



## Binärsignalübertragung basierend auf proprietärem Protokoll

(bidirektionale Übertragung aller Signale über ein Ethernet-Netzwerk zwischen Client und Server mit proprietärem Protokoll).

### A) Bandbreitenbetrachtung im LAN

Die Kommunikation basiert auf UDP/IP-Nachrichten eines proprietären Protokolls, die fortlaufend zwischen beiden Geräten ausgetauscht werden. Die Länge der Nachrichten, bestehend aus Daten, UDP-Header, IP-Header, Ethernet-Frame-Overhead ist stets fix und beträgt 60 Bytes in beide Richtungen. Der Nachrichtenaustausch dieser Punkt zu Punkt-Verbindung folgt einer Art Ping-Pong, d.h. der Empfang einer Nachricht durch ein Gerät führt zum umgehenden Senden einer Nachricht an das andere Gerät, wonach dieses schnellst möglich antwortet usw. usf.

In einem LAN, in dem die zwei beteiligten SICAM I/O-Unit Geräte über einen Ethernet Switch oder über mehrere Ethernet Switches miteinander kommunizieren und die Kommunikationsverzögerung sehr gering ist (im Mikrosekunden-Bereich), werden weniger als 1000 Pakete pro Sekunde ausgetauscht und die Bitrate der Kommunikation beträgt unter 500 KBit/sec. Für eine sichere Applikation darf permanent 0,5 MBit/sec. nicht unterschritten werden. Bei einer Bandbreite von min 0,5 MBit/sec. kommt es zu keinerlei Zeitverzögerungen in der Binärsignalübertrager Applikation.

## **B) Bandbreitenbetrachtung, außerhalb LAN wie privates WAN**

Es wird empfohlen, im privaten WAN eine Bitrate von 500 kBit/sec für die Binärsignalübertragung zu reservieren. Zusätzlich ist der WAN-Overhead zu berücksichtigen.

Bei der Kommunikation über ein WAN wird die Verzögerung in vielen Fällen höher als im LAN ausfallen, und mehrere Millisekunden bis ggf. Sekunden betragen, je nach Anzahl der durchlaufenen Kommunikationsknoten, je nach Entfernung und der Art der Kommunikation. Das oben dargestellte Ping-Pong-Verfahren führt dazu, dass die Anzahl der ausgetauschten Pakete pro Sekunde und damit die Bitrate in dem Maße sinkt wie sich die doppelte Kommunikationsverzögerung (Paket-Umlaufzeit) erhöht. Die oben genannte Paketrate kann als Maximalwert angenommen werden, der praktisch erreichte Wert wird entsprechend der Verzögerung im Kommunikationsnetz niedriger ausfallen. Bei der Ermittlung der benötigten Bandbreite im WAN muss ggf. eine abweichende Länge der Nachrichten berücksichtigt werden, wie sie z.B. durch das Hinzufügen von Labels in einem MPLS-Netz entstehen kann.

## **Binärsignalübertragung basierend auf IEC 61850 GOOSE**

(unidirektionale oder bidirektionale Übertragung aller Signale über ein Ethernet-Netzwerk)

### **A) Bandbreitenbetrachtung im LAN:**

Die Kommunikation basiert auf IEC 61850 GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event). Dies sind unidirektionale (nicht quittierte), Ethernet (nicht IP) basierte Nachrichten, die fortlaufend und periodisch von einem Gerät an ein oder eine Anzahl anderer Geräte (Multicast) gesendet werden. Die Nachrichtenlänge (einschließlich Ethernet-Frame-Overhead) bei der GOOSE-Kommunikation der SICAM I/O-Unit ist fix und beträgt 185 Bytes.

Solange sich der Zustand der Binäreingänge nicht ändert, werden die GOOSE-Nachrichten mit einer relativ langen Periode (konfigurierbar, Default-Wert 3 sec) übertragen. Dies ergibt eine geringe Bitrate von unter 1 KBit/sec. Im Falle einer Zustandsänderung werden GOOSE-Nachrichten zunächst kurz hintereinander (minimale Periode: 1 msec) und danach mit zeitlich ansteigender Periode versendet, bis die Periode des Dauerzustandes wieder erreicht ist. Dieses Kommunikationsverhalten ergibt eine kurzzeitige Bitraten-Spitze, die bei 1,5 MBit/sec liegt.

### **B) Bandbreitenbetrachtung, außerhalb LAN wie privates WAN**

IEC 61850 GOOSE als Ethernet, aber nicht IP-basierte Kommunikation benötigt in vielen Fällen für den Transport über ein WAN spezielle Techniken wie Layer 2 Tunneling Protocol (L2TP) oder Virtual Private Wire Service (VPWS) über MPLS.

### **Anforderungen an Switches in Energie Netzwerken mit IEC 61850 GOOSE:**

IEEE 802.1q - VLANs für GOOSE-Segmentierung (VLAN 0 muss unterstützt werden)

IEEE 802.1p - Priorisieren der GOOSE-Telegramme

Bei der Ermittlung der benötigten Bandbreite im WAN muss der durch diese Techniken eingebrachte Paket-Overhead berücksichtigt werden. Im Falle des Einsatzes von VLAN z.B. kommen da noch 4 Bytes für das VLAN-tag dazu. Der genannte Spitzenwert der Bitrate für die GOOSE-Kommunikation sollte als Bandbreitenreservierung vorgesehen werden. GOOSE-Pakete sollten mit hoher Priorität im WAN weitergeleitet werden. Paketlaufzeit und Paketverluste sollten durch geeignete Maßnahmen minimiert werden.