

# NETZZUSTANDSÜBERWACHUNG IN SMART GRIDS: ANALYSE DES DATENVERBRAUCHS INTELLIGENTER MESSSYSTEME

Eike Niehs, Julien Essers, Bernd Engel

elenia Institut für Hochspannungstechnik und Energiesysteme, Technische Universität  
Braunschweig, Schleinitzstraße 23, 38106 Braunschweig, Deutschland, +49 531 391 7787,  
[e.niehs@tu-braunschweig.de](mailto:e.niehs@tu-braunschweig.de)

**Kurzfassung:** Netzzustandsüberwachung in elektrischen Verteilnetzen erfolgt in Deutschland zukünftig auf Grundlage von Momentanwerten aus Ortsnetzstationen und von intelligenten Messsystemen an den Netzanschlusspunkten. Zur Übermittlung der Netzzustandsdaten intelligenter Messsysteme wird der Tarifierungsfall 10 der Technischen Richtlinie TR03109 des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik umgesetzt. In diesem Zusammenhang untersuchen wir die Frage, welches Datenaufkommen bei Variation des Messintervalls und der Anzahl verschiedener Messwerte zu erwarten ist. Unser Testaufbau umfasst dabei ein vollwertiges intelligentes Messsystem, sowie die notwendigen Softwaresysteme zu dessen Betrieb. Die Ergebnisse zeigen, dass bei allgemein vorgesehener minütlicher Messwertübermittlung ein Datenvolumen von 1,5 GB bis 10,8 GB erreicht wird.

**Keywords:** Smart Grid, Smart Metering, Netzzustandsüberwachung

## 1 Einleitung

Die Digitalisierung der Stromnetze in Deutschland ist maßgeblich geprägt vom Rollout intelligenter Messsysteme (iMSys). Zum 30. September 2025 haben die grundzuständigen Messstellenbetreiber eine Ausstattungsquote aller Pflichteinbaufälle von 20,2% erzielt, was rund 0,94 Mio. Messlokationen entspricht [1]. Insgesamt sind rund 2,0 Mio. Messlokationen in Deutschland mit einem iMSys ausgestattet. Der Ausbau von iMSys fokussiert sich derzeit auf Messstellen mit einem Verbrauch über 6 MWh oder steuerbare Verbrauchseinrichtungen nach § 14a des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG). Vor dem Hintergrund der Transformation des Energiesystems hin zu erneuerbarer Erzeugung und der voranschreitenden Sektorenkopplung mit den Bereichen Wärme und Mobilität, steigt gleichzeitig die Notwendigkeit einer ausgeprägten Überwachung der Niederspannungsnetze. Hierfür ergibt sich das Erfordernis zur Erfassung hochaufgelöster Netzzustandsdaten aus Ortsnetzstationen (ONS) und iMSys. iMSys bestehen aus zwei Komponenten, dem eigentlichen Zähler elektrischer Energie, moderne Messeinrichtung (mME), sowie dem Kommunikationsmodul, Smart-Meter-Gateway (SMGW). Das SMGW ist in Deutschland in der Technischen Richtlinie (TR) 03109 des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik spezifiziert und muss entsprechend zertifiziert sein [2]. Die TR sieht verschiedene Tarifierungsfälle als Grundlage für die Erfassung und den Versand von Messwerten an berechnete Marktakteure vor. Aus der „Festlegung zur Integration steuerbarer Verbrauchseinrichtungen und steuerbaren Netzanschlüssen nach § 14a EnWG“ der Bundesnetzagentur lässt sich ableiten, dass unter

hochaufgelöste Netzzustandsdaten ein Messintervall von maximal 60 Sekunden verstanden wird [3]. Auch sieht das Messstellenbetriebsgesetz (§ 34 Abs. 2 Nr. 6 MsbG) die minütliche Übermittlung von Netzzustandsdaten als anzubietende Zusatzleistung vor. Eine Netzzustandsermittlung auf Basis hochaufgelöster Messwerte kann daher zu einem signifikanten Datenaufkommen führen, verbunden mit entsprechend hohen Kosten für die Kommunikationsinfrastruktur [4].

## 1.1 Zielsetzung

Im Rahmen dieser Arbeit wird das signifikante Datenaufkommen quantitativ ausgewertet und eingeordnet. Unter Verwendung eines im Labor am elenia Institut installierten iMSys werden verschiedene Parametrierungen für den Messwertversand erfasst und ausgewertet. Hierbei werden im Wesentlichen diese Forschungsfragen untersucht:

- Welchen Einfluss haben Übertragungsintervalle von 1s, 60s und 600s auf das Datenaufkommen?
- Wie wirkt sich der Umfang der zu übermittelnden Messwerte (Anzahl OBIS) auf die Datenmenge aus?

## 2 Hintergrund

Mit dem „Beschluss zur Integration von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen und steuerbaren Netzanschlüssen nach § 14a Energiewirtschaftsgesetz“ (BK6-22-300) hat die Bundesnetzagentur den Grundstein für die Steuerbarkeit in den deutschen Verteilnetzen gelegt und die involvierten Netzbetreiber und Marktpartner unter anderem dazu verpflichtet, ein standardisiertes Vorgehen für die Netzzustandsermittlung auf Basis von Echtzeit-Messwerten in der Niederspannung vorzulegen (Tenorziffer 2e) [3].

Das Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (VDE FNN) hat hierzu eine Studie beauftragt, die sich insbesondere der Netzzustandsermittlung widmet [4]. Die Resultate wurden in Form eines Hinweises zur standardisierten Netzzustandsermittlung vom VDE FNN bereitgestellt [5]. Abbildung 1 zeigt die Systemarchitektur zur netzorientierten Steuerung, wobei mögliche Ad-hoc Steuersignale aus der Netzführung auf Basis des ermittelten Netzzustandes abgeleitet werden.

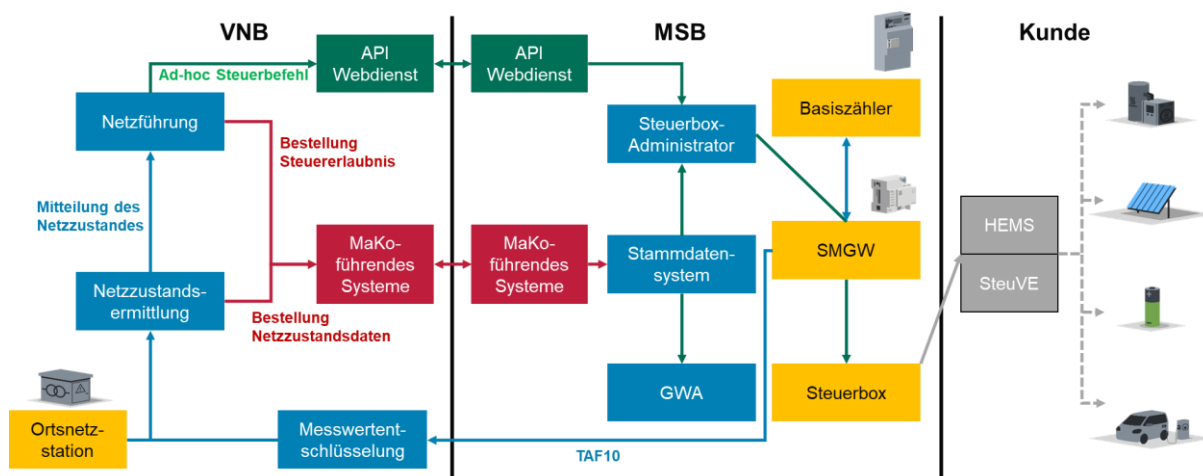


Abbildung 1 Systemarchitektur zur netzorientierten Steuerung über das iMSys nach [4].

Die Netzzustandsermittlung erfolgt hierbei auf Grundlage von Momentanwerten aus ONS und iMSys. Der Ausstattungsgrad von Messlokationen mit iMSys hängt hierbei von der Netztopologie und vorhandener Messtechnik in ONS ab und ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1 Ausstattungsgrad iMSys mit Übermittlung von Netzzustandsdaten nach Topologie und Messtechnik ONS [5].

