

Bild 2: Mobilität durch drahtlosen Netzzugang (Single-Hop Wireless) [7]

**Ad-Hoc Mobile Network**

- Jeder Knoten ist gleichzeitig End- und Zwischensystem
- Es gibt keine vordefinierte Kommunikationsinfrastruktur
- Das Netz „organisiert sich selbst“.

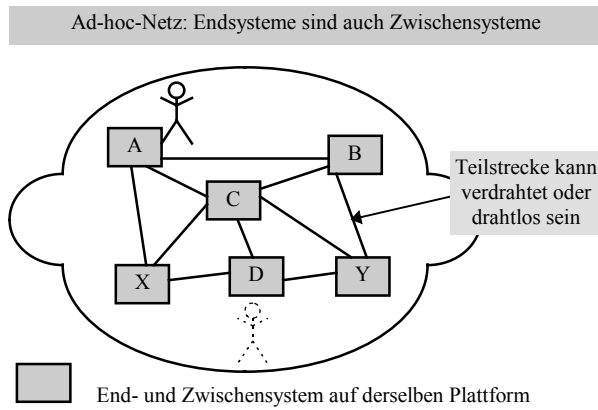


Bild 3: Mobiles Ad-hoc-Netz [7]

**2. Das OSI-Modell (ISO 7498) als Ordnungsrahmen**

- Referenzmodell für die Kommunikation in offenen Systemen
- Für die Implementierung weniger bedeutsam
- OSI: Interaktion nur zwischen benachbarten Schichten
- Praxis: Ereignisse / Zustände in niedrigeren Schichten werden von höheren Schichten mit berücksichtigt, um die Dienstgüte aus Sicht des Anwenders / des Anwendungsprozesses zu verbessern.

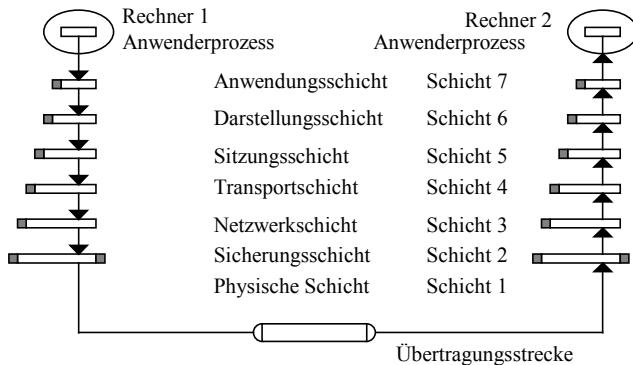


Bild 4: Schichten des OSI-Modells

## Internet

- Schicht 3 ist praktisch immer IP
- Schicht 4 ist häufig TCP oder eine Variante davon.

## 3. Datenbanken in mobilen Netzen

### Anwendungen

- Zugriff mobiler Teilnehmer auf Datenbanken im Festnetz (Corporate Database)
- Verteilte Datenbanken unter Einbezug mobiler Teile (Replikation, Synchronisation)
- Datenbanken als Bestandteil der Netzinfrastruktur (Location Register, Mobilitätsmanagement bei Ad-hoc-Netzen).

### Probleme

- Funkstrecken sind (relativ) schmalbandig
- Funkstrecken sind (relativ) fehleranfällig (Bitfehlerrate, Unterbrechungen)
- Funkstrecken können unsymmetrisch sein (Datenrate bzw. Distanz)
- Ressourcen in mobilen Endgeräten sind beschränkt (Energievorrat, Speicherkapazität, Verarbeitungsleistung).

## 4. Mobilität mittels IP

### Mobile IP (RFC 2002)

Ist eine Erweiterung des IP-Protokolls, die die Mobilität von Teilnehmern ermöglicht. Durch Einführung einiger **zusätzlicher Konzepte** in Mobile IP können die IP-Adressen und die meisten Router unverändert bleiben:

- **MN (Mobile Node)**: Das mobile Endsystem mit seiner ursprünglichen IP-Adresse, die auch in fremden Netzen gültig bleibt.
- **HA (Home Agent)**: Router im Heimatnetz des MN. Der HA kennt den Aufenthaltsort des MN und sendet ihm Daten mit Hilfe eines Tunnels.
- **FA (Foreign Agent)**: Ein Router im Fremdnetz, in dem sich der MN aktuell aufhält. Er leitet die vom HA empfangenen Pakete an den MN weiter. Der FA ist auch der Standard-Router (*default router*) für den MN und kann diesem eine COA zur Verfügung stellen.
- **COA (Care of Address)**: Die temporäre IP-Adresse eines MN in einem Fremdnetz. Die COA kann sich auf dem MN oder dem FA befinden.

