Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Fakultät für Informatik

Middleware für verteilte industrielle Umgebungen

Dr. Matthias Riedl
ifak e.V. Magdeburg, Werner-Heisenberg-Str. 1
39106 Magdeburg
matthias.riedl@ifak.eu
Tel.: 0391 / 9901460

ifak

Ziel

- Konzept und Entwurf verteilter Systeme
  - Erlangung allgemeiner Grundlagenkenntnisse
- Eigenschaften verteilter Betriebssysteme
  - Unterschiede zum normalen Betriebssystem
- Aspekte verteilter Echtzeitsysteme erkunden
  - kurzer Einblick in Automatisierungstechnik (AT)
  - Middleware für AT

Vorlesungsinhalt

- Einführung
- Begriffe der AT
- Einführung Steuerungskonzepte
- Eigenschaften / Entwurfsziele verteilter Systeme
- RPC inkl. IPC
- (D)COM, .Net
- OPC, OPC UA
- FDT
- DOME

Struktur

- Vorlesung
  - 2 SWS
  - Overhead
  - Anregungen durch Beispielaufgaben
- Selbststudium
  - Windows-OS
  - C++
  - Aufbereitung des Vorlesungsstoffes
  - Besprechung der Beispielaufgaben

ifak

Weitere Informationsquellen

- Weiterführende Literatur
  - Tanenbaum, Stehen: Verteilte Systeme, Pearson Studium, ISBN 3.8273-7057-4
  - Coulouris, Dollimore, Kindberg: Verteilte Systeme – Konzepte und Design, Pearson Studium, ISBN 3-8273-7022-1
  - Hofmann, J.; Jobst, F.; Schabenberger, R.: Programmieren mit COM und CORBA, Einführung in die Architekturen für verteilte Anwendungen, Carl Hanser Verlag, München, Wien, ISBN 3-446-21479-8
  - B. Stroustrup. The C++ Programming Language, Addison-Wesley, 1997, ISBN 0-201-53992-6
- Fachzeitschrift(en):
  - iX, Magazin für professionelle Informationstechnik, Heise Zeitschriften Verlag GmbH & Co. KG, Hannover, http://www.heise.de/ix/
  - ct, Magazin für Computer Technik, Heise Zeitschriften Verlag GmbH & Co. KG, Hannover, http://www.heise.de/ct/

ifak

Quellen

- Literatur
- Vorlesung Prof. Schröder-Preikschat, Uni Magdeburg
- Vorlesung Prof. Simon, FH Harz
- Vorlesung Prof. Schill, TU Dresden
- Vorlesung Prof. Diedrich, Uni Magdeburg

ifak

Motivation

- Arbeitsplatzrechner:
  - Multitasking
  - Vernetzung
  - Direktmanipulation, graphische Schnittstelle
  - Hohe Leistung (CPU, Übertragung)
  - Großer Haupt- und Hintergrundspeicher
- Einsatzbereiche:
  - Management / Entwicklung
  - Teamarbeit (CSCW - Computer Supported Collaborative Work)
  - Gruppenkommunikation
  - Prozesssteuerung

ifak

Verteiltes Unix

- Unix, das (vermutlich) verbreitetste Mehrbenutzerbetriebssystem, . . .
  - massiv bedrängt durch Windows NT, 2000, XP, Vista, …
- . . . lieferte die Basis zur Verwaltung vieler vernetzter Rechner
  - Grundkonzepte wurden übernommen und erweitert
    - Leistung
    - Zuverlässigkeit
    - Erweiterbarkeit
    - Kommunikation
  - Vorreiter waren die Versionen von 4BSD
  - Berkeley Software Distribution der späten 70 er Jahre
- Netzwerkdateisystem und Fernaufrufmechanismus
  - zentrale Komponenten heutiger Unix Implementierungen

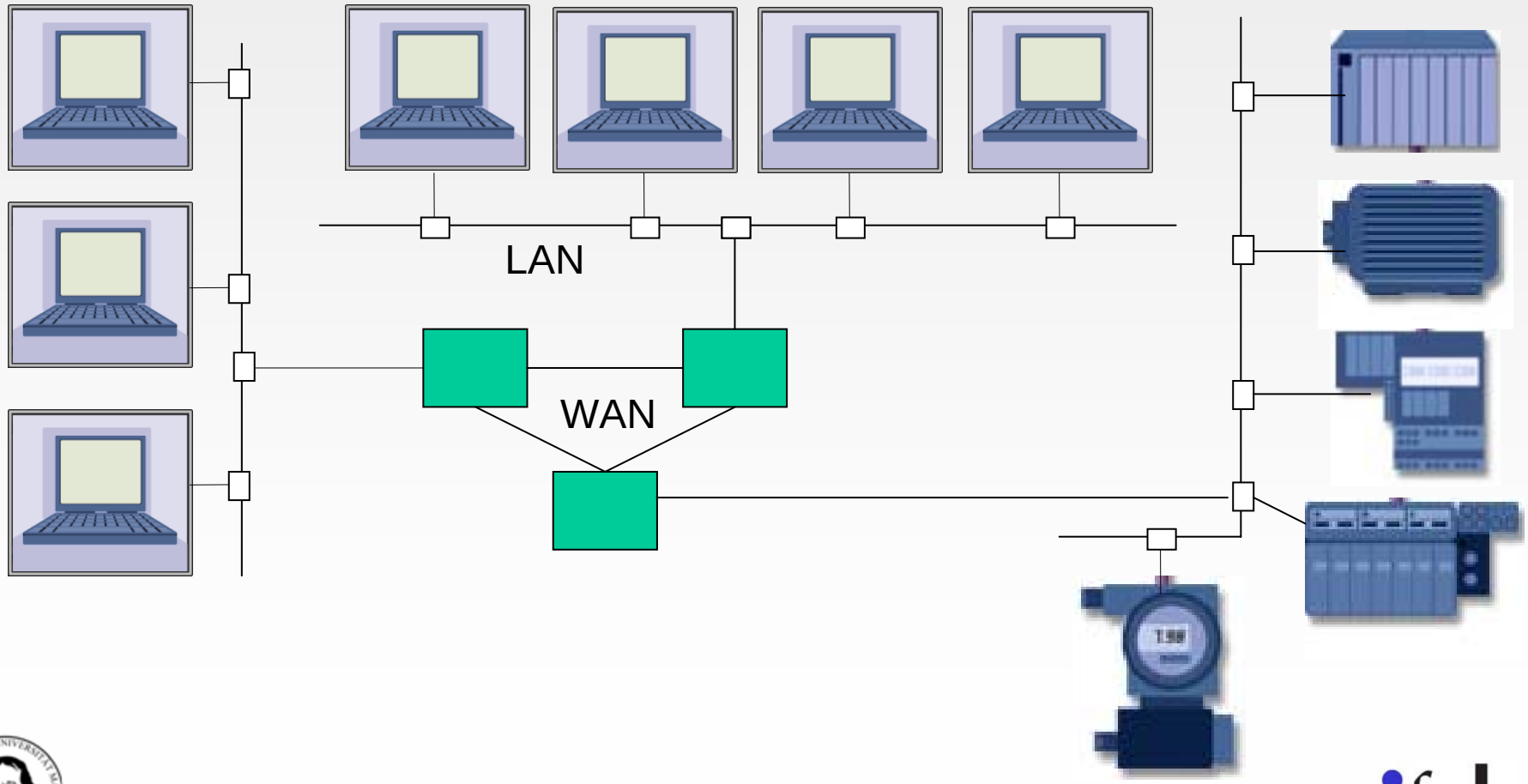
ifak

Dezentrale Struktur

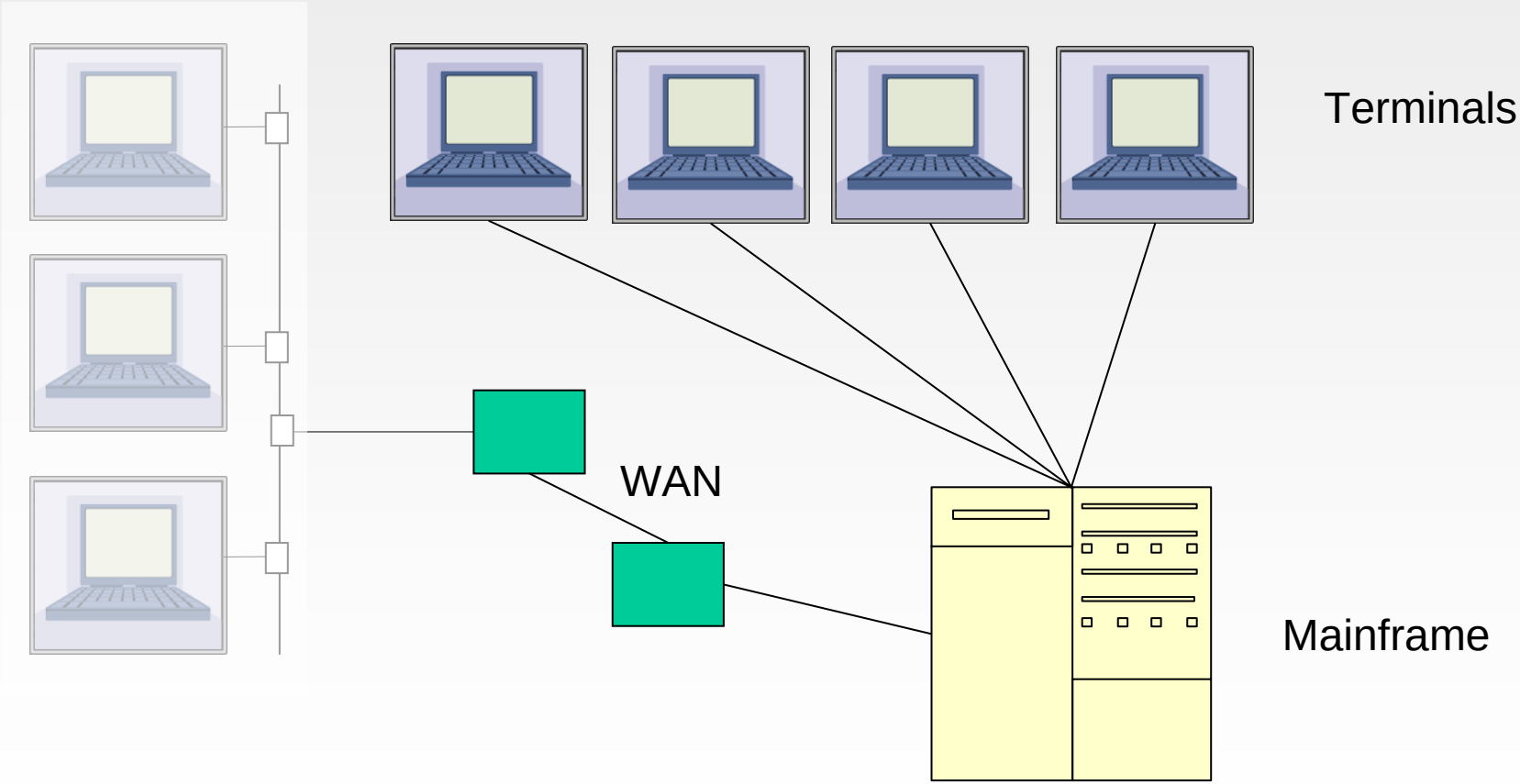
- kein einzelner, zentraler, gemeinsam genutzter Rechner . . .
  - Großrechner (main frame)
- . . . sondern mehrere "kleine“, individuell genutzte Rechner
  - Arbeitsplatzrechner (workstation), PC
- Kunden teilen sich mehrere "Bediener“, d.h. Server
  - Client/Server-Systeme
- "Client“ steht allgemein für Benutzerprogramme
  - Editor, Übersetzer, . . .
- "Server“ steht für gemeinsam nutzbare Betriebsfunktionen
  - Platten
  - Drucker
  - Netzwerkübergänge
  - Authentifikation
- arbeitsteilige Systemorganisation

ifak

Beispieltopologie
Verteiltes System



Beispieltopologie
Zentralisiertes System



Verteilung

- Verteiltes System
  - Softwarekomponenten auf vernetzten Computern
    - Austausch von Nachrichten
      - kommunizieren, Aktionen koordinieren
  - z. B. Internet
    - IP (Schicht 3)
    - TCP / UDP (Schicht 4)
- Verteilte Anwendung
  - Anwendungsproblemlösung durch Nutzung des verteilten Systems
  - bestehend aus verschiedenen Komponenten
    - kommunizierend mit
      - Komponenten des verteilten Systems
      - Anwendern
  - z. B.
    - FTP, Telnet, …
    - Internetzeitung, -shops, …
    - Automatisierungssoftware
    - SMS-Dienste (Handy)
    - Grid

ifak

Verteilung (2)

- Physikalische Rechnerknoten (Prozessor + Speicher)
- Rechnerkopplung direkt / indirekt
  - Lokale Netze (Ethernet (CSMA/CD), Token Ring, Token Bus)
  - Hochleistungsnetze (Gigabit Ethernet, ATM)
  - Gateways / Bridges
  - Funknetze (GSM, UMTS)
- Transportorientierte Kommunikationsprotokolle (TCP/IP, UDP/IP, ...)
- Kommunizierende Betriebssystemprozesse
  - Volle logische Vermaschung
  - Keine volle physische Vermaschung (Kommunikation über Zwischenkomponenten)
- Systemorientierte Betriebsmittel (Dateisystem, Threads, Systemprogramme)
- Verteilter Speicher, dezentral, kooperativ
- Hierauf aufbauend: Verteilte Anwendung (bereichsspezifisch)

ifak

Zielsetzung

- Verteilung von Daten / Funktionen und Last
- Dezentralisierung und Kooperation
- Lokalitätseigenschaften und Effizienz
- Integration von Teilanwendungen
- Entfernter Betriebsmittelzugang
- Fehlertoleranz: Ausfallsicherheit und Verfügbarkeit

ifak

Definition Verteilter Systeme

- Lt. Duden Informatik, Dudenverlag, 1993

  Ein System heißt verteilt, wenn sich seine Komponenten an räumlich getrennten Stellen befinden oder befinden könnten, hierdurch aber die Funktionalität des Gesamtsystems nicht beeinträchtigt wird. Fast alle in der menschlichen Gesellschaft eingeführten Systeme sind verteilt (z.B. Behörden, Vertriebs-organisationen). Es müssen Informationen zwischen den verteilt liegenden Institutionen ausgetauscht werden, die einzelnen Institutionen führen aber ihre Aufgabe in eigener Verantwortung unabhängig voneinander aus und sprechen sich in Einzelfällen direkt untereinander ab.

ifak

Definition Verteilter Anwendung

- Lt. Uwe M. Berghoff, Johann Schlichter

  Eine Anwendung A heißt verteilt, wenn deren Funktionalität in eine Menge von kooperierenden Teilkomponenten $A_1,..., A_n$, $n > 1$ zerlegt ist; Jede Teilkomponente hat ihren eigenen internen Zustand. Die Teilkomponenten A_i sind autonome Verarbeitungseinheiten, die auf verschiedene Funktionseinheiten F_i abgebildet werden. Die Teilkomponenten A_i tauschen untereinander Informationen mittels des Netzes aus.

Kommerzielle Anwendungen

- Datenverarbeitungs- und Informationssysteme
  - Reiseunternehmen
    - Reservierungssysteme (Flüge, Mietautos, . . .)
  - Banken
    - Zweigstellen- und Geldautomatenverwaltung
  - Versicherungen
    - Schadensmeldungen und -regulierungen
  - Supermärkte bzw. Kaufhausketten
    - Kassenüberwachung, Lagerverwaltung
- nahezu das gesamte Dienstleistungsgewerbe

ifak

Kommerzielle Anwendungen (ff)

- typische Anforderungen:
  - sehr hohe Verfügbarkeit
  - Sicherheit
  - Datenschutz
  - sehr gute Skalierbarkeit
- typische Randbedingungen:
  - nebenläufiger/paralleler Datenbankzugriff
  - garantierte Antwortzeiten
  - geographisch weit verstreute Datenstationen
  - heterogene Hardware- und Software-Systeme
- typische Erscheinungsformen:
  - dedizierte Hardware, Software, Kommunikationseinrichtungen
  - zentralisierte Datenbank
  - mobile Datenbankanfragen

ifak

Fernnetze

- relativ langsame Verbindungen, extrem hohe Skalierung . . .
  - Millionen von Rechnern "hängen“ im Internet
- . . . dennoch Raum für verteilte Anwendungen:
  - elektronische Post (email)
  - Namens- und Adreßauflösung, Wegewahl, Zustellung
  - extrem hohe Dynamik
  - Namen/Adressen hinzufügen, ändern und löschen
  - unterbrechungsfreier Betrieb
- Netznachrichten (netnews)
  - Millionen weltweit verstreute Benutzer
  - Tausende von News-Gruppen verwalten
- "Seitenblättern“ (information browsing)
  - Ein "Webster elektronischer Dokumente“
    - Text, (Fest-/Bewegt-) Bild, Ton
    - Gopher und nicht zuletzt WWW
- die physikalische Verteilung ist (noch) nicht transparent
  - d.h. die Verteilung von Hardware und Information

ifak

Multimedia

- digitale Darstellungen von:
  - (photographischen) Bildern
  - Audio-Sequenzen
  - Video-Sequenzen
- Anwendungen im Geschäfts- und Privatbereich:
  - rechnergestütztes Lernen (tele learning)
  - Tele-Konferenzen (tele conferencing)
  - kooperativer Entwurf
  - ...
  - Shopping
  - Spiele
- aufwendige Datenspeicherung, -übertragung und -darstellung:
  - aufgezeichnete Audio-/Video-Sequenzen
    - video on demand
  - per Video-Kamera on-line gelieferte Bilder
  - rechnersynthetisierte Animationen
    - virtual reality
  - von Simulationen

ifak

Multimedia (ff)

- entwurfsbeeinflussende, spezielle Anforderungen:
  - Audio-/Video-Daten sind kontinuierliche Daten
    - zeitbasierte Daten (time-based data)
      - originalgetreue,"verständliche“ Reproduktion von Ton
      - Synchronisation von Bild und Ton
    - Reproduktion mit einer Rate von 16 Rahmen pro Sekunde
      - ca. 512 x 512 16-Bit-Pixel pro Rahmen
      - Datenrate von ca. 100 MBits/sek
      - komprimiert ca. 1 MBits/sek
  - Interaktion erfordert kleine Antwortzeiten
    - kleiner 100ms zwischen Produktion und Reproduktion
    - "verzögerungsfreie“ Übertragung
- Echtzeitfähigkeit ist maßgeblich für die Dienstgüte
  - Kommunikationsprotokolle und Betriebssysteme

ifak

Verteilte Echtzeitsysteme

- bestimmen mehr und mehr das menschliche Umfeld:
  - Fabrikautomatisierung
    - Stahlgießerei, Walzwerk, Gerätebau, Energieversorgung, . . .
  - Telefonvermittlung
    - hunderte vernetzter Spezialrechner . . .
    - . . . schalten einige hunderttausend Anrufe pro Stunde
  - Automotive Systeme
    - für Wasser-, Luft-, Straßen- und Schienenverkehr
    - "verteilte Systeme mit Fügeln“ (fly by wire)
    - "verteilte Systeme auf Rädern“ (drive by wire)
  - "intelligente“ Produkte
    - autonome Geräte mit speziellen Aufgaben
      - mechanisches Teilsystem
      - Sensoren, Aktuatoren
      - Steuereinheit
      - Benutzerschnittstelle
    - zusammengesetzt aus dedizierten VLSI-Chips
    - Funktionalität festgelegt durch Software
- übernehmen mehr und mehr lebenswichtige Aufgaben

ifak

Wichtige Eigenschaften

- Ortstransparenz – der Ort, an dem sich ein Objekt befindet, ist für den Benutzer transparent; zwischen lokalen und im Netz verteilten Objekten wird nicht unterschieden.
- Zugriffstransparenz – auf alle Objekte wird in gleicher Weise zugegriffen
- Nebenläufigkeitstransparenz – mehrere Anwender oder Anwendungsprogramme greifen gleichzeitig auf gemeinsame Objekte (z.B. Daten) zu

ifak

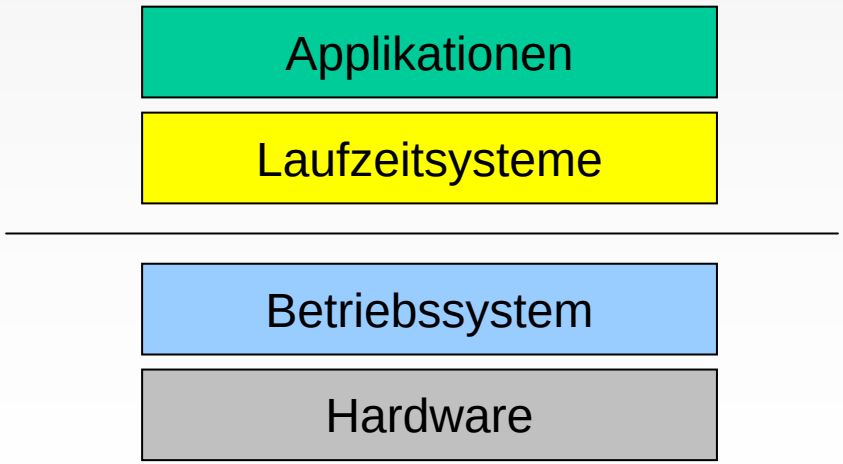
Software-Strukturen

- Betriebssysteme zentralisierter Systeme sind (meist) monolithisch
  - eine feste Menge von Systemabstraktionen . . .
  - . . . angeboten über eine unveränderliche Schnittstelle
  - . . . eingebunden in einen gemeinsamen Adressraum
- offene Systeme erfordern offene Schnittstellen
  - eine feste Menge weniger Basisabstraktionen . . .
  - . . . ergänzt durch problembezogene Erweiterungen
- Betriebssysteme dezentralisierter System sind nicht monolithisch
  - sie sind modular aufgebaut
  - sie sind in ihrer Funktion erweiterbar

ifak

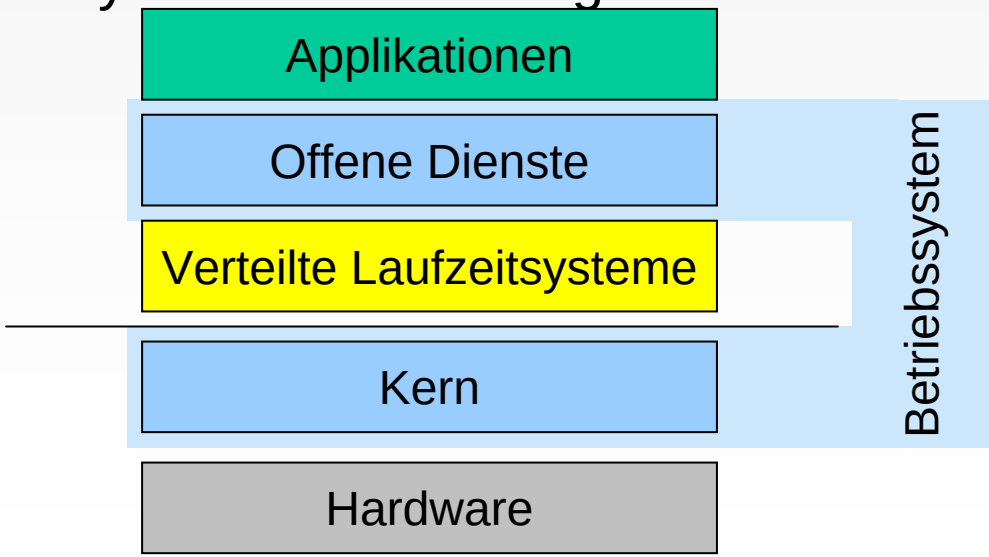
Software-Strukturen
Zentralisierte Systeme

- das Betriebssystem ist die "Haupt-Software-Schicht“ . . .
  - sorgt für die grundlegende Betriebsmittelverwaltung
  - stellt Benutzer-/Anwendungsdienste zur Verfügung
- . . . ergänzt durch die Laufzeitsysteme
  - Funktionen zur Unterstützung von Programmiersprachen



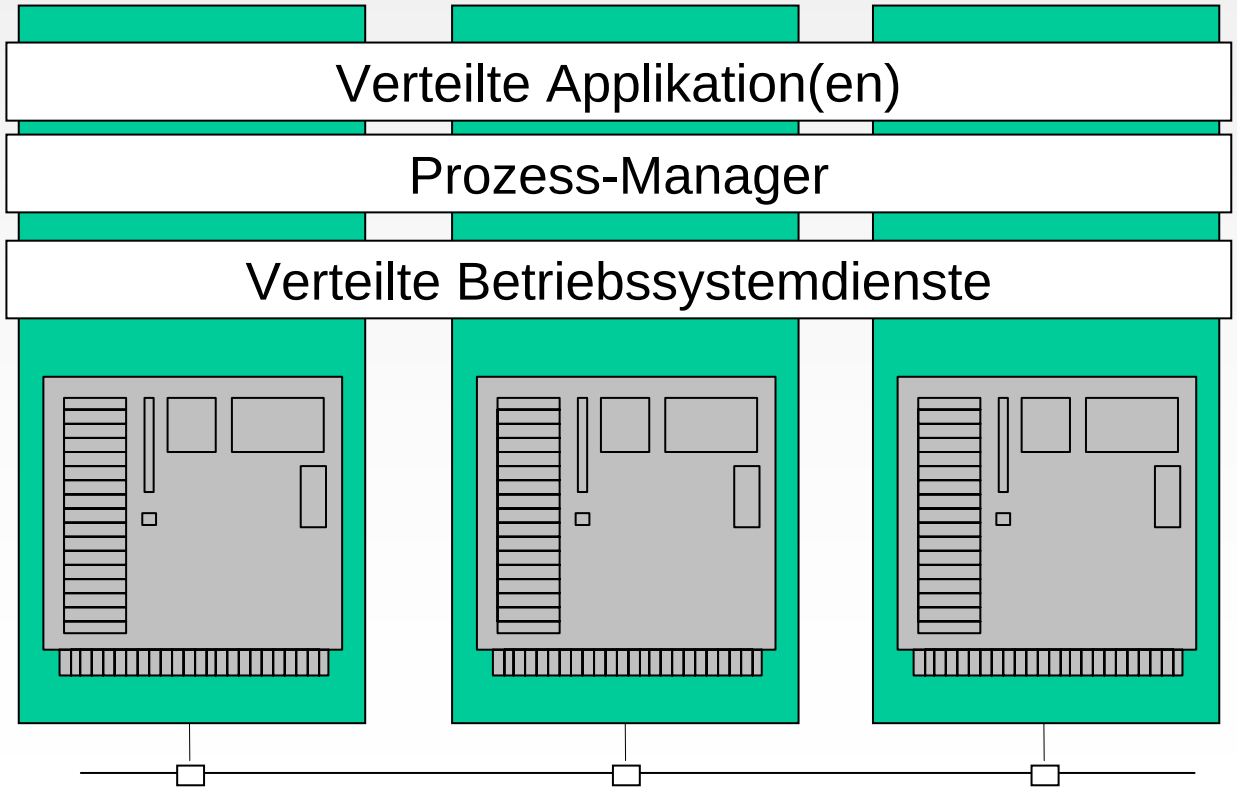
Software-Strukturen
Dezentralisierte Systeme

- das Betriebssystem teilt sich grob in zwei Bereiche auf:
  1. grundlegende Funktionen im Betriebssystemkern
     - Prozess-/Speicherverwaltung und Schutz
     - Interprozesskommunikation, Gerätebehandlung
  2. problem- und anwendungsorientierte offene Dienste
- verteilte Laufzeitsysteme bieten Programmierunterstützung



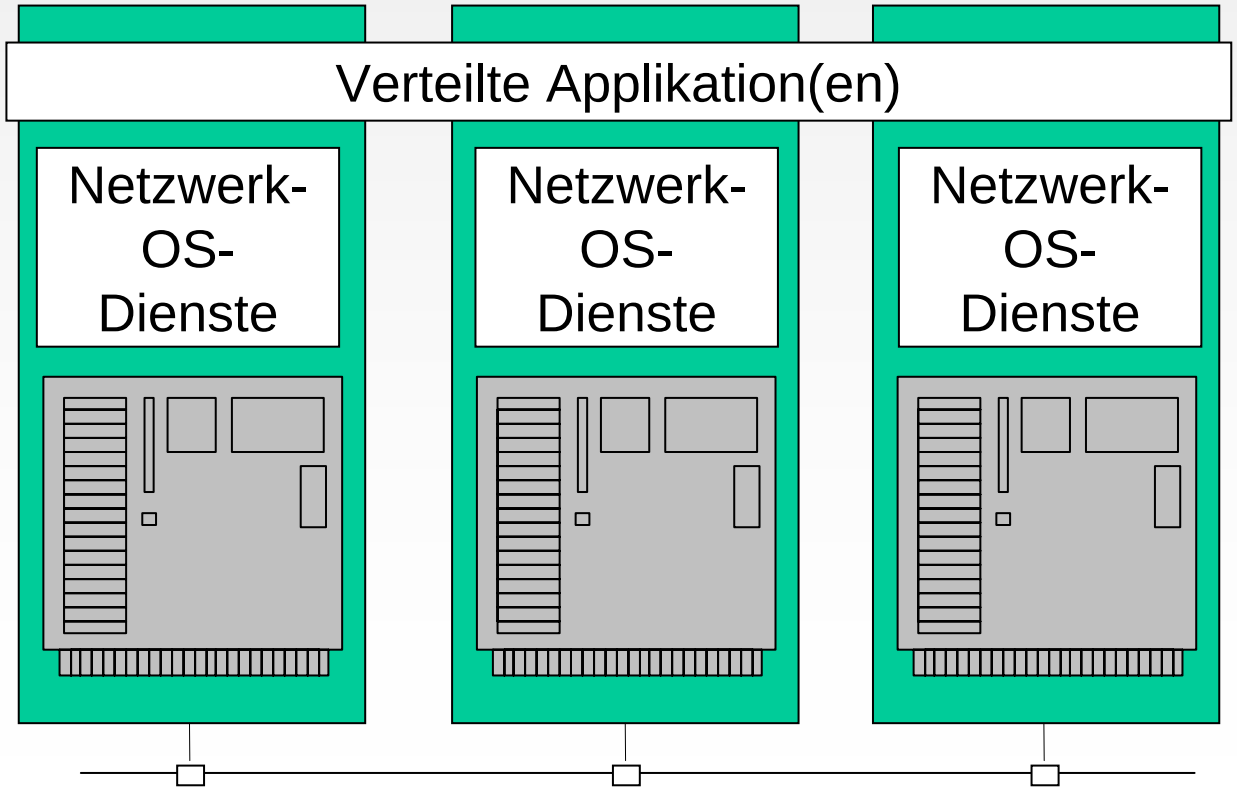
Software Strukturen
Verteiltes Betriebssystem

- Einziges Systemabbild
- Kontrolle über alle Knoten

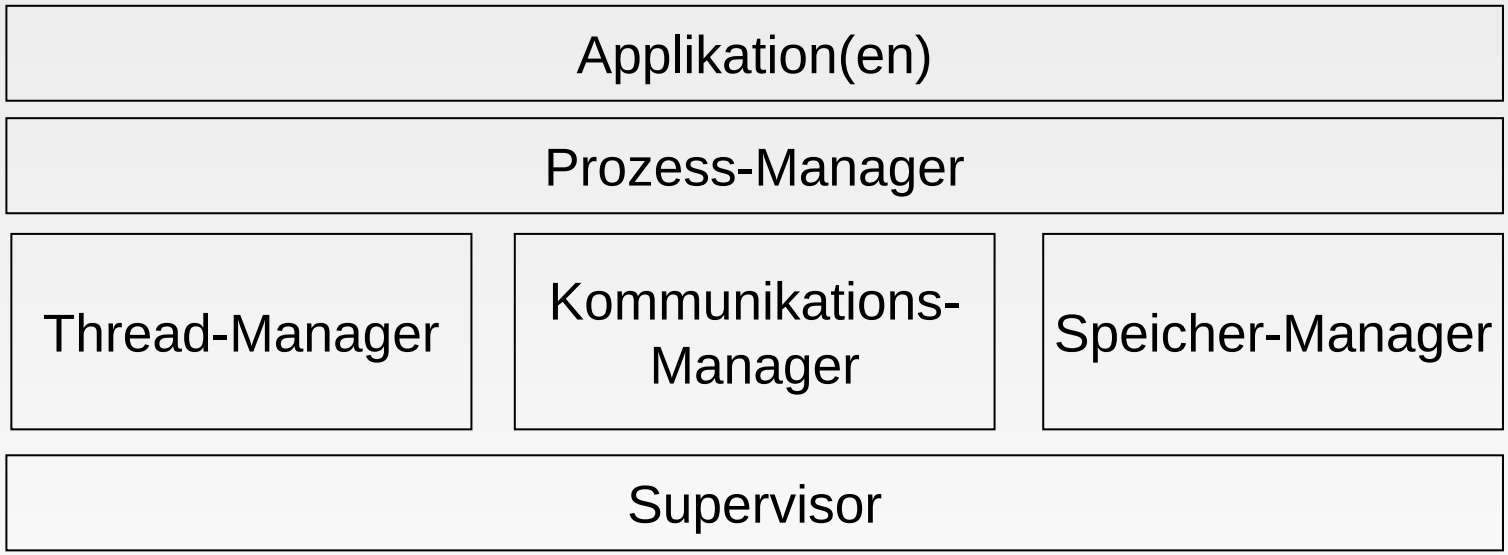


Software Strukturen
Netzwerkbetriebssystem

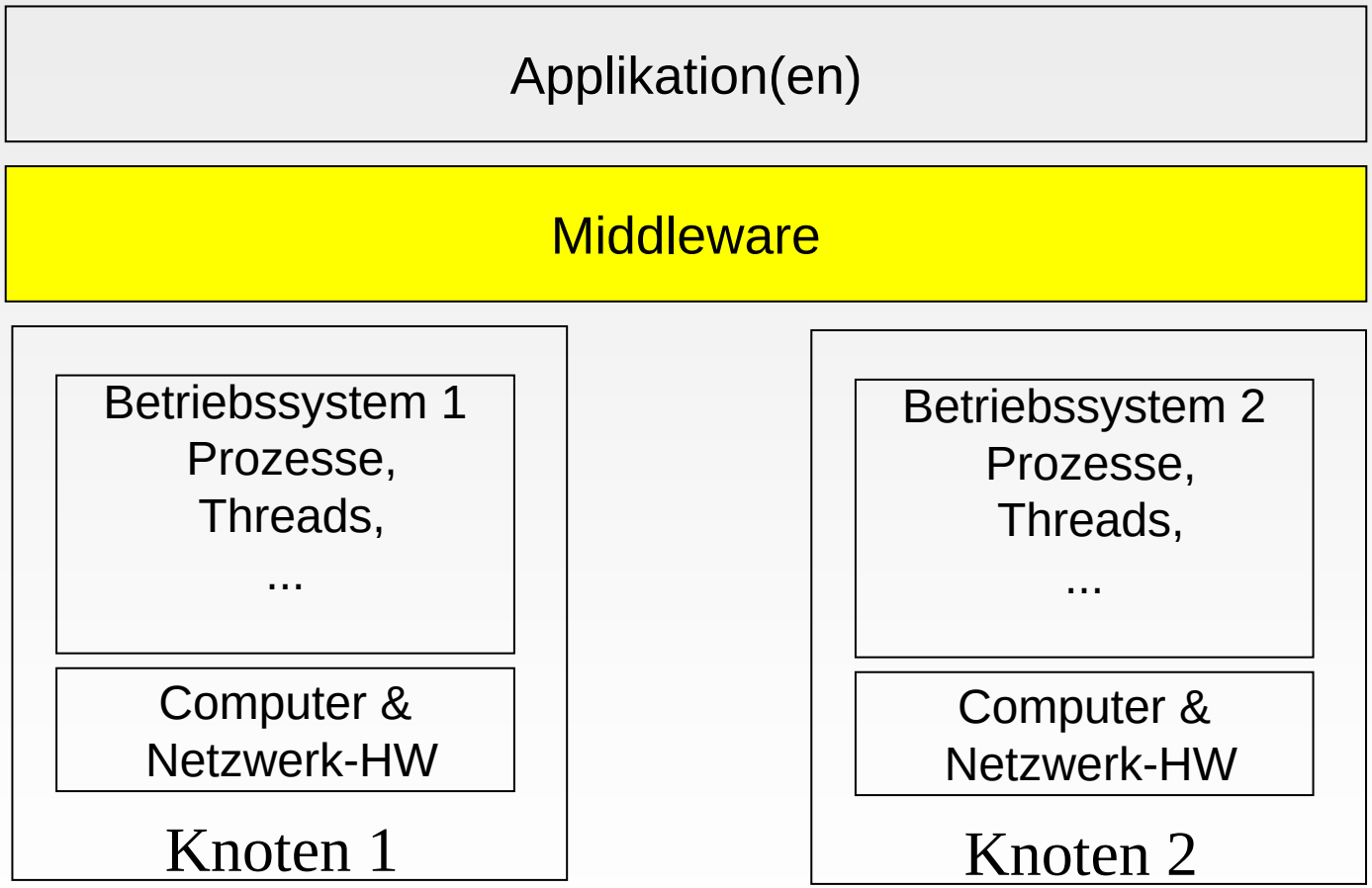
- verfügt über eine eingebaute Netzwerkfunktionalität
- Zugriff auf entfernte Ressourcen



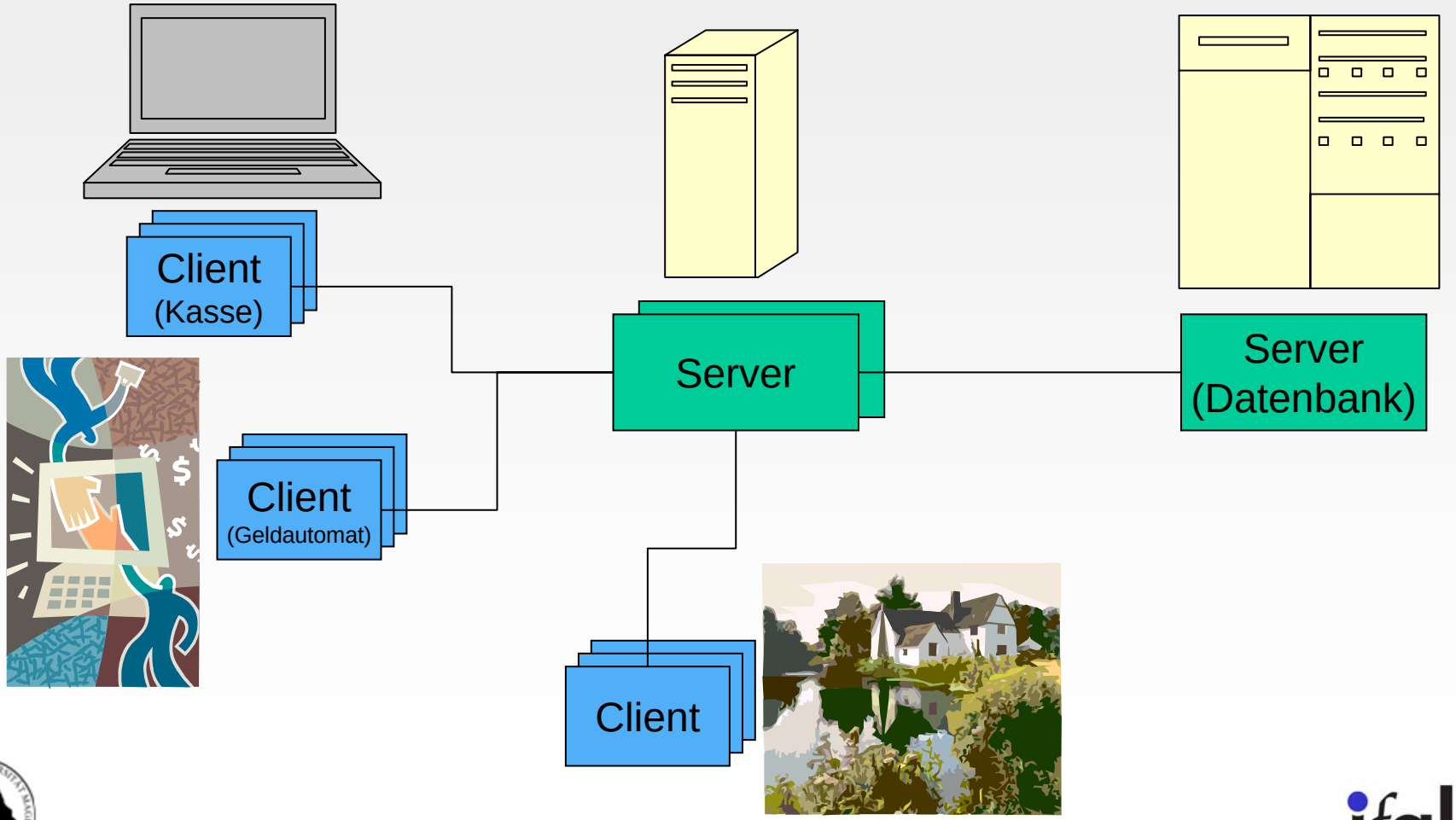
Software Strukturen
Netzwerkbetriebssystem



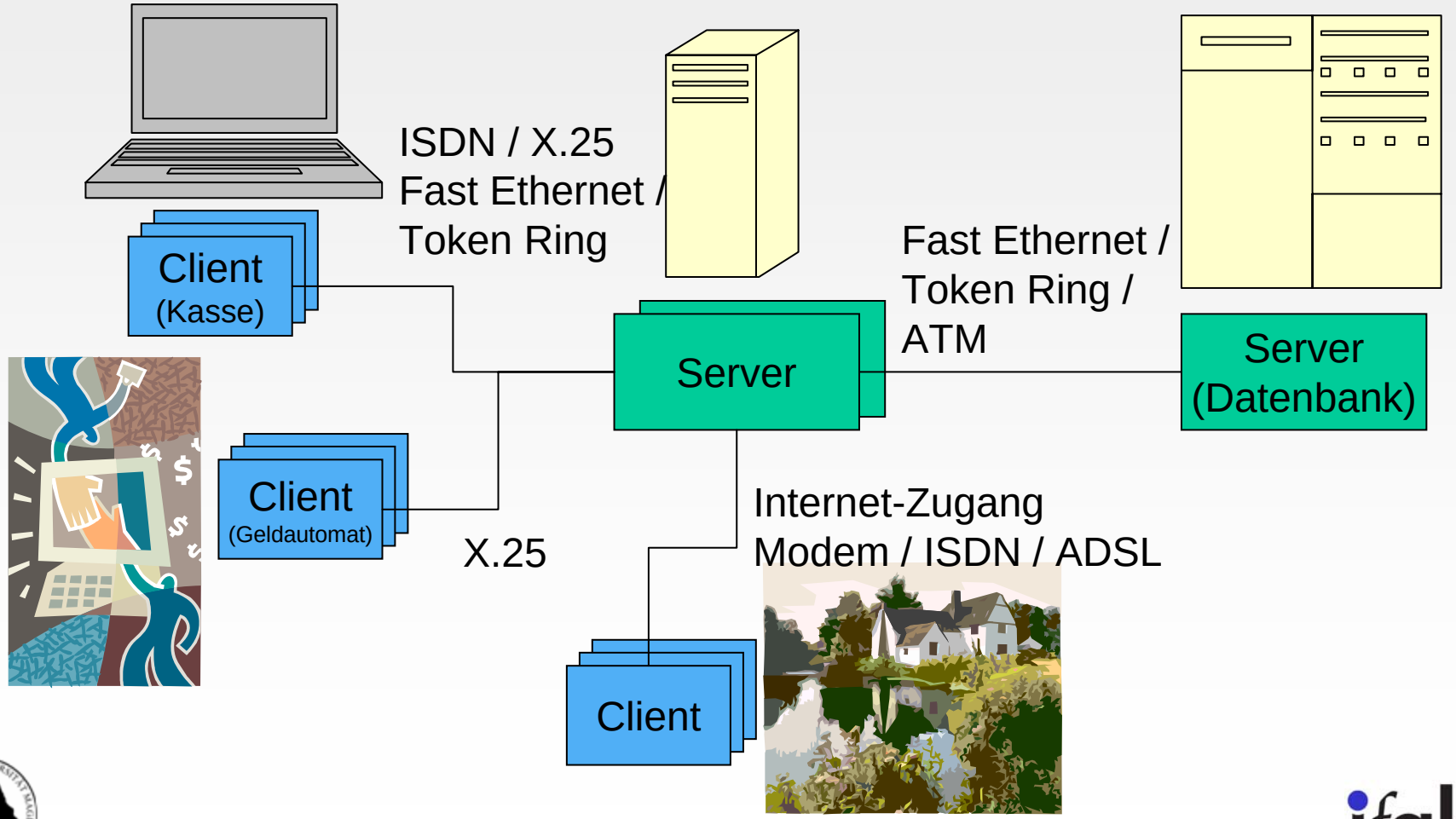
Software Strukturen
Middleware basiertes verteiltes System



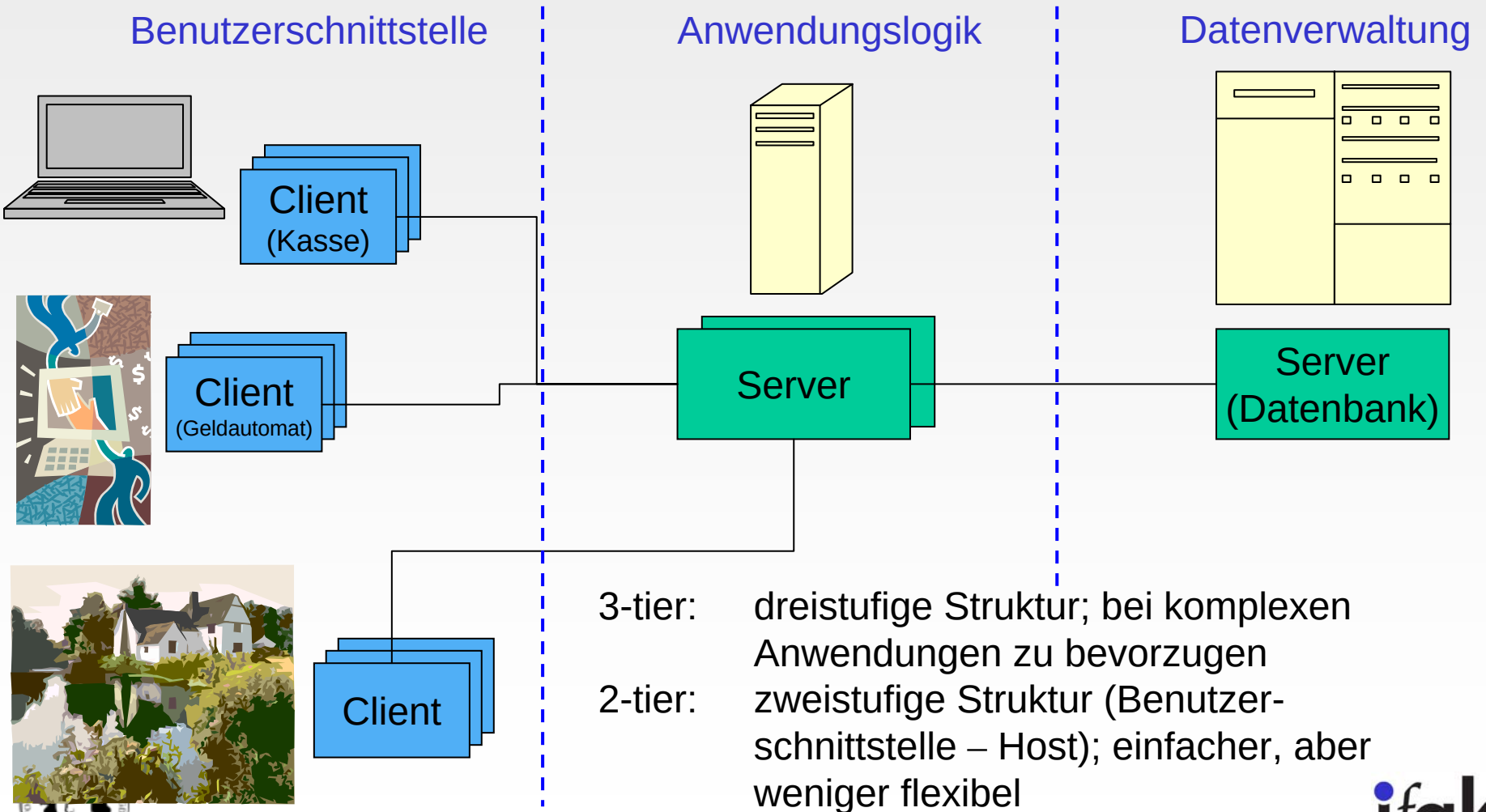
Anwendungsbeispiel



Anwendungsbeispiel - Netzinfrastruktur



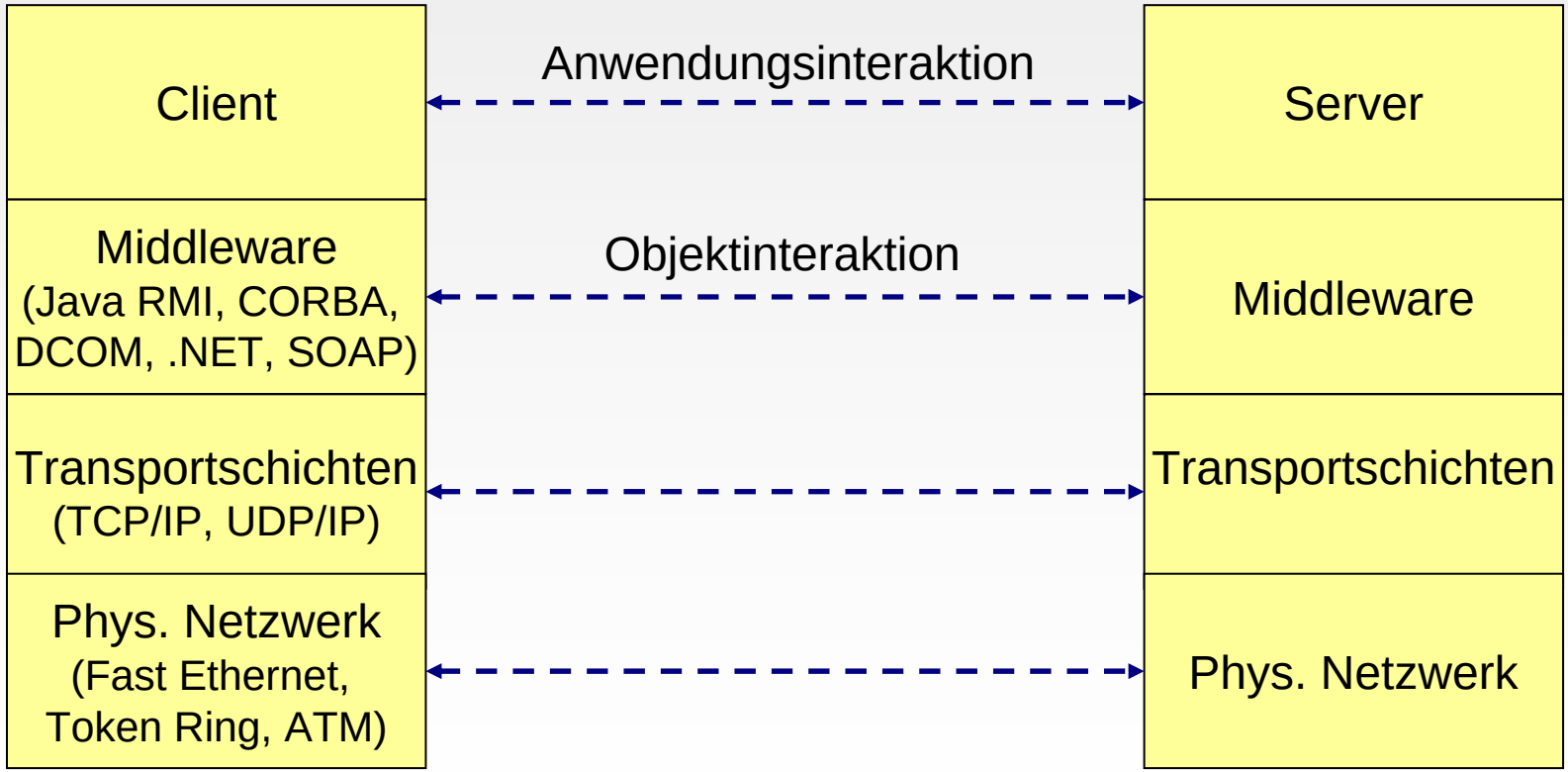
Anwendungsbeispiel – Mehrstufige Architekturen



3-tier: dreistufige Struktur; bei komplexen Anwendungen zu bevorzugen

2-tier: zweistufige Struktur (Benutzer-schnittstelle – Host); einfacher, aber weniger flexibel

Einordnung: Middleware bei Client /Server



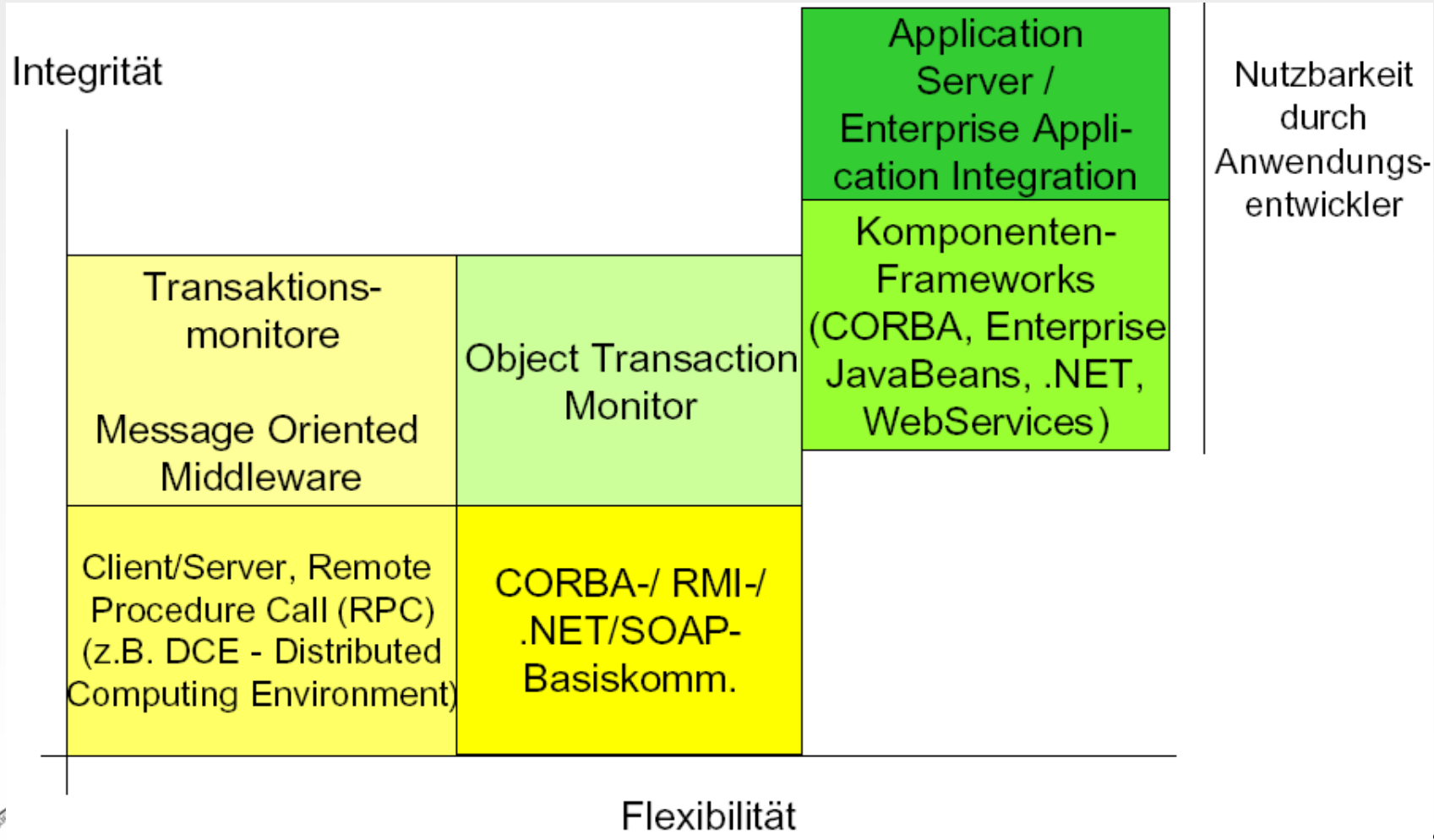
ifak

Bekannte Middleware Basistechnologien

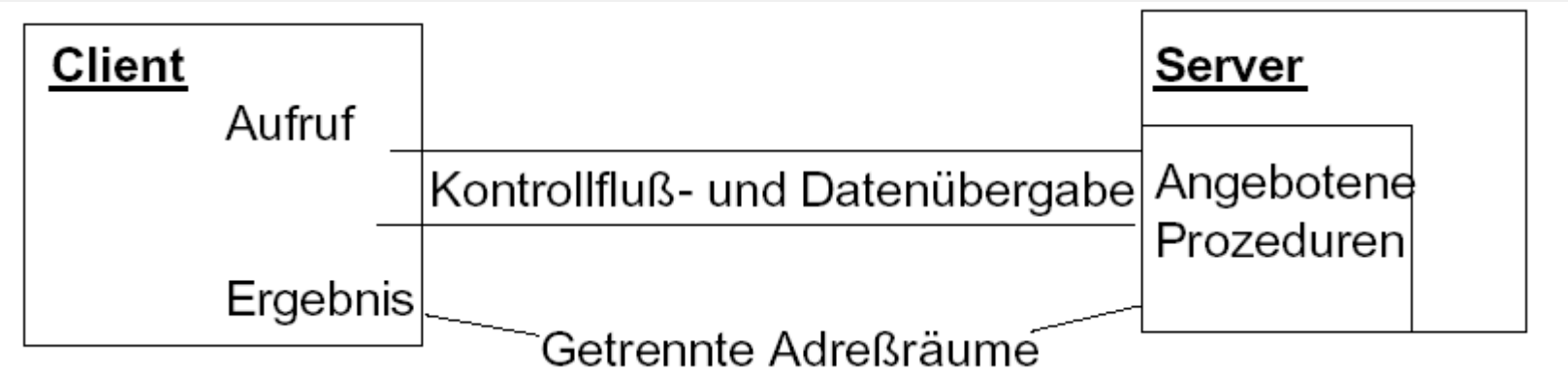
- Java
  - Programmiersprache, Applets
  - Remote Method Invocation (RMI)
  - Enterprise JavaBeans (EJB): Komponenten
- CORBA
  - Standard der Object Management Group (OMG)
  - Objektorientiert, sprachunabhängig; relativ low-level
- DCOM / .Net
  - Objektorientiert, COM+ relativ proprietär, .NET offener
  - Entwicklung von Microsoft
- Weitere
  - MOM (Message Oriented Middleware)
  - SOAP (Simple Object Access Protocol), Web Services
  - Transaktionsmonitore, Application Server

ifak

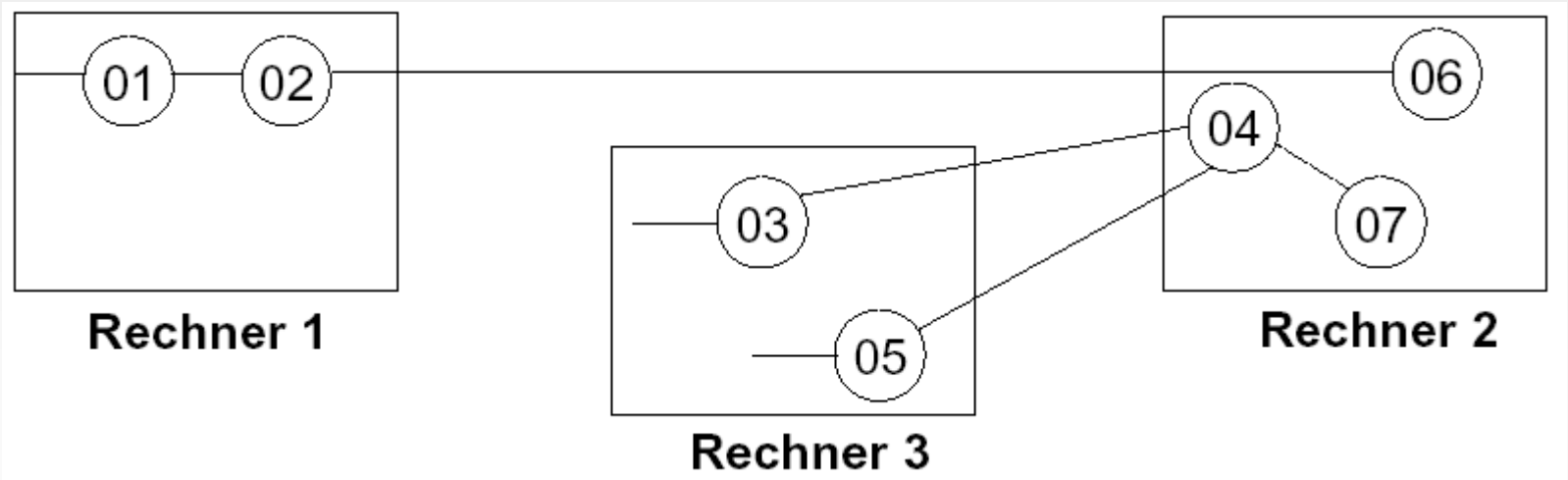
Einordnung Middleware



Systemmodelle
Remote Procedure Call



Systemmodelle
Objektorientierte Kommunikation



Vergleich der Systemmodelle

	Client/Server-Modell	Verteiltes objekt-orientiertes Modell
Verarbeitungsmodell	Prozedurales Modell mit Einschränkungen	Objektkommunikation
Zugriffsweise auf Daten	Datenzugriff indirekt über RPC-Server	Direktzugriff auf Objekte
Datenübergabe	Wertparameter-Semantik	Referenzparameter-Semantik
Identität	Nicht systemweit eindeutig	Systemweit eindeutig
Granularität	Server grober Granularität	Objekte beliebiger Granularität
Plazierung	Feste Plazierung	Modifizierbare Plazierung

⇨ Höherer Transparenzgrad und verbesserte Einflussnahme auf Verteilung bei objektorientiertem Modell

ifak