



Energieeffizienz bei der Stromversorgung

Dr. Carsten Söffker

VDV-Jahrestagung
Spartentreffen Tram
Leipzig, 21. Juni 23

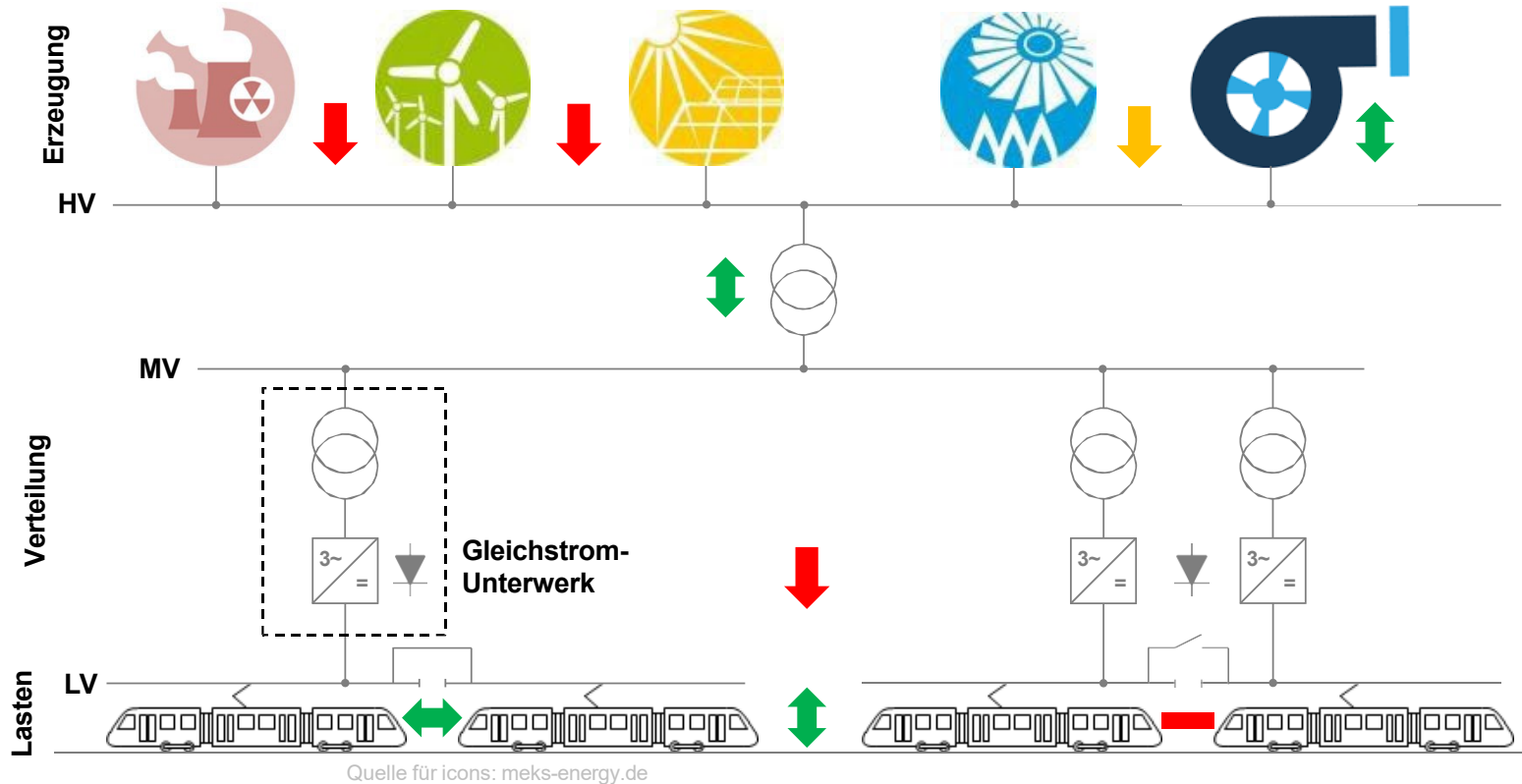
Agenda



1. Bidirektionalität in AC- und DC-Verteilnetzen
2. Verbesserung des „natürlichen“ Energieaustauschs
3. Nutzungsmöglichkeiten überschüssiger Bremsenergie
4. Integration von Ladestationen für „E-Mobilität“

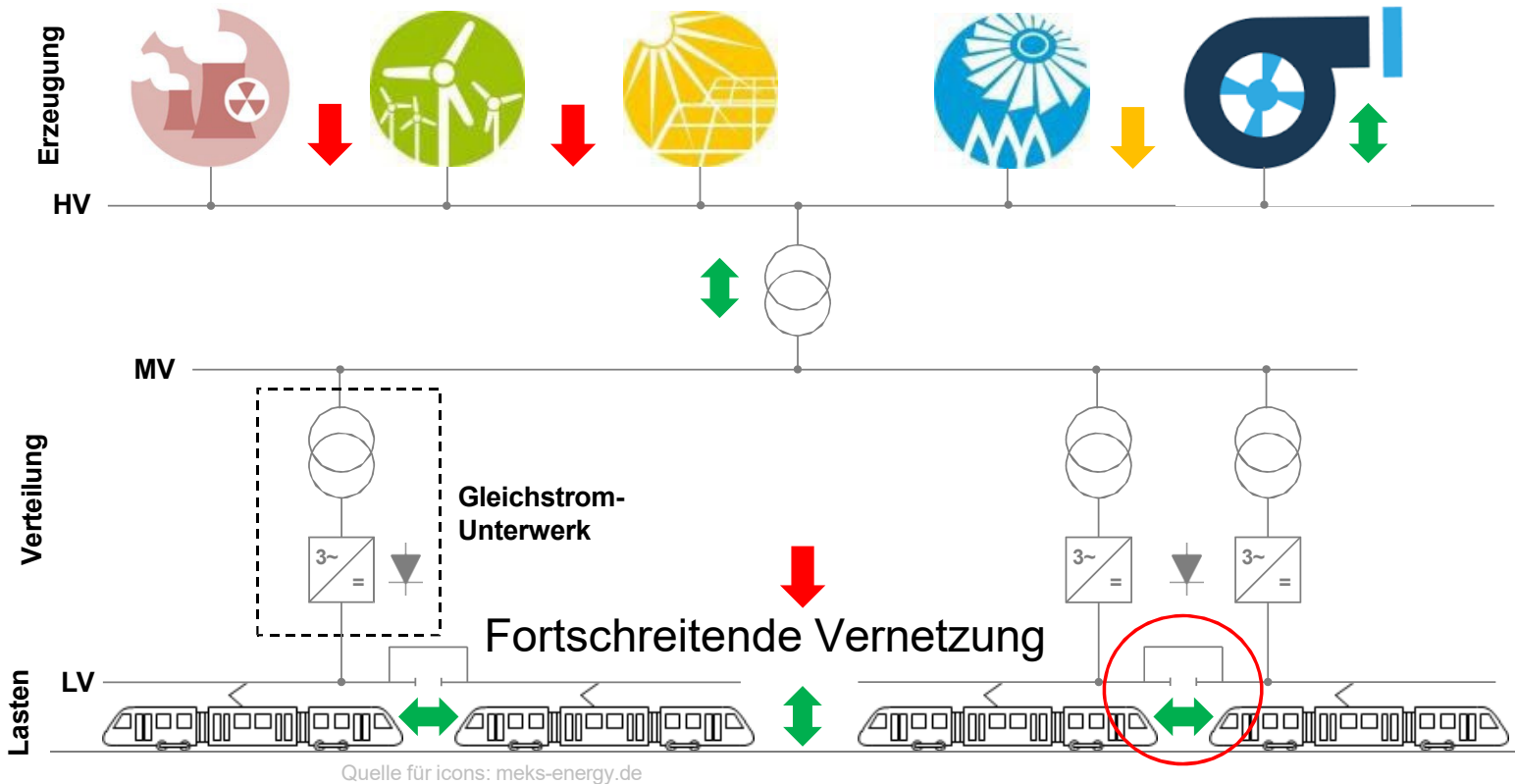
Bidirektionalität in AC- und DC-Verteilnetzen

