

# Tutorial Speichernetze

## Speichervirtualisierung

Ulf Troppens, Rainer Erkens

Speichernetze

Grundlagen und Einsatz von  
Fibre Channel SAN, NAS, iSCSI  
und InfiniBand

dpunkt.verlag 2003

[www.speichernetze.com](http://www.speichernetze.com)





# Agenda

- Probleme in Speichernetzen
- Speichervirtualisierung
- Speichervirtualisierung auf Block- oder Dateiebene
- Speichervirtualisierung auf verschiedenen Ebenen des Speichernetzes
- Speichervirtualisierung im Netz:  
Symmetrische und asymmetrische Speichervirtualisierung
- Vergleich verschiedener Virtualisierungsvarianten
- Fazit



# Agenda

- Probleme in Speichernetzen
- Speichervirtualisierung
- Speichervirtualisierung auf Block- oder Dateiebene
- Speichervirtualisierung auf verschiedenen Ebenen des Speichernetzes
- Speichervirtualisierung im Netz:  
Symmetrische und asymmetrische Speichervirtualisierung
- Vergleich verschiedener Virtualisierungsvarianten
- Fazit



# Probleme in Speichernetzen

- Erhöhung der Komplexität der IT-Architektur
- Hoher Administrationsaufwand, Skillproblem
  - ▶ Verwaltung großer Datenmengen
  - ▶ heterogene Speicher mit inkompatiblen Werkzeugen
  - ▶ Abhängigkeit von Server und Speicher
  - ▶ Realisierung von Sicherheitsrichtlinien
  - ▶ Speicherinvestition = 20%, 10%, 5% des Total Cost of Ownership?
- Speicherwachstum (Verdopplung/Jahr)
- Steigende Performanceanforderungen der Applikationen
- Schlechte, ineffiziente Ressourcenauslastung
- Aufrechterhaltung eines unterbrechungsfreien Betriebs
- Verschiedene SAN Protokolle (FC, iSCSI, InfiniBand)
- Verschiedene Zugriffsebenen (Block-, Dateiebene)



# Lösung: Speichervirtualisierung

- Ziele der Speichervirtualisierung
  - ▶ Vereinfachung der Verwaltung des Speichers
    - Integration heterogener Speicherinseln
    - Aufhebung der Abhängigkeit von Server und Speicher
    - Profilorientierte Datensteuerung
    - Implementierung zentraler Sicherheitsrichtlinien der Daten
    - Reduzierung des Total Cost of Ownership
  - ▶ Ausnutzung der Möglichkeiten eines Speichernetzes
    - Performance
    - Verfügbarkeit
    - Skalierbarkeit
    - Disaster Recovery
  - ▶ Realisierung integrierter, intelligenter Speicherfunktionen SAN-weit
    - Snapshots
    - Remote Mirroring
    - Backup
    - HSM, Datenmigration
  - ▶ Effiziente Ressourcenauslastung
  - ▶ Gemeinsame Datennutzung
  - ▶ Integration unterschiedlicher SAN-Protokolle
  - ▶ Integration verschiedener Zugriffsszenarien



# Die 3 Kernideen

- Volume Manager Funktionalität ins Speichernetz
- Implementierung eines gemeinsamen Dateisystems im Speichernetz
- Intelligenz der Speichersysteme ins Speichernetz



# Agenda

- Probleme in Speichernetzen
- Speichervirtualisierung
- Speichervirtualisierung auf Block- oder Dateiebene
- Speichervirtualisierung auf verschiedenen Ebenen des Speichernetzes
- Speichervirtualisierung im Netz:  
Symmetrische und asymmetrische Speichervirtualisierung
- Vergleich verschiedener Virtualisierungsvarianten
- Fazit



# Bekannte Beispiele für Speichervirtualisierung

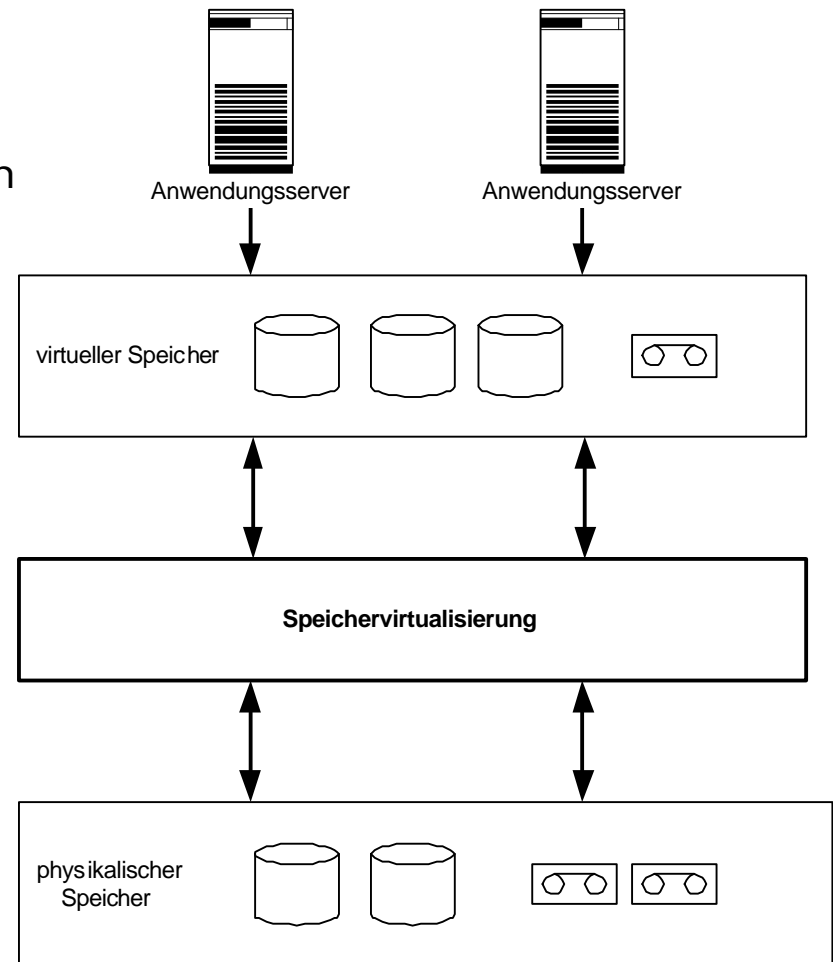
- **Logischer Volume Manager**
  - ▶ kapselt LUNs in logische Diskgruppen
  - ▶ erstellt innerhalb der Diskgruppen logische Volumes
  - ▶ stellt logische Volumes Dateisystemen und Anwendungen zur Verfügung
  