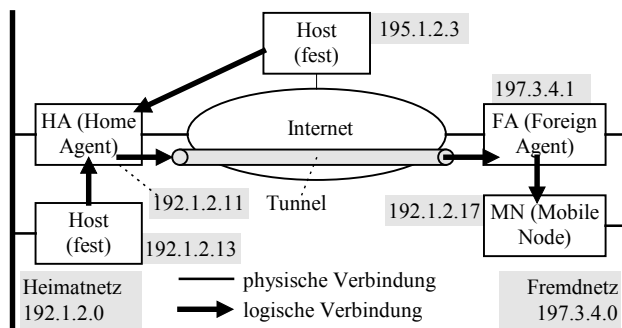


Bild 5: Konfiguration bei Mobile IP [6], S. 375

### IP Micromobility

Das Konzept IP Micromobility erweitert Mobile IP durch Funktionen zum schnellen und nahtlosen Handoff in Mikrozellen und durch IP Paging. Mobile Hosts, die ihren Netzzugangspunkt häufig wechseln, können so ohne erhebliche Probleme durch erhöhte Verzögerung, Paketverlust oder Signalisierungsaufwand eingebunden werden. Die lokale Mobilität wird dadurch auf der Ebene Mobile IP verborgen. Für IP Micromobility wurde eine Anzahl von Protokollen vorgeschlagen [2].

Tabelle 1: Vorschläge für IP Micromobility

Protokoll	Entwickler
Cellular IP	Columbia University, Ericsson Research
Hawaii	Lucent Technologies
Hierarchical Mobile IP	Ericsson, Nokia

## 5. TCP/IP: Zuverlässige Kommunikation mit mobilen Endsystemen ?

### Probleme bei TCP

Paketverlust wird als Überlast verstanden, als Reaktion wird die Senderate reduziert. Bei drahtlosen Verbindungen wird jedoch Paketverlust wesentlich durch Übertragungsfehler und Handoff verursacht. Dies führt zu einer geringen Übertragungsleistung und langen Antwortzeiten.

### T/TCP (Transactional TCP) RFC 1644, RFC 1379

Ist für Anwendungen bestimmt, die kurze Transaktionen ausführen, also nur wenige Segmente übertragen. Dafür ist der Overhead von sieben Segmenten für Verbindungsauf- und -abbau nicht tragbar. T/TCP fasst die sonst getrennten Segmente für SYN, Daten und FIN zu einem zusammen.

### Modifikationen für mobile Anwendungen

Hier werden Mechanismen wie lokale Übertragungswiederholung, aufgesplante TCP-Verbindungen und Fehlerkorrektur verwendet. [1] gibt eine vergleichende Analyse von 12 TCP-Modifikationen für drahtlose Übertragungsstrecken.

## 6. Transaktionsorientierte Anwendungsprotokolle

### RDA (Remote Database Access) ISO 9579

Zugriff aus einer Anwendungsumgebung auf ein entferntes DBMS. Definiert als Komposition aus ACSE, CCR, TP-ASE und einem speziellen ROS (ROSE-Variante). RDA ist die komplexeste Anwendung innerhalb der ISO/OSI-Welt [4].

### DTP (Distributed Transaction Processing) ISO 10026

DTP ist ein Protokoll im Rahmen der Anwendungsschicht des OSI-Modells. Während **RTSE** für einfache Übertragungen gedacht ist, wird für die **Transaktionsverarbeitung** CCRSE (*Commitment, Concurrency and Recovery Service Element*) zusammen mit DTP eingesetzt. CCRSE ist dabei für das *Commitment* (Abschließen) und das *Rollback* (Zurücksetzen) der einzelnen Schritte einer Transaktion zuständig, während DTP die Koordination der gesamten Transaktion steuert. Eigenschaften von Transaktionen werden an dieser Stelle nicht betrachtet.

Zentrale Konzepte für die Transaktionsverarbeitung sind der **atomare Aktionsbaum** (*atomic tree*) und das **zweistufige Festschreiben** der Ergebnisse (*two-phase commit*) am Ende der Transaktion. Eine Transaktion wird von einem Master gesteuert. Die beauftragten, untergeordneten Instanzen (Subordinates) melden die Ergebnisse an den Master zurück. Nur wenn alle Subordinates ihre Aufgaben erfolgreich erfüllt haben kann die Transaktion abgeschlossen werden. Andernfalls muss zurückgesetzt werden. Die Bezeichnung Baum weist darauf hin, dass ein Subordinate selbst wieder Master gegenüber weiteren Subordinates sein kann.

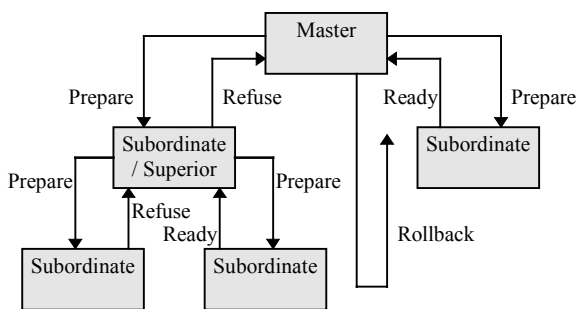


Bild 6: Atomarer Baum [5], S. 311

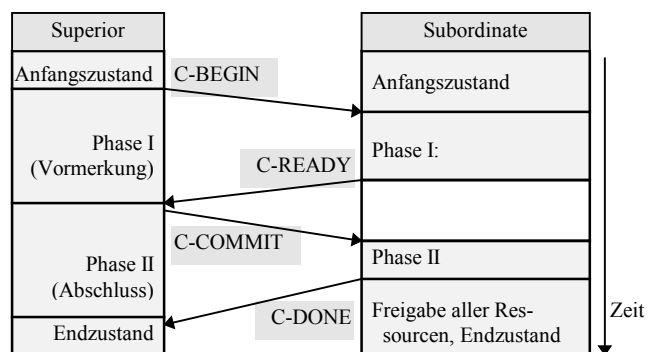


Bild 7: Ablauf beim Two-Phase-Commit [5], S. 312

Die erste Phase einer Transaktion wird mit Hilfe des Dienstelements C-BEGIN eingeleitet und mit C-PREPARE abgeschlossen. Falls mindestens einer der Subordinates mit C-REFUSE antwortet, muss die Transaktion mit C-ROLLBACK zurückgesetzt werden. Wenn alle Subordinates mit C-READY antworten (also erfolgreich waren), leitet der Master mit C-COMMIT die Phase zwei ein. Die Transaktion ist abgeschlossen, wenn alle Subordinates mit C-DONE geantwortet haben. Die in CCRSE verfügbaren Dienstelemente sind in der Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 2: CCRSE-Dienstelemente

Phase	Dienstelement	Beschreibung
1	C-BEGIN.req, .ind	Aufforderung an den Subordinate zum Beginn einer Transaktion
1	C-PREPARE.req, .ind	Aufforderung an den Subordinate, C-READY bzw. C-REFUSE zu senden
1	C-READY.req, .ind	Der Subordinate bestätigt seine Bereitschaft zum C-COMMIT
1	C-REFUSE.req, .ind	Der Subordinate weist die Aufforderung zum C-COMMIT zurück
2	C-COMMIT.req, .ind	Der Superior fordert den Subordinate auf, die Transaktion dauerhaft zu machen

2	C-DONE.req, .ind	Der Subordinate bestätigt, dass er die Transaktion korrekt abgeschlossen hat
2	C-ROLLBACK.req, .ind	Der Superior fordert den Subordinate auf, alle in der Transaktion bisher durchgeführten Änderungen rückgängig zu machen
2	C-ROLLBACK.resp, .conf	Der Subordinate bestätigt das Zurücksetzen aller Änderungen
1, 2	C-RESTART.req, .ind	Der jeweilige Partner wird aufgefordert, auf einen früheren Zustand zurückzusetzen
1, 2	C-RESTART.resp, .conf	Der Partner bestätigt die Ausführung des Zurücksetzens

**DTP** (*Distributed Transaction Processing*) ermöglicht die Transaktionsverarbeitung unter Beteiligung mehrerer Systeme. Anwendungsprozesse auf Clients und Servern nutzen das ASE (Application Service Element) DTP, das seinerseits auf CCRSE und ACSE aufsetzt. Clients können Transaktionen auslösen, die mehrere Server mit einbeziehen.

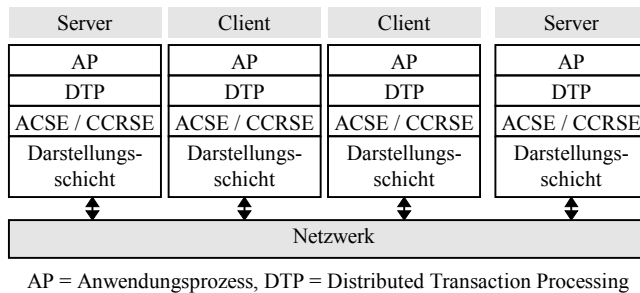


Bild 8: Struktur einer DTP-Anwendung [3], S. 806

### TIP (Transaction Internet Protocol) RFC 2371, RFC 2372

TIP ist ein transaktionsorientiertes Internet-Protokoll, das von der IETF den Status *Proposed Standard* erhalten hat [8]. TIP setzt auf TCP/IP auf und unterhält für jeden an einer Transaktion beteiligten Knoten eine TCP/IP-Verbindung. Funktion und Eigenschaften von TIP werden im Vortrag dargestellt.

### 7. Diskussion

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Konsequenzen der Mobilität auf den Schichten Netzwerk und Transport von vielen Vorschlägen gemeistert werden können. Weniger klar ist, wie weit standardisierte Anwendungsprotokolle darauf aufsetzen können und sollen. Den Vorteilen solcher Protokolle (Korrektheit, Interoperabilität, Portabilität, Wiederverwendbarkeit) stehen hohe Ansprüche an die knappen verfügbaren Ressourcen gegenüber.

Weitere Ansätze, die nicht ohne weiteres einer Schicht des OSI-Modells zugeordnet werden können, wurden vorgeschlagen und untersucht. Stichworte hierzu sind Kompromisse bei den Anforderungen an Transaktionseigenschaften, Nutzung der Replikation (inkl. Caching, Hoarding), Nutzung von Broadcasts zur Anpassung an die Asymmetrie der Übertragungsstrecken. Dabei ist auch die Frage der Netzarchitektur (Einsatz von Proxies) berührt. Weitere Themen wie Sicherheit (z. B. mittels SSL, TLS, AAA) wurden hier nicht betrachtet.

### Quellen

- [1] Balakrishnan, H. et. al.: A Comparison of Mechanisms for Improving TCP Performance over Wireless Links. IEEE / ACM Trans. on Networking, vol. 5, no. 6, pp. 756 - 769, Dec. 1997
- [2] Campbell, A. T. et. al.: Comparison of IP Micromobility Protocols. IEEE Wireless Communications, Feb. 2002, pp. 2 - 12
- [3] Halsall, F.: Data Communications, Computer Networks and Open Systems. Harlow: Addison-Wesley, 4<sup>th</sup>. ed., 1996
- [4] Pappé, S.: Datenbankzugriff in offenen Rechnernetzen. Berlin: Springer, 1991
- [5] Proebster, W.: Rechnernetze - Technik, Protokolle, Systeme, Anwendungen. München: Oldenbourg, 1998
- [6] Stein, E.: Taschenbuch Rechnernetze und Internet. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2001
- [7] Stein, E.: Mobile Ad-hoc-Netze - Eine kurze Übersicht. Vortrag beim Meeting der ITG-FG 5.2.1, TU Berlin, 24. - 25. 01.2002
- [8] Vogler, H. et. al.: The Transaction Internet Protocol in Practice: Reliability for WWW Applications. IEEE Comput. Soc. Internet Workshop IWS '99