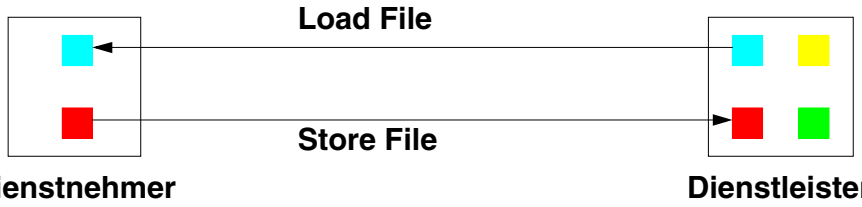
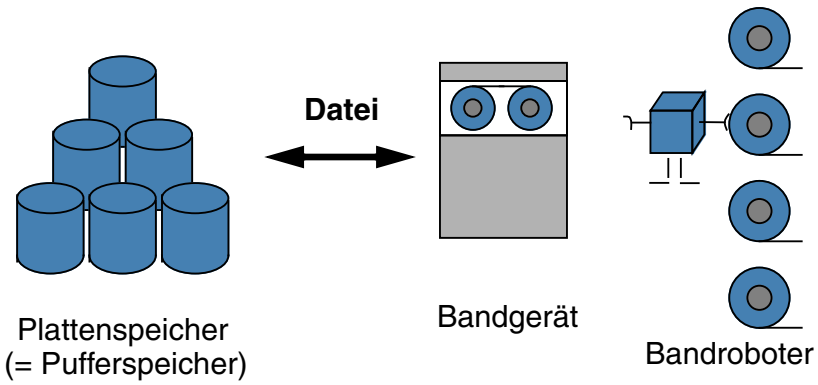
3.3 Verteilte Dateisysteme

- Architektur
  - Dateidienst-Interface
    - Verlagerungsmodell (upload/download model)
      - Ganze Dateien werden vom Dienstleister zum Dienstnehmer transferiert und dort bearbeitet



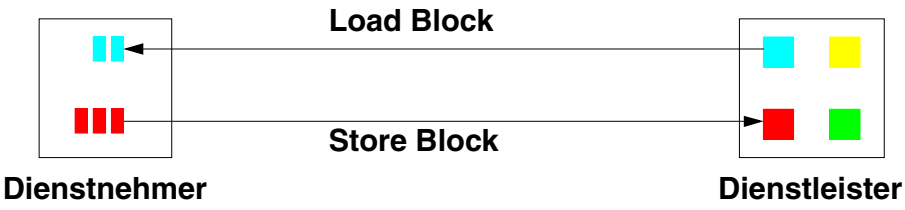
      - Nach Beendigung der Arbeit werden sie zum Dienstleister zurücktransferiert

- Typisch für Massenspeichersysteme, z. B. Unitree



Ebene i-1:	Plattenspeicher
Ebene i:	Magnetbandroboter
Granulat:	Datei
write on hit:	write back
write on miss:	allocating
Kohärenz:	keine besonderen Maßnahmen erforderlich

Fernzugriffsmodell (remote access model)



- **Nur die benötigten Blöcke werden zum Dienstnehmer transferiert**
- **Nicht mehr benötigte Blöcke werden zurücktransferiert**
- **Weiterer Gestaltungsspielraum:**
  write back/through?
  allocating?
  Kohärenz? (Unix: Prozessorkohärenz)
- **Beispiel: NFS (Network File System von Sun)**

Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

Führung von Zustandsinformation

Zustandslose Dienstleister (stateless servers)

- **Nach Bedienung eines Auftrags wird keine Information über diesen Auftrag gehalten**
- **Der Auftrag muß alle zu seiner Abwicklung notwendigen Informationen mitbringen (vollständige Dateinamen oder äquivalente Information, Lese-/ Schreibzeiger, Zugriffserlaubnis, ...)**
- **Nachrichten werden dadurch länger**
- **Für jeden Aufruf muß erneut die Bestimmung des physikalischen Speicherorts vorgenommen werden**
- **Bessere Beherrschbarkeit transienter Ausfälle des Dienstleisters**
- **Keine Tabellen notwendig**
  ⇒ **Keine Beschränkung der Zahl von Dienstnehmern**
- **Koordinierung von Zugriffen nicht möglich**
  ⇒ **Besonderer Koordinator erforderlich**

Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

Software-gestützte Pufferung: Verteilte Dateisysteme

- **Zustandsbehaftete Dienstleister (stateful servers)**
  - **Für jeden Dienstnehmer wird Information über den Bearbeitungszustand seiner geöffneten Dateien gehalten**
  - **Nur der Auftrag zum Öffnen einer Datei benötigt den vollständigen Dateinnamen**

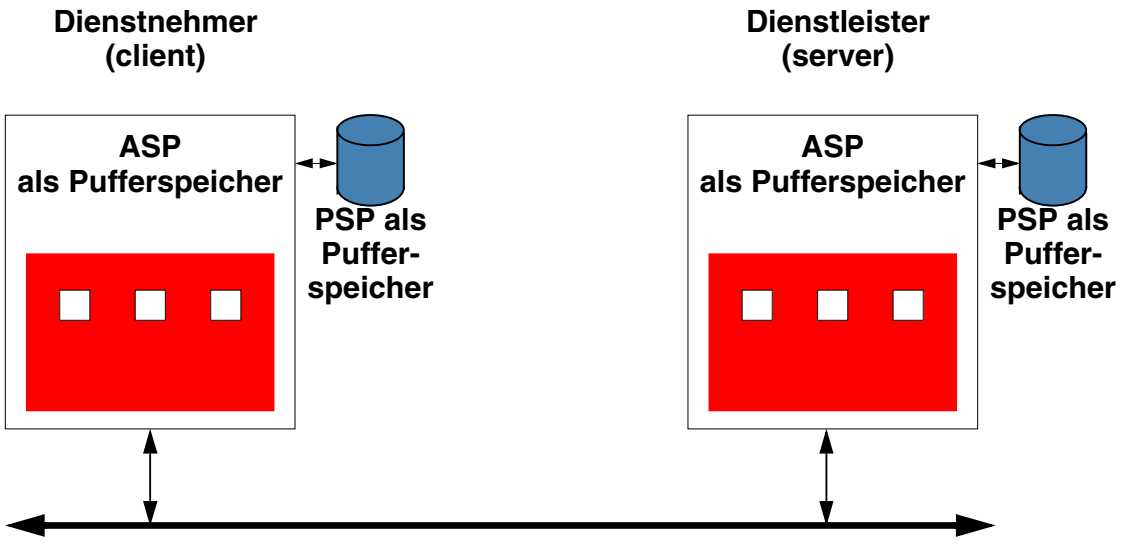
    ⇒ **Dienstnehmer erhält Kennung zur (fälschungssicheren) Benennung des zuständigen Dateideskriptors**
  - **Weitere Lese-Schreibaufträge müssen nur diese Benennung mitliefern**

    ⇒ **Lokalisierung der Information nicht von Grund auf neu vorzunehmen**
  - **Schwieriger Wiederanlauf; erfordert Kooperation mit den Dienstnehmern**

Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

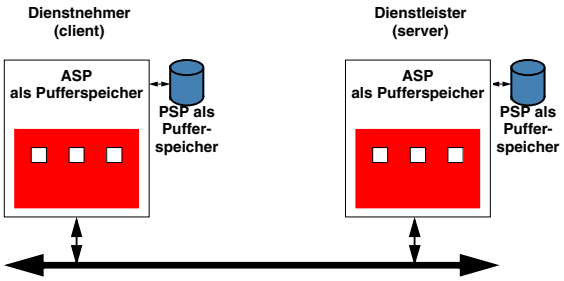
Software-gestützte Pufferung: Verteilte Dateisysteme

