

# Peer-to-Peer-Systeme und -Anwendungen

Klaus Wehrle & Ralf Steinmetz

[WeSt04]

Klaus Wehrle, Ralf Steinmetz; **Peer-to-Peer-Systeme und -Anwendungen**; Fachzeitschrift des Kompetenzzentrums eGovernment; 2/04, S. 38-39.

## Abstrakt

Unter dem Begriff «Peer-to-Peer-Networking» (P2P) entwickelt sich derzeit ein neues Paradigma für die Kommunikation im Internet. Obwohl ursprünglich für die sehr pragmatischen und rechtlich umstrittenen Dateitauschbörsen entworfen, entwickeln sich die Prinzipien des Peer-to-Peer-Networking derzeit zum geeigneten Lösungsansatz für die gestiegenen Herausforderungen des ständig wachsenden und mobiler werdenden Internets.

So lassen sich zahlreiche Anwendungen mit den traditionellen, auf Client-Server-Ansätzen basierenden Methoden, oft nur noch mit erheblichem Aufwand realisieren. Als aktuelle Beispiele sind hier neben Dateitauschbörsen insbesondere verteilte Dateisysteme und Grid-Computing zu nennen. Aber auch im Bereich des E-Government zeigt die P2P-Technologie vielversprechende Anwendungsmöglichkeiten auf.

Dr.-Ing. Klaus Wehrle,  
Leiter der Forschungsgruppe  
Protocol-Engineering & Distributed  
Systems, WSI-RI, Universität  
Tübingen  
Klaus.Wehrle@uni-tuebingen.de

Prof. Dr.-Ing. Ralf Steinmetz,  
Multimedia Kommunikation, Fach-  
bereich Elektrotechnik und Infor-  
mationstechnik, Fachbereich  
Informatik, TU Darmstadt, Vor-  
standsvorsitzender htcc, Darm-  
stadt  
Ralf.Steinmetz@KOM.tu-  
darmstadt.de

## Das Paradigma «Peer-to-Peer»

Im Zuge der jüngsten Entwicklungen lassen sich drei grundlegende Anforderungen an künftige Internet-basierte Anwendungen identifizieren, die durch das P2P-Paradigma adäquat erfüllt werden können:

- Die *Skalierbarkeit* ist eine elementare Voraussetzung, um den weiterhin steigenden Teilnehmerzahlen sowie dem immensen Ressourcenbedarf (Bandbreite, Speicherplatz, Rechenkapazität) bestimmter Anwendungen gerecht zu werden. So gilt es von Beginn an Flaschenhälse zu vermeiden, um auch ein Wachstum um mehrere Größenordnungen effizient bewältigen zu können.
- *Sicherheit* und *Zuverlässigkeit* spielen im Zuge einer wachsenden Anzahl gezielter Angriffe auf zentrale Dienste eine entscheidende Rolle für die Verfügbarkeit strategisch wichtiger und sicherheitsrelevanter Dienste. Auch eine zensurresistente Speicherung von Daten und Anonymität gewinnen durch aktuelle Entwicklungen entscheidend an Bedeutung.
- Mehr *Flexibilität* und *Dienstgüte* sind für die einfache und schnelle Integration neuer Dienste ein weiteres entscheidendes Erfolgskriterium künftiger Internet-Technologien. So konnten bisher dringend benötigte Dienste, wie etwa Gruppenkommunikation oder Mobilität, bis heute nicht mit einer adäquaten Qualität realisiert werden.

Somit wird deutlich, dass die seit Anfang der achtziger Jahre zunehmend eingesetzten Client-Server-basierten Anwendungen den neuen Anforderungen des Internets von Morgen nicht mehr gerecht werden. Vor allem das Prinzip einer zentralen Instanz bereitet zunehmend Probleme: Zentrale Ressourcen werden zum Flaschenhals, stellen gezielte Angriffs- und Schwachpunkte dar und können aufgrund ihrer strategischen Lage im Netzwerk meist nicht ohne hohe Kosten modifiziert werden. An dieser Stelle setzen nun die Konzepte des Peer-to-Peer-Networking an und versuchen durch einen Paradigmenwechsel die genannten Probleme zu lösen.

Ein P2P-System lässt sich nach unserem Verständnis durch folgende

Charakteristika beschreiben, wobei oft nur im Idealfall alle Eigenschaften gleichzeitig zutreffen [SW04]:

## Dezentrale Ressourcennutzung

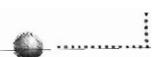
Die relevanten Betriebsmittel (Bandbreite, Speicherplatz, Rechenkapazität) werden möglichst gleichmässig verteilt genutzt und befinden sich an den sogenannten «Rändern» der Rechnernetze, bei den «Peers». Die bekanntesten Beispiele solcher Betriebsmittel sind Speicherplatz und Prozessorleistung. Daneben sind aber auch Konnektivität, menschliche Präsenz oder aber geographische Nähe zu nennen. Beispiele hierfür sind Instant Messaging, Daten- und Gruppenkommunikation.

## Dezentrale Selbstorganisation

Zur eigentlichen Nutzung der Betriebsmittel interagieren Peers direkt miteinander. Dies erfolgt im Allgemeinen ohne jegliche zentrale Steuerung. Hierin drückt sich wiederum ein ganz zentrales Merkmal von P2P-Systemen aus, welches es von traditionellen Client-Server-Systemen unterscheidet: Während letztere Koordination ausgehend vom Server als ordnendes Paradigma verwenden, bauen P2P-Systeme auf Kooperation zwischen gleichberechtigten Partnern.

Der Zugriff auf bzw. Transfer der gemeinsam benutzten Betriebsmittel erfolgt direkt zwischen den Peers. Hierfür existiert keine zentrale Steuerung. P2P-Systeme stehen für eine grundsätzliche Dezentralisierung der Steuerung. Die Peers selbst besitzen Client- und Server-Funktionalität, d.h. Peers sind beides zugleich. Dies unterscheidet P2P-Systeme wesentlich von herkömmlichen Systemen mit asymmetrischer Funktionalitätsverteilung und führt sowohl zu erhöhter Flexibilität hinsichtlich der bereitgestellten Funktionalität als auch zu sehr unterschiedlichen Anforderungen an den Entwurf von P2P-Systemen. Idealerweise geschieht die gesamte Steuerung selbst organisierend bzw. im ad hoc Modus. Wie bereits erwähnt kann hiervon im Sinne der Leistungssteigerung zwar abgewichen werden, ohne jedoch den dezentralen Charakter von P2P-Systemen völlig auszuhöheln.

Zusammenfassend bezeichnet das Paradigma «Peer-to-Peer» Systeme



mit vollständig dezentraler Selbstorganisation und Ressourcennutzung.

**Stand der Forschung**

Die grundsätzliche Herausforderung bei Peer-to-Peer-basierten Anwendungen besteht in der dezentralen Selbstorganisation ohne die Nutzung zentraler Dienste. In diesem Zusammenhang stellt die effiziente Suche nach der Lokation eines gewünschten Datums das grundlegende Problem der dezentralen Selbstorganisation dar. Im Gegensatz zu zentralen Server-Anwendungen, bei denen der Speicherort eines Datums inhärent bekannt ist, können Daten in dezentralen Architekturen an zahlreichen, zum Teil weit entfernten, Stellen im Netz gespeichert werden. In den vergangenen beiden Jahren haben sich zur Lösung dieses Problems zwei grundlegende Prinzipien entwickelt: strukturierte und unstrukturierte Peer-to-Peer-Systeme.

**Unstrukturierte P2P-Anwendungen**  
Unstrukturierte Suchverfahren wurden in den ersten Peer-to-Peer-Systemen eingesetzt, wobei jedoch schnell deut-

lich wurde, dass diese nicht skalierbar waren. So besitzen die Server-orientierten Verfahren einen Flaschenhals hinsichtlich ihrer Systemressourcen (Speicher, Rechenleistung und Netzbandbreite) und die Fluten-basierten Verfahren führen zu enormen Belastungen der Kommunikationsverbindungen. In der Regel entstanden diese unstrukturierten P2P-Anwendungen nach Anforderungen des Marktes (Dateitauschbörsen, Instant-Messaging) und wurden dementsprechend unkoordiniert entworfen.

**Strukturierte P2P-Anwendungen**

Als «Reaktion der Forschung» auf die Skalierbarkeitsprobleme unstrukturierter Peer-to-Peer-Anwendungen und im Hinblick auf die enormen Möglichkeiten dezentral selbst organisierender Systeme wurden relativ unabhängig voneinander verschiedene Forschungsarbeiten zu verteilter, inhaltsadressierbarer Speicherung von Daten im Internet durchgeführt. Diese so genannten verteilten Hash-Tabellen (Distributed Hash Tables, DHT) weisen deutliche Vorteile hinsichtlich der Skalierbarkeit, der Feh-

lertoleranz und der Leistungsfähigkeit im Vergleich zu Server-orientierten oder Fluten-basierten Verfahren auf. So ermöglichen verteilte Hash-Tabellen in der Regel das Auffinden eines Datums im Netz mit einer Komplexität von  $O(\log N)$ , wobei  $N$  die Anzahl der beteiligten Systeme ist. Im Vergleich zu den Komplexitäten von mindestens  $O(N)$  der zuvor vorgestellten unstrukturierten P2P-Anwendungen, können sowohl das zugrunde liegende Netzwerk als auch die Anzahl der Teilnehmer beliebig weiter wachsen, ohne die Leistungsfähigkeit der verteilten Anwendung zu beeinträchtigen.

**Fazit**

P2P ist damit keinesfalls nur ein Verfahren zum Austausch von Dateien, sondern stellt vielmehr einen Paradigmenwechsel dar, von Koordination zu Kooperation, von Zentralisierung zu Dezentralisierung und von Kontrolle zu Anreizen.

Literatur:  
[SW04]R. Steinmetz, K. Wehrle. Peer-to-Peer-Networking, GI-Spektrum (27)/1, S. 51-54, Springer Verlag, Februar 2004

## «eGov Präsenz» - Abonnement

Die «eGov Präsenz» erscheint seit 4 Jahren und ist die einzige Fachzeitschrift für E-Government im gesamten deutschsprachigen Raum. Sie ist eine unabhängige Publikationsplattform, in der ausschliesslich Fachartikel ohne Publicity-Charakter veröffentlicht werden. Die publizierten Beiträge sind von hoher Qualität und zeugen von fundiertem Fachwissen der jeweiligen Autoren. Damit die «eGov Präsenz» auch weiterhin in dieser Qualität erscheinen und unabhängig bleiben kann, sind wir gezwungen, ab Anfang des Jahres 2005 einen Unkostenbeitrag von Fr. 30.- (Euro 18.-) für ein einjähriges Abonnement (2 Ausgaben) der «eGov Präsenz» zu erheben.

Bitte senden Sie das untenstehende Formular per Post, Fax oder E-Mail an:

**Institut für Wirtschaft und Verwaltung IWW Bern**

Kompetenzzentrum eGovernment

Eigerplatz 5

Postfach

CH - 3000 Bern 14

Fax +41 31 370 00 21

E-Mail: info@iww.ch

Ja, ich möchte die «eGov Präsenz» für ein Jahr abonnieren (Fr. 30.- / Euro 18.-)

Name / Vorname : \_\_\_\_\_

Firma : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

PLZ / Ort : \_\_\_\_\_

Telefon : \_\_\_\_\_

E-Mail : \_\_\_\_\_

Datum / Unterschrift : \_\_\_\_\_