- **Disksubsystem**
  - ▶ fasst physikalische Festplatten zu RAID-Verbänden zusammen
  - ▶ definiert innerhalb eines RAID-Verbunds logische Volumes
  - ▶ exportiert diese logischen Volumes ins Speichernetz
  
- **Network Attached Storage (NAS)**
  - ▶ RAID-Verbund mit logischen Volumes
  - ▶ definiert Dateisysteme auf den logischen Volumes
  - ▶ exportiert Dateisysteme in den LAN / das Speichernetz



# Definition Speichervirtualisierung

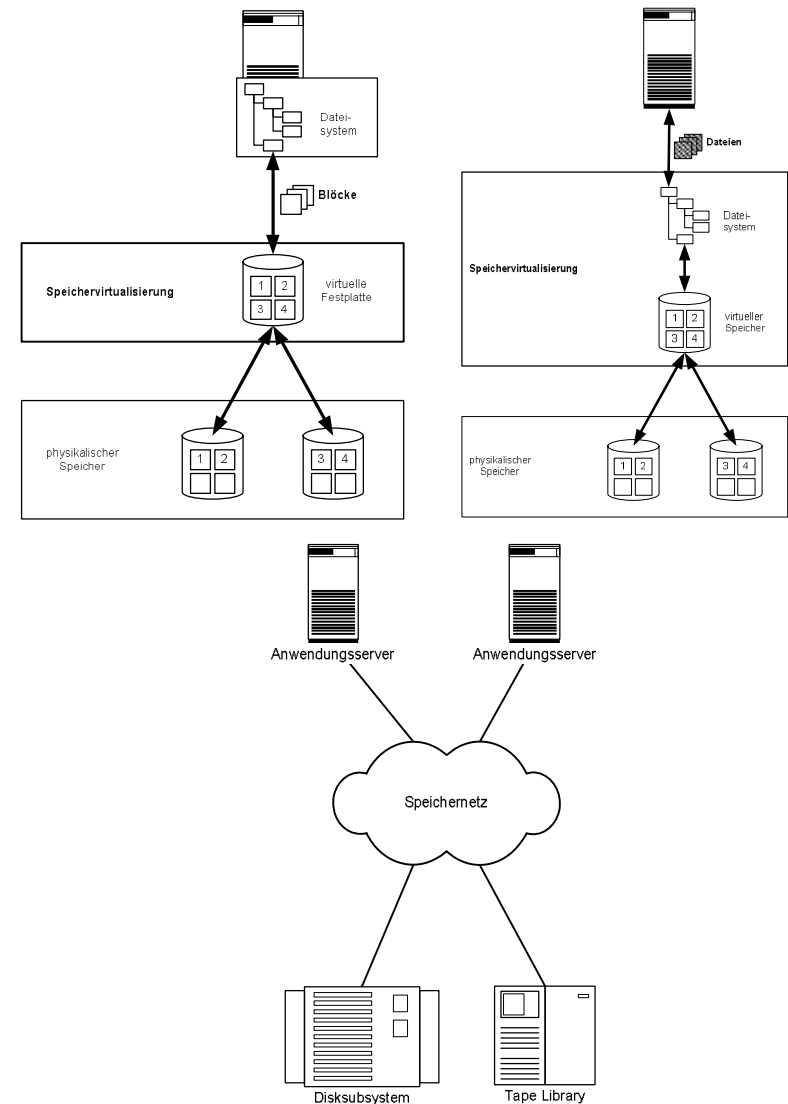
## ■ Definition

- ▶ **Trennung** von Speicher in physikalische Implementierungsebene und logische Darstellungsebene durch Abstraktion von physikalischem zu virtuellem Speicher  
→ Aufhebung der Abhängigkeit von Server und Speicher
- ▶ Einfügen einer **zusätzlichen Schicht** zwischen Speichergeräte und Server als Schnittstelle zwischen physikalischen und virtuellen Speicher
- ▶ Notwendigkeit einer **Abbildungsfunktion** physikalischer ↔ virtueller Speicher  
→ Realisierung über eine **Virtualisierungsinstanz**



# Weitere Merkmale der Speichervirtualisierung

- 2 Zugriffsvarianten
  - ▶ **Blockebene**
    - z.B. Volume Manager
    - z.B. Disksubsystem
  - ▶ **Dateiebene**
    - z.B. NAS
- verschiedene Orte
  - ▶ z.B. Server
  - ▶ z.B. Speichergerät
- Mehrstufige Virtualisierung, z.B.
  1. Disksubsystem
  2. Server
- Speichervirtualisierung = Virtualisierung



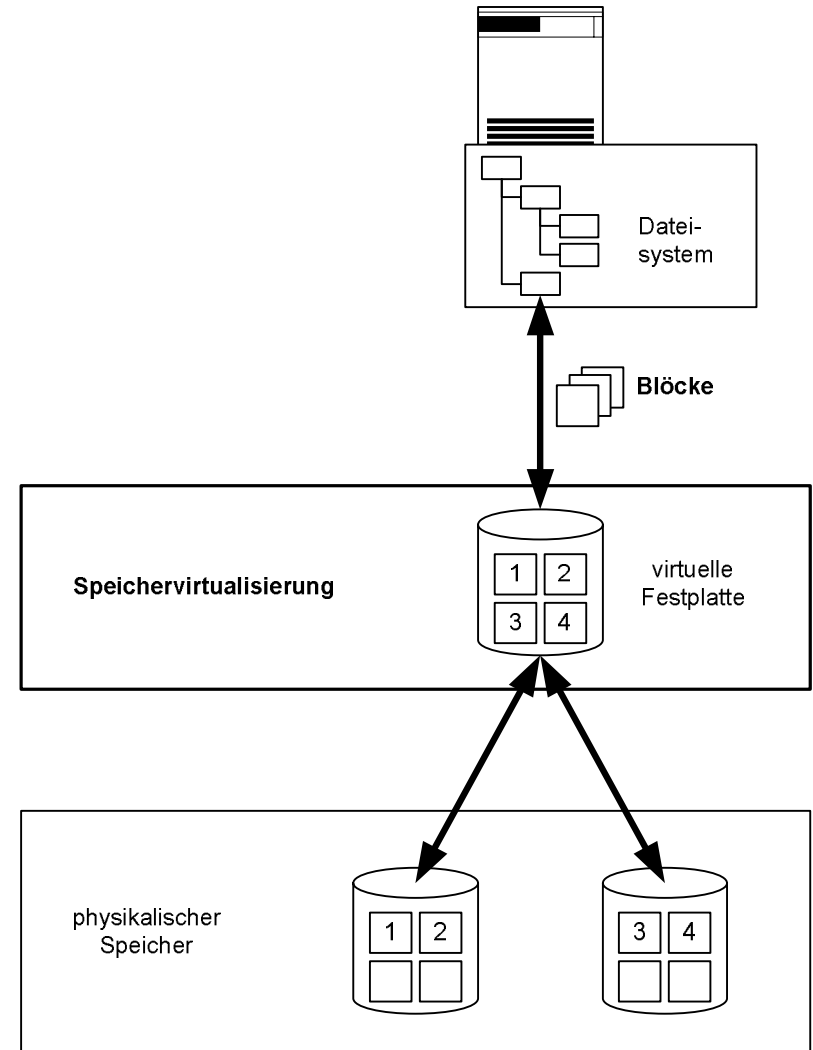


# Agenda

- Probleme in Speichernetzen
- Speichervirtualisierung
- Speichervirtualisierung auf Block- oder Dateiebene
- Speichervirtualisierung auf verschiedenen Ebenen des Speichernetzes
- Speichervirtualisierung im Netz:  
Symmetrische und asymmetrische Speichervirtualisierung
- Vergleich verschiedener Virtualisierungsvarianten
- Fazit

# Speichervirtualisierung auf Blockebene

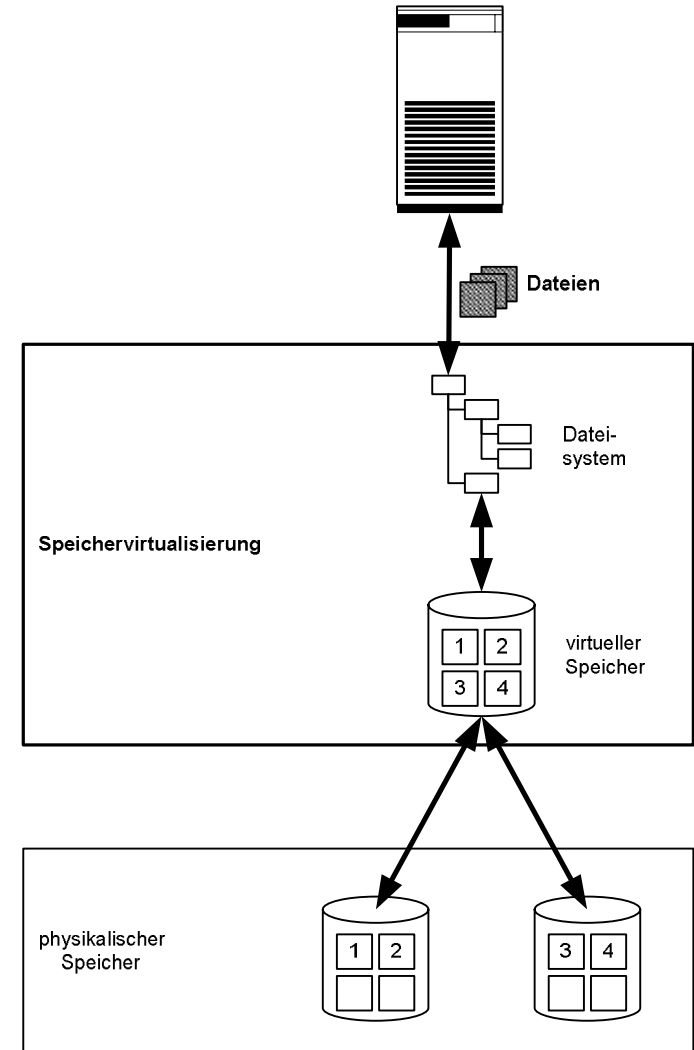
1. Kapselung physikalischer Blöcke zu virtuellem Speicher
2. Präsentation des virtuellen Speichers in Form von virtuellen Festplatten
3. Anwendungen des Server arbeiten über ein lokales Dateisystem oder direkt auf den virtuellen Festplatten





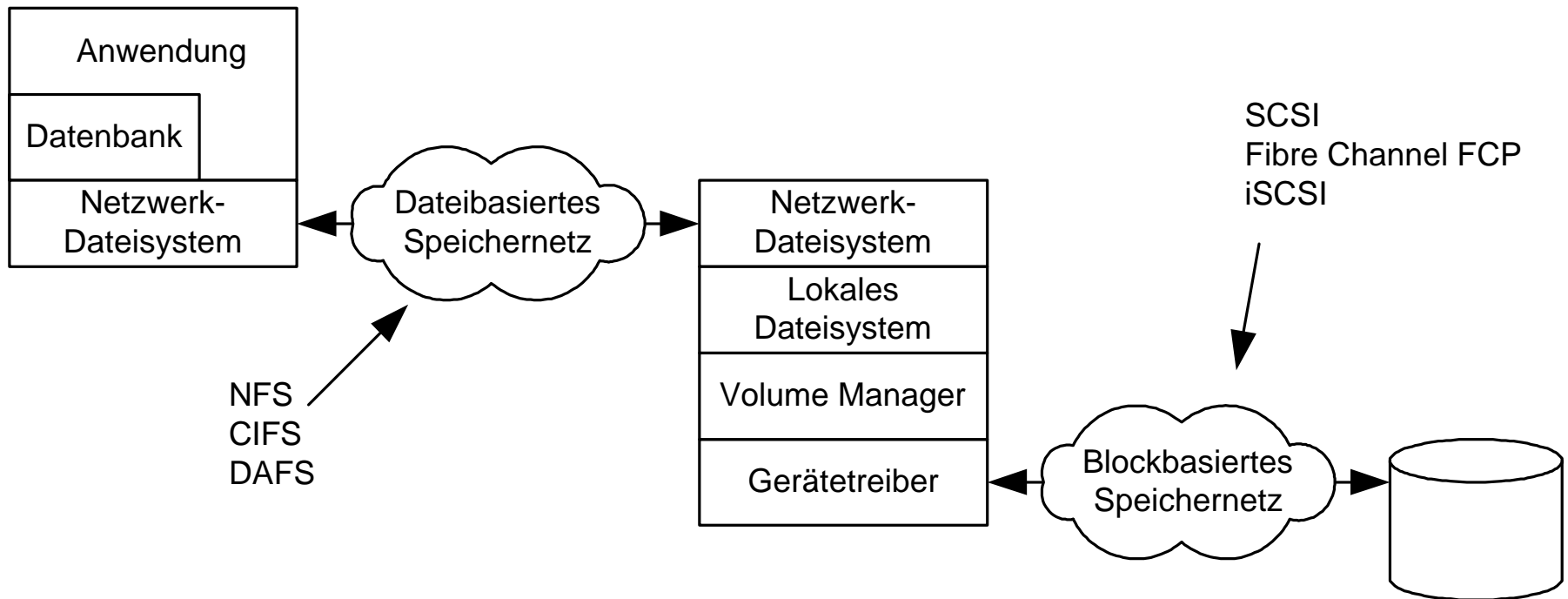
# Speichervirtualisierung auf Dateiebene

1. Kapselung physikalischer Blöcke zu virtuellem Speicher
2. Definition und Verwaltung eines Dateisystems auf dem virtuellen Speicher
3. Präsentation eines virtuellen Dateisystems
4. Anwendungen des Servers arbeiten auf einem virtuellen Dateisystem





# Virtualisierung auf Block- und Dateiebene im I/O Pfad



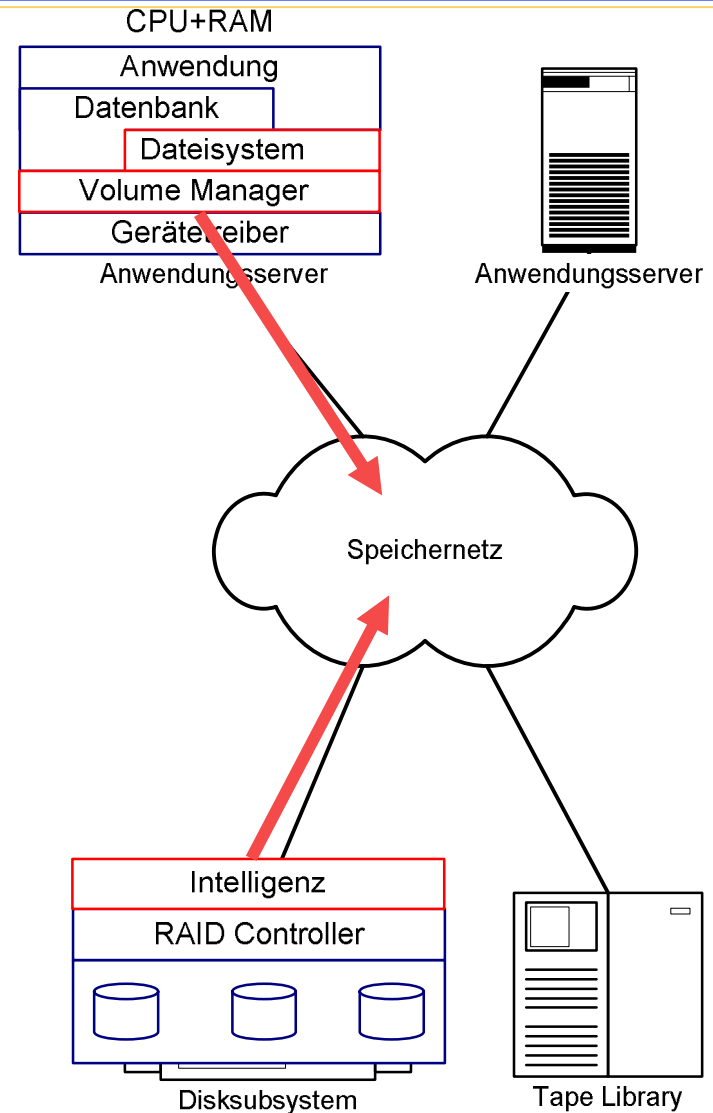


# Agenda

- Probleme in Speichernetzen
- Speichervirtualisierung
- Speichervirtualisierung auf Block- oder Dateiebene
- Speichervirtualisierung auf verschiedenen Ebenen des Speichernetzes
- Speichervirtualisierung im Netz:  
Symmetrische und asymmetrische Speichervirtualisierung
- Vergleich verschiedener Virtualisierungsvarianten
- Fazit

# Speichervirtualisierung an verschiedenen Orten des SANs

- Server
  - z.B. Volume Manager
- Speichergeräte
  - z.B. Disk subsystem
- **Neu:** Speichernetz
  1. Realisierung des **Volume Managers** im SAN
  2. Realisierung des **Dateisystems** im SAN
  3. **Intelligenz** ins Netzwerk







# Agenda

- Probleme in Speichernetzen
- Speichervirtualisierung
- Speichervirtualisierung auf Block- oder Dateiebene
- Speichervirtualisierung auf verschiedenen Ebenen des Speichernetzes
- Speichervirtualisierung im Netz:  
Symmetrische und asymmetrische Speichervirtualisierung
- Vergleich verschiedener Virtualisierungsvarianten
- Fazit

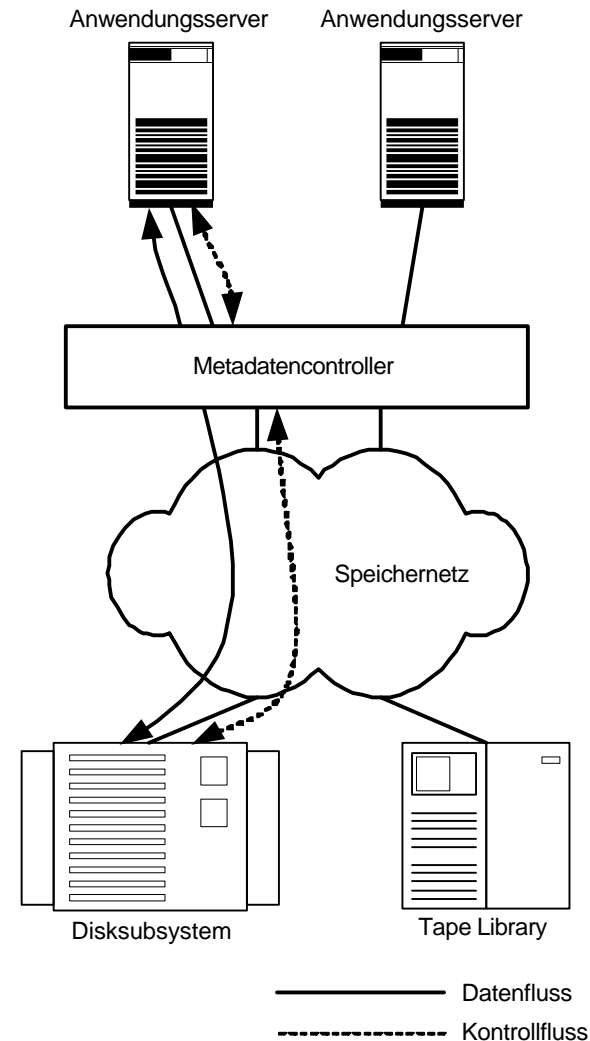


# Speichervirtualisierung im Netz

- Speichervirtualisierung im Netz: 2 Ansätze
  1. **symmetrisch** (inband)
  2. **asymmetrisch** (outband)
    - ▶ Unterschied: **Verteilung von Daten- und Kontrollfluss**
    - ▶ beide Ansätze erlauben **Virtualisierung auf Block- oder Dateiebene**
  
- Virtualisierungsinstanz: Metadatencontroller
  - ▶ **trennt** physikalischen und logischen Speicher
  - ▶ **bildet** physikalischen auf logischen Speicher ab
  - ▶ **verwaltet** physikalische Speicherressourcen
  - ▶ hält sämtliche **Metainformationen** der Virtualisierung
  - ▶ realisiert als **spezialisierter Server** / Gerät im Speichernetz
  - ▶ Ausfallsicherheit durch Clustering, um Datenkorruption zu vermeiden
  - ▶ Transparenz gegenüber Benutzer- und Anwendungsprozessen
  - ▶ Koexistenz mit nicht-virtualisiertem Speicher

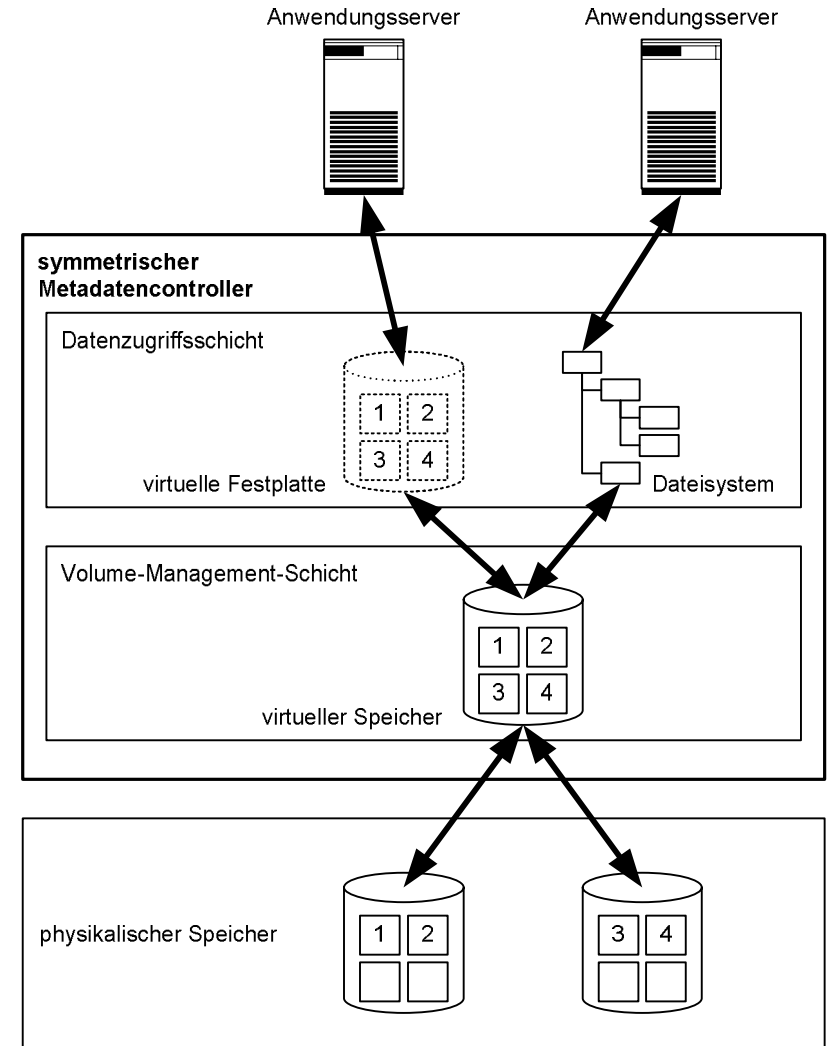
# Symmetrische Speichervirtualisierung

- Daten- und Kontrollfluss gehen über denselben Pfad
- Platzierung des Metadatencontrollers in den Datenpfad von Server und Speichergeräten
- Abstraktion von physikalischen zu logischem Speicher innerhalb des Datenstroms



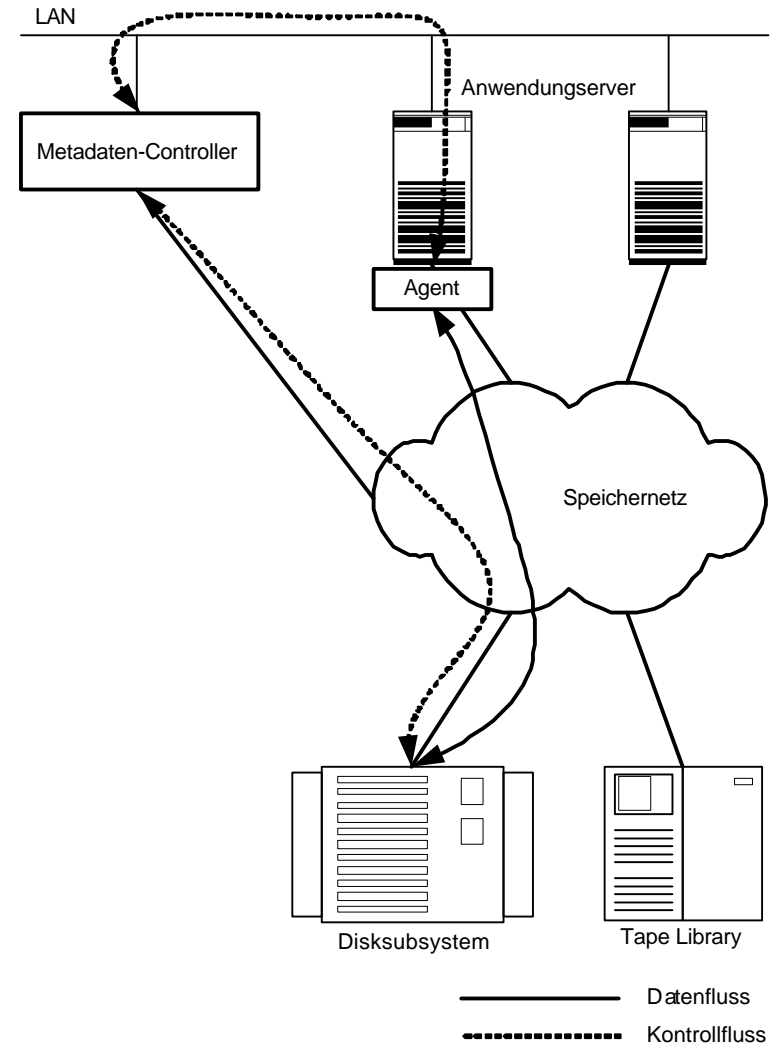
# Symmetrischer Metadatencontroller

- Kontroll- und Datenfluss fließen beide durch den Metadatencontroller
- Risiko: Flaschenhals
  - Einsatz von intensivem Caching
- Logischer Aufbau:
  1. **Volume-Management-Schicht**
    - Kapselung physikalischer Blöcke zu virtuellem Speicher
    - Verwaltung physikalischer Speicherressourcen
  2. **Datenzugriffsschicht**
    - Präsentation des virtuellen Speichers auf Block- oder Dateiebene



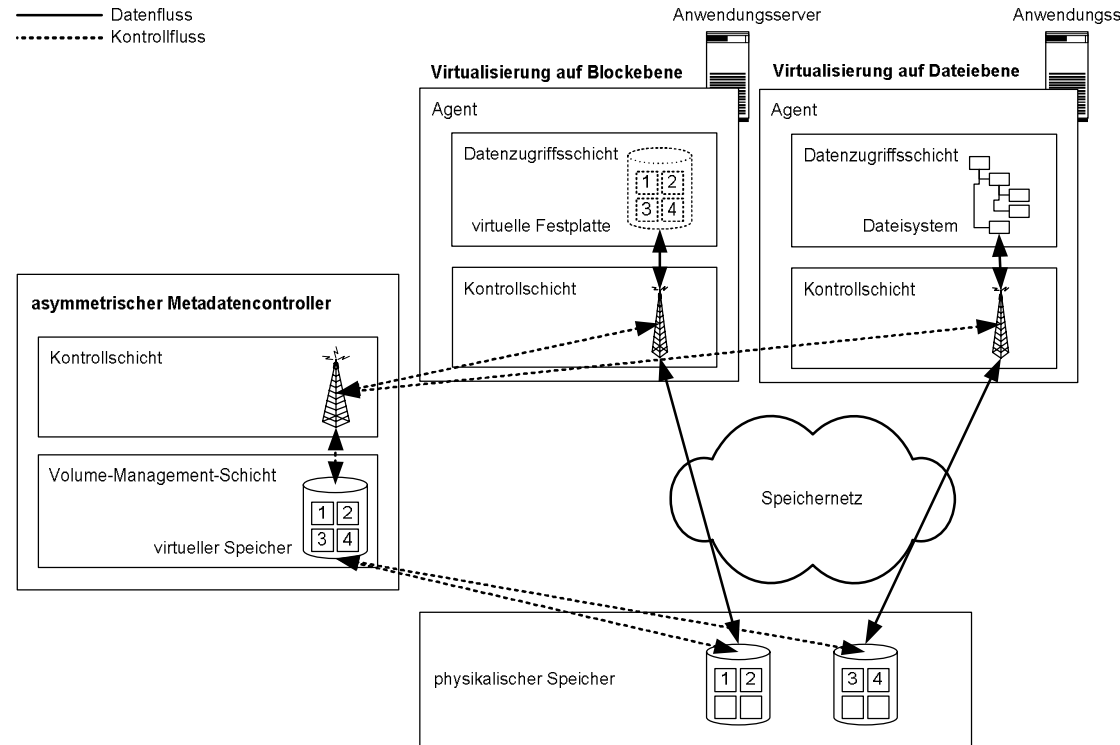
# Asymmetrische Virtualisierung

- Trennung von Daten- und Kontrollfluss
- Platzierung des Metadatencontrollers außerhalb des Datenpfads
- Abstraktion von physikalischen zu logischem Speicher außerhalb des Datenstroms



# Asymmetrischer Metadatencontroller

- Metadatencontroller übernimmt ausschließlich Verwaltungs- und Kontrollaufgaben
- Daten fließen direkt zwischen Server und Speichergeräten
  - Notwendigkeit eines **Agents** auf dem Server
  - Realisierung der Datenzugriffsschicht im Agent
    - Präsentation des virtuellen Speichers auf Block- oder Dateiebene
- Logischer Aufbau:
  - Volume-Management-Schicht**
    - Kapselung physikalischer Blöcke zu virtuellem Speicher
    - Verwaltung physikalischer Speicherressourcen
  - Kontrollschicht**
    - Kommunikation mit dem Agent





# Agenda

- Probleme in Speichernetzen
- Speichervirtualisierung
- Speichervirtualisierung auf Block- oder Dateiebene
- Speichervirtualisierung auf verschiedenen Ebenen des Speichernetzes
- Speichervirtualisierung im Netz:  
Symmetrische und asymmetrische Speichervirtualisierung
- Vergleich verschiedener Virtualisierungsvarianten
- Fazit



# Vergleich verschiedener Virtualisierungsvarianten

	<b>Vorteile</b>	<b>Nachteile</b>
<b>Server</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ In der Praxis erprobt</li><li>▪ Einbindung mehrerer Speichersysteme</li><li>▪ Keine zusätzliche Hardware im SAN</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Administration jedes Servers</li><li>▪ Virtualisierung schluckt Systemressourcen</li><li>▪ Virtualisierung erstreckt sich nur auf einen Teil des SANs</li><li>▪ Mögliche Inkompatibilitäten zwischen Virtualisierungssoftware und Anwendungen</li></ul>
<b>Speichergerät</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Virtualisierung und intelligente Speicherfunktionen direkt beim Speicher</li><li>▪ Betrieb heterogener Server</li><li>▪ Keine Belastung der Server durch Virtualisierungssoftware</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Virtualisierung nur innerhalb eines Speichersystems</li><li>▪ Homogene Speicherlandschaft wegen fehlender Interoperabilität zu Speichergeräten anderer Hersteller</li></ul>
<b>Symmetrische Speicher-virtualisierung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Vereinfachung der Speicheradministration</li><li>▪ Realisierung integrierter, intelligenter Speicherfunktionen SAN-weit</li><li>▪ Integration unterschiedlicher SAN-Protokolle</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Zusätzliche Hardware im Datenpfad</li><li>▪ Zusätzliche Komplexität im SAN</li></ul>
<b>Asymmetrische Speicher-virtualisierung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Integration verschiedener Zugriffsszenarien</li><li>▪ ... (s. Fazit)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Notwendigkeit einer Agentsoftware auf dem Server</li><li>▪ Zusätzliche Komplexität im SAN</li></ul>





# Agenda

- Probleme in Speichernetzen
- Speichervirtualisierung
- Speichervirtualisierung auf Block- oder Dateiebene
- Speichervirtualisierung auf verschiedenen Ebenen des Speichernetzes
- Speichervirtualisierung im Netz:  
Symmetrische und asymmetrische Speichervirtualisierung
- Vergleich verschiedener Virtualisierungsvarianten
- Fazit



# Fazit

## Speichervirtualisierung im Netz (1)

- Vereinfachung der Speicheradministration
  - ▶ Aufhebung der Abhängigkeit von Server und Speicher
  - ▶ Zentralisierter Pool von heterogenem Speicher
  - ▶ Vereinfachte Konfiguration und Zuweisung von Speicher
  - ▶ Online Austausch und Erweiterung des Speichers möglich
  - ▶ Zentralisierung der Intelligenz: Möglichkeit zur Verwendung einfacher RAID-Systeme
  
- Steigerung der Performance
  - ▶ Caching (symmetrisch: im Datenpfad, asymmetrisch: verteilt)
  - ▶ Lastverteilung über mehrere Virtualisierungsinstanzen
  
- Erhöhung der Verfügbarkeit
  - ▶ automatische Einführung von Redundanz durch RAID-Techniken
  
- Bessere Skalierbarkeit
  - ▶ geclusterte Virtualisierungsinstanzen



# Fazit

## Speichervirtualisierung im Netz (2)

- Effiziente Ressourcenauslastung
  - ▶ Regelbasierung, Profilorientierte Datensteuerung
  - ▶ dynamische Speicherzuweisung
  
- Gemeinsame Datennutzung
  - ▶ bei Speichervirtualisierung auf Dateiebene
  
- Realisierung integrierter, intelligenter Speicherfunktionen SAN-weit
  - ▶ Snapshots
  - ▶ Remote Mirroring
  - ▶ Backup
  - ▶ HSM, Datenmigration
  - ▶ Disaster Recovery
  
- Integration unterschiedlicher SAN-Protokolle
  
- Integration verschiedener Zugriffsszenarien
  
- Implementierung zentraler Sicherheitsrichtlinien der Daten

# Quellenangabe

- Inhalte und Abbildungen der Präsentation
  - ▶ Speichernetze – Grundlagen und Einsatz von Fibre Channel SAN, NAS, iSCSI und InfiniBand
  - ▶ Ulf Troppens, Rainer Erkens
  - ▶ 1. Auflage 2002  
dpunkt.verlag, Heidelberg  
ISBN 3-89864-135-X
  - ▶ [www.speichernetze.com](http://www.speichernetze.com)





# Ende

- Vielen Dank!
- Fragen?