Schema der Energieflüsse im elektrischen ÖPNV - heute



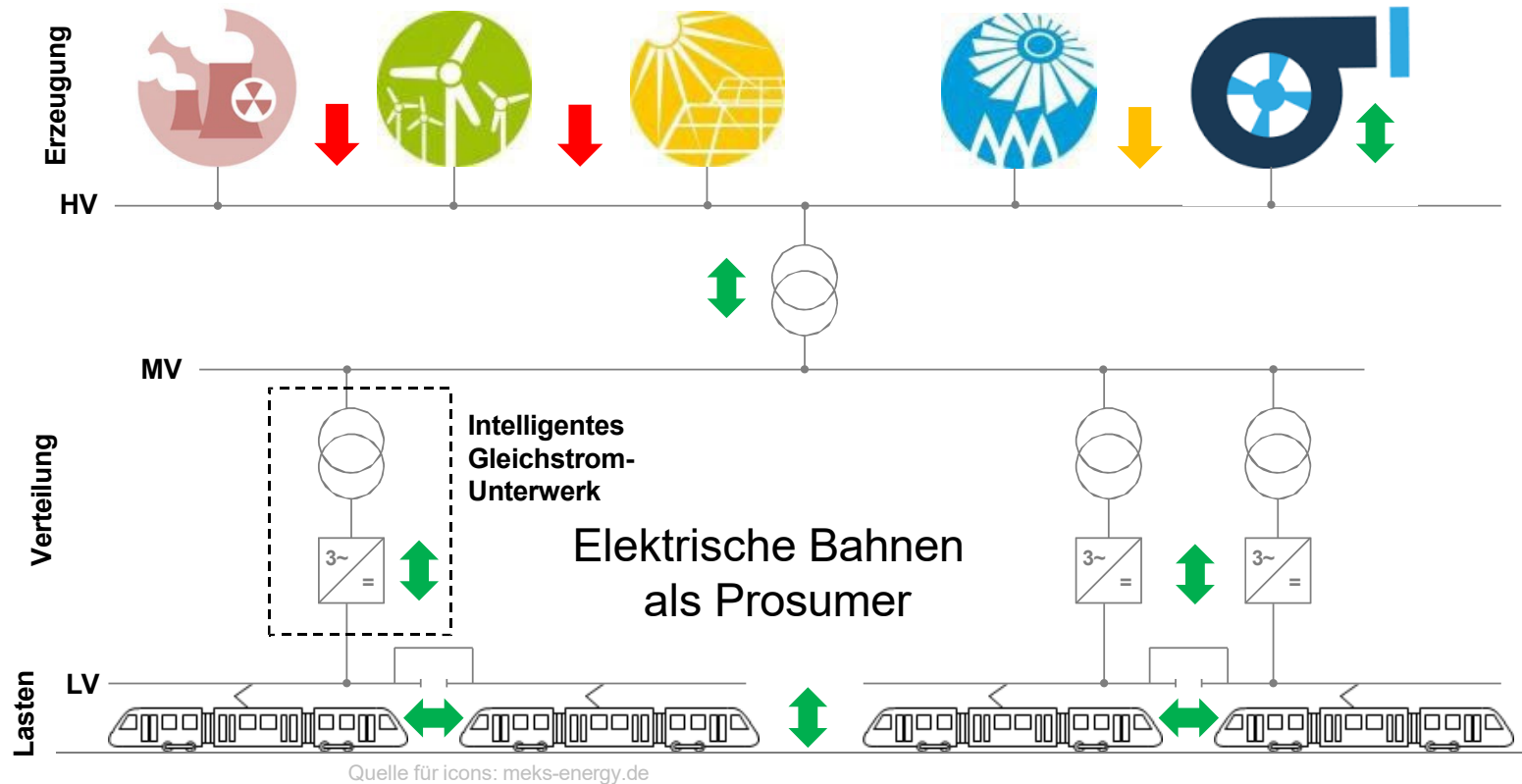
Bidirektionalität in AC- und DC-Verteilnetzen

Vollständige Umsetzung von zweiseitiger Speisung und Vermaschung



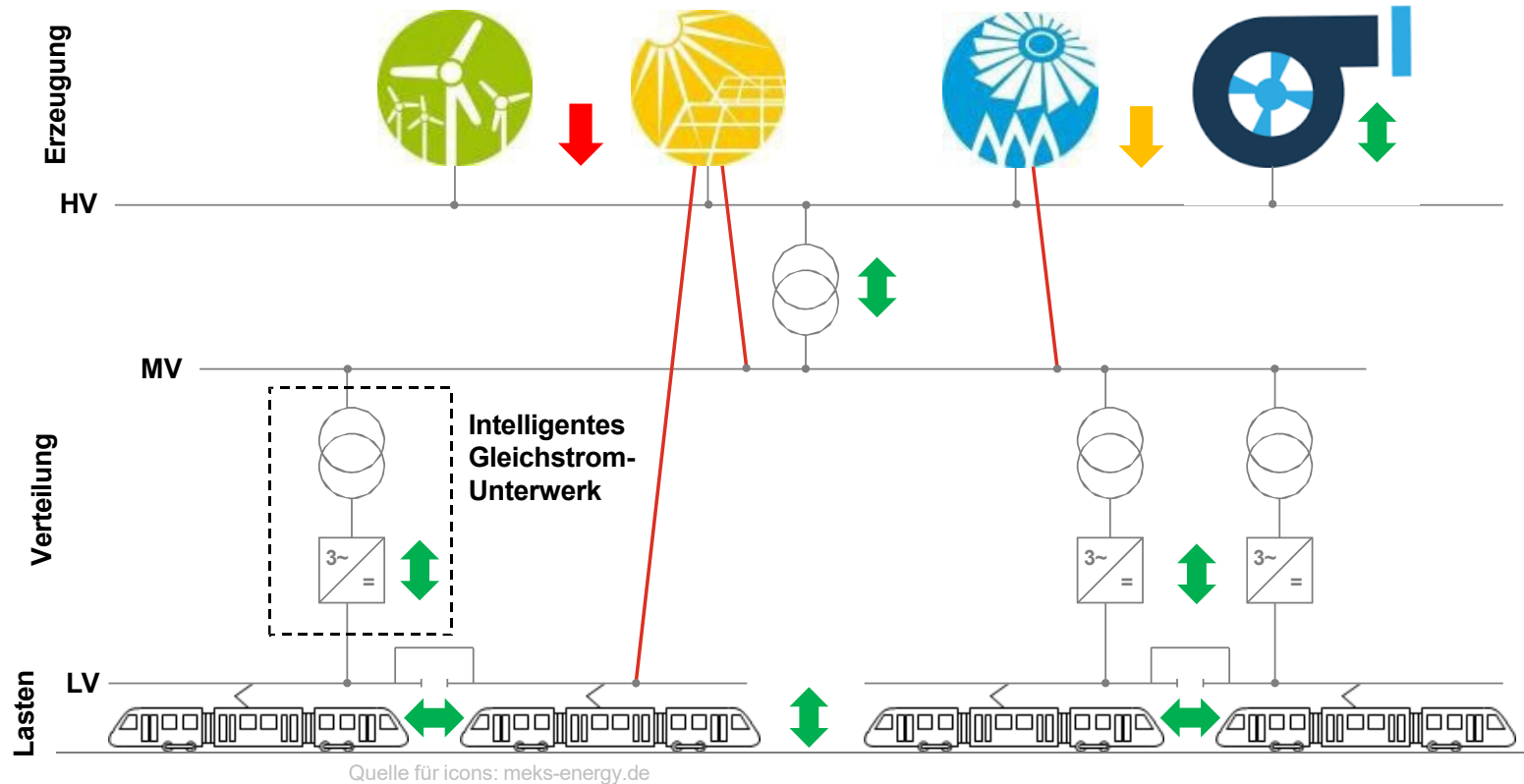
Bidirektionalität in AC- und DC-Verteilnetzen

Sukzessive Modernisierung mittels bidirektionaler Unterwerke



Bidirektionalität in AC- und DC-Verteilnetzen

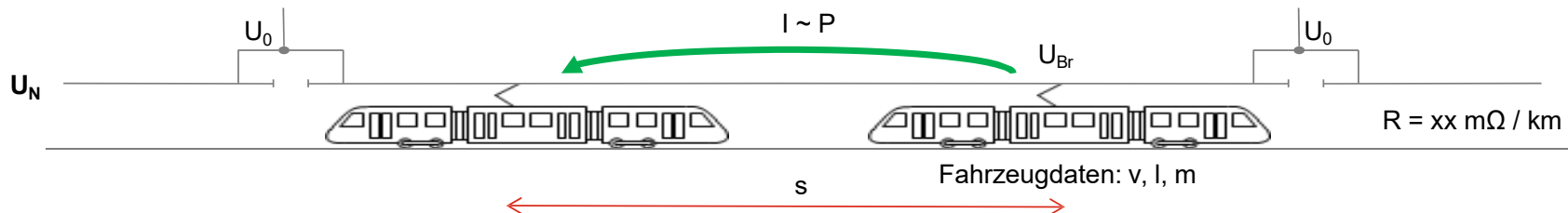
Dezentrale Energieeinspeisung auf den unteren Netzebenen



Wie lässt sich der Energieaustausch zwischen den Bahnen verbessern ?