	Strahlennetze	Maschennetze (1 Trafo)	Maschennetze (2+ Trafos)
Messung NS-Abgänge	15 %	5 %	0 %
Trafosummenmessung	30 %	10 %	0 %
Ohne Messung in ONS	70 %	40 %	25 %

Der Versand von Netzzustandsdaten von den SMGW an den Verteilnetzbetreiber (VNB) erfolgt unter Verwendung des Tarifierungsanwendungsfalles 10 (TAF10) – Bereitstellung von Netzzustandsdaten – entsprechend der TR-03109 [2]. Wenngleich der VDE FNN und die zugrunde liegende Studie, mögliche Maßnahmen zur Datenreduktion erörtern, bleibt das allgemein zu erwartende Datenaufkommen offen. Diese Lücke wollen wir im Folgenden schließen und das Datenaufkommen am SMGW quantifizieren.

### 3 Methodik

Der Versuchsaufbau, siehe Abbildung 2, umfasst ein vollwertiges intelligentes Messsystem, bestehend aus mME und zertifiziertem SMGW, sowie einen Windows PC mit der notwendigen Softwareinfrastruktur zur Abbildung des Gateway-Administrators (GWA), sowie des externen Marktteilnehmers (EMT) – in diesem Fall auch VNB. Das iMSys ist physisch mittels Ethernet mit dem PC verbunden.

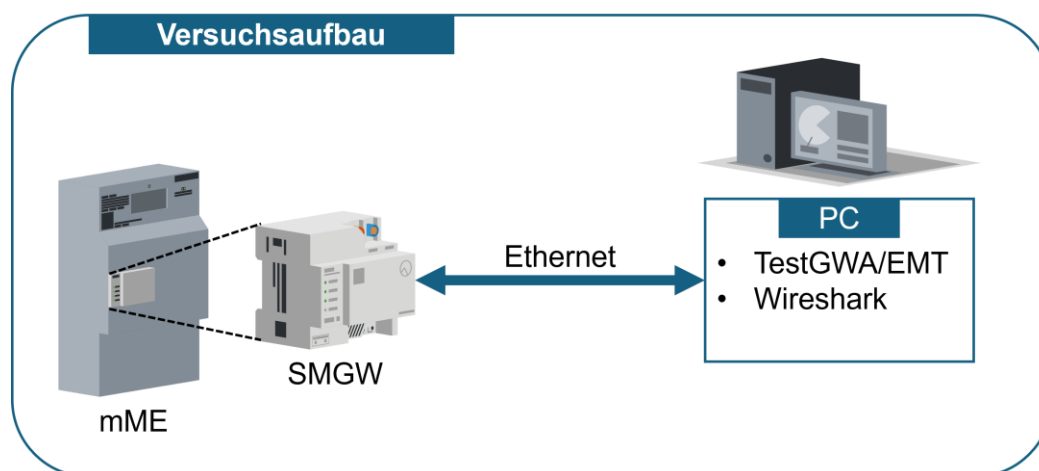


Abbildung 2: Versuchsaufbau mit moderner Messeinrichtung (mME), Smart-Meter-Gateway (SMGW) und PC.

Die Parametrierung des TAF10 erfolgt anhand verschiedener Profile für die Übermittlung von Netzzustandsdaten, die Art und Umfang der Daten definieren. Für die Auswertung wird der Netzwerkverkehr an der Ethernet Schnittstelle mit Hilfe der Software Wireshark am Packet Capture (PCAP) Interface erfasst. Zusätzlich werden die eingehenden Inhaltsdaten

gespeichert und für die Auswertung der Nutzdatenmenge herangezogen. Für jede Konfiguration wird ein Zeitraum von einer Stunde erfasst. Anhand dieser Messungen erfolgt eine Hochrechnung auf das jährliche Datenaufkommen. Die mME überträgt die folgenden Messgrößen an das SMGW:

Tabelle 2 Von mME an SMGW übermittelte Messgrößen.

OBIS	Bezeichnung
1-0:16.7.0	Momentan-Wirkleistung (Gesamt)
1-0:36.7.0	Momentan-Wirkleistung (L1)
1-0:56.7.0	Momentan-Wirkleistung (L2)
1-0:76.7.0	Momentan-Wirkleistung (L3)
1-0:32.7.0	Spannungsmesswert zu (L1)
1-0:52.7.0	Spannungsmesswert zu (L2)
1-0:72.7.0	Spannungsmesswert zu (L3)

Die in Tabelle 2 Von mME an SMGW übermittelte Messgrößen. Tabelle 2 dargestellten Messgrößen werden für die Untersuchung der sekundlichen Übermittlung herangezogen. Für 60-sekündliche und 10-minütliche Übertragung werden zusätzlich bis zu drei Aggregationswerte über die vergangene Periode (60 Sekunden oder 10 Minuten) ergänzt um die Anzahl übertragener Messgrößen weiter erhöhen zu können. Diese Möglichkeit entfällt bei sekundlicher Übertragung, weshalb wir hier auf sieben zu übertragende Messgrößen beschränkt sind.

Neben dem TAF10, ist zusätzlich eine Zählerstandsgangmessung nach Tarifierungsfall 7 konfiguriert, die dazu führt, dass stündlich die vier vergangenen viertelstündlichen Zählerstände vom SMGW an den EMT übermittelt werden. Die Verbindung vom SMGW zum EMT ist in allen Szenarien so parametrisiert, dass sie nach 120 Sekunden ohne Datenübertragung terminiert wird. Die maximale Verbindungsdauer beträgt 86.400s (ein Tag), kommt in den hier dargestellten Messreihen (eine Stunde) aber nicht zum Tragen.

## 4 Ergebnisse

Nachfolgend präsentieren wir die Ergebnisse der Messreihen unterschiedlich parametrierter TAF10 am SMGW. Jede Konfiguration (Übertragungsintervall, Anzahl Messwerte) wurde für eine volle Stunde erfasst und auf dieser Grundlage ausgewertet. Zusätzlich wurde eine stündliche Referenzmessung ohne konfigurierten TAF10 durchgeführt. Hierbei wurden lediglich die Messwerte der Zählerstandsgangmessung übertragen. Die Referenzmessung ergab ein Datenvolumen von 17,76 kB und Nutzdaten von 12,63 kB. Das Datenvolumen inkludiert dabei den Verbindungsaufbau (Handshake), sowie Nachrichten zur Aufrechterhaltung der Verbindung.

Im Nachfolgenden gehen wir auf die Messreihen für 1-sekündliche, 60-sekündliche und 10-minütliche Datenübertragung, bei steigender Anzahl an OBIS, ein.

#### 4.1 1-sekündliche Übertragung

Die sekundliche Übertragung von Netzzustandsdaten sorgt für das höchste gemessene Datenaufkommen. Abbildung 3 zeigt hier das Datenaufkommen an der Netzwerkschnittstelle (blau, rund), sowie die Größe der Nutzdaten (rot, viereckig) für ein Übertragungsintervall von einer Sekunde. Diese Notation findet sich auch in den folgenden Abbildungen wieder. Aufgrund der auf sieben Messgrößen limitierten Erfassung im SMGW, wurde die sekundliche Übertragung nur für bis zu sieben OBIS durchgeführt. Es ist zu erkennen, dass mit steigender Größe der Nutzdaten, die Wirkung der Datenkompression zur Geltung kommt, sodass ab sechs übermittelten Messgrößen die Nutzdaten größer als die übertragenen Daten sind. Bei sekundlicher Übertragung bestätigt der PCAP-Mitschnitt, dass die Verbindung zwischen SMGW und EMT dauerhaft aufrecht erhalten bleibt und kein Kommunikationsoverhead für die Aufrechterhaltung der Verbindung anfällt.