- **Grundsätzliche Möglichkeiten der Pufferung**



Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

Vor- und Nachteile von Pufferung



Dienstleister:

Pufferung im ASP reduziert E/A

Dienstnehmer:

Pufferung beim Dienstnehmer reduziert E/A und Netzwerkverkehr

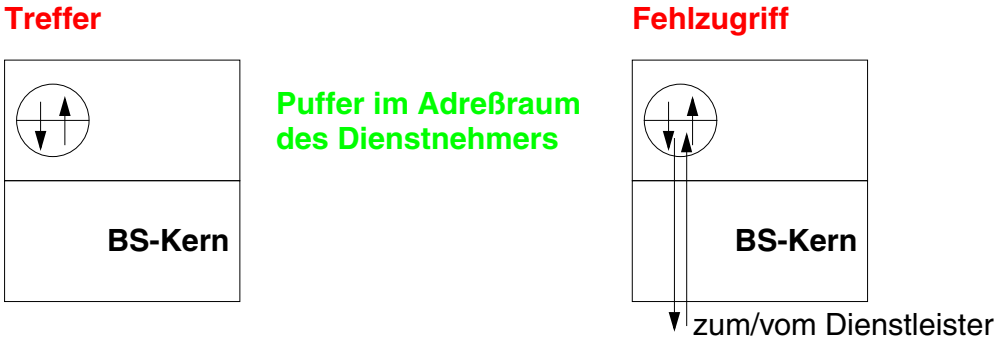
Pufferung erzeugt Konsistenzprobleme

Pufferungsgranulate:

Dateien oder Dateiblöcke?

Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

Pufferung im Adreßraum des Dienstnehmers

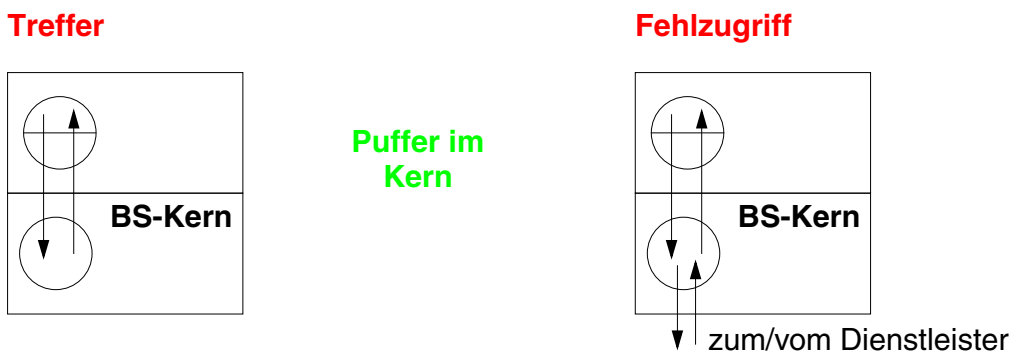


- Geringer Overhead
- Vorteilhaft, wenn Prozesse die gleiche Datei mehrfach öffnen/schließen
- Puffer wird bei Terminierung des Prozesses automatisch freigegeben

Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

Software-gestützte Pufferung: Verteilte Dateisysteme

- **Pufferung im Adreßraum des BS-Kerns**

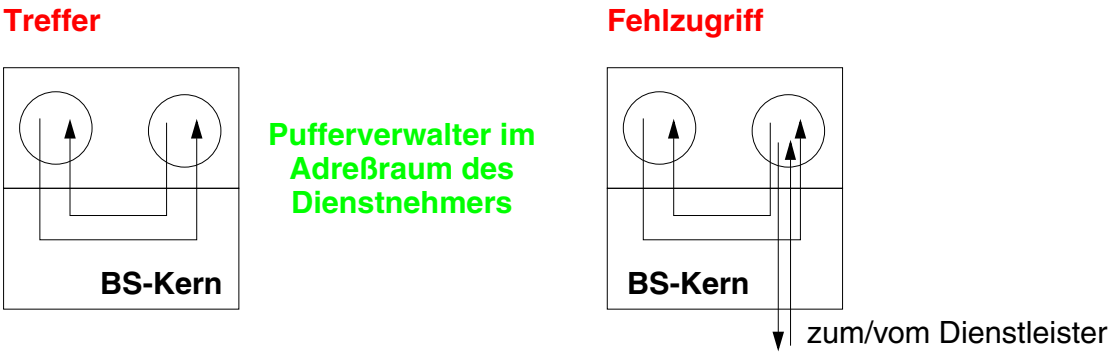


- Jeder Zugriff ist mit einem Kernaufruf verbunden
- Puffer überleben Prozeßterminierung

Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

Software-gestützte Pufferung: Verteilte Dateisysteme

- **Pufferung mit Pufferverwalter im Adreßraum des Dienstnehmers**



- Kern frei von DFS-Code
- Puffer überlebt Prozeßterminierung
- Gepufferter Block kann im Rahmen eines Demand Paging ausgelagert werden!

Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

Software-gestützte Pufferung: Verteilte Dateisysteme

- Konsistenz
  - Write-Through
    - Jede Modifikation wird sofort an den Dienstleister weitergeleitet
    - Pufferung sehr effektiv für Lesen, aber nicht für Schreiben
    - Wenn die Pufferung Prozeßterminierung überlebt, muß Gültigkeit mit dem Dientstleister abgeglichen werden (z. B. durch Versionsnummern)
  - Delayed Write
    - Notieren, daß modifiziert wurde, aber kein sofortiges Informieren des Dienstleisters
    - Alle Modifikationen in regelmäßigen Abständen (z. B. 30 Sekunden) zum Dienstleister senden ⇒ effizienter
    - Reduziert Transporte für temporäre Dateien, die modifiziert, gelesen und getilgt sein können, bevor der Dienstleister informiert werden muß.
    - Klare Semantik wird aufgegeben zugunsten größerer Effizienz

      ⇒ was andere Prozesse lesen ist zeitabhängig

Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

Software-gestützte Pufferung: Verteilte Dateisysteme

- Write on close
  - Anpassung an Sitzungs-Semantik und Rückschreiben zum Dienstleister alle 30 Sekunden, nachdem die Datei geschlossen wurde

    ⇒ getilgte Dateien werden nicht zurückgeschickt!
  - Modifikationen können verloren gehen, wenn zwei Prozesse die gleiche Datei modifizieren
- Centralized controller
  - Führt Buch über alle geöffneten Dateien und die zugehörigen Dienstnehmer
  - Kollidierende Aufrufe können auf drei Arten behandelt werden:
    - Aufruf ablehnen
    - Aufruf in Warteschlange aufnehmen
    - Aufruf genehmigen, aber alle evtl. betroffenen Dienstnehmer veranlassen die Pufferung des betreffenden Blocks gegebenenfalls zu invalidieren und im weiteren nicht puffern

      ⇒ unverlangte Nachrichten an Dienstnehmer
  - Skaliert nicht und ist nicht robust gegen transiente Rechnerausfälle

Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

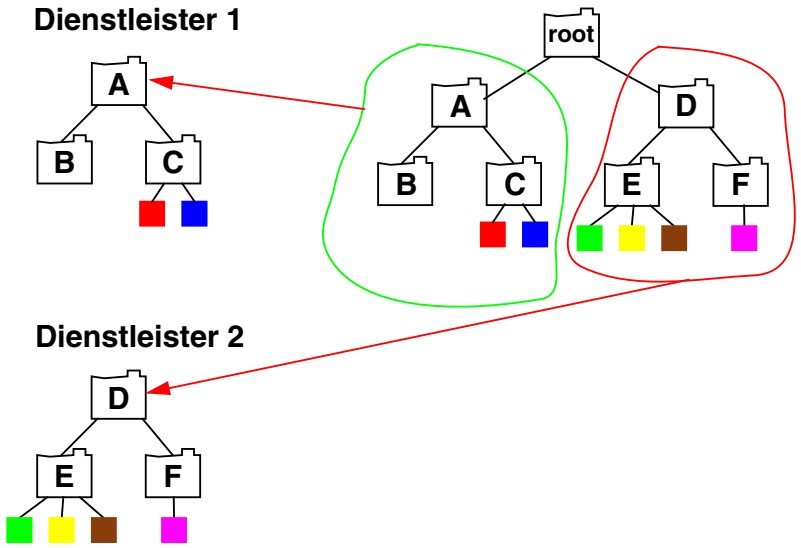
Beispiel: Network File System (NFS)

McKusick, M. K.; Bostic, K.; Karels, M. J.; Quarterman, J. S.: The Design and Implementation of the 4.4BSD Operating System. Addison-Wesley, 1996, 580 pages.

- Von vielen Herstellern für Unix und MS-DOS unterstützt
- Hardwareunabängig
- Architektur:
  - Dienstgeber exportieren Dateien
  - Dienstnehmer montieren sie in ihren Dateibaum
  - Inanspruchnahme von Diensten über Fernaufrufe (RPC, XDR)

Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

Architektur



Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

Montageprotokoll

- **Dienstnehmer sendet an den Dienstgeber den Pfadnamen des Verzeichnisses, das in seinem eigenen Verzeichnis montiert werden soll.**
- **Wenn der Pfadname gültig ist und das Verzeichnis exportierbar ist, gibt der Dienstleister ein *file handle* zurück.**

file handle = (file system type, disk, directory's i-node number,
security information)

- **Automounting (durch den Dienstnehmer): Wenn eine Datei geöffnet wird, werden alle in einer besonderen Tabelle verzeichneten Dienstleister kontaktiert. Montiert wird das erste angebotene Dateisubsystem.**

Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

Zugriffsprotokoll

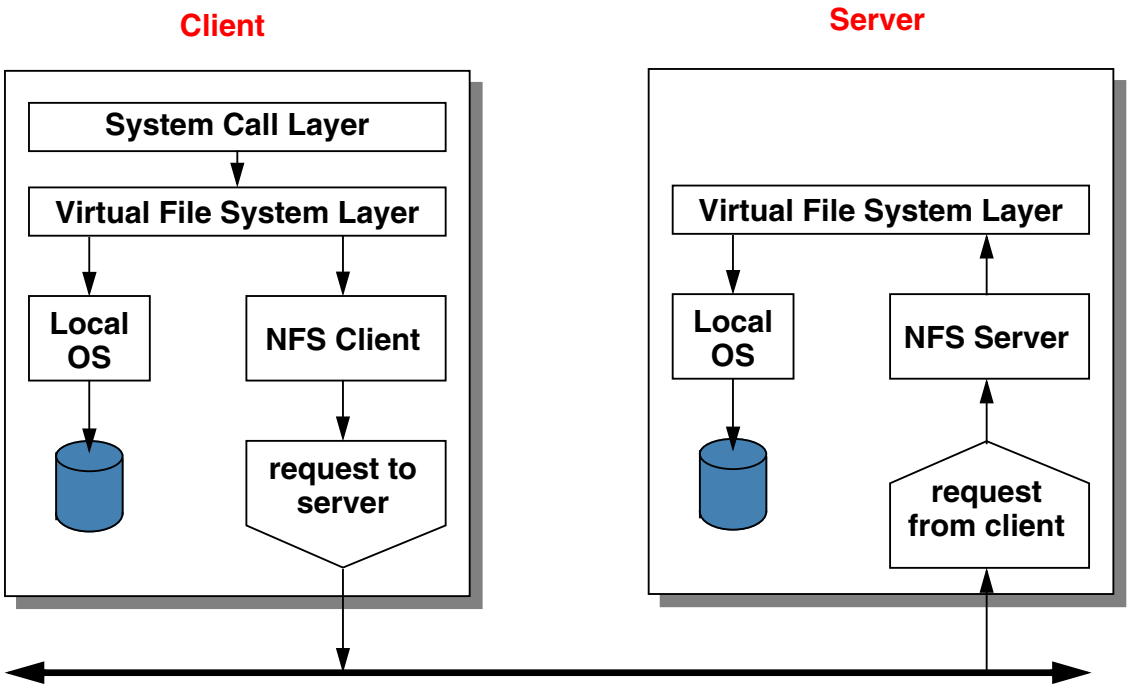
- **NFS ist zustandslos**
  - ⇒ **keine Zustandsinformation über geöffnete Dateien**
  - ⇒ **es gibt in NFS keinen *open*-Aufruf**
  - ⇒ **es gibt keine Koordinierungsunterstützung**
- **Es gibt eine *lookup*-Operation:**