Erhöhung der Leistungsgrenze $P_{max} = I_{max} \times U_N = U_N \times \frac{U_{Br} - U_0}{R}$

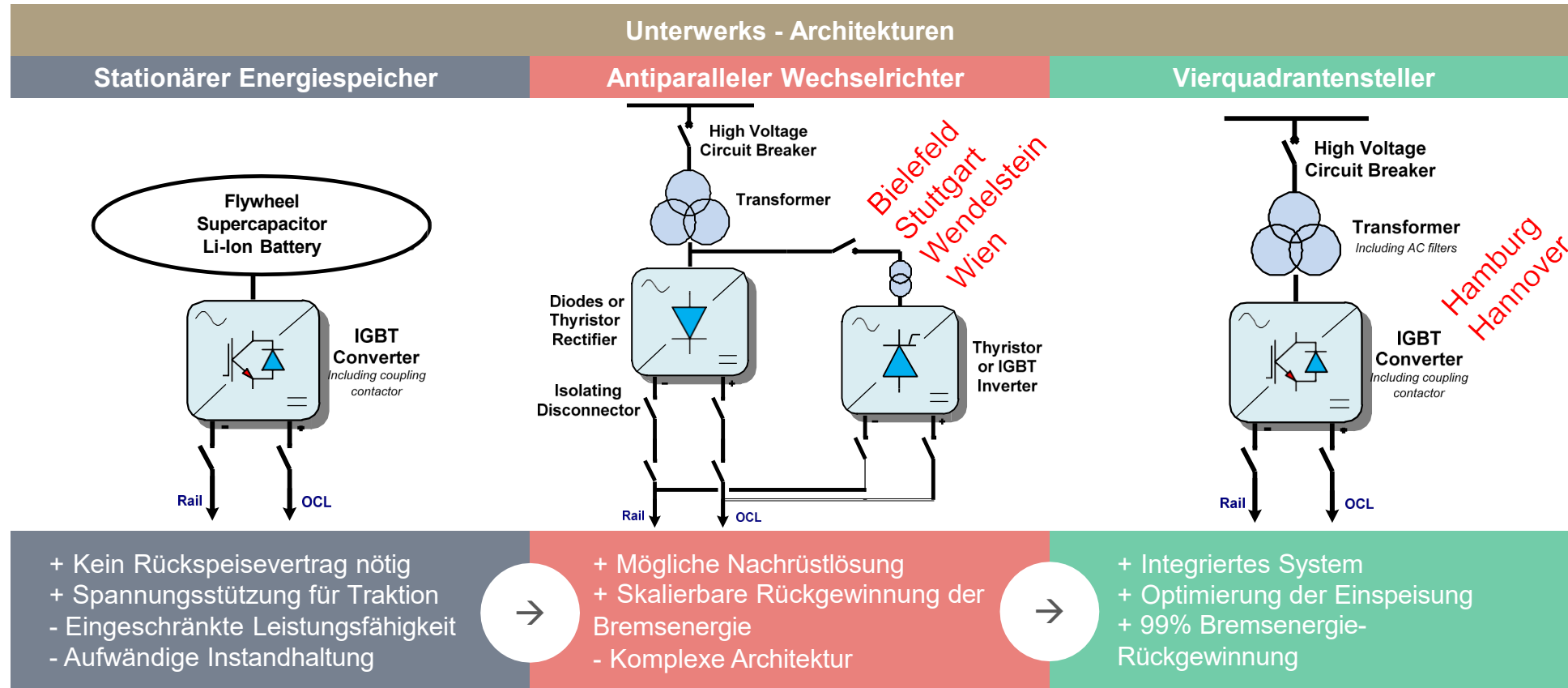
- Nennspannung U_N erhöhen: eher langfristige Migration
- Bremsspannung U_{Br} erhöhen: Ausnutzung normativer Grenzen unter Berücksichtigung von Bestandsfzg.
- Leerlaufspannung U_0 absenken: steht häufig im Konflikt mit Traktionsanforderungen bzw. $U_{K, min}$
- (wirksamen) Schleifenwiderstand R verringern:
 - Abstand s verringern durch höheren Takt – was aber auch das Leistungsangebot erhöht
 - Bauart der Oberleitung verändern, zusätzliche Speise- oder Rückleiterkabel