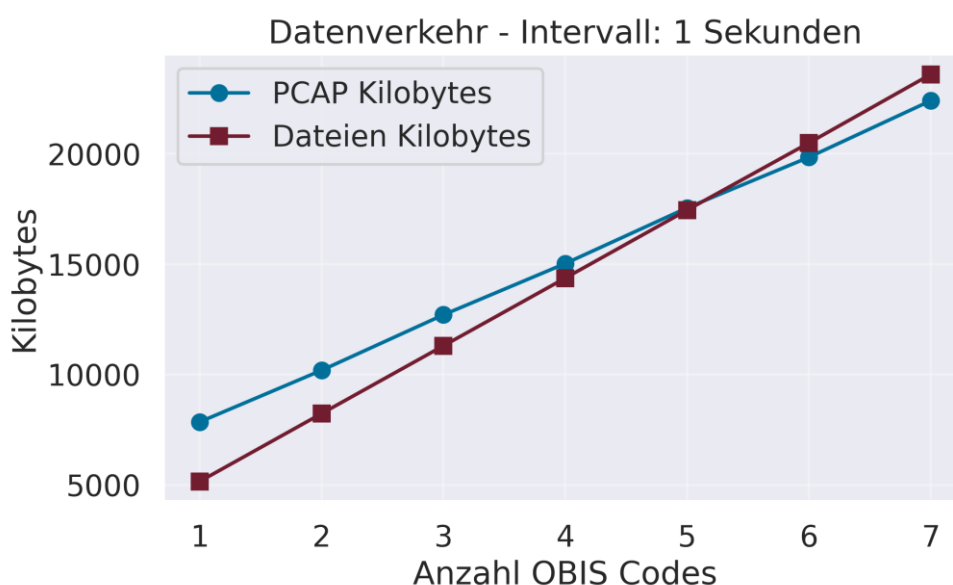


Abbildung 3: Stündliches Datenaufkommen an der Netzwerkschnittstelle und an Dateien bei einem sekundlichen Übertragungsintervall und mit ansteigender Anzahl an Messwerten.

Tabelle 3 zeigt die gemessenen Datenmengen je Stunde, sowie die Hochrechnung des Datenaufkommens auf ein Jahr. Hieraus ergibt sich für einen Netzanschlusspunkt mit sekundlicher Übermittlung von Netzzustandsdaten ein Datenvolumen von 65,6 GB, bei einem Messwert, bis zu 187,2 GB bei 7 Messwerten.

Tabelle 3: Stündliches und jährliches Datenaufkommen an der Netzwerkschnittstelle und an Dateien bei einem sekundlichen Übertragungsintervall.

Anzahl OBIS	Netzwerk [kB/h]	Dateien [kB/h]	Netzwerk [GB/Jahr]	Dateien [GB/Jahr]
1	7.849,37 kB	5.152,54 kB	65,575 GB	43,045 GB
3	12.703,78 kB	11.299,72 kB	106,130 GB	94,400 GB
5	17.552,18 kB	17.449,74 kB	146,634 GB	145,778 GB
7	22.409,91 kB	23.603,87 kB	187,217 GB	197,191 GB

## 4.2 60-sekündliche Übertragung

Die minütliche Übertragung der Messwerte entspricht dem für die Netzzustandsermittlung allgemein vorgesehenem Übertragungsintervall [5]. Abbildung 4 zeigt hier analog zur sekundlichen Übertragung, dass mit steigender Größe der Nutzdaten, die Wirkung der Datenkompression zur Geltung kommt, sodass hier ab spätestens zehn übermittelten Messgrößen die Nutzdaten größer als die übertragenen Daten sind. Bei minütlicher Übertragung ist im Mitschnitt des Netzwerkverkehrs erkennbar, dass die Verbindung zwischen SMGW und EMT mittels TCP Keep-Alive Nachrichten aufrecht erhalten wird.

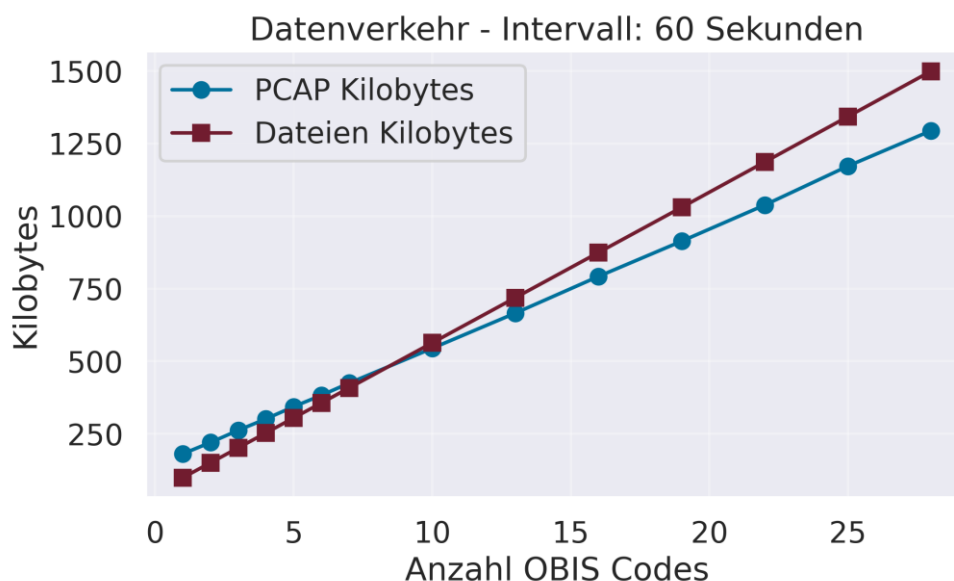


Abbildung 4: Stündliches Datenaufkommen an der Netzwerkschnittstelle und an Dateien bei einem 60-sekündlichen Übertragungsintervall und mit ansteigender Anzahl an Messwerten.

Tabelle 4 zeigt, dass sich für einen Netzanschlusspunkt mit minütlicher Übermittlung von Netzzustandsdaten ein Datenvolumen von 1,5 GB, bei einem Messwert, bis zu 10,8 GB bei 28 Messwerten, ergibt. Der Vergleich mit sekundlicher Übertragung ergibt bei sieben Messwerten eine Reduktion des Datenvolumens um ca. das 52,75-Fache.

Tabelle 4: Stündliches und jährliches Datenaufkommen an der Netzwerkschnittstelle und an Dateien bei einem 60-sekündlichen Übertragungsintervall.

Anzahl OBIS	Netzwerk [kB/h]	Dateien [kB/h]	Netzwerk [GB/Jahr]	Dateien [GB/Jahr]
1	181,13 kB	99,00 kB	1,513 GB	0,827 GB
3	262,23 kB	201,78 kB	2,191 GB	1,686 GB
5	343,68 kB	304,78 kB	2,871 GB	2,546 GB
7	382,69 kB	408,03 kB	3,549 GB	3,409 GB
10	544,63 kB	563,47 kB	4,550 GB	4,707 GB
16	665,92 kB	719,04 kB	5,563 GB	6,007 GB
28	1294,34 kB	1499,42 kB	10,813 GB	12,526 GB

### 4.3 10-minütliche Übertragung

Die 10-minütliche Übertragung der Messwerte kann relevant sein, falls es lediglich um 10-minütliche Mittelwerte, beispielsweise zur Prüfung von Spannungsbandverletzungen im Sinne der statischen Spannungshaltung, geht. In Abbildung 5 ist zu erkennen, dass die Nutzdatenmenge das übertragene Datenvolumen, im Gegensatz zu den vorherigen Messreihen, nicht übersteigt. Da die Kommunikationsverbindung bei 10-minütlicher Übertragung nicht dauerhaft aufrechterhalten wird ist bei jeder Übermittlung ein neuer Verbindungsaufbau notwendig.

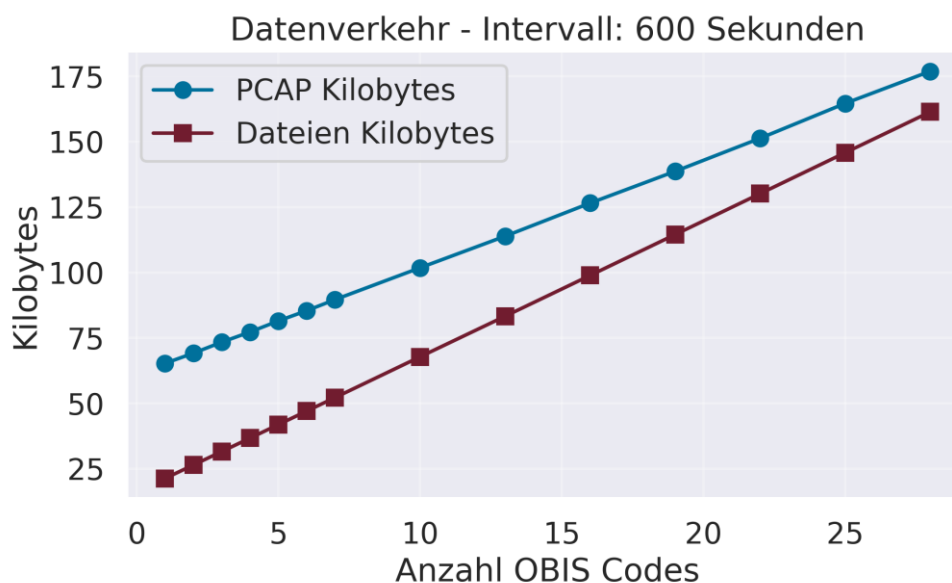


Abbildung 5: Stündliches Datenaufkommen an der Netzwerkschnittstelle und an Dateien bei einem 10-minütlichen Übertragungsintervall und mit ansteigender Anzahl an Messwerten.

Tabelle 5 zeigt, dass sich für einen Netzanschlusspunkt mit 10-minütlicher Übermittlung von Netzzustandsdaten ein Datenvolumen von 0,5 GB, bei einem Messwert, bis zu 1,5 GB bei 28 Messwerten, ergibt. Der Vergleich mit minütlicher Übertragung ergibt bei sieben Messwerten eine Reduktion des Datenvolumens um ca. das 4,7-Fache.

Tabelle 5: Stündliches und jährliches Datenaufkommen an der Netzwerkschnittstelle und an Dateien bei einem 10-minütlichen Übertragungsintervall.

Anzahl OBIS	Netzwerk [kB/h]	Dateien [kB/h]	Netzwerk [GB/Jahr]	Dateien [GB/Jahr]
1	65,26 kB	21,27 kB	0,545 GB	0,178 GB
3	73,36 kB	31,55 kB	0,613 GB	0,264 GB
5	81,49 kB	41,86 kB	0,681 GB	0,350 GB
7	89,64 kB	52,18 kB	0,749 GB	0,436 GB
10	101,79 kB	67,77 kB	0,850 GB	0,566 GB
16	126,52 kB	98,87 kB	1,057 GB	0,826 GB
28	176,91 kB	161,37 kB	1,478 GB	1,348 GB

## 5 Zusammenfassung

Die Netzzustandsermittlung in den deutschen Niederspannungsnetzen wird in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Die Berechnung erfolgt dabei auf Grundlage von Momentanwerten aus Ortsnetzstationen und von intelligenten Messsystemen an den Netzanschlusspunkten. In dieser Arbeit haben wir uns der Frage gewidmet, wie groß das anfallende Datenvolumen eines intelligenten Messsystems ist, wenn Netzzustandsdaten in unterschiedlichem Umfang und bei unterschiedlichen Übertragungsintervallen übermittelt werden. Unter Verwendung eines vollwertigen intelligenten Messsystems im Labor des elenia Instituts, haben wir den Datenverkehr und die Nutzdaten für verschiedene Parametrierungen über einen Zeitraum von jeweils einer Stunde erfasst und ausgewertet. Zusammenfassend zeigt sich, dass mit erhöhtem Übertragungsintervall und steigender Anzahl an Messwerten, das Datenvolumen linear ansteigt. Bei der für Netzzustandsermittlung vorgesehenen minütlichen Übertragung ergeben sich Datenvolumina von 1,5 GB bei Übermittlung eines Messwertes bis zu 10,8 GB bei 28 Messwerten.

## 6 Danksagung

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Die vorliegenden Erkenntnisse wurden im Rahmen des BMWEGeförderten Verbundvorhabens „Connect2Transform“ (Förderkennzeichen 03EN31058) erarbeitet. Die Autor:innen danken dem BMWEG für die finanzielle Unterstützung. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor:innen und spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Projektkonsortiums C2T wider.

## 7 Referenzen

- [1] Bundesnetzagentur, „Roll-out intelligente Messsysteme: Quartalsweise Erhebungen“, <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Netzzugang/Messwesen/Mess-undZaehlwesen/iMSys/artikel.html>. (Aufgerufen 26. Januar, 2026).
- [2] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, „Technische Richtlinie BSI TR-03109-1“, Version 2.0, Bonn, 13. Dezember 2024.
- [3] Bundesnetzagentur, „Beschluss BK6-22-300“, Bonn, 27. November 2023.
- [4] Consentec GmbH und Bergische Universität Wuppertal, „Standardisiertes Vorgehen für die Durchführung von Netzzustandsermittlungen auf Basis von Echtzeit-Messwerten in der Niederspannung. Studie im Auftrag von Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (VDE FNN)“, VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V., Berlin, 12. Dezember 2024.
- [5] VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. – Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (VDE FNN), „Standardisiertes Vorgehen für die Durchführung der Netzzustandsermittlung auf Basis von Echtzeit-Messwerten in der Niederspannung zur Einhaltung von Mindestanforderungen an deren Sensitivität und Spezifität“, VDE FNN Hinweis, Version 1.0, Januar 2025.