (2048 Nulldurchgänge).

Sie dient als sekundäre Bewertungsebene und unterstützt die Spannungslogik bei systemischen Abweichungen.

3. Last- und Erzeugersteuerung

Das System unterscheidet zwei Wirkpfade:

3.1 Aktivierung dezentraler Erzeuger

Beispiele:

- KWK-Anlagen
- Biogasanlagen
- Notstromaggregate
- USV-Systeme
- Elektrolyse-/H₂-Systeme

Bei Unterspannungssituationen können Erzeuger lokal zugeschaltet werden.

Eine integrierte Synchronisiereinrichtung prüft:

- Spannungsdifferenz
- Frequenzdifferenz
- Phasenlage
- Stromverlauf nach Zuschaltung

Dadurch wird eine netzkonforme, störungsarme Einspeisung gewährleistet.

3.2 Abschaltung oder zeitliche Verschiebung flexibler Verbraucher

Beispiele:

- Warmwasserboiler
- Speicherheizungen
- Wärmepumpen
- Ladeeinrichtungen
- Kühl- und Gefriergeräte
- flexible Industrieprozesse

Die Steuerung erfolgt zeitlich begrenzt und adaptiv.

Vorhandene thermische oder elektrische Speicherkapazitäten werden gezielt genutzt.

4. Schalttechnik und Netzverträglichkeit

Alle Schaltvorgänge erfolgen:

- im Spannungs nulldurchgang
- im Strom nulldurchgang (induktive Lasten)

Dadurch werden:

- Einschaltstromspitzen reduziert
- Flicker minimiert
- Oberschwingungsanteile begrenzt
- zusätzliche Spannungsstöße vermieden

Die Einheiten arbeiten asynchron mit eigener Zeitbasis.

Eine großflächige Gleichschaltung wird technisch ausgeschlossen.

5. Netztechnische Wirkung

Bei dezentraler Installation mehrerer Einheiten entsteht eine selbstorganisierende, lokal reagierende Netzstützstruktur.

Erwartete Effekte:

- Dämpfung lokaler Spannungsmaxima und -minima
- Reduktion von Trafoauslastungsspitzen
- Verringerung von Leitungsverlusten (I^2R)
- Minimierung von Gleichzeitigkeitseffekten
- Reduktion von Spitzenlastanforderungen

Das System ersetzt keine übergeordnete Netzregelung, wirkt jedoch ergänzend auf der physikalischen Ebene des Niederspannungsnetzes.

6. Abgrenzung zu zentralen Smart-Grid-Systemen

Merkmal	Zentrale Smart-Grid-Systeme	Laufenburg
Kommunikation	Cloud / Funk	keine
Steuerung	zentral	lokal
Gleichzeitigkeit	möglich	ausgeschlossen
Infrastrukturkosten	hoch	gering
IT-Abhängigkeit	vorhanden	keine
Manipulationsanfälligkeit	potenziell	stark reduziert

7. Integrationsmöglichkeiten im Netz

Das Gerät kann installiert werden:

- im Zählerschrank
- im Schaltschrank
- integriert in Erzeugeranlagen
- integriert in Verbraucheranlagen

Es arbeitet autark und benötigt keine Netzleitstellenanbindung.

8. Regulatorische Einordnung (vorläufig)

Für eine Netzbetreiberintegration sind folgende Prüfungen vorgesehen:

- EMV-Prüfung
- CE-Konformität
- Netzverträglichkeitsprüfung
- Einordnung in relevante VDE-Anwendungsregeln (z. B. Niederspannungsanschlussrichtlinien)
- Bewertung nach TAB-Vorgaben

Eine konkrete normative Zuordnung erfolgt projektspezifisch.

9. Wirtschaftliche Perspektive für Netzbetreiber

Das System zielt darauf ab:

- Netzausbaukosten zu reduzieren oder zeitlich zu verschieben
- Regeltransformatoren zu vermeiden
- Netzverluste zu reduzieren
- Investitionen in Kommunikationsinfrastruktur zu minimieren

Die Skalierbarkeit beginnt bereits im Leistungsbereich ab ca. 1 kW pro Einheit.

10. Dialogangebot

Die Initiative „Laufenburg“ befindet sich in einem strukturierten Entwicklungsprozess.

Für Netzbetreiber bieten wir:

- technische Fachgespräche
- Pilotprojekte
- Messkampagnen im Feld
- gemeinsame Bewertung der Netzstabilisierungswirkung