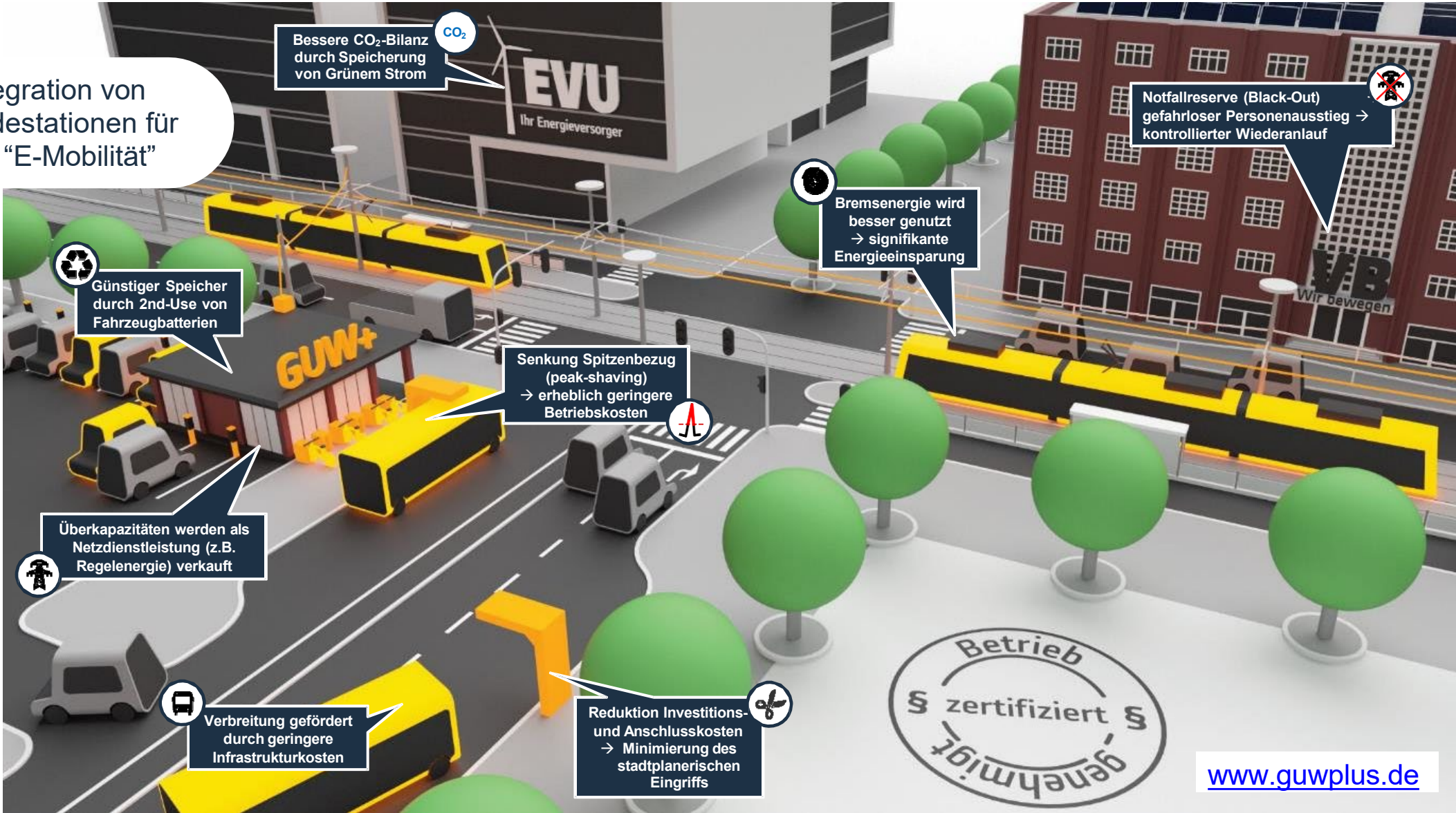
Ein regelbarer Gleichrichter (z.B. ein 4QS) kann aufgrund seiner dynamischen $U(I)$ -Kennlinie den Zielkonflikt zwischen niedriger Leerlaufspannung und möglichst hoher Speisespannung lösen !

Nutzungsmöglichkeiten überschüssiger Bremsenergie

Vergleich unterschiedlicher Architekturen



Integration von Ladestationen für die "E-Mobilität"



Bessere CO₂-Bilanz durch Speicherung von Grünem Strom



Notfallreserve (Black-Out) gefahrloser Personenausstieg → kontrollierter Wiederanlauf



Bremsenergie wird besser genutzt → signifikante Energieeinsparung



Senkung Spitzenbezug (peak-shaving) → erheblich geringere Betriebskosten



Günstiger Speicher durch 2nd-Use von Fahrzeugbatterien



Überkapazitäten werden als Netzdienstleistung (z.B. Regelenergie) verkauft



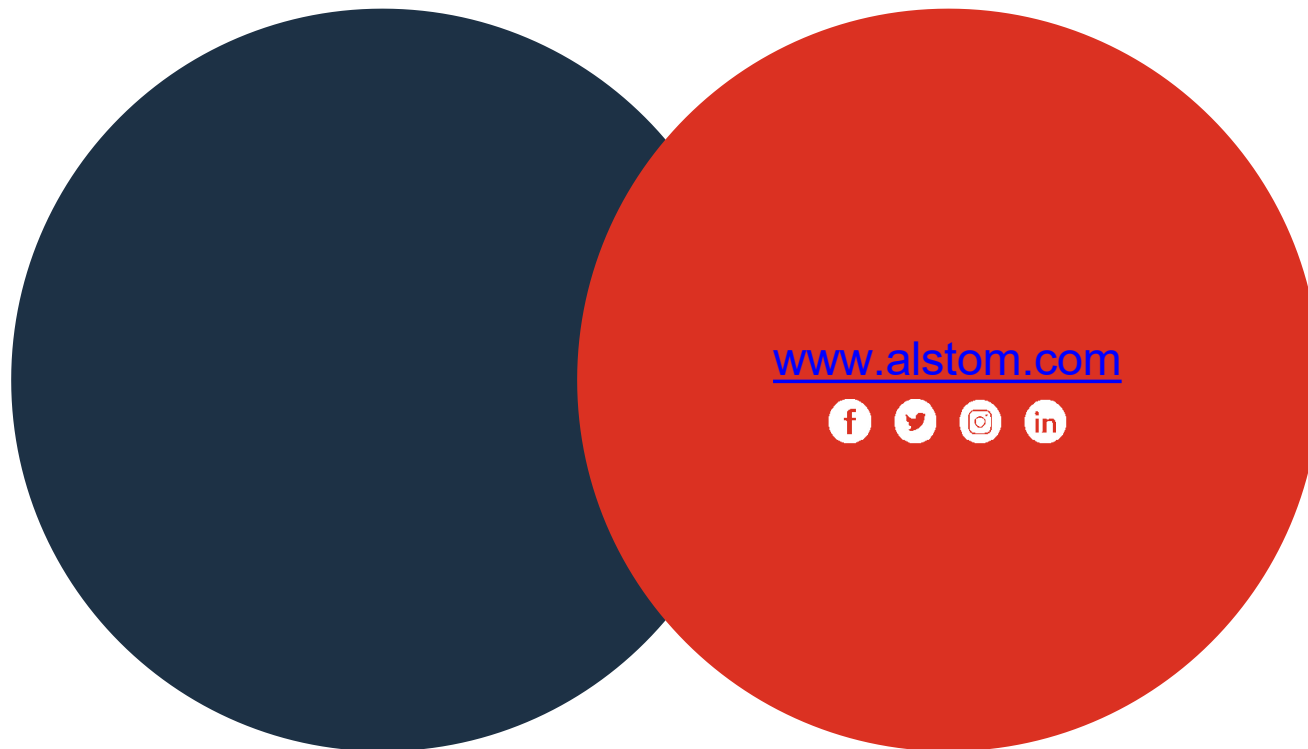
Verbreitung gefördert durch geringere Infrastrukturkosten



Reduktion Investitions- und Anschlusskosten → Minimierung des stadtplanerischen Eingriffs



www.guwplus.de



ALSTOM
• mobility by nature •