

Handbuch Betriebszustandserfassung BZE (Version 0.60.1)

Inhalt

	Seite
Einführung und Anwendung	2
Systemaufbau	2
Aufbau des Masterknotens	3
Aufbau eines Slaveknotens	3
Steckverbindungen des Slaveknotens	5
Software	3
Das Bedienprogramm BZE_CLI	12
Das Visualisierungsprogramm BZE_VISU	24
Anhang	32
Technische Daten Slaveknoten	34

Stand: 08. Januar 2008

Einführung und Anwendung

BZE – Betriebszustandserfassung – ist ein vernetztes System zur automatischen Erfassung der Betriebs- und der Stillstandszeitintervalle von bis zu 30 Maschinen einer Produktionseinheit. **BZE** unterstützt damit das Produktionsmanagement bei der Überwachung der Maschinenauslastung und der Produktivität, insbesondere während des unbeaufsichtigten Schichtbetriebs.

BZE lässt sich an allen Maschinen installieren, bei denen die elektrische Leistungsaufnahme der gesamten Maschine oder von Teilaggregaten ein Indikator für den Produktionszustand ist.

Darüber hinaus kann **BZE** bis zu 8 SPS-Ausgänge der Steuerung einer Maschine überwachen und es können 8 SPS-Eingänge oder Aggregate wie Ventile, Relais usw. pro Maschine gesteuert werden (Remotefunktionalität).

BZE lässt sich grundsätzlich ohne einen Eingriff in das Steuerungsprogramm der Maschine(n) installieren.

Systemaufbau

Das **BZE**-System besteht im wesentlichen aus den folgenden 3 Komponenten:

Slaveknoten / Datenaufzeichnung

Es handelt sich um untereinander identische elektronische Geräte mit angeschalteten Sensoren, die mit den Maschinen verbunden sind. Ein derartiges Gerät tastet den Betriebszustand der Maschine ab, bereitet die Messwerte auf und zeichnet die Datensätze mit Zeitstempel auf. Im folgenden wird von **Slaveknoten** gesprochen, da die Geräte auf Anforderung besagte und auch andere Aufgaben ausführen.

Masterknoten / Datenkonzentration

Es handelt sich um einen PC mit einem angeschalteten Interface, das mit allen Slaveknoten kommuniziert. Dieser sog. **Masterknoten** steuert den Betrieb der Slaveknoten, indem er die Aufzeichnung startet, die Journaldaten von den Slaveknoten einsammelt und die Daten auf einem Massenspeicher (Festplatte oder Netzlaufwerk) ablegt. Der Masterknoten erfüllt hier gleichfalls die Funktion eines **Mensch-Maschine-Interface (MMI)** für die Bedienung des Systems.

Netzwerk / Datenkommunikation

Es verbindet alle Knoten miteinander und ermöglicht die Kommunikation der Slaveknoten mit dem Masterknoten. Das Netzwerk besteht aus einer relativ preisgünstigen und einfach zu verlegenden, geschirmten Zweidrahtleitung. Die Datenübertragung erfolgt im Halbduplexbetrieb gemäß dem RS485-Standard.

Aufbau des Masterknotens

Der Masterknoten besteht aus einem IBM-kompatiblen PC mit mindestens einer freien COM-Schnittstelle. Auf dem PC muss entweder ein MS-DOS oder ein WINDOWS - Betriebssystem installiert sein. Ein RS232 <-> RS485-Interface vom Typ 86201 der Firma Wiesemann & Theis sorgt für die Pegelumsetzung der V24-Signale der seriellen PC-Schnittstelle auf die RS485-Signalpegel der **BZE**-Slaveknoten. Ein Steckernetzteil versorgt das Interface mit Spannung. Das Interface ist für den Betrieb in trockenen Räumen und im Schaltschrank vorgesehen.

Aufbau eines Slaveknotens

Herzstück eines **BZE**-Slaveknotens ist ein Mikrocontroller, auf dem ein großer Teil der erforderlichen Hardware bereits integriert ist. Ferner verfügt ein Slaveknoten über batteriegepufferten Schreib-/Lesespeicher, eine Echtzeituhr und über Peripherie in Form von digitalen Ein- und Ausgängen zur Verarbeitung von SPS-Signalen. Über entsprechende LEDs sind die Zustände der Ein- und Ausgänge beobachtbar. Ein Analog-Digital-Wandler mit zwei Eingangskanälen ermöglicht die Verarbeitung analoger Signale. Zur Datenkommunikation über das Netzwerk besitzt ein Slaveknoten eine RS485-Schnittstelle. Die Versorgungsspannungen für die Elektronik werden von einem Weitbereichsnetzteil mit einem Eingangsspannungsbereich von 90 – 260 Volt aufbereitet.

Software

Die zuvor beschriebenen Systemkomponenten werden durch zwei Programme gesteuert: Ein Anwendungsprogramm auf dem Masterknoten (PC) und die Firmware auf den Slaveknoten. Die Programme sind in Client-Server-Architektur entworfen und in ihren Funktionen aufeinander abgestimmt. Die Rollen sind dabei wie folgt verteilt:

Das PC-Programm des Masterknotens sendet Anforderungen an einen Slaveknoten, gewisse Funktionen auszuführen bzw. Dienste zur Verfügung zu stellen. Ein Beispiel für einen Dienst ist das Exportieren (zur Verfügung stellen) von aufgezeichneten Daten durch den Slaveknoten. Das PC-Programm agiert somit in der Rolle des Clients. Die Firmware im Slaveknoten führt die Anforderungen aus und sendet dem Masterknoten entsprechende Antworttelegramme. Der Slaveknoten agiert somit als Server.

Kommunikationsprotokoll

Die Kommunikation zwischen dem Master- und den Slaveknoten folgt einem Protokoll, das dem Halbduplexbetrieb der Netzteilnehmer Rechnung trägt: Ein Kommunikationszyklus wird stets durch den Masterknoten initiiert, indem dieser eine Anforderung (Request) an genau einen Slaveknoten richtet. Die Slaveknoten werden dazu vom Masterknoten über Knotenadressen, sog. Knoten-IDs, angesprochen. Die Antwort des angesprochenen Slaveknotens (Response)

enthält die eigene Knotenadresse. Der Masterknoten wird vom Slave also nicht explizit adressiert. Ein Fehlerprotokoll mit 16-Bit CRC gewährleistet die Datenintegrität.

Prinzipieller Funktionsablauf

Sobald ein Slaveknoten mit Spannung versorgt wird, nimmt er seine Arbeit auf:

Ein **BZE**-Slaveknoten hat einen Analogeingang, an welchem ein Sensor angeschlossen ist, der die Stromaufnahme der Maschine zyklisch abtastet. Das Gerät mittelt die Strommesswerte über eine einstellbare Zeitspanne. Nach Ablauf dieser Zeitspanne wird der Mittelwert zusammen mit einem Zeitstempel in einen nullspannungsfesten Speicher, den sog. **Journal Speicher** geschrieben. Besagte Zeitspanne wird **Loggzeitintervall** genannt. Die Zeitmarke, bestehend aus Datum und Uhrzeit, leitet der Knoten von seiner Echtzeituhr, **Real Time Clock, RTC** ab. Dies ist eine elektronische Uhr, die auch ohne Spannungsversorgung "tickt". Die beschriebene Funktion ist dem Knoten von außen nicht anzumerken. Sie wird ohne eine Kommunikation mit dem Masterknoten selbständig ausgeführt.

Der o. a. Journalspeicher wird also fortlaufend beschrieben und muss nach einer gewissen Zeit ausgelesen werden, wenn eine fortlaufende Datenaufzeichnung gewährleistet werden soll. Dazu tritt der Masterknoten in Aktion und fordert die Journaldaten über das Netzwerk vom Slaveknoten an. Dieser Vorgang wird als **Upload** bezeichnet. Das Programm des Masters speichert die Journaldaten zunächst auf der Festplatte des PCs. Nach dem Upload der Journaldaten entsteht wieder freier Speicherplatz zur Aufzeichnung weiterer Daten auf dem Slaveknoten. Die hochgeladenen Journaldaten müssen anschließend so aufbereitet werden, dass sie illustrativ sind.

Softwareeigenschaften

Zur Parametrierung der zuvor beschriebenen Funktionalität wurde eine Reihe von Diensten implementiert, die vom Slaveknoten bereitgestellt und über das Kommunikationsprotokoll angesprochen werden können. Die folgenden Verwaltungsdienste sind implementiert:

- Absuchen des Netzwerkes nach aktiven Slaveknoten.
- Auslesen der Datum-/Uhrzeitdaten und Stellen der Echtzeituhr RTC.
- Einstellen des Loggzeitintervalls.
- Löschen des Journalspeichers.

Diagnosedienste:

Diese Dienste helfen bei der Analyse von Fehlerzuständen. Dazu gehören z. B. Störungen der Kommunikation durch Signaldegradation auf dem Netzwerk aufgrund von elektromagnetischen Immissionen.

- Upload der Diagnosedaten eines Slaveknotens.
- Download von Daten zum Funktionstest der Kommunikation und des Journalspeichers.
- Auslesen und Beschreiben von Speicherzellen des Slaveknotens.

Remotefunktionalität:

Ein **BZE**-Slaveknoten ist mit acht digitalen SPS-Eingängen und acht digitalen SPS-Ausgängen ausgestattet.

Die 8 galvanisch isolierten SPS-Eingänge können durch den Client (Masterknoten) über das Netzwerk abgefragt werden. Ein entsprechender Dienst ist implementiert.

Damit lassen sich prinzipiell digitale Maschinenzustände (z. B. ein Hand- oder Automatikbetriebsflag oder ob eine Gerätekomponente eingeschaltet ist oder nicht) **fernabfragen**. Durch eine entsprechende Änderung der Firmware können die Eingangszustände auch im Journalspeicher geloggt und zu einem späteren Zeitpunkt ausgelesen werden.

Die 8 galvanisch isolierten SPS-Ausgänge mit einem Treiberstrom von bis zu jeweils 250 mA können durch den Client über das Netzwerk geschaltet werden. Ein entsprechender Dienst ist implementiert. Damit lassen sich prinzipiell Maschinenfunktionen **fernauslösen**. Beachten Sie bitte dazu die Sicherheitshinweise im Anhang.

Die beschriebenen Ports werden für die Betriebszustandserfassung derzeit nicht genutzt.

Steckverbindungen des Slaveknotens

Ein **BZE**-Slaveknoten hat 4 unterschiedliche Steckverbindungen:

ST1 – Digitale und analoge Eingänge, Ausführung: Stecker D-SUB 15/male

Signalbezeichnung	Signalname	Terminal (Pin Nr.)
Digitaler Eingang 1	DE1	1
Digitaler Eingang 2	DE2	2
Digitaler Eingang 3	DE3	3
Digitaler Eingang 4	DE4	4
Digitaler Eingang 5	DE5	5
Digitaler Eingang 6	DE6	6
Digitaler Eingang 7	DE7	7
Digitaler Eingang 8	DE8	8
Digitale Signalmasse	GNDXT	9, 10, 11, 12
Analoge Signalmasse	AGND	13
Analoger Eingang 1	AE1	14
Analoger Eingang 2	AE2	15

Tabelle 1

ST2 – Digitale Ausgänge, Ausführung: Buchse D-SUB 15/female

Signalbezeichnung	Signalname	Terminal (Pin Nr.)
Digitaler Ausgang 1	DA1	8
Digitaler Ausgang 2	DA2	7
Digitaler Ausgang 3	DA3	6
Digitaler Ausgang 4	DA4	5
Digitaler Ausgang 5	DA5	4
Digitaler Ausgang 6	DA6	3
Digitaler Ausgang 7	DA7	2
Digitaler Ausgang 8	DA8	1
Digitale Signalmasse	GNDXT	14, 15
Externe +24 V	VCCEXT	9, 10, 11, 12, 13

Tabelle 2

ST3 – RS485-Schnittstelle, Ausführung: Buchse D-SUB 9/female

Signalbezeichnung	Signalname	Terminal (Pin Nr.)
Schirm	SHIELD	1
---	n.c.	2
Signal B	SIGB	3
---	n.c.	4
Neg. Spannung	V-RS485	5
Pos. Spannung	V+RS485	6
---	n.c.	7
Signal A	SIGA	8
---	n.c.	9

Tabelle 3

ST4 – Spannungsversorgung, Ausführung: Phoenix-Stecker 3-polig

Signalbezeichnung	Signalname	Terminal (Pin Nr.)
Nullleiter	N	1
Schutzleiter (optional)	PE	2
Phase	L	3

Tabelle 4

Netzwerkinstallation

Das Netzwerk besteht aus einer flexiblen, geschirmten Zweidrahtleitung. Die beiden miteinander verdrehten Leiter sind von einem Drahtgeflecht ummantelt. Geeignet ist z. B. der Kabeltyp LIYCY2025 mit 2 x 0,25 mm². Die Slaveknoten werden an den erforderlichen Stellen (am Ort der jeweiligen Maschine) an die Zweidrahtleitung und den Schirm angeschlossen. Ebenso wird der Masterknoten am Aufstellungsort des PCs (z. B. im Büro der Produktionsleitung) an die Leitung angeschlossen. Die beiden Innenleiter transportieren die Signale gemäß dem RS485-Standard, d. h. serielle Datenübertragung auf zwei Leitungen mit zueinander komplementären Signalpegeln (Gegentaktsignale).

Vor der Verlegung der Netzwerkleitung sollte der Verlauf der Leitung geplant werden. Dabei sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- a) Das Netzwerk muss bildlich gesprochen die Gestalt einer nicht geschlossenen Perlenkette haben, d. h. alle Knoten sind wie die Perlen untereinander verbunden. Es gibt keine Querverbindungen zwischen nicht benachbarten Knoten.
- b) Stichleitungen: Gemeint sind T-förmige Verzweigungen der Netzleitung mit einem Leitungsstück, an dessen Ende ein Knoten installiert ist. Gemäß den Spezifikationen für RS485 sollten diese sog. Stubs nicht länger als 5 m sein.

Dabei gilt folgende Regel:

Je höher die Übertragungsbandbreite auf dem Netz ist, desto kürzer müssen die Stubs sein. Wenn man sich also mit einer relativ niedrigen Baudrate zufrieden gibt, kann man sich auch längere Stubs leisten. Umgehen lässt sich das Stichleitungsproblem, indem man die Netzleitung zum Knoten hin- und wieder fortführt, um dann wieder der Hauptrichtung zum Knoten der nächsten Maschine zu folgen. Die Gesamtlänge des Netzes verlängert sich damit um die doppelte Stichleitungslänge. Es wird empfohlen, Stichleitungen zu vermeiden.

- c) Sowohl die Slaveknoten als auch der Masterknoten sind in Bezug auf ihre Position an der Netzwerkleitung gleichberechtigt. Der Masterknoten muss somit nicht zwangsläufig an einem der beiden Enden der Leitung angeschlossen sein, sondern er kann erforderlichenfalls irgendwo im mittleren Teil der Leitung angeschlossen werden.
- d) Die Netzwerkleitung darf eine maximale Länge von 1200 m nicht überschreiten. Sie muss an ihren beiden Enden jedenfalls elektrisch abgeschlossen werden. Der Leitungsabschluss wird durch ein Widerstandsnetzwerk, bestehend aus drei gleichen Widerständen von ca. 220 Ohm realisiert.
- e) Bei der Verlegung der Leitung ist darauf zu achten, dass diese möglichst nicht über längere Strecken parallel und dicht benachbart zu anderen leistungsführenden Leitungen verläuft. Eine derartige Anordnung begünstigt das sog. Übersprechen der Signale auf die Netzwerkleitung und kann zu Störungen der Kommunikation führen.

Zu den kritischen Leitungstypen, deren Nähe es zu meiden gilt, gehören ungeschirmte Wechselstromleitungen mit großen Stromstärken, insbesondere Leitungen, die pulsbreitenmodulierte Signale führen, bzw. phasenangeschnittene Signale. Dies sind z. B. die Starkstromversorgungen von Maschinen, Servomotorzuleitungen (Pulsbreitenmodulation) und Zuleitungen zu den Leistungseinheiten der Heizungen von Extrudern (Phasenanschnittstechnik!)

Es wird empfohlen, sich eingangs einen verkleinerten, jedoch maßgetreuen Lageplan von den zu vernetzenden Maschinen und der Position des Masterknotens anzufertigen. Anhand dieser Vorlage skizziert und optimiert man

dann die perlenkettenartige Netzwerktopologie unter Berücksichtigung der o. a. Bedingungen. Anschließend wird Knoten für Knoten segmentweise an die Netzwerkleitung angeschaltet und das jeweilige Teilnetz geprüft.

Die Verbindung zwischen den Slaveknoten und der Netzleitung ist steckbar gemäß dem Industriestandard für den Profibus ausgeführt. Die Leitung wird dazu an einem 9-poligen SUB-D-Stecker aufgelegt. Die Slaveknoten verfügen über eine entsprechende Buchse. Eine sichere mechanische Verbindung wird durch die Verschraubungen der verwendeten Stecker gewährleistet. Die Stecker sind derart konstruiert, dass zwei Leitungen mit einem runden Querschnitt eingeführt werden können. Einige Steckertypen beinhalten bereits ein Widerstandsnetzwerk für den besagten Abschluss der Leitungsenden, welches man ggf. durch einen kleinen Schiebeschalter aktivieren kann.

Anders verhält es sich bei der Verbindung zwischen dem Masterknoten und der Netzleitung. Das RS232-RS485-Interface als Bestandteil des Masterknotens wird in der Betriebsart

RS485-2-Draht-Verbindung, automatische Steuerung

betrieben. (Die Betriebsart wird durch DIP-Schalter im Innern des Gerätes eingestellt.) Das Interface hat im Gegensatz zu den Slaveknoten einen 9-poligen SUB-D-Stecker. Das Gegenstück an der Netzwerkleitung ist also eine 9-polige Buchse. Die Pinbelegung des Interfacesteckers unterscheidet sich zudem von der Belegung der Buchsen der Slaveknoten. Die folgende Tabelle 5 zeigt die Verdrahtung der Netzleitung (Busbuchse am Interface und Busstecker an den Slaveknoten):

W&T-Interface 86201, RS485-Stecker		Busbuchse an Interface	Busstecker an den Slaveknoten
Signalbezeichnung	Pin Nr.	Pin Nr. (Farbe)	Pin Nr. (Farbe)
Data Out A (-)	1	1 verbinden	← 3 (rot)
Data In A (-)	2	mit 2 (rot) →	
Handshake Out A (-)	3	-	
Handshake In A (-)	4	-	
Signalmasse	5	-	
Data Out B (+)	6	6 verbinden	← 8 (grün)
Data In B (+)	7	mit 7 (grün) →	
Handshake Out B (+)	8	-	
Handshake In B (+)	9	-	
Schirm	Gehäuse	Gehäuse →	← Gehäuse

Tabelle 5

Die beiden Interfaceterminals 1 und 2 werden in der Buchse miteinander verbunden und an die Busleitung "SIGB" (Adernfarbe rot) angeschlossen. Die beiden Interfaceterminals 6 und 7 werden in der Buchse miteinander verbunden und an die Busleitung "SIGA" (Adernfarbe grün) angeschlossen. Die Adernfarben und ihre Zuordnung zu den Signalen sind Empfehlungen der PROFIBUS-Norm.

Installation eines Slaveknotens

Alle Anschlüsse eines Slaveknotens sind steckbar ausgeführt mit unterschiedlicher Formkodierung. Damit ist ein versehentliches falsches Anstecken von Verbindungen ausgeschlossen. Zudem ist ein Knoten in kurzer Zeit ohne Werkzeug ein- und ausbaubar. Bevor man mit der Installation der Slaveknoten beginnt, sollte man sich unbedingt das folgende Werkzeug herstellen:

Man konfektioniert ein ca. 2 m langes Netzwerkleitungsstück mit einer Buchse für das RS232-RS485-Interface des Masterknotens und mit einem Busstecker für einen Slaveknoten, so dass man einen **BZE**-Knoten, auf dem Schreibtisch liegend, mit dem Masterknoten verbinden und dieses Mininetzwerk mit dem **BZE**-Monitorprogramm testen kann. Bei der Leitung kann man auch Einzeldrähte ohne Schirm verwenden. (Dieses Testwerkzeug ist auch im Falle von etwaigen späteren Funktionsproblemen einzelner Knoten im Netz von Vorteil.)

Nach dem Zusammenschalten durchsucht man mit dem **BZE**-Monitorprogramm das Netz und protokolliert die gefundene Knoten-ID des angeschlossenen Slaveknotens. Anschließend können weitere Funktionstests durchgeführt werden wie z. B. die Echtzeituhr RTC des Slaveknotens kontrollieren und ggf. stellen.

