

# Unterlage (19) Netzverträglichkeitsprüfung

zum

## Erläuterungsbericht

zum

### Planfeststellungsverfahren zur Umstellung ausgewählter Buslinien auf einen Betrieb mit Batterie-Oberleitungsbussen in Marburg

Erstellt durch:

**ARGE BOB Marburg IFB-VI**

für die



vertreten durch

Stadtwerke Marburg Consult GmbH

Dresden, den 23.08.2023

Gefördert durch:



Projektbegleitung durch:



**Unterlage (19)**  
**Netzurückwirkungen der Gleichrichterunterwerke**  
zum  
**Erläuterungsbericht**  
zum  
**Planfeststellungsverfahren**  
**zur Umstellung ausgewählter Buslinien**  
**auf einen Betrieb mit**  
**Batterie-Oberleitungsbussen in Marburg**

Erstellt durch:

**STADTWERKE  MARBURG**

Marburg, den 31.01.2023

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung .....	4
2.	Vorbemerkung.....	5
3.	Darstellung der zu untersuchenden Ausführungsvarianten .....	5
4.	Grundlagen der Untersuchung und Untersuchungsergebnis .....	6

Revisionsnummer	Datum	Verfasser	Kommentar

## 1. Einleitung

Die Universitätsstadt Marburg plant zusammen mit der Stadtwerke Marburg GmbH die Errichtung eines Batterie-Oberleitungsbussystems (BOB Marburg), das die Altstadt mit der Südstadt und dem Universitäts- und Klinikgelände auf den Lahnbergen verbinden soll. Zum Einsatz kommen sollen dabei Doppelgelenk-Batterieoberleitungsbusse mit einer Batteriekapazität von 90 kWh (brutto), um die Fahrt durch die Altstadt und über neuralgische Punkte wie die Konrad-Adenauer-Brücke oder der Brücke auf der Neuen Kasseler Straße oberleitungsfrei zurücklegen zu können. Die Ringlinie 27 (Hauptbahnhof – Studentendorf – Klinikum – Campus Nord – Südbahnhof – Wilhelmplatz – Hauptbahnhof) wird dabei im südlichen Abschnitt vom Hauptbahnhof über Südbahnhof zum Klinikum durch die Linie 7 verstärkt. Beide Linien verkehren in der Hauptverkehrszeit (HVZ) jeweils im 30-Minuten-Takt, sodass sich im südlichen Abschnitt ein 15-Minuten-Takt einstellt.

Um Konflikte des Vorhabens mit den Netzurückwirkungen der für den Betrieb der Oberleitungsanlage für den Batterie-Oberleitungsbuss benötigten Gleichrichterunterwerke auf das vorgelagerte Mittelspannungsnetz des Netzbetreibers (Stadtwerke Marburg GmbH) auszuschließen, haben die Stadtwerke Marburg GmbH eine entsprechende Untersuchung durchgeführt.

## 2. Vorbemerkung

Das Stromversorgungsnetz der Stadtwerke Marburg GmbH ist Teil der kritischen Infrastruktur in Deutschland. Deshalb werden nachfolgend nur Netzdaten angegeben, die zwingend erforderlich sind, um die Netzverträglichkeit darzulegen.

## 3. Darstellung der zu untersuchenden Ausführungsvarianten

Aus dem elektrischen Energieversorgungsnetz der Stadtwerke Marburg GmbH sollen zukünftig Gleichrichterunterwerke zur elektrischen Versorgung von Batterie-Oberleitungsbussen gespeist werden. Hierzu sollen für die vorgelegten Planungsvariante 1 (Genehmigungsvariante) und die Planungsvariante 3 insgesamt 8 Stationen mit Leistungen von 660 kVA und 1000 kVA in das vorhandene Mittelspannungsnetz eingebunden werden. Zur vollständigen Betrachtung der Netzverträglichkeit werden 4 weitere Ladestationen als Streckenlader oder Gleichrichterunterwerke auf dem Busbetriebshof mit einer Leistung von 400 kVA und 1300 kVA in die Berechnung einbezogen. Diese Ladestationen sind nicht Bestandteil der zu genehmigenden Oberleitungsanlage.

### Planungsvariante 1 (Genehmigungsvariante) (PV1)

Standort	Ort	Flurnummer	Flurstückszähler	Flurstücksnenner	Leistung in kVA
1. Panoramastraße /Parkplatz	Marburg	45	13	61	660
2. Lahnberge / Seite Bauerbach	Bauerbach	8	17	2	660
3. Ehem. Feldfabrik, botanischer Garten	Marburg	45	28	30	660
4. Südbahnhof-Parkplatz	Marburg	13	120	12	1.000
5. Amtsgericht	Marburg	21	104, 104	14, 13	1.000
6. Hauptbahnhof-Parkplatz	Marburg	4	18	135	1.000
7. Brüder-Grimm-Straße	Marburg	56	11, 12	-	660
8. Ginseldorfer Weg	Marburg	45	13	125	660

Tabelle 1: Räumliche und technische Daten der Gleichrichterunterwerke BOB Marburg PV1

**Planungsvariante 3 (PV3)**

Standort	Ort	Flurnummer	Flurstücks- zähler	Flurstücks- nenner	Leistung in kVA
1. Panoramastraße / Parkplatz	Marburg	45	13	61	660
2. Lahnberge / Seite Bauerbach	Bauerbach	8	17	2	660
3. Ehem. Feldfabrik	Marburg	45	28	30	660
4. Großseelheimer Straße	Marburg	41	47	13	1000
5. Schwanallee	Marburg	18	9	9	1000
6. Hölderlinstraße	Marburg	10	52	194	660
7. Hauptbahnhof-Parkplatz	Marburg	4	18	164	1000
8. Ginseldorfer Weg	Marburg	45	13	125	660

Tabelle 2: Räumliche und technische Daten der Gleichrichterunterwerke BOB Marburg PV3

**4. Grundlagen der Untersuchung und Untersuchungsergebnis**

Ziel der Untersuchung ist die rechnerische Überprüfung der Netzzrückwirkungen auf das örtliche Mittelspannungsnetz durch die zusätzliche Anbindung der Gleichrichterunterwerke für die Oberleitungsanlage BOB Marburg und die technische Bewertung der beiden Planungsvarianten.

Die Überprüfung erfolgte anhand von Leistungsflussberechnungen für den Normalschaltzustand des vorgelagerten Mittelspannungsnetzes, den Ausfall des 110 kV-Umspannwerks Marburg-Süd beziehungsweise den Ausfall des geplanten 110 kV-Umspannwerks Marburg-Nord. Diese Überprüfung betrachtete die 2 Planungsvarianten gemäß Tabelle 1 und 2.

Im Rahmen der Untersuchung wurde das Netzberechnungsprogramm PowerFactory / DlgSILENT der Firma DlgSILENT GmbH verwendet.

PowerFactory / DlgSILENT ist eine in Europa weit verbreitete Simulations- und Netzberechnungssoftware für komplexe elektrische Verbund- und Verteilnetze. Die Simulation des Betriebsablaufs im Simulator beruht im Wesentlichen auf dynamischen Lastflussberechnungen mit einer Ausfallanalyse.

Für die Untersuchung wurde der im vorhandenen Netzberechnungsprogramm PowerFactory / DlgSILENT angelegte Datensatz mit Stand von 03/2022 um die neuen Stationen (Gleichrichterunterwerke) hinsichtlich Daten und Netzgrafik erweitert. Dabei wurde als Grundlage des Netzzustands inklusive dem derzeit geplanten zweiten 110 kV-Umspannwerk Nord ausgegangen.

Zusammenfassend ergab sich folgendes Untersuchungsergebnis:

- Die Leistungsflussberechnungen ergeben sowohl ohne als auch mit Berücksichtigung der neu anzuschließenden Gleichrichterunterwerke zur Versorgung der Batterie-Oberleitungsbusse sowohl für den Normalschaltzustand als auch für den Ausfall einzelner Betriebsmittel weder Betriebsmittelüberlastungen noch Spannungsbandverletzungen. Dies gilt für beide betrachteten Planungsvarianten.

- Lediglich der 110/20 kV-Transformator (Tr101) im 110 kV-Umspannwerk Marburg-Süd, zur Speisung des Südnetzes, wird bei Starklast und ohne Erzeugung aus dem eigenen Netz mit bis zu 105 % ausgelastet.
- Für den betrachteten Ausfall der Trafos im UW Marburg-Süd ergeben sich keine zusätzlichen Schwachstellen, die bereits bei den vorangegangenen Untersuchungen von 03/2022 festgestellt wurden.
- Hinsichtlich des Variantenvergleichs ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Planungsvarianten 1 und 3. Wir empfehlen daher die neuen Lasten der BOB-Unterwerke möglichst in denjenigen Strängen anzuschließen, die weniger belastet sind sowie möglichst an den Standorten, die nahe am jeweiligen Umspannwerk liegen.

Tabelle 3: Bereits vorhandene und zu beseitigende Schwachstellen im Mittelspannungsnetz der Stadtwerke Marburg GmbH

Int. Kabelbezeichnung	Trafostation 1	Trafostation 2	Auslastung [%] Starklast ohne BOB	Auslastung [%] Starklast mit BOB	Auslastung [%] Starklast mit BOB Ausfall UW-Süd
RN2/i	Seidel	Nord 1	34,80	36,57	103,92
RN5/f	Behördenzentrum	Elisabethbrücke	21,50	23,88	118,68
RN5/g	Elisabethbrücke	Nord 1	28,29	30,70	125,57

Marburg, 31. Januar 2023

Stadtwerke Marburg GmbH  
Strom-/Datennetze/Erzeugung

ppa. Michael Gersch  
Prokurist

i. A. Stephan Mroß  
Abteilungsleiter