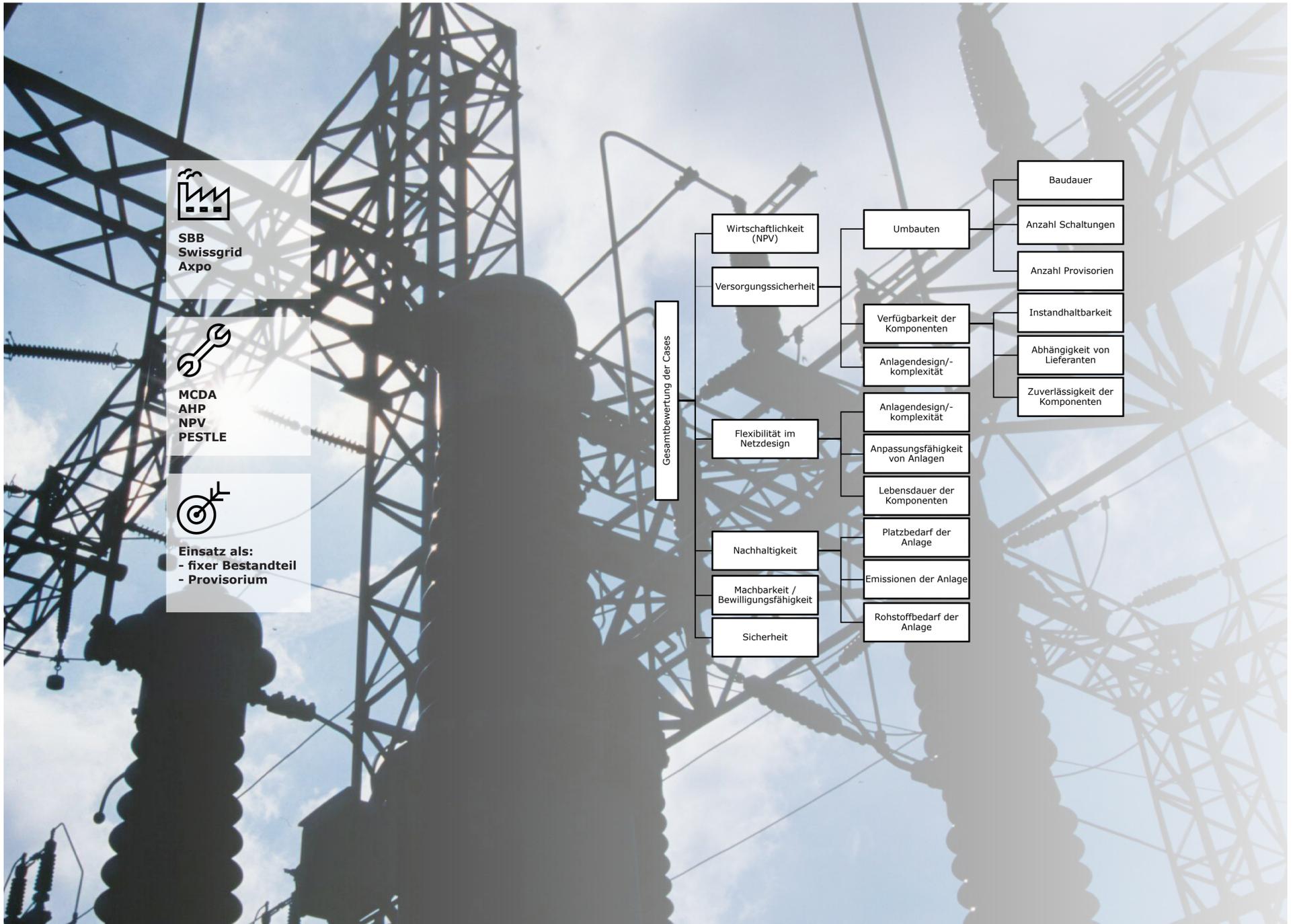


Master-Thesis Engineering, Fachgebiet Business Engineering and Production

# Guidelines für den Einsatz von modularen Unterwerken

## Entwicklung am Beispiel des Bahnstrom-, des Übertragungs- und eines Verteilnetzes



### Problemstellung

Die Stromversorgung ist eine kritische Infrastruktur und die Unterwerke sind ein wichtiger Teil davon. Sie sind die Schnittstelle zwischen den verschiedenen Netzebenen, an welchen die Endabnehmer angeschlossen sind. In dieser Arbeit wird untersucht, ob und unter welchen Bedingungen der Einsatz von modularen Anlagenteilen sinnvoll ist. Die Betrachtung erfolgt am Beispiel des Bahnstromnetzes der SBB mit über 80 Unterwerken. Alle Zwischenresultate werden jeweils auf Gültigkeit im Übertragungsnetz der Swissgrid und im Verteilnetz der Axpo geprüft. Dadurch können die Resultate verallgemeinert und mögliche Unterschiede zwischen den Netzen aufgezeigt werden.

### Lösungskonzept

Dafür werden die Einsatzmöglichkeiten, das Umfeld und die zur Verfügung stehenden Technologien untersucht. Damit konnten Cases für den Einsatz von modularen Unterwerken und Kriterien zur Bewertung definiert werden. Diese werden durch Experten im Rahmen eines Analytic Hierarchy Process (AHP) gewichtet und in einer multikriteriellen Entscheidungsanalyse (MCDA) bewertet. Basierend auf der Bewertung und deren Sensitivitäten werden Guidelines für den Einsatz von modularen Anlagen(-teilen) erarbeitet.

Es zeigt sich, dass sich der Einsatz als fixer Bestandteil eines Unterwerks, insbesondere wegen Kostenreduktionen und einer Erhöhung der Versorgungssicherheit, lohnt. Möglich ist der beliebig kombinierbare Einsatz im Bahnstrom- und im Verteilnetz, aufgrund der Spannung jedoch nicht für AIS-Anlagen im Übertragungsnetz.

Der Einsatz als Provisorium während Umbauten lohnt sich insbesondere wegen der Erhöhung der Versorgungssicherheit. Sinnvoll ist der Einsatz nur mit MTS- oder GIS-Anlagen im Bahnstrom- und Übertragungsnetz, nicht aber im Verteilnetz. Weiter sind die Module als Provisorium nicht beliebig kombinierbar und es braucht eine Mindestgrösse des Portfolios für eine akzeptable Wirtschaftlichkeit.

Es konnten die Grundlagen für einen strategischen Entscheid zur Nutzung von modularen Unterwerken klar dargestellt werden. Es wird empfohlen, im nächsten Schritt modulare Anlagen zu pilotieren: zuerst im Einsatz als Provisorium und danach als fixer Bestandteil eines Unterwerks. Mit diesen Pilotprojekten können die Bewertungen validiert werden. Diese Resultate sollten in der Folge wiederum unter den unter den Netzbetreibern geteilt werden.

### Adrian Pasquinelli

Betreuer:

Prof. Dr. Christoph Imboden, HSLU  
René Vollenwyder, SBB AG

Experte:

Thomas Reithofer, CKW AG

Kooperationspartner:

SBB AG  
Axpo AG  
Swissgrid AG