



Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft



Photos: DGI Bauwerk

# Native BACnet Vom Anspruch zur Wirklichkeit

Heinz Junkes

— Zukunftstage — Smart Buildings@Internet of Things

November 2018



"One of the most popular open communication protocols for building automation systems is the *ANSI/ASHRAE Standard 135-1995: BACnet™ - A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks*. This open protocol standard was approved by ASHRAE and adopted by ANSI in 1995. Systems using this communication protocol have been installed to integrate components from different manufacturers. New and existing installations use BACnet for all aspects of communication, including workstation, field panel, custom application controller and unitary controller communications and are commonly referred to as native BACnet systems."

Aus: Leitfaden zur Ausschreibung interoperabler Gebäudeautomation auf Basis von DIN EN ISO 16484-5 Systeme der Gebäudeautomation – Datenkommunikationsprotokoll (BACnet)

Standardbeschreibung für Forderung von „native“ BACnet  
(den weiteren Positionen für die Hardware voranzustellen oder zur Standardbeschreibung des GA-Systems hinzufügen)

Gefordert ist ein GA-System, dessen Komponenten die Merkmale eines "native" BACnetSystems aufweisen. Anforderungen:

- a) Native BACnet betrifft Einrichtungen oder Knoten mit Kommunikation nach DIN EN ISO 16484-5 als einprogrammierte und immer verfügbare Grundeigenschaft;
- b) Zur Erzeugung der BACnet-Kommunikationsfähigkeit ist keine zusätzliche Hardware und kein zusätzlicher Dienstleistungsaufwand notwendig; (der Engineering-Aufwand für die GA-Funktionen wird getrennt vergütet).
- c) Alle gem. LV geforderten Objekttypen (nach DIN EN ISO 16484-5) sind verfügbar und zusammen mit den dazugehörigen BACnet-Diensten und Merkmalen gem. dem PICS des Herstellers unterstützt und zertifiziert;
- d) Zur Kommunikation mit Nicht-native-BACnet-Einrichtungen ist ein physikalisches oder virtuelles Gateway erforderlich, das in einem Device integriert sein darf.



## Device Info

LVIS-3ME7-G1  
Logged in as  
**guest**  
2018-11-01 11:23:03

**Device Info**

Data

Commission

Config

Statistics

L-WEB

Documentation

Reset

Contact

Logout

networks under control

General Info		
<b>Product</b>	LVIS-3ME7-G1, firmware 6.1.0	2017-01-16 11:50:18
<b>Hostname</b>	LVIS-3ME7-G1-000AB00535DC, 10.120.134.21	
<b>Serial number</b>	026804-000AB00535DC	
<b>Free RAM, swap, flash</b>	216048 KB, 262140 KB, 995868 KB	
<b>CPU, temp, supply</b>	0%, 36°C, 23.4V	
<b>NTP status</b>	<b>out-of-sync</b>	
<b>Uptime</b>	279 days,23:42:19	

Device Status		
<b>Warning</b>		
<b>Network</b>	NTP out of sync	
<b>Port 1</b>	✓ CEA-709	
<b>Port 2</b>	Disabled	
<b>Ethernet 1 (LAN)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ connected <span style="float: right;">10.120.134.21</span></li> <li>✓ FTP    ✓ Telnet    ✓ SSH</li> <li>✓ Global Connections (CEA-852)    ✓ Web UI</li> <li>✓ HTTP    ✓ HTTPS    ✓ RNI 0 (CEA-709)</li> <li>✓ BACnet/IP    ✓ OPC XML-DA</li> </ul>	
<b>Ethernet 2 (WAN)</b>	✗ no link	Switched
<b>Wireless 1</b>	Disabled	
<b>Wireless 2</b>	Disabled	

Firmware Info		
<b>Firmware</b>	LVIS-3MEx Firmware Image	
<b>Version</b>	6.1.0	
<b>Build date</b>	2017-01-16 11:50:18	

Project Information		
<b>Project Name</b>		
<b>Project ID</b>		

- Zugriffsschutz auf Objekte (ACL)
- Verschlüsselung
- Komprimierung (Kamera's?)
- Konfiguration über BACnet
- Load & Store über BACnet
- Backup über BACnet
- Logging der ASen
- ....
- Programmierung per BACnet ?



- Warum ein offenes standardisiertes Protokoll ?
  - aus Sicht des Anwenders :
    - **unlogisch** für jede Gebäudeautomation von verschiedenen Herstellern mindestens je eine Bedienstation zu haben.

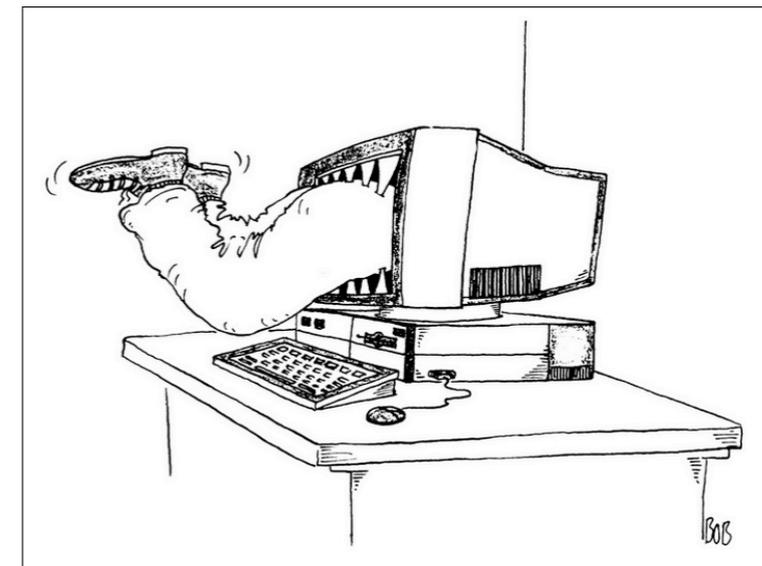


© Peter Macdonald



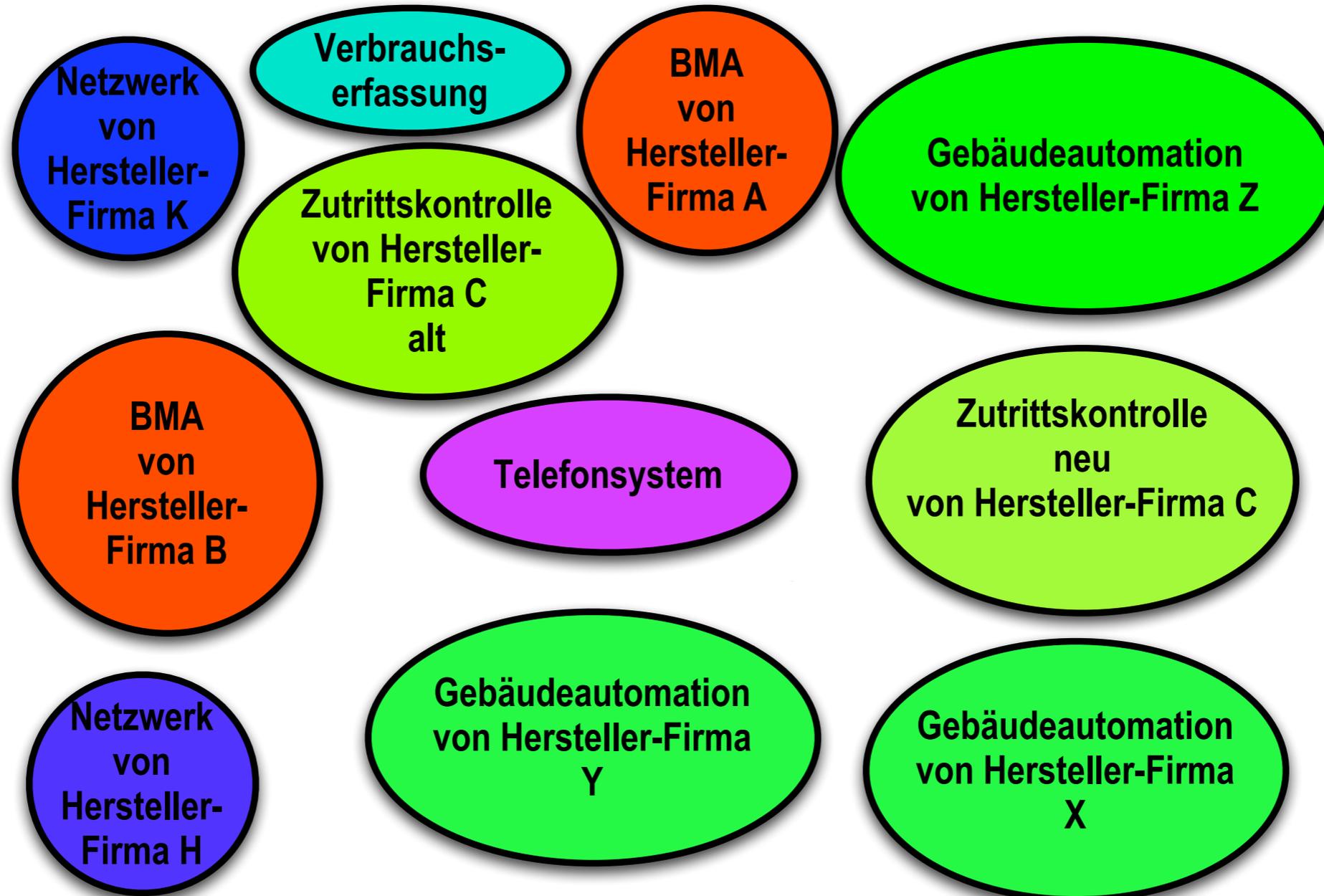


- Betreiber fühlen sich sehr schnell *“in der Falle”*
  - es ist möglich unterschiedliche Systeme der verschiedenen Hersteller auch ohne ein standardisiertes Protokoll zu vernetzen
    - ABER -> nicht einfach und oft nur mit Verlusten zu realisieren
    - mit hohen Kosten verbunden
    - schwer die unterschiedlichen Hersteller *“zusammen zu bringen”*
    - unterschiedliche Entwicklungsgeschwindigkeiten der Produkte
  - Betreiber ist im Endeffekt oft dann von einem Produkt abhängig.





## ■ "Zoo"





- Viele Protokolle und Schnittstellen !

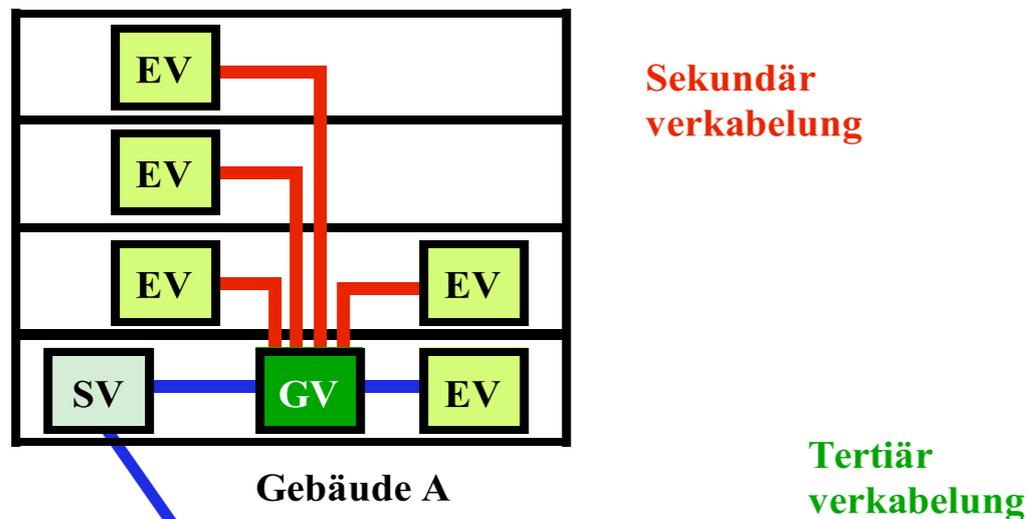
fipio  
EtherCAT  
AS-Interface  
SERCOS interface  
DALI  
Modbus  
ARCNET  
Ethernet  
CANopen  
RS485  
PROFIBUS  
Interbus  
DeviceNet  
RS422  
RS232  
Fieldbus  
ControlNet  
C-bus  
EIB/Connex  
NovaNet  
BACnet  
M-bus



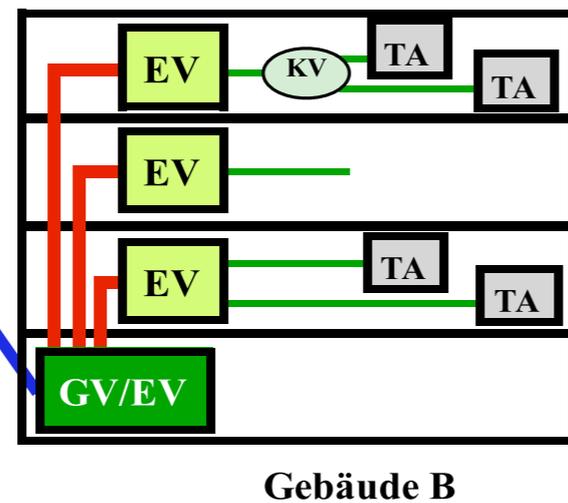
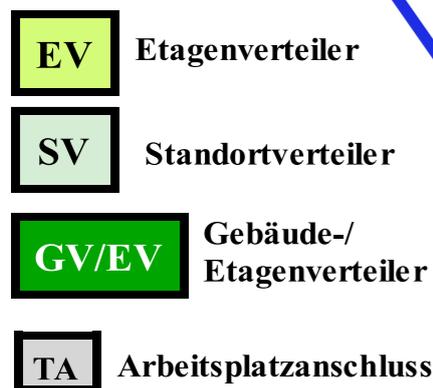


- Womit beginnt man bei der Standardisierung?

## Prinzip

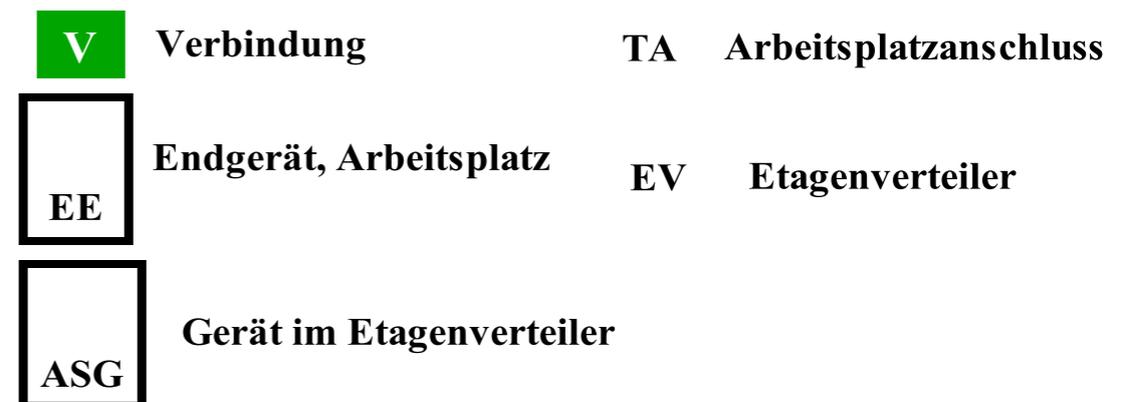
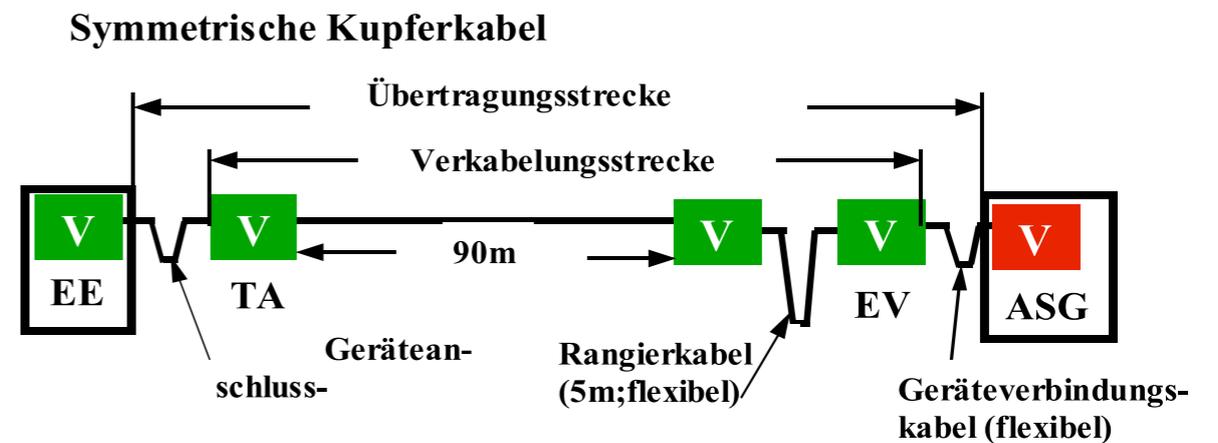