  Vor der Bearbeitung einer Datei führt der Dienstnehmer einen Aufruf von *lookup* mit dem Pfadnamen aus. Der Dienstleister gibt ein *file handle* zurück, das bei künftigen Aufrufen benutzt wird.

- **Lese- und Schreibaufrufe müssen neben dem *file handle* auch die Angabe enthalten, ab welcher Stelle wieviele Byte gelesen/geschrieben werden sollen.**
- **Lese- und Schreibaufrufe an NFS wirken atomar.**

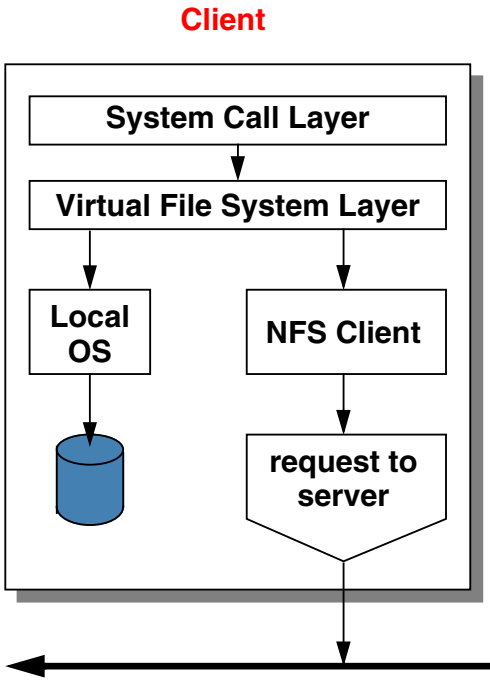
Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

Software-gestützte Pufferung: Verteilte Dateisysteme



Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

Software-gestützte Pufferung: Verteilte Dateisysteme



- VFS Layer: Führt eine Tabelle von *v-nodes* (*virtual i-nodes*) für jede offene Datei
- Ein *v-node* zeigt entweder auf einen lokalen *i-node* oder auf einen *r-node* (*remote i-node*) den der NFS-Dienstnehmer für ferne Dateien führt.

Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

Software-gestützte Pufferung: Verteilte Dateisysteme

- **Implementierung von Sun**
  - **Dienstnehmer puffern *i-nodes* und Dateidaten.**
  - **Gepufferte Datenblöcke werden alle 3 Sekunden freigegeben, gepufferte Verzeichniseinträge alle 30 Sekunden.**
  - **Wenn eine gepufferte Datei geöffnet wird, wird der Zeitpunkt ihrer letzten Modifikation überprüft. Gegebenenfalls werden neue Kopien beschafft.**
  - **Alle 30 Sekunden werden alle im Puffer modifizierten Blöcke zurückgeschrieben.**
  - **Der Dienstleister benutzt eigene Pufferungsmechanismen zur Reduktion des Verkehrs mit seinen Plattenspeichern.**
  - **Übertragen werden jeweils 8 KB.**
  - **Wenn die VFS Ebene 8 KB empfängt, fordert sie sofort die nächsten 8 KB an.**
  - **Beim Schließen einer Datei erfolgt ein *write back*.**

Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig