1 **Problematik der Kommunikation und Koordinierung in verteilten Systemen**

❑ Spezielle Literatur

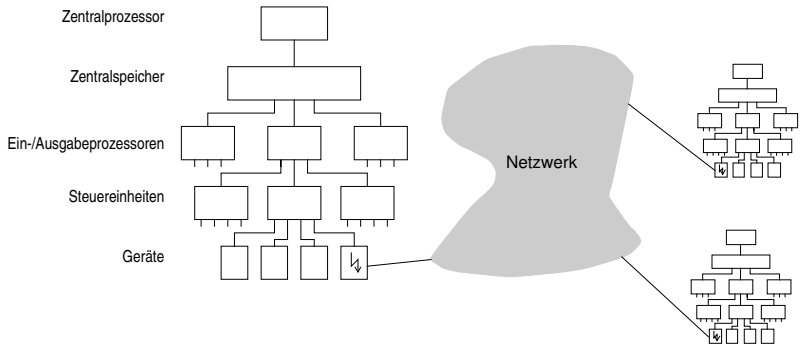
Monge, R.: Kommunikation in verteilten, objektorientierten Systemen. Arbeitsberichte des IMMD, Band 25, Nr. 14, März 1993.

Wettstein, H.: Systemarchitektur. Hanser Studienbücher der Informatik, Carl Hanser Verlag München Wien, 1993.

Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

❑ Grobstruktur der Hardware

(Näheres z. B. in Patterson, David A.; Hennessy, John L.: Computer architecture. 2. ed. San Francisco, Calif. Morgan Kaufmann 1996.)



Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

1.1 Ziele

❑ Modulare Erweiter-/Änderbarkeitbarkeit im Hinblick auf
- Rechenleistung
- Speicherkapazität
- technologische Erneuerung

❑ Gemeinsame Nutzung von Betriebsmitteln
- Spezialperipherie
- Spezialprozessoren

❑ Erhöhung der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit
- Mehrfachspeicherung von Daten
- Ersatzleistung

Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

1.2 Qualität eines verteilten Systems

❑ Leistung

Wichtigste Parameter: Antwortzeit und Durchsatz, abhängig von
- Grad erlaubter Nebenläufigkeit
- Kommunikationsgeschwindigkeit (abhängig von der Entfernung der Partner)
- Grad der gleichmäßigen Auslastung aller Komponenten

❑ Robustheit
- Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit

  Erhöhbar durch Replikation und/oder Partitionierung
- Konsistenzerhaltung

  Gefährdet durch Nebenläufigkeit und Fehler; Aufrechterhaltung durch Nebenläufigkeitskontrollen und Fehlertoleranzmaßnahmen

Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

- Transparenz
  - Ortstransparenz
    Keine Wissen über die Örtlichkeit der Komponenten notwendig
  - Zugriffstransparenz
    Zugriffsverfahren, z. B. Methodenaufruf, unabhängig vom Ort der beteiligten Objekte
  - Fehlertransparenz
    Gewisse Fehlerarten der Hard- und Software werden automatisch korrigiert
  - Fragmentierungstransparenz
    Manche Dienste, wie Drucken, sind in mehrere Teilsysteme zerlegt, was für ihre Benutzung irrelevant sein soll
  - Redundanztransparenz
    Replikation ist für die nutzende Software nicht sichtbar
  - Verlagerungstransparenz
    Komponentenverlagerung ist für die nutzende Software nicht sichtbar
  - Heterogenitätstransparenz
    Unterschiedliche Daten- und/oder Programmdarstellung der beteiligten Maschinen auf der Ebene der Anwendungsprogramme nicht sichtbar (JAVA)

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

- Sicherheit
  - Authentisierung
    Zuverlässige Feststellung der Identität von Nutzern
    Isolation der Komponenten
    Verhinderung ungewollter gegenseitiger Beeinflussung (z. B. infolge von Programmierfehlern)
  - Sicherheit des Informationsaustausches
    Erhöhbar z. B. durch Einsatz von Kryptographie und Steganographie
  - Zugriffskontrolle, Autorisierung
    Beschränkbarkeit des Zugriffs zu Objekten
- Anpaßungsfähigkeit
  - Möglichkeit evolutionärer Weiterentwicklung
  - Anpassung an Betriebsbedingungen

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

1.3 Techniken und Mechanismen zur Verbesserung der Systemqualität

- Basismechanismen
  - Timeout
    Zeitschranken für Reaktionen
  - Caching
    Zwischenspeicherung zur Verringerung von Zugriffszeiten (erschwert Konsistenz)
  - Stashing
    Lokale Speicherung nützlicher Informationen, auf die z. B. zurückgegriffen werden kann, wenn die eigentlichen Informationen nicht zugänglich sind
    (Bei manchen Anwendungen können im Notfall auch veraltete Informationen benutzt werden)
- Komposition von Teilsystemen, durch
  - Verbindungen, über die Interaktionen erfolgen können
  - Bildung von Gruppen, die Partner einer Interaktion sein können

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

- Namensgebung
  - Zur Benennung von Entitäten
    Global - lokal; benutzerorientiert - systemorientiert
  - Zur Adressierung durch Ortsangaben
  - Zur Angabe von Zugriffspfaden (routing)
- Verlagerung
  - Aufrechterhaltung von Verbindungen bei Verlagerung
  - Weiterleitung von Parametern, z. B. bei Methodenaufrufen
- Persistenz
  - Aufrechterhaltung der Funktionalität
  - Dauerhafte Speicherung
- Fehlertoleranz
  - Mechanismen zur Korrektur von Übertragungsfehlern
  - Mechanismen zur Tolerierung von Knotenausfällen

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

1.4 Interaktionssemantik

- Informationsfluß
  - unidirektional
    Information wird nur in einer Richtung übertragen, d. h. einige Teilnehmer können nur Information abgeben, andere nur entgegennehmen
  - bidirektional
    Teilnehmer können Sender und Empfänger von Informationen sein
- Symmetrie
  - Bei asymmetrischer Interaktion, lassen sich die Teilnehmer klassifizieren in agierende und reagierende (Client/Server-Modell)
  - Bei symmetrischer Interaktion sind die Teilnehmer gleichberechtigt ('peer to peer'-Kommunikation)

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

- Kontinuität
  - stromorientiert
    Die Interaktion bleibt längere Zeit bestehen und dient zum Austausch eines Datenstroms, z. B. zum Transfer größerer Datenmengen oder Bildern
  - transaktionsorientiert
    Jeder Sendevorgang wird als eigenständige Kommunikation betrachtet; vorwiegend für den Austausch kleiner Informationsmengen
- Dynamik
  - Lebensdauer von Verbindungen, hat z. B. Auswirkungen auf die Art des Verbindungsaufbaus und ihres Abbaus
  - Häufigkeit der Informationsübermittlung, beeinflußt z. B. die Belegung und Freigabe für die Übertragung benötigter Betriebsmittel
  - Regelmäßigkeit der Informationsübermittlung, z. B. im Bereich Multimedia

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

- Interaktionsform
  - imperativ
    Bestimmte Teilnehmer erteilen Aufträge
  - kooperativ
    Aufgabenverteilung wird von Fall zu Fall ausgehandelt
- Pufferung
  - gepuffert
    Auszutauschende Informationen können vom Kommunikationssystem zwischengespeichert werden
    Wirft gelegentlich schwierige Pufferverwaltungsprobleme auf
  - ungepuffert
    Macht zur Nutzung von Nebenläufigkeit Maßnahmen in der Anwendung erforderlich

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

1.5 Interaktionsstruktur

- 1 : 1
  - Eins-zu-eins-Entsprechung von Sender und Empfänger
    Am einfachsten zu realisierende Form
- m : 1
  - Mehrere Sender können einem Empfänger Informationen zusenden
    Erschwert Atomarität der Sendeoperationen
    Erschwert Zuverlässigkeitskontrolle
- 1 : n
  - Eine Information kann an mehrere Empfänger gerichtet werden (multicast)
    Erschwert Zuverlässigkeitskontrolle
    Extreme Unterfälle: Einer an alle n
    Einer an irgendeinen von n
- m : n
  - Allgemeinster, für die Implementierung schwierigster Fall

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

1.6 Eigenschaften von Verbindungen

- Arbeitsphasen
  - Aufbau
  - Aufrechterhaltung
  - Abbau
- Zustände
  - Kontrollzustände zur Aufrechterhaltung der Übertragung
  - Adreßinformationen über Partner
  - Authentisierungsinformation
- Ausprägungen
  - Unzuverlässig (Reihenfolgefehler, Verlust, Verdoppelung)
    Erfordert nur geringe Mengen von Zustandsinformationen
  - Zuverlässig
    Reihenfolgefehler, Verlust und Verdopplung werden automatisch behoben

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

- Techniken und Mechanismen
  - Pufferung (Caching)
    Zum Ausgleich von Geschwindigkeitsunterschieden
    Zur beschleunigten Beantwortung von Anfragen nach bestimmten Informationen, z. B. Adressen
  - Flußkontrolle
  - Reihenfolgeerhaltung
    Wird üblicherweise durch Sequenznummern erreicht
  - Quittierung
    Zur Erhöhung zuverlässiger Übertragung
  - Sendewiederholung
  - Piggybacking
    Z. B. Zusammenfassung von Nachricht und Quittung bei bidirektionalem Verkehr
  - Fragmentierung
    Zerlegung von Nachrichten in Teilstücke

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig