Verteilte Systeme

16. Namensdienste

Namen sind mehr als Schall und Rauch

- Eindeutige Bezeichnung von Dingen (Bezeichner)
- Anwendungsgebiete
  - Namen in einem Programm
    - Variablen, Prozeduren, Konstanten, ...
  - Rechner
  - Dienste
  - Dateien
- Funktionen eines Namens
  - Erklären
    - printer3, sturm@uni-trier.de, /de/uni-trier/fb4/cs/sturm/printer
  - Identifizieren
  - Lokalisieren
    - Auffinden und Zugriff auf Ding über den Namen

3 Funktionen $\Rightarrow$ 3 Namenstypen

- Symbolische Namen
  - Erklärungsfunktion (für Menschen)
  - Lesbare Zeichenkette, Umfangreich
  - Aufwendiges Parsen durch den Rechner
  - Beispiel: /de/uni-trier/fb4/cs/sturm/printer
- Identifikator
  - Identifikationsfunktion
  - Für den Menschen meist "unverständlich"
  - Meist konstante Größe
  - Beispiel: 136.199.54.210, Port 80
- Adresse
  - Lokalisierungsfunktion
  - Direktes Ansprechen über Adresse möglich
  - Beispiel: 08.00.20.88.94.1e

Pure und Impure

- Pure Names
  - Enthalten keine Ortsinformation
  - Nur auf Gleichheit testbar
  - Beispiele?
  - Vor- und Nachteile?
- Impure Name
  - Enthält Ortsinformation
  - Orts- oder Adreßanteil wird meist bei der Lokalisierung verwendet
  - Gültigkeit der Ortsinformation?
  - Beispiele?
  - Vor- und Nachteile?

Vor- und Nachteile

Pure Names

- Vorteile
  - Häufig Erklärungsfunktion
  - Unabhängig vom Objektort
    - Erleichtert Migration
  - Zusätzliche Indirektionsstufe
    - Delegation möglich
- Nachteile
  - Direkte Lokalisierung des Objekts nicht möglich
  - Zusätzliche Indirektionsstufe
    - Mehrkosten

Impure Names

- Vorteile
  - Direkte Lokalisierung des Objekts bedingt möglich
  - Schnelle Lokalisierung
- Nachteile
  - Adreßinformation erschwert Objektmigration
  - Delegation problematisch
  - Häufig wenig verständlich

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 16.5

Pure Adresse !?

- Beispiele
  - IP-Adresse
  - Ethernet-Adresse
- Lokalisierungsverfahren
  - Einstufig
    - Broadcast
    - Gesuchte Station meldet sich
  - Mehrstufig
    - Routing
      - Gesuchtes Objekt bekannt
      - Weitergabe an übergeordnete Instanz
- Caching der "Weginformation"
- Bindung Name - Adresse

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 16.6

Unterschied zwischen Name und Adresse

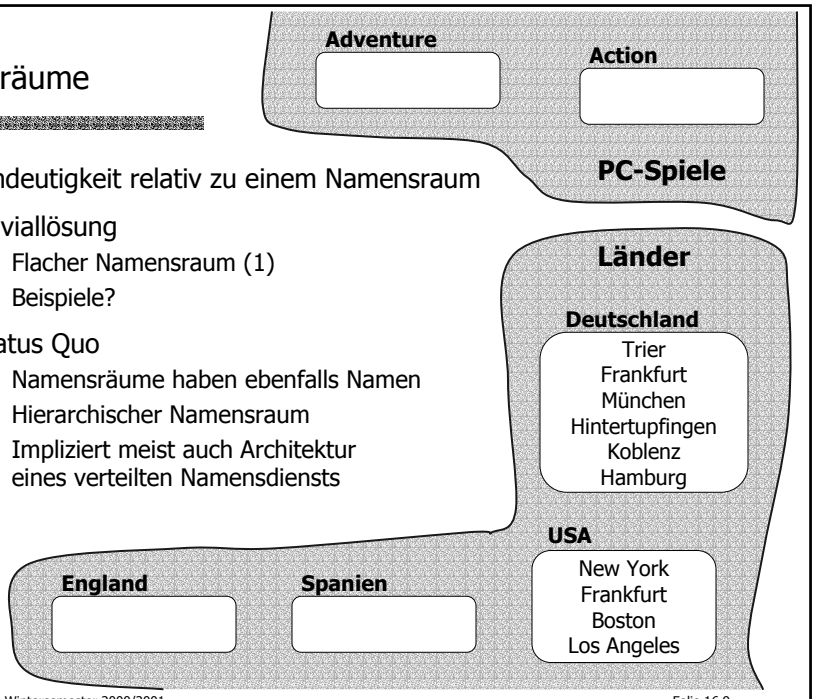
- Im Prinzip keiner
- Abhängig vom gewählten Abstraktionsgrad
- Name
  - Direktes Ansprechen des gewünschten Objekts nicht möglich
  - Bindung an eine Adresse
  - 2 sichtbare Schritte
    - 1. Ermittlung der Adresse über einen Namensdienst
    - 2. Kontaktieren des gewünschten Objekts
- Adresse
  - Direktes Ansprechen des gewünschten Objekts tatsächlich (z.B. Speicheradresse) oder scheinbar (z.B. IP-Adresse) möglich
  - Unterste sichtbare Stufe
    - Kontaktieren des gewünschten Objekts

Zeitpunkt der Namensbindung

- Statische Bindung
  - Beim Übersetzen, Binden (vor dem Ausführen)
  - Beispiele
    - Variablen- oder Prozedurname wird an Adresse gebunden
    - Feste Portnummern für NFS, Portmapper, ...
- Halbdynamisches Binden
  - Zum Startzeitpunkt
  - Beispiele
    - Dynamische Bibliotheken (DLLs, Shard Libs, ...)
    - Eingeben der Serveradresse beim Client
- Dynamisches Binden
  - Spätestens unmittelbar vor dem Zugriff auf das Objekt
  - Typisch für verteilte Systeme
  - Namensdienst

Namensräume

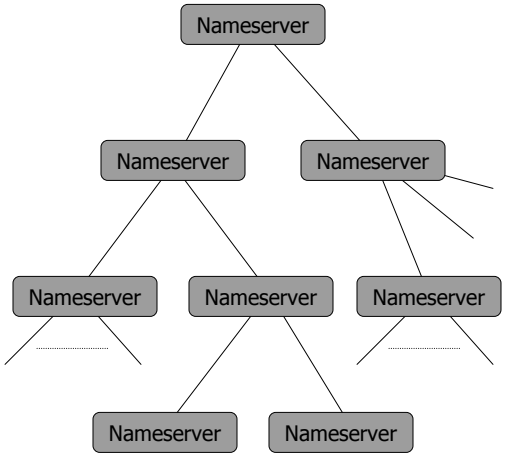
- Eindeutigkeit relativ zu einem Namensraum
- Triviallösung
  - Flacher Namensraum (1)
  - Beispiele?
- Status Quo
  - Namensräume haben ebenfalls Namen
  - Hierarchischer Namensraum
  - Impliziert meist auch Architektur eines verteilten Namensdiensts



Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 16.9

Architekturaspekte

- Zentraler Namensdienst
  - Schlechte Skalierbarkeit
  - Leistungsengpaß
  - Ausfallsicherheit
- Skalierbarkeit
  - Verteilter Namensdienst
  - Hierarchische Struktur
- Leistungsengpaß
  - Datenreplikation
- Ausfallsicherheit
  - Datenreplikation
- Datenkonsistenz
  - "Fast" Read-Only-Daten
  - Inkonsistenz unkritisch
    - Nochmal Auskunft bei "falsch verbunden"



Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 16.10

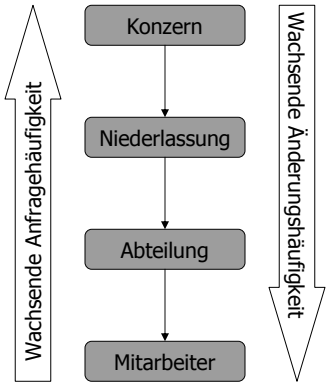
Funktionen eines Namensdiensts

- Server verwaltet ein oder mehrere Namensräume
- Clientseitiges API
  - **`Insert(Name)`**
    `Delete(Name)`
    - Nicht immer direkt zugreifbar
  - **`Bind(Name1,Name2)`**
    `Unbind(Name1,Name2)`
  - **`Query(Name1) returns Name2`**
- Serverseitiges API
  - **`Resolve(Name)`**
    - Anfrage bei einem übergeordneten Server
- Schutz- und Sicherheitsaspekte
  - Wer darf welche Informationen abfragen?
  - Wer darf welche Informationen hinzufügen/ändern?

Erweiterter Funktionsumfang

- Directory Services
- Speicherung von "beliebigen" Attributen zu einem Namen
- Beispiele
  - Email-Directory
    - Name, Adresse, Fähigkeiten, ...
  - Personaleinträge
    - Name, Adresse, Email, Gehalt, ...
  - ...
- Wachsende Verbreitung
  - X.500, LDAP, Active Directory (Microsoft), ...
- Erweiterte Queries
  - Pattern Matching
  - Filter

Replikation



- Leistungssteigerung und Ausfallsicherheit
- Änderungen bei Namensräumen seltener als bei Namen
  - Namensräume sind Ordnungsprinzip
- Lesende Anfragen häufiger als Änderungen
- Temporäre Inkonsistenzen tolerierbar
  - Effiziente Replikat-"Konsistenz"
  - Caching akzetabel
- Obere Ebenen besonder gut replizierbar
  - Hohe Anfragehäufigkeit
  - Geringe Änderungshäufigkeit

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 16.13

Replikatkonsistenz

- Änderungszeitpunkt
  - Periodische Aktualisierung
    - Inkonsistenzfenster tolerieren
    - Wie würde man vorgehen?
  - Jede Änderung sofort "pushen"
    - Kleines Inkonsistenzfenster
    - Hohe Server- und Netzbelastung
    - Abhängigkeit von der Ebene der geänderten Daten?
- Ausgangspunkt
  - Primärserver
    - Alle Änderungen auf einem zentralen Server
    - Serverausfall, Leistungsengpaß
    - Beispiel: NIS
  - Symmetrische Lösung
    - Verteilter Abgleich

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 16.14

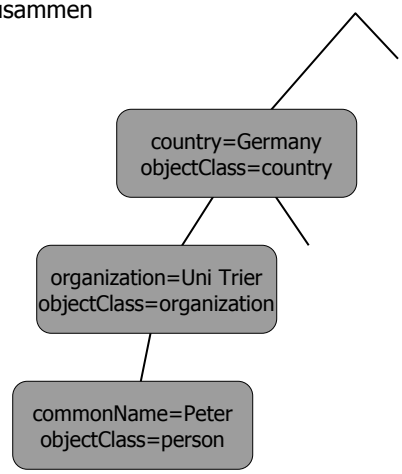
16.1 Symbolischer Namensdienst
Beispiel: LDAP

Übersicht LDAP

- Basiert auf X.500
  - Bekannter ISO-Standard eines Directory Service
  - Volles ISO-OSI-Protokoll (Aufwand)
  - ASN.1-Notation bei verwendeten Datenstrukturen
  - Zugangsprotokoll: Directory Access Protocol (DAP)
- Lighweight DAP = LDAP (Aktuelle Version 2)
  - Direkte TCP-Adaption
  - Stringrepräsentation (Heterogene Systeme)
  - Protokoll für Anfrage an LDAP-Server
  - LDAP $\subset$ DAP: Anfrage an X.500-Server ebenfalls realisierbar
- Standards
  - RFC 1777: LDAP-Standard
  - RFC 1778: Stringrepräsentation für Attribute
  - RFC 1779: Stringrepräsentation für Namen
  - RFC 1558: Syntax für Suchfilter

Einträge im Directory Service

- Einträge setzen sich aus Attributen zusammen
- Jedes Attribut besteht aus
  - Typ
  - Ein oder mehreren Werten
- Attributwerte sind Strings
- Jeder Eintrag besitzt spezielles Attribut **`objectClass`**
  - Legt Attributtypen fest (Namen der Attribute)
  - Welche Attribute benötigen zwingend Werte?
  - Welche Attribute sind optional?



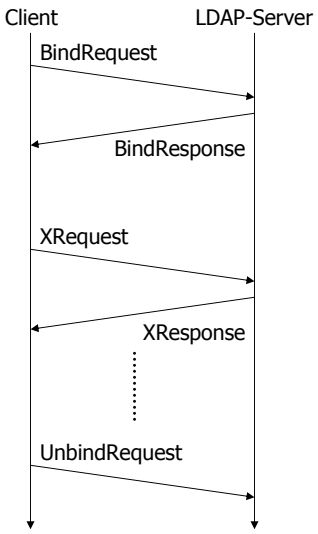
Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 16.17

Distinguished Names

- Relative Distinguished Name (RDN)
  - Relativ zum gemeinsamen Parent eindeutiger Name
  - Besteht aus den Werten ein oder mehrerer Attribute
  - Höchstens ein Wert pro Attribut
- Distinguished Name (DN)
  - Eindeutige und absolute Objektbezeichnung
  - Alle RDNs von der Wurzel zum Objekt
- X.500-Namen basieren auf ASN.1
- LDAP-Namen
  - Stringrepräsentation
  - Beispiel
    - "co=Germany, O=Uni Trier, cn=Peter"

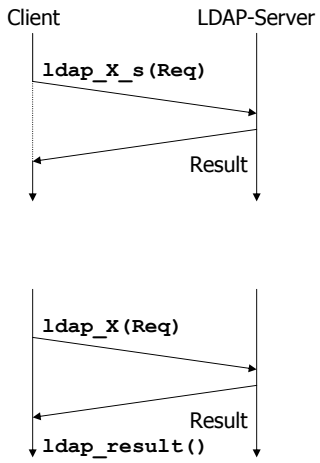
Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 16.18

Protokollaufbau



- LDAP-Server
  - TCP-Port 389
- Schritte
  - 1. Aufbau der TCP-Verbindung
  - 2. Autentifizierung
  - 3. LDAP-Operationen
  - 4. Kommunikation beenden
- Operationen (X)
  - **`Search`** (Suche Einträge)
  - **`Modify`** (Attribute modifizieren)
  - **`Add`** (Neuen Eintrag aufnehmen)
  - **`Del`** (Eintrag löschen)
  - **`ModifyRDN`** (Letzten Namensteil ändern)
  - **`CompareDN`** (Bedingung über Attribute testen)
  - **`AbandonRequest`** (Ausstehende Operation abbrechen)

LDAP-API (RFC 1823)



- Grob eine Funktion pro Protokollnachricht
- Synchrone und Asynchrone Operationsaufrufe
  - Synchron: Blockade des Clients bis zum Eintreffen des Resultats
  - Asynchron: Keine Blockade; Client fragt Resultat explizit ab
- Asynchrone Operationen können abgebrochen werden
- Autentisierungsvarianten
  - Simple
    - Klartext-Password
  - Kerberos Version 4 (LDAP)
  - Kerberos Version 4 (X.500)

Anfrage

```
int ldap_search_s (
   LDAP *ld,
   char *base,
   int scope,
   char *filter,
   char *attrs[],
   bool attrsonly,
   LDAPMessage *result
   )
```

- Verbindung zum LDAP-Server
  - Handle **`ld`**
- Scope (LDAP_SCOPE_...)
  - **`BASE`**
  - **`ONELEVEL`**
  - **`SUBTREE`**
- Suchfilter **`filter`**
- Welche Attribute und eventuell Attributwerte sollen zurückgegeben werden (**`attrs`**)
- Nur Attribute oder auch Werte (**`attrsonly`**)?
- Variante mit Timeout
  - **`ldap_search_st()`**

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 16.21

Angabe von Filtern

```
<filter> ::= '(' <filtercomp> ')'
<filtercomp> ::= <and> | <or> | <not> | <item>
<and> ::= '&' <filterlist>
<or> ::= '|' <filterlist>
<not> ::= '!' <filter>
<filterlist> ::= <filter> | <filter> <filterlist>
<item> ::= <simple> | <present> | <substring>
<simple> ::= <attr> <filtertype> <value>
<filtertype> ::= <equal> | <approx> | <greater> | <less>
<equal> ::= '='
<approx> ::= '~='
<greater> ::= '>='
<less> ::= '<='
<present> ::= <attr> '=*'
<substring> ::= <attr> '=' <initial> <any> <final>
<initial> ::= NULL | <value>
<any> ::= '*' <starval>
<starval> ::= NULL | <value> '*' <starval>
<final> ::= NULL | <value>
```

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 16.22

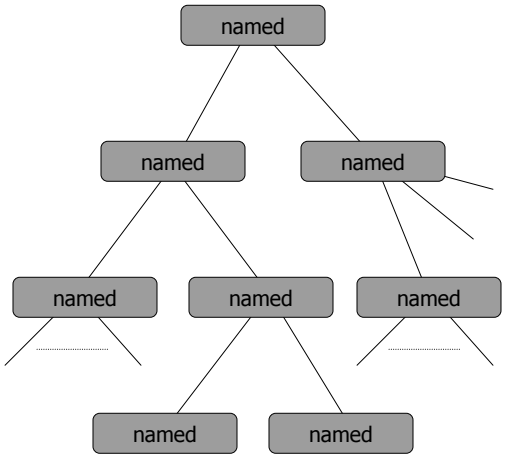
16.2 Lokalisierungsdienst Beispiel: DNS

Übersicht DNS

- Domain Name Service
- Hierarchischer Namensraum: balvenie.uni-trier.de
- Transformation
  - Domain Name $\rightarrow$ IP-Adresse (Lookup)
  - IP-Adresse $\rightarrow$ Domain Name (Reverse Lookup)
- UNIX-API
  - **`gethostbyname()`**
  - **`gethostbyaddr()`**
- IETF-Standard
  - RFC 1034 (Konzepte)
  - RFC 1035 (Implementierungsdetails)
- Gängige Implementierung
  - Berkeley Internet Name Domain Server (BIND)

Organisation der DNS-Server

- Hierarchische Struktur
- Ausfallsicherheit
  - Primary Name Server
  - Secondaries
- Administrative Einheiten
  - Zone



Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 16.25

Einträge

- Ca. 20 verschiedene Eintragsformen
  - Viele nicht mehr gültig
- Gängige „Record"-Einträge
  - A: IP-Adresse
  - NS: NS-Server
  - CNAME: Kanonischer Name
  - PTR: Pointer-Record
  - HINFO: Host-Information
  - MX: Mail Exchange Record
- Pointer-Query
  - Gegeben IP-Adresse; Gesucht: Kanonischer Name
  - **`in-addr.arpa`** Domain

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 16.26