

**Proseminar**

**Funk– und Peer to Peer Netze**

**Anwendungsgebiete von Peer to Peer Netzen**

**Michael Luther & Christoph Meier**

**TU München SS 2003**

# Gliederung

## **1. Einleitung und Überblick**

- 1.1 Definition
- 1.2 Eigenschaften und Anforderungen an ein P2P Netz
- 1.3 Geschichte der P2P Netze
- 1.4 Die zwei Modelle von P2P

## **2. Anwendungsbereiche**

- 2.1 File Sharing
- 2.2 Distributed Computing
- 2.3 Distributed Search Engines
- 2.4 Instant Messaging
- 2.5 Groupware
- 2.6 Sonstige

## **3. Herausforderungen und Zukunft**

- 3.1 Technische Herausforderungen
- 3.2 Juristische Herausforderungen
- 3.3 Ökonomische Herausforderungen

# 1. Einleitung und Überblick

Peer-to-Peer (P2P) hat sich in der neueren Zeit zu einem viel diskutierten Begriff in der jüngeren Geschichte der Informationstechnologie herausgebildet. Insbesondere die millionenfach besuchten Musiktauschbörsen wie z.B. Napster haben P2P zu einem kontrovers diskutierten Phänomen gemacht. File-Sharing ist dabei aber nur eine Facette von P2P. Instant Messaging, Distributed Computing, Distributed Search Engines oder Groupware sind weitere Anwendungsgebiete von P2P. Die folgende Arbeit ist die schriftliche Ausarbeitung zum Referat „Anwendungsgebiete von P2P – Netzen“ im Proseminar „Funk – und P2P – Netze“ an der TU München. Im ersten Teil sollen zunächst allgemeine Sachverhalte erklärt werden und den Leser in das Gebiet P2P einführen. Der zweite Teil behandelt dann die unterschiedlichen Anwendungsgebiete von P2P. Im letzten Teil sollen dann noch die Herausforderungen für die Zukunft von P2P Anwendungen herausgearbeitet werden.

## 1.1 Definition

Peer-to-Peer kann man wörtlich übersetzen mit „gleich zu gleich“. Das bedeutet, dass in einem P2P – Netz die Beteiligten als Gleichberechtigte arbeiten und es kein Über-/Unterordnungsverhältnis wie etwa bei Client-Server-Netzen gibt. Zu erwähnen ist außerdem, dass in einem P2P – Netz nicht nur Daten ausgetauscht werden, sondern auch Rechenleistung als „Ware“ von manchen Anwendungen benutzt wird. Dies führt zusammen mit der wörtlichen Übersetzung zu folgender Definition: Mit P2P ist die Vorstellung verbunden, dass in einem Verbund Gleichberechtigter („Peers“), die sich wechselseitige Ressourcen wie Informationen, CPU – Laufzeiten, Speicher und Bandbreite zugänglich machen, kollaborative Prozesse unter Verzicht auf zentrale Koordinationsinstanzen durchgeführt werden.

## 1.2 Eigenschaften und Anforderungen an ein P2P – Netz

Für ein heutiges P2P – Netz lassen sich hauptsächlich drei Eigenschaften ausmachen:

- Client- und Serverfunktionalität: Jeder Teilnehmer in einem P2P – Netz kann Daten senden, speichern und empfangen. Idealerweise sind alle Knoten gleichberechtigt und gleichwertig.
- Direkter Austausch zwischen Peers: Knoten können in Echtzeit miteinander interagieren wenn sie miteinander vernetzt sind. Dabei ist es unerheblich welche Daten zu welchem Zweck ausgetauscht werden.
- Autonomie: Die Knoten in einem P2P – Netz haben vollkommene Selbstkontrolle, d.h. sie allein bestimmen was wann und mit wem ausgetauscht wird. Als Folge der Autonomie ist nicht sichergestellt, dass jeder Knoten zu jedem Zeitpunkt dem Netz zur Verfügung steht.

Die Anforderungen an ein heutiges P2P – Netz sind umfangreich. Das Erstellen und Verwalten der Verbindung durch eine P2P Applikation ist sicherlich der wichtigste Punkt. Aber auch die Sicherheit innerhalb eines P2P – Netzes darf nicht unbeachtet

bleiben. Schon in herkömmlichen Netzwerken ist die Sicherheit eine wichtige Anforderung. In P2P – Netzen ist diese noch ein Stück wichtiger, da die Funktionsweise von P2P - Netzen denen von Viren ähnelt. Daher werden Firewalls oftmals eingesetzt. Diese behindern allerdings die Kommunikation mit anderen Teilen des Netzes und lassen Traffic oftmals nur über Port 80 zu. Dies stellt P2P – Applikationen oft vor erhebliche Schwierigkeiten. Einige Anwendungen haben daher begonnen den Traffic über diesen Port 80 laufen zu lassen, was aber den Sinn einer Firewall untergräbt. Eine P2P Applikation sollte zudem auch erkennen welche Rechner online bzw. offline sind. Bei der Frage wie viel Bandbreite ein Knoten haben will für Upstream bzw. Downstream wäre es wünschenswert wenn der User selbst das Bandbreitenvolumen einstellen könnte. Denn bisher wird von den Anbietern von Bandbreite den asymmetrischen Bandbreiten mit mehr Downstream der Vorzug gegeben. Sinnvolle Zusatzfunktionen für eine Applikation wäre auch die Wiederaufnahme abgebrochener Downloads, der gleichzeitige Download von mehreren Stellen oder das Vormerken von Offline – Ressourcen.

### **1.3 Geschichte der P2P – Netze**

Die den P2P – Anwendungsbereichen zugrunde liegenden Technologien und die damit verbundenen Herausforderungen sind allesamt nicht neu. Sogar das Telefonsystem oder die ersten Diskussionsforen des Usenet sind je nach Definition P2P – Netze. Die ersten vier Hosts des Internet waren als gleichberechtigte Computer Sites zusammengeschaltet und nicht als Client/Server – Beziehung. Damals sollten die Teilnehmer statische IP – Adressen haben und permanent am Netz angeschlossen sein. Mit der Entwicklung von den ersten Web – Browsern wurde umgedacht. Die IP – Adressen wurden dynamisch vergeben und jeder Teilnehmer konnte sich beliebig an- und abmelden. Dies führte dann vorläufig zum Untergang der P2P Ideen, da die dynamische Zuteilung der IP – Adressen bis heute ein großes Problem für P2P Applikationen darstellt. Heutzutage werden statische 128 Bit Adressen für die IP's verwendet. Dennoch kann man ab dem Jahre 2000 von einem gemischten Internet aus Client/Server – Netzen und P2P – Netzen reden.

### **1.4 Die zwei Modelle von P2P**

Man kann bei P2P – Netzen durchaus Unterschiede erkennen. Diese äußern sich größtenteils darin, dass im Netz noch ein Server zu Verwaltungszwecken eingesetzt wird oder nicht. Im folgenden werden die zwei „Extreme“ der P2P Architekturen vorgestellt. Auf die Beschreibung anderer Mischformen wurde verzichtet.

#### Zentrale P2P – Netze:

In einem zentralen P2P – Netz agiert noch ein Server als kontrollierende Instanz. Dieser besitzt eine Metadatenbank, auf der Informationen über die auf den einzelnen Rechnern im Netz abgelegten Daten bzw. die von dort angebotenen Dienste gespeichert sind. Zudem besteht eine weitere Aufgabe des Servers darin, dem anfragenden Peer mitzuteilen, welche Peers online sind. Man spricht bei einem zentralen P2P – Netz aufgrund des Servers auch von hybridem P2P – Netz. Der

Kommunikationsablauf sieht dabei folgendermaßen aus: Der Client, der eine bestimmte Datei sucht, startet eine entsprechende Anfrage an den zentralen Server. Dieser gleicht die in Frage kommenden Dateien in seiner Datenbank mit den Usern ab, die im Moment im Netz sind. Danach generiert er eine Liste dieser Dateien und zeigt diese dem Client. Der Client kann dann aus der Liste die gewünschten Dateien auswählen und eine direkte Verbindung mit dem Rechner, auf dem die Dateien liegen, herstellen. Die weitere Kommunikation und das Herunterladen der Datei geschieht anschließend direkt zwischen den beiden Clients. Wichtig hierbei ist, dass die Kommunikation nicht über den Server stattfindet, sondern zwischen den beiden Peers. Der wesentliche Vorteil dieses Modells ist das zentrale Verzeichnis. Da die Datenbank auf dem Server regelmäßig aktualisiert wird, findet man eine Datei schnell. Alle Clients müssen zudem mit dem Server-Netz verbunden sein, deshalb erreicht eine Anfrage alle angeschlossenen Benutzer. Dies macht die Anfrage noch erfolgreicher. Der Nachteil des Modells ist, dass das Modell nur einen einzigen Zugangspunkt zum Netz vorsieht. Bei einem Serverausfall wird so die ganze Applikation blockiert.

#### Dezentrale P2P – Netze:

Beim dezentralen P2P – Netz existiert ein solcher Server, der die Peers miteinander bekannt machen und so für einen Datenaustausch sorgen könnte, nicht. Bei diesem Konzept muss ein Peer dafür sorgen, dass er mindestens einen Rechner des gleichen Netzwerks erreichen kann. Hierbei können Listen mit Peers helfen, auf denen Rechner verzeichnet sind, die besonders häufig online sind. Diese Listen müssen über die Zeit dynamisch aktualisiert werden, damit gewährleistet wird, dass immer Peers erreichbar sind. Dezentrale P2P – Netze werden auch pures P2P genannt. Der Kommunikationsablauf ist hierbei etwas anders als bei hybriden P2P – Netzen: Ein Peer sendet eine Anfrage an weitere Peers, die mit ihm verbunden sind. Diese wiederum senden die Anfrage an alle mit ihnen verbundenen Rechner. Der Rechner auf dem sich die gesuchte Datei befindet, sendet an den ursprünglich anfragenden Peer eine Antwort auf demselben Weg. Der Download erfolgt über eine direkte Verbindung zwischen den beiden Clients. Durch die dezentrale Struktur ist dieses Modell schwieriger zu handhaben als das zentral organisierte P2P. Eine Schwierigkeit ist das Anmelden, muss doch zuerst ein anderer aktiver Peer im Netz gefunden werden. Der große Vorteil dieses Modells besteht darin, dass das Netz nicht von zentralen Servern abhängig ist. Dadurch ist es viel robuster, denn es kann keine durch Serverausfälle bedingten Ausfälle des Netzes geben. Auch ist so keine Kontrolle oder Zensur der Inhalte möglich, was je nach Sichtweise als Vorteil oder Nachteil angesehen werden kann. Ein Nachteil an diesem Modell ist, dass es nicht besonders schnell ist, ein anderer, dass das Einloggen langsam sein kann, falls nicht sofort ein erster Knoten gefunden wird, wo sich der neue Benutzer anmelden kann. Zudem kann durch den Schnellballeffekt eine hohe Netzbelastung entstehen. Weiter ist es möglich, dass ein Netz in Teilnetze zerfällt, wenn ein Peer ausfällt, oder sich abmeldet.

## **2. Anwendungsbereiche**

Nach der Einführung in die Peer To Peer Netze sollen im folgenden Kapitel die zahlreichen Anwendungsgebiete davon näher vorgestellt werden.

### **2.1 File Sharing**

Der derzeit wohl bekannteste Anwendungsbereich von Peer To Peer Netzen ist File Sharing. Sie trugen auch maßgeblich zur Bekanntheit von Peer To Peer bei, führten zu einem regelrechten Boom und sind seit Napster in aller Munde. Daher erstaunt das große Angebot an Software nicht. Bekannte Vertreter u. A. sind etwa Napster, Morpheus, Gnutella, Kazaa oder WinMX.

Das Prinzip von File Sharing ist sehr einfach. Jeder Anwender im P2P Netz stellt mit Hilfe der P2P-Applikation Dateien (z. B. Musik-, Grafik-, Text- oder sonstige Dateien – je nach Vorgabe) zur Verfügung, die von jedem anderen Netzteilnehmer gefunden und abgerufen werden können.

Dabei sind sowohl zentralisierte Netze (z. B. Napster) als auch dezentrale Netze (z. B. Gnutella) vorzufinden.

#### **Gnutella**

Am Beispiel von Gnutella sollen Details von File Sharing Netzen deutlich werden.

Sehr Interessant ist etwa die Geschichte Gnutellas. Ursprünglich wurde Gnutella von der Firma Nullsoft entwickelt. Kurz nach der Fertigstellung wurde Nullsoft allerdings von AOL aufgekauft. Da AOL aber kein Interesse am Gnutella-Projekt besaß, wurde die Downloadmöglichkeit der Gnutella-Software schon nach wenigen Stunden wieder gestoppt. Trotzdem genügte diese Zeit bereits, um die Software in den Umlauf zu bringen, so dass sich in kürzester Zeit Gnutella massenhaft verbreiten konnte. Schließlich wurden sogar weitere auf dem Gnutella-Protokoll basierende Client entwickelt.

Diese Geschichte zeigt sehr deutlich, wie stark die Kräfte des Internets sind. Ist eine Idee erst einmal geboren und veröffentlicht, lässt sie sich praktisch nicht mehr aus der Welt bringen.

Die Gnutella-Software selbst besteht aus nur einem Programm, das als Server und Client gleichzeitig fungiert.

Daraus folgt auch, dass Gnutella eine dezentrale Struktur aufweist. Nichtsdestotrotz muss beim Login ein Einstiegspunkt in das Netz, der sog. erste Peer, bekannt sein. Dieser lässt sich anhand eines Host-Caches finden, der verschiedene Einstiegspunkte speichert. Selbstverständlich muss auch die Adresse des Host-Caches wiederum bekannt sein, woraus zu schließen ist, dass man ganz ohne zentrale Elemente auch auskommt.

Ist man erst einmal mit dem Netz verbunden, kann man Suchanfragen verschicken. Diese werden solange an alle verbundenen Rechner versandt, bis ein Rechner gefunden ist, der den gewünschten Inhalt liefern kann. Damit eine Suchanfrage nicht ewig durch das Netz läuft, enthält jede Nachricht eine sog. TTL (Time to live), die nach jeder Etappe um eins dekrementiert wird, bis sie Null erreicht und somit gelöscht wird.

Trotz dieser Maßnahme ist der Kampf gegen den Traffic ein ernstzunehmendes Problem, ganz insbesondere für Benutzer niedriger Bandbreiten. Diese Problem wird mit Hilfe semizentraler Elemente umgangen. Hierbei sind Rechner mit höherer Bandbreite an sehr viele Systeme und Rechner mit niedrigerer Bandbreite an weniger viele Systeme angeschlossen.

## **2.2 Distributed Computing**

Eine ganz andere Möglichkeit P2P Netze zu verwenden ist das Distributed Computing. Darunter versteht man die Aufteilung von Rechenleistung in einem P2P Netz. Ein zentraler Server teilt den verschiedenen Clients Teilaufgaben einer komplexen Gesamtaufgabe zu, so dass das P2P Netz nach außen hin wie ein Supercomputer wirkt. Wichtig ist dabei, dass die Clients in der Regel nur im Idle-Zustand ihre CPU-Zeit für das P2P Netz abgeben, sonst aber ganz normal einsatzfähig bleiben.

So nutzt Intel die Rechner der Angestellten nachts für komplexe Berechnungen innerhalb eines P2P Netzes, für die sonst ein Supercomputer erforderlich wäre. Hier zeigt sich der wirtschaftliche Nutzen von P2P.

### **Seti@Home**

Das bekannteste Beispiel für Distributed Computing ist aber sicherlich das Seti@Home-Projekt. Hier geht es um die Suche von Nachrichten von potentiellen außerirdischen Lebensformen in empfangenen Radiowellen. Derzeit nehmen an der Suche über 4 Millionen Anwender teil, wodurch eine sehr hohe Rechenleistung erzielt wird. Diese hohe Nutzerzahl ist auch ein Verdienst der Vielfalt an Clients für zahlreiche CPU/OS-Kombinationen. Realisiert wird die Clientsoftware als Screensaver. Somit wird sichergestellt, dass nur dann CPU-Zeit abgezweigt wird, wenn der Nutzer gerade inaktiv ist.

Grundsätzlich funktioniert Seti@Home wie folgt. Pro Tag werden vom Teleskop 35 GB an Daten aufgenommen. Diese werden an den zentralen Verwaltungsserver weitergeleitet und in sog. Work-Units von jeweils 340 KB aufgeteilt. Jede Work-Unit wird nun an mehrere verschiedene P2P Teilnehmer versandt. Nach einiger Zeit senden die Clients die fertig berechneten Units wieder an den Server zurück. Dieser vergleicht dann, ob die Ergebnisse auch übereinstimmen, da sonst ein erneuter Berechnungsversuch gestartet werden muss.

Wichtig beim Distributed Computing ist, dass die zu erfüllende Gesamtrechenleistung sich gut in Teilpakete unterteilen lassen kann und gleichzeitig nicht zu große Datenmengen zwischen Server und Client übertragen werden müssen.

## 2.3 Distributed Search Engines

Eine Unterform von Distributed Computing stellen Distributed Search Engines dar.

Während herkömmliche Suchmaschinen über einen zentralen Index verfügen und auch mit einem eigenen Robot das Internet nach neuen oder aktualisierten Seiten durchsuchen, übernimmt bei Distributed Search Engines das P2P Netz diese Aufgaben.

So erhält jeder Client im P2P Netz vom selbsternannten Google-Killer Grub eine gewisse Anzahl von URLs, von denen er ausgehend das WWW zu durchsuchen hat. Mit genügend hoher Anzahl an Clients lässt sich somit das komplette Internet in nur kürzester Zeit durchsuchen, wodurch der Index sehr aktuell – praktisch tagesaktuell – gehalten werden kann. Gleichzeitig wird eine höher Abdeckung des Internets angestrebt. Wird von heutigen Spitzensuchmaschinen behauptet, dass sie nur 10%-40% des gesamten Internets abdecken, so soll mit Grub dank P2P ein wesentlich höherer Anteil erreicht werden.

## 2.4 Instant Messaging

Beim Instant Messaging steht die Kommunikation der einzelnen P2P Netzteilnehmer im Mittelpunkt. Nach der Anmeldung im Netz kann man sehen, welche anderen Nutzer gerade im Netz eingeloggt sind und kann mit ihnen Kontakt aufnehmen. Dies wird z. B. über die Versendung von Nachrichten, Chat oder Voice-Chat ermöglicht. Wichtig dabei ist, dass die Unterhaltung stets in Echtzeit abläuft.

Auch im Instant Messaging Bereich gibt es bereits zahlreiche bekannte Software, wie z. B. ICQ, Yahoo Instant Messenger oder den MSN Messenger.

Eine interessante Sonderform ist Trillian. Hierbei handelt es sich strenggenommen um gar kein eigenes P2P Netz. Stattdessen nutzt das Programm die Accounts und Protokolle von den bekannten (oben genannten) Instant Messenger Systemen, um eine Instant Messenger Kommunikation quer über alle verschiedenen gebräuchlichen Instant Messaging Netze zu ermöglichen.

Inzwischen existieren sogar schon professionelle Anwendung im Instant Messaging Bereich, wie etwa Finanzservices im Yahoo Messenger.

Leider sind bei vielen Instant Messenger Netzen immer wieder Sicherheitsprobleme aufgetaucht, wie z. B. der Versand von unverschlüsselten Daten, was zu Unsicherheiten geführt hat.

Eine weitere Chance des Instant Messaging liegt in der Real-Time-Kundenberatung in Online-Shops. Das würde die einfache, bequeme und schnelle Art des Einkaufs im Internet mit den beratenden Funktionen im Geschäft verbinden. Dennoch konnte sich dieses Konzept noch nicht so recht durchsetzen, was vermutlich an den hohen Kosten liegt. Daher werden bisher noch klassische Email-Dienste bevorzugt.

## **2.5 Groupware**

Eine Fortführung von Instant Messaging stellt schließlich die Groupware dar. Sie dient in erster Linie der Erleichterung der Kommunikation, Koordination und Zusammenarbeit in Arbeitsgruppen.

Groupware kommt genau dann besonders zur Geltung, wenn ein dezentraler Managementstil vorherrscht, also z. B. die beteiligten Personen stark geographisch verteilt oder sehr mobil sind. Aber auch bei dynamischen Datenbeständen oder Geschäftsprozessen findet Groupware ihre Anwendung.

Neben den klassischen Funktionen aus dem schon bekannten Instant Messaging-Bereich kommen bei Groupware noch Kalender-Funktionen, Event Planing und Video Conferencing hinzu sowie Funktionen zur Überwachung anderer Personen. Darunter versteht man z. B. die Abfrage des aktuellen Status oder der Angabe, woran gerade gearbeitet oder mit wem kommuniziert wird.

### **Groove**

Ein bekannter Vertreter aus dem Groupware-Bereich ist Groove. Neben den üblichen Standard-Funktionen ist besonders die zugesicherte Anonymität von Interesse. Jegliche Kommunikation zwischen den einzelnen Teilnehmern wird dabei verschlüsselt. Außerdem werden auch die Dokumente, die im Rahmen der Arbeitsgruppe angelegt werden, verschlüsselt abgelegt.

Groupware hat den großen Vorteil, spontan ungeplante Teams bilden und direkt unvermittelt Kommunizieren zu können. Auch bei sich verändernden Problemstellungen entsteht große Flexibilität.

## **2.6 Sonstige**

Neben den bereits aufgezeigten Anwendungsgebieten gibt es noch eine Reihe von weiteren Bereichen, die teilweise noch ein Nischendasein fristen. Einigen von ihnen sollen im folgenden Abschnitt näher erläutert werden.

Unter Content Distribution versteht man das Speichern, Verteilen oder Publizieren von ausgewählten oder auch beliebigen Inhalten (z. B. Texte, Bilder). Im Mittelpunkt steht eher die Publikation von Inhalten als die Suche danach. Hierzu werden z. B. Freenet und Swarmcast gerechnet.

Auch das Handeln hat P2P Netze bereits erobert. Mit PinPost lassen sich Angebote und Auktionen einstellen oder Produkte kaufen und ersteigern. Zur besseren Übersicht gibt es zahlreiche Kategorien zum Durchsuchen.

Eine weitere Form des Distributed Computing stellen Simulationen dar. So werden im FightAids@home-Projekt innerhalb eines P2P Netzes Mutationen des HIV-Virus berechnet. Auch das Militär hat das P2P Netz für sich entdeckt und spielt mit dem Gedanken Kampf- und Flugsimulationen darauf zu realisieren. Aber hier gibt es auch Schwierigkeiten, weil man bei Simulationen oftmals mit zu großen Datenmengen konfrontiert wird, die eine Realisierung im P2P Netz unmöglich machen. Zudem muss man sich über die Zuverlässigkeit der Clients Gedanken machen, ganz insbesondere, wenn vertrauliche Daten bearbeitet werden müssen.

Zum Ende sei noch das P2P Spiel Terrarium von Microsoft genannt, in dem Spieler in einem Ökosystem Kreaturen erschaffen können und sie dann in die Terrarien anderer Mitspieler transferieren können.

Da die P2P Technologie gerade erst am aufblühen ist, bleibt abzuwarten, welche weiteren Anwendungsgebiete in Zukunft noch entdeckt werden.

### **3. Herausforderungen und Zukunft**

Obgleich z.B. Instant Messaging bereits vielfach Einzug in betriebliche Abläufe gefunden hat, ist dies den übrigen P2P – Anwendungen nicht zu bescheinigen. Damit sich diese im industriellen Umfeld weiträumig etablieren können, gilt es noch eine Reihe grundlegender Herausforderungen zu bewältigen. Hierzu werden im Folgenden zunächst technische Herausforderungen thematisiert, von deren Beantwortung maßgeblich das Potential von P2P für die Unternehmenspraxis abhängen wird. Danach wird noch auf juristische und ökonomische Herausforderungen eingegangen.

#### **3.1 Technische Herausforderungen**

- Interoperabilität: Interoperabilität bezeichnet die Fähigkeit einer Entität mit einer anderen Entität zu kommunizieren. Von diesem Zustand ist die heutige P2P Welt noch weit entfernt. Fast jede P2P Applikation hat eigene Schnittstellen und Protokolle. Daher ist eine anwendungs- und netzwerkübergreifende Interoperabilität momentan nicht möglich. Es gibt aber Bestrebungen eine gemeinsame Infrastruktur mit standardisierten Schnittstellen für P2P Anwendungen zu schaffen. Ein Beispiel hierfür wäre das Projekt JXTA von Sun.
  
- Vertrauen: Die Öffnung des eigenen Systems für den Zugriff anderer verlangt Vertrauen. Immerhin erbringt man eine freiwillige Vorleistung unter Verzicht von rechtlichen Sicherheiten. Ideale Systeme würden daher erfordern, dass man ihnen hinsichtlich technischer Gegebenheiten kein Vertrauen entgegenbringen müsste. Man benötigt demzufolge Konzepte, welche die Ausbildung von Vertrauen fördern. Geeignet hierfür wären Sicherheits- und Reputationsmechanismen.
  
- Sicherheit: Auf das Sicherheitsproblem mit den Firewalls wurde ja schon in 1.2 hingewiesen. Dies ist aber längst nicht das einzige Sicherheitsproblem. Die meisten Instant Messaging Systeme tauschen z.B. ihre Nachrichten vielfach unverschlüsselt aus. Um P2P für den betrieblichen Einsatz interessant zu machen, müssen die entsprechenden Anwendungen Verfahren und Methoden der Authentifizierung, Autorisierung, Verfügbarkeit und Datenintegrität zur Verfügung stellen. Authentifizierung ist die Verifizierung der Identität von Entitäten, d.h. dass der Kommunikationspartner auch der ist, für den er sich ausgibt. Autorisierung ist ein der Authentifizierung nachgeschalteter Prozess, der Berechtigungen für den Zugriff auf Ressourcen regelt. Der Benutzer einer Ressource kann damit kontrollieren, wann und in welchem Ausmaß seine Ressourcen von anderen genutzt werden können. Verfügbarkeit bedeutet, dass jeder ein P2P – Netz nach festen Regeln benutzen darf und Ressourcen

dem Netz auch tatsächlich zur Verfügung gestellt werden. Da die Knoten nicht permanent online sind muss man damit rechnen, dass so bestimmte Informationen gar nicht abrufbar sind. Daher werden auch vermehrt redundante Systeme und Replikationsmechanismen eingesetzt. So wären die bereitgestellten Daten auch über das ganze Netz verteilt. Dies ist ein erheblicher Vorteil gegenüber Client/Server – Anwendungen, bei denen bei einem Serverausfall das ganze Netz ausfällt. Datenintegrität zielt darauf ab, dass Daten beim Transfer nicht von einer dritten Person verändert, gelesen oder gelöscht werden können.

- Reputation: Da wohl keine vollständige Reduzierung von Sicherheitsrisiken garantiert werden kann, müssen die relativ unsicheren P2P Applikation hohe Anforderungen an die Entwicklung und Flexibilität von Schutzmechanismen stellen. Reputation ist die öffentliche Information über das bisherige Verhalten eines Teilnehmers. Psychologische Untersuchungen haben gezeigt, dass die Angst vor einem Reputationsverlust und der daraus resultierenden Verringerung künftiger Kooperationen ein geeignetes „Abschreckungsmittel“ gegen illegales Verhalten sind. Bei eBay wird eine Art Reputationsmechanismus schon lange eingesetzt und auch einige P2P Applikationen wie Mojo Nation oder OpenCola benutzen derartige Schutzsysteme.

- Faire Allokation von Ressourcen: Die große Popularität von P2P – Netzen wird zum Teil durch erhebliche Ressourcenallokationsprobleme erkauft. Free-Riding ist zu einem großen Problem für P2P – Netze geworden. Im Fall von Gnutella ist nachgewiesen worden, dass 50% der getauschten Dateien von 1% der User zur Verfügung gestellt wurden. Das unterläuft natürlich die Intention von dezentralen Systemen. Es entstehen zentrale Knoten und Flaschenhälse.

## 3.2 Juristische Herausforderungen

Gerade weil es für jeden Benutzer einfach ist, selbst Inhalte anzubieten, und da vor allem beim dezentral organisierten P2P eine zentrale Kontrollinstanz fehlt, ist eine enge Verflechtung mit der Debatte um geistiges Eigentum und Informationsfreiheit gegeben. In dieser Debatte lassen sich verschiedene Standpunkte einnehmen. So ist es beispielsweise sowohl ein Nachteil wie auch ein Vorteil, dass die Strafverfolgung erschwert wird, da nicht mehr ein zentraler Anbieter für gewisse Inhalte verantwortlich gemacht werden kann.

Auch die Zensurierung unerwünschter Inhalte wird erschwert, da es keinen Server gibt, dessen Inhalte zensuriert werden könnten. Diese Tatsache ist ein Vorteil, wenn es um die Verbreitung von Informationen unter den Bürgern in totalitär regierten Staaten geht. Daraus wird ein Nachteil, wenn es sich bei den verbreiteten Inhalten

etwa um Kinderpornographie handelt. Die Diskussion um diese Punkte ist nicht abgeschlossen und wird mit der vermehrten Verbreitung von P2P Systemen sicher an Brisanz noch zunehmen.

### **3.3 Ökonomische Herausforderungen**

Betriebswirtschaftlich unbeantwortet ist die Frage ob und in welchem Ausmaß P2P gegenüber anderen Architekturkonzepten wie etwa Client/Server Vorteile bieten. Denn der Verzicht auf zentrale Kontrollinstanzen muss durch erhöhte Kommunikationstätigkeit und einer Höherbelastung der Netze erkauft werden muss. In der jüngeren Geschichte von P2P gibt es schon zahlreiche Start-Ups mit negativem Cash-Flow. Möglicherweise haben viele eine nächste große dot.com – Welle erwartet. Während also einige Initiativen und Geschäftsmodelle schon wieder verschwunden sind gibt es auch einige gut finanzierte Start-Ups. Groove, Entropia, NextPage und United Devices sind allesamt Unternehmen mit einem Finanzierungsvolumen von 15 – 60 Millionen US – Dollar. P2P Systeme sind kosteneffizienter, flexibler und anpassbarer als herkömmliche Client/Server – Modelle. Viele Unternehmen bieten Software auf der Grundlage von P2P an. Beispiele waren Lösungen für Content Management, Wissensmanagement oder etwa die dezentrale Verwaltung von Marktplätzen innerhalb von virtuellen Gemeinschaften auf der Grundlage von P2P. Ein weiterer Ansatz wäre die Anreicherung bestehender Geschäftsmodelle mit P2P – Anwendungen. Große Portale wie Yahoo! oder AOL versuchen mit Instant Messaging einen Mehrwert zu stiften, der sich positiv auf die Besucherzahlen auswirken soll. Mittlerweile kann man sich durch Programme wie Napster nicht nur kostenlos Musik downloaden, sondern auch die neuesten Kinofilme oder Bücher. Aufgrund fehlender Copyrightbestimmungen und Gesetze könnte der Anreiz für Künstler verloren gehen z.B. neue Musik zu erstellen. Was es alles für Anwendungen durch P2P geben könnte weiß wohl momentan noch niemand. Das Potential scheint riesig und somit wird P2P auch weiterhin eines der meistdiskutierten Themen in der Informationstechnologie bleiben.