HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

A Real-time Streaming Protocol for Large-scale Peer-to-Peer Networks

Christopher Probst

Institut für Informatik
Rechnernetze und Kommunikationssysteme
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

3.12.2014

Gliederung

1. Einleitung
2. Umsetzung
3. Evaluation
4. Fazit
5. Demo

Gliederung

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Motivation

- Problem: Datenverbreitung mit Client / Server Architektur skaliert nicht
  - Jeder Client erhöht die Auslastung
  - Uploadbandbreite des Servers ist limitiert
  - Uploadbandbreite der Clients ungenutzt
- Lösungsansatz: Verwendung eines Peer-to-Peer Netzwerks
  - Jeder Peer hilft bei der Datenverbreitung
  - Der Super-Peer (Peer mit vollständigem Datensatz) wird nicht stärker ausgelastet als andere Peers
  - Ein Super-Peer mit geringer Uploadbandbreite kann dennoch schnell Daten verbreiten

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Zielsetzung

Implementierung einer Peer-to-Peer Anwendung zur Verbreitung von Daten:

- Uploadbandbreite der Peers effizient nutzen
- Zeitpunkt für den Erhalt der Daten bei allen Peers gleich
- Gesamtdauer unabhängig von der Anzahl der Peers
- Gesamtdauer kleiner als $2 * T_0$.

Gliederung

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Ansatz: Chunked-Swarm

Super-Peer teilt die Daten vor dem Transfer in kleine Teile (Chunks):

- Mindestens so viele Chunks wie Peers
- Peers beantragen disjunkte Chunks vom Super-Peer
- Peers tauschen Chunks untereinander aus
- Vereinfachung: Alle Peers haben die gleiche Uploadbandbreite

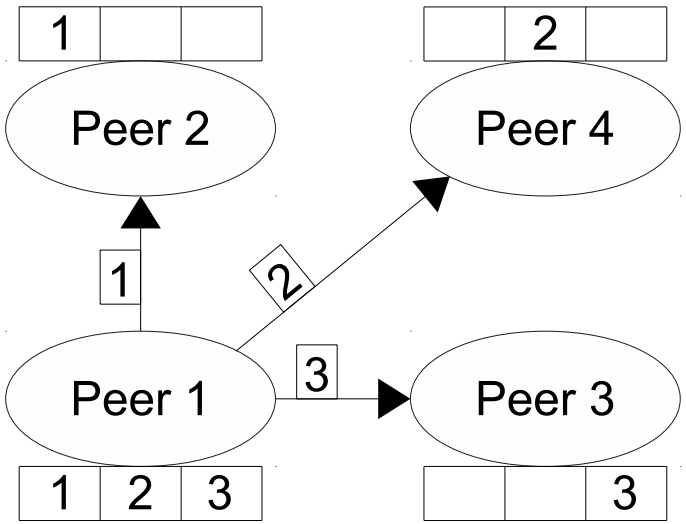
HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

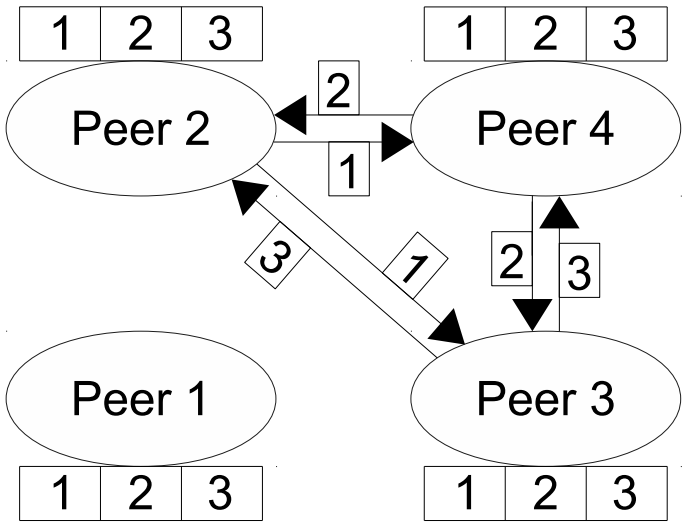
Chunked-Swarm: Ablauf

Beispiel: Genauso viele Chunks wie Peers

Phasen

- Phase 1 (links): Peers bekommen disjunkten Chunk vom Super-Peer
- Phase 2 (rechts): Peers tauschen ihre Chunks untereinander





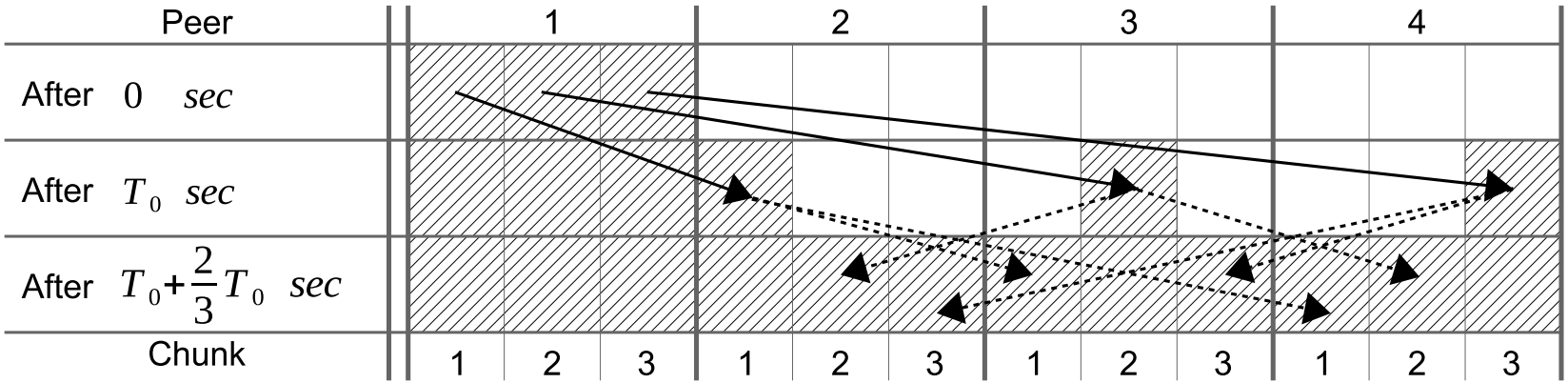
HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Chunked-Swarm: Gesamtdauer

Beispiel: Genauso viele Chunks wie Peers

Zeitlicher Ablauf

- Bis T_0: Super-Peer 1 schickt disjunkten Chunk an jeden Peer
- Ab T_0: Jeder Peer schickt Chunk an die anderen beiden Peers
- Ab $T_0 + \frac{2}{3} * T_0$: Daten wurden vollständig verbreitet



HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Chunked-Swarm: Gesamtdauer

Eigenschaften

- Verdoppelung der Chunks halbiert die Zeit zwischen T_0 und Ende
- Gesamtdauer: $T(n,c) = T_0 + \frac{n}{c} * \frac{n-1}{n} * T_0, n \in \mathbb{N}_1, c = n * 2^i, i \in \mathbb{N}_0$
- Real-time: Gesamtdauer immer unter $2 * T_0$

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Implementierung

- Mesh Topologie: Alle Peers sind miteinander verbunden
- Pull-Based: Chunks werden nur auf Wunsch übertragen
- Announcements: Jeder Peer kündigt seine Chunks an
- Automatic (Re-)Connect: Peers finden andere Peers durch Super-Peer

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Implementierung

- Dead Peer Detection: Super-Peer verschickt Chunks erneut
- Traffic-Shaping: Up-/Downloadbandbreite drosselbar
- Implementiert in Java mit Netty5

Gliederung

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Methodik

- Verschiedene Szenarios
- Ein Default-Szenario: Übrige Szenarios sind Abwandlungen
- Jedes Szenario läuft 10 mal
- Plots: Durchschnitt und Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 95%)

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Methodik

Besonderheiten

- Verbindungen nur virtuell: Kein TCP
- Keine (De-)Serialisierung von Paketen: Spart CPU und RAM
- Aber: Paketgröße wird simuliert!

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

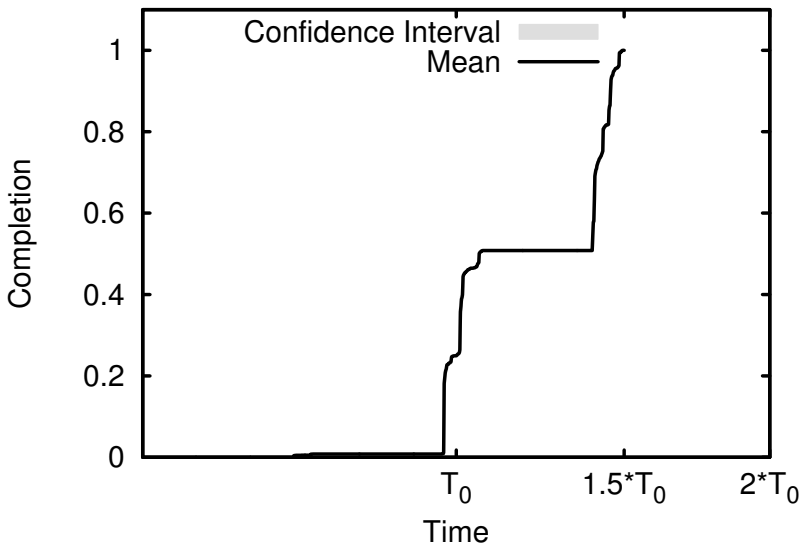
Default Szenario

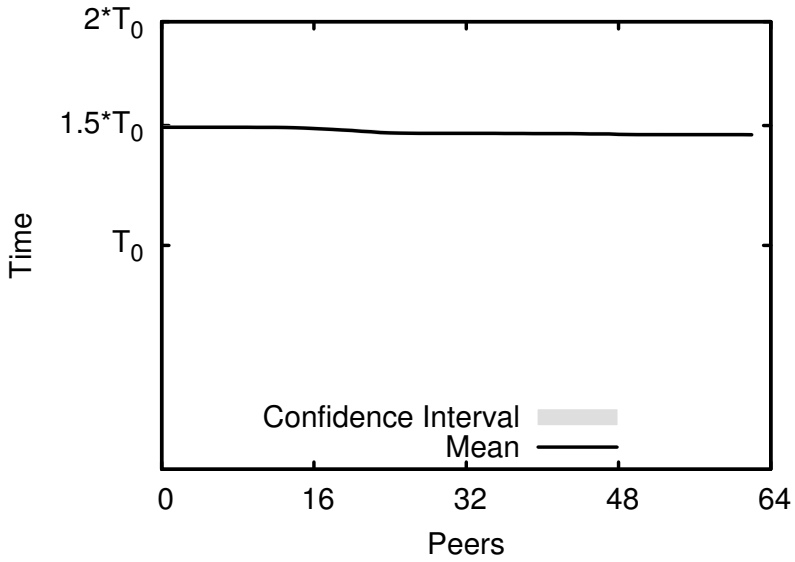
Einstellungen

- 1 Super-Peer und 63 Peers
- Doppelt so viele Chunks wie Peers (126 Chunks)
- Gleiche Uploadbandbreite für Super-Peer und Peers
- Datengröße so gewählt, dass $T_0 = 10$ Minuten gilt

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

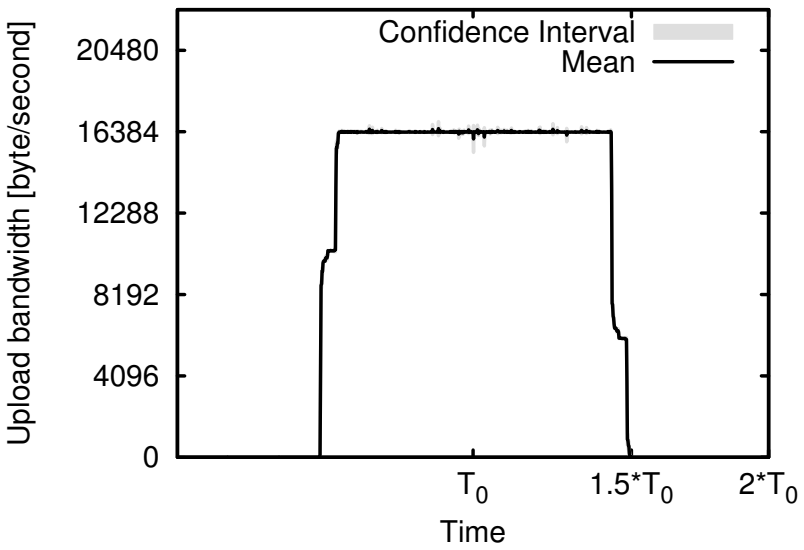
Default Szenario - Completion

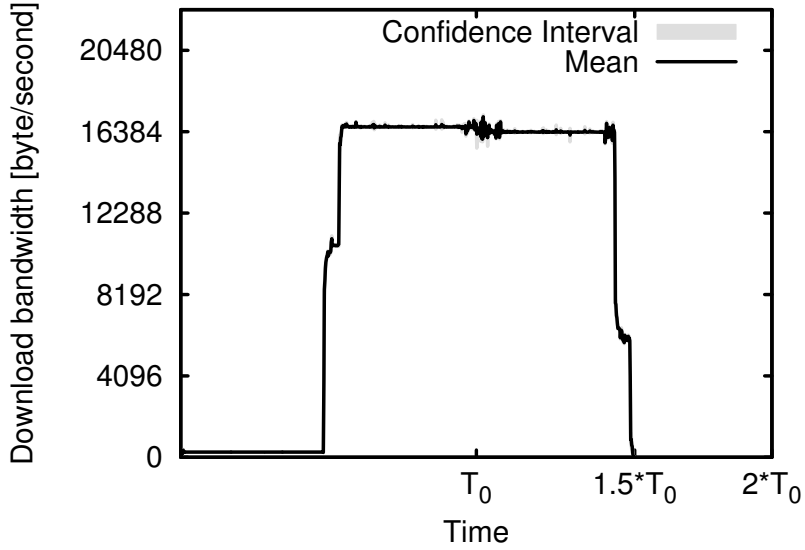




HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

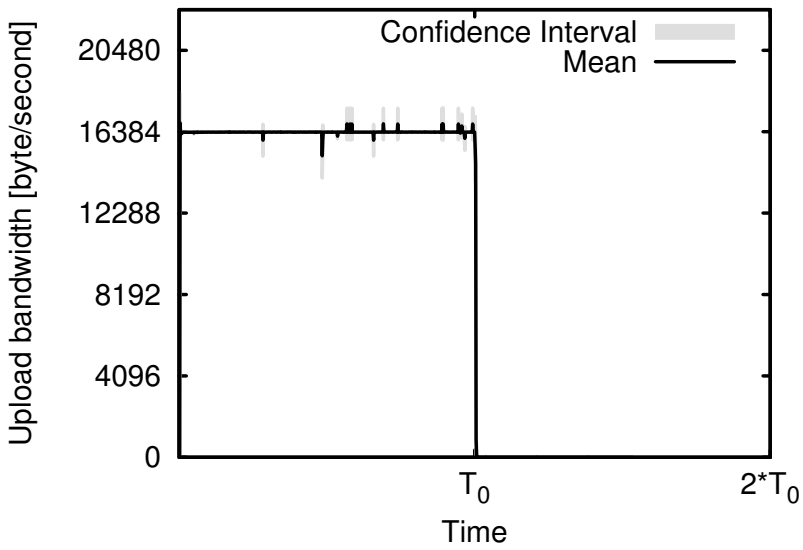
Default Szenario - Upload/Download





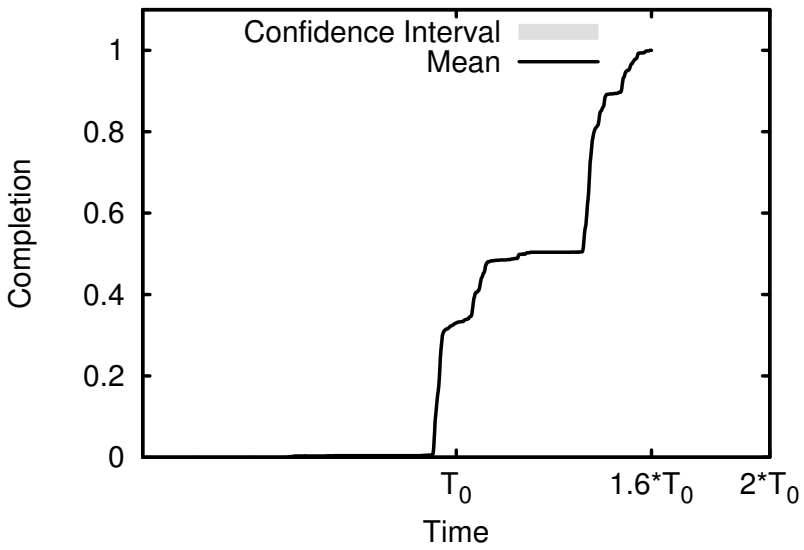
HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

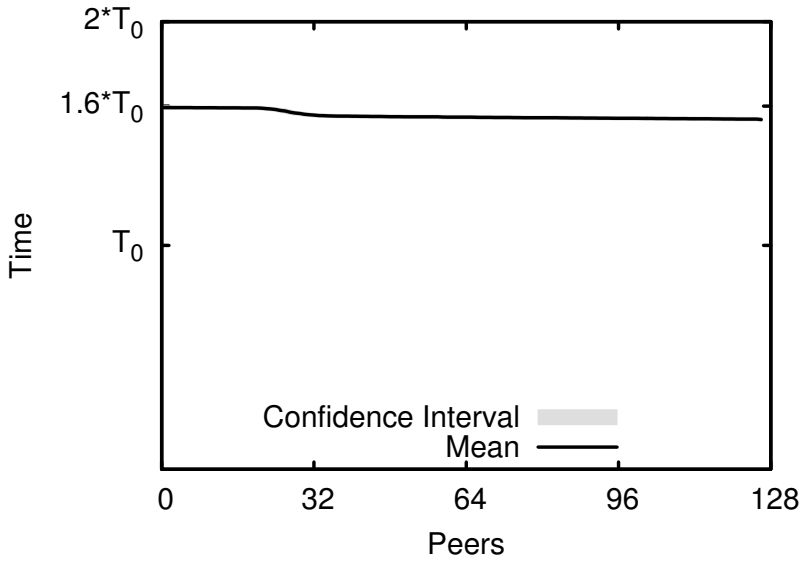
Default Szenario - Super-Peer Upload



HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

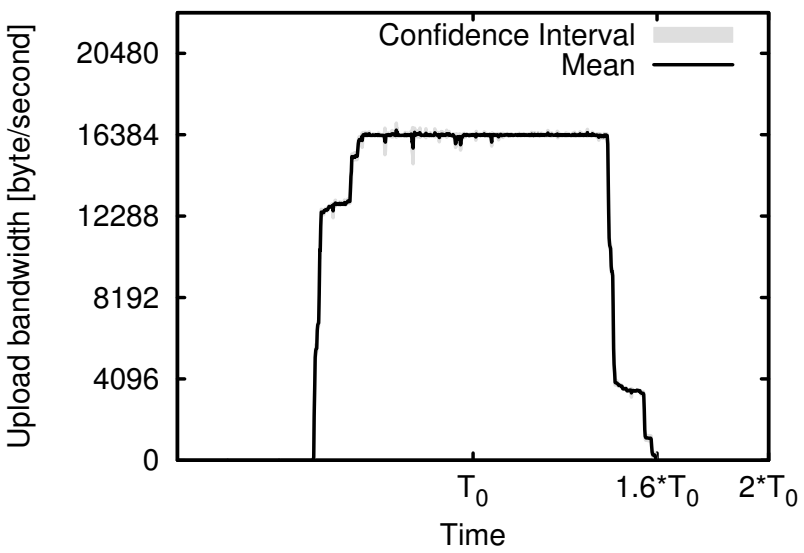
Default Szenario mit 128 Peers - Completion

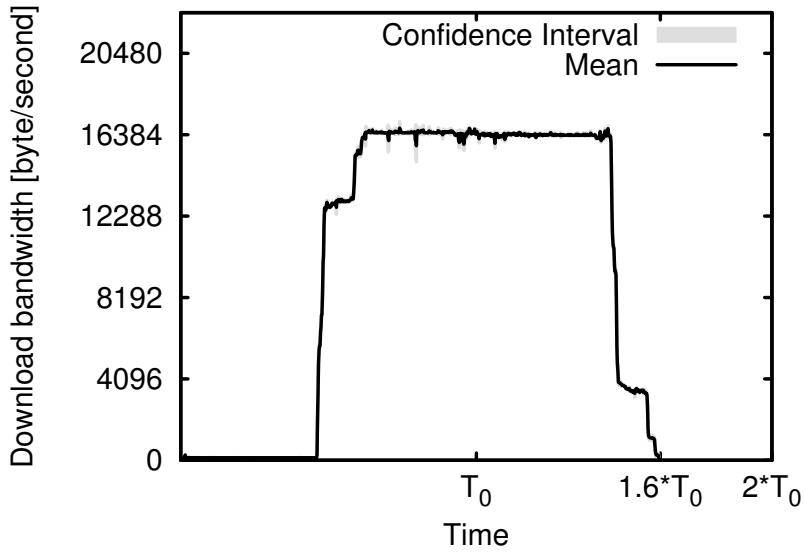




HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

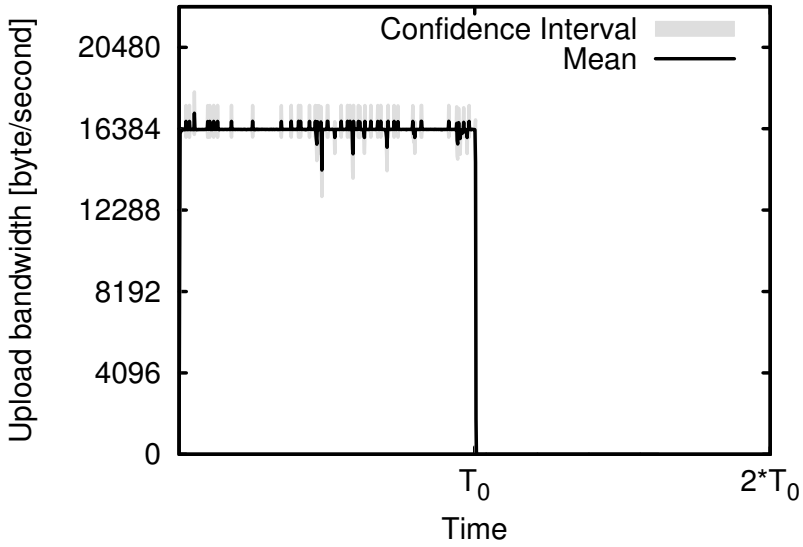
Default Szenario mit 128 Peers - Upload/Download





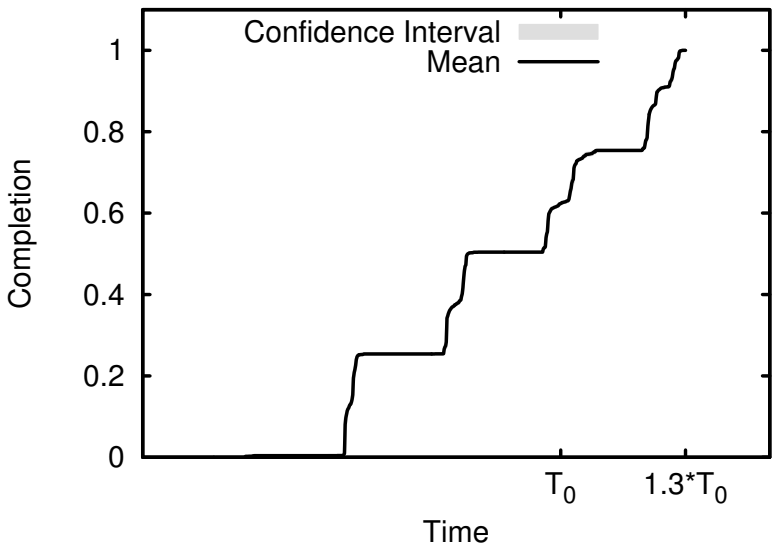
HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

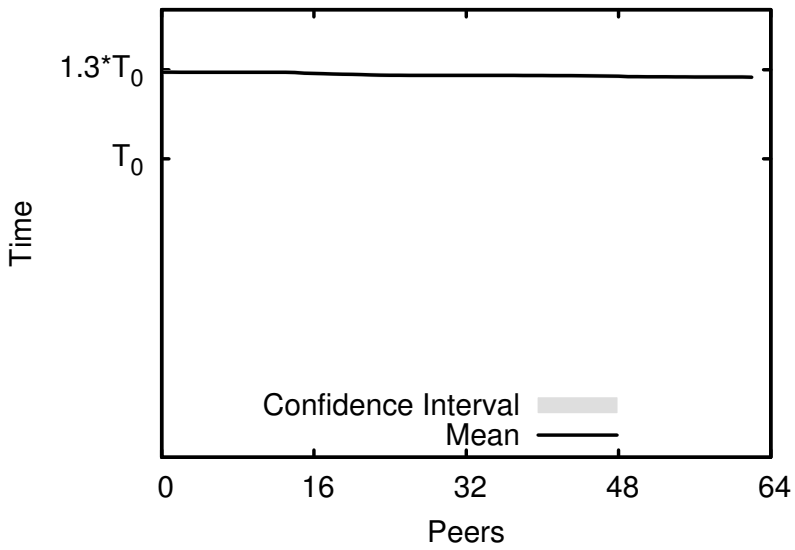
Default Szenario mit 128 Peers - Super-Peer Upload



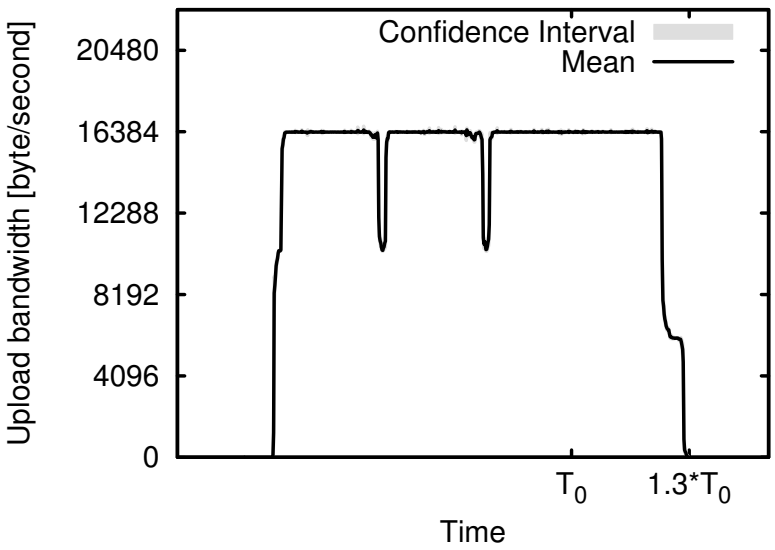
HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

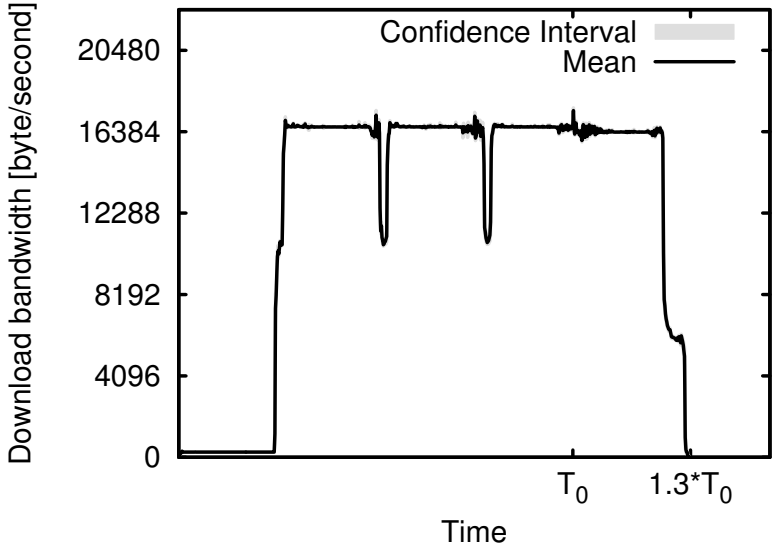
Default Szenario mit 4x Chunkanzahl - Completion





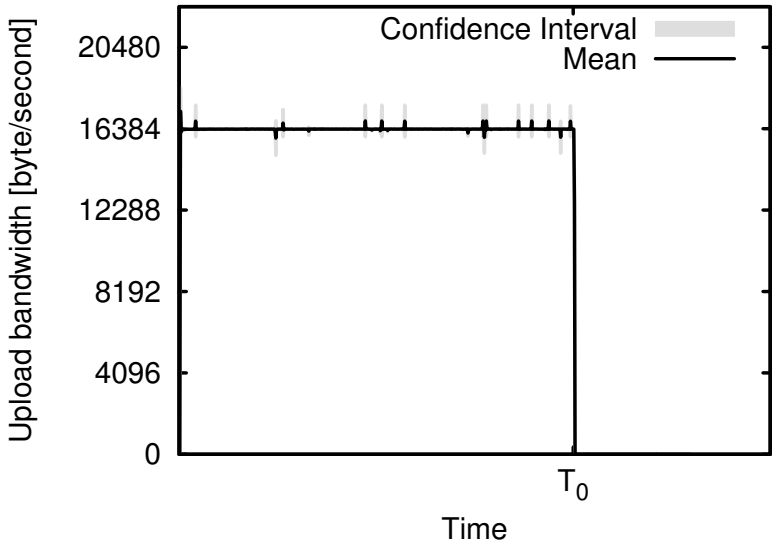
Default Szenario mit 4x Chunkanzahl - Upload/Download





HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Default Szenario mit 4x Chunkanzahl - Super-Peer Upload



HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

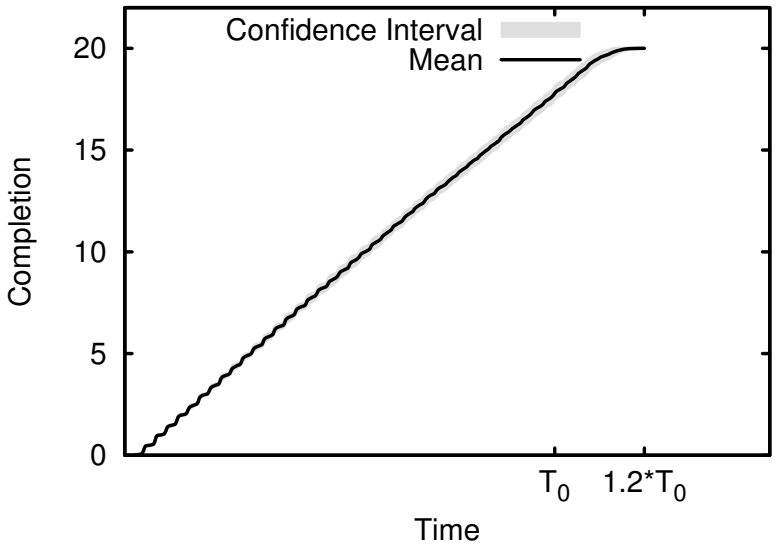
Default Szenario mit 20 Datensätzen

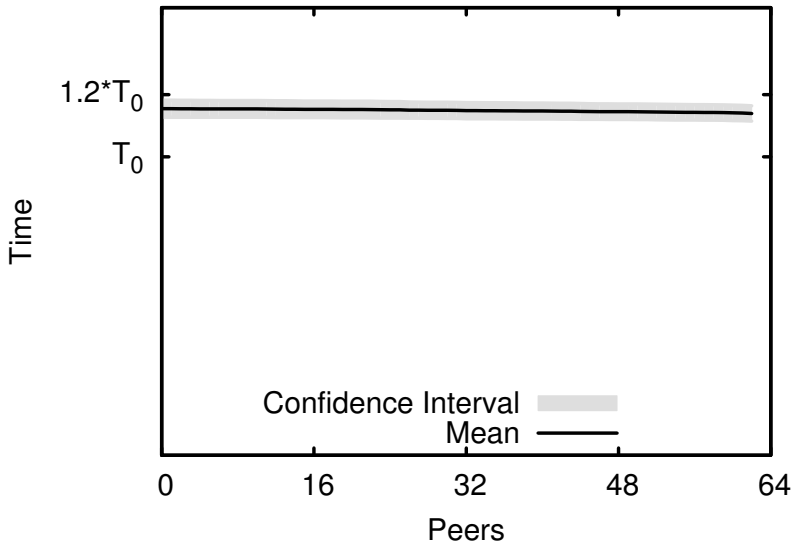
Einstellungen

- Gesamter Datensatz wird in 20 Sub-Datensätze geteilt
- Jeder Sub-Datensatz hat doppelt soviele Chunks wie Peers
- Sub-Datensätze durchnummeriert mit IDs: Kleine IDs zuerst
- Streaming!

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

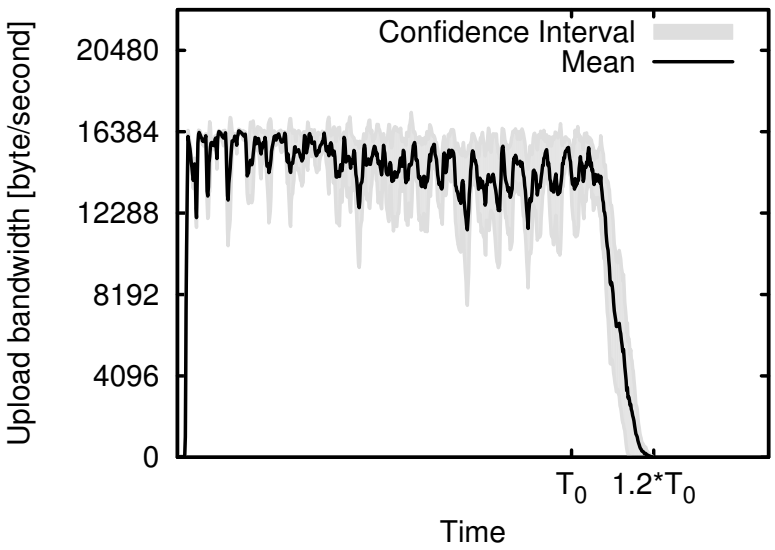
Default Szenario mit 20 Datensätzen - Completion

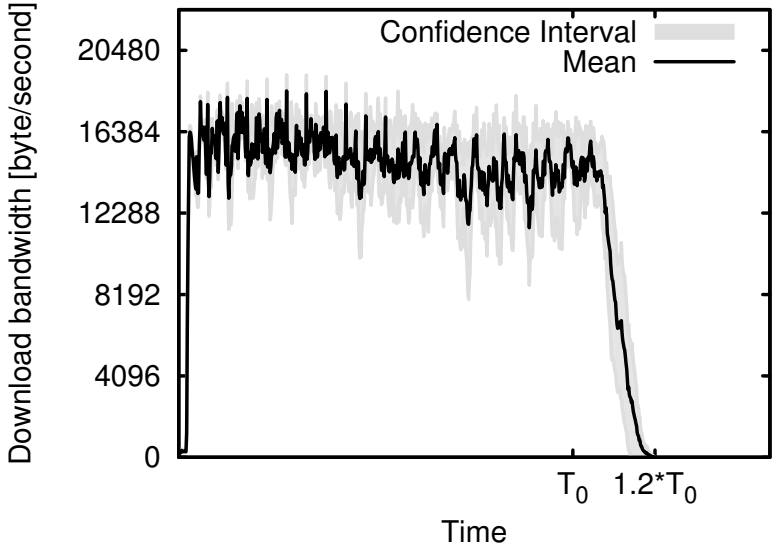




HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

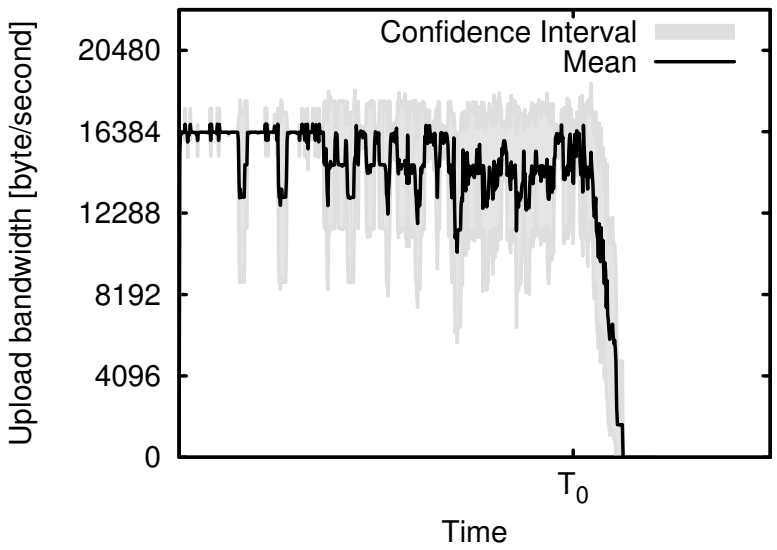
Default Szenario mit 20 Datensätzen - Upload/Download





HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Default Szenario mit 20 Datensätzen - Super-Peer Upload



Gliederung

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Fazit

- Gesamtdauer für Chunked-Swarm liegt unter $2 * T_0$
- Anzahl der Peers muss bekannt sein
- Anzahl an Verbindungen wächst quadratisch: Skaliert nicht endlos
- Einteilung in Sub-Datensätze ermöglicht Streaming

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Future Work

- Simulationszeit: Hohe CPU Auslastung soll Messung nicht beeinflussen
- Push-Based: Announcements wären nicht mehr nötig
- Hierarchische Struktur: Verhindert quadratisches Wachstum an Verbindungen

Gliederung

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Demo

Live-Demo: Video-Streaming!

Gliederung

BitTorrent Live Paper

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

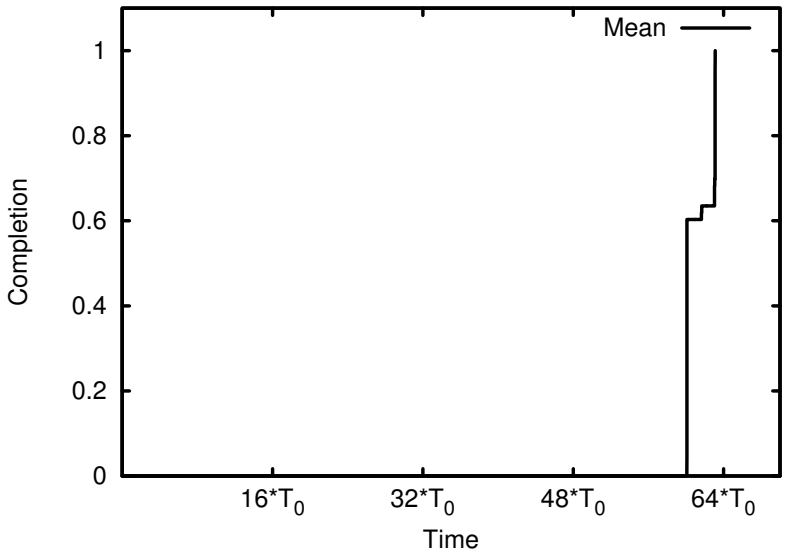
Clubbing with the Peers: A Measurement Study of BitTorrent Live

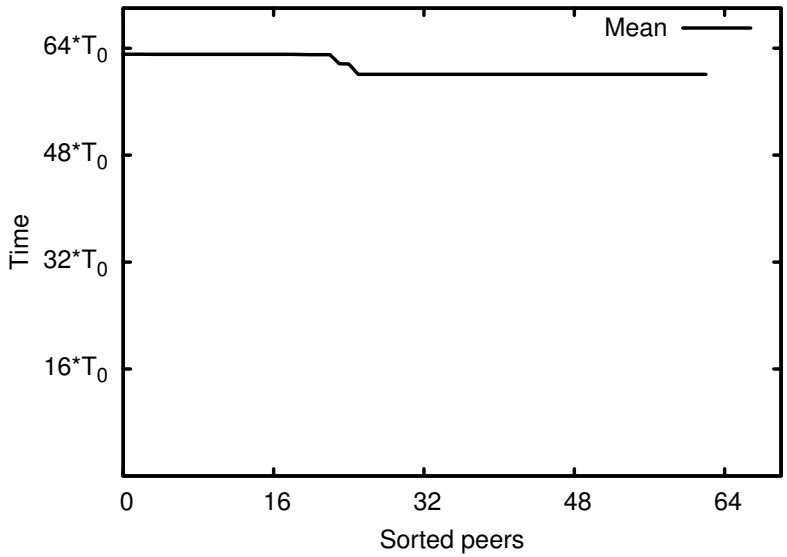
Szenario Client / Server

Einstellungen

- 1 Super-Peer und 63 Peers
- Peers sind untereinander nicht verbunden
- Anzahl der Chunks spielt keine Rolle
- Datengröße so gewählt, dass $T_0 = 10$ Minuten gilt.

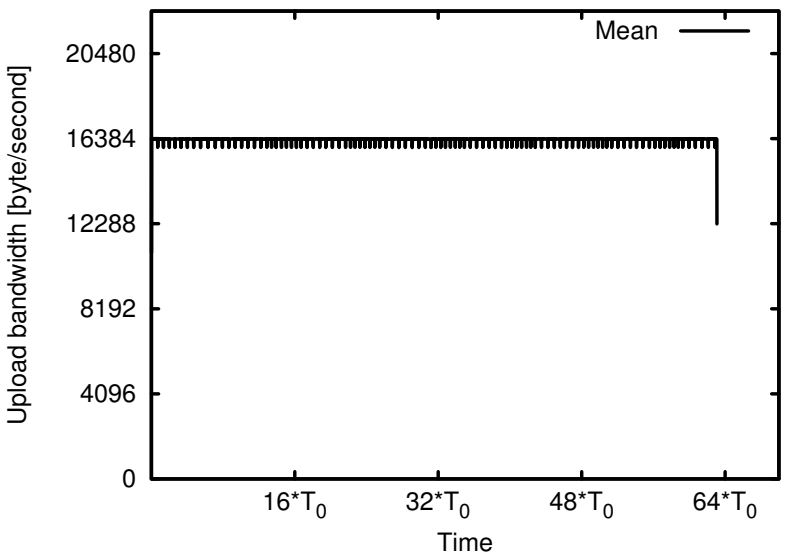
Szenario Client / Server - Completion

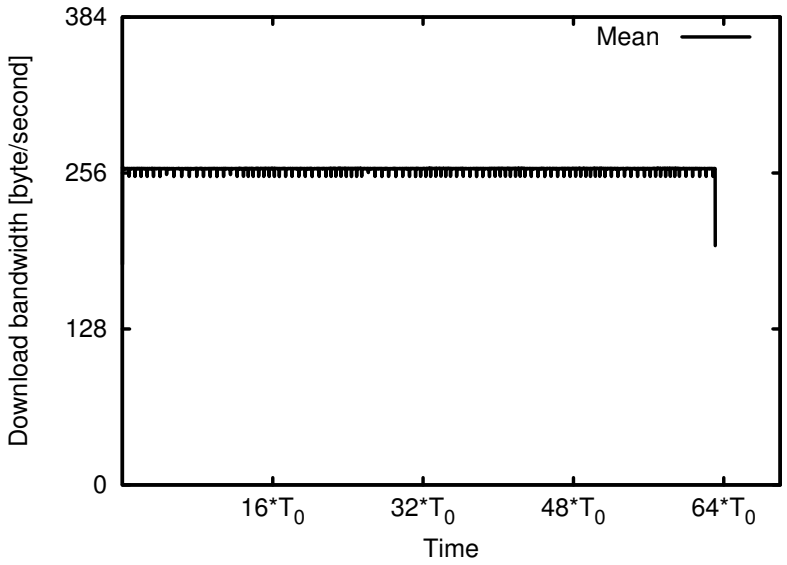




Szenario Client / Server - Upload/Download

- Links: Uploadbandbreite des Super-Peers
- Rechts: Downloadbandbreite der Peers





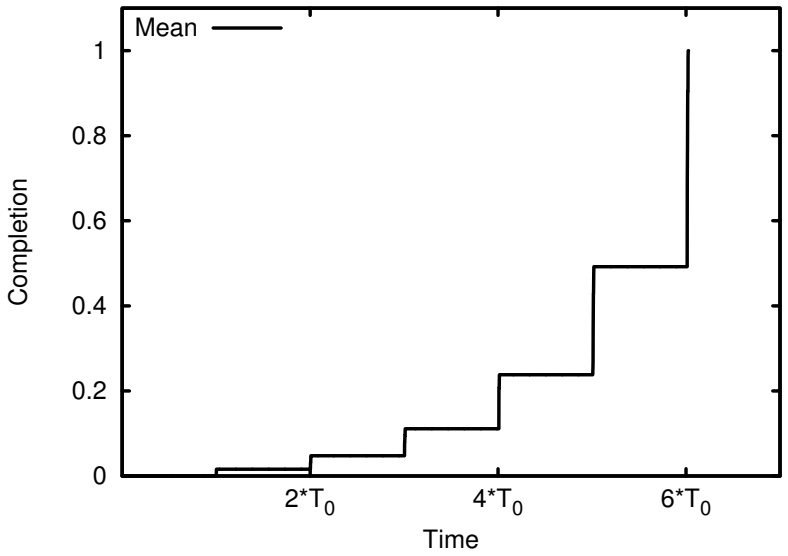
Szenario Logarithmic

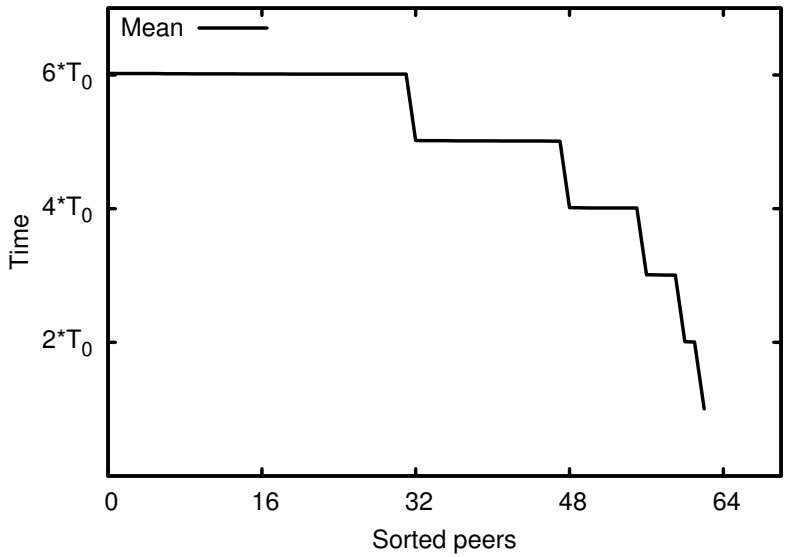
HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Einstellungen

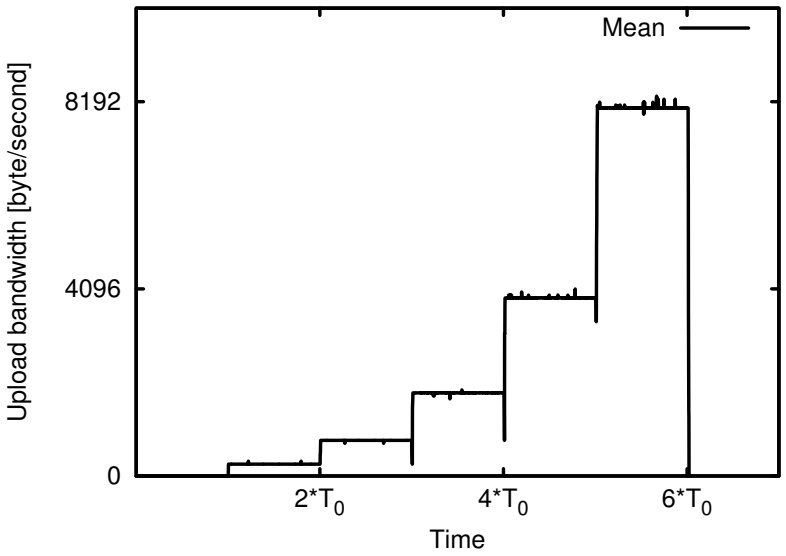
- 1 Super-Peer und 63 Peers
- Peers (auch Super-Peer) senden gleichzeitig an max. einen Peer
- Datensatz wird vollständig übertragen (kein Chunking)
- Anzahl sendender Peers wächst exponentiell
- Datengröße so gewählt, dass $T_0 = 10$ Minuten gilt.

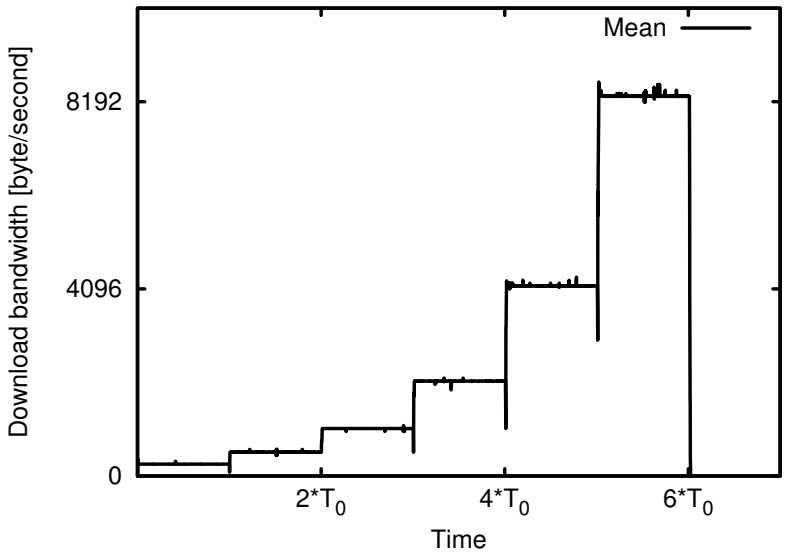
Szenario Logarithmic - Completion



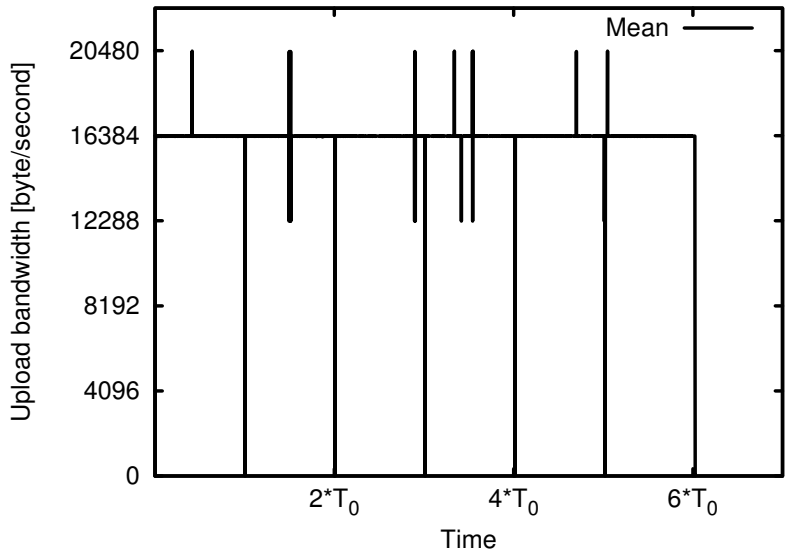


Szenario Logarithmic - Upload/Download

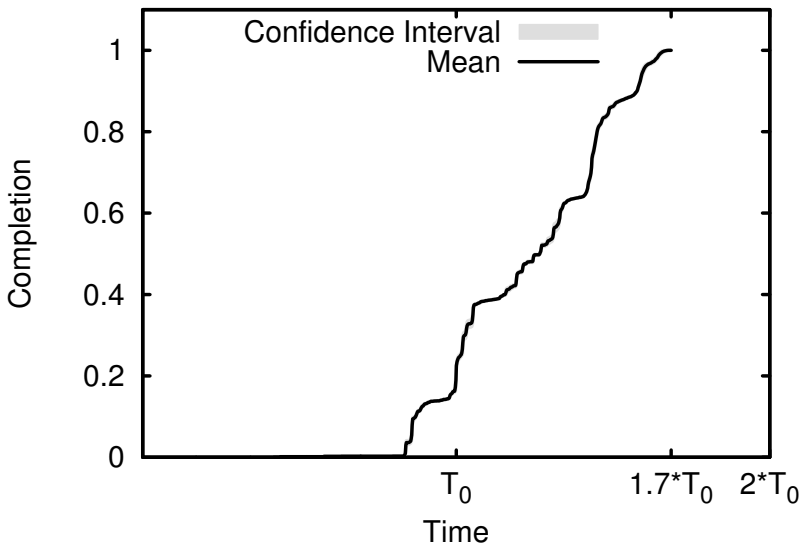


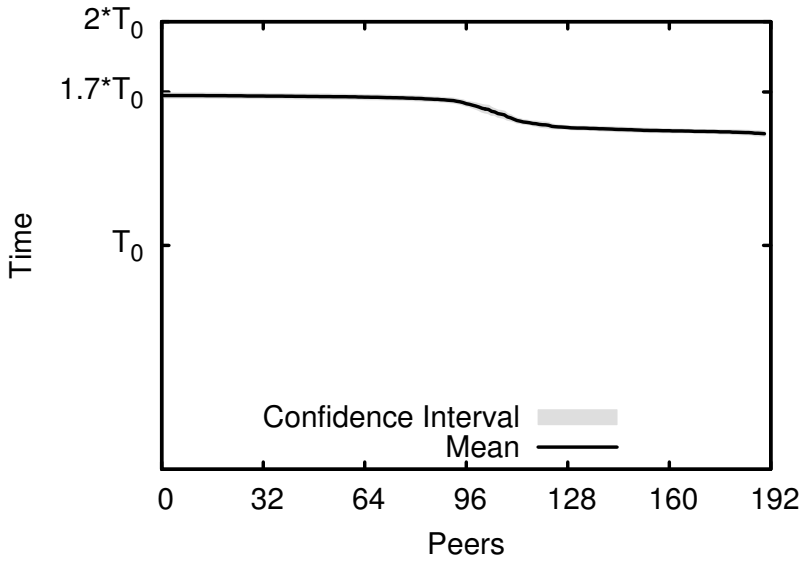


Szenario Logarithmic - Super-Peer Upload

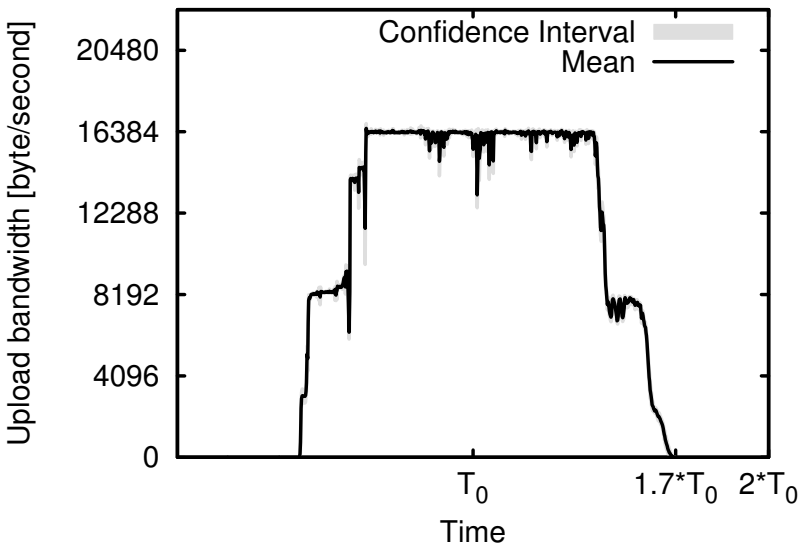


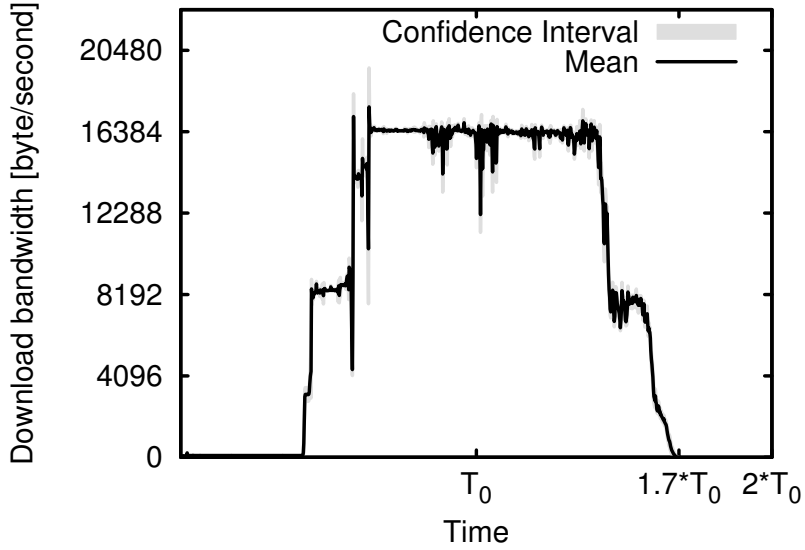
Default Szenario mit 192 Peers - Completion



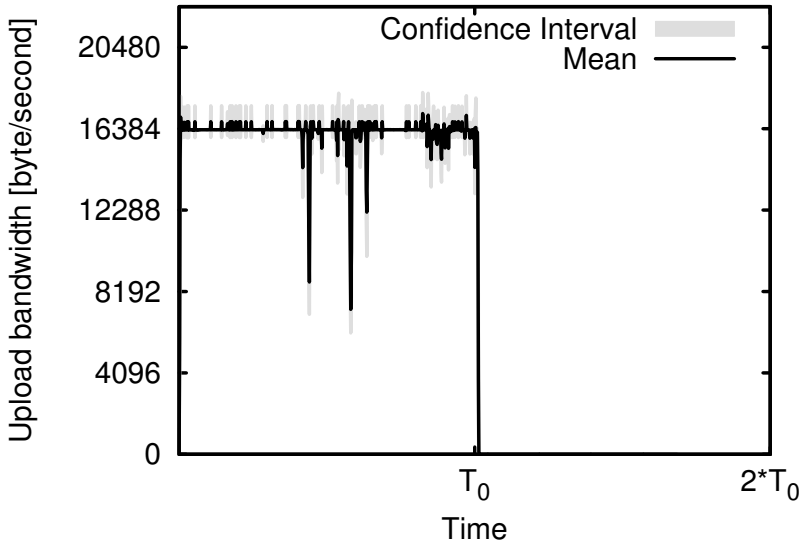


Default Szenario mit 192 Peers - Upload/Download

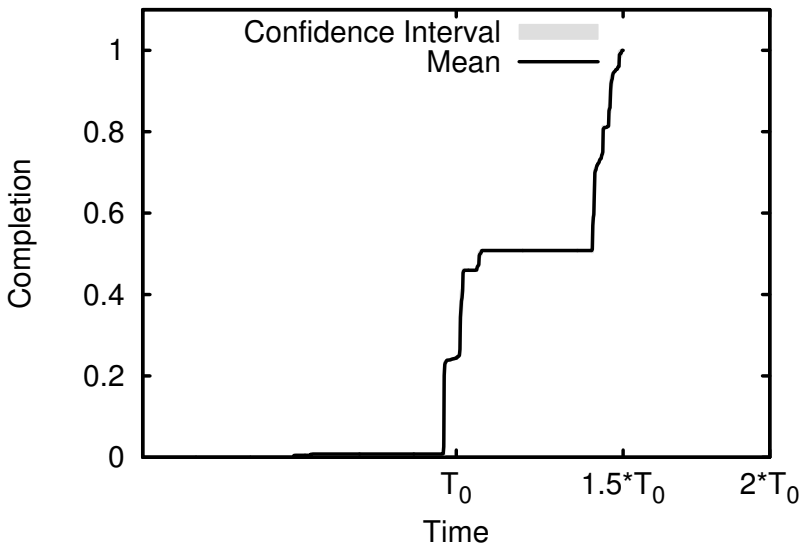


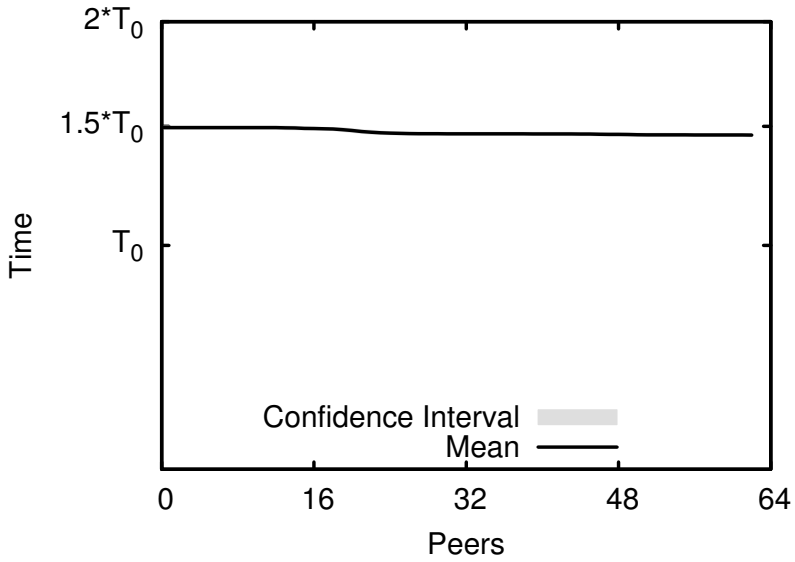


Default Szenario mit 192 Peers - Super-Peer Upload

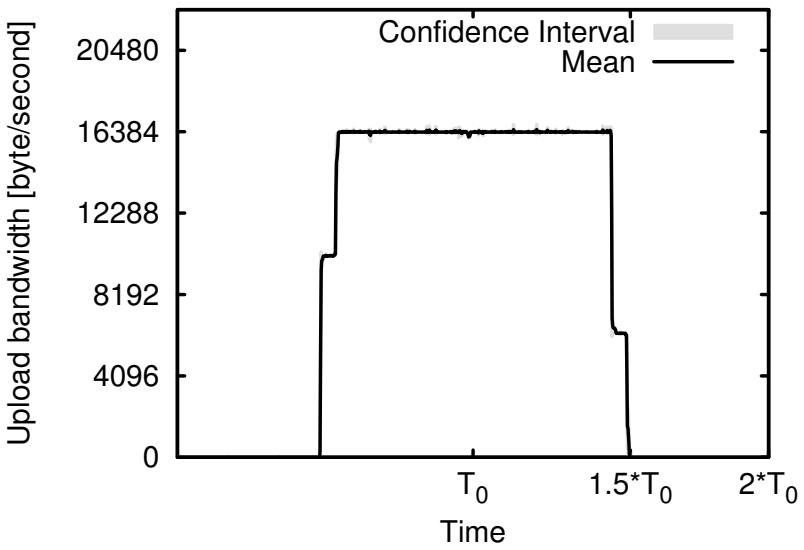


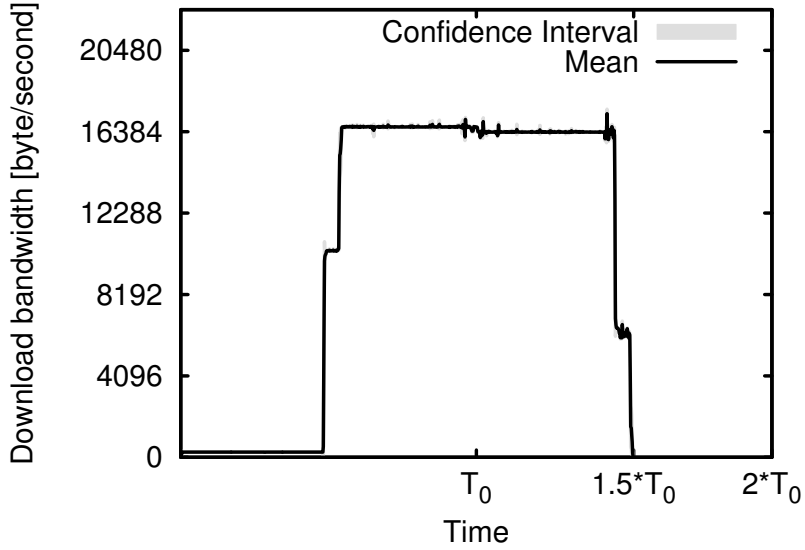
Default Szenario mit Meta-Daten 0 - Completion



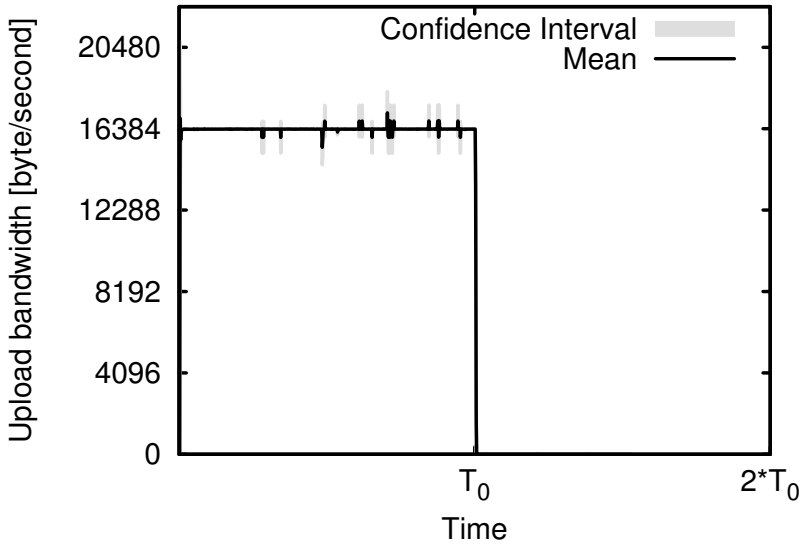


Default Szenario mit Meta-Daten 0 - Upload/Download

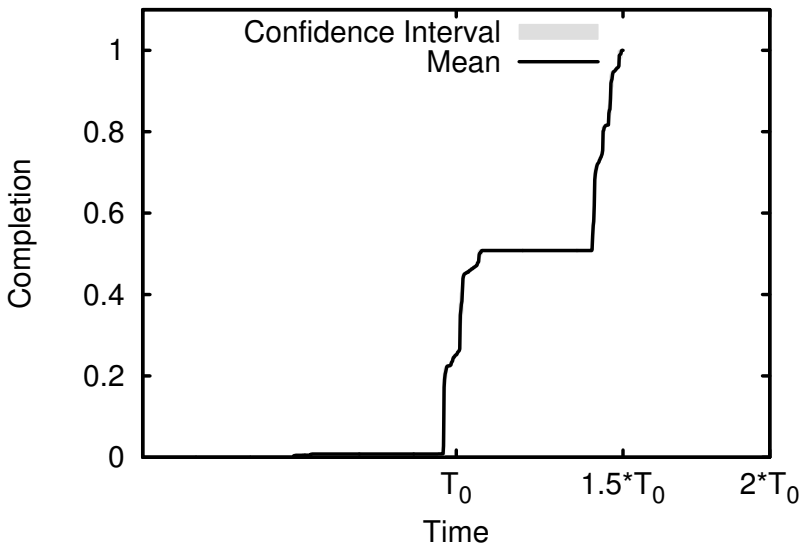


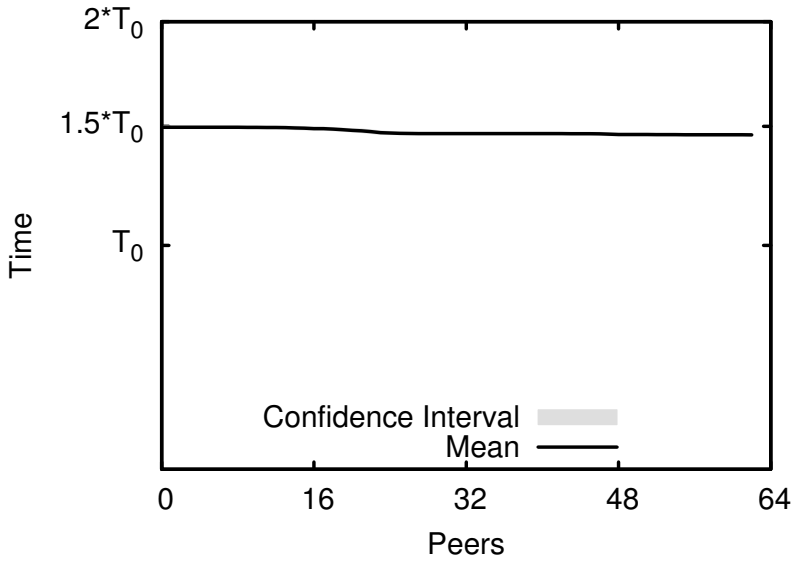


Default Szenario mit Meta-Daten 0 - Super-Peer Upload

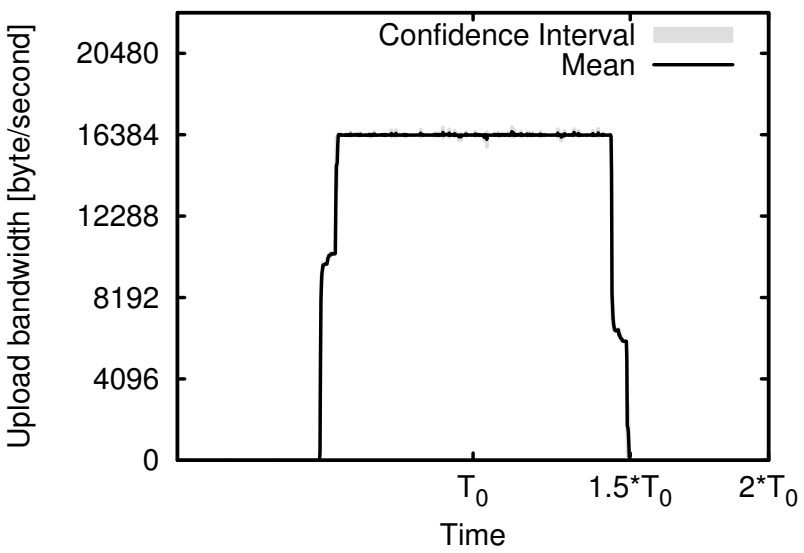


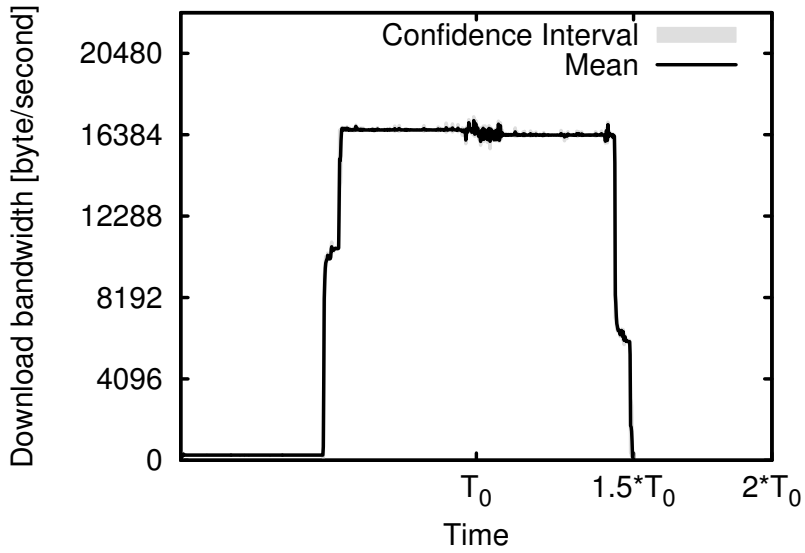
Default Szenario mit Meta-Daten 10 - Completion



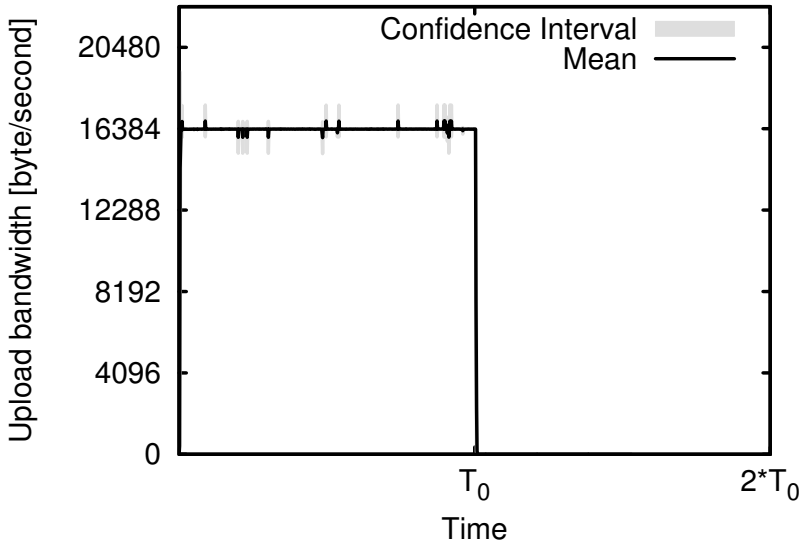


Default Szenario mit Meta-Daten 10 - Upload/Download

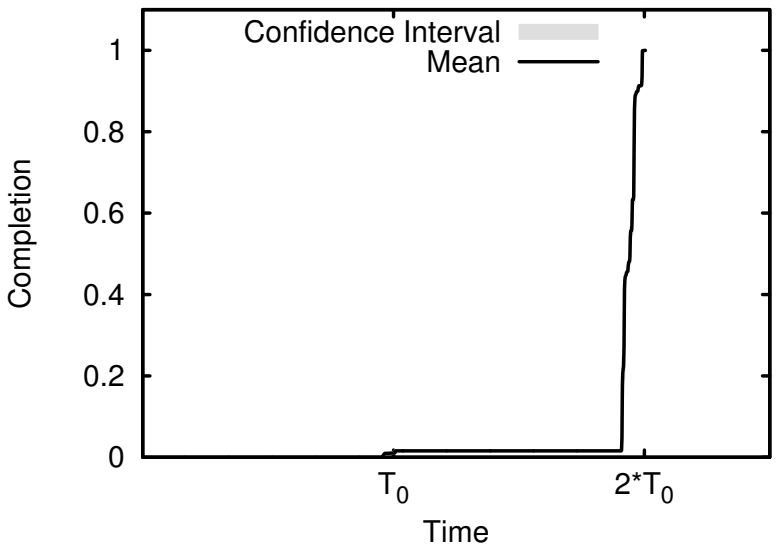


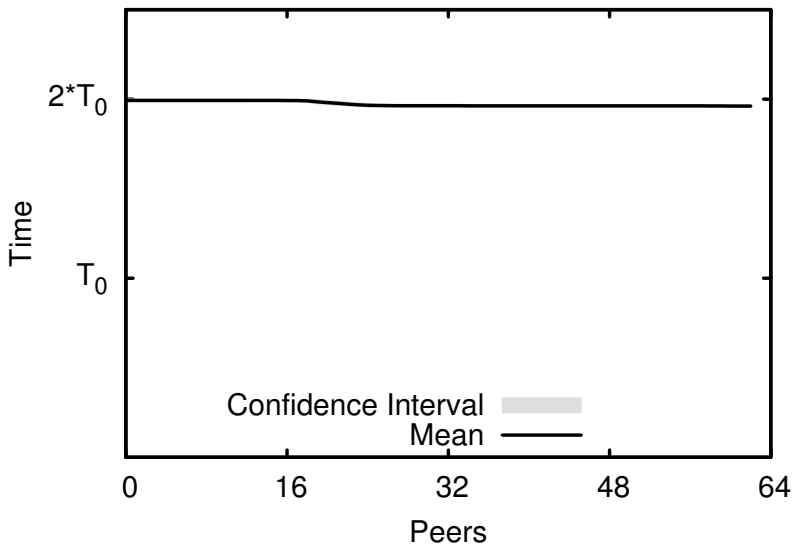


Default Szenario mit Meta-Daten 10 - Super-Peer Upload

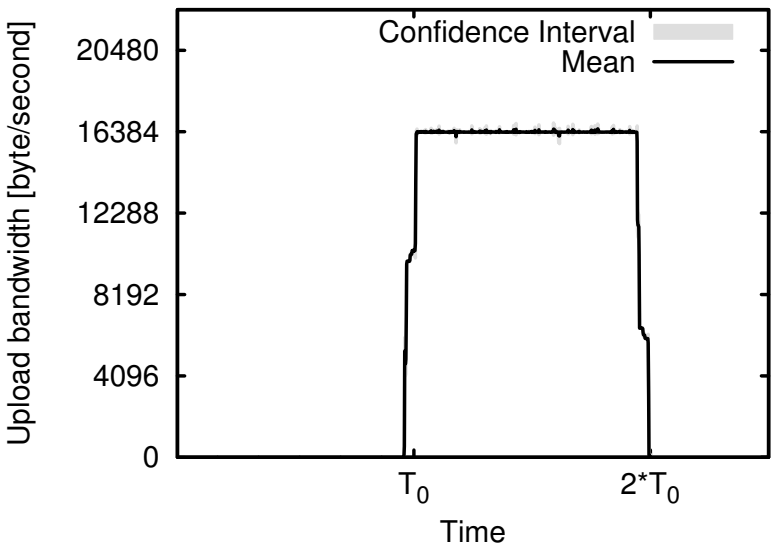


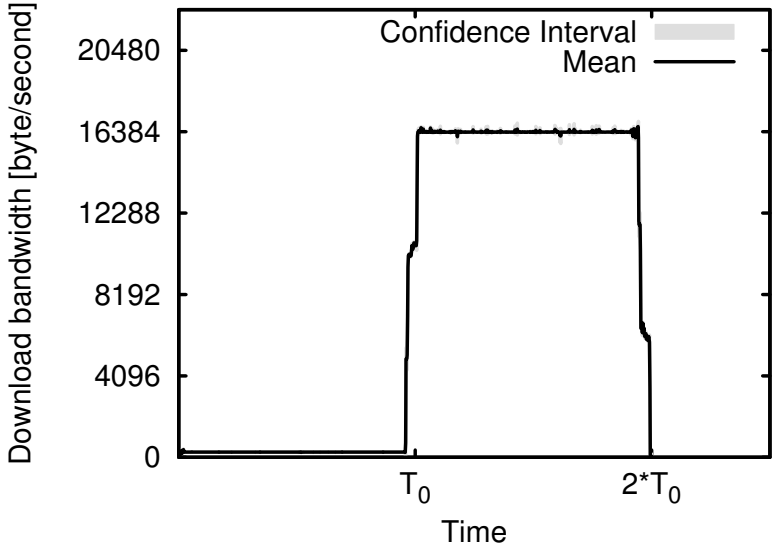
Default Szenario mit 1x Chunkanzahl - Completion



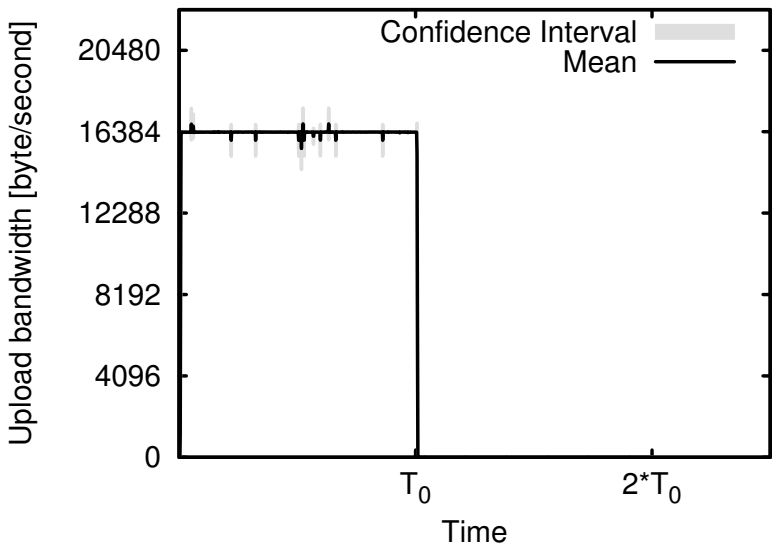


Default Szenario mit 1x Chunkanzahl - Upload/Download

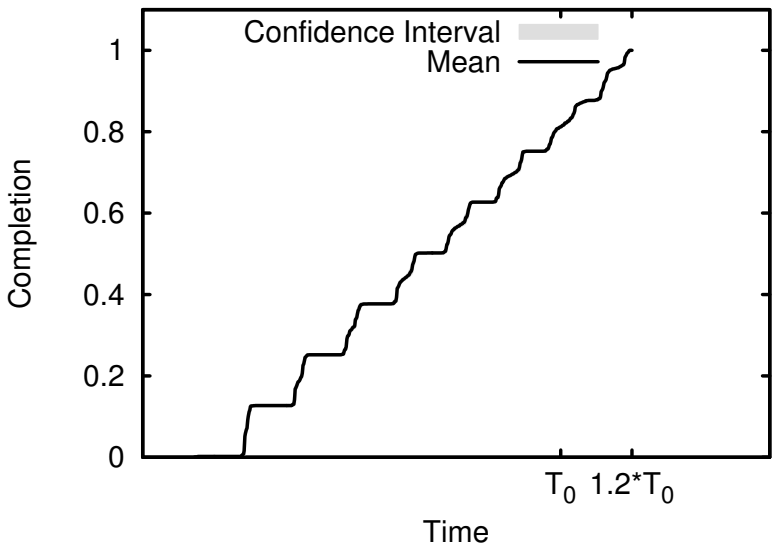


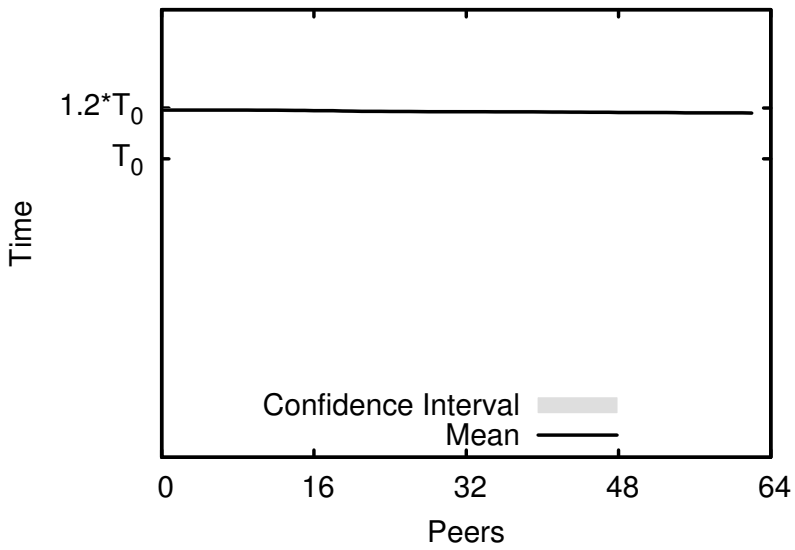


Default Szenario mit 1x Chunkanzahl - Super-Peer Upload

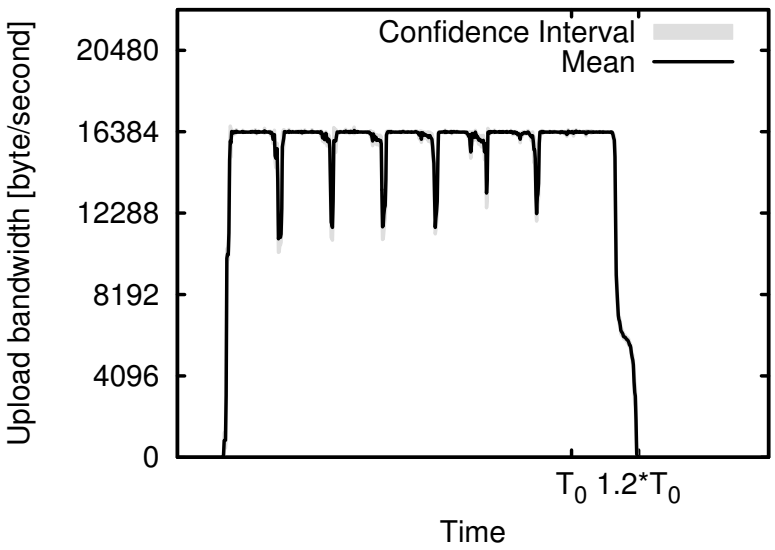


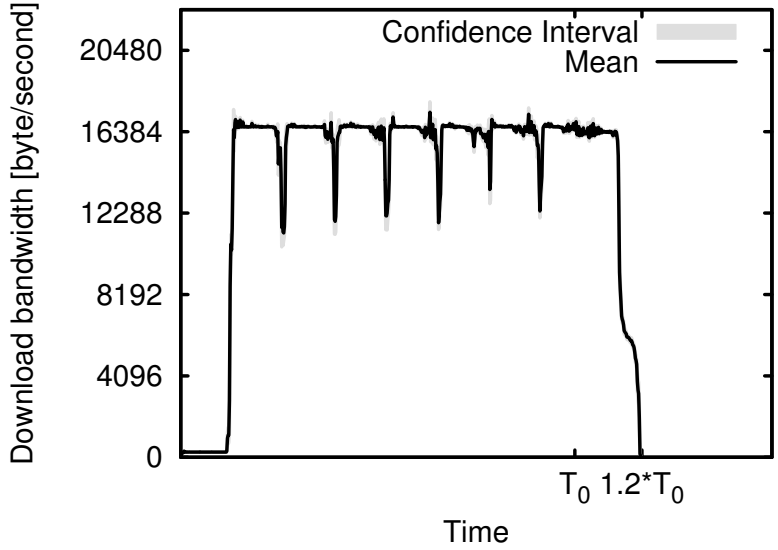
Default Szenario mit 8x Chunkanzahl - Completion



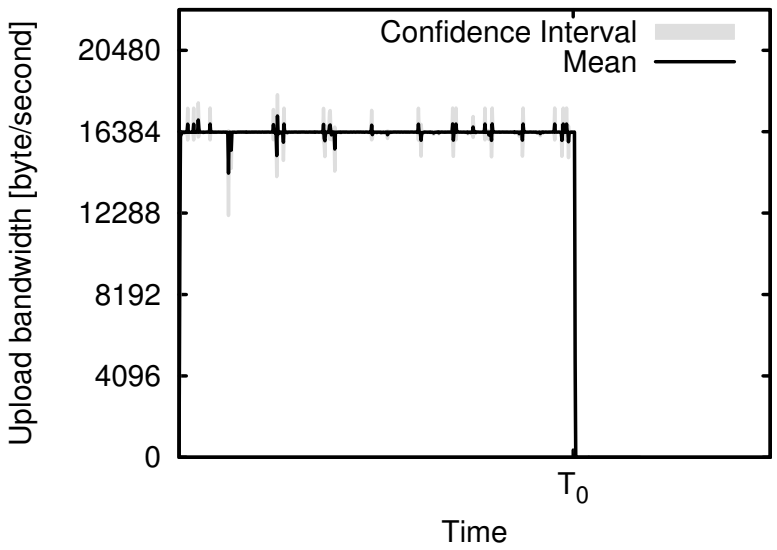


Default Szenario mit 8x Chunkanzahl - Upload/Download

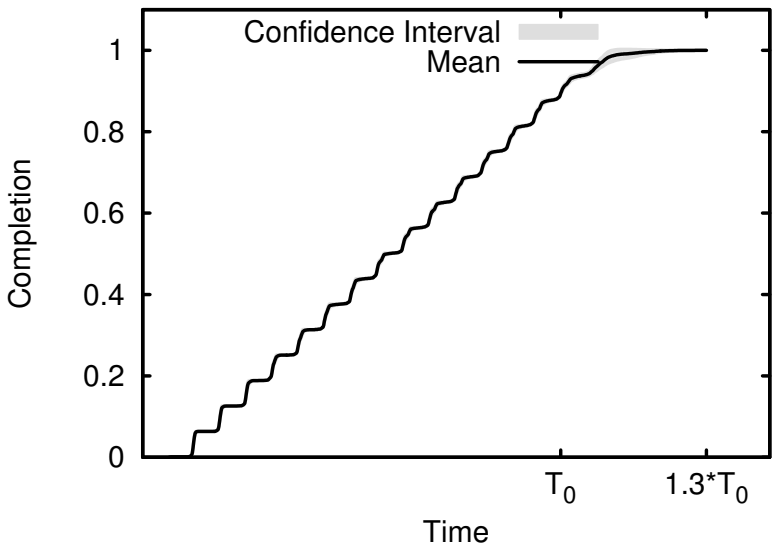


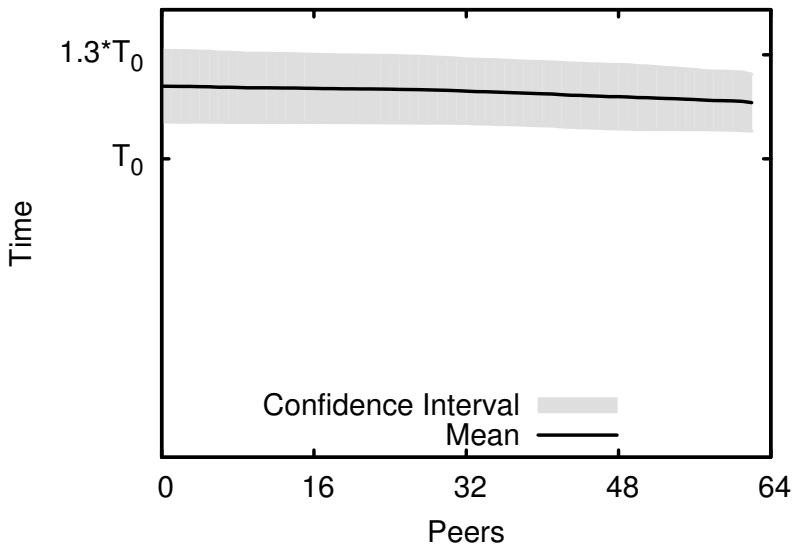


Default Szenario mit 8x Chunkanzahl - Super-Peer Upload

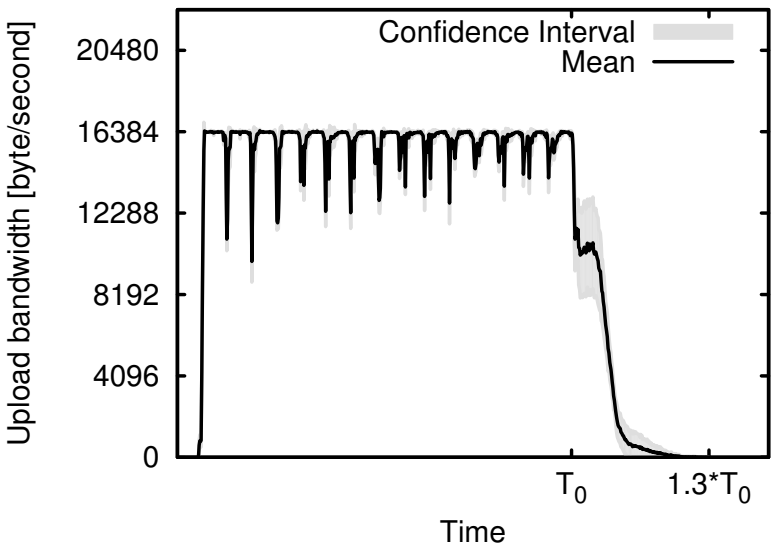


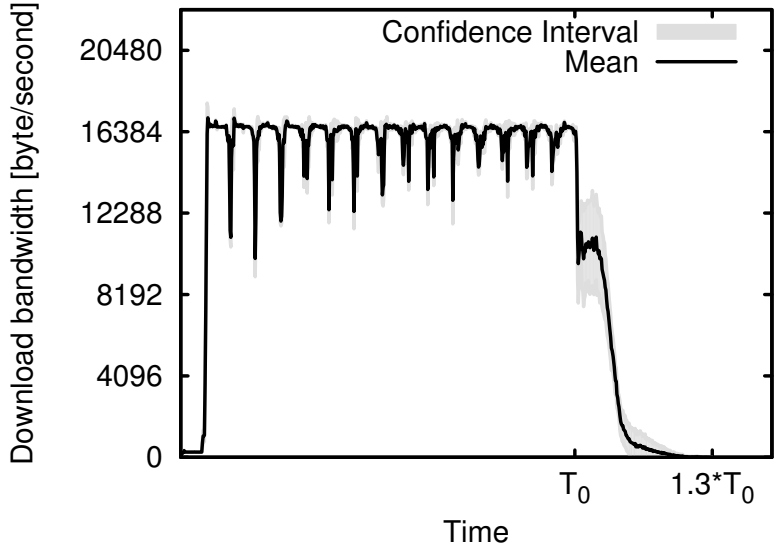
Default Szenario mit 16x Chunkanzahl - Completion





Default Szenario mit 16x Chunkanzahl - Upload/Download





Default Szenario mit 16x Chunkanzahl - Super-Peer Upload