## Primärverkabelung



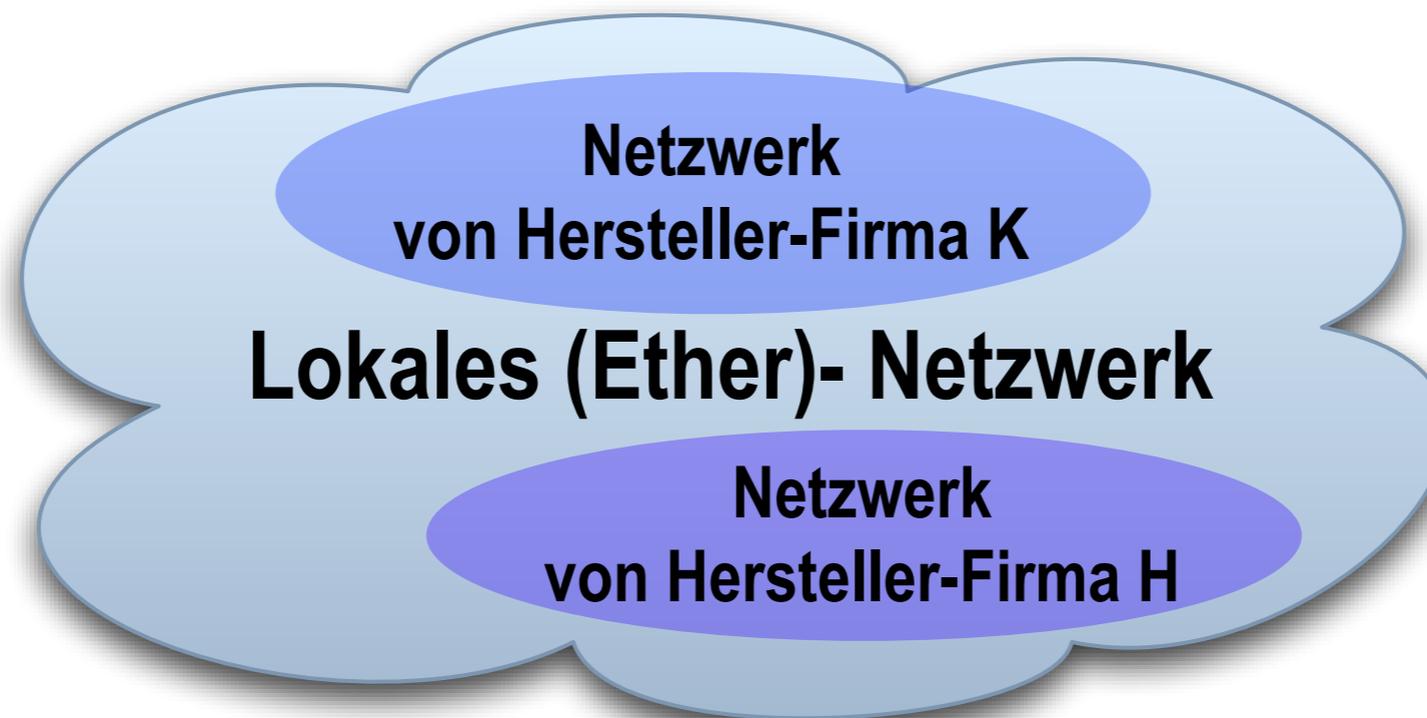
(KV) Kabelverteiler

## Tertiärverkabelung





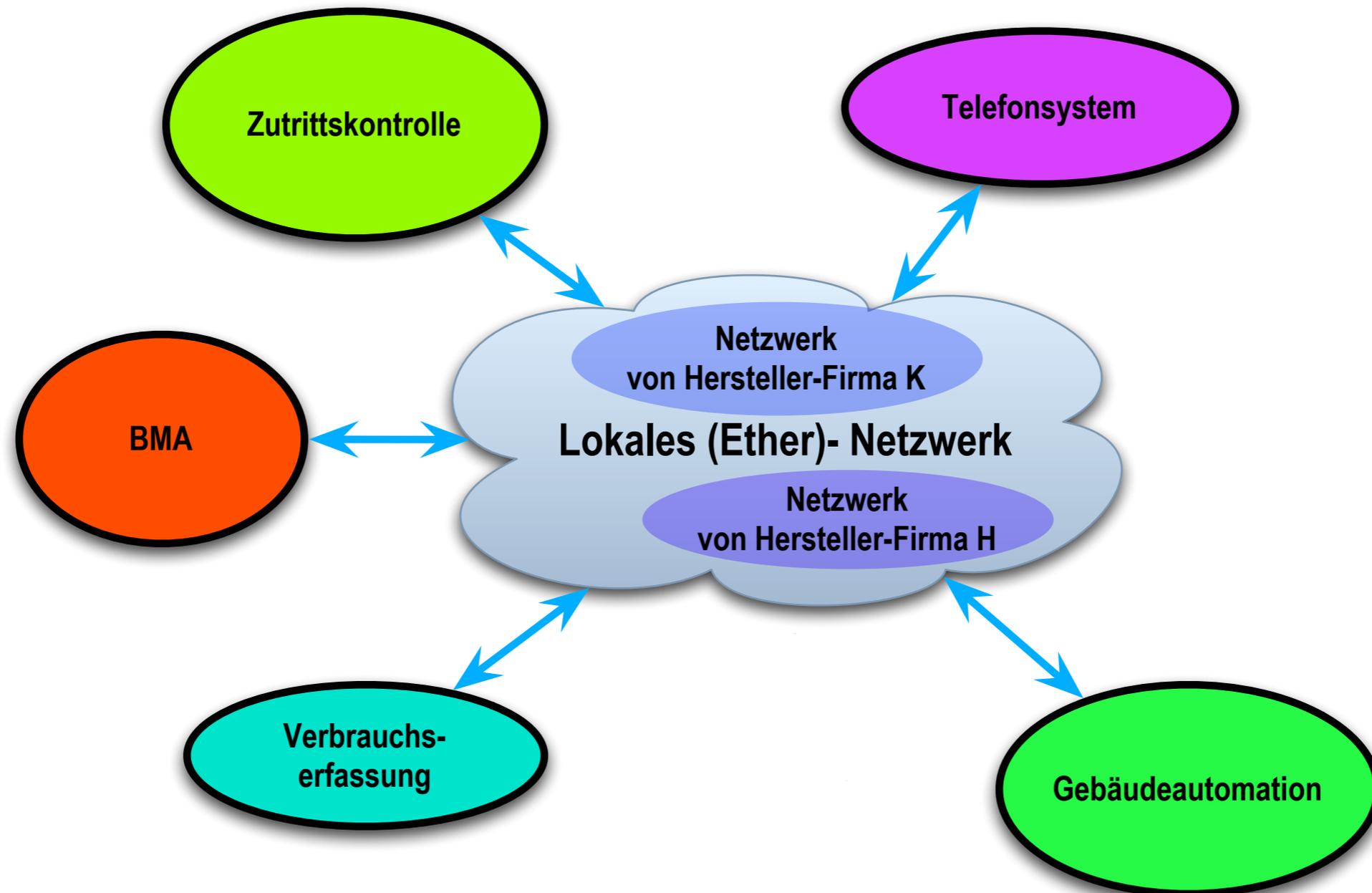
- Basis *“Strukturierte Verkabelung”*
  - Nutzung von Ethernet (IEEE 802.3)
  - Nutzung des Netzwerkprotokolls *“IP”* (Vermittlungsschicht)





## ■ 1. Schritt

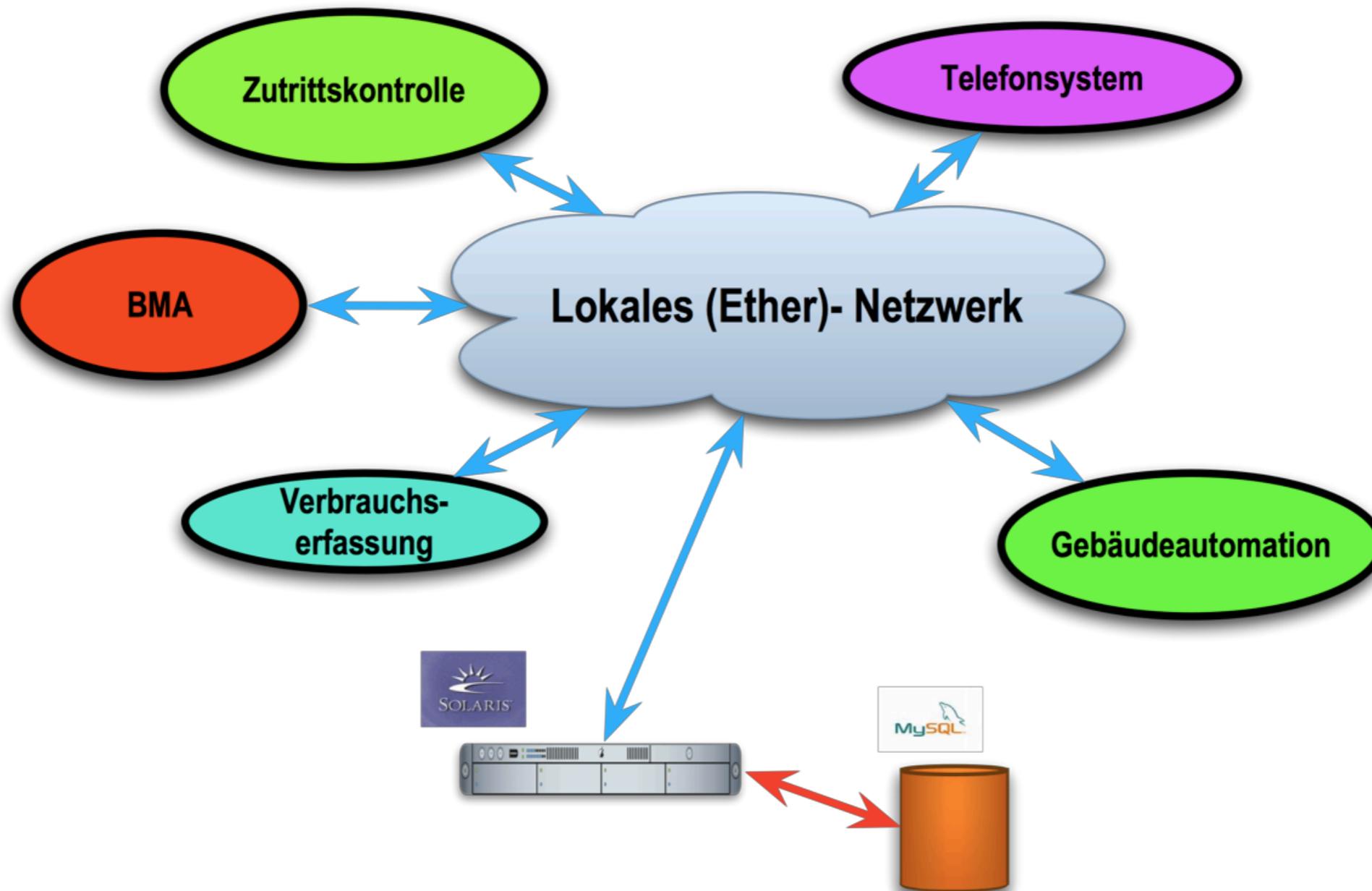
- Anbindung der Automationsstationen mit Ethernet und "IP"





## ■ 2. Schritt

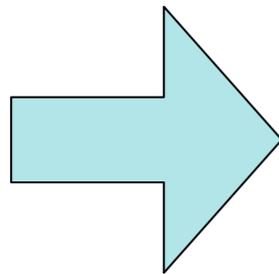
- Ein zentrales Rechnersystem (Server, Unix) mit offenem Datenbankmanagementsystem





## ■ 3. Schritt

- Auswahl eines Kommunikationsdienstes welches auf “TCP/IP” aufsetzt.
- Sollte natürlich von vielen proprietären Herstellersystemen bedient werden können
- Plattformunabhängigkeit
- Objektorientiert
- Standardisiert
- Offen

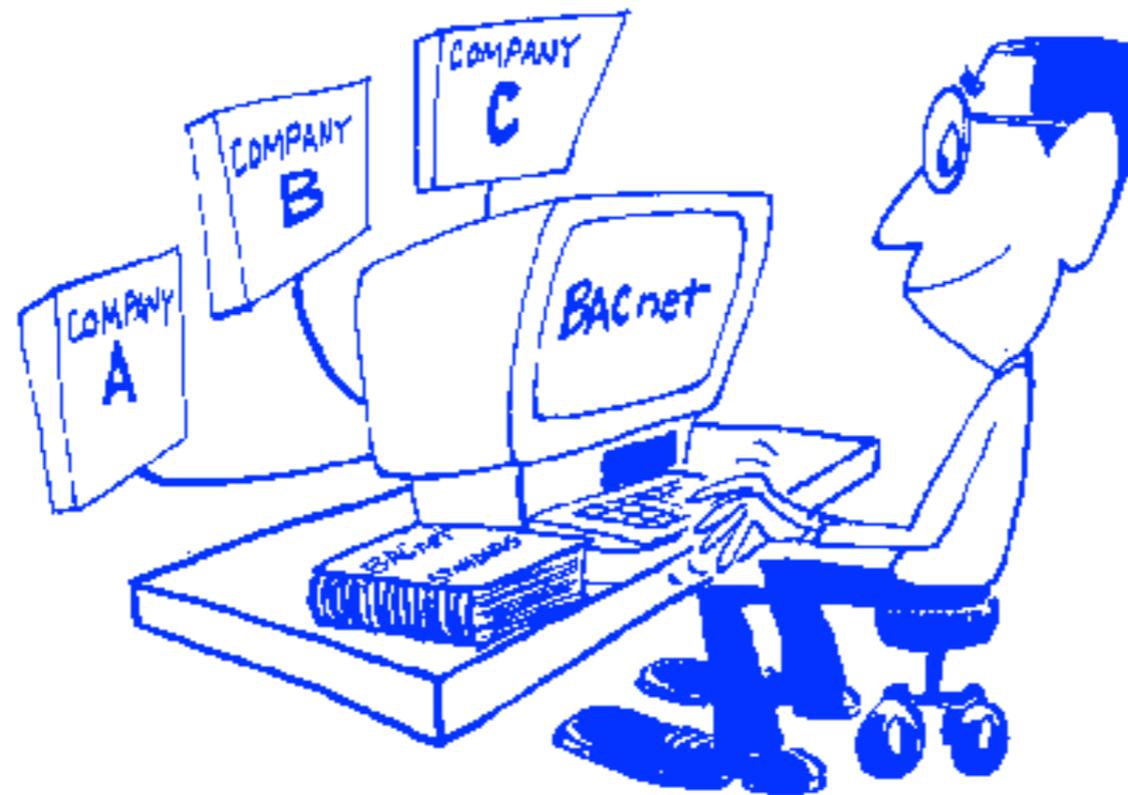


**BACnet/IP** (*als Transportprotokoll auf Leitebene*)





- Damit erreicht man den *“single-seat”-Arbeitsplatz*



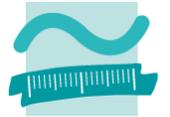
© Peter Macdonald





- BACnet ( Protocol for **B**uilding **A**utomation and **C**ontrol **N**etworks )
  - Objektorientiert
  - Implementiert “*webservices*”, SOAP
  - Benutzt XML
  - Standardisiert
    - ASHRAE/ANSI Standard 135 in 1995, und ISO 16484-5 in 2003
  - Stetig weiterentwickelt
    - “*working groups*”
      - Internet Protocol (IP-WG)
      - Lighting Applications (LA-WG)
      - MS/TP (MSTP-WG)
      - Objects and Services (OS-WG)
      - Utility Integration (UI-WG)
      - XML (XML-WG)
      - Testing and Interoperability (TI-WG)
      - Information Technology (IT-WG)
      - Broadcast Reduction (BR-WG)
      - Life Safety and Security (NS-WG)
      - Network Security (NS-WG)
      - Wireless Networking (WN-WG)





## ■ BACnet Dienstklassen

- Alarm-Handhabung
- Objekt-Zugriff
- Geräte-Verwaltung
- Netzwerk Sicherheit
- Datei-Zugriff
- Virtuelles Terminal

Database Revision: 84      Max Segments Accepted: 64

**+ Backup and Restore**

---

**- Protocol Services Supported**

Acknowledge Alarm <input type="checkbox"/>	Read Property <input type="checkbox"/>	Authenticate <input type="checkbox"/>
Confirmed COV Notification <input type="checkbox"/>	Read Property Conditional <input type="checkbox"/>	Request Key <input type="checkbox"/>
Confirmed Event Notification <input type="checkbox"/>	Read Property Multiple <input type="checkbox"/>	I-Am <input type="checkbox"/>
Get Alarm Summary <input type="checkbox"/>	Write Property <input type="checkbox"/>	I-Have <input type="checkbox"/>
Get Enrollment Summary <input type="checkbox"/>	Write Property Multiple <input type="checkbox"/>	Unconfirmed COV Notification <input type="checkbox"/>
Subscribe COV <input type="checkbox"/>	Device Communication Control <input type="checkbox"/>	Unconfirmed Event Notification <input type="checkbox"/>
Atomic Read File <input type="checkbox"/>	Confirmed Private Transfer <input type="checkbox"/>	Unconfirmed Private Transfer <input type="checkbox"/>
Atomic Write File <input type="checkbox"/>	Confirmed Text Message <input type="checkbox"/>	Unconfirmed Text Message <input type="checkbox"/>
Add List Element <input type="checkbox"/>	Reinitialize Device <input type="checkbox"/>	Time Synchronization <input type="checkbox"/>
Remove List Element <input type="checkbox"/>	VT Open <input type="checkbox"/>	Who-has <input type="checkbox"/>
Create Object <input type="checkbox"/>	VT Close <input type="checkbox"/>	Who-is <input type="checkbox"/>
Delete Object <input type="checkbox"/>	VT Data <input type="checkbox"/>	Read Range <input type="checkbox"/>
UTC Time Synchronization <input type="checkbox"/>	Life Safety <input type="checkbox"/>	Subscribe COV Property <input type="checkbox"/>
Event Information <input type="checkbox"/>		

**+ Protocol Object Types Supported**





## ■ BACnet Objekt-Properties

- Properties sind Parameter von Objekten.  
z.B. Wert, Alarmgrenzen, Name, Status ...
- Es wird zwischen obligatorischen und optionalen Parametern unterschieden.
- Properties können nur lesbar oder auch schreibbar (mit BACnet Diensten veränderbar) sein.

Display Name:

Description:

Present Value =  %

---

Calibration

COV Increment:  Resolution:

Scaling Range: Minimum  % Maximum  %

---

BACnet Configuration

Object Name:

Object Id:

Object Type:

Address:

Device Type:

Out of Service:

Reliability:

Update Interval:





## ■ BACnet Objekte

- Datenpunkt-Objekte
  - Analog in / out / value
  - Binary in / out / value
  - Multistate in / out / value
- Alarmbehandlungs Objekte
  - Notification class
  - Event Enrollment
- Diverse Objekte
  - Device Object
  - Schedule
  - Calendar
  - Program
  - Command
  - Loop

**Protocol Services Supported**

**Protocol Object Types Supported**

Analog Input <input type="checkbox"/>	Command <input type="checkbox"/>	Multistate Output <input type="checkbox"/>	Life Safety Point <input type="checkbox"/>
Analog Output <input type="checkbox"/>	Device <input type="checkbox"/>	Notification Class <input type="checkbox"/>	Life Safety Zone <input type="checkbox"/>
Analog Value <input type="checkbox"/>	Event Enrollment <input type="checkbox"/>	Program <input type="checkbox"/>	
Binary Input <input type="checkbox"/>	File <input type="checkbox"/>	Schedule <input type="checkbox"/>	
Binary Output <input type="checkbox"/>	Group <input type="checkbox"/>	Average <input type="checkbox"/>	
Binary Value <input type="checkbox"/>	Loop <input type="checkbox"/>	Multistate Value <input type="checkbox"/>	
Calendar <input type="checkbox"/>	Multistate Input <input type="checkbox"/>	Trend Log <input type="checkbox"/>	





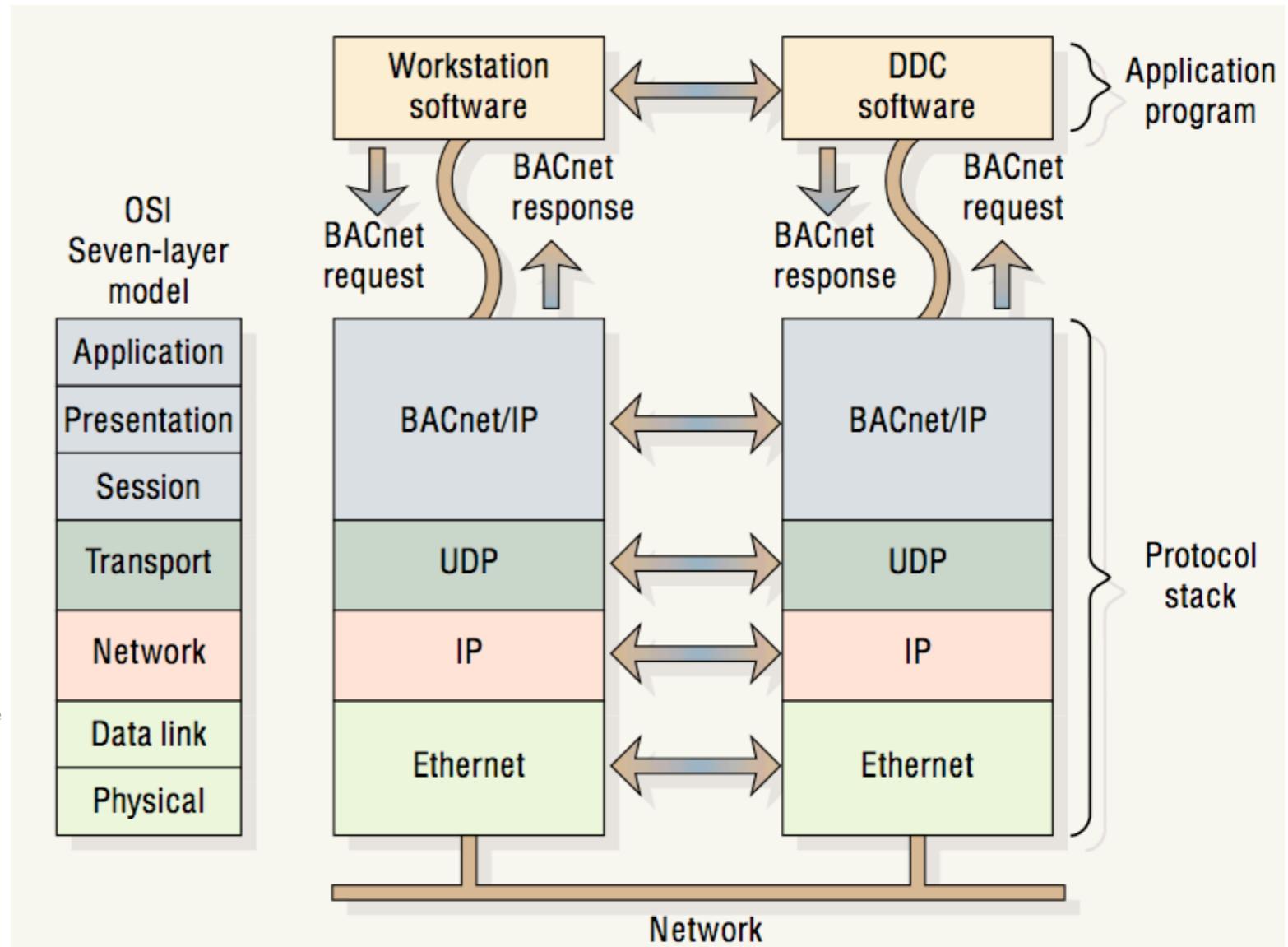
## Kommunikation

```

ETHER: ----- Ether Header -----
ETHER:
ETHER: Packet 317 arrived at 17:10:44.81683
ETHER: Packet size = 62 bytes
ETHER: Destination = 0:21:28:16:84:ec,
ETHER: Source = 0:4:f3:0:ba:fa,
ETHER: Ethertype = 0800 (IP)
ETHER:
IP: ----- IP Header -----
IP:
IP: Version = 4
IP: Header length = 20 bytes
IP: Type of service = 0x00
IP:   xxx. .... = 0 (precedence)
IP:   ...0 .... = normal delay
IP:   .... 0... = normal throughput
IP:   .... .0.. = normal reliability
IP:   .... ..0. = not ECN capable transport
IP:   .... ...0 = no ECN congestion experienced
IP: Total length = 48 bytes
IP: Identification = 45550
IP: Flags = 0x0
IP:   .0.. .... = may fragment
IP:   ..0. .... = last fragment
IP: Fragment offset = 0 bytes
IP: Time to live = 128 seconds/hops
IP: Protocol = 17 (UDP)
IP: Header checksum = 6418
IP: Source address = 141.14.132.202, sauterBacNet-2.rz-berlin.mpg.de
IP: Destination address = 141.14.133.207, koloth
IP: No options
IP:
UDP: ----- UDP Header -----
UDP:
UDP: Source port = 47808
UDP: Destination port = 47808
UDP: Length = 28
UDP: Checksum = FA89
UDP:
    
```

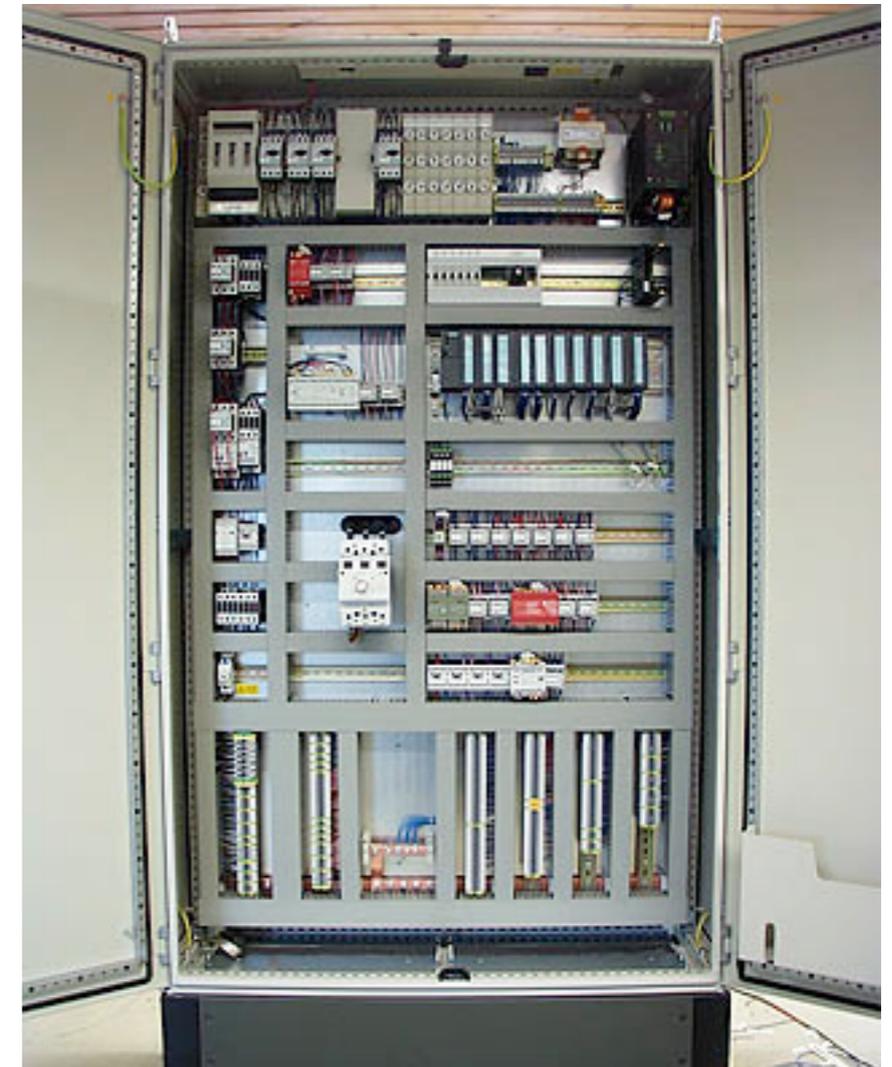
```

0: 0021 2816 84ec 0004 f300 bafa 0800 4500  .!(..?.....E.
16: 0030 b1ee 0000 8011 6418 8d0e 84ca 8d0e  .0.?....d.....
32: 85cf bac0 bac0 001c fa89 810a 0014 0100  .....
48: 307a 0c0c 0083 1587 1975 3e91 3e3f    0z.....u>.>?
    
```





- Und auf der Feldebene?
  - Auf der Feldebene scheint BACnet eher ungeeignet
    - zu teuer in der Implementierung
    - wenn, dann nur als BACnet MS/TP
  - Weiterhin Nutzung von *“bewährten”* Protokollen
    - z.B. zur Aufschaltung von Zählern mit dem M-Bus
    - LONTalk, KNX usw.
    - oder proprietäre Protokolle (C-bus, NovaNet, ...)



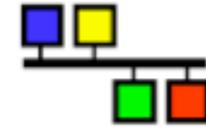


# Scientific instrument needs stable HVAC

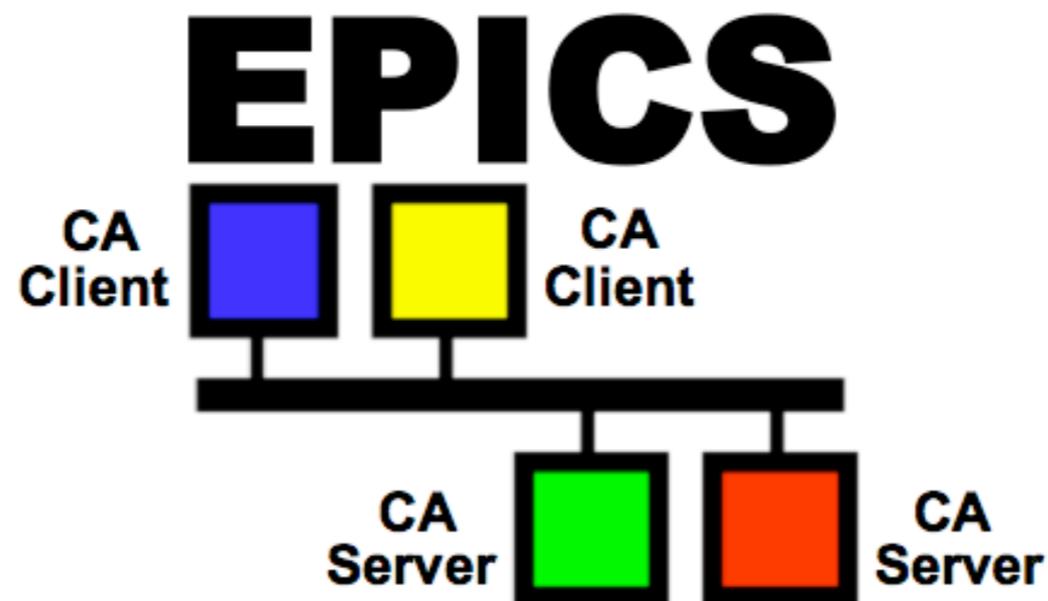




## What is EPICS?

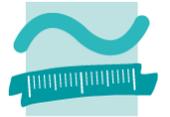


- **A Collaboration**
- **A Control System Architecture**
  - Network-based “client/server” model (hence the EPICS logo)



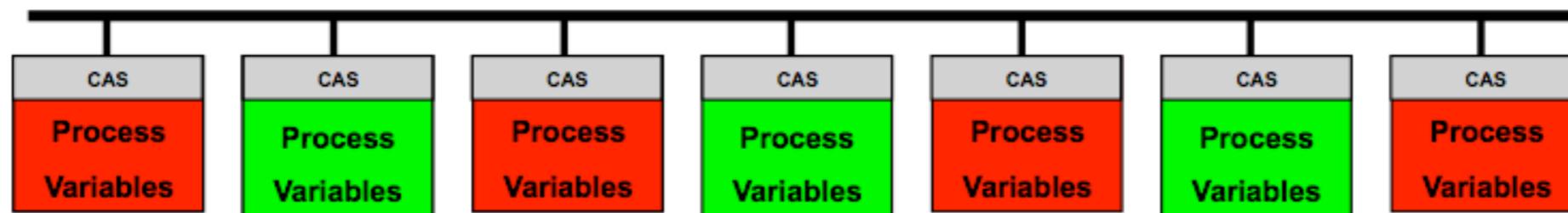
- For EPICS, *client* and *server* speak of their Channel Access role
  - *i.e. Channel Access Client & Channel Access Server*





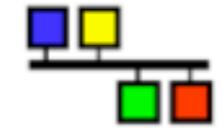
## ***What is EPICS?***

- **A Control System Architecture**
  - Network-based “client/server” model where the basic data element is a Process Variable
  - The Channel Access Protocol defines how Process Variable data is transferred between a server and client
  - The entire set of Process Variables establish a *Distributed Real-time Database* of machine status, information and control parameters



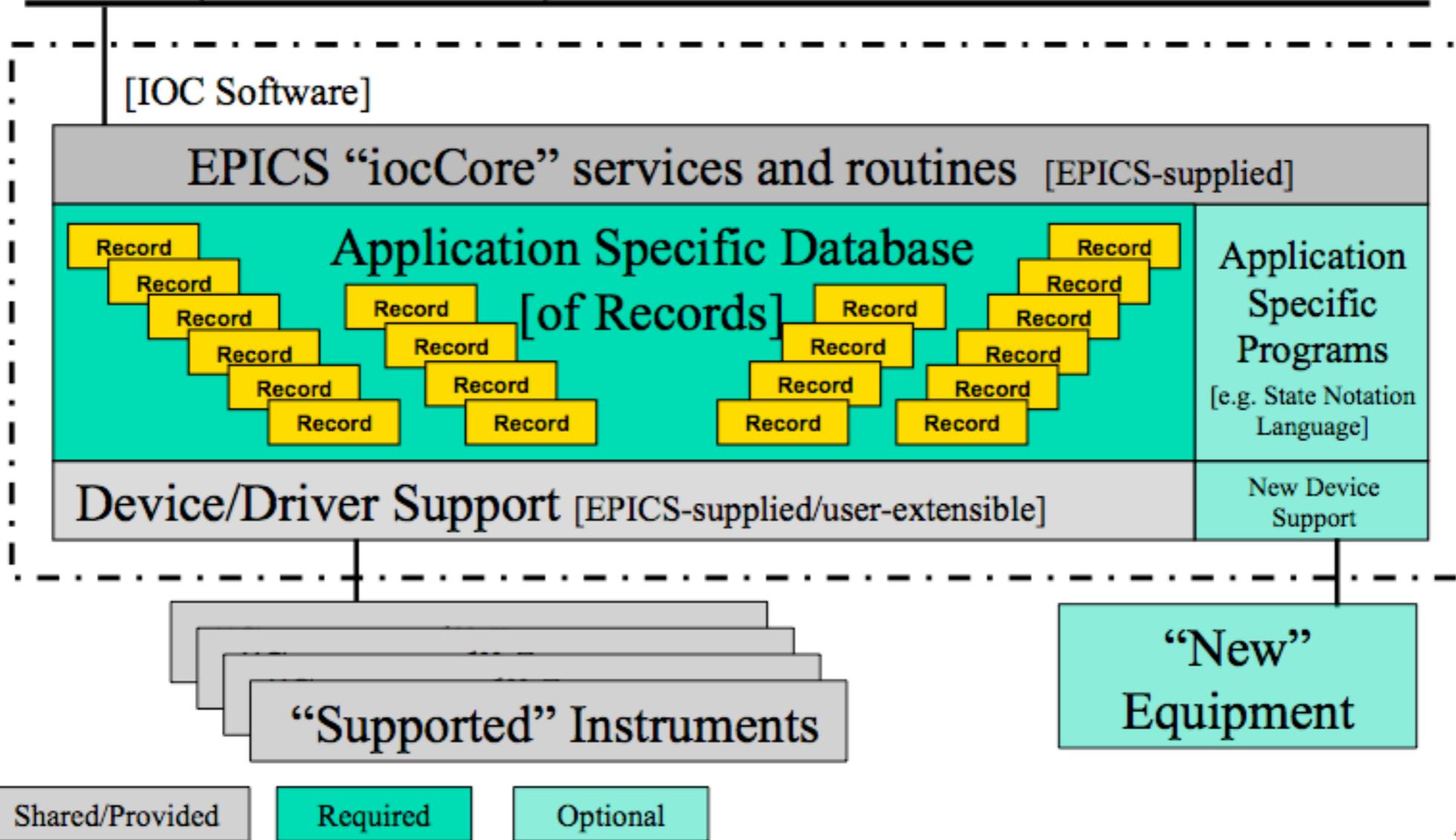
11





# IOC Software in One Slide

Network (Channel Access)





## ■ Beispiele:

- “BACnet is THE future bus for utility installations. It will be the basis for several utility installation in the next project at DESY (PETRA-III upgrade). We are looking into the solution from Triumph and other possibilities. I am in favor of a dynamic matching of BACnet devices with EPICS records. BACnet devices have nearly the same properties like EPICS record fields. An IOC dynamically serving these devices would avoid to generate an EPICS database matching BACnet device properties to individual EPICS records. Mapping device/ property to record/field would be much more efficient...” ([MatthiasClausen@desy.de](mailto:MatthiasClausen@desy.de))
- modbus supports EPICS communication with Programmable Logic Controllers (PLCs) via the Modbus protocol over TCP, serial RTU, and serial ASCII links. The modbus software provides a layer between standard EPICS asyn device support, and the EPICS asyn TCP/IP or serial port driver
- To all EPICS CAN experts, We are about to construct a 3000 channel CAN system. Please contact me if you have any experience controlling CAN buses from EPICS. Our current thought is to use about 8 Anagate Ethernet-to-CAN controllers, four channels per controller, to talk to the CAN devices, about 100 devices per CAN bus. We'd use the ASYN framework to implement the driver that talks to the Anagate devices (they communicate via TCP/IP) (EPICS TechTalk)



Using Native BACnet™ Systems In Open Protocol Installations

<http://www.bacnet.org/Bibliography/ASH-3-98/ASH-3-98.htm>

VDI-TGA/BIG-EU, Leitfaden zur Ausschreibung interoperabler Gebäudeautomation auf Basis von DIN EN ISO 16484-5 Systeme der Gebäudeautomation – Datenkommunikationsprotokoll (BACnet)

<http://www.big-eu.org/fileadmin/downloads/BACnet-Leitfaden2.8a-VDI-GA-BIG-EU-09-10-05.pdf>

Flexible Gebäudeautomation für die Forschung,

H. Junkes

BACnet Journal Europe, Ausgabe 9, Seite 8-9

<http://www.bacnet.org/Bibliography/BEJ-9-11-2008.pdf>

BACnet liefert Daten der TGA am Fritz-Haber-Institut,

H. Junkes, R. Lange, S.B. Webb

BACnet Journal Europe, Ausgabe 17, Seite 16-17

<http://www.bacnet.org/Bibliography/BEJ-17-10-2012.pdf>

BACnet Integration in eine wissenschaftsorientierte IT-Landschaft,

H. Junkes

BACnet Journale Europe, Ausgabe 27, Seite 6-7

[http://www.big-eu.org/fileadmin/pdf/journals/europe/170918\\_BACnet%20Journal\\_Europe27\\_low.pdf](http://www.big-eu.org/fileadmin/pdf/journals/europe/170918_BACnet%20Journal_Europe27_low.pdf)