Folgende Punkte sind zu beachten:

1. In einem Netzwerk darf jede Knotenadresse nur einmal vergeben werden. Ansonsten kommt es zu Kommunikationskonflikten, wenn z. B. zwei Slaveknoten (mit der gleichen Knoten-ID) gleichzeitig auf einen Request des Masterknotens antworten.
2. Die Knotenadresse wird vor Auslieferung eines Slaveknotens durch den Hersteller vergeben und protokolliert. Die Slaveknoten tragen ihre Knoten-ID elektronisch in sich (E²PROM). Es gibt also keine Jumper oder DIP-Switches im Innern des Gerätes zur Einstellung der Knotenadresse.

Zur Vermeidung von Adresskonflikten sollte der Anwender die Knotenadresse jedes neu zu installierenden Knotens zuvor ermitteln und in eine Liste eintragen. Durch den Vergleich mit den bestehenden Listeneinträgen kann direkt kontrolliert werden, ob die Adressen eindeutig vergeben sind.

Nach dem zuvor beschriebenen „Trockentest“ wird der Slaveknoten an einem geeigneten Ort an der Maschine mechanisch installiert. Vorzugsweise sollte das Gerät in einem der Schaltschränke der Maschine installiert werden. Dazu sind die Gehäuse der Slaveknoten für eine Hutschienenmontage vorbereitet. Für die Installation ist ein Ort zu wählen, dessen Umgebungstemperatur die maximal zulässige Betriebstemperatur des Knotens nicht überschreitet und das Gerät nicht den Einflüssen von Schmutz, Öl oder Wasser ausgesetzt ist.

Ein **BZE**-Slaveknoten muss mit insgesamt drei Einheiten verbunden werden:

1. mit der Netzwerkleitung,
2. mit dem Stromsensor. Der Stromsensor seinerseits muss in geeigneter Weise an die Leistungseinheit der Maschine angekoppelt werden.
3. mit einer Spannungsversorgung (230V).

Es wird empfohlen, der Reihenfolge entsprechend vorzugehen.

1. Anschaltung an die Netzwerkleitung

Die Kommunikationsschnittstelle eines Slaveknotens ist über eine 9-polige DSUB-Buchse herausgeführt. Die Pinbelegung entspricht der PROFIBUS-Norm. Der Busstecker ist wie oben beschrieben zu konfektionieren. Befindet sich der Slaveknoten an einem der beiden Enden der Netzwerkleitung, so muss die Leitung elektrisch terminiert werden. Die elektrische Terminierung erfolgt entweder durch 3 Einzelwiderstände, die zusammen mit den Adern der Signalleitungen im Stecker aufgelegt werden, oder durch ein im Stecker integriertes zuschaltbares Widerstandsnetzwerk. Letzteres ist in den Profibussteckern enthalten.

Hinweise:

1. Bei den Steckertypen mit zuschaltbarem Widerstandsnetzwerk wird das abgehende Leitungssegment getrennt, wenn das Widerstandsnetzwerk aktiviert wird. Es ist darauf zu achten, dass die Leitung an den eingehenden Klemmen im Stecker aufgelegt wird.
2. Der Schirm der Leitung ist stets mit dem leitenden Steckergehäuse zu verbinden. Die Zugentlastungen der Stecker sind entsprechend konstruiert.
3. Der Leitungsschirm ist lediglich an einer einzigen Stelle mit einer Schutz Erde zu verbinden. Dies bedeutet, man sucht sich unter den Anschlussorten der Knoten einen günstigen Punkt aus und legt im Busstecker ein Stück flexible Leitung zusammen mit dem Schirm auf. Das andere Ende dieser Leitung wird ggf. mit einem Kabelschuh oder einer Aderendhülse konfektioniert und auf PE des Schaltschranks bzw. des Maschinenkörpers aufgelegt. Es ist darauf zu achten, dass die Busstecker der übrigen Knoten keinen Kontakt zur Betriebserde haben. Es besteht sonst u. U. die Gefahr, dass die Netzleitung durch Ausgleichströme abbrennt.

2. Installation des Stromsensors

Die verwendeten Stromsensoren sind zur Ableitung von Wechselströmen geeignet, ohne dass in die Elektrik der Maschine nachhaltig eingegriffen werden muss. Es handelt sich dabei um sog. Stromwandler. Dem Aufbau nach sind es Transformatoren mit einem extremen Windungsverhältnis zwischen Primär- und Sekundärwicklung. Stromwandler haben im Prinzip eine ringförmige Gestalt mit

einem zentralen Loch, vergleichbar einem Donut (US-amerikanischer Schmalzgebäckkringel) mit zwei Anschlussleitungen.

Die abzutastende Stromleitung muss einmalig an einer geeigneten Stelle aufgetrennt und durch das Loch des Wandlers geführt werden. Anschließend wird die Trennstelle wieder geschlossen. Das Leitungsstück, welches durch das Loch des Wandlers verläuft, bildet die (wenn auch eine degenerierte) Primärwicklung des Transformators. An der Sekundärwicklung wird das stromproportionale Signal über einen Ballastwiderstand entnommen. Der Stromwandler sollte mechanisch fest (auf Hutschiene) montiert werden. Dabei ist die Lage der Stromleitung im Loch des Wandlers unkritisch. Ein weiterer Vorteil des Stromwandlers ist, dass der Messstromkreis von der Primärstromschleife galvanisch isoliert ist.

VORSICHT!

Beim Betrieb eines Stromwandlers ohne Belastung der Sekundärwicklung durch einen Widerstand treten u. U. gefährlich hohe Spannungen auf. Diese Spannung zerstört nicht nur den Analogeingang des Slaveknotens, sondern sie kann auch für den Menschen gefährlich sein. Daher:

Ein Stromwandler muss stets mit einem Widerstand abgeschlossen sein.

Der Wert dieses Widerstandes bestimmt die Höhe der Ausgangsspannung bezogen auf den Strom. Er ist für jede Maschine experimentell bzw. anhand der elektrischen Betriebsdaten zu ermitteln. Die Ausgangsspannung ist mit einem Effektivwertvoltmeter zu kontrollieren.

Es darf solange keine Verbindung zum Analogeingang des Slaveknotens hergestellt werden, bis die maximale Ausgangsspannung (bei Volllast der Maschine) $5 V_{\text{eff}}$ nicht übersteigt. Mit Hinsicht auf die zu erwartenden Ströme im Widerstand (1 – 5A) muss die Verlustleistung des verwendeten Widerstandes berücksichtigt werden. Sie liegt je nach Übertragungsverhältnis bei ca. 20 Watt. Der Widerstand muss so montiert werden, dass er seine Verlustwärme gefahrlos abgeben kann.

Zur Ermittlung des Widerstandswertes eignet sich vorzugsweise ein mit einem Schieber veränderbarer Drahtlastwiderstand von wenigen Ohm. Dieser wird unter Beobachtung der Sekundärspannung entsprechend eingestellt und schließlich ausgemessen. Alsdann beschafft man einen Festwiderstand mit dem vermessenen Widerstandswert und installiert diesen fest an den Anschlüssen des Stromwandlers.

Der Analogeingang und die Signalmasse des Slaveknotens liegen auf den Terminals 13 bzw. 14 des 15-poligen DSUB-Steckers ST1. Die Art der Signalleitung zwischen dem Stromwandler und dem Slaveknoten ist relativ unkritisch. Empfohlen wird eine verdrehte Zweidrahtleitung, die nicht geschirmt zu sein braucht. Die Polarität spielt beim Anschluss keine Rolle. Es sollte jedenfalls darauf geachtet werden, dass die Verbindungsleitung kein fremdes Potential führt. Anders gesprochen: Die Sekundärwicklung des Stromwandlers hängt inkl. Widerstand – vom Rest der Maschine elektrisch isoliert – am Analogeingang des Slaveknotens.

3. Spannungsversorgung

Die Slaveknoten sind mit einem Weitbereichsnetzteil ausgestattet und arbeiten mit einer Versorgungsspannung zwischen 90 und 260 Volt. Der Anschluss ist steckbar ausgeführt. Die Netzzuleitung ist auf der Slaveknotenseite mit Aderendhülsen zu konfektionieren und wird dann gemäß Tabelle 4 mit dem dreipoligen Stecker verschraubt. Es wird empfohlen, den netzseitigen Anschluss nicht steckbar, sondern auf entsprechende Klemmen aufzulegen. (Der Slaveknoten sollte auch beim Abschalten der Maschine mit Spannung versorgt werden).

Das Bedienprogramm BZE_CLI (Version 0.60.1)

Das PC-Programm BZE_CLI.EXE bildet die Benutzerschnittstelle zum **BZE**. Mittels BZE_CLI lassen sich alle Dienste der Slaveknoten ansprechen. Das Programm bietet Funktionen zur Anwenderunterstützung bei der Inbetriebnahme von Slaveknoten und zur Verwaltung des Netzes. Die Programmfunktionen werden vom Hauptmenü aus durch befehlszeilenorientierte Kommandos aufgerufen.

Das Verhalten von BZE_CLI wird durch eine (lesbare) ASCII-Datei namens BZE.INI gesteuert. Die Datei dient gleichfalls der Protokollierung von durchgeführten Aufgaben und unterstützt den Anwender bei einer etwaigen Fehlersuche.

Im folgenden werden die Einstellmenüs und die Funktionen beschrieben, wie sie für die Inbetriebnahme des Systems und für den anschließenden regulären Betrieb geeignet sind.

Programminstallation

BZE_CLI ist ein DOS-basiertes Programm, das auch unter Windows (98 und XP) ausführbar ist. Es verwendet einen Bildschirm (bzw. ein Fenster) mit **80** Zeichen und **43** Zeilen. BZE_CLI kann lokal auf der Festplatte einer Workstation installiert werden oder von einem Netzlaufwerk gestartet werden. Es wird folgende lokale Installation empfohlen:

1. Im Stammverzeichnis ein Verzeichnis namens **C:\Programs** erstellen, wenn dieses nicht bereits existiert.
2. Im Verzeichnis **C:\Programs** ein Unterverzeichnisses namens **\BZE** erstellen, also **C:\Programs\BZE**.
3. Im Programmverzeichnis ein Unterverzeichnis namens **\bin** erstellen, also **C:\Programs\BZE\bin**
4. Das Programm **BZE_CLI.EXE** und die Konfigurationsdatei **BZE.INI** in das Unterverzeichnis **\bin** kopieren.
5. Einen Shortcut (Link) erzeugen und diesen auf den Desktop verschieben.

6. Die Eigenschaften des Shortcuts öffnen und den Bildschirm bzw. das Fenster auf **80 Spalten** und **43 Zeilen** einstellen. Die Eigenschaft "*Beim Beenden schließen*" ankreuzen.
7. Das Programm durch Klicken auf den Shortcut starten und ggf. die Fenstergröße und den Schriftfont anpassen und die Menüleiste ausblenden.

Schließlich ist unter Windows dafür zu sorgen, dass im Programmverzeichnis von BZE Schreibrechte eingestellt sind, damit die Journaldateien gespeichert werden können und die Konfigurationsdatei aktualisiert werden kann.

Programmstart

Vorbereitend muss das RS232<->RS485-Interface mit dem mitgelieferten Verbindungskabel an einer seriellen Schnittstelle des PCs angeschlossen und eingeschaltet sein (Steckernetzteil).

Hinweis:

Da sowohl die PC-seitige Steckverbindung des COM-Ports als auch die Verbindung des Interface als 9-polige Stecker ausgeführt sind, ist auf die Markierungen des Verbindungskabels zu achten. Die PC-seitige Buchse des Kabels enthält nämlich Brücken, die für den korrekten Betrieb der COM-Schnittstelle des PCs erforderlich sind.

Das Netzwerk muss korrekt am RS485-Stecker des Interface angeschlossen und an seinen Enden mit Widerständen abgeschlossen sein. Das Programm wird durch den Aufruf "BZE_CLI" gestartet. Es stellt den zuletzt verwendeten seriellen COM-Port, die Baudrate und den zuletzt angewählten Slaveknoten ein. Es erscheint das Programmbanner und ein Hauptmenü mit Informationen zur eingestellten Schnittstelle und zum ausgewählten Slaveknoten.

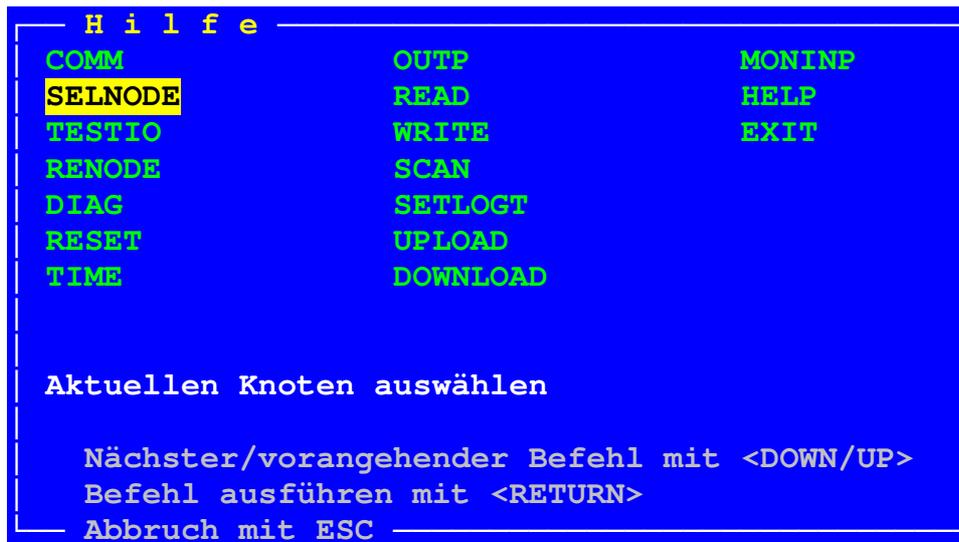
Kommandozeile

Die Bedienung des Programms erfolgt durch die Eingabe von Befehlen. Im Hauptmenü erscheint ein Eingabeprompt >. Das Programm erwartet vom Anwender die Eingabe eines Befehls. Der Kommandointerpreter unterscheidet nicht zwischen Groß- und Kleinschreibung. Eine Liste der gültigen Befehle wird durch die folgend beschriebene Hilfsfunktion zur Verfügung gestellt. Wird im Hauptmenü 3 Mal infolge ein falscher Befehl eingegeben, so wird die Hilfsfunktion automatisch gestartet, um den Anwender weiterzubringen.

Hilfsfunktion

In der Fußzeile des Hauptmenüs sind zwei Befehle angegeben, mit denen der Anwender im Zweifelsfall weiterkommt:

Durch die Eingabe von "HELP" öffnet sich ein Fenster, das alle verfügbaren Befehle mit zugehörigen kurzen Erklärungstexten zeigt. Durch Betätigen der Pfeiltaste <DOWN> gelangt man zum jeweils nächsten, durch Betätigen von <UP> gelangt man zum vorangehenden Hilfethema. Indem man die <ENTER>-Taste betätigt, wird der aktuell angewählte Befehl direkt ausgeführt. Durch Betätigen von <ESC> wird das Hilfemenü ohne eine Aktion verlassen.



Statusanzeige

Das Programm prüft die Verbindung zu einem angewählten Slaveknoten, indem es ihn zyklisch (1 Mal pro Sekunde) nach seinen Versionsnummern fragt. Ob eine Verbindung zum Knoten besteht, darüber gibt das Statusanzeigefeld Auskunft. Ist der angewählte Slaveknoten aktiv, so wird **ONLINE** und die Versionsnummern seiner Hardware und Firmware angezeigt. Antwortet der angewählte Slaveknoten jedoch nicht oder ist das Netzwerk an einer anderen als der eingestellten Schnittstelle angeschlossen, so wird **OFFLINE** angezeigt und die entsprechenden Felder sind mit "--.--" gefüllt.

Einstellung der Kommunikationsparameter

Bevor der Masterknoten mit den Slaveknoten kommunizieren kann, muss die verwendete Schnittstelle eingestellt und initialisiert werden. Durch die Eingabe von "COMM" (**C**ommunication) gelangt man zur Eingabe für die Nummer der seriellen COM-Schnittstelle und der Baudrate. Für die Schnittstelle werden Eingaben im Intervall [1 .. 4] für COM1 bis COM4 akzeptiert. Das Programm prüft sodann, ob der entsprechende Port existiert, d. h. ob die Hardware im PC installiert ist. Es meldet ggf. das Fehlen der Schnittstelle und fordert zur erneuten Eingabe auf.

```
Schnittstelle
COM [1..4]: _
Baudrate <+/->:
Abbruch mit ESC
```

Wurde die gewählte Schnittstelle gefunden, so wird der entsprechende COM-Port mit der aktuellen Baudrate und dem entsprechenden seriellen Rahmenformat initialisiert. Alsdann kann die Baudrate verändert werden. Durch die Eingabe von '+' oder '-' gelangt man zur nächst höheren bzw. niedrigeren Baudrate. Das Programm merkt sich die eingestellten Parameter und initialisiert diese bei einem erneuten Programmstart.

Beachten Sie bitte Folgendes:

Es ist wenig sinnvoll, die Baudrate des Masterknotens zu verändern, ohne gleichzeitig die Baudrate aller am Netz aktiven Knoten entsprechend zu ändern.

Einstellung der Slaveknoten-ID

Das Kommunikationsprotokoll unterstützt den Datenaustausch des Masterknotens mit jeweils genau einem Slaveknoten, d. h. es wird stets ein Slaveknoten vom Master angesprochen. Der angesprochene Slaveknoten antwortet sodann ggf., während alle anderen Slaveknoten im Netz nur „zuhören“. Der Menüpunkt – Eingabe "SELNODE" (**Select Node**) – dient dazu, den Slaveknoten auszuwählen, mit dem kommuniziert werden soll.

```
Aktueller Knoten 7
Knoten ID: _
[1..32]
Abbruch mit ESC
```

Die Eingabe der Slaveknoten-ID ist auf das Intervall [1 .. 32] beschränkt. Ob der gewählte Slaveknoten tatsächlich aktiv ist, zeigt anschließend die Statusanzeige. Das Programm merkt sich die eingestellte Slaveknoten-ID und stellt diese bei einem erneuten Programmstart ein.

Inbetriebnahme – Test der digitalen I/O

Nach dem Zusammenbau eines Slaveknotens bzw. bei der Inbetriebnahme der Remotefunktionen kann die korrekte Funktion der digitalen Ein- und Ausgänge automatisch geprüft werden:

Dazu müssen die Treiber des Ausgangsports ST2 mit einer Gleichspannung von +24V an den Terminals 9 bis 13 und 0V an den Terminals 14 und 15 versorgt werden. Die Signalmasse des Eingangsports ST1, Terminal 9 bis 12, muss mit der Signalmasse des Ausgangsports ST2 verbunden werden. Sodann müssen die Eingänge DE1 bis DE8 von ST1 mit den entsprechenden Ausgängen DA1 bis DA8 von ST2 verbunden werden. Siehe dazu die Tabellen 1 und 2.

Durch die Eingabe von "TESTIO" (**T**est **I**nput/**O**utput) öffnet sich ein Fenster. Das Programm legt fortlaufend verschiedene Bitmuster auf den Ausgangsport, liest diese anschließend über den Eingangsport ein und vergleicht die Werte.

```
I / O - T e s t
Ausgänge DA8..DA1: 01000000
Eingänge DE8..DE1: 01000000
Vergleich DA - DE: 0
Abbruch mit ESC
```

Im Fenster sind das ausgegebene und das zurückgelesene Bitmuster binär dargestellt. Ebenso wird die Differenz angezeigt. Die Testprozedur ist an den LEDs des **BZE**-Knotens beobachtbar. Bei einer einwandfreien Funktion der digitalen Ein- und Ausgänge ergibt der Vergleich stets Null.

Netzwerkscan

Um sich einen Überblick über die aktiven Knoten zu verschaffen, kann das Netzwerk automatisch durchsucht werden. Durch die Eingabe von "SCAN" öffnet sich ein Fenster. Das Netz wird beginnend mit der niedrigsten Knoten-ID sukzessive nach aktiven Knoten durchsucht. Die gefundenen Slaveknoten werden in der Datei BZE.INI protokolliert.

```
K n o t e n s c a n
ID-Intervall: 1..28
Aktive Knoten (IDs):
Abbruch mit ESC
```

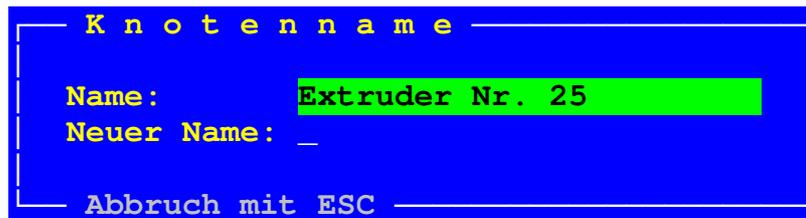


Ein Fortschrittsbalken visualisiert den Scan. Wenn kein Slaveknoten gefunden wird, so sind falsche Einstellungen eine wahrscheinliche Ursache. In diesem Fall sollte zunächst geprüft werden, ob alle Verbindungen korrekt hergestellt wurden

und ob die zuvor beschriebene Einstellung des Kommunikationsports – “COMM” – passt.

