Lightweight Directory Access Protocol

Eine Einführung mit openLDAP

Michael Dienert, Alfred E. Neumann

Walther-Rathenau-Gewerbeschule
Freiburg

5. April 2022

Inhalt

Entwicklung von LDAP

- LDAP basiert auf der CCITT-Spezifikation **X.500**
- X.500 ist ein Dienst, der ursprünglich von der CCITT (heute ITU) zur Namensauflösung und Zustellung elektronischer Post entwickelt wurde (X.400 email-Standard).
- globale Zustellung von email $\Rightarrow$ erfordert globalen Verzeichnisdienst.
- X.500 besteht aus 2 Teilen:
  - dem X.500 Protokoll: **Directory Access Protocol (DAP)**. Problem: DAP benötigt den kompletten OSI-Stack $\Rightarrow$ X.500 wurde nie vollständig implementiert!
  - dem X.500 Datenmodell: das Datenmodell besteht aus einem einzelnen **Directory Information Tree (DIT)**. Der DIT ist ähnlich wie der DNS-Baum als *verteilte, baumförmige* Datenbank aufgebaut.

Entwicklung von LDAP

- LDAP basiert auf der CCITT-Spezifikation **X.500**
- X.500 ist ein Dienst, der ursprünglich von der CCITT (heute ITU) zur Namensauflösung und Zustellung elektronischer Post entwickelt wurde (X.400 email-Standard).
- globale Zustellung von email $\Rightarrow$ erfordert globalen Verzeichnisdienst.
- X.500 besteht aus 2 Teilen:
  - dem X.500 Protokoll: **Directory Access Protocol (DAP)**. Problem: DAP benötigt den kompletten OSI-Stack $\Rightarrow$ X.500 wurde nie vollständig implementiert!
  - dem X.500 Datenmodell: das Datenmodell besteht aus einem einzelnen **Directory Information Tree (DIT)**. Der DIT ist ähnlich wie der DNS-Baum als *verteilte, baumförmige* Datenbank aufgebaut.

Entwicklung von LDAP

- LDAP basiert auf der CCITT-Spezifikation **X.500**
- X.500 ist ein Dienst, der ursprünglich von der CCITT (heute ITU) zur Namensauflösung und Zustellung elektronischer Post entwickelt wurde (X.400 email-Standard).
- globale Zustellung von email $\Rightarrow$ erfordert globalen Verzeichnisdienst.
- X.500 besteht aus 2 Teilen:
  - dem X.500 Protokoll: **Directory Access Protocol (DAP)**. Problem: DAP benötigt den kompletten OSI-Stack $\Rightarrow$ X.500 wurde nie vollständig implementiert!
  - dem X.500 Datenmodell: das Datenmodell besteht aus einem einzelnen **Directory Information Tree (DIT)**. Der DIT ist ähnlich wie der DNS-Baum als *verteilte, baumförmige* Datenbank aufgebaut.

Entwicklung von LDAP

- LDAP basiert auf der CCITT-Spezifikation **X.500**
- X.500 ist ein Dienst, der ursprünglich von der CCITT (heute ITU) zur Namensauflösung und Zustellung elektronischer Post entwickelt wurde (X.400 email-Standard).
- globale Zustellung von email $\Rightarrow$ erfordert globalen Verzeichnisdienst.
- X.500 besteht aus 2 Teilen:
  - dem X.500 Protokoll: **Directory Access Protocol (DAP)**. Problem: DAP benötigt den kompletten OSI-Stack $\Rightarrow$ X.500 wurde nie vollständig implementiert!
  - dem X.500 Datenmodell: das Datenmodell besteht aus einem einzelnen **Directory Information Tree (DIT)**. Der DIT ist ähnlich wie der DNS-Baum als *verteilte, baumförmige* Datenbank aufgebaut.

Entwicklung von LDAP

- LDAP basiert auf der CCITT-Spezifikation **X.500**
- X.500 ist ein Dienst, der ursprünglich von der CCITT (heute ITU) zur Namensauflösung und Zustellung elektronischer Post entwickelt wurde (X.400 email-Standard).
- globale Zustellung von email $\Rightarrow$ erfordert globalen Verzeichnisdienst.
- X.500 besteht aus 2 Teilen:
  - dem X.500 Protokoll: **Directory Access Protocol (DAP)**. Problem: DAP benötigt den kompletten OSI-Stack $\Rightarrow$ X.500 wurde nie vollständig implementiert!
  - dem X.500 Datenmodell: das Datenmodell besteht aus einem einzelnen **Directory Information Tree (DIT)**. Der DIT ist ähnlich wie der DNS-Baum als *verteilte, baumförmige* Datenbank aufgebaut.

Entwicklung von LDAP

- LDAP basiert auf der CCITT-Spezifikation **X.500**
- X.500 ist ein Dienst, der ursprünglich von der CCITT (heute ITU) zur Namensauflösung und Zustellung elektronischer Post entwickelt wurde (X.400 email-Standard).
- globale Zustellung von email $\Rightarrow$ erfordert globalen Verzeichnisdienst.
- X.500 besteht aus 2 Teilen:
  - dem X.500 Protokoll: **Directory Access Protocol (DAP)**. Problem: DAP benötigt den kompletten OSI-Stack $\Rightarrow$ X.500 wurde nie vollständig implementiert!
  - dem X.500 Datenmodell: das Datenmodell besteht aus einem einzelnen **Directory Information Tree (DIT)**. Der DIT ist ähnlich wie der DNS-Baum als *verteilte, baumförmige* Datenbank aufgebaut.

Entwicklung von LDAP

- LDAP basiert auf der CCITT-Spezifikation **X.500**
- X.500 ist ein Dienst, der ursprünglich von der CCITT (heute ITU) zur Namensauflösung und Zustellung elektronischer Post entwickelt wurde (X.400 email-Standard).
- globale Zustellung von email $\Rightarrow$ erfordert globalen Verzeichnisdienst.
- X.500 besteht aus 2 Teilen:
  - dem X.500 Protokoll: **Directory Access Protocol (DAP)**. Problem: DAP benötigt den kompletten OSI-Stack $\Rightarrow$ X.500 wurde nie vollständig implementiert!
  - dem X.500 Datenmodell: das Datenmodell besteht aus einem einzelnen **Directory Information Tree (DIT)**. Der DIT ist ähnlich wie der DNS-Baum als *verteilte, baumförmige* Datenbank aufgebaut.

Entwicklung von LDAP

- LDAP basiert auf der CCITT-Spezifikation **X.500**
- X.500 ist ein Dienst, der ursprünglich von der CCITT (heute ITU) zur Namensauflösung und Zustellung elektronischer Post entwickelt wurde (X.400 email-Standard).
- globale Zustellung von email $\Rightarrow$ erfordert globalen Verzeichnisdienst.
- X.500 besteht aus 2 Teilen:
  - dem X.500 Protokoll: **Directory Access Protocol (DAP)**. Problem: DAP benötigt den kompletten OSI-Stack $\Rightarrow$ X.500 wurde nie vollständig implementiert!
  - dem X.500 Datenmodell: das Datenmodell besteht aus einem einzelnen **Directory Information Tree (DIT)**. Der DIT ist ähnlich wie der DNS-Baum als *verteilte, baumförmige* Datenbank aufgebaut.

Entwicklung von LDAP

- LDAP basiert auf der CCITT-Spezifikation **X.500**
- X.500 ist ein Dienst, der ursprünglich von der CCITT (heute ITU) zur Namensauflösung und Zustellung elektronischer Post entwickelt wurde (X.400 email-Standard).
- globale Zustellung von email $\Rightarrow$ erfordert globalen Verzeichnisdienst.
- X.500 besteht aus 2 Teilen:
  - dem X.500 Protokoll: **Directory Access Protocol (DAP)**. Problem: DAP benötigt den kompletten OSI-Stack $\Rightarrow$ X.500 wurde nie vollständig implementiert!
  - dem X.500 Datenmodell: das Datenmodell besteht aus einem einzelnen **Directory Information Tree (DIT)**. Der DIT ist ähnlich wie der DNS-Baum als *verteilte, baumförmige* Datenbank aufgebaut.

Entwicklung von LDAP

- LDAP basiert auf der CCITT-Spezifikation **X.500**
- X.500 ist ein Dienst, der ursprünglich von der CCITT (heute ITU) zur Namensauflösung und Zustellung elektronischer Post entwickelt wurde (X.400 email-Standard).
- globale Zustellung von email $\Rightarrow$ erfordert globalen Verzeichnisdienst.
- X.500 besteht aus 2 Teilen:
  - dem X.500 Protokoll: **Directory Access Protocol (DAP)**. Problem: DAP benötigt den kompletten OSI-Stack $\Rightarrow$ X.500 wurde nie vollständig implementiert!
  - dem X.500 Datenmodell: das Datenmodell besteht aus einem einzelnen **Directory Information Tree (DIT)**. Der DIT ist ähnlich wie der DNS-Baum als *verteilte, baumförmige* Datenbank aufgebaut.

Entwicklung von LDAP

- LDAP basiert auf der CCITT-Spezifikation **X.500**
- X.500 ist ein Dienst, der ursprünglich von der CCITT (heute ITU) zur Namensauflösung und Zustellung elektronischer Post entwickelt wurde (X.400 email-Standard).
- globale Zustellung von email $\Rightarrow$ erfordert globalen Verzeichnisdienst.
- X.500 besteht aus 2 Teilen:
  - dem X.500 Protokoll: **Directory Access Protocol (DAP)**. Problem: DAP benötigt den kompletten OSI-Stack $\Rightarrow$ X.500 wurde nie vollständig implementiert!
  - dem X.500 Datenmodell: das Datenmodell besteht aus einem einzelnen **Directory Information Tree (DIT)**. Der DIT ist ähnlich wie der DNS-Baum als *verteilte, baumförmige* Datenbank aufgebaut.

Entwicklung von LDAP

- LDAP basiert auf der CCITT-Spezifikation **X.500**
- X.500 ist ein Dienst, der ursprünglich von der CCITT (heute ITU) zur Namensauflösung und Zustellung elektronischer Post entwickelt wurde (X.400 email-Standard).
- globale Zustellung von email $\Rightarrow$ erfordert globalen Verzeichnisdienst.
- X.500 besteht aus 2 Teilen:
  - dem X.500 Protokoll: **Directory Access Protocol (DAP)**. Problem: DAP benötigt den kompletten OSI-Stack $\Rightarrow$ X.500 wurde nie vollständig implementiert!
  - dem X.500 Datenmodell: das Datenmodell besteht aus einem einzelnen **Directory Information Tree (DIT)**. Der DIT ist ähnlich wie der DNS-Baum als *verteilte, baumförmige* Datenbank aufgebaut.

Entwicklung von LDAP

- Das **Ligthweight Directory Access Protocol (LDAP)** benötigt lediglich TCP/IP $\Rightarrow$ weite Verbreitung
- LDAP implementiert nur einen Teil der X.500-Protokollspezifikation $\Rightarrow$ Fehlendes wird emuliert.
- LDAP wurde 1993 in der RFC 1487 beschrieben und geht auf Arbeiten an der *Universität von Michigan* zurück.

Entwicklung von LDAP

- Das **Ligthweight Directory Access Protocol (LDAP)** benötigt lediglich TCP/IP $\Rightarrow$ weite Verbreitung
- LDAP implementiert nur einen Teil der X.500-Protokollspezifikation $\Rightarrow$ Fehlendes wird emuliert.
- LDAP wurde 1993 in der RFC 1487 beschrieben und geht auf Arbeiten an der *Universität von Michigan* zurück.

Entwicklung von LDAP

- Das **Ligthweight Directory Access Protocol (LDAP)** benötigt lediglich TCP/IP $\Rightarrow$ weite Verbreitung
- LDAP implementiert nur einen Teil der X.500-Protokollspezifikation $\Rightarrow$ Fehlendes wird emuliert.
- LDAP wurde 1993 in der RFC 1487 beschrieben und geht auf Arbeiten an der *Universität von Michigan* zurück.

Entwicklung von LDAP

- Das **Ligthweight Directory Access Protocol (LDAP)** benötigt lediglich TCP/IP $\Rightarrow$ weite Verbreitung
- LDAP implementiert nur einen Teil der X.500-Protokollspezifikation $\Rightarrow$ Fehlendes wird emuliert.
- LDAP wurde 1993 in der RFC 1487 beschrieben und geht auf Arbeiten an der *Universität von Michigan* zurück.

Entwicklung von LDAP

- Das **Ligthweight Directory Access Protocol (LDAP)** benötigt lediglich TCP/IP $\Rightarrow$ weite Verbreitung
- LDAP implementiert nur einen Teil der X.500-Protokollspezifikation $\Rightarrow$ Fehlendes wird emuliert.
- LDAP wurde 1993 in der RFC 1487 beschrieben und geht auf Arbeiten an der *Universität von Michigan* zurück.

Entwicklung von LDAP

- Das **Ligthweight Directory Access Protocol (LDAP)** benötigt lediglich TCP/IP $\Rightarrow$ weite Verbreitung
- LDAP implementiert nur einen Teil der X.500-Protokollspezifikation $\Rightarrow$ Fehlendes wird emuliert.
- LDAP wurde 1993 in der RFC 1487 beschrieben und geht auf Arbeiten an der *Universität von Michigan* zurück.

Directory Information Trees

- Beide, LDAP und X.500, speichern ihre Daten in *baumförmigen* Strukturen, den bereits erwähnten **Directory Information Trees (DIT)**.
- Das Datenmodell im DIT ist *objektorientiert*. Es gibt *Objekte*, *Klassen* und -ganz wichtig- *Vererbung*.
- Die *Knoten* im Baum nennt man *Verzeichnis-Einträge* (*Directory Entries* oder *LDAP Entries*).

Directory Information Trees

- Beide, LDAP und X.500, speichern ihre Daten in *baumförmigen* Strukturen, den bereits erwähnten **Directory Information Trees (DIT).**
- Das Datenmodell im DIT ist *objektorientiert*. Es gibt *Objekte*, *Klassen* und -ganz wichtig- *Vererbung*.
- Die *Knoten* im Baum nennt man *Verzeichnis-Einträge* (*Directory Entries* oder *LDAP Entries*).

Directory Information Trees

- Beide, LDAP und X.500, speichern ihre Daten in *baumförmigen* Strukturen, den bereits erwähnten **Directory Information Trees (DIT).**
- Das Datenmodell im DIT ist *objektorientiert*. Es gibt *Objekte*, *Klassen* und -ganz wichtig- *Vererbung*.
- Die *Knoten* im Baum nennt man *Verzeichnis-Einträge* (*Directory Entries* oder *LDAP Entries*).

Directory Information Trees

- Beide, LDAP und X.500, speichern ihre Daten in *baumförmigen* Strukturen, den bereits erwähnten **Directory Information Trees (DIT).**
- Das Datenmodell im DIT ist *objektorientiert*. Es gibt *Objekte*, *Klassen* und -ganz wichtig- *Vererbung*.
- Die *Knoten* im Baum nennt man *Verzeichnis-Einträge* (*Directory Entries* oder *LDAP Entries*).

Directory Information Trees

- Beide, LDAP und X.500, speichern ihre Daten in *baumförmigen* Strukturen, den bereits erwähnten **Directory Information Trees (DIT).**
- Das Datenmodell im DIT ist *objektorientiert*. Es gibt *Objekte*, *Klassen* und -ganz wichtig- *Vererbung*.
- Die *Knoten* im Baum nennt man *Verzeichnis-Einträge* (*Directory Entries* oder *LDAP Entries*).

Directory Information Trees

- Beide, LDAP und X.500, speichern ihre Daten in *baumförmigen* Strukturen, den bereits erwähnten **Directory Information Trees (DIT)**.
- Das Datenmodell im DIT ist *objektorientiert*. Es gibt *Objekte*, *Klassen* und -ganz wichtig- *Vererbung*.
- Die *Knoten* im Baum nennt man *Verzeichnis-Einträge* (*Directory Entries* oder *LDAP Entries*).

Directory Information Trees

- Beide, LDAP und X.500, speichern ihre Daten in *baumförmigen* Strukturen, den bereits erwähnten **Directory Information Trees (DIT)**.
- Das Datenmodell im DIT ist *objektorientiert*. Es gibt *Objekte*, *Klassen* und -ganz wichtig- *Vererbung*.
- Die *Knoten* im Baum nennt man *Verzeichnis-Einträge* (*Directory Entries* oder *LDAP Entries*).

Aufbau der Verzeichnis-Einträge

Jeder LDAP-Eintrag besteht aus drei Hauptbestandteilen:

DistinguishedName: Der `DN` ist ein *eindeutiger* Schlüssel für den Eintrag.

Liste mit objectClasses: Die `objectClasses` bestimmen die Attribute und den Typ des Eintrags.

Attribute: Die Attribute enthalten die eigentlichen Daten des Eintrags.

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
userPassword: SHAGzzM2if4x6ZgXigFPDAGb3PNVxc=
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
```

Aufbau der Verzeichnis-Einträge

Jeder LDAP-Eintrag besteht aus drei Hauptbestandteilen:

DistinguishedName: Der `DN` ist ein *eindeutiger* Schlüssel für den Eintrag.

Liste mit objectClasses: Die `objectClasses` bestimmen die Attribute und den Typ des Eintrags.

Attribute: Die Attribute enthalten die eigentlichen Daten des Eintrags.

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
userPassword: SHAGzzM2if4x6ZgXigFPDAGb3PNVxc=
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
```

Aufbau der Verzeichnis-Einträge

Jeder LDAP-Eintrag besteht aus drei Hauptbestandteilen:

DistinguishedName: Der `DN` ist ein *eindeutiger* Schlüssel für den Eintrag.

Liste mit objectClasses: Die `objectClasses` bestimmen die Attribute und den Typ des Eintrags.

Attribute: Die Attribute enthalten die eigentlichen Daten des Eintrags.

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
userPassword: SHAGzzM2if4x6ZgXigFPDAGb3PNVxc=
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
```

Aufbau der Verzeichnis-Einträge

Jeder LDAP-Eintrag besteht aus drei Hauptbestandteilen:

DistinguishedName: Der `DN` ist ein *eindeutiger* Schlüssel für den Eintrag.

Liste mit objectClasses: Die `objectClasses` bestimmen die Attribute und den Typ des Eintrags.

Attribute: Die Attribute enthalten die eigentlichen Daten des Eintrags.

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
userPassword: SHAGzzM2if4x6ZgXigFPDAGb3PNVxc=
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
```

Aufbau der Verzeichnis-Einträge

Jeder LDAP-Eintrag besteht aus drei Hauptbestandteilen:

DistinguishedName: Der `DN` ist ein *eindeutiger* Schlüssel für den Eintrag.

Liste mit objectClasses: Die `objectClasses` bestimmen die Attribute und den Typ des Eintrags.

Attribute: Die Attribute enthalten die eigentlichen Daten des Eintrags.

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
userPassword: SHAGzzM2if4x6ZgXigFPDAGb3PNVxc=
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
```

Aufbau der Verzeichnis-Einträge

Jeder LDAP-Eintrag besteht aus drei Hauptbestandteilen:

DistinguishedName: Der `DN` ist ein *eindeutiger* Schlüssel für den Eintrag.

Liste mit objectClasses: Die `objectClasses` bestimmen die Attribute und den Typ des Eintrags.

Attribute: Die Attribute enthalten die eigentlichen Daten des Eintrags.

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
userPassword: SHAGzzM2if4x6ZgXigFPDAGb3PNVxc=
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
```

DistinguishedNames

- Der DN ist der *full qualified name* des Eintrags.
- Er setzt sich zusammen aus dem RDN (relativer DN) des *aktuellen* Knotens und dem DN des *Vorgängerknotens*.
- hier also RDN: uid=alfred

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber:
   ...
```

DistinguishedNames

- Der DN ist der *full qualified name* des Eintrags.
- Er setzt sich zusammen aus dem RDN (relativer DN) des *aktuellen* Knotens und dem DN des *Vorgängerknotens*.
- hier also RDN: uid=alfred

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber:
   ...
```

DistinguishedNames

- Der DN ist der *full qualified name* des Eintrags.
- Er setzt sich zusammen aus dem RDN (relativer DN) des *aktuellen* Knotens und dem DN des *Vorgängerknotens*.
- hier also RDN: uid=alfred

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber:
   ...
```

DistinguishedNames

- Der DN ist der *full qualified name* des Eintrags.
- Er setzt sich zusammen aus dem RDN (relativer DN) des *aktuellen* Knotens und dem DN des *Vorgängerknotens*.
- hier also RDN: uid=alfred

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber:
   ...
```

DistinguishedNames

- Der DN ist der *full qualified name* des Eintrags.
- Er setzt sich zusammen aus dem RDN (relativer DN) des *aktuellen* Knotens und dem DN des *Vorgängerknotens*.
- hier also RDN: uid=alfred

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber:
   ...
```

ObjectClasses

- ObjectClasses legen fest, welche Attribute ein Eintrag enthalten muss (`MUST`) oder enthalten kann (`MAY`). Ein Eintrag kann mehrere `objectClass`-Definitionen haben.
- Es muss **exakt eine** ObjectClass geben, die vom Typ `STRUCTURAL` ist. Diese und ihre Superklassen-Vererbungskette (bis hinauf zur abstrakten Klasse `TOP`) legen den Typ des Eintrags fest.
- Die weiteren `ObjectClasses` erweitern den Eintrag (`AUXILIARY`).

ObjectClasses

- ObjectClasses legen fest, welche Attribute ein Eintrag enthalten muss (`MUST`) oder enthalten kann (`MAY`). Ein Eintrag kann mehrere `objectClass`-Definitionen haben.
- Es muss **exakt eine** ObjectClass geben, die vom Typ `STRUCTURAL` ist. Diese und ihre Superklassen-Vererbungskette (bis hinauf zur abstrakten Klasse `TOP`) legen den Typ des Eintrags fest.
- Die weiteren `ObjectClasses` erweitern den Eintrag (`AUXILIARY`).

ObjectClasses

- ObjectClasses legen fest, welche Attribute ein Eintrag enthalten muss (`MUST`) oder enthalten kann (`MAY`). Ein Eintrag kann mehrere `objectClass`-Definitionen haben.
- Es muss **exakt eine** ObjectClass geben, die vom Typ `STRUCTURAL` ist. Diese und ihre Superklassen-Vererbungskette (bis hinauf zur abstrakten Klasse `TOP`) legen den Typ des Eintrags fest.
- Die weiteren `ObjectClasses` erweitern den Eintrag (`AUXILIARY`).

ObjectClasses

- ObjectClasses legen fest, welche Attribute ein Eintrag enthalten muss (`MUST`) oder enthalten kann (`MAY`). Ein Eintrag kann mehrere `objectClass`-Definitionen haben.
- Es muss **exakt eine** ObjectClass geben, die vom Typ `STRUCTURAL` ist. Diese und ihre Superklassen-Vererbungskette (bis hinauf zur abstrakten Klasse `TOP`) legen den Typ des Eintrags fest.
- Die weiteren `ObjectClasses` erweitern den Eintrag (`AUXILIARY`).

ObjectClasses im Beispiel

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
userPassword: SHAGzzM2if4x6ZgXigFPDAGb3PNVxc=
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
```

ObjectClasses im Beispiel

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
userPassword: SHAGzzM2if4x6ZgXigFPDAGb3PNVxc=
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
```

Beispiel für Definition von Objektklassen

```
objectclass ( 2.16.840.1.113730.3.2.2
    NAME 'inetOrgPerson'
    SUP organizationalPerson
    STRUCTURAL
    MAY (
        audio $ businessCategory $ carLicense $ departmentNumber $
        displayName $ employeeNumber $ employeeType $ givenName $
        homePhone $ homePostalAddress $ initials $ jpegPhoto $
        labeledURI $ mail $ manager $ mobile $ o $ pager $
        photo $ roomNumber $ secretary $ uid $ userCertificate $
        x500uniqueIdentifier $ preferredLanguage $
        userSMIMECertificate $ userPKCS12
    )
)
```

```
objectclass ( 1.3.6.1.1.1.2.0
    NAME 'posixAccount'
    SUP top
    AUXILIARY
    DESC 'Abstraction of an account with POSIX attributes'
    MUST ( cn $ uid $ uidNumber $ gidNumber $ homeDirectory )
    MAY ( userPassword $ loginShell $ gecos $ description )
)
```

Beispiel der Vererbungshierarchie

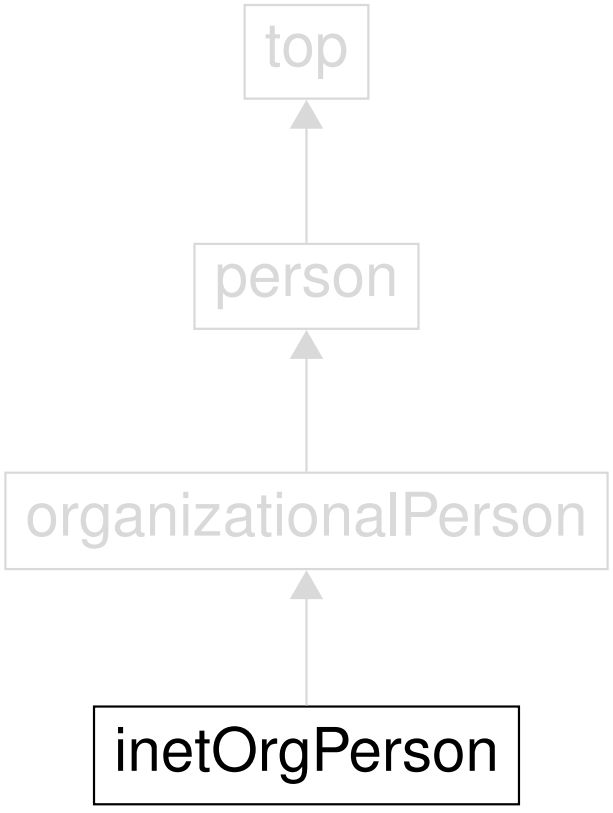
Alle STRUCTURAL-Classes müssen direkt oder abgeleitet die abstrakte Klasse TOP erweitern:

Beispiel der Vererbungshierarchie

Alle STRUCTURAL-Classes müssen direkt oder abgeleitet die abstrakte Klasse TOP erweitern:

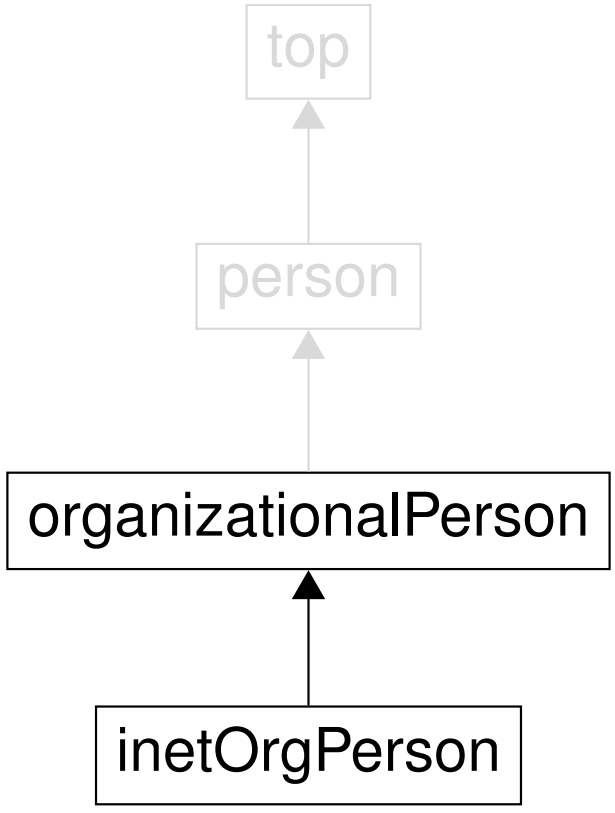
Beispiel der Vererbungshierarchie

Alle STRUCTURAL-Classes müssen direkt oder abgeleitet die abstrakte Klasse TOP erweitern:



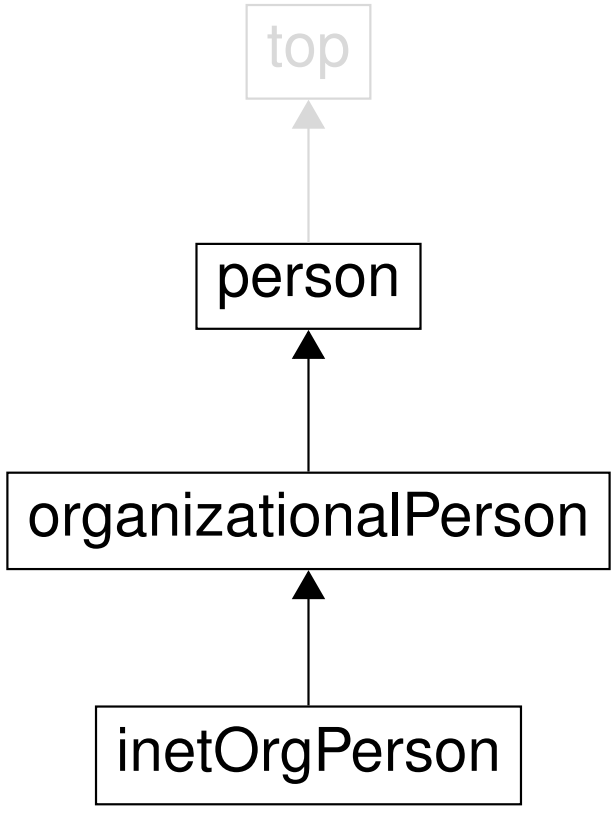
Beispiel der Vererbungshierarchie

Alle STRUCTURAL-Classes müssen direkt oder abgeleitet die abstrakte Klasse TOP erweitern:



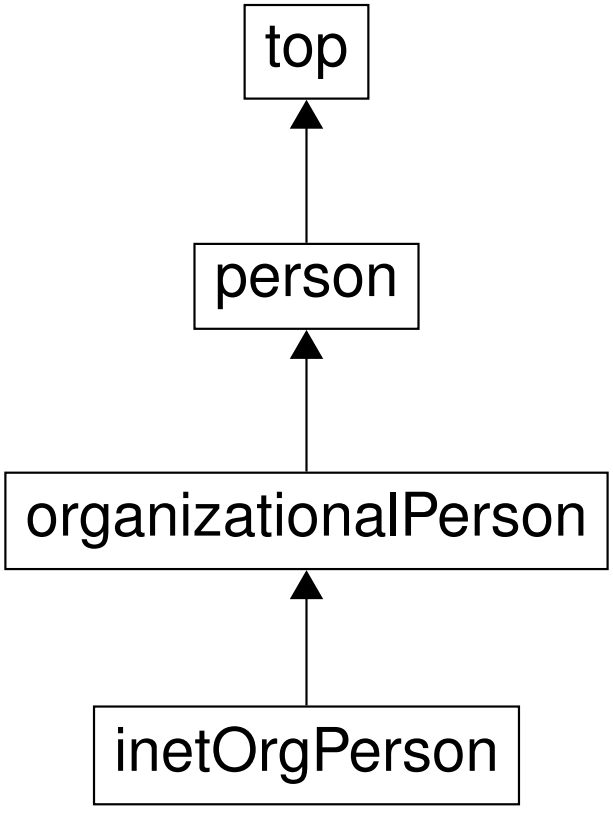
Beispiel der Vererbungshierarchie

Alle STRUCTURAL-Classes müssen direkt oder abgeleitet die abstrakte Klasse TOP erweitern:



Beispiel der Vererbungshierarchie

Alle STRUCTURAL-Classes müssen direkt oder abgeleitet die abstrakte Klasse TOP erweitern:



Attribute

- Attribute sind Name-Werte-Paare und legen die eigentlichen Daten eines Eintrags fest.
- Die Attribute (z.B. `uid, sn, uidNumber, ...`) werden mit `AttributeTypes` definiert.
- Auch bei Attributen existiert eine Vererbungshierarchie (`SUP`)

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
userPassword:: e1NIQX1HenpNM ... UE5WeGM9
```

Attribute

- Attribute sind Name-Werte-Paare und legen die eigentlichen Daten eines Eintrags fest.
- Die Attribute (z.B. `uid, sn, uidNumber, ...`) werden mit `AttributeTypes` definiert.
- Auch bei Attributen existiert eine Vererbungshierarchie (`SUP`)

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
userPassword:: e1NIQX1HenpNM ... UE5WeGM9
```

Attribute

- Attribute sind Name-Werte-Paare und legen die eigentlichen Daten eines Eintrags fest.
- Die Attribute (z.B. `uid, sn, uidNumber, ...`) werden mit `AttributeTypes` definiert.
- Auch bei Attributen existiert eine Vererbungshierarchie (`SUP`)

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
userPassword:: e1NIQX1HenpNM ... UE5WeGM9
```

Attribute

- Attribute sind Name-Werte-Paare und legen die eigentlichen Daten eines Eintrags fest.
- Die Attribute (z.B. `uid, sn, uidNumber, ...`) werden mit `AttributeTypes` definiert.
- Auch bei Attributen existiert eine Vererbungshierarchie (`SUP`)

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
userPassword:: e1NIQX1HenpNM ... UE5WeGM9
```

Attribute

- Attribute sind Name-Werte-Paare und legen die eigentlichen Daten eines Eintrags fest.
- Die Attribute (z.B. `uid, sn, uidNumber, ...`) werden mit `AttributeTypes` definiert.
- Auch bei Attributen existiert eine Vererbungshierarchie (`SUP`)

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
userPassword:: e1NIQX1HenpNM ... UE5WeGM9
```

Beispiele AttributeTypes

```
attributeType: ( 0.9.2342.19200300.100.1.1
    NAME ( 'uid' 'userid' )
    DESC 'RFC4519: user identifier'
    EQUALITY caseIgnoreMatch
    SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
    SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15256
)
```

```
attributeType: ( 1.3.6.1.1.1.1.0
    NAME 'uidNumber'
    DESC 'RFC2307: An integer uniquely identifying a user in an
       administrative domain'
    EQUALITY integerMatch
    ORDERING integerOrderingMatch
    SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.27
    SINGLE-VALUE
)
```

```
attributeType ( 2.5.4.11
    NAME ( 'ou' 'organizationalUnitName' )
    SUP name
)
```

Beispiele AttributeTypes

```
attributeType: ( 0.9.2342.19200300.100.1.1
    NAME ( 'uid' 'userid' )
    DESC 'RFC4519: user identifier'
    EQUALITY caseIgnoreMatch
    SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
    SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15256
)
```

```
attributeType: ( 1.3.6.1.1.1.1.0
    NAME 'uidNumber'
    DESC 'RFC2307: An integer uniquely identifying a user in an
       administrative domain'
    EQUALITY integerMatch
    ORDERING integerOrderingMatch
    SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.27
    SINGLE-VALUE
)
```

```
attributeType ( 2.5.4.11
    NAME ( 'ou' 'organizationalUnitName' )
    SUP name
)
```

Beispiele AttributeTypes

```
attributeType: ( 0.9.2342.19200300.100.1.1
    NAME ( 'uid' 'userid' )
    DESC 'RFC4519: user identifier'
    EQUALITY caseIgnoreMatch
    SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
    SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15256
)
```

```
attributeType: ( 1.3.6.1.1.1.1.0
    NAME 'uidNumber'
    DESC 'RFC2307: An integer uniquely identifying a user in an
       administrative domain'
    EQUALITY integerMatch
    ORDERING integerOrderingMatch
    SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.27
    SINGLE-VALUE
)
```

```
attributeType ( 2.5.4.11
    NAME ( 'ou' 'organizationalUnitName' )
    SUP name
)
```

Beispiele AttributeTypes

```
attributeType: ( 0.9.2342.19200300.100.1.1
    NAME ( 'uid' 'userid' )
    DESC 'RFC4519: user identifier'
    EQUALITY caseIgnoreMatch
    SUBSTR caseIgnoreSubstringsMatch
    SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.15256
)
```

```
attributeType: ( 1.3.6.1.1.1.1.0
    NAME 'uidNumber'
    DESC 'RFC2307: An integer uniquely identifying a user in an
       administrative domain'
    EQUALITY integerMatch
    ORDERING integerOrderingMatch
    SYNTAX 1.3.6.1.4.1.1466.115.121.1.27
    SINGLE-VALUE
)
```

```
attributeType ( 2.5.4.11
    NAME ( 'ou' 'organizationalUnitName' )
    SUP name
)
```

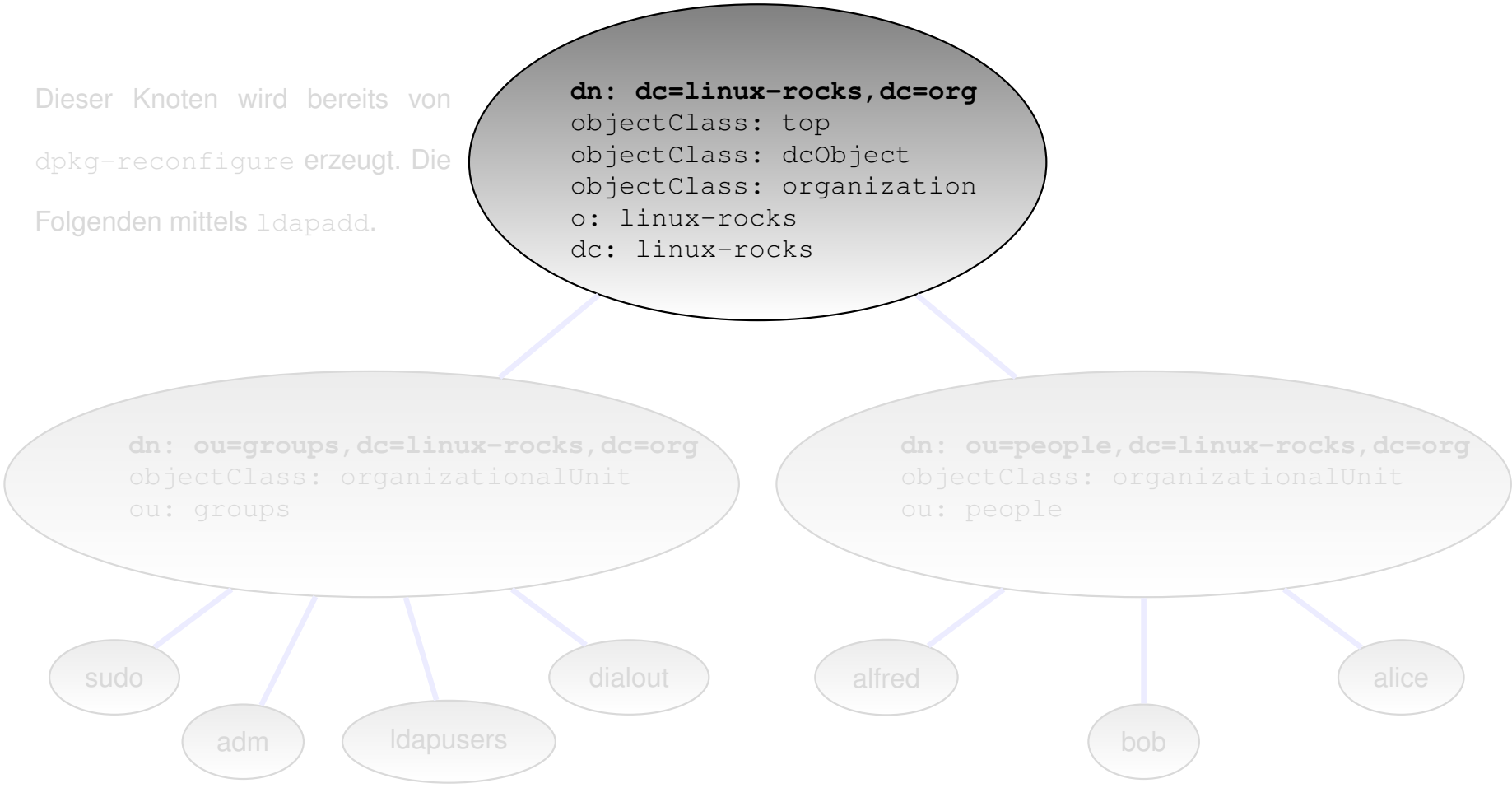
Inhalt

Beispiel für einen Directory Information Tree

Dieser Knoten wird bereits von `dpkg-reconfigure` erzeugt. Die Folgenden mittels `ldapadd`.

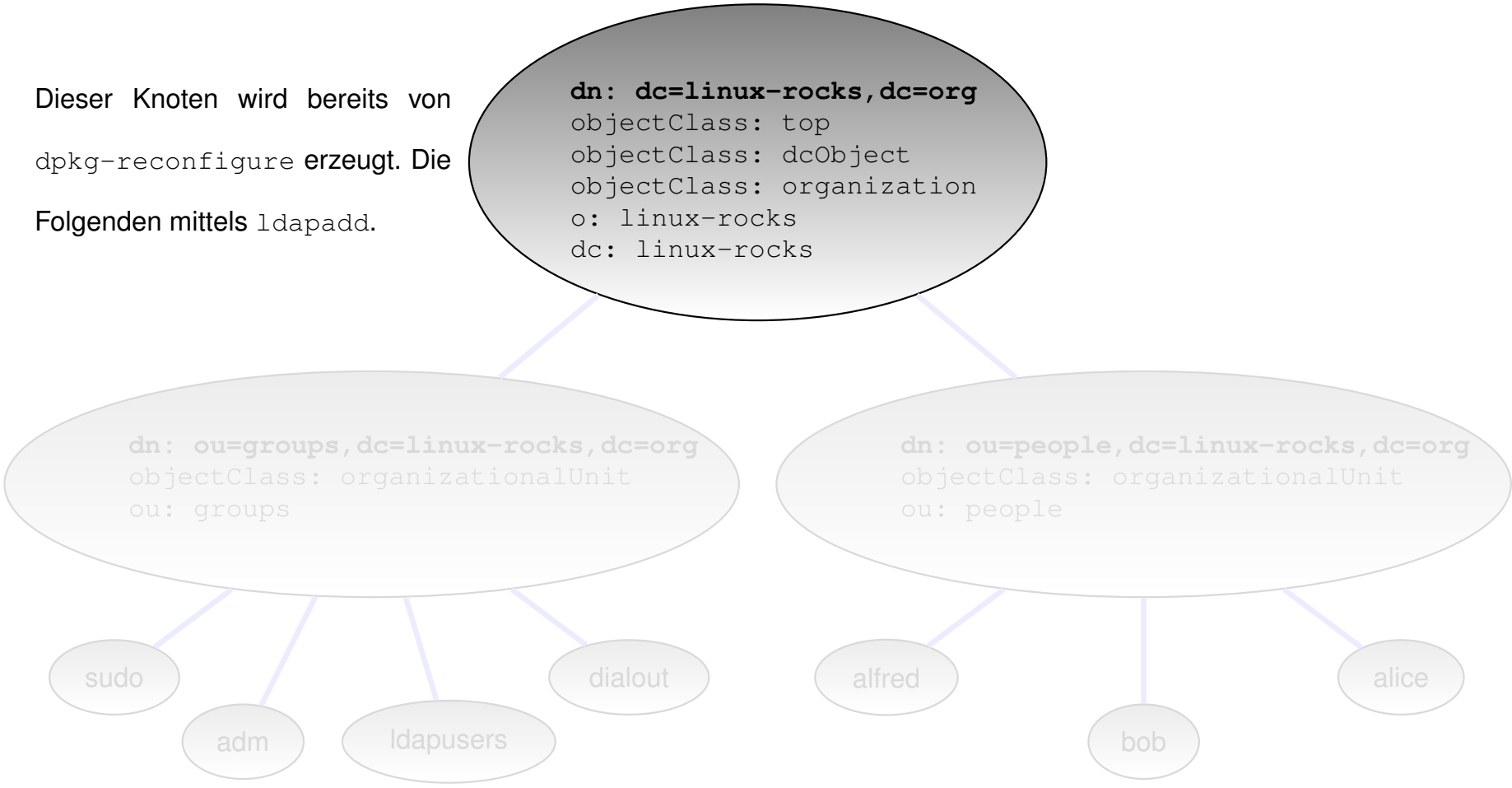
Beispiel für einen Directory Information Tree

Dieser Knoten wird bereits von `dpkg-reconfigure` erzeugt. Die Folgenden mittels `ldapadd`.



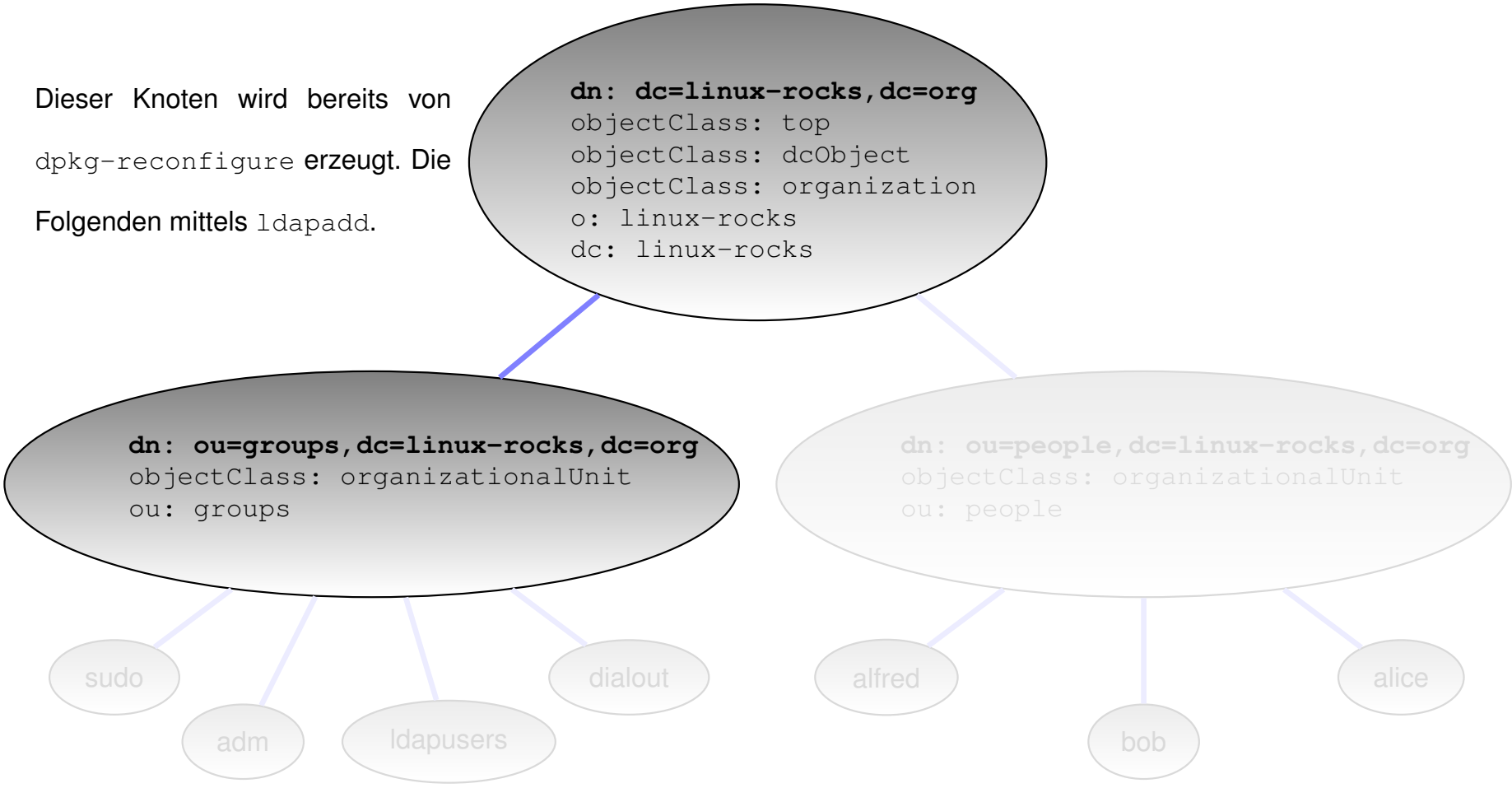
Beispiel für einen Directory Information Tree

Dieser Knoten wird bereits von `dpkg-reconfigure` erzeugt. Die Folgenden mittels `ldapadd`.



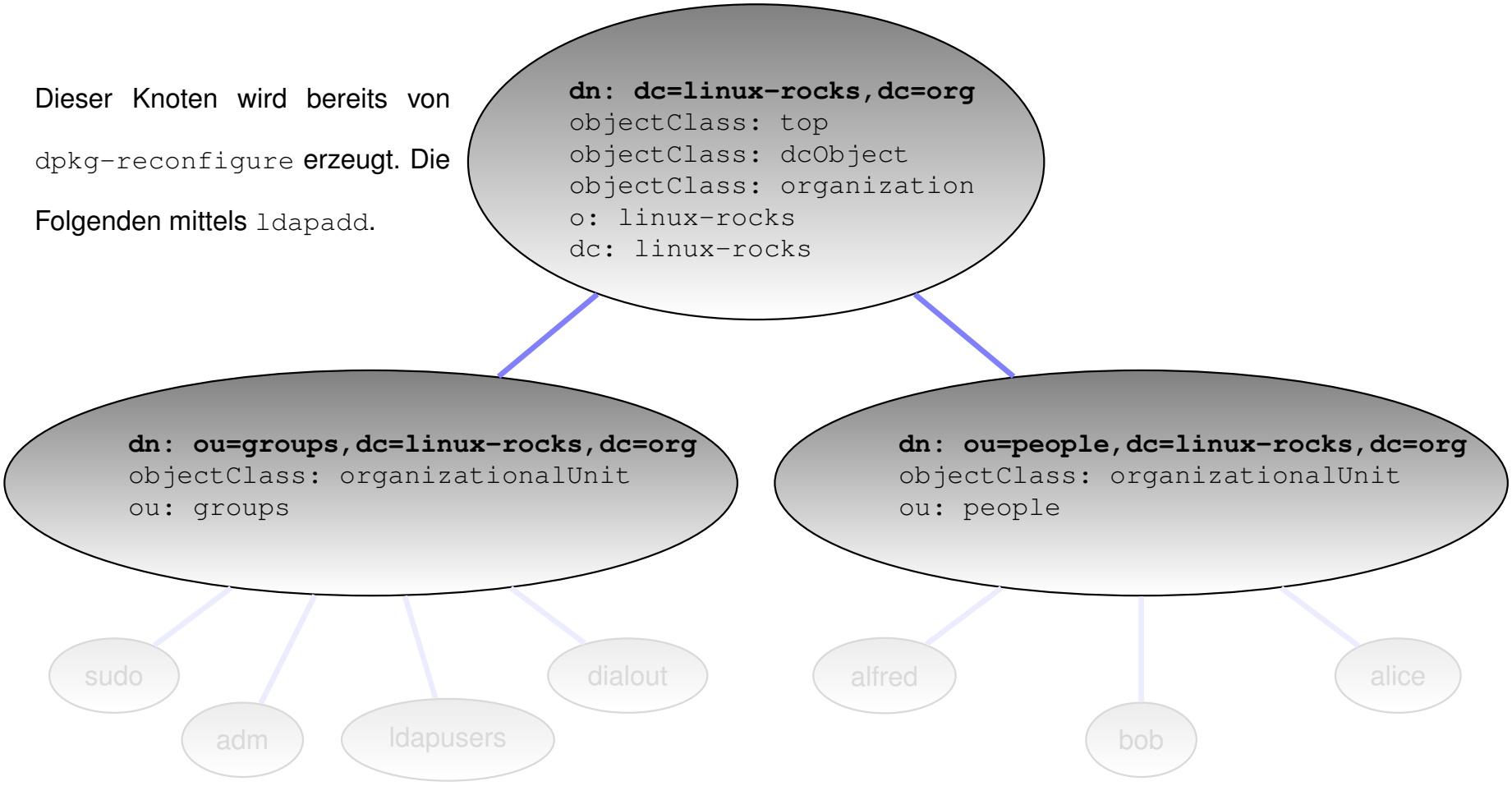
Beispiel für einen Directory Information Tree

Dieser Knoten wird bereits von `dpkg-reconfigure` erzeugt. Die Folgenden mittels `ldapadd`.



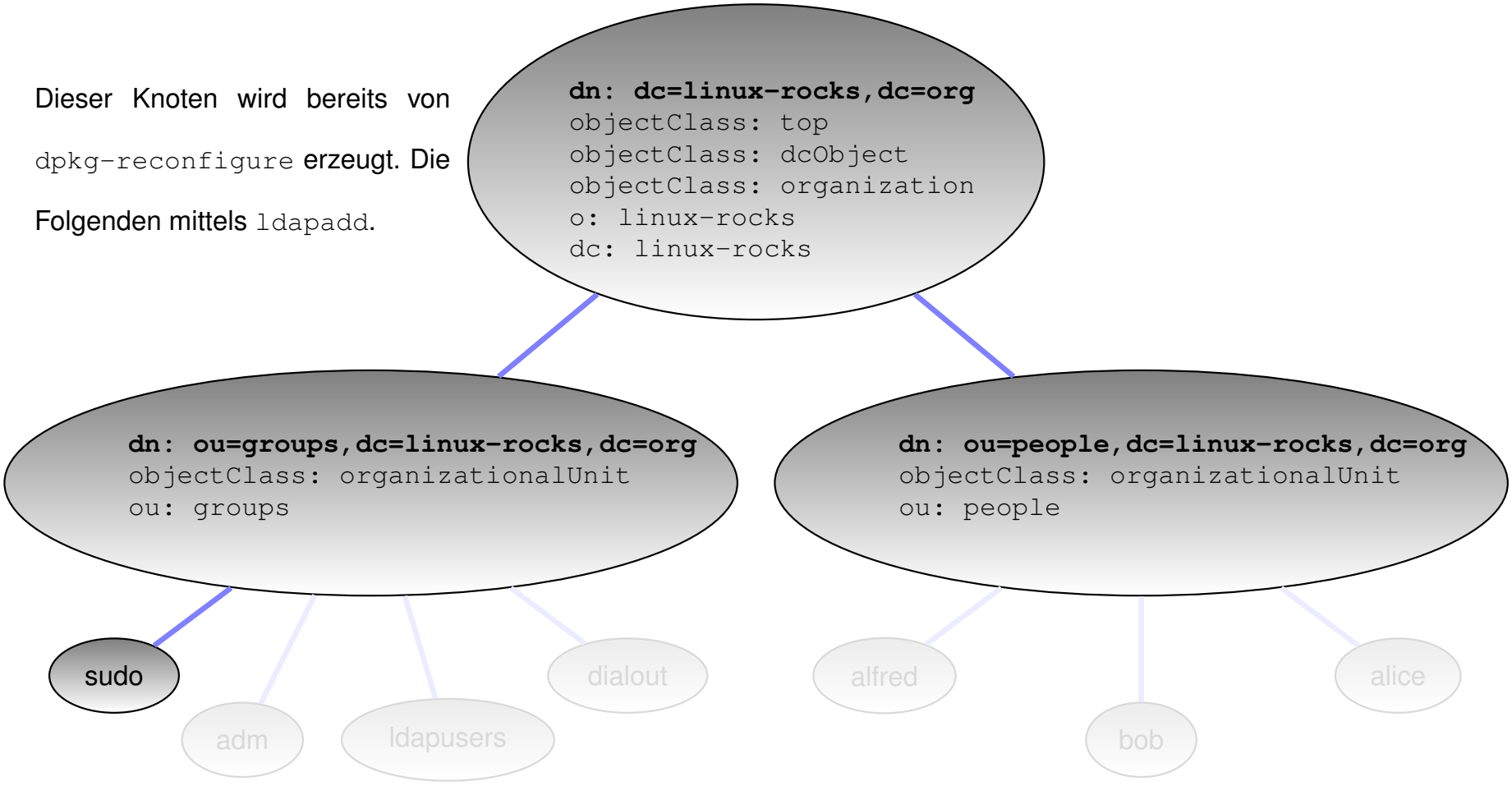
Beispiel für einen Directory Information Tree

Dieser Knoten wird bereits von `dpkg-reconfigure` erzeugt. Die Folgenden mittels `ldapadd`.



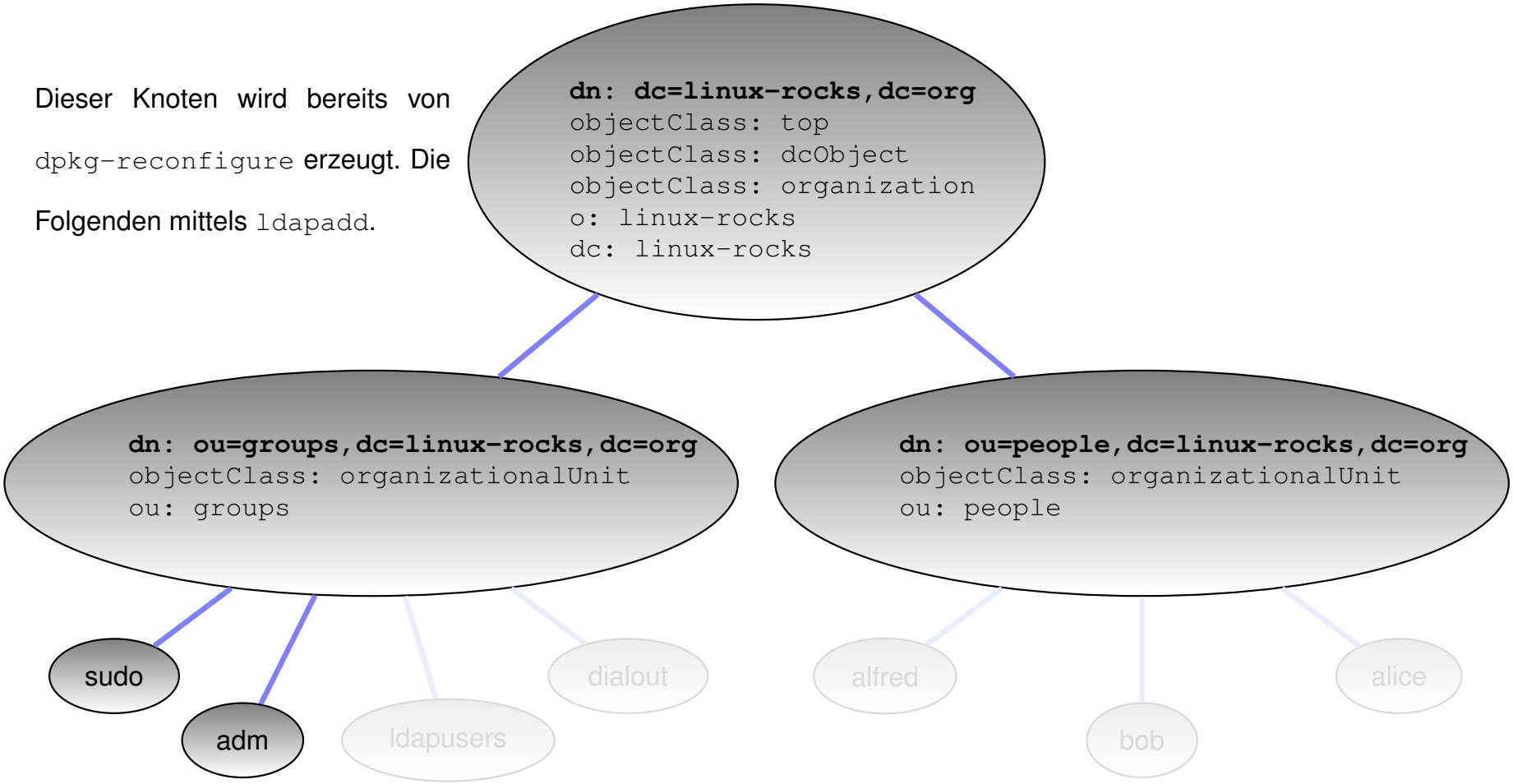
Beispiel für einen Directory Information Tree

Dieser Knoten wird bereits von `dpkg-reconfigure` erzeugt. Die Folgenden mittels `ldapadd`.



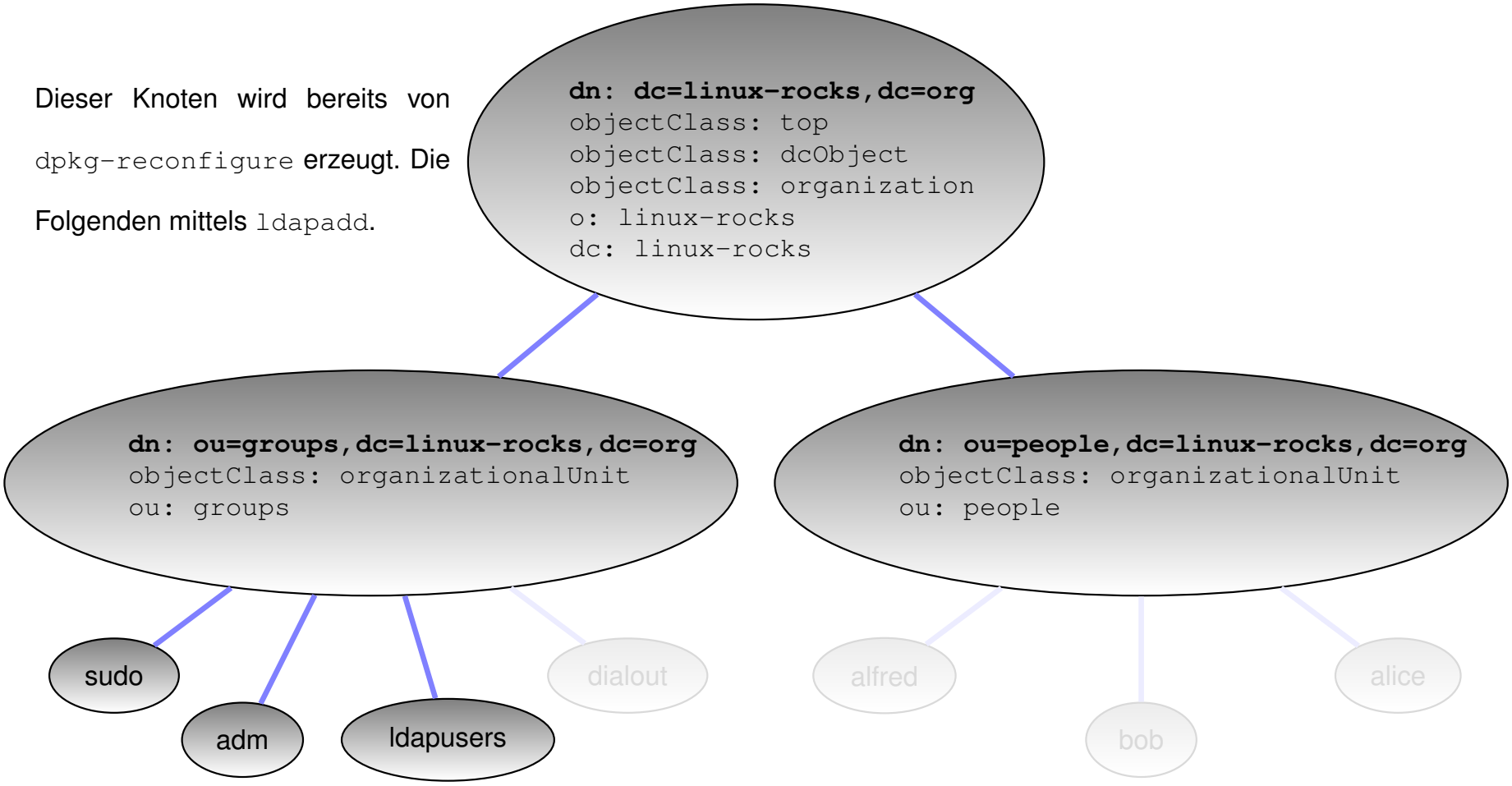
Beispiel für einen Directory Information Tree

Dieser Knoten wird bereits von `dpkg-reconfigure` erzeugt. Die Folgenden mittels `ldapadd`.



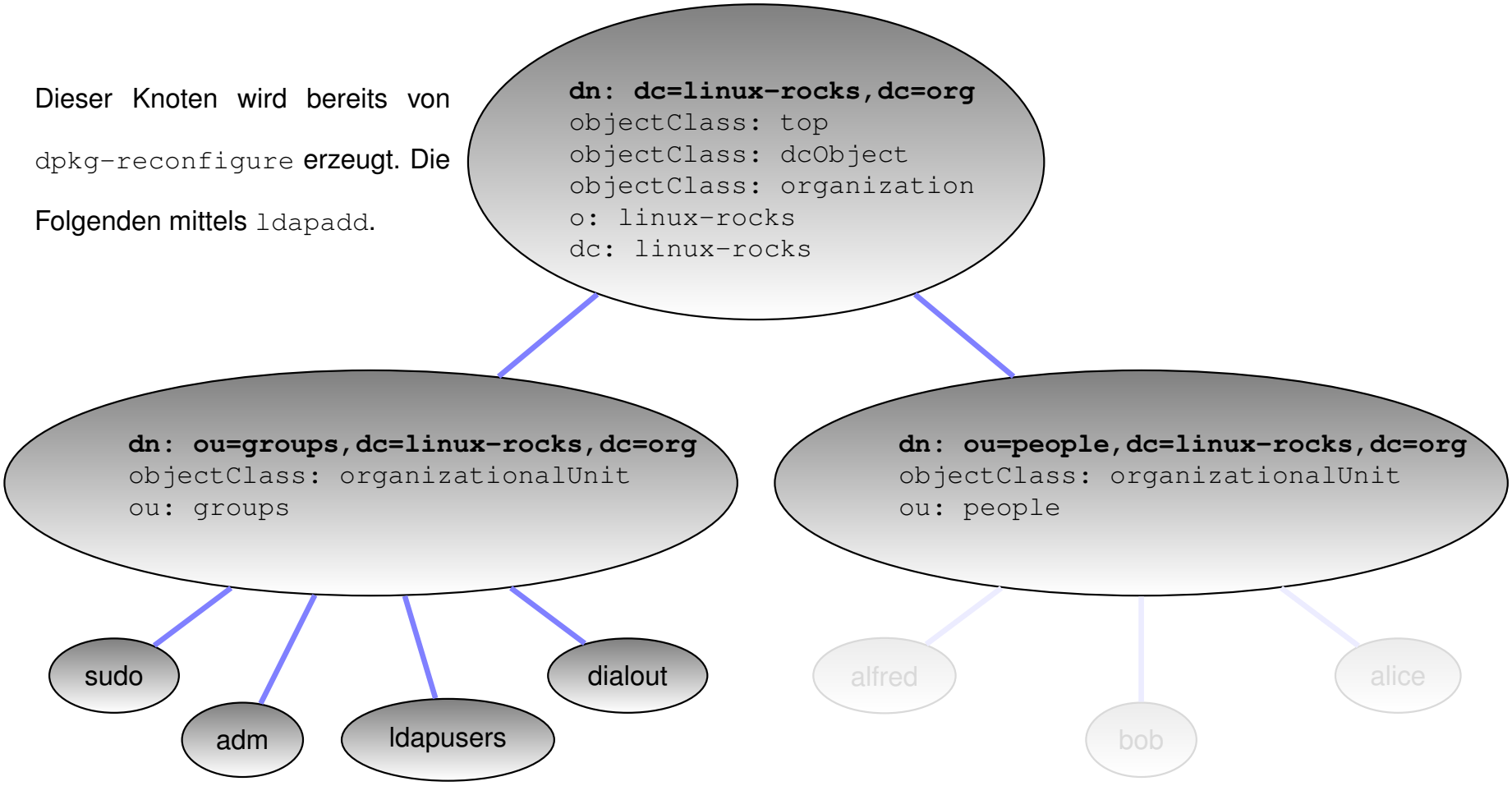
Beispiel für einen Directory Information Tree

Dieser Knoten wird bereits von `dpkg-reconfigure` erzeugt. Die Folgenden mittels `ldapadd`.



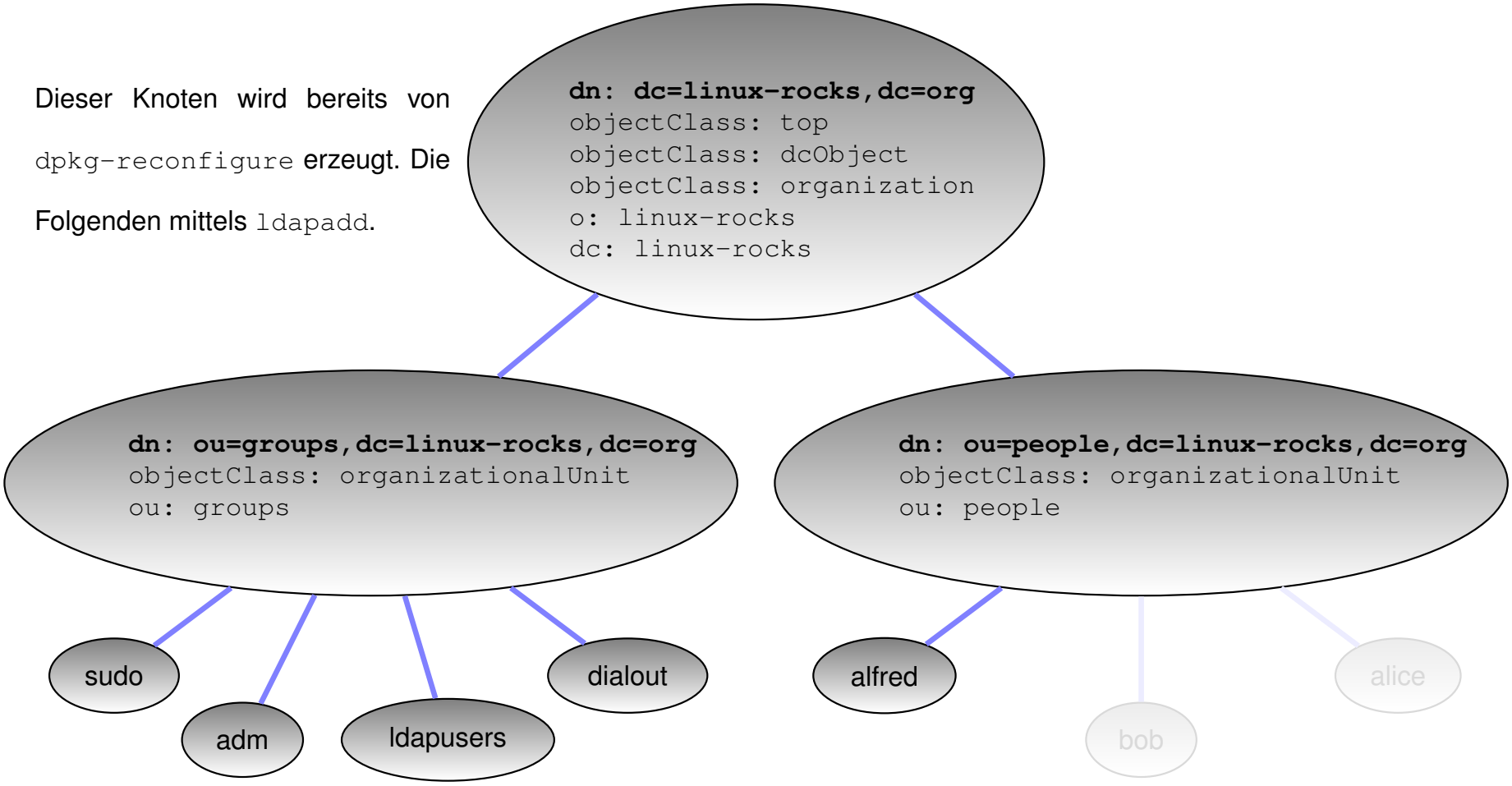
Beispiel für einen Directory Information Tree

Dieser Knoten wird bereits von `dpkg-reconfigure` erzeugt. Die Folgenden mittels `ldapadd`.



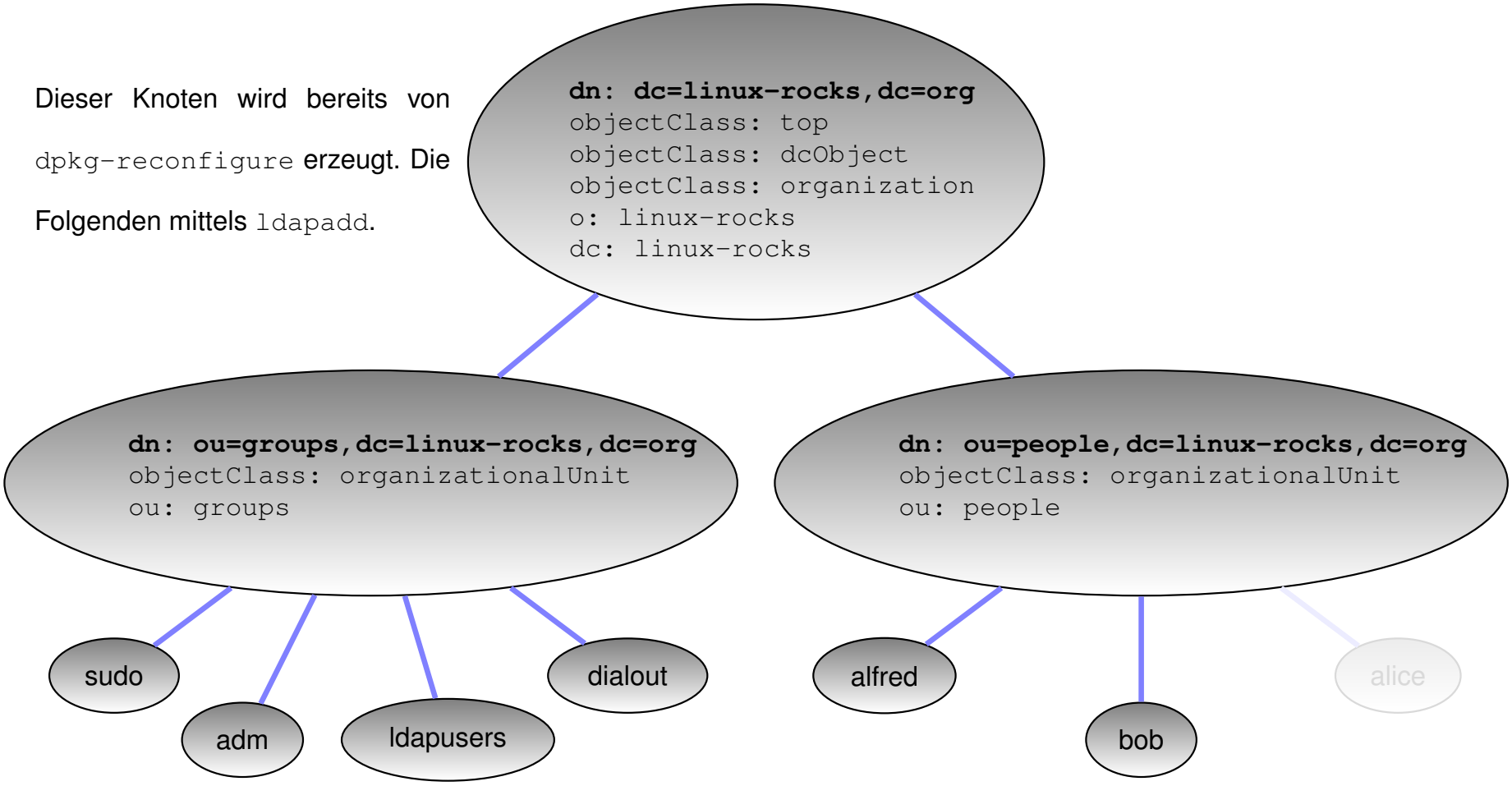
Beispiel für einen Directory Information Tree

Dieser Knoten wird bereits von `dpkg-reconfigure` erzeugt. Die Folgenden mittels `ldapadd`.



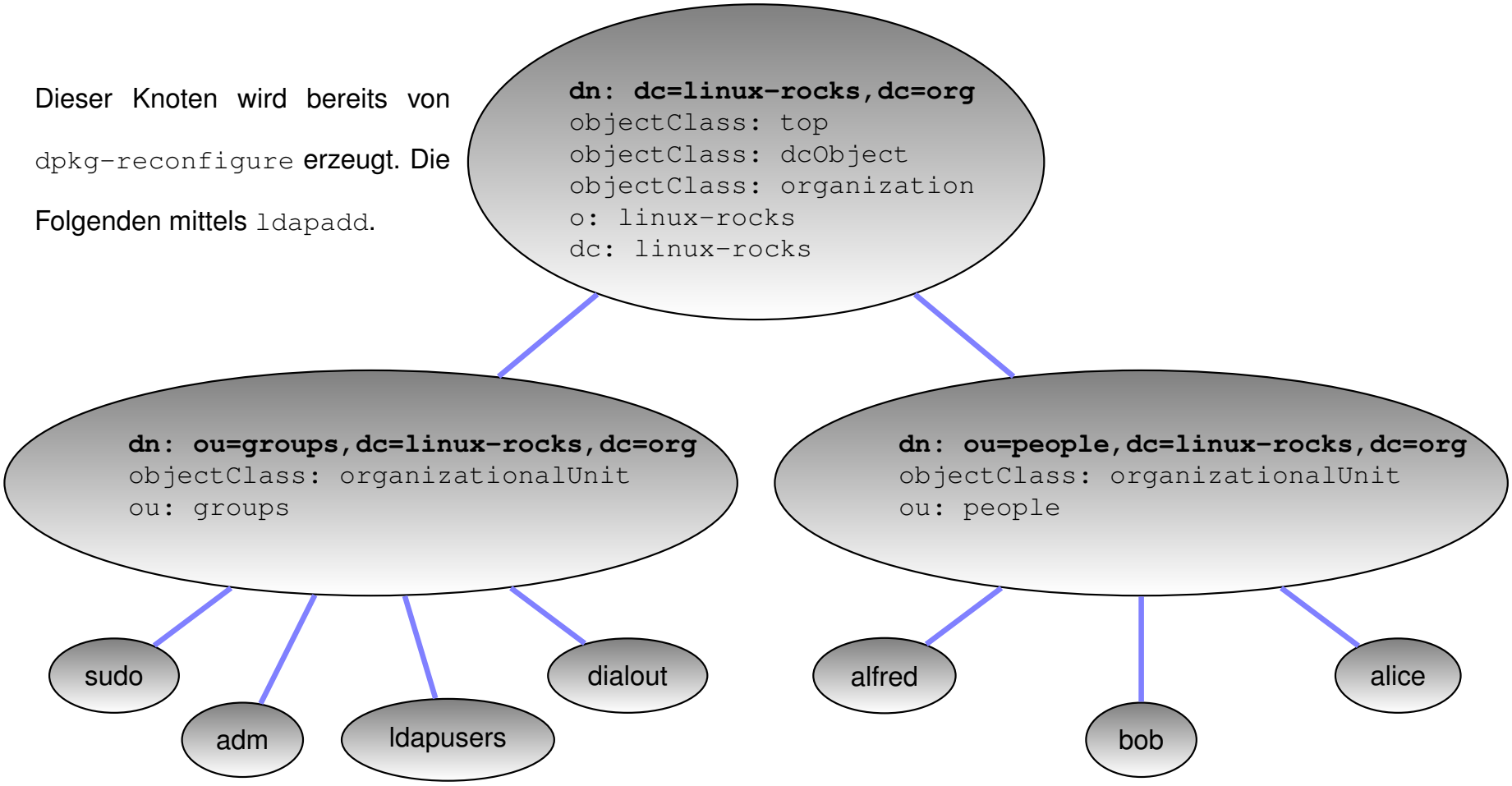
Beispiel für einen Directory Information Tree

Dieser Knoten wird bereits von `dpkg-reconfigure` erzeugt. Die Folgenden mittels `ldapadd`.



Beispiel für einen Directory Information Tree

Dieser Knoten wird bereits von `dpkg-reconfigure` erzeugt. Die Folgenden mittels `ldapadd`.



Details der Gruppen

```
dn: cn=dialout,ou=groups,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: posixGroup
cn: dialout
gidNumber: 20
memberUid: alfred
memberUid: alice
memberUid: bob
```

```
dn: cn=ldapusers,ou=groups,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: posixGroup
cn: ldapusers
gidNumber: 4000
```

Gruppen `adm` und `sudo` entsprechend.

Details der Gruppen

```
dn: cn=dialout,ou=groups,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: posixGroup
cn: dialout
gidNumber: 20
memberUid: alfred
memberUid: alice
memberUid: bob
```

```
dn: cn=ldapusers,ou=groups,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: posixGroup
cn: ldapusers
gidNumber: 4000
```

Gruppen `adm` und `sudo` entsprechend.

Details der Gruppen

```
dn: cn=dialout,ou=groups,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: posixGroup
cn: dialout
gidNumber: 20
memberUid: alfred
memberUid: alice
memberUid: bob
```

```
dn: cn=ldapusers,ou=groups,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: posixGroup
cn: ldapusers
gidNumber: 4000
```

Gruppen `adm` und `sudo` entsprechend.

Details der Gruppen

```
dn: cn=dialout,ou=groups,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: posixGroup
cn: dialout
gidNumber: 20
memberUid: alfred
memberUid: alice
memberUid: bob
```

```
dn: cn=ldapusers,ou=groups,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: posixGroup
cn: ldapusers
gidNumber: 4000
```

Gruppen `adm` und `sudo` entsprechend.

Details der Benutzer

```
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
userPassword:: e1NIQX1HenpNMmlmNHg2WmdYaWdGUERBR2IzUE5WeGM9
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
```

`bob` und `alice` entsprechend.

Details der Benutzer

```
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
userPassword:: e1NIQX1HenpNMmlmNHg2WmdYaWdGUERBR2IzUE5WeGM9
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
```

`bob` und `alice` entsprechend.

Details der Benutzer

```
dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
userPassword:: e1NIQX1HenpNMmlmNHg2WmdYaWdGUERBR2IzUE5WeGM9
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
```

`bob` und `alice` entsprechend.

Inhalt

Erzeugen des Baums und Einfügen von Daten

Um den LDAP-Baum aufzubauen, gibt es mehrere Möglichkeiten:

1. Einfügen von Einträgen direkt in die Backend-Datenbank: `slapadd, slapcat, ...`
2. Einfügen von Einträgen mit dem LDAP-Protokoll selbst: `ldapsearch, ldapadd, ldappaswd, ldapdelete, ...`
3. Mit grafischen Werkzeugen, sog. LDAP-Browsern: `Apache Direct Studio, jexplore, luma, ...`
4. Durch Einspielen eines *LDAP Data Interchange Files*

Erzeugen des Baums und Einfügen von Daten

Um den LDAP-Baum aufzubauen, gibt es mehrere Möglichkeiten:

1. Einfügen von Einträgen direkt in die Backend-Datenbank: `slapadd, slapcat, ...`
2. Einfügen von Einträgen mit dem LDAP-Protokoll selbst: `ldapsearch, ldapadd, ldappaswd, ldapdelete, ...`
3. Mit grafischen Werkzeugen, sog. LDAP-Browsern: `Apache Direct Studio, jexplore, luma, ...`
4. Durch Einspielen eines *LDAP Data Interchange Files*

Erzeugen des Baums und Einfügen von Daten

Um den LDAP-Baum aufzubauen, gibt es mehrere Möglichkeiten:

1. Einfügen von Einträgen direkt in die Backend-Datenbank: `slapadd, slapcat, ...`
2. Einfügen von Einträgen mit dem LDAP-Protokoll selbst: `ldapsearch, ldapadd, ldappaswd, ldapdelete, ...`
3. Mit grafischen Werkzeugen, sog. LDAP-Browsern: `Apache Direct Studio, jexplore, luma, ...`
4. Durch Einspielen eines *LDAP Data Interchange Files*

Erzeugen des Baums und Einfügen von Daten

Um den LDAP-Baum aufzubauen, gibt es mehrere Möglichkeiten:

1. Einfügen von Einträgen direkt in die Backend-Datenbank: `slapadd, slapcat, ...`
2. Einfügen von Einträgen mit dem LDAP-Protokoll selbst: `ldapsearch, ldapadd, ldappaswd, ldapdelete, ...`
3. Mit grafischen Werkzeugen, sog. LDAP-Browsern: `Apache Direct Studio, jexplore, luma, ...`
4. Durch Einspielen eines *LDAP Data Interchange Files*

Erzeugen des Baums und Einfügen von Daten

Um den LDAP-Baum aufzubauen, gibt es mehrere Möglichkeiten:

1. Einfügen von Einträgen direkt in die Backend-Datenbank: `slapadd, slapcat, ...`
2. Einfügen von Einträgen mit dem LDAP-Protokoll selbst: `ldapsearch, ldapadd, ldappaswd, ldapdelete, ...`
3. Mit grafischen Werkzeugen, sog. LDAP-Browsern: `Apache Direct Studio, jexplore, luma, ...`
4. Durch Einspielen eines *LDAP Data Interchange Files*

Erzeugen des Baums und Einfügen von Daten

Um den LDAP-Baum aufzubauen, gibt es mehrere Möglichkeiten:

1. Einfügen von Einträgen direkt in die Backend-Datenbank: `slapadd, slapcat, ...`
2. Einfügen von Einträgen mit dem LDAP-Protokoll selbst: `ldapsearch, ldapadd, ldappaswd, ldapdelete, ...`
3. Mit grafischen Werkzeugen, sog. LDAP-Browsern: `Apache Direct Studio, jexplore, luma, ...`
4. Durch Einspielen eines *LDAP Data Interchange Files*

LDAP Data Interchange Files

- reine Textdateien, bilden DIT ab
- DIT-Einträge durch Leerzeilen trennen
- Line-Continuation: Leerzeichen am Zeilenanfang der umgebrochenen Zeile. Escape-Character sind unnötig

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=lin
 ux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
userPassword: {SHA}GzzM2if4x6ZgXigFPDAGb3PNVxc=
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
```

LDAP Data Interchange Files

- reine Textdateien, bilden DIT ab
- DIT-Einträge durch Leerzeilen trennen
- Line-Continuation: Leerzeichen am Zeilenanfang der umgebrochenen Zeile. Escape-Character sind unnötig

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=lin
 ux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
userPassword: {SHA}GzzM2if4x6ZgXigFPDAGb3PNVxc=
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
```

LDAP Data Interchange Files

- reine Textdateien, bilden DIT ab
- DIT-Einträge durch Leerzeilen trennen
- Line-Continuation: Leerzeichen am Zeilenanfang der umgebrochenen Zeile. Escape-Character sind unnötig

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=lin
 ux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
userPassword: {SHA}GzzM2if4x6ZgXigFPDAGb3PNVxc=
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
```

LDAP Data Interchange Files

- reine Textdateien, bilden DIT ab
- DIT-Einträge durch Leerzeilen trennen
- Line-Continuation: Leerzeichen am Zeilenanfang der umgebrochenen Zeile. Escape-Character sind unnötig

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=lin
 ux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
userPassword: {SHA}GzzM2if4x6ZgXigFPDAGb3PNVxc=
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
```

LDAP Data Interchange Files

- reine Textdateien, bilden DIT ab
- DIT-Einträge durch Leerzeilen trennen
- Line-Continuation: Leerzeichen am Zeilenanfang der umgebrochenen Zeile. Escape-Character sind unnötig

```
# alfred, people, linux-rocks.org
dn: uid=alfred,ou=people,dc=lin
 ux-rocks,dc=org
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
objectClass: shadowAccount
uid: alfred
sn: e.neumann
givenName: alfred
cn: alfred
uidNumber: 4000
gidNumber: 4000
userPassword: {SHA}GzzM2if4x6ZgXigFPDAGb3PNVxc=
loginShell: /bin/bash
homeDirectory: /home/alfred
```

Inhalt

Praxis: PAM-login auf RaspberryPI mit slapd

- LDAP-Praxis: Benutzer auf einem RaspberryPi (oder Notebook) in einem openLDAP-Verzeichnis anlegen
- raspbian mit dd auf micro-sd kopieren, einstecken, PI booten, mit dhcp-Server verbinden
- auf raspies per ssh anmelden. Passwort der raspies: ljwml!

```
ping ff02::1%enp3s0
ssh pi@fe80::8196:18e9:c122:fbbb%enp3s0  #durchsichtiges gehaeuse
ssh pi@fe80::f584:7d29:356f:ac78%enp3s0  #pi400
ssh pi@fe80::e576:b770:e9cd:e3ee%enp3s0  #joy-it gehaeuse
ssh pi@fe80::c46a:62d1:f743:58dc%enp3s0  #ohne gehaeuse PI 3
#ohne gehaeuse PI 2
```

Praxis: PAM-login auf RaspberryPI mit slapd

- LDAP-Praxis: Benutzer auf einem RaspberryPi (oder Notebook) in einem openLDAP-Verzeichnis anlegen
- raspbian mit dd auf micro-sd kopieren, einstecken, PI booten, mit dhcp-Server verbinden
- auf raspies per ssh anmelden. Passwort der raspies: ljwml!

```
ping ff02::1%enp3s0
ssh pi@fe80::8196:18e9:c122:fbbb%enp3s0  #durchsichtiges gehaeuse
ssh pi@fe80::f584:7d29:356f:ac78%enp3s0  #pi400
ssh pi@fe80::e576:b770:e9cd:e3ee%enp3s0  #joy-it gehaeuse
ssh pi@fe80::c46a:62d1:f743:58dc%enp3s0  #ohne gehaeuse PI 3
#ohne gehaeuse PI 2
```

Praxis: PAM-login auf RaspberryPI mit slapd

- LDAP-Praxis: Benutzer auf einem RaspberryPi (oder Notebook) in einem openLDAP-Verzeichnis anlegen
- raspbian mit dd auf micro-sd kopieren, einstecken, PI booten, mit dhcp-Server verbinden
- auf raspies per ssh anmelden. Passwort der raspies: ljwml!

```
ping ff02::1%enp3s0
ssh pi@fe80::8196:18e9:c122:fbbb%enp3s0  #durchsichtiges gehaeuse
ssh pi@fe80::f584:7d29:356f:ac78%enp3s0  #pi400
ssh pi@fe80::e576:b770:e9cd:e3ee%enp3s0  #joy-it gehaeuse
ssh pi@fe80::c46a:62d1:f743:58dc%enp3s0  #ohne gehaeuse PI 3
#ohne gehaeuse PI 2
```

Praxis: PAM-login auf RaspberryPI mit slapd

- LDAP-Praxis: Benutzer auf einem RaspberryPi (oder Notebook) in einem openLDAP-Verzeichnis anlegen
- raspbian mit dd auf micro-sd kopieren, einstecken, PI booten, mit dhcp-Server verbinden
- auf raspies per ssh anmelden. Passwort der raspies: ljwml!

```
ping ff02::1%enp3s0
ssh pi@fe80::8196:18e9:c122:fbbb%enp3s0  #durchsichtiges gehaeuse
ssh pi@fe80::f584:7d29:356f:ac78%enp3s0  #pi400
ssh pi@fe80::e576:b770:e9cd:e3ee%enp3s0  #joy-it gehaeuse
ssh pi@fe80::c46a:62d1:f743:58dc%enp3s0  #ohne gehaeuse PI 3
#ohne gehaeuse PI 2
```

openLDAP

1. warum OpenLDAP?
   - frei, quelloffen
   - Standard unter Linux, BSD und OSX-Server
   - Direkter Ableger der ersten LDAP-Implementierung der Univ. of Michigan.
   - unzählige Programmierschnittstellen (JAVA, Python, Perl, ...)
   - Anbindung an viele Dienste möglich (out-of-the-box)
2. Installieren: slapd = Standalone LDAP Demon, ldap-Hilfprogramme:

```
aptitude install slapd ldap-utils
```

3. Alles Weitere: ReadTheFine-HowTo: https://dt.wara.de/fobiLdap/ldapAuthPI-howto.txt

openLDAP

1. warum OpenLDAP?
   - frei, quelloffen
   - Standard unter Linux, BSD und OSX-Server
   - Direkter Ableger der ersten LDAP-Implementierung der Univ. of Michigan.
   - unzählige Programmierschnittstellen (JAVA, Python, Perl, ...)
   - Anbindung an viele Dienste möglich (out-of-the-box)
2. Installieren: slapd = Standalone LDAP Demon, ldap-Hilfprogramme:

```
aptitude install slapd ldap-utils
```

3. Alles Weitere: ReadTheFine-HowTo: https://dt.wara.de/fobiLdap/ldapAuthPI-howto.txt

openLDAP

1. warum OpenLDAP?
   - frei, quelloffen
   - Standard unter Linux, BSD und OSX-Server
   - Direkter Ableger der ersten LDAP-Implementierung der Univ. of Michigan.
   - unzählige Programmierschnittstellen (JAVA, Python, Perl, ...)
   - Anbindung an viele Dienste möglich (out-of-the-box)
2. Installieren: slapd = Standalone LDAP Demon, ldap-Hilfprogramme:

```
aptitude install slapd ldap-utils
```

3. Alles Weitere: ReadTheFine-HowTo: https://dt.wara.de/fobiLdap/ldapAuthPI-howto.txt

openLDAP

1. warum OpenLDAP?
   - frei, quelloffen
   - Standard unter Linux, BSD und OSX-Server
   - Direkter Ableger der ersten LDAP-Implementierung der Univ. of Michigan.
   - unzählige Programmierschnittstellen (JAVA, Python, Perl, ...)
   - Anbindung an viele Dienste möglich (out-of-the-box)
2. Installieren: slapd = Standalone LDAP Demon, ldap-Hilfprogramme:

```
aptitude install slapd ldap-utils
```

3. Alles Weitere: ReadTheFine-HowTo: https://dt.wara.de/fobiLdap/ldapAuthPI-howto.txt

openLDAP

1. warum OpenLDAP?
   - frei, quelloffen
   - Standard unter Linux, BSD und OSX-Server
   - Direkter Ableger der ersten LDAP-Implementierung der Univ. of Michigan.
   - unzählige Programmierschnittstellen (JAVA, Python, Perl, ...)
   - Anbindung an viele Dienste möglich (out-of-the-box)
2. Installieren: slapd = Standalone LDAP Demon, ldap-Hilfprogramme:

```
aptitude install slapd ldap-utils
```

3. Alles Weitere: ReadTheFine-HowTo: https://dt.wara.de/fobiLdap/ldapAuthPI-howto.txt

openLDAP

1. warum OpenLDAP?
   - frei, quelloffen
   - Standard unter Linux, BSD und OSX-Server
   - Direkter Ableger der ersten LDAP-Implementierung der Univ. of Michigan.
   - unzählige Programmierschnittstellen (JAVA, Python, Perl, ...)
   - Anbindung an viele Dienste möglich (out-of-the-box)
2. Installieren: slapd = Standalone LDAP Demon, ldap-Hilfprogramme:

```
aptitude install slapd ldap-utils
```

3. Alles Weitere: ReadTheFine-HowTo: https://dt.wara.de/fobiLdap/ldapAuthPI-howto.txt

openLDAP

1. warum OpenLDAP?
   - frei, quelloffen
   - Standard unter Linux, BSD und OSX-Server
   - Direkter Ableger der ersten LDAP-Implementierung der Univ. of Michigan.
   - unzählige Programmierschnittstellen (JAVA, Python, Perl, ...)
   - Anbindung an viele Dienste möglich (out-of-the-box)
2. Installieren: slapd = Standalone LDAP Demon, ldap-Hilfprogramme:

```
aptitude install slapd ldap-utils
```

3. Alles Weitere: ReadTheFine-HowTo: https://dt.wara.de/fobiLdap/ldapAuthPI-howto.txt

openLDAP

1. warum OpenLDAP?
   - frei, quelloffen
   - Standard unter Linux, BSD und OSX-Server
   - Direkter Ableger der ersten LDAP-Implementierung der Univ. of Michigan.
   - unzählige Programmierschnittstellen (JAVA, Python, Perl, ...)
   - Anbindung an viele Dienste möglich (out-of-the-box)
2. Installieren: slapd = Standalone LDAP Demon, ldap-Hilfprogramme:

```
aptitude install slapd ldap-utils
```

3. Alles Weitere: ReadTheFine-HowTo: https://dt.wara.de/fobiLdap/ldapAuthPI-howto.txt

openLDAP

1. warum OpenLDAP?
   - frei, quelloffen
   - Standard unter Linux, BSD und OSX-Server
   - Direkter Ableger der ersten LDAP-Implementierung der Univ. of Michigan.
   - unzählige Programmierschnittstellen (JAVA, Python, Perl, ...)
   - Anbindung an viele Dienste möglich (out-of-the-box)
2. Installieren: slapd = Standalone LDAP Demon, ldap-Hilfprogramme:

```
aptitude install slapd ldap-utils
```

3. Alles Weitere: ReadTheFine-HowTo: https://dt.wara.de/fobiLdap/ldapAuthPI-howto.txt

Hinweise

- DIT ausgeben lassen:

```
ldapsearch -D "cn=admin,dc=linux-rocks,\
dc=org" -b "dc=linux-rocks,dc=org" -w ljwml!
```

- ldif-Datei einspielen:

```
ldapadd -x -D "cn=admin,dc=linux-rocks,\
dc=org" -w ljwml! -f irgendwas.ldif
```

- Mit folgendem Kommando kann man wieder komplett von vorne starten:

```
dpkg-reconfigure slapd
```

Details: RTFHowTo

Hinweise

- DIT ausgeben lassen:

```
ldapsearch -D "cn=admin,dc=linux-rocks,\
dc=org" -b "dc=linux-rocks,dc=org" -w ljwml!
```

- ldif-Datei einspielen:

```
ldapadd -x -D "cn=admin,dc=linux-rocks,\
dc=org" -w ljwml! -f irgendwas.ldif
```

- Mit folgendem Kommando kann man wieder komplett von vorne starten:

```
dpkg-reconfigure slapd
```

Details: RTFHowTo

Hinweise

- DIT ausgeben lassen:

```
ldapsearch -D "cn=admin,dc=linux-rocks,\
dc=org" -b "dc=linux-rocks,dc=org" -w ljwml!
```

- ldif-Datei einspielen:

```
ldapadd -x -D "cn=admin,dc=linux-rocks,\
dc=org" -w ljwml! -f irgendwas.ldif
```

- Mit folgendem Kommando kann man wieder komplett von vorne starten:

```
dpkg-reconfigure slapd
```

Details: RTFHowTo

Hinweise

- DIT ausgeben lassen:

```
ldapsearch -D "cn=admin,dc=linux-rocks,\
dc=org" -b "dc=linux-rocks,dc=org" -w ljwml!
```

- ldif-Datei einspielen:

```
ldapadd -x -D "cn=admin,dc=linux-rocks,\
dc=org" -w ljwml! -f irgendwas.ldif
```

- Mit folgendem Kommando kann man wieder komplett von vorne starten:

```
dpkg-reconfigure slapd
```

Details: RTFHowTo

Hinweise

- DIT ausgeben lassen:

```
ldapsearch -D "cn=admin,dc=linux-rocks,\
dc=org" -b "dc=linux-rocks,dc=org" -w ljwml!
```

- ldif-Datei einspielen:

```
ldapadd -x -D "cn=admin,dc=linux-rocks,\
dc=org" -w ljwml! -f irgendwas.ldif
```

- Mit folgendem Kommando kann man wieder komplett von vorne starten:

```
dpkg-reconfigure slapd
```

Details: RTFHowTo

Optionen von ldapsearch / ldapadd

Optionen -b, -D, -f, -W, -x

-b Nur bei `ldapsearch`; gibt die *search-base* an, also den Knoten, ab dem der DIT ausgegeben wird.

-D Distinguished Name (=abs. Pfad) desjenigen, der sich mit dem Verzeichnis verbindet (*bind*). Muss ggfs. authorisiert sein. Aka: *bindUser*

-f **F**ile.

-W Passwort über Eingabeaufforderung einlesen. Alternative: mit Option -w direkt mitgeben.

-x einfache Authorisierung anstelle von SASL verwenden

Optionen von ldapsearch / ldapadd

Optionen -b, -D, -f, -W, -x

-b Nur bei `ldapsearch`; gibt die *search-base* an, also den Knoten, ab dem der DIT ausgegeben wird.

-D Distinguished Name (=abs. Pfad) desjenigen, der sich mit dem Verzeichnis verbindet (*bind*). Muss ggfs. authorisiert sein. Aka: *bindUser*

-f **F**ile.

-W Passwort über Eingabeaufforderung einlesen. Alternative: mit Option -w direkt mitgeben.

-x einfache Authorisierung anstelle von SASL verwenden

Optionen von ldapsearch / ldapadd

Optionen -b, -D, -f, -W, -x

-b Nur bei `ldapsearch`; gibt die *search-base* an, also den Knoten, ab dem der DIT ausgegeben wird.

-D Distinguished Name (=abs. Pfad) desjenigen, der sich mit dem Verzeichnis verbindet (*bind*). Muss ggfs. authorisiert sein. Aka: *bindUser*

-f **F**ile.

-W Passwort über Eingabeaufforderung einlesen. Alternative: mit Option -w direkt mitgeben.

-x einfache Authorisierung anstelle von SASL verwenden

Inhalt

LDAP-Filtersyntax

- LDAP-Filter bestehen aus Boole'schen Ausdrücken der Form

```
          Attribut Operator Wert
mit den Operatoren:  =   ~=   <   <=   >   >=
```

- Grössenvergleich nur bei Attributen mit `ORDERING`-Matching-Rule möglich.
- Substring-Matching mit `*`.
- Verkettung der Filter mit UND (&) ODER (|) NICHT (!) in *Polnischer Notation* (& (cn=a)(sn=b))
- Viele runde Klammern setzen!

```
ldapsearch -D "cn=admin,dc=linux-rocks,dc=org" \
   -b "dc=linux-rocks,dc=org" -w ljwml! \
   '(|(sn=imwunderland)(&(sn=bau*)(uid=bob)))'
```

LDAP-Filtersyntax

- LDAP-Filter bestehen aus Boole'schen Ausdrücken der Form

```
                Attribut Operator Wert
mit den Operatoren:  =    ~=    <    <=    >    >=
```

- Grössenvergleich nur bei Attributen mit `ORDERING`-Matching-Rule möglich.
- Substring-Matching mit `*`.
- Verkettung der Filter mit UND (&) ODER (|) NICHT (!) in *Polnischer Notation* (& (cn=a)(sn=b))
- Viele runde Klammern setzen!

```
ldapsearch -D "cn=admin,dc=linux-rocks,dc=org" \
   -b "dc=linux-rocks,dc=org" -w ljwml! \
   '(|(sn=imwunderland)(&(sn=bau*)(uid=bob)))'
```

LDAP-Filtersyntax

- LDAP-Filter bestehen aus Boole'schen Ausdrücken der Form

```
            Attribut Operator Wert
mit den Operatoren:  =   ~=   <   <=   >   >=
```

- Grössenvergleich nur bei Attributen mit `ORDERING`-Matching-Rule möglich.
- Substring-Matching mit `*`.
- Verkettung der Filter mit UND (&) ODER (|) NICHT (!) in *Polnischer Notation* (& (cn=a)(sn=b))
- Viele runde Klammern setzen!

```
ldapsearch -D "cn=admin,dc=linux-rocks,dc=org" \
   -b "dc=linux-rocks,dc=org" -w ljwml! \
   '(|(sn=imwunderland)(&(sn=bau*)(uid=bob)))'
```

LDAP-Filtersyntax

- LDAP-Filter bestehen aus Boole'schen Ausdrücken der Form

```
            Attribut Operator Wert
mit den Operatoren:  =   ~=   <   <=   >   >=
```

- Grössenvergleich nur bei Attributen mit `ORDERING`-Matching-Rule möglich.
- Substring-Matching mit `*`.
- Verkettung der Filter mit UND (&) ODER (|) NICHT (!) in *Polnischer Notation* (& (cn=a)(sn=b))
- Viele runde Klammern setzen!

```
ldapsearch -D "cn=admin,dc=linux-rocks,dc=org" \
   -b "dc=linux-rocks,dc=org" -w ljwml! \
   '(|(sn=imwunderland)(&(sn=bau*)(uid=bob)))'
```

LDAP-Filtersyntax

- LDAP-Filter bestehen aus Boole'schen Ausdrücken der Form

```
            Attribut Operator Wert
mit den Operatoren:  =   ~=   <   <=   >   >=
```

- Grössenvergleich nur bei Attributen mit `ORDERING`-Matching-Rule möglich.
- Substring-Matching mit `*`.
- Verkettung der Filter mit UND (&) ODER (|) NICHT (!) in *Polnischer Notation* (& (cn=a)(sn=b))
- Viele runde Klammern setzen!

```
ldapsearch -D "cn=admin,dc=linux-rocks,dc=org" \
   -b "dc=linux-rocks,dc=org" -w ljwml! \
   '(|(sn=imwunderland)(&(sn=bau*)(uid=bob)))'
```

LDAP-Filtersyntax

- LDAP-Filter bestehen aus Boole'schen Ausdrücken der Form

```
            Attribut Operator Wert
mit den Operatoren:  =   ~=   <   <=   >   >=
```

- Grössenvergleich nur bei Attributen mit `ORDERING`-Matching-Rule möglich.
- Substring-Matching mit `*`.
- Verkettung der Filter mit UND (&) ODER (|) NICHT (!) in *Polnischer Notation* (& (cn=a)(sn=b))
- Viele runde Klammern setzen!

```
ldapsearch -D "cn=admin,dc=linux-rocks,dc=org" \
   -b "dc=linux-rocks,dc=org" -w ljwml! \
   '(|(sn=imwunderland)(&(sn=bau*)(uid=bob)))'
```

Inhalt

Grundkonfiguration des Servers anzeigen lassen

Mit folgender Kommandozeile kann man sich die komplette *slapd* Grundkonfiguration einschliesslich aller geladener Schemata ansehen:

```
ldapsearch -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -b "cn=config" |less
```

- Das Kommando setzt root-Rechte voraus (uid=0), sonst bekommt man nicht viel zu sehen. Der Benutzer mit der uid=0 (root) hat alle Rechte.
- verantwortlich dafür ist das Attribut **olcAccess**

Grundkonfiguration des Servers anzeigen lassen

Mit folgender Kommandozeile kann man sich die komplette *slapd* Grundkonfiguration einschliesslich aller geladener Schemata ansehen:

```
ldapsearch -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -b "cn=config" |less
```

- Das Kommando setzt root-Rechte voraus (uid=0), sonst bekommt man nicht viel zu sehen. Der Benutzer mit der uid=0 (root) hat alle Rechte.
- verantwortlich dafür ist das Attribut **olcAccess**

Grundkonfiguration des Servers anzeigen lassen

Mit folgender Kommandozeile kann man sich die komplette *slapd* Grundkonfiguration einschliesslich aller geladener Schemata ansehen:

```
ldapsearch -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -b "cn=config" |less
```

- Das Kommando setzt root-Rechte voraus (uid=0), sonst bekommt man nicht viel zu sehen. Der Benutzer mit der uid=0 (root) hat alle Rechte.
- verantwortlich dafür ist das Attribut **olcAccess**

Grundkonfiguration des Servers anzeigen lassen

Mit folgender Kommandozeile kann man sich die komplette *slapd* Grundkonfiguration einschliesslich aller geladener Schemata ansehen:

```
ldapsearch -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -b "cn=config" |less
```

- Das Kommando setzt root-Rechte voraus (uid=0), sonst bekommt man nicht viel zu sehen. Der Benutzer mit der uid=0 (root) hat alle Rechte.
- verantwortlich dafür ist das Attribut **olcAccess**

Grundkonfiguration des Servers anzeigen lassen

Mit folgender Kommandozeile kann man sich die komplette *slapd* Grundkonfiguration einschliesslich aller geladener Schemata ansehen:

```
ldapsearch -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -b "cn=config" |less
```

- Das Kommando setzt root-Rechte voraus (uid=0), sonst bekommt man nicht viel zu sehen. Der Benutzer mit der uid=0 (root) hat alle Rechte.
- verantwortlich dafür ist das Attribut **olcAccess**

Inhalt

Änderungen an einem Verzeichnis-Eintrag

Mit folgender LDIF-Datei können einige Einträge von Alfred geändert werden:

```
version: 1

##aenderungen bei alfred

dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
changetype: modify
add: employeeType
employeeType: vollzeit
-
replace: uid
uid: aeneumann
```

Einspielen lässt sich diese LDIF-Datei mit:

```
ldapadd -x -D "cn=admin,dc=linux-rocks,dc=org"  -w ljwml! -f aenderung.ldif
```

Änderungen an einem Verzeichnis-Eintrag

Mit folgender LDIF-Datei können einige Einträge von Alfred geändert werden:

```
version: 1

##aenderungen bei alfred

dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
changetype: modify
add: employeeType
employeeType: vollzeit
-
replace: uid
uid: aeneumann
```

Einspielen lässt sich diese LDIF-Datei mit:

```
ldapadd -x -D "cn=admin,dc=linux-rocks,dc=org"  -w ljwml! -f aenderung.ldif
```

Änderungen an einem Verzeichnis-Eintrag

Mit folgender LDIF-Datei können einige Einträge von Alfred geändert werden:

```
version: 1

##aenderungen bei alfred

dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
changetype: modify
add: employeeType
employeeType: vollzeit
-
replace: uid
uid: aeneumann
```

Einspielen lässt sich diese LDIF-Datei mit:

```
ldapadd -x -D "cn=admin,dc=linux-rocks,dc=org"  -w ljwml! -f aenderung.ldif
```

Änderungen an einem Verzeichnis-Eintrag

Mit folgender LDIF-Datei können einige Einträge von Alfred geändert werden:

```
version: 1

##aenderungen bei alfred

dn: uid=alfred,ou=people,dc=linux-rocks,dc=org
changetype: modify
add: employeeType
employeeType: vollzeit
-
replace: uid
uid: aeneumann
```

Einspielen lässt sich diese LDIF-Datei mit:

```
ldapadd -x -D "cn=admin,dc=linux-rocks,dc=org"  -w ljwml! -f aenderung.ldif
```

Änderungen an einem Verzeichnis

```
version: 1

##aenderungen bei alfred

dn: cn=Alfred E. Neumann,
 ou=lehrer,dc=wara,dc=de
changetype: modify
add: employeeType
employeeType: vollzeit
-
replace: uid
uid: aeneumann
```

- `changetype: modify` wird verwendet, wenn man den Eintrag ändern möchte.
- mit `changetype: delete` kann man ihn komplett löschen.
- `add: employeeType` benötigen wir, wenn wir ein Attribut hinzufügen möchten. Das Attribut mit seinem Wert muss unmittelbar folgen.
- `replace: uid` ersetzt das Attribut durch das direkt folgende Attribut-Wert Paar.
- dann gibt es noch: `delete: mail`. Damit würde das entsprechende Attribut gelöscht.

Änderungen an einem Verzeichnis

```
version: 1

##aenderungen bei alfred

dn: cn=Alfred E. Neumann,
 ou=lehrer,dc=wara,dc=de
changetype: modify
add: employeeType
employeeType: vollzeit
-
replace: uid
uid: aeneumann
```

- `changetype: modify` wird verwendet, wenn man den Eintrag ändern möchte.
- mit `changetype: delete` kann man ihn komplett löschen.
- `add: employeeType` benötigen wir, wenn wir ein Attribut hinzufügen möchten. Das Attribut mit seinem Wert muss unmittelbar folgen.
- `replace: uid` ersetzt das Attribut durch das direkt folgende Attribut-Wert Paar.
- dann gibt es noch: `delete: mail`. Damit würde das entsprechende Attribut gelöscht.

Änderungen an einem Verzeichnis

```
version: 1

##aenderungen bei alfred

dn: cn=Alfred E. Neumann,
 ou=lehrer,dc=wara,dc=de
changetype: modify
add: employeeType
employeeType: vollzeit
-
replace: uid
uid: aeneumann
```

- `changetype: modify` wird verwendet, wenn man den Eintrag ändern möchte.
- mit `changetype: delete` kann man ihn komplett löschen.
- `add: employeeType` benötigen wir, wenn wir ein Attribut hinzufügen möchten. Das Attribut mit seinem Wert muss unmittelbar folgen.
- `replace: uid` ersetzt das Attribut durch das direkt folgende Attribut-Wert Paar.
- dann gibt es noch: `delete: mail`. Damit würde das entsprechende Attribut gelöscht.

Änderungen an einem Verzeichnis

```
version: 1

##aenderungen bei alfred

dn: cn=Alfred E. Neumann,
 ou=lehrer,dc=wara,dc=de
changetype: modify
add: employeeType
employeeType: vollzeit
-
replace: uid
uid: aeneumann
```

- `changetype: modify` wird verwendet, wenn man den Eintrag ändern möchte.
- mit `changetype: delete` kann man ihn komplett löschen.
- `add: employeeType` benötigen wir, wenn wir ein Attribut hinzufügen möchten. Das Attribut mit seinem Wert muss unmittelbar folgen.
- `replace: uid` ersetzt das Attribut durch das direkt folgende Attribut-Wert Paar.
- dann gibt es noch: `delete: mail`. Damit würde das entsprechende Attribut gelöscht.

Änderungen an einem Verzeichnis

```
version: 1

##aenderungen bei alfred

dn: cn=Alfred E. Neumann,
 ou=lehrer,dc=wara,dc=de
changetype: modify
add: employeeType
employeeType: vollzeit
-
replace: uid
uid: aeneumann
```

- `changetype: modify` wird verwendet, wenn man den Eintrag ändern möchte.
- mit `changetype: delete` kann man ihn komplett löschen.
- `add: employeeType` benötigen wir, wenn wir ein Attribut hinzufügen möchten. Das Attribut mit seinem Wert muss unmittelbar folgen.
- `replace: uid` ersetzt das Attribut durch das direkt folgende Attribut-Wert Paar.
- dann gibt es noch: `delete: mail`. Damit würde das entsprechende Attribut gelöscht.

Änderungen an einem Verzeichnis

```
version: 1

##aenderungen bei alfred

dn: cn=Alfred E. Neumann,
 ou=lehrer,dc=wara,dc=de
changetype: modify
add: employeeType
employeeType: vollzeit
-
replace: uid
uid: aeneumann
```

- `changetype: modify` wird verwendet, wenn man den Eintrag ändern möchte.
- mit `changetype: delete` kann man ihn komplett löschen.
- `add: employeeType` benötigen wir, wenn wir ein Attribut hinzufügen möchten. Das Attribut mit seinem Wert muss unmittelbar folgen.
- `replace: uid` ersetzt das Attribut durch das direkt folgende Attribut-Wert Paar.
- dann gibt es noch: `delete: mail`. Damit würde das entsprechende Attribut gelöscht.

Änderungen an einem Verzeichnis

```
version: 1

##aenderungen bei alfred

dn: cn=Alfred E. Neumann,
 ou=lehrer,dc=wara,dc=de
changetype: modify
add: employeeType
employeeType: vollzeit
-
replace: uid
uid: aeneumann
```

- `changetype: modify` wird verwendet, wenn man den Eintrag ändern möchte.
- mit `changetype: delete` kann man ihn komplett löschen.
- `add: employeeType` benötigen wir, wenn wir ein Attribut hinzufügen möchten. Das Attribut mit seinem Wert muss unmittelbar folgen.
- `replace: uid` ersetzt das Attribut durch das direkt folgende Attribut-Wert Paar.
- dann gibt es noch: `delete: mail`. Damit würde das entsprechende Attribut gelöscht.

Schluss

Vielen Dank für’s Zuhören und Mitmachen!