

Familienname, Vorname (bitte durch eine Leerspalte trennen)

Bereich	Berufsnummer	IHK-Nummer	Prüflingsnummer
5 5	1 1 9 0		
Sp. 1-2	Sp. 3-6	Sp. 7-9	Sp. 10-14

Termin: Mittwoch, 25. April 2018

Abschlussprüfung Sommer 2018

1190

1 Ganzheitliche Aufgabe I Fachqualifikationen

IT-System-Elektroniker
IT-System-Elektronikerin

5 Handlungsschritte
mit Belegsatz
90 Minuten Prüfungszeit
100 Punkte

Bearbeitungshinweise

1. Der vorliegende Aufgabensatz besteht aus insgesamt 5 Handlungsschritten zu je 25 Punkten.

In der Prüfung zu bearbeiten sind 4 Handlungsschritte, die vom Prüfungsteilnehmer frei gewählt werden können.

Der nicht bearbeitete Handlungsschritt ist durch Streichung des Aufgabentextes im Aufgabensatz und unten mit dem Vermerk „Nicht bearbeiteter Handlungsschritt: Nr. ...“ an Stelle einer Lösungsniederschrift deutlich zu kennzeichnen. Erfolgt eine solche Kennzeichnung nicht oder nicht eindeutig, gilt der 5. Handlungsschritt als nicht bearbeitet.

2. Füllen Sie zuerst die **Kopfzeile** aus. Tragen Sie Ihren Familiennamen, Ihren Vornamen und Ihre Prüfungs-Nr. in die oben stehenden Felder ein.
3. Lesen Sie bitte den **Text** der Aufgaben ganz durch, bevor Sie mit der Bearbeitung beginnen.
4. Halten Sie sich bei der Bearbeitung der Aufgaben genau an die **Vorgaben der Aufgabenstellung** zum Umfang der Lösung. Wenn z. B. vier Angaben gefordert werden und Sie sechs Angaben anführen, werden nur die ersten vier Angaben bewertet.
5. Tragen Sie die frei zu formulierenden **Antworten dieser offenen Aufgabenstellungen** in die dafür lt. Aufgabenstellung vorgesehenen Bereiche (Lösungszeilen, Formulare, Tabellen u. a.) des Arbeitsbogens ein.
6. Sofern nicht ausdrücklich ein Brief oder eine Formulierung in ganzen Sätzen gefordert werden, ist eine **stichwortartige Beantwortung** zulässig.
7. Verwenden Sie nur einen Kugelschreiber und schreiben Sie deutlich und gut lesbar. Ein nicht eindeutig zuzuordnendes oder **unleserliches Ergebnis** wird als **falsch** gewertet.
8. Zur Lösung der Rechenaufgaben darf ein nicht programmierter, netzunabhängiger **Taschenrechner** ohne Kommunikationsmöglichkeit mit Dritten verwendet werden.
9. Wenn Sie ein **gerundetes Ergebnis** eintragen und damit weiterrechnen müssen, rechnen Sie (auch im Taschenrechner) nur mit diesem gerundeten Ergebnis weiter.
10. Für **Nebenrechnungen/Hilfsaufzeichnungen** können Sie das im Aufgabensatz enthaltene Konzeptpapier verwenden. Dieses muss vor Bearbeitung der Aufgaben herausgetrennt werden. Bewertet werden jedoch nur Ihre Eintragungen im Aufgabensatz.

Wird vom Korrektor ausgefüllt!

Nicht bearbeiteter Handlungsschritt ist Nr.

Bewertung

Für die Bewertung gilt die Vorgabe der Punkte in den Lösungshinweisen. Für den abgewählten Handlungsschritt ist anstatt der Punktzahl die Buchstabenkombination „AA“ in die Kästchen einzutragen.

The diagram illustrates the layout of the answer sheet. It consists of five sequential boxes for questions, each labeled 'Punkte' (Points) and 'Handlungsschritt' (Action Step). The boxes are numbered 1 to 5. Below each box are two columns for points: 15-16, 17-18, 19-20, 21-22, and 23-24. To the left of the first box is a label 'Spalte 1 - 14' with a blue arrow pointing to the first box. Below the five boxes is a box labeled 'Gesamtpunktzahl' (Total Score) with three columns for the score: 26, 27, and 28. At the bottom right, there is a line for 'Prüfungsort, Datum' (Exam location, Date).

Prüfungszeit

Die entsprechende Ziffer (1, 2 oder 3) finden Sie in der Abfrage nach der Prüfungszeit im Anschluss an die letzte Aufgabe.

Unterschrift

Gemeinsame Prüfungsaufgaben der Industrie- und Handelskammern. Dieser Aufgabensatz wurde von einem überregionalen Ausschuss, der entsprechend § 40 Berufsbildungsgesetz zusammengesetzt ist, beschlossen.

Die Vervielfältigung, Verbreitung und öffentliche Wiedergabe der Prüfungsaufgaben und Lösungen ist nicht gestattet. Zuwiderhandlungen werden zivil- und strafrechtlich (§§ 97 ff., 106 ff. UrhG) verfolgt. – © ZPA Nord-West 2018 – Alle Rechte vorbehalten!

Die Handlungsschritte 1 bis 5 beziehen sich auf die folgende Ausgangssituation:

Sie sind Mitarbeiterin/Mitarbeiter der IT-System GmbH, einem mittelständischen IT-Dienstleister.

Die IT-System GmbH wurde von der Stadtverwaltung der Stadt Rheinmünde beauftragt, das IT- und Kommunikationssystem der städtischen Bibliothek an neue Anforderungen anzupassen, die durch eine Erweiterung der Bibliothek entstanden sind.