Slaveknoten benennen

Um den Standort eines Slaveknotens im Maschinenpark besser identifizieren zu können, kann ein Knotenname vergeben werden. Durch die Eingabe von “RENODE“ (**R**ename **N**ode) öffnet sich ein Fenster, das den aktuellen Knotennamen zeigt.



Das Programm fordert zur Eingabe eines neuen Namens auf. Der Name kann ein beliebiger Text mit Leerzeichen mit maximal 24 Zeichen sein. Wird keine Änderung des Knotennamens gewünscht, so kann man die Eingabemaske durch <ESC> verlassen, oder durch <RETURN> ohne eine vorangehende Eingabe. Der eingegebene Text wird auf den aktuellen Knoten geladen und permanent gespeichert. Man kann z. B. den Namen der Maschine eingeben, deren Betriebszustand überwacht wird.

Lesen und Stellen der Echtzeituhr

Für die Betriebszustandserfassung bildet die Echtzeituhr RTC eines Slaveknotens ein wichtiges Element. Sie liefert das Datum und die Uhrzeit für die Zeitstempel des Journals. Für eine zeitkonsistente Datenaufzeichnung muss die RTC gesetzt, d. h. korrekt gestellt werden. Das Lesen bzw. Stellen der RTC eines Slaveknotens wird durch die beiden Dienste GET TIME und SET TIME ermöglicht. Durch die Eingabe von “TIME” öffnet sich ein Fenster, in dem neben dem Datum und der Uhrzeit des Slaveknotens zum Vergleich auch das Datum und die Uhrzeit des PCs angezeigt wird.



Bei der Auslieferung eines Slaveknotens ist dessen Echtzeituhr auf MEZ, d. h. GMT + 01:00 h eingestellt.

Das Stellen der RTC des Slaveknotens erfolgt durch Betätigen der Leertaste, wobei die RTC-Zeit mit der Systemzeit des Masterknotens, also des PCs synchronisiert wird. Nach einem Leertastendruck beobachtet man also (nahezu) gleiche Zeitdaten.

Beachten Sie dazu bitte folgendes:

Das Stellen der RTC eines Slaveknotens durch eine explizite Eingabe des Datums und der Uhrzeit wird nicht unterstützt, sondern nur die zuvor beschriebene Synchronisation auf die PC-Systemzeit. Bevor die RTC eines Slaveknotens (bzw. aller Slaveknoten) gestellt wird, muss die Systemzeit des Masterknotens, sprich des PCs korrekt eingestellt werden. Man stellt die Uhr eines PCs, indem man Sie idealerweise durch einen Timeserver über das Internet mittels des **Network Time Protocols NTP** synchronisiert.

Ein NTP-Server mit hoher Genauigkeit (Stratum) ist z. B.

rztime1.rz.tu-bs.de

der Technischen Universität Braunschweig.

In vielen lokalen Firmennetzen werden die Uhren der Workstations beim Einloggen automatisch durch den Server synchronisiert. Gleichfalls wird oft die Möglichkeit einer Manipulation von Datum und Uhrzeit durch die PC-Benutzer durch den Systemadministrator unterbunden. Kontrollieren Sie in diesem Fall, ob Ihr Server korrekte Datums-/Uhrzeitdaten zur Verfügung stellt. Kontaktieren Sie ggf. Ihren Systemadministrator.

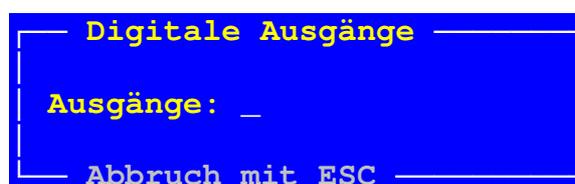
Steuern der SPS-Ausgänge

Ein **BZE**-Slaveknoten verfügt über einen digitalen SPS-Ausgangsport ST2. Sollen über die Ausgänge Maschinenfunktionen gesteuert werden, so müssen die Treiber zuerst mit Spannung versorgt werden. Zur Pinbelegung von ST2 siehe Tabelle 2.

ACHTUNG!

Bevor Sie diese Funktion aktivieren, lesen Sie bitte die Sicherheitshinweise im Anhang.

Durch die Eingabe von "OUTP" (**Output**) gelangt man zu einem Eingabefenster für das Byte, welches auf den 8 SPS-Ausgängen des Slaveknotens ausgegeben werden soll. Der Wert wird dezimal eingegeben.



Unmittelbar nach Abschluss der Eingabe durch <RETURN> wird der Wert an den Knoten zur Ausgabe an ST2 übertragen.

Lesen und Beschreiben des Knotenspeichers

Die beiden Funktionen "READ" und "WRITE" erlauben es, den Speicher eines **BZE**-Knotens zu lesen bzw. zu beschreiben. Es sind Servicefunktionen, die dazu dienen, die Geräte zu parametrieren bzw. zu überprüfen.

ACHTUNG!

Diese Funktionen sollten nur von Experten verwendet werden. Insbesondere sollten Sie genau wissen, was Sie tun, wenn Sie beabsichtigen, Werte direkt in das E²PROM eines Slaveknotens zu schreiben. Werden nämlich bestimmte Datenbereiche mit unzulässigen Werten beschrieben, so besteht die Gefahr, dass der betreffende Slaveknoten nachhaltig nicht mehr ans Netz geht, d. h. dass keine Kommunikation mehr zustande kommt.

Setzen des Loggzeitintervalls

Wie in der allgemeinen Funktionsbeschreibung skizziert "sammelt" ein Slaveknoten fortlaufend Messdaten und mittelt diese. (Der Abtastzyklus des Analogeinganges AE1 beträgt 1 Sekunde). Nach Ablauf des sog. Loggzeitintervalls wird der Mittelwert der Messungen zusammen mit einem Zeitstempel in den Journalspeicher geschrieben. Der Wert für das Loggzeitintervall ist bei Auslieferung eines Slaveknotens auf 60 Sekunden eingestellt. Dieser Wert muss je nach Maschinentyp und Betriebsverhalten angepasst werden.

Durch die Eingabe von "SETLOGT" (**Set Logtime Interval**) gelangt man zu einem Eingabefenster für den Wert des Loggzeitintervalls in Einheiten von Sekunden.



Beachten Sie bitte folgendes:

Die autarke Aufzeichnungszeit, d. h. ohne eine Intervention des Masterknotens zum zwischenzeitlichen Hochladen der Journaldaten, ist vom eingestellten Wert des Loggzeitintervalls abhängig. Prinzipiell gilt:

Je kleiner man den Wert wählt, desto häufiger wird in den Journalspeicher geschrieben und der Speicher ist frühzeitig voll; je größer man das Loggzeitintervall wählt, desto seltener wird der Journalspeicher beschrieben und der Speicher kann daher über einen längeren Zeitraum Daten aufnehmen. Eine Berechnung der eigenständigen Aufzeichnungszeit findet sich im Anhang.

Die Funktion MONITOR INPUTS

Bei der Inbetriebnahme muss das Ausgangssignal des Stromsensors an den Analogeingang des Slaveknotens angepasst werden. Dabei wird angestrebt, das Signal durch die Wahl des Wertes des Ballastwiderstandes so zu skalieren, dass die maximal auftretende Signalamplitude zu einer Aussteuerung des **Analog-Digital-Converters AD/C** von ca. 95% führt. Der Aussteuerungsbereich des AD/C von 4096 Punkten sollte in keinem Fall überschritten werden. Um den Wert beobachten zu können, steht die Funktion MONITOR INPUTS zur Verfügung. Durch die Eingabe von "MONINP" (**Monitor Inputs**) öffnet sich ein Fenster, in dem der gewandelte Analogwert und die Zustände der 8 digitalen Eingänge des Slaveknotens fortlaufend angezeigt werden. Begleitend ist ein horizontaler Balken dargestellt, der den Analogwert visualisiert.

```
Monitor Eingänge
Digital DE1..DE8 : 32
Analog AE1 : 2909
Abbruch mit ESC — Dez
```



Man kann nun einen Maschinenbediener instruieren, die Maschine unter Teil- bzw. Volllast zu betreiben bzw. in den Einrichtbetrieb zu wechseln und dabei die Leistungsaufnahme der Maschine am Display verfolgen. Die Darstellung der Werte kann zwischen dezimal und hexadezimal gewechselt werden, indem man 'D' bzw. 'H' eingibt. Die Funktion wird durch <ESC> verlassen.

Die Funktion UPLOAD

Die Funktion ermöglicht das Hochladen der Journaldaten von einem Slaveknoten und das Speichern der Daten auf der Festplatte des PCs oder auf einem Netzlaufwerk. Der anzusprechende Knoten muss zuvor durch "SELNODE" eingestellt worden sein. Durch die Eingabe von "UPLOAD" öffnet sich ein Kommunikationsfenster. Es zeigt die Quellknoten-ID, den Pfad und den Namen der Zielfeile zur Speicherung der Journaldaten.

Wird lediglich "UPLOAD" eingegeben, so konstruiert das Programm den Zieldateinamen automatisch aus dem aktuellen Tagesdatum (PC-Datum) und der Quellknoten-ID in folgender Weise:

Sei "TT.MM.JJJJ" das aktuelle Datum – "TT" für den Tag, "MM" für den Monat und "JJJJ" für das Jahr – und sei "nn" die Quellknotennummer, so ergibt sich der Name für die Datei der Journaldaten zu

"JJMMTTnn.UPL"

Die Dateierweiterung "UPL" als (Abkürzung für **U**pload) weist auf hochgeladene Daten hin. Durch diese automatische Namenskonstruktion werden die Journaldaten geordnet und sind leicht archivierbar.

```
Upload Journal
Pfad: C:\PROGRAMS\BZE\BIN
Zielknoten Nr: 7
Quelldatei: 07051907.UPL
Datei existiert bereits!
Datei <L>öschen oder
Daten <A>nhängen? <L/A>_
Abbruch mit ESC
```

Existiert bereits eine Datei mit gleichem Namen, so fragt das Programm, ob diese Datei überschrieben werden soll oder ob die hochzuladenden Journaldaten an die bestehende Datei angehängt werden sollen. Als Eingabe erwartet das Programm entweder ein 'A' für das Anhängen der Daten oder ein 'L' für das Löschen der bestehenden Datei.

ACHTUNG!

Eine bereits existierende Datei gleichen Namens wurde wahrscheinlich durch einen am gleichen Tag bereits durchgeführten Upload erzeugt und enthält daher möglicherweise Journaldaten, die von Interesse sind! Daher:

Wird die Frage mit 'L' für Löschen der Datei beantwortet, so gehen alle Daten der bestehenden Datei verloren! Im Zweifelsfall sollte mit 'A' geantwortet oder die Funktion durch <ESC> abgebrochen werden.

```
Upload Journal
Pfad: C:\PROGRAMS\BZE\BIN
Zielknoten Nr: 7
Quelldatei: 07051907.UPL [3670]

Upload fertig!
Abbruch mit ESC
```

Existiert keine Datei gleichen Namens, so startet das Hochladen der Journaldaten umgehend und der Uploadfortschritt wird dargestellt.

Das Hochladen hat keinen Einfluss auf den laufenden Datenaufzeichnungsprozess. Die Journaldaten werden bis zum gegenwärtigen Datensatz hochgeladen, d. h. solange, bis der Journalspeicher leer ist. Die Daten werden damit gleichfalls unwiederbringlich aus dem Journalspeicher des Slaveknotens gelöscht.

Die Funktion DOWNLOAD

Die Funktion dient Diagnosezwecken und bildet das Gegenstück zu der zuvor beschriebenen Funktion UPLOAD. Der anzusprechende Knoten muss zuvor durch "SELNODE" eingestellt worden sein. Durch die Eingabe von "DOWNLOAD" öffnet sich ein Kommunikationsfenster. Es zeigt den Pfad und den Namen der Quelldatei, von der die Daten gelesen werden, und die Zielknoten-ID. Wird lediglich "DOWNLOAD" eingegeben, so verwendet das Programm eine Standarddatei als Quelle.

```
Download Datei
Pfad:          C:\PROGRAMS\BZE\BIN
Quelldatei:    TEST.DNL [1744 Byte] [1024]
Zielknoten Nr: 7 [1024]
Abbruch mit ESC
```



Ein horizontaler Balken visualisiert den Downloadfortschritt.

ACHTUNG!

Die Downloadfunktion akzeptiert Dateien mit beliebigem Inhalt. Durch den Download von Daten in den Journalspeicher eines Slaveknotens vermischen sich diese mit den bis dato geloggten Journaldaten. Dies bedeutet, dass bei einem anschließenden Upload kein konsistentes Journal zu erwarten ist ! Bevor man also testweise Daten auf den Knoten lädt, sollte man den Journalspeicher zuvor vollständig auslesen, wenn auf diese Journaldaten Wert gelegt wird.

Im Allgemeinen wird man die Funktion UPLOAD dazu verwenden, um den Datentransfer und den Journalspeicher zu testen. Dazu muss man die Vermischung der Testdaten mit den Journaldaten verhindern. Der Slaveknoten loggt jedoch fortlaufend Daten. Diesen Prozess kann man zumindest für die Dauer von einer Stunde unterbinden, indem man mittels 'SETLOGT' das maximale Logzeitintervall auf 3600 Sekunden einstellt.

Diagnosefunktion

Die Funktion unterstützt den Anwender bzw. den Service bei der Behebung von etwaigen Betriebsstörungen. Durch die Eingabe von "DIAG" (**Diagnose**) öffnet sich ein Fenster, in dem fortlaufend einige Betriebsparameter des aktuellen Knotens angezeigt werden.

```
— D i a g n o s e —  
Rahmenfehler: 0  
CRC-Fehler: 1  
Nicht erkannte Telegramme: 0  
Korrekte RX-Telegramme: 345  
Zyklen/Sekunde: 15049  
— Abbruch mit ESC —
```

Slaveknoten rücksetzen

Extreme äußere Einflüsse (EMV-Immissionen) können die Funktion eines Slaveknotens nachhaltig beeinflussen. Daher muss ein Knoten ggf. in seinen Grundzustand versetzt werden können, um anschließend wieder normal arbeiten zu können. Solange ein Slaveknoten nicht abgestürzt* ist und noch kommuniziert, ist diese Initialisierung durch den Dienst RESET NODE per Befehl durchführbar.

Durch die Eingabe von "RESET" erhält der ausgewählte Knoten eine Rücksetzanforderung mit folgenden Konsequenzen:

1. Die 8 SPS-Ausgänge werden zu Null gesetzt.
2. Der Journalspeicher wird gelöscht.
3. Die Diagnosedaten (u. a. Fehlerzähler) werden gelöscht.
4. Die Knotenadresse wird aus dem E²PROM initialisiert.

ACHTUNG!

Wenn sich im Speicher des Slaveknotens Journaldaten von Interesse befinden, darf "RESET" nicht ausgeführt werden, da diese Daten sonst verloren sind. Man sollte diese Daten wenn möglich zuvor hochladen.

Beenden des Programms

BZE_CLI wird durch die Eingabe von "EXIT" beendet. Die Slaveknoten setzen ihre Arbeit jedoch fort.

* Während der Entwicklungs- und Testphase des BZE-Systems wurden Absturzzustände eingehend untersucht. Entsprechende Maßnahmen der Firmware verhindern derartige Zustände weitestgehend.

Das Visualisierungsprogramm **BZE_VISU** (Version 0.60.1)

Die Journaldaten, welche mittels des Bedienprogramms **BZE_CLI** von den **BZE**-Slaveknoten hochgeladen werden, liegen im Binärformat vor. Dieses Format ist für den Anwender nicht illustrativ. Um die Journale auswerten zu können und sie einer Dokumentation zugänglich zu machen, wurde das Visualisierungsprogramm **BZE_VISU.EXE** entwickelt. Es leistet folgendes:

1. Es wandelt die binären Journaldaten in eine lesbare Tabelle um. Die Einträge in den Spalten sind durch Tabulatoren voneinander getrennt, so dass die Datei in das Tabellenkalkulationsprogramm **EXCEL** importiert werden kann. Dort können die Daten leicht für eine Präsentation grafisch aufbereitet werden. Der Dateiname der Tabelle wird aus dem Journaldateinamen automatisch gebildet, indem dessen Extension "UPL" durch "TXT" ersetzt wird.
2. Es erzeugt eine Grafik auf dem PC-Display, die den Analogwert (Stromsensor) über der Zeitachse darstellt.
3. Es erzeugt von der Displaygrafik eine Bitmap-Datei zur Dokumentation der Betriebszustände. Der Name der Bitmap-Datei wird aus dem Journaldateinamen gebildet, wobei dessen Extension "UPL" durch "BMP" ersetzt wird.
4. Ab Softwareversion 0.60 ist es möglich, eine Serie von Bitmap-Grafiken zusammenzuführen, so dass jeweils 4 Grafiken auf einer Blattfläche vereinigt sind. Der Anwender wird bei der Auswahl der Bitmapdateien durch einen Dateibrowser unterstützt. Der Browser ist in Form der Datei **PRNDIR.EXE** realisiert.
5. Ab Version 0.60 bietet **BZE_VISU** einen automatischen Updatemodus. Dabei werden die visualisierten Daten, d. h. die Tabellen und die Bitmapdateien, aus den neu hinzugekommenen Journaldateien automatisch erzeugt.

Programminstallation

BZE_VISU ist ebenfalls ein DOS-basiertes Programm, das auch unter Windows (98 und XP) ausführbar ist. Es verwendet wie **BZE_CLI** einen Bildschirm (bzw. ein Fenster) mit **80** Zeichen und **43** Zeilen. Zum Programm gehören 6 Schriftfontdateien für den grafischen Programmteil. **BZE_VISU** sollte lokal auf der Festplatte einer Workstation installiert werden. Es wird folgende lokale Installation empfohlen:

Das **BZE**-Verzeichnis **C:\Programs\BZE\bin** sollte bereits seit der Installation des Bedienprogramms **BZE_CLI** bestehen.

1. Die Programmdatei **BZE_VISU.EXE** und den Verzeichnisbrowser **PRNDIR.EXE** in das bereits vorhandene Verzeichnis **C:\Programs\BZE\bin** kopieren.
2. Im Verzeichnis **C:\Programs\BZE** ein Unterverzeichnis namens **\Fonts** erstellen, also **C:\Programs\BZE\Fonts**.

3. Die 6 Fontdateien in das Verzeichnis **C:\Programs\BZE\Fonts** kopieren. BZE_VISU erwartet die Schriftfonts im genannten Unterverzeichnis.
4. Für die visualisierten Daten, Tabellen und Bitmapdateien, ein Unterverzeichnis in **C:\Programs\BZE** namens **data** anlegen, also **C:\Programs\BZE\data**.
5. Einen Shortcut (Link) erzeugen und diesen auf den Desktop verschieben.
6. Die Eigenschaften des Shortcuts öffnen und den Bildschirm bzw. das Fenster auf **80 Spalten** und **43 Zeilen** einstellen. Die Eigenschaft "*Beim Beenden schließen*" ankreuzen.
7. Das Programm durch Klicken auf den Shortcut starten und ggf. die Fenstergröße und den Schriftfont anpassen und die Menüleiste ausblenden.

Programmstart

BZE_VISU läuft ohne das **BZE**-Netz. Das Programm wird durch die Eingabe von "BZE_VISU" bzw. durch Klicken auf den entsprechenden Shortcut ausgeführt. Die Programmfunktionen werden durch Kommandozeilenparameter angesprochen.

Kommandozeilenparameter und Programmfunktionen

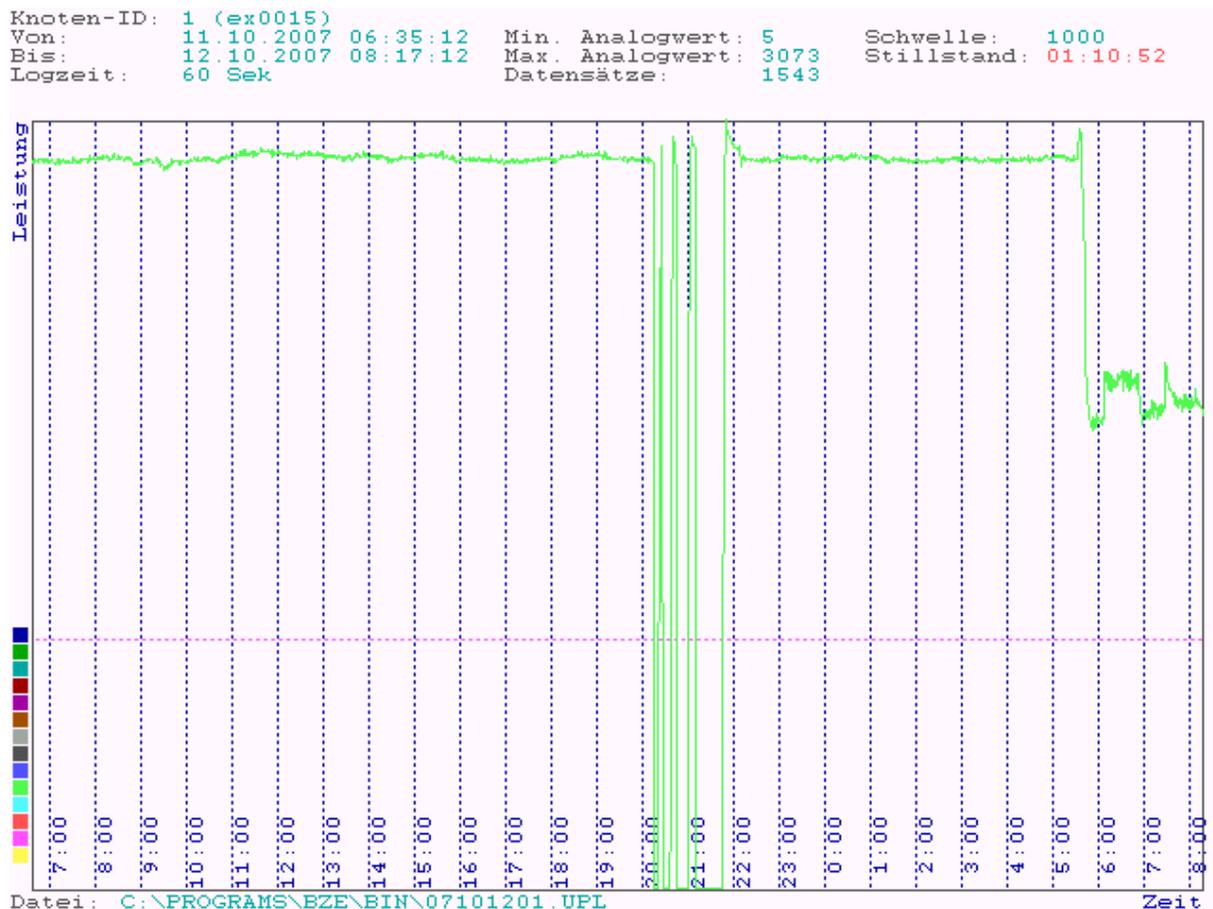
Wird beim Start des Programms kein Kommandozeilenparameter übergeben, so fragt das Programm nach einem Journaldateinamen. Die Journaldateien sollten sich im Verzeichnis **C:\Programs\BZE\bin** befinden. Wird ein Dateiname ohne Extension übergeben, so erweitert BZE_VISU den Namen mit der Extension "UPL".

Im folgenden Programmablauf werden die Journaldaten analysiert und dabei die besagte Tabelle erstellt und gespeichert. Die wichtigsten Parameter werden im Display angezeigt. Das Programm erwartet einen Tastendruck.

```
Quelldatei: C:\PROGRAMS\BZE\BIN\07103001.UPL
           9050 BYTE
Gelesen:   9050 BYTE
```

```
Zieldatei: C:\PROGRAMS\BZE\DATA\07103001.TXT
Geschrieben: 71787 BYTE
```

Es folgt der grafische Programmteil. Dessen Ergebnis ist die besagte grafische Darstellung der Journaldaten auf dem Display. Die Grafik enthält wie die zuvor erzeugte Tabelle alle relevanten Parameter.



Der vertikale Farbbalken dient bei einem farbigen Ausdruck der Kontrolle, ob der Drucker alle Farben wiedergibt und damit alle Details im Ausdruck sichtbar sind. Man erkennt am Ausfall einer oder mehrerer Farben des vertikalen Farbbalkens, ob eine der Farbpatronen des Druckers erschöpft ist.

Das Programm wartet wiederum auf einen Tastendruck. Wird <ESC> eingegeben, so wird der grafische Programmteil abgebrochen, ohne dass eine Bitmapdatei erzeugt wird. Nach einem Tastendruck (außer <ESC>) erzeugt das Programm eine Bitmap-Grafik. Das BMP-Format ist für Strichgrafiken wie jene, die hier von den Journaldaten erzeugt werden, sehr gut geeignet. Es beansprucht jedoch relativ viel Speicher. Die BMP-Datei kann ggf. mittels eines Bildbetrachters wie z. B. Paintbrush geladen und als JPEG-Datei exportiert werden. Das JPEG-Dateiformat benötigt weniger Speicher als das BMP-Dateiformat.

BZE_VISU versteht 4 Kommandozeilenparameter:

- f**<Dateiname[.UPL]> mit <Dateiname> Dateiname mit Uploaddaten, die Extension "UPL" ist optional.
- merge** Zusammenführung mehrerer Bitmaps
- updt** Automatisches **Update** der Visualisierungsdaten
- ed** **Editieren** von Parametern

Erzeugung einer Grafik

Die zuvor beschriebene Erzeugung der Grafik aus einer Uploaddatei kann von der Kommandozeile aus gestartet werden. Durch die Übergabe des Parameters "**-f**" gefolgt von einem Dateinamen (ohne Leerzeichen) bearbeitet BZE_VISU die Journaldatei wie im o. b. Fall, jedoch ohne die Frage nach dem Dateinamen.

Zusammenführung von Grafiken

In der Dokumentation strebt man nach einer komprimierten Zusammenfassung von Ergebnissen. Diesem Ziel wurde mit BZE_VISU Rechnung getragen:

Das Programm unterstützt eine Zusammenführung von zuvor ausgewählten Bitmapdateien derart, dass jeweils 4 Grafiken auf einer Blattfläche nebeneinander und untereinander vereinigt werden. Ist ein Blatt mit 4 Grafiken gefüllt, so wird das nächste Blatt bearbeitet. Dieses sog. Bitmap-Merging wird durch Übergabe des Kommandozeilenparameters "**-merge**" angestoßen.

Der Dateibrowser wird gestartet. Mittels der Pfeiltasten navigiert man zur gewünschten BMP-Datei. Durch Betätigung der Leertaste werden die Bitmap-Dateien, welche zusammengeführt werden sollen, markiert. Durch die Eingabe von <ESC> wird der Browser verlassen und die Zusammenführung der ausgewählten Dateien gestartet. Der Fortschritt der Zusammenführung wird durch einen Fortschrittsbalken animiert. Die Vergabe der Dateinamen für die zusammengeführten Grafiken erfolgt automatisch. Die Ausgangsdateien bleiben erhalten.

Beachten Sie bitte Folgendes:

Der Dateibrowser erlaubt durch Betätigen der Löschtaste auch das Löschen einer Datei. Das Programm fragt vor dem Löschen sicherheitshalber noch einmal nach. Jedoch ist das Löschen einer Datei endgültig, d. h. eine gelöschte Datei ist nicht mehr im Papierkorb von WINDOWS wiederzufinden!

Automatisches Update der visualisierten Daten

In der Praxis ist es vorteilhaft, wenn nach einem Upload der Journale mehrerer Maschinen die entsprechenden grafischen Daten automatisch erzeugt werden. Durch die Übergabe des Kommandozeilenparameters "**-updt**" (**Update**) wird ein automatisches Update der Visualisierungsdateien gestartet:

Das Programm liest die Einträge der INI-Datei und überprüft für jeden Slaveknoten im Netz, ob der Zeitstempel des Uploads der Journaldaten jünger ist, als der Zeitstempel der Erzeugung der entsprechenden Bitmap. In diesem Fall wird aus den (neuen) Journaldaten die Bitmapdatei erzeugt.

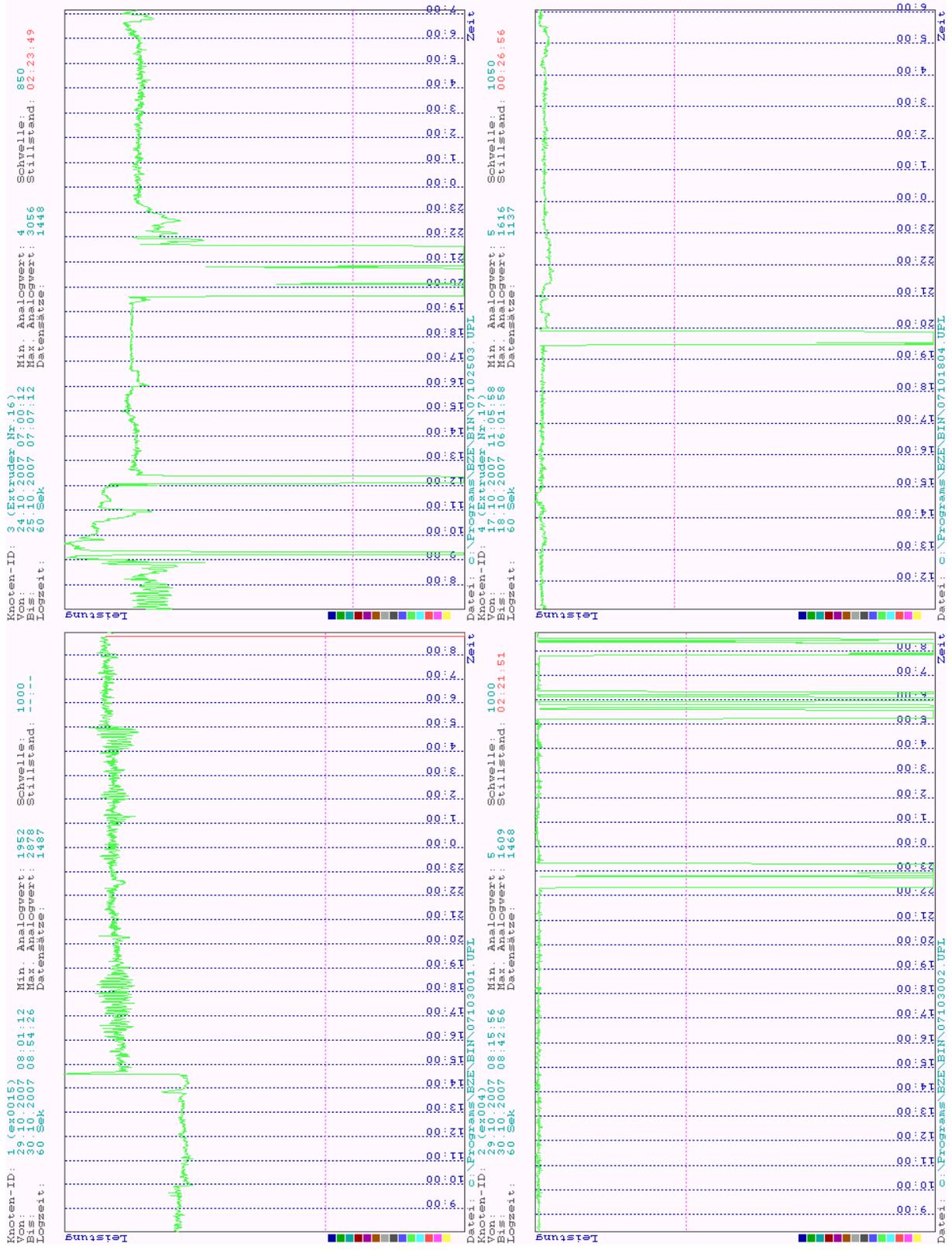
Im automatischen Updatemodus werden die erzeugten Bitmaps in der Reihenfolge der Knotenadressen zusammengeführt (Bitmap-Merging). Die Vergabe der Dateinamen für die zusammengeführten Grafiken erfolgt wie im vorangegangenen Abschnitt beschrieben ebenfalls automatisch in folgender Weise:

Es sei angenommen, dass z. B. in einem Updateprogrammlauf die Journale von 22 **BZE**-Slaveknoten bearbeitet und die entsprechenden Bitmaps aktualisiert werden. Dabei entstehen also 22 BMP-Dateien. Diese 22 Dateien werden fortlaufend in 6 Dateien mit den folgenden Dateinamen gemerged:

1_4.BMP,
5_8.BMP,
9_12.BMP,
13_16.BMP,
17_20.BMP,
21_22.BMP.

Das Ergebnis sind also 5 Dateien, in denen jeweils 4 Journale grafisch zusammengefasst sind, und eine Datei, in der 2 Journale zusammengefasst sind.

Bemerkung: In dem Fall, dass die 22 **BZE**-Slaveknoten im vorangehenden Beispiel die Knotenadressen lückenlos von 1 bis 22 belegen, entsprechen die Zahlen in den Dateinamen der gemergten Grafiken den Knotenadressen. Demnach enthält z. B. die Datei "17_20.BMP" die Journalgrafiken der Knoten Nr. 17 bis 20.



Beispiel eines Blattes mit 4 gemergten Journalgrafiken

Editieren von Parametern

Wird aus dem Journal eines Knotens erstmalig eine Grafik erzeugt, so fordert BZE_VISU zur Eingabe des Leistungsschwellwertes auf. Bei folgenden Aufrufen des Programms für diesen Knoten unterbleibt diese Abfrage. Zur Veränderung des Schwellwertes geht man folgendermaßen vor:

Durch die Übergabe des Kommandozeilenparameters “-ed” wird der Anwender wiederum zur Eingabe des Wertes für die Leistungsschwelle aufgefordert. Die Eingabe von “-ed” kann allein oder zusammen mit dem Parameter für den Journaldateinamen “-f<Deiteiname>” erfolgen.

Format der erzeugten Tabelle

BZE_VISU erzeugt bei der Umwandlung der Journaldaten eine lesbare Tabelle. Diese besteht aus einem Parameterabschnitt zu Beginn der Tabelle, gefolgt von den Messwerten (Zeitstempel und Leistungswerte). Das Tabellenformat erlaubt ein einfaches Auslesen der Parameterwerte (z. B. durch den Parser eines Programms).

Nachfolgend ist der Parameterabschnitt der Tabelle eines **BZE**-Journals zu sehen. Zur Verdeutlichung sind die (unsichtbaren) Tabulatoren zwischen den Parameternamen und den Parameterwerten durch <TAB> dargestellt:

Programm:	<TAB> BZE_VISU.EXE
Version:	<TAB> 0.60.1
Programmlauf:	<TAB> 7.11.2007 13:16:46
Quelldatei:	<TAB> C:\PROGRAMS\BZE\BIN\07101201.UPL
Zieldatei:	<TAB> C:\PROGRAMS\BZE\DATA\07101201.TXT
Knoten-ID:	<TAB> 1
Knotenname:	<TAB> "ex0015"
Uploadzeit:	<TAB> 12.10.2007 08:18:03
Datensätze:	<TAB> 1543
Schwelle:	<TAB> 1000
Von:	<TAB> 11.10.2007 06:35:12
Bis:	<TAB> 12.10.2007 08:17:12
Min. Analogwert:	<TAB> 5
Max. Analogwert:	<TAB> 3073
Stillstand:	<TAB> 01:10:52

In der ersten Spalte (ganz links) stehen die Parameternamen wie z. B. die „*Knoten-ID*“ (Adresse des **BZE**-Slaveknotens im Netz), der „*Knotenname*“, der Zeitstempel des Uploads „*Uploadzeit*“ und die Stillstandszeit „*Stillstand*“. In der zweiten Spalte stehen die zugehörigen Parameterwerte.

Auswertungsbeispiel:

Für die Bewertung der Produktivität einer Maschine ist deren durchschnittliche Verfügbarkeit von Interesse. Die durchschnittliche Verfügbarkeit ermittelt man über einen längeren Zeitraum. Sei T_{operate} die Gesamtbetriebszeit und T_{idle} die Gesamtstillstandszeit der Maschine. So errechnet sich die Verfügbarkeit Avail aus dem Quotienten:

$$\text{Avail} = (\mathbf{T}_{\text{operate}} - \mathbf{T}_{\text{idle}}) / \mathbf{T}_{\text{operate}}$$

Der Wert von Avail liegt zwischen 0 und 1, entsprechend gar nicht verfügbar bzw. 100%ig verfügbar.

Vorausgesetzt die Journale werden lückenlos aufgezeichnet, so erhält man die Gesamtstillstandszeit im Produktionszeitintervall aus der Summe der Werte des Parameters „*Stillstand*“. Die Gesamtbetriebszeit errechnet sich aus der Summe der Differenzen der Zeitstempel „*Bis*“ – „*Von*“.

ANHANG

Sicherheitshinweise und Haftungsausschluss

Im Zusammenhang mit der Remotefunktionalität ist Folgendes zu beachten:

Bei dezentralen, netzbasierten Steuerungen werden Kommunikationsstörungen durch ein sog. symmetrisches Liveguarding behandelt. Dies bedeutet:

Der Masterknoten überprüft fortlaufend, ob ein Slaveknoten noch aktiv ist, ebenso überprüfen die Slaveknoten ihrerseits, ob der Masterknoten noch am Netz ist. Im Falle einer Kommunikationsstörung oder einer Unterbrechung der Verbindung sorgt die Firmware der Slaveknoten selbstständig dafür, dass die digitalen Ausgänge der Slaveknoten in einen definierten Zustand (meist logisch 0) gebracht werden. Aufseiten des Masterknotens wird eine Botschaft an die Anwendung abgesetzt, dass ein Slaveknoten "verschwunden" ist.

Da die **BZE**-Slaveknoten autark, d. h. ohne den Masterknoten arbeiten, findet kein gegenseitiges Abfragen statt. Das Kommunikationsprotokoll unterstützt somit kein Liveguarding!

→

Wenn an den SPS-Ausgängen eines Slaveknotens Maschinenaggregate angeschlossen sind, so dürfen diese nur vom Client geschaltet werden, (Kommando "OUTP")

- wenn sichergestellt ist, dass kein Sach- oder Personenschaden dabei entstehen kann und
- wenn es unkritisch ist, dass ein geschalteter Zustand u. U. nicht zurückgenommen werden kann z. B. im Fall einer Kommunikationsstörung zwischen Master- und Slaveknoten.

Steuern Sie keine Funktionen, wenn Sie die Aggregate bzw. die Maschine nicht im Blick haben!

Die Firma **Hard- & Software, Projektierung u. Entwicklung** haftet nicht für Personen- und Sachschäden und für entgangenen Profit, die sich aus dem Betrieb und der Anwendung des **BZE**-Systems ergeben.

Berechnung der eigenständigen Aufzeichnungszeit

Unter der eigenständigen Aufzeichnungszeit wird die maximale Zeitspanne verstanden, während der ein Slaveknoten ohne Intervention des Masterknotens (zwischenzeitlicher Upload der Journaldaten) fortlaufend aufzeichnen kann.

Sei $\mathbf{CAP}_{\text{mem}}$ die Kapazität des Journalspeichers in Byte. Ein Datensatz (Datum-/Uhrzeit + Analogwert) benötigt 6 Byte. Sei \mathbf{N}_{max} die maximale Anzahl der Datensätze, die in den Speicher passt. Damit gilt die Beziehung:

$$\mathbf{CAP}_{\text{mem}} = \mathbf{N}_{\text{max}} \cdot 6 \text{ [Byte]}$$

Die maximale Aufzeichnungszeit \mathbf{T}_{max} ergibt sich aus dem Loggzeitintervall \mathbf{T}_{Log} und der max. Anzahl der Datensätze \mathbf{N}_{max} zu

$$\mathbf{T}_{\text{max}} = \mathbf{T}_{\text{Log}} \cdot \mathbf{N}_{\text{max}}$$

→

$$\mathbf{T}_{\text{max}} = \mathbf{T}_{\text{Log}} \cdot \mathbf{CAP}_{\text{mem}} / 6$$

Technische Daten Slaveknoten

Gehäuse:	ABS-Kunststoff grau mit Hutschienebefestigung
Abmaße:	B x H x T 123 x 187 x 42 mm
Gewicht:	430 g
Montage:	2 Stück M4 Innengewinde oder Hutschiene rastung
Versorgungsspannung:	90 – 260 V Wechselspannung / 50 Hz
Leistungsaufnahme:	2 Watt
Sicherung:	Sicherungswiderstand intern
Datenschnittstelle:	RS485, galvanisch isoliert
Übertragungsgeschwindigkeit:	9600 Baud
Eingänge:	8 SPS-Eingänge, galvanisch isoliert durch Optokoppler 2 Analogeingänge, 12 Bit AD/C
Ausgänge:	8 SPS-Ausgänge, galvanisch isoliert durch Optokoppler
Anzeigeelemente:	8 grüne LEDs (digitale Eingänge) 8 rote LEDs (digitale Ausgänge) 1 gelbe LED (Daten Rx/Tx)
Betriebstemperatur:	min. 5 °C, max. 40 °C