

REGIONALES HOCHSCHULRECHENZENTRUM
KAISERSLAUTERN

RHRK

Geräte- und Dateiverbund
im Kaiserslauterer
Lastverbundsystem

J. Backes, M. Bürkle, R. Hagl, D. Lunk

RHRK-Nr. 7801

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung.....	2
2 Geräteverbund.....	3
3 Dateiverbund.....	4
3.1 Funktionsbeschreibung von DVERB.....	4
3.1.1 Funktion am Sekundärrechner.....	4
3.1.2 Funktion am Primärrechner.....	6
4 Allgemeiner Datenverbund.....	7
4.1 Funktion des allgemeinen Datenverbundes.....	7
5 Übersichtsdigramme.....	8
5.1 Dateiverbundprotokoll DVERB.....	8
5.2 Geräteverbund.....	9
5.3 Allgemeiner Dateiverbund.....	10

1 Einführung

Die Implementierung des homogenen TR440-Lastverbund-Netzes am Regionalen Hochschulrechenzentrum Kaiserslautern erforderte neben einer Transportfunktion auch die Realisierung verschiedener Protokolle zum Transfer von „Benutzerdaten“ zwischen den einzelnen Netzrechnern. Dabei sind die Benutzerdaten gemäß der jeweiligen Aufgabenstellung in drei Gruppen aufgeteilt:

- Daten, die für Papiergeräte an beliebigen Netzrechnern bestimmt sind, so z.B. Druck- oder Stanzausgaben (*Geräteverbund*)
- Langfristige Daten (Dateien der langfristigen Datenhaltung LFD und Wechselplatten (WSP-)Dateien) (*Dateiverbund*)
- Daten sonstiger lang- oder kurzfristiger Träger wie MB- oder auch Scratch-Dateien (*Allgemeiner Datenverbund*)

Die Aufgabe der Protokolle besteht darin, diese Daten verschiedenen Typs von einem Rechner R_1 (*Primärrechner*) zu einem Rechner R_2 (*Sekundärrechner*) je nach Anforderung automatisch oder benutzergesteuert zu transferieren. Als Grundlage dienen Schnittstellen zum Betriebssystem BS3 bzw. zur Transportfunktion PS&VERBUND:

- R_2 wird im Sinne des Kommunikationssystems KOMSYS von R_1 wie ein Gerät behandelt, an das Sendungen absetzbar sind (*Gerätesendungen*).
- Die Transportfunktion gestattet einen Gebiets-Verbund, d.h. sie bietet die Möglichkeit, Hintergrund-Gebiete oder KSP-Bereiche an Benutzeraufträge in gekoppelten TR440 zu übertragen (*Gebietsverbund*).

Die Protokolle nehmen diese Dienstleitungen der Kopplungssoftware über eine von PS&VERBUND bereitgestellte Prozedurschnittstelle in Anspruch.

2 Geräteverbund

Aufträge, die am Lastverbund partizipieren, erfahren den optimalen *Arbeitsrechner* im allgemeinen nicht. Damit Ausgabeaufträge, die an die Papier-Peripherie gerichtet sind, dennoch auf dem vom Benutzer direkt oder indirekt adressierten Gerät am *richtigen* Rechner ausgegeben werden, müssen gewisse Vorkehrungen getroffen werden, wenn man unterstellt, dass die beteiligten Rechenzentren durchaus gleiche Gerätenummern vergeben. Bei den Ablaufprotokollen transferierter Aufträge ist dies nicht weiter problematisch, da das BS3 als Standardleistung deren Verarbeitbarkeit erlaubt, wenn nur bezüglich logischem Eingabegerät dieser Aufträge gewisse Bedingungen eingehalten werden (*Sammeln* mit KOMSYS in Warteschlangen in Form von Hintergrund-Sendungen). Werden aber im Sekundärauftrag dynamisch andere als diese Standardgeräte angesteuert - auch durch Kommandos wie z.B. \diamond STANZE oder \diamond DRUCKE - so sind aufwendigere Mechanismen erforderlich. Denn diese Kommandos können alle ohne Schnittstellenänderung keinen Rechner adressieren, so dass Zuordnungen zwischen Papiergeräten und Netzrechnern vom Benutzer generiert und danach langfristig verfügbar sein müssen. Gemäß diesen Anforderungen wurde eine Lösung unter folgenden Aspekten konstruiert:

- Kommandos wie \diamond DRUCKE, \diamond STANZE usw. dürfen aus Kompatibilitätsgründen keine formalen Änderungen der Benutzerschnittstellen erfahren.
- Die durch diese Kommandos gestarteten Operatoren dürfen ebenfalls aus Kompatibilitätsgründen nicht verändert werden.

Die Erzeugung von Zuordnungen zwischen Papier-Geräten und Netzrechnern erfolgt über das Kommando \diamond ANSCHLIESSE mit den beiden Spezifikationen **GERAET** und **RNR**: **RNR** enthält die logische Nummer des adressierten Netzrechners, **GERAET** eine Liste von Ausgabegeräten, für die eine Anbindung an den unter **RNR** aufgeführten Rechner erfolgen soll. Dazu kommuniziert \diamond ANSCHLIESSE mit dem zentralen Netzkoordinationsoperator KL&KOOP über KOMSYS. KL&KOOP überprüft die Konsistenz von Geräten und zugeordneten Rechnern und führt darüber Buch. Durch spätere Aufrufe von \diamond ANSCHLIESSE können Einträge gelöscht oder abgeändert, insbesondere auch erweitert oder eingengt werden.

Wegen der bereits erwähnten *Nichtantastbarkeit* der Benutzerschnittstelle (also keine formale Änderung von \diamond DRUCKE, \diamond STANZE usw.) werden die durch diese Kommandos gestarteten Operatoren in der öffentlichen Bibliothek durch Hilfsoperatoren gleichen Namens ersetzt, sowie die ursprünglichen Operatoren umbenannt. Die Hilfsoperatoren fragen je nach Kommando bei KL&KOOP an, ob \diamond ANSCHLIESSE-Eintragungen vorliegen. Wenn nein, wird der ursprüngliche Operator auf der gleichen Ebene gestartet. Da das Sammeln die einzige Möglichkeit darstellt, das BS3 am direkten Ausgeben am *Arbeitsrechner* zu hindern, ändert im anderen Fall der Hilfsoperator in seiner Startinformation das Ausgabegerät in ein genau festgelegtes *auf Sammeln gesetztes* Gerät ab und startet danach den originalen Operator, um anschließend KL&KOOP vom Eintreffen eines Ausgabeauftrages zu benachrichtigen. KL&KOOP kann die gesammelten Ausgabeaufträge über KOMSYS abarbeiten und zum Ausgaberechner übertragen.

3 Dateiverbund

Ein Verbundsystem, insbesondere ein Lastverbundsystem, muss, um von den Benutzern akzeptiert zu werden, transparent sein bzgl. Zugriff auf langfristige Dateien. Transparenz in dem Sinne, dass der Benutzer an den in einem transferierten Job statisch enthaltenen Kommandos, die sich auf solche Dateien beziehen, keine Änderungen durchzuführen braucht, dass vielmehr beim dynamischen Aufruf dieser Kommandos die erforderlichen Datentransporte automatisch stattfinden.

Zusätzlich liegen der Konstruktion eines solchen Protokolles folgende Anforderungen bzw. Kriterien zugrunde:

- Reproduzierbarkeit der Betriebsmittel des Benutzerauftrages
- Ausfallsicherheit gegen Systemneustarts
- Zugriffskoordination (Eindeutigkeit des Dateiinhaltes im gesamten Netz!)
- Effektivität des Datentransfers
- Sicheres Zurückschreiben der geänderten Dateien bei Auftragsende
- Datenschutz
- Keine BS3-Änderungen

Zur Realisierung werden diese Kommandos auf Kommandoprozeduren abgebildet, um Operatorläufe einzuschachteln, die den Datentransfer initialisieren.

Um möglichst alle mit langfristigen Dateien verbundenen Leistungen dem Benutzer zugänglich zu machen, werden nicht nur die reinen Datentransportkommandos dieser Abbildung unterzogen, sondern auch solche Kommandos, die an den Dateien Änderungen der Verwaltungsdaten vornehmen (Umbenennen, Reservieren, Löschen, Kreieren) oder den Benutzer über Kenndaten informieren. Das entsprechende Protokollkurzbezeichnung DVERB wird durch mehrere Komponenten realisiert: Die Operatoren KL&DZUG (Benutzerschnittstelle zum Dateizugriff), KL&VERDAT (Verwaltungszentrale für Datenverbund), KL&KODAT (Koordinationenzentrale für Datenverbund) sowie verschiedene Warteschlangen. Relevante Listen der Protokollebene werden aus Gründen der Ausfallsicherheit in langfristigen Dateien gehalten.

3.1 Funktionsbeschreibung von DVERB

3.1.1 Funktion am Sekundärrechner

Wie bereits erwähnt, werden die Dateikommandos auf Kommandoprozeduren abgebildet - mit dem Ziel, einen Operator KL&DZUG zu starten, der den Kontakt mit DVERB einleitet. KL&DZUG übermittelt seine Steuerinformation, die gemäß Konstruktion Einzelheiten über den geforderten Transportmodus enthält, sowie einen Teil der Auftragskenndaten über eine Warteschlange an KL&KODAT. Dieser wiederum überprüft zunächst die Auftragskenndaten auf Konsistenz, um illegale Datentransporte zu verhindern. (Beim Auftreten eines solchen Falles wird in einer Quittungswarteschlange die Benutzeranforderung negativ quittiert). Aus den in der Steuerinformation aufgeführten Dateien ermittelt KL&KODAT diejenigen, die Verbundleistungen erfordern.

Für die lokal verfügbaren Dateibestände erzeugt KL&KODAT aus der empfangenen Steuer-

information ein leicht modifiziertes Dateikommando und sendet dieses im Klartext an den Benutzerauftrag zurück, wo es erneut ausgeführt wird.

Für die nicht lokal verfügbaren Datenbestände werden dagegen Verbundleistungen benötigt. Dazu wird die im Kommando geforderte Aktivität verschlüsselt an KL&VERDAT am Primärrechner übertragen, wie

- Dateien vom Primär- zum Sekundärrechner transferieren
- Dateien vom Sekundär- zum Primärrechner transferieren
- Dateikenndaten am Primärrechner verändern
- Dateikenndaten ausliefern

Die ersten beiden Fälle, die von größerer Bedeutung sind, seien näher erläutert: Unter Zuhilfenahme der PS&VERBUND (Gebiets-Verbund)-Schnittstelle beauftragt KL&KODAT den primärrechnerseitigen KL&VERDAT, die jeweilige Datei zum Sekundärrechner zu übertragen. Nach erfolgtem Transfer steht dort die angeforderte Datei zunächst im *Rohzustand* in Form von Gebieten zur Verfügung, aus denen KL&KODAT auf einem *mittelfristigen* Träger, z.B. einer Wechselplatte, die Datei restauriert, und zwar unter der gleichen Katalogbezeichnung wie am Primärrechner, aber unter einem synthetischen Passwort. Um diese Dateikopie dem Benutzer zugänglich zu machen, erhält KL&DZUG als Quittung zum Transfer eine Sendung mit Klartext-Kommandos zum Bereitstellen der Datei: Einschleusen, Verlagern auf Platte oder Trommel u.ä.

Hat ein anderer Benutzer bereits eine Kopie der Datei in Bearbeitung, so kann diese übernommen werden. Umgekehrt darf eine Datei, wenn sie ausgeschleust werden soll, erst dann auf dem Hilfsträger gelöscht werden, wenn von keinem Auftrag mehr ein Zugriff vorliegt.

Soll dagegen der Transfer in entgegengesetzter Richtung erfolgen, sei es spontan oder auch zum ausschleusen, erfolgt durch KL&KODAT zunächst eine Ankündigung bei KL&VERDAT; danach erst, nachdem der Benutzer die zu transferierenden Dateien zur Verfügung gestellt hat, kann die Übertragung beginnen.

Um das Protokoll DVERB restartfähig anzulegen, wird über den gesamten Transfer beidseitig in langfristigen Listendateien Buch geführt.

Bei den Informationsdiensten über langfristige Dateien schließlich werden die durch KL&VERDAT verschlüsselten Kenndaten an KL&KODAT übertragen, in Klartext decodiert und an KL&DZUG weitergereicht, der wiederum für eine Ausgabe des Textes auf Drucker oder Terminal sorgt.

Die Protokollebene DVERB berührt in starkem Maße auch die Organisation eines Rechenzentrums, was die Verwaltung langfristiger Dateibestände betrifft: Damit KL&KODAT entscheiden kann, ob ein Dateitransfer erforderlich ist oder nicht, muss er wissen, welche Kataloge an welchen Netzrechnern lokalisiert sind. Dies erfordert einmal, dass die Katalogbezeichnungen bis auf einige wohldefinierte Ausnahmen im Netz eindeutig sind, zum anderen, dass Änderungen globaler Katalog-Daten an irgendeiner Stelle im Netz unverzüglich jedem beteiligten Netzrechner mitzuteilen sind. Diese Forderung ist erfüllbar, weil die Krea-

tion und Löschung von Katalogen in der LFD im BS3 nur durch das Rechenzentrum erfolgen kann.

3.1.2 Funktion am Primärrechner

Die Leistungen von DVERB werden am Primärrechner vollständig durch KL&VERDAT abgedeckt. Zu diesen zählt einmal das Handling der Dateiinhalte, d.h. Aufbereitung der zu sendenden Dateien, um sie an PS&VERBUND übergeben zu können, oder Restaurierung der vom Sekundärrechner erhaltenen Gebiete zu Dateien, sowie das Übertragen von Kenndaten oder Quittungen zur Kenndatenänderung an den Sekundärrechner, aber auch die Abfrage der Zugriffsberechtigung bei den langfristigen Onlinedatenbeständen.

Wesentlich bedeutungsvoller ist aber die Simulation der Dateizugriffskoordination, eines Dienstes, der vom Betriebssystem für den Einzelrechner garantiert wird. Da aber im Rahmen des Verbunds Dateien von verschiedenen Rechnern her gleichzeitig bearbeitet werden können, muss Sorge dafür getragen werden, dass bei schreibenden bzw. lesenden Zugriffen von anderen Rechnern aus nicht mehr lesend bzw. schreibend zugegriffen werden kann. Dies hat zur Folge:

- Jede zu einem Sekundärrechner aufgrund von Einschleusungen transferierte Datei muss lokal im gleichen Modus eingeschleust werden.
- Für jeden externen Einschleusungsvorgang müssen entsprechende Zugriffszähler geführt werden.
- Dateioriginale dürfen erst dann ausgeschleust werden, wenn die Zugriffszähler normalisiert sind.

Insbesondere heißt dies, dass u.U. mehrere KL&VERDAT-Aufträge im Primärrechner aktiv sein müssen, da das BS3 je Auftrag lediglich eine begrenzte Anzahl eingeschleuster Dateien zulässt. Generiert werden diese verschiedenen KL&VERDAT-Jobs zentral durch einen *Ur*-KL&VERDAT - KL&VERDAT₀ - bei Bedarf oder auf Anforderung hin - durch solche Nachfolger, deren Limit erreicht ist. KL&VERDAT₀ sorgt auch dafür, dass, falls möglich, die Anzahl reduziert oder bei Ausfall eines Nachfolgers dieser regeneriert wird.

Die einzelnen KL&VERDAT kommunizieren über KOMSYS. Aus Gründen der Ausfallsicherheit und Effizienz bei System-Neustart führen die KL&VERDAT Buch über die verschiedenen Einschleuse-Vorgänge in einer gemeinsamen langfristigen Datei. Diese Datei enthält:

- Information über die Nachfolge-KL&VERDAT-Operatoren
- Zu einer festen Datei Information über die Gesamtheit der Rechner und Aufträge, die diese Datei eingeschleust haben, sowie das Kennzeichen desjenigen KL&VERDAT, der die Datei verwaltet.
- Zu jedem KL&VERDAT_i genau einen Informationsvektor, der sämtliche von diesem eingeschleusten Dateien enthält.

4 Allgemeiner Datenverbund

Probleme wie Koordinierung oder Dateisicherung sind bei einer Realisierung eines Dateiverbundes wesentlich schwieriger zu lösen, wenn als Träger der Dateien nicht LFD, sondern auch beliebige andere Typen wie z.B. Magnetband oder private Wechselplattenstapel im Alleinzugriff zugelassen sind. Um einen Dateitransfer für solche (im obigen Sinne) pathologischen Dateien überhaupt zu ermöglichen, muss man die Forderung nach weitreichenden Automatismen fallenlassen. Insbesondere heißt dies, dass ein Benutzer, der eine solche Datei von einem Rechner R_1 zu einem Rechner R_2 verlagern möchte, den Transfer explizit organisieren muss, dann aber liegt die Verantwortung für Koordination und Datensicherung ebenfalls bei ihm (z.B. Verändern einer Datei an einem Rechner \neq Arbeitsrechner, oder noch problematischer, Mehrfachzugriff auf eine Datei von mehreren Rechnern aus).

Realisiert werden die Transportdienste durch das Kommando \diamond **DATENVERBUND**, dessen Aufgabe darin besteht, stellvertretend für den Benutzer am Lagerort der Datei einen Hilfsauftrag ablaufen zu lassen, der mit dem User in Kontakt tritt und gemeinsam mit ihm den Dateitransfer in der gewünschten Richtung realisiert. Die Spezifikationen des Kommandos (das den Operator **KL&DATENVERB** startet) enthalten zum einen Angaben zur Transportrichtung, zum Zielrechner, zu den zu transportierenden Dateien, sowie eine Kommandofolge, die am Lagerrechner ablaufen muss, um dort die Dateien diesem Protokoll verfügbar zu machen. Daneben sind im wesentlichen die Betriebsmittel anzugeben, die der Hilfsauftrag am Lagerrechner benötigt. Da der Benutzerstring des Sekundärauftrages vom Eingaberechner mit übernommen wird, ist sichergestellt, dass eine korrekte Abrechnung der Betriebsmittel durchgeführt wird; außerdem wird dadurch sekundärseitig die Abprüfung der Zugriffserlaubnis auf LFD-Dateien ermöglicht.

Das Kommando \diamond **DATENVERBUND** ist rechnertransparent, d.h. bei Übereinstimmung von Lagerrechner und Userrechner gelangt die angegebene Kommandofolge am Userrechner zum Ablauf.

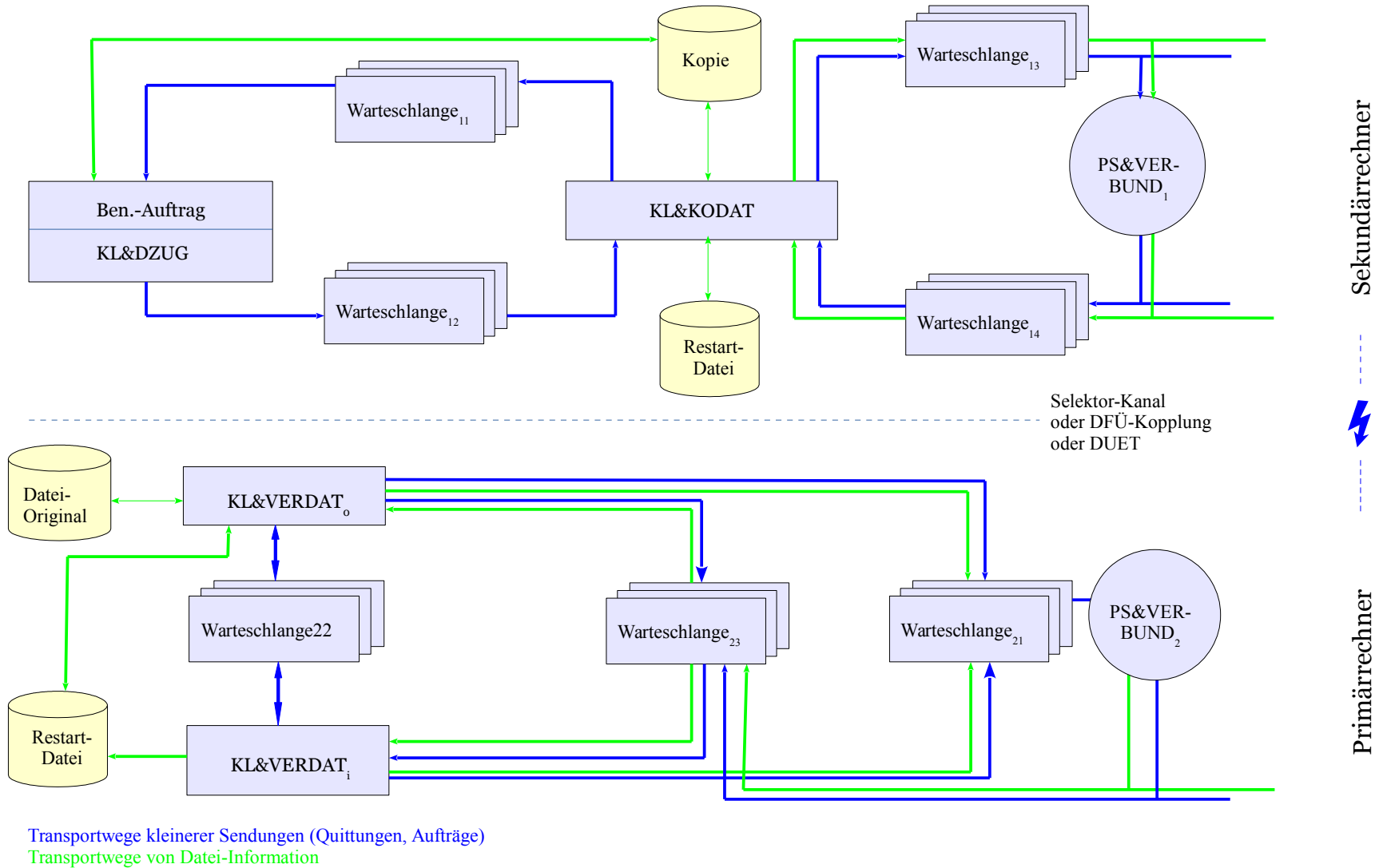
KL&DATENVERB baut auf der **PS&VERBUND**- bzw. **S&VERBUND**-Schnittstelle auf.

4.1 Funktion des allgemeinen Datenverbundes

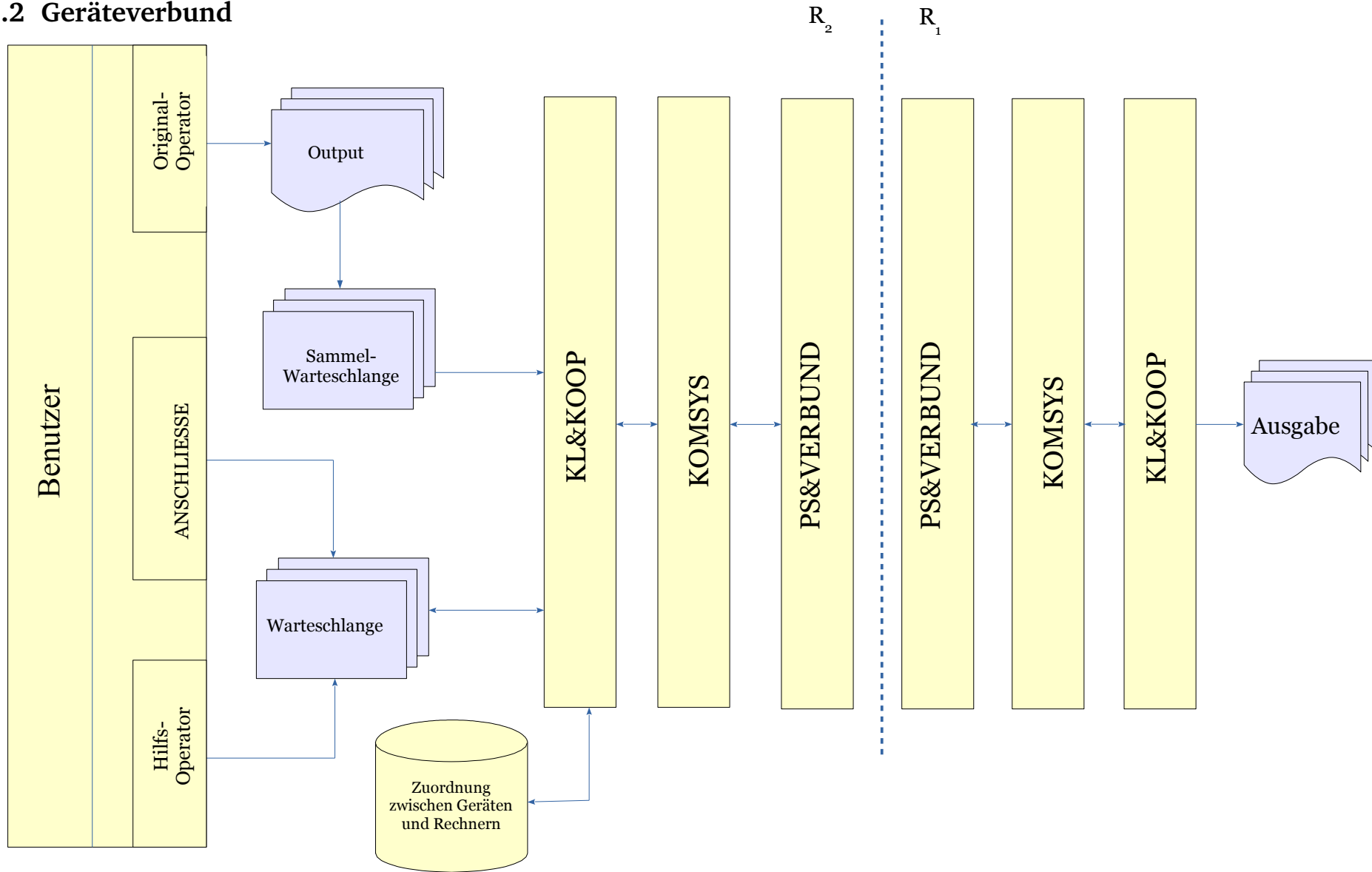
Der Datenverbund wird am Primärrechner initialisiert, indem der Benutzer das Kommando \diamond **DATENVERBUND** gibt und damit den Operator **KL&DATENVERB** startet. Gemäß der in \diamond **DATENVERBUND** angegebenen Kommandofolge wird ein Gebiet erstellt (ähnlich Eingabe- und Vermittler des BS3), das über **PS&VERBUND** an die sekundärrechnerseitige Verbundzentrale **KL&KOOP2** übertragen wird. **KL&KOOP2** generiert aus diesem Gebiet einen Sekundärauftrag, der, falls er ebenfalls ein Kommando \diamond **DATENVERBUND** enthält, mit dem User am Primärrechner über **PS&VERBUND** Kontakt aufnimmt. Nach einem Vergleich der Transportrichtungen (sie müssen sich ergänzen) werden die Dateien per **PS&VERBUND** (Schnittstelle: Gebietsverbund ähnlich wie bei 3) zum User- oder Lagerrechner übertragen. Das am Lagerort anfallende Ablaufprotokoll übermittelt **KL&KOOP2** zur Primärseite, wo es durch **KL&DATENVERB** in das aktuelle Terminal- oder Drucker-Protokoll eingefügt wird.

5 Übersichtsdigramme

5.1 Dateiverbundprotokoll DVERB



5.2 Geräteverbund



5.3 Allgemeiner Dateiverbund

