



LVRSys

Pilotprojekt Autobahnparkplatz

Spannungseinbrüche bringen Wasserpumpen zum Stillstand und stellen die Autobahndirektion Nordbayern vor große Probleme

In Deutschland existieren derzeit rund 2050 Rastanlagen, bestehend aus mehr als 1600 Parkplätzen, davon 600 Parkplätze mit WC, und rund 450 bewirtschafteten Tank- und Rastanlagen, eingeschlossen Kioske und Motels.¹ Der Stromverbrauch von Parkplätzen ist relativ gering. Neben Beleuchtungseinrichtungen müssen Pumpen für Wasser und Abwasser betrieben werden. Der Parkplatz mit WC (PWC) „Auergründel“ an der Autobahn A6 ist einer von vielen Parkplätzen mit eigenem Toilettenhäuschen. In 2018 kam es an dieser Station vermehrt und wiederholt zu Ausfällen der Frisch- und Abwasserpumpen, welche die Autobahndirektion Nordbayern insbesondere Herrn Kellermann zu permanenten Einsätzen zwang. Die Kosten für die Instandsetzungen der Pumpen sowie die außerplanmäßigen Reinigungen summierten sich in kurzer Zeit auf hohe Beträge. Vor Ort wurde stets die Steuerung der Pumpe zurückgesetzt und der Betrieb konnte wieder fehlerfrei aufgenommen werden. Nachdem sich die Vorfälle häuften, wurden die Hersteller von Frequenzumrichter und Pumpen zu Rate gezogen. Die Hersteller erklärten jedoch, dass von ihrer Seite alles in Ordnung sei. Herr Kellermann warf einen Blick auf den Netzplan und registrierte, dass die Kurzschlussleistung des Netzes an der Parkstation eventuell für den stabilen Pumpenbetrieb nicht ausreichend sei.

Sonderdruck



Bild 1: Parkstation Auergründel an der Autobahn A6

Netzsituation „Auergründel“:

Die Parkstation wird mit einem Niederspannungskabel von der angrenzenden Ortschaft versorgt, welche 2 km entfernt liegt. Um den Spannungsabfall entlang der Leitung zu begrenzen, wurde beim Bau der Station ein Kabel mit NAYY 4 x 185 mm² verlegt. Die Stromtragfähigkeit des Kabels ist damit um 40-fach höher als der durchschnittliche Strombezug der angeschlossenen Lasten.

Die angeschlossenen Lasten veränderten sich seit der Inbetriebnahme des Parkplatzes. Waren zu Beginn nur 2 Pumpen in Betrieb und Beleuchtung ausschließlich am Parkplatzhäuschen vorhanden, sind nun mehrere Pumpen in Betrieb und der komplette Parkplatz mit LED Beleuchtung ausgestattet. Die Pumpen wurden zudem mit Ansteuerungselektronik mit höherer Effizienz ausgestattet.

Der zu Rate gezogene Netzbetreiber erklärte, dass aufgrund von erhöhten Reserveanforderungen durch den Zubau von Photovoltaikanlagen, der nächstgelegene Ortsnetztransformator mit einer geringeren Ausgangsspannung betrieben wird. Dabei werden aber die Spannungsqualitäts-Anforderungen der Norm EN 50160 eingehalten. Die EN 50160 gilt am Verknüpfungspunkt des Kunden mit dem Versorgungsnetz. Werden die vorgeschriebenen Grenzwerte am Verknüpfungspunkt eingehalten, ist der Netzbetreiber nicht in der Pflicht Maßnahmen zur Behebung von Problemen zu ergreifen.

Eine Power Quality (PQ) Messung mit der PQ-Box 150 veranschaulichte, dass die 10 Minuten Mittelwerte der Spannungen etwas unterhalb der Nennspannung lagen, jedoch noch innerhalb der Norm EN 50160.



Bild 2: Verlauf der Zuleitung (Google)



Bild 3: Messung mit PQ-Box 150

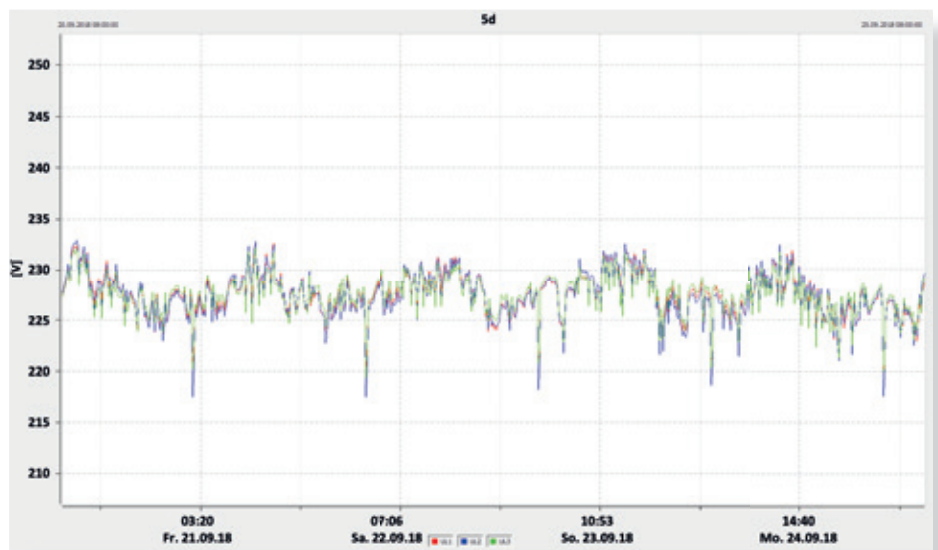


Bild 4: 10 Minuten Mittelwerte der gemessenen Spannungen

Im Juli 2018 konfrontierte Herr Kellermann die PQ-Experten der Firma A. Eberle. Die Messdaten wurden gemeinsam analysiert und mit den Zeitdaten der Störungen abgeglichen. Es konnte identifiziert werden, dass beim Anlauf der Pumpen die Spannungen am Anschlusspunkt so weit einbrachen, dass der Frequenzumrichter in den Fehlermodus wechselte und Unterspannung als Ursache meldete.

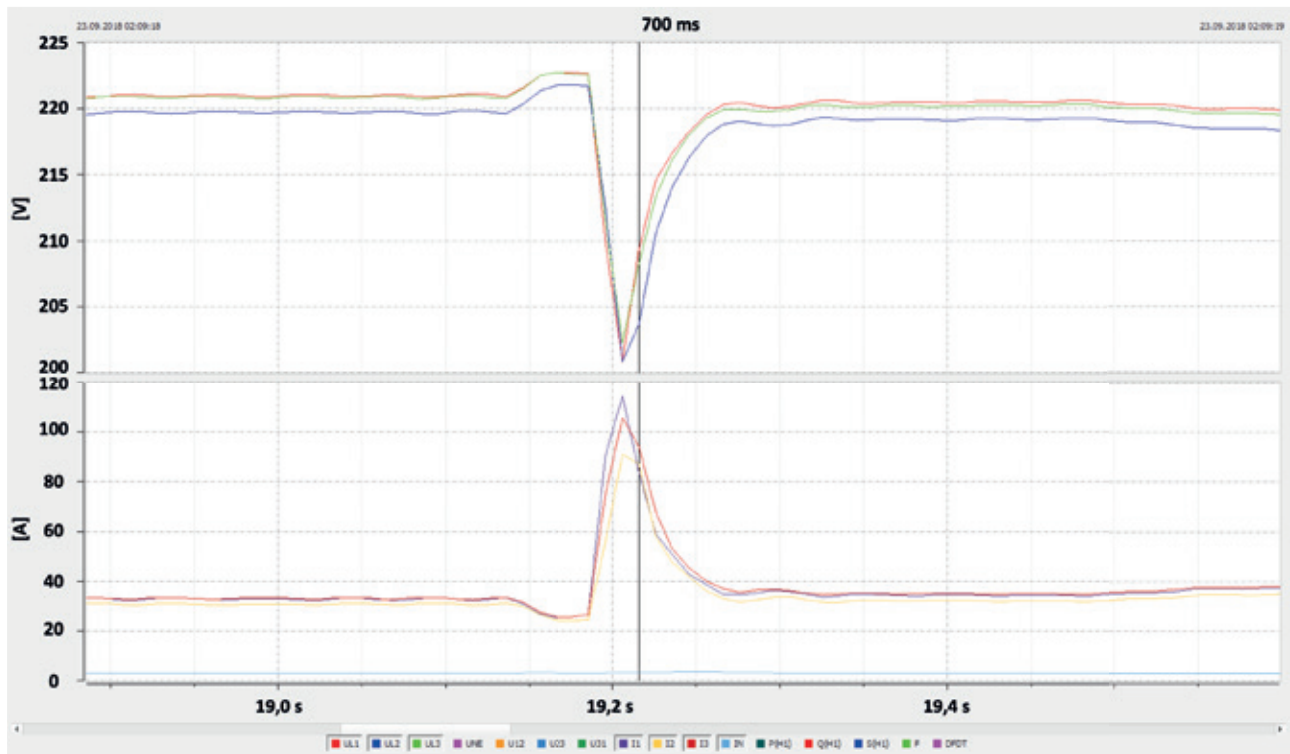


Bild 5: 10 ms Effektivwerte während des Anlaufs der Abwasserpumpe

Beim Anlauf benötigen die Pumpen eine höhere Blind- und Wirkleistung, solange bis die Nenndrehzahl erreicht ist. Diese Leistung wird aus dem Netz gezogen. Da die Spannung als gegebene Größe betrachtet werden kann, wird der erhöhte Leistungsbedarf durch einen erhöhten Stromfluss kompensiert. Ein hoher Stromfluss hat zur Folge, dass der Spannungsabfall entlang der kompletten Leitung zunimmt.

Zur Problembehebung wurden mehrere Lösungswege in Betracht gezogen:

- Erhöhung der Kurzschlussleistung durch ein Parallelkabel um die Spannungseinbrüche während des Anlaufvorgangs der Pumpen zu reduzieren
- Installation einer USV – Anlage zur Vermeidung der Spannungseinbrüche
- Stabilisierung und Anhebung der Spannung durch das Niederspannungsregelsystem (LVRSys™)

Nach ganzheitlicher Kalkulation der Kosten wurde festgestellt, dass über den Betrachtungszeitraum von mehreren Jahren das LVRSys™ die günstigste Lösung darstellt. Eine USV-Anlage ist zwar von den Anschaffungskosten vergleichbar, jedoch schlagen hier jährlich Wartungskosten zu Buche. Zudem steigen durch die relativ hohe Verlustleistung die Betriebskosten stark an. Das Parallelkabel reduziert zwar die Verlustleistung, ist aber verglichen mit den Anschaffungskosten eine extrem teure Lösung für das Spannungshaltungsproblem.

Die Parallelverkabelung birgt ein weiteres Risiko bei langfristiger Betrachtungsweise. Sinkt am Verknüpfungspunkt der Zuleitung die Spannung ab, so sinkt die Spannung am Parkplatz ebenfalls. Neue Innovationen wie Wärmepumpen und Elektromobilität lassen künftig die Spannung im Niederspannungsnetz weiter nach unten sinken. Das Problem wie es derzeit besteht, wäre damit lediglich aufgeschoben und nicht aufgehoben.



Durch die vorangegangene Messdaten und Lastanalyse konnte das Niederspannungsregelsystem optimal ausgelegt werden. Für künftige Anforderungen wurde das Regelsystem mit einer Leistungsreserve bemessen. Die Übertragungsleistung beträgt 44 kVA. Die Integration des Systems konnte durch die modulare Bauweise in vorhandene Schaltschränke vorgenommen werden.



Bild 6: Toilettenhäuschen

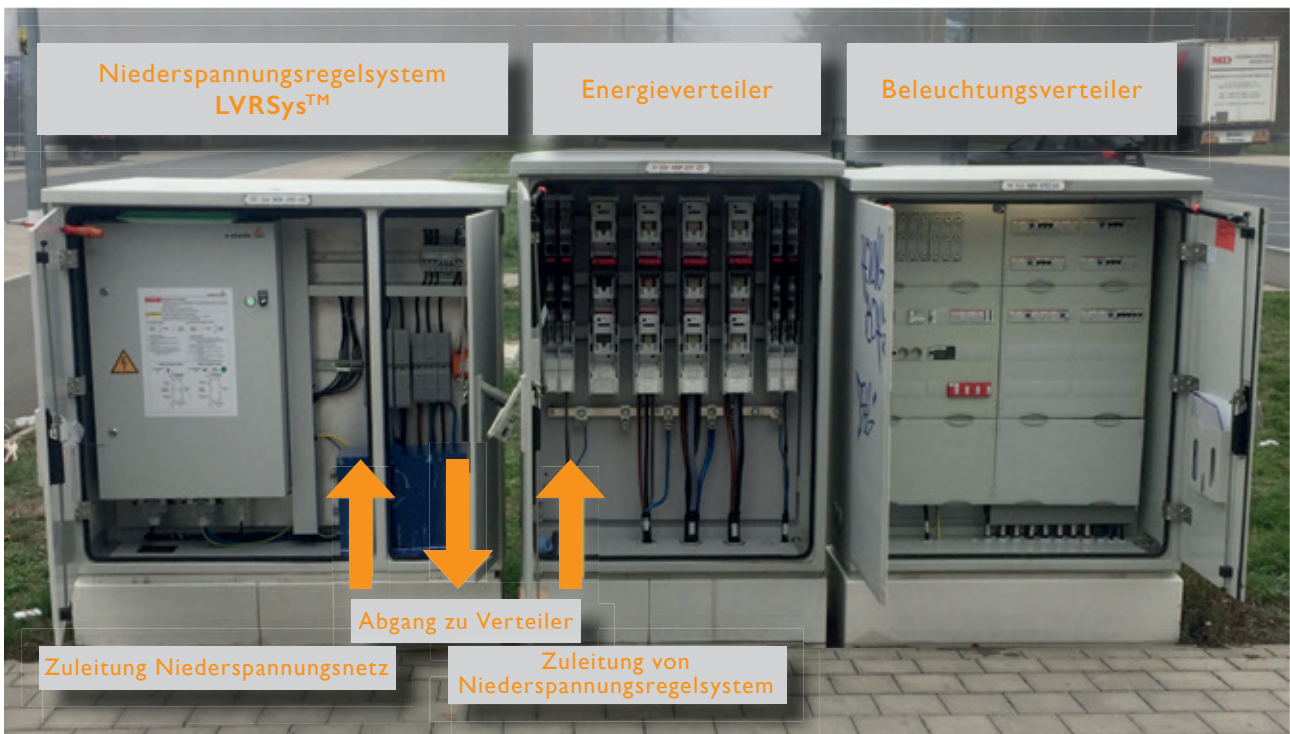


Bild 7: Niederspannungsregelsystem LVRSys™, Energieverteiler und Beleuchtungsverteiler

Seit der Inbetriebnahme behebt das **LVRsyst™** die Unterspannungsprobleme und gleicht die Unsymmetrie der Leiterspannungen aus. Nun ist eine stabile Spannung an der Station von Sollwert \pm eingestelltem Toleranzband sichergestellt, selbst bei Ausschöpfung des Spannungsbandes von $\pm 10\%$ im vorgelagerten Netz. Kurzeitige Spannungseinbrüche können zwar nicht kompensiert, jedoch deutlich abgemindert werden. Die Regelparameter wurden so eingestellt, dass die Ausgangsspannungen des Reglers nicht bei 230 V, sondern bei 238 V stabilisiert werden. Der Abstand zur Unterspannungsgrenze des Frequenzumrichters wurde damit erheblich vergrößert. Zudem begünstigen die höheren Eingangsspannungen am Frequenzumrichter, eine geringere Stromaufnahme während des Anlaufs der Pumpen.

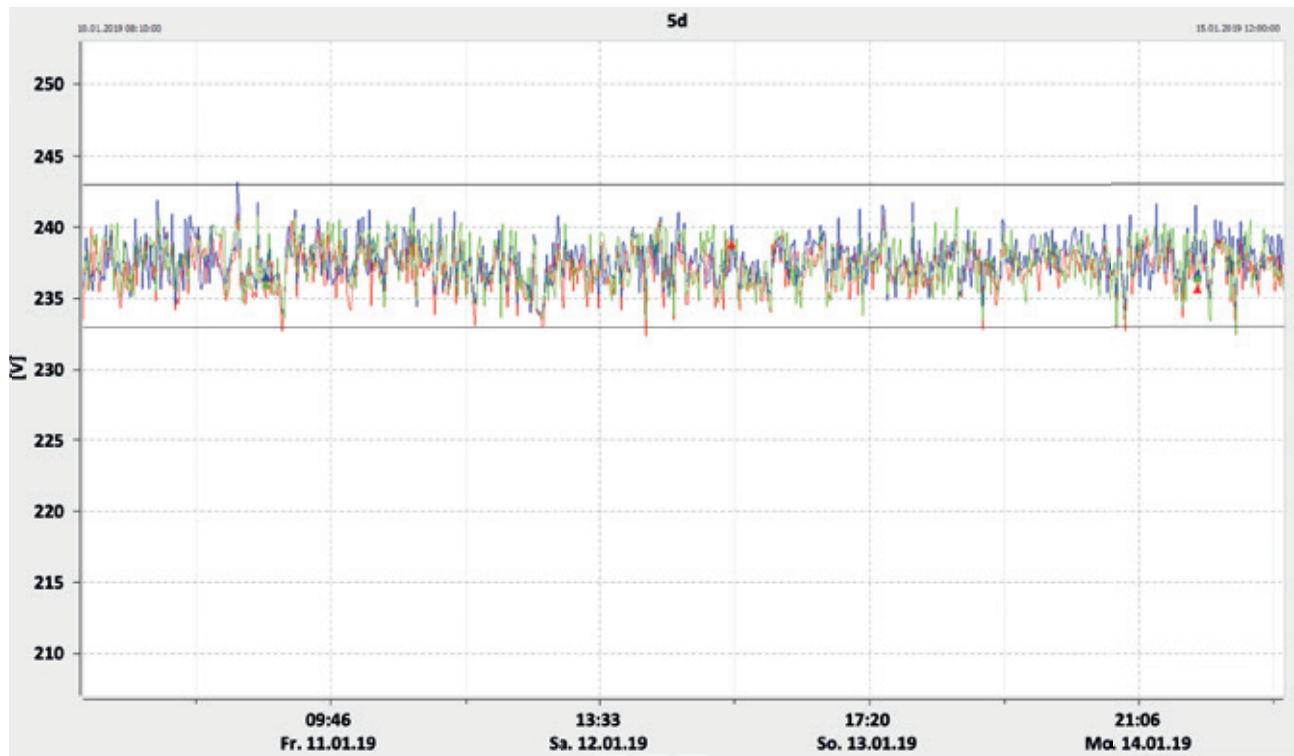


Bild 8: Stabilisierte Ausgangsspannung nach dem Regelsystem mit Sollwert 238 V und Toleranzband von $\pm 2\%$

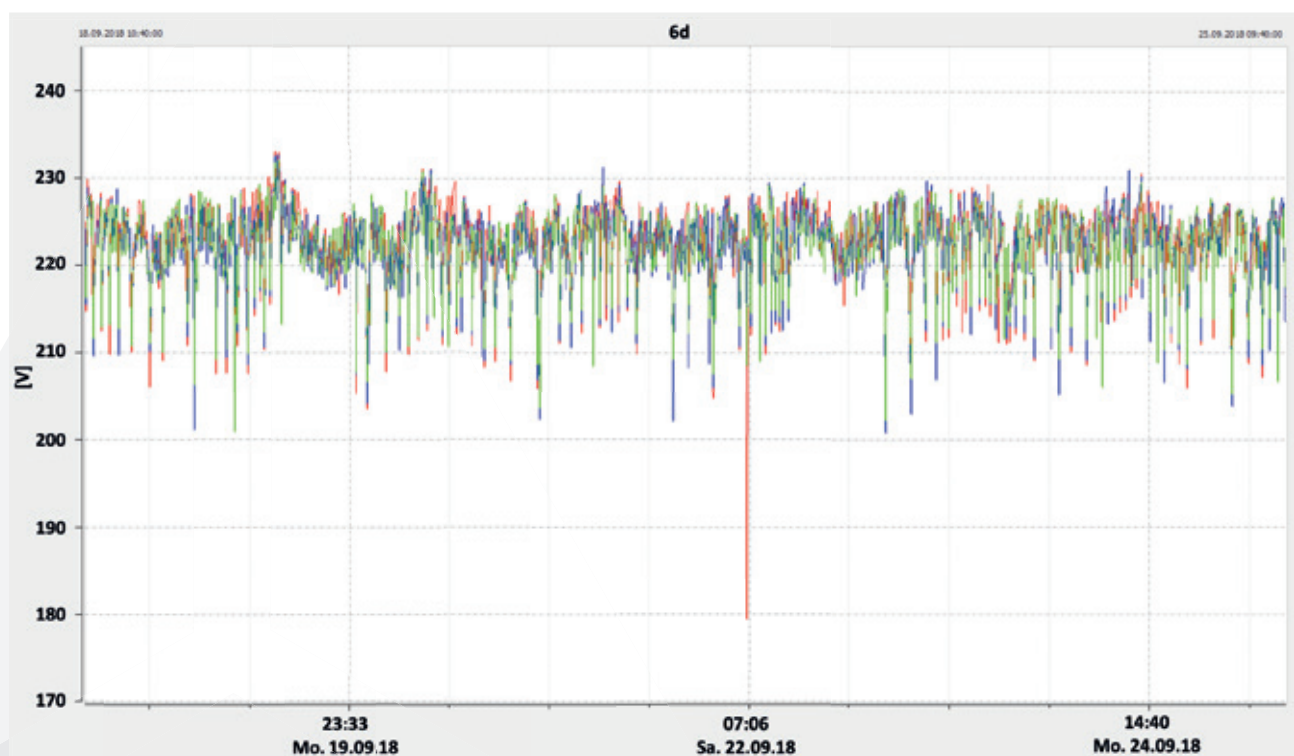


Bild 9: Spannungseinbrüche 10 ms minimal Effektivwerte

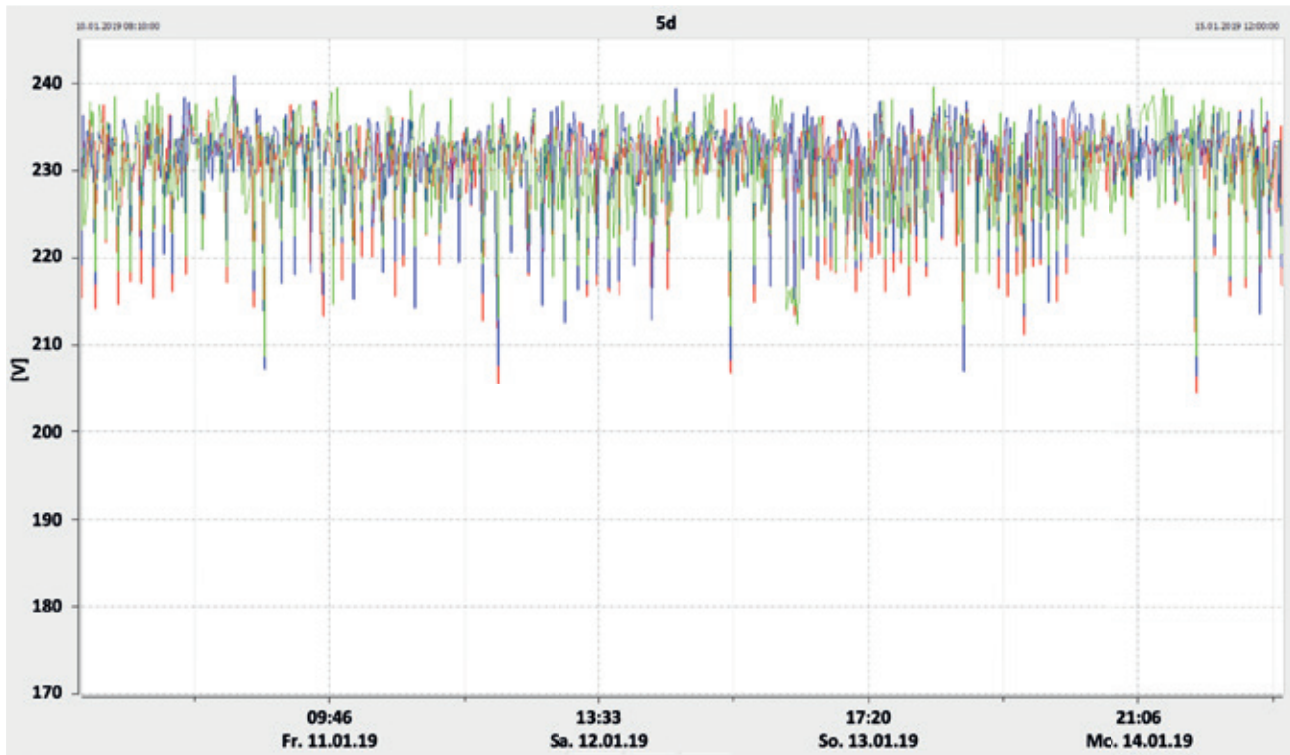


Bild 10: Reduzierte Spannungseinbrüche 10 ms minimal Effektivwerte nach dem Regler

Fazit und Rückmeldung

Seit der Installation des Niederspannungsregelsystems **LVRsystTM** kam es zu keinem erneuten Ausfall der Steuerungselektronik und dadurch zu keinem Ausfall der Wasserpumpen. Durch dieses erfolgreiche Pilotprojekt prüft die Autobahndirektion Nordbayern generell den Einsatz von Niederspannungsregelsystemen bei Spannungshaltungsproblemen. Viele Probleme die Herr Kellermann nennt, wie Ausfälle von Schilderbrücken, Wasserpumpen und Beleuchtungseinrichtungen können mit dem Regelsystem gelöst werden. Die extrem langen Zuleitungen der angeschlossenen Lasten werden häufig als Ursache genannt. Es kann natürlich nicht jede Last der Autobahndirektion mit einem Mittelspannungsanschluss und eigener Ortsnetzstation versehen werden. Die Investitionskosten wären extrem hoch und volkswirtschaftlich unsinnig. In der Zukunft werden die Anschlusspunkte in den Niederspannungsnetzen noch mehr von Spannungsschwankungen betroffen sein, durch erhöhte Lasten (Elektromobilität, Wärmepumpen) und noch volatilere Einspeisung (PV-Anlagen, Windkraftanlagen). Eine geregelte Spannung bringt zudem langfristig gesehen noch den positiven Effekt mit, dass die Lebensdauer elektronischer Lasten stark verlängert wird.

Quellen:

- 1) http://www.eautobahn.de/html/zahlen_und_daten.html

Autoren

Stefan Hoppert

Produktmanager Smart Grid
A. Eberle GmbH & Co. KG
Frankenstraße 160, 90461 Nürnberg
stefan.hoppert@a-eberle.de
www.a-eberle.de

Heinz Kellermann

Autobahndirektion Nordbayern
Infrastruktur Starkstromtechnik
www.abdnb.bayern.de