Im Rahmen dieses Projekts sollen Sie vier der folgenden fünf Aufgaben erledigen:

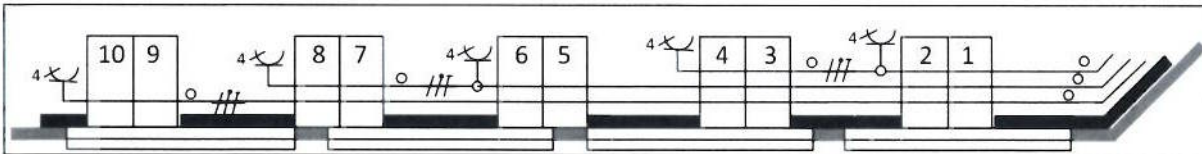
1. Leitungsdimensionierung mit Spannungsfallberechnung durchführen, Schutzklasse und Messverfahren für eine Geräteprüfung bestimmen
2. Eine unterbrechungsfreie Stromversorgung planen
3. Bildschirmarbeitsplätze mit Thin Clients ausrüsten
4. Ein RAID-System konzipieren, einen Internetanschluss dimensionieren und ein Backup-Verfahren beschreiben
5. Ein WLAN einrichten

1. Handlungsschritt (25 Punkte)

Die IT-System GmbH soll in der städtischen Bibliothek zehn neue Bildschirmarbeitsplätze an das Energieversorgungsnetz anschließen.

Die Bildschirmarbeitsplätze sollen zu drei Gruppen 1...4, 5...8 und 9...10 zusammengefasst und an drei Stromkreise angeschlossen werden.

Bildschirmarbeitsplätze (Detailskizze)



Weitere Angaben zur Installation:

Maximale Entfernung zur Verteilung: 58 m

Umgebungstemperatur: $\leq 30^\circ \text{C}$

Verlegung im Kabelkanal

Leitungsschutzschalter B16 A

Leistungsfaktor $\cos \varphi = 1$

Leistungsaufnahme Thin-Client: 50 W

Leistungsaufnahme Bildschirm: 80 W

aa) Bestimmen Sie die Verlegeart der Zuleitungen (siehe Verlegearten, Belegsatz Seite 2).

2 Punkte

ab) Sie sollen die Bildschirmarbeitsplätze 5...8 an die Verteilung anschließen. Der Querschnitt der Leitung ist so zu wählen, dass der nach DIN 18015 zulässige Spannungsfall nicht überschritten wird.

Ermitteln Sie den erforderlichen Leitungsquerschnitt.

Der Rechenweg ist anzugeben.

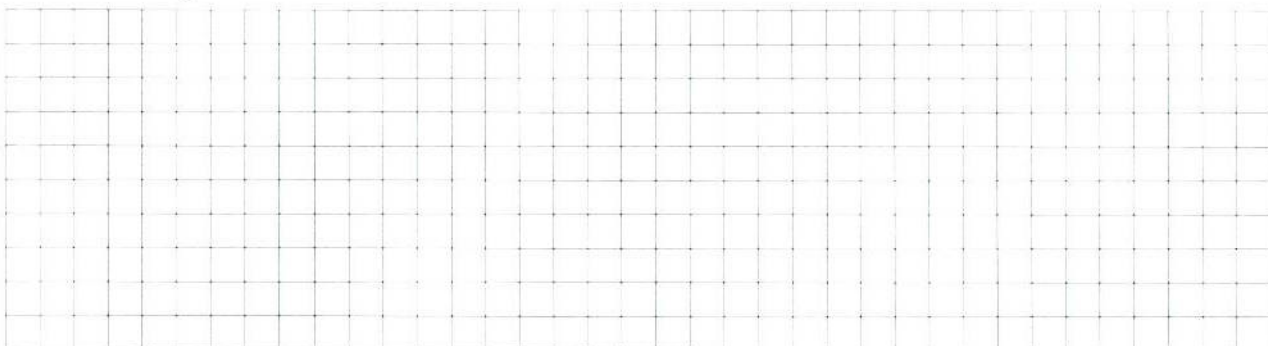
7 Punkte

Hinweis:

Berücksichtigen Sie in Ihrer Rechnung den Bemessungsstrom des Leitungsschutzschalters (siehe Angaben zur Installation in der Einleitung und Formeln, Belegsatz Seite 3).

Leitungsquerschnitt: _____ mm^2

Rechenweg:



ac) Um eine Leitung mit geringerem Querschnitt verwenden zu können, soll ein Leitungsschutzschalter mit geringerem Bemessungsstrom verwendet werden. Dabei soll der Leistungsbedarf der Rechnerplätze 5...8 zugrunde gelegt werden.

Korrekturrand

Bestimmen Sie eine übliche Kombination aus Leitungsquerschnitt und Leitungsschutzschalter unter Berücksichtigung des maximal zulässigen Spannungsfalls (siehe Tabelle 2 Strombelastbarkeit isolierter Leitungen, Belegsatz Seite 2 und Sicherungsautomaten, Belegsatz Seite 4).

Der Rechenweg ist anzugeben.

8 Punkte

Gewählter Leitungsschutzschalter: _____ A

Gewählter Leitungsquerschnitt: _____ mm²

Rechenweg:

b) Bei gleichzeitigem Betrieb aller Bildschirmarbeitsplätze und des Multifunktionsdruckers löst der RCD-Schalter aus. Zur Eingrenzung der Ursache planen Sie die Überprüfung des Multifunktionsdruckers nach DIN VDE 0701-0702.

ba) Nennen Sie eine mögliche Ursache für das Auslösen der RCD Schutzeinrichtung.

2 Punkte

bb) Bestimmen Sie die Schutzklasse des Multifunktionsdruckers für die anstehende Geräteprüfung nach DIN VDE 0701-0702.

2 Punkte

Modell



Typenschild

MFP
220-240 V~ 50/60 Hz 7.2 A
MACHINE No. N2K2Y04788
CODE No. 1102LN3NL0
MANUFACTURED
NOVEMBER 2012



Apparaatid mä tiliikoplas jordest etlikkontaktid
Apparaatid skali anslutas tili jordest uttag
Laita on litetavä suojamaadotushoos-
ettimile verustotuvu pistoressean

CLASS 1 LASER PRODUCT
KLASSE 1 LASER PRODUKT

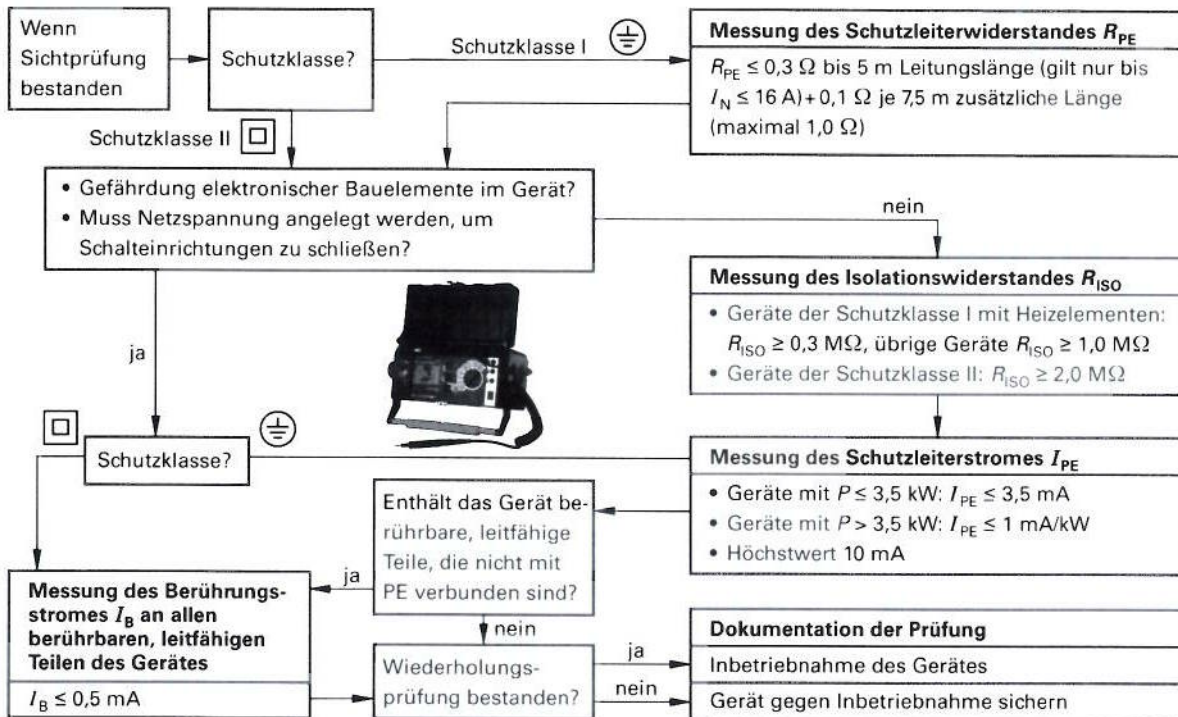
Anschlussleitung



Fortsetzung 1. Handlungsschritt

Korrekturrand

bc) Die DIN VDE 0701-0702 schreibt je nach Schutzklasse unterschiedliche Prüfungen vor.



Sie sollen nun den Multifunktionsdrucker nach DIN VDE 0701-0702 in Abhängigkeit der von Ihnen in bb) ermittelten Schutzklasse überprüfen.

Ergänzen Sie anhand der Grafik die dazu erforderlichen Messungen in folgendem Prüfablauf.

4 Punkte

Prüfungen nach DIN VDE 0701-0702 für die von Ihnen unter bb) ermittelte Schutzklasse:

Prüfablauf

Sichtprüfung	Messungen
Funktionsprüfung	
Dokumentation	

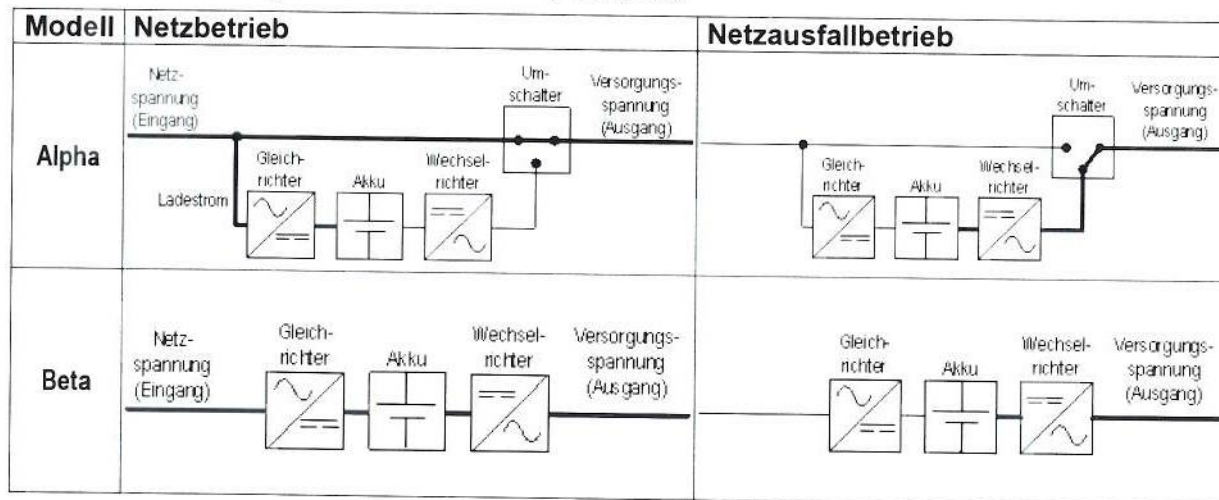
2. Handlungsschritt (25 Punkte)

Korrekturrund

Im Zuge der Erweiterung wird die Telefonie auf VoIP umgestellt.

Das Netzwerk, in dem die VoIP-Anlage betrieben wird, soll mit einer USV abgesichert werden.

a) Zur Auswahl stehen die folgenden zwei USV-Modelle *Alpha* und *Beta*.



aa) Nennen Sie die Bezeichnungen für die USV-Modelle *Alpha* und *Beta*:

2 Punkte

Modelle	USV-Arten
Alpha	
Beta	

ab) Beschreiben Sie das jeweilige Funktionsprinzip der beiden USV-Modelle im Netzbetrieb und im Netzausfallbetrieb 6 Punkte

Modell Alpha:

Netzbetrieb:

Netzausfallbetrieb:

Modell Beta:

Netzbetrieb:

Netzausfallbetrieb:

ac) Nennen Sie zwei Störungen neben dem Stromausfall, gegen die eine USV vom Modell *Beta* schützt.

4 Punkte

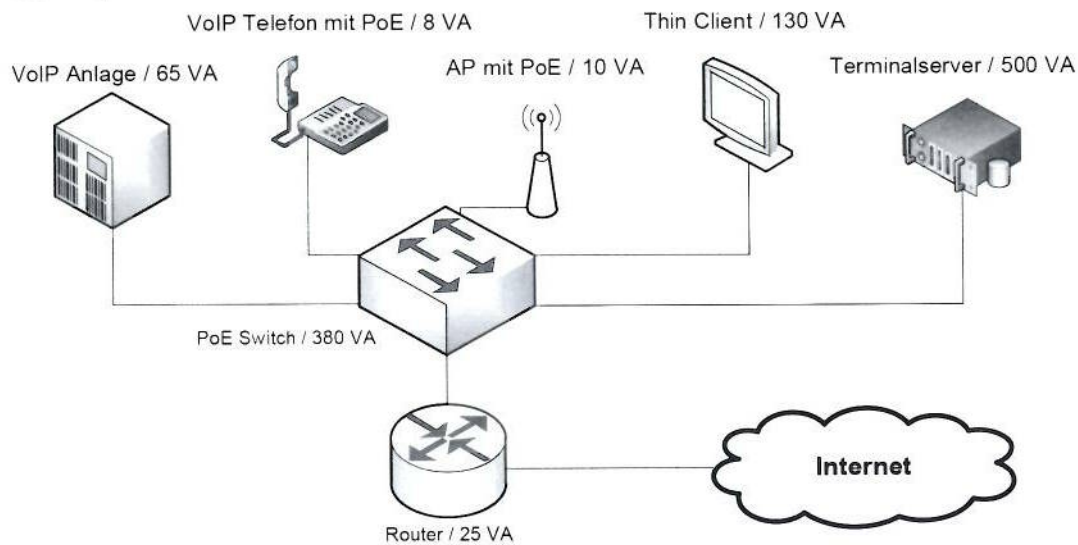
Fortsetzung 2. Handlungsschritt →

Fortsetzung 2. Handlungsschritt

Korrekturrand

b) Die VoIP-Anlage wurde wie folgt in das bestehende Netzwerk der städtischen Bibliothek eingebunden.

Netzwerkplan

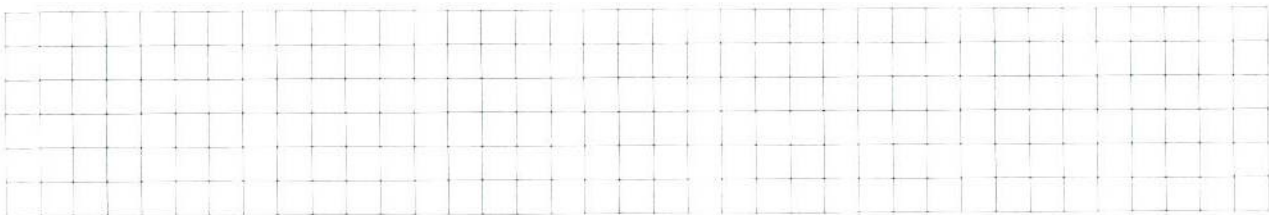


ba) Ermitteln Sie anhand des Netzwerkplans die Komponenten, die mit der USV mindestens abgesichert werden müssen, damit die VoIP-Telefonie bei einem Stromausfall gewährleistet bleibt. 3 Punkte

bb) Berechnen Sie den maximalen Leistungsbedarf der ermittelten Komponenten.

Hinweis: Angaben zum Leistungsbedarf/Komponente siehe Netzwerkplan.

4 Punkte



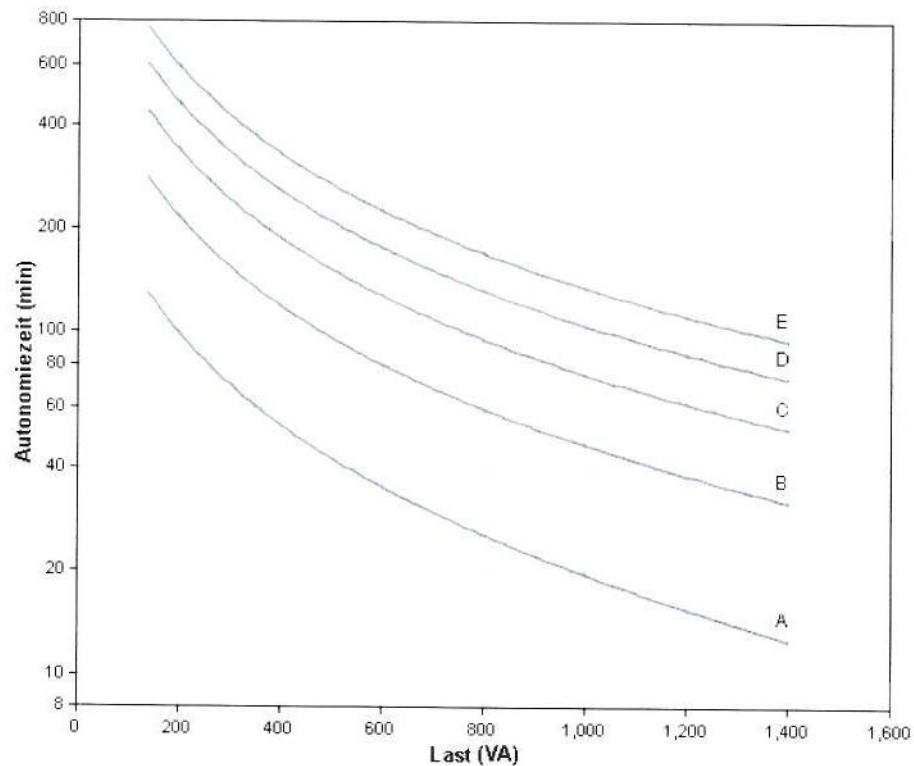
- c) Die USV soll für den unter bb) errechneten Leistungsbedarf eine Autonomiezeit von zwei Stunden bieten.

Korrekturrand

Es stehen fünf USV (A, B, C, D und E) mit unterschiedlichen Leistungen zur Verfügung. Im Diagramm werden die Autonomiezeiten der fünf USV angegeben.

Autonomiezeiten-Diagramm für die fünf USV A, B, C, D und E

USV	Leistung
A	2.000 VA
B	3.000 VA
C	4.000 VA
D	5.000 VA
E	6.000 VA



- ca) Die Kapazität der USV soll ausreichen, um die in Teilaufgabe bb) ermittelte Last für eine Autonomiezeit von zwei Stunden zu stützen.

Tragen Sie im Autonomiezeiten-Diagramm den Schnittpunkt von Last und Autonomiezeit ein und ermitteln Sie die USV mit der kleinstmöglichen Bemessungsleistung. 4 Punkte

Hinweis:

Wenn Sie den Leistungsbedarf in Teilaufgabe bb) nicht ermittelt haben, dann arbeiten Sie mit 500 VA Leistungsbedarf weiter.

Geeignete USV:

- cb) Begründen Sie Ihre Auswahl.

2 Punkte

3. Handlungsschritt (25 Punkte)

Korrekturrand

Die IT-System GmbH soll im Zuge der Modernisierung in der städtischen Bibliothek die Bildschirmarbeitsplätze mit neuen Rechnern ausstatten.

- a) Die IT-System GmbH will empfehlen, die Bildschirmarbeitsplätze mit Thin Clients statt mit traditionellen PCs (Fat Clients) auszustatten. Sie sollen sich auf das Beratungsgespräch vorbereiten.

Nennen Sie fünf Vorteile von Thin Clients gegenüber PCs.

5 Punkte

- b) Für den Betrieb der Thin Clients werden Virtualisierungsvarianten eingesetzt.

Kennzeichnen Sie die zwei Varianten, welche auf Thin Clients zur Anwendung kommen.

















2 Punkte

Virtualisierung	Auswahl
Server	
Desktop	
Applikation	
Netzwerk	

- c) Die Thin Clients werden angeschlossen.
Benennen Sie die Anschlüsse fachgerecht.

Korrekturrand

4 Punkte

Anschluss	Bezeichnung
	
	
	
	
	
	
	
	

- d) Beim Booten eines Thin Client erscheint folgende Meldung.

```
Network boot from AMD AM79C970A #2
Copyright (C) 2003-2005 VMware, Inc.
Copyright (C) 1997-2000 Intel Corporation
```

```
CLIENT MAC ADDR: 00 0C 29 38 05 29 GUID: 564DC162-6655-9844-752A-6CD1C838051F
CLIENT IP: 192.168.2.151 MASK: 255.255.255.0 DHCP IP: 192.168.2.1
GATEWAY IP: 192.168.2.10
PXE-E32: TFTP open timeout
TFTP._
```

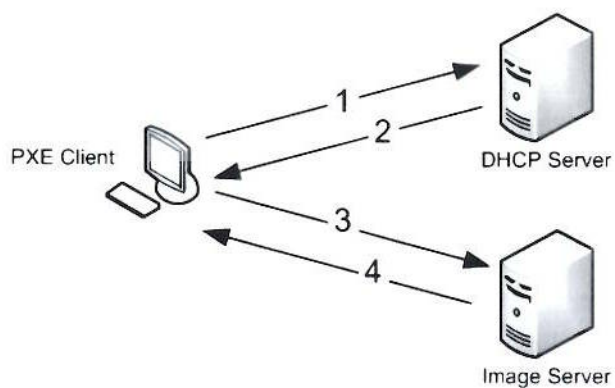
- da) Nennen Sie zwei Ursachen für diese Meldung.

2 Punkte

Fortsetzung 3. Handlungsschritt

Korrekturrand

db) PXE Bootvorgang



Erläutern Sie den PXE-Bootvorgang.

8 Punkte

Schritt	Erläuterung
1	
2	
3	
4	

e) Die alten Rechner sollen modernisiert und an anderer Stelle weiter genutzt werden. Unter anderem sollen die HDD durch SSD ersetzt werden.

Nennen Sie vier Vorteile, die eine SSD gegenüber einer HDD bietet.

4 Punkte

Vorteile von SSD gegenüber HDD

4. Handlungsschritt (25 Punkte)

Die IT-System GmbH soll auf dem neuen Datenbankserver der städtischen Bibliothek ein RAID-System installieren.

- a) Vergleichen Sie in der Bewertungsmatrix ein Software-RAID mit einem Hardware-RAID.

Ergänzen Sie die Tabelle durch folgende Aussagen.

4 Punkte

	Software-RAID		Hardware-RAID	
Kosten der Implementierung	<input type="checkbox"/> niedrig	<input type="checkbox"/> hoch	<input type="checkbox"/> niedrig	<input type="checkbox"/> hoch
Performance	<input type="checkbox"/> niedrig	<input type="checkbox"/> hoch	<input type="checkbox"/> niedrig	<input type="checkbox"/> hoch
CPU-Last am Host	<input type="checkbox"/> niedrig	<input type="checkbox"/> hoch	<input type="checkbox"/> niedrig	<input type="checkbox"/> hoch
Betriebssystemabhängigkeit	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein

- b) Das RAID-System besteht aus vier Festplatten mit einer Kapazität von jeweils 2 TiB. Die Festplatten können in RAID-Level 1, 5 oder 10 betrieben werden.

Berechnen Sie für einen Vergleich jeweils die Nettospeicherkapazität von RAID-Level 1, RAID-Level 5 und RAID-Level 10 in TiB. Der Rechenweg ist jeweils anzugeben. 6 Punkte

6 Punkte

RAID 1:

RAID 5:

[illegible]

RAID 10:

- c) Die Daten der Verleihvorgänge sollen in regelmäßigen Abständen gesichert werden.

Nennen und beschreiben Sie zwei unterschiedliche Backup-Verfahren.

10 Punkte

Backup-Verfahren:

Beschreibung:

Backup-Verfahren:

Beschreibung:

Fortsetzung 4. Handlungsschritt

Korrekturrand

d) Die Bibliothek stellt ihren Mitgliedern einen Online-Zugang zum Download von eBooks zur Verfügung.

Folgende Daten liegen vor:

Vorhandene Bandbreite 10 Mbit/s

Durchschnittlicher Speicherbedarf pro eBook 5 MiB

Gleichzeitiger Download von 100 eBooks

Downloadzeit < 3 Minuten

Überprüfen Sie durch Berechnung, ob die Bandbreite für den geplanten Download ausreicht.

Runden Sie das Ergebnis auf volle Minuten auf.

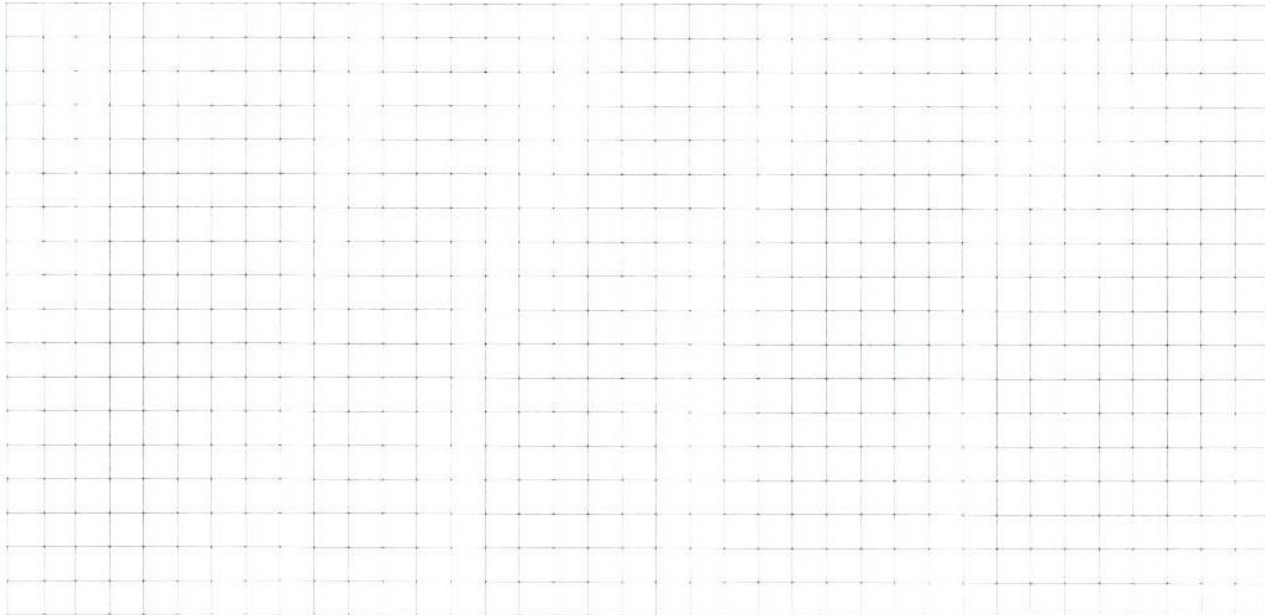
Der Rechenweg ist anzugeben.

5 Punkte

Hinweis:

Datengröße (Bit) / Bandbreite (Bit/s) = Zeit (s)

Rechenweg:



Prüfergebnis:

5. Handlungsschritt (25 Punkte)

Korrekturrand

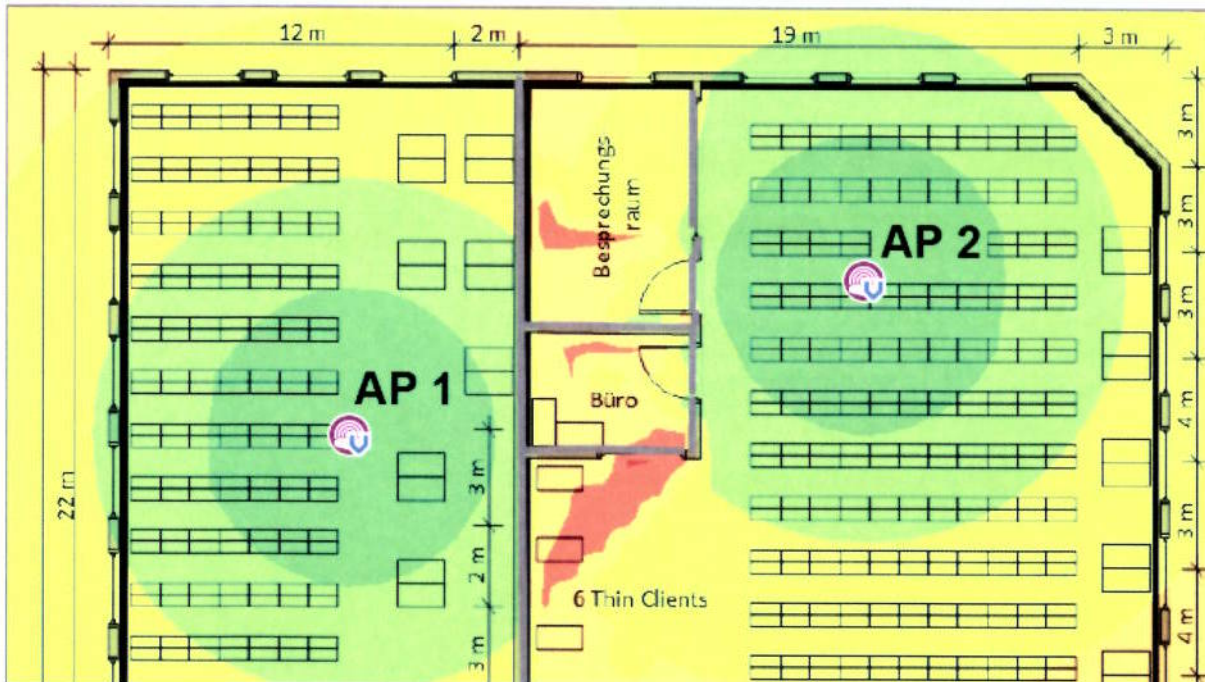
Die IT-System GmbH soll die Räume der städtischen Bibliothek mit WLAN und einer Hotspot-Infrastruktur entsprechend dem Standard 802.11n ausstatten.

a) Die IT-System GmbH plant die WLAN-Infrastruktur.

Mithilfe einer Planungssoftware wurde die folgende Abbildung erstellt, die für einen Teilbereich der Bibliothek die Ausleuchtung zeigt.

Hinweis: Der WLAN-Empfang nimmt von grün (gut) nach rot (schlecht) ab.

Ausleuchtung der städtischen Bibliothek (Ausschnitt)



aa) Begründen Sie den schlechten WLAN-Empfang im Büro und im Besprechungsraum.

2 Punkte

Fortsetzung 5. Handlungsschritt →

- ab) Der WLAN-Empfang im Büro und im Besprechungszimmer soll verbessert werden.
Die Planungs-Software bietet zur Konfiguration des Access Point folgenden Dialog an:

Nennen Sie zwei Parameter im Konfigurationsdialog, durch deren Veränderung der WLAN-Empfang im Büro und im Besprechungszimmer verbessert werden kann und geben Sie die jeweilige erforderliche Veränderung an. 6 Punkte

1. Parameter:

Veränderung:

2. Parameter:

Veränderung:

- b) Für den WLAN-Betrieb muss auch die Roaming-Funktion konfiguriert werden.

ba) Erläutern Sie im Zusammenhang mit WLAN den Begriff Roaming.

3 Punkte

bb) Im Folgenden ist die Konfiguration der beiden Access Points (AP_1 und AP_2) dargestellt.

Korrekturrand

AP 1	AP 2
AP-Eigenschaften	AP-Eigenschaften
Voreinstellung:	Voreinstellung:
Access Point-Bezeichnung:	Access Point-Bezeichnung:
AP_1	AP_2
Band #1 - 2.4 GHz Band #2	Band #1 - 2.4 GHz Band #2 - 5 GHz
<input checked="" type="checkbox"/> Empfänger eingeschaltet:	<input checked="" type="checkbox"/> Empfänger eingeschaltet:
Standard: Kanalbreite: Kanalnummer:	Standard: Kanalbreite: Kanalnummer:
802.11n 40 MHz 5	802.11n 40 MHz 5
MAC-Adresse: SSID: Leistung:	MAC-Adresse: SSID: Leistung:
FF:FF:FF:00:00:1A Bib_Spot 6 dBm / 4 mW	FF:FF:FF:00:00:0E Bibliothek_Hotspot 6 dBm / 4 mW

Für ein störungsfreies Roaming müssen zwei Parameter der Access Points noch angepasst werden.

Nennen Sie die zwei Parameter, geben Sie jeweils ein Beispiel für die entsprechenden Werte an und erläutern Sie Ihre Antwort. 4 Punkte

1. Parameter:

Wert:

Erläuterung:

2. Parameter:

Wert:

Erläuterung:

c) Bei der Konfiguration des Hotspot-Gateways sind folgende Parameter zu berücksichtigen:

Intra-cell Repeating

Select whether communication between the WLAN-connected Hotspot users is to be permitted within a radio cell.

Walled Garden

Enable this function if you want to define a limited and free area of websites (intranet).
The function is not activated by default.

Erläutern Sie

ca) Intra-cell Repeating

3 Punkte

cb) Walled Garden

3 Punkte

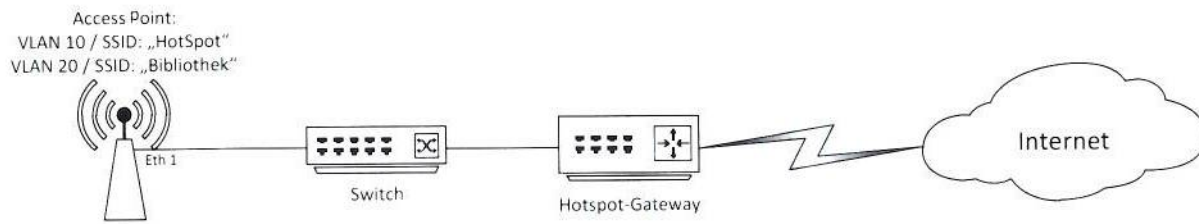
Fortsetzung 5. Handlungsschritt →

Fortsetzung 5. Handlungsschritt

Korrekturrand

- d) In den Räumen wird neben dem Hotspot ein internes WLAN für die Mitarbeiter der Bibliothek betrieben. Dabei wird jedem WLAN ein eigenes VLAN zugeordnet.

Logischer Netzwerkplan (Auszug):



Konfiguration eines Access Points:

VLAN-Konfiguration			
VLAN-Identifizier	20		
VLAN-Name	Bibliothek		
VLAN-Mitglieder	Schnittstelle	Ausgehende Regel	
	WLAN: „Hotspot“	<input type="checkbox"/> tagged	X untagged
	Eth 1:	X tagged	<input type="checkbox"/> untagged

Begründen Sie die Kennzeichnung „tagged“ für das Ethernet-Interface Eth 1.

4 Punkte

PRÜFUNGSZEIT – NICHT BESTANDTEIL DER PRÜFUNG!

Wie beurteilen Sie nach der Bearbeitung der Aufgaben die zur Verfügung stehende Prüfungszeit?

- ☐ 1 Sie hätte kürzer sein können.
- ☐ 2 Sie war angemessen.
- ☐ 3 Sie hätte länger sein müssen.



Belegsatz

IT-System-Elektroniker
IT-System-Elektronikerin
1190

1


Ganzheitliche Aufgabe I Fachqualifikationen

Inhalt

1. Handlungsschritt	Seite 2
1.1 Verlegearten und Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen	Seite 2
1.2 Formeln zur Berechnung des Spannungsfalls	Seite 3
1.3 Zulässiger Spannungsfall	Seite 3
1.4 Spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit	Seite 3
1.5 Sicherungsautomaten	Seite 4

1. Handlungsschritt

1.1 Verlegearten und Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen



Verlegearten und Strombelastbarkeit von

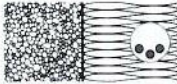





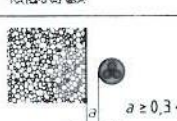
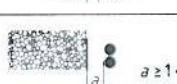

Kabeln und isolierten Leitungen

nach

DIN VDE 0298

Teil 4

Tabelle 1: Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen

Verlegeart		Verlegebedingungen (Wichtige Beispiele)
A1		Referenzverlegeart* Verlegung in wärmeisolierten Wänden <ul style="list-style-type: none"> • Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr, • Aderleitungen in Formleisten oder in Formteilen.
A2		<ul style="list-style-type: none"> • Mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr, • mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen in einer wärmeisolierten Wand.
B1		Referenzverlegeart: Verlegung in Elektroinstallationsrohren <ul style="list-style-type: none"> • Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr auf oder in der Wand, • Aderleitungen, einadrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationskanal.
B2		<ul style="list-style-type: none"> • Mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr auf der Wand, • mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationskanal, • mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Sockelleisten- oder im Unterflurkanal.
C		Referenzverlegeart: Verlegung direkt auf dem Untergrund (Wand) <ul style="list-style-type: none"> • Ein- oder mehradrige Kabel oder Mantelleitungen auf oder in der Wand oder unter der Decke, • Stegleitungen im oder unter Putz.
D		Referenzverlegeart: Verlegung in der Erde <ul style="list-style-type: none"> • Mehradrige Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung im Elektroinstallationsrohr oder im Kabelschacht in der Erde.
E		Referenzverlegeart: Verlegung frei in der Luft <ul style="list-style-type: none"> • Mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen frei in der Luft verlegt mit einem Mindestabstand $a \geq 0,3 \cdot d$ zur Wand (d = Leitungsdurchmesser), • Kabel oder Leitungen auf gelochten Kabelrinnen oder auf Kabelkonsolen.
F		<ul style="list-style-type: none"> • Einadrige Kabel oder einadrige Mantelleitungen mit gegenseitiger Berührung verlegt und mit einem Mindestabstand $a \geq 1 \cdot d$ zur Wand.
G		<ul style="list-style-type: none"> • Einadrige Kabel oder einadrige Mantelleitungen mit einem gegenseitigen Abstand $a \geq 1 \cdot d$ verlegt und einem Mindestabstand $a \geq 1 \cdot d$ zur Wand, • Blanke Leiter oder Aderleitungen auf Isolatoren.

* Referenzverlegeart: Grundsätzliches Merkmal der Verlegeart, z. B. in wärmeisolierten Wänden oder frei in der Luft

Tabelle 2: Bemessungswert I_b der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in den Verlegearten A1, A2, B1, B2, C und D bei einer Umgebungstemperatur von 30 °C

nach DIN VDE 0298, Teil 4 (Auszug)

Verlegeart	A1		A2		B1		B2		C		D	
belastete Adern	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Nennquerschnitt in mm ² Cu	Bemessungswert I_b der Strombelastbarkeit in A für PVC-isolierte Kabel und Leitungen mit einer Betriebstemperatur am Leiter bis 70 °C											
1,5	15,5	13,5	15,5	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	18,5	15,5
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	25	21
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	32	27
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	40	34
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	54	45
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	69	59
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	88	76
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	106	91

Bemessungswerte I_b für die Verlegearten E, F, und G siehe DIN VDE 0298, Teil 4 oder Tabellenbuch Elektrotechnik



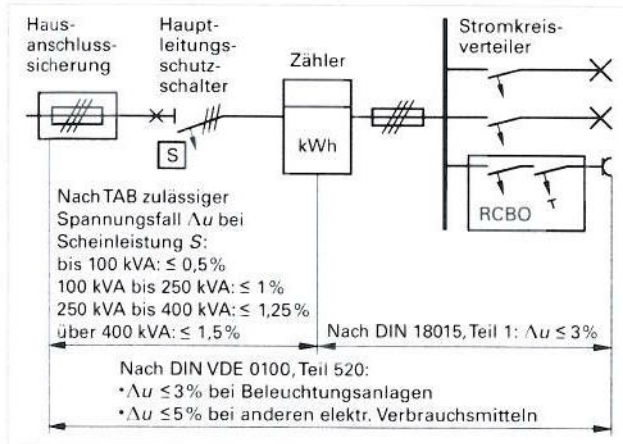
1.2 Formeln zur Berechnung des Spannungsfalls

Formeln zur Berechnung des Spannungsfalls ΔU

Gleichstrom	$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot A}$
Einphasenwechselstrom	$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot A}$
Drehstrom	$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot A}$
Prozentualer Spannungsfall	$\Delta u = \frac{\Delta U \cdot 100 \%}{U}$
ΔU Spannungsfall in V	I Leiterstrom
Δu Spannungsfall in %	A Leiterquerschnitt
U Netznominalspannung	l Leitungslänge
γ elektr. Leitfähigkeit	$\cos \varphi$ Wirkfaktor



1.3 Zulässiger Spannungsfall



1.4 Spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit

Tabelle 1: Spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit (Beispiele bei 20 °C)

Material	Spezifischer Widerstand ρ in $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	Leitfähigkeit γ in $\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$
Aluminium (Al)	0,0278	36,0
Kupfer (Cu)	0,0178	56,0
Silber (Ag)	0,0167	60,0
Gold (Au)	0,022	45,7

System
pro M compact®Sicherungsautomaten
Baureihe S 200

S 200-B 1

Bnach DIN VDE 0641 Teil 11,
ÖVE/ÖNORM EN 60898,
IEC 60947-2 für Leitungsschutz6 000
3

2CDC 021 191 F0007

Auswahltabelle

Poli- zahl	Bemes- sungs- strom I_n , A	Bestellangaben Kurzbezeichnung	Erzeugnis-Nr	bbn 40 16779 EAN	Preis 1 Stück €	Ratifi- grup- pe	Gew. 1 St. kg	Verp. einh. St.
1	6	S 201-B 6	2CDS 251 001 R0065	46490 1		VA	0,125	10
	10	S 201-B 10	2CDS 251 001 R0105	46380 5		VA		
	13	S 201-B 13	2CDS 251 001 R0135	46500 7		VB		
	16	S 201-B 16	2CDS 251 001 R1165	57863 9		VB		
	20	S 201-B 20	2CDS 251 001 R0205	46510 6		VA		
	25	S 201-B 25	2CDS 251 001 R0255	46520 5		VA		
	32	S 201-B 32	2CDS 251 001 R0325	46530 4		VA		
	40	S 201-B 40	2CDS 251 001 R0405	46540 3		VA		
	50	S 201-B 50	2CDS 251 001 R0505	55092 5		VA		
	63	S 201-B 63	2CDS 251 001 R0635	55093 2		VA		
U_{Cmax} 253 V~ 72 V _{DC}								