

---

# Proseminar KI

16. Juli 2004  
Benjamin Steinert  
Universität Ulm

---



*A great day at the New York Stock Exchange, 1873*



---

# **KI an der Börse:** Autonomous Trading Agents

---

# 0. Inhalte

- Grundlagen aus dem digitalen Börsenhandel über das Internet
- Vorstellung des Penn-Lehman Automated Trading Project
- Grundlagen von Case Based Reasoning
- KI am Beispiel des PLAT-Client CBR-SOBI

---

# 1. Grundlagen (1)

- ECNs: (Electronic Crossing Networks)
  - Bilden direkte, elektronische Anbindung an den Aktienmarkt des NASDAQ
  - Angebot und Nachfrage werden bei Übereinstimmung in eine Transaktion überführt
  - Ansteuerung von ECNs mittels Datenaustausch durch Programme möglich
  - Ein Beispiel ist „Island“ ([www.island.com](http://www.island.com))

---

# 1. Grundlagen (2)

- Order Books
  - Bilden Gesamtangebot und –nachfrage (Sell Order Books & Buy Order Books) im ECN
  - Nach Attraktivität und Eingangsdatum sortiert
  - Es wird immer das erste Angebot mit der ersten Nachfrage verglichen.
  - Teilausführungen sind möglich
- TOP15 Snapshot
  - Bildet die 15 ersten und somit interessantsten Posten des Order Book

# Top15 Snapshot Der Microsoftaktie bei island.com

refresh | INET home | disclaimer | help

inet **MSFT** GET STOCK MSFT go Symbol Search

LAST MATCH		TODAY'S ACTIVITY	
Price	26.1700	Orders	113,894
Time	12:16:32.147	Volume	10,668,104

BUY ORDERS		SELL ORDERS	
SHARES	PRICE	SHARES	PRICE
191	26.1700	1,000	26.1800
300	26.1700	1,300	26.1800
500	26.1700	1,300	26.1800
2,000	26.1700	1,200	26.1800
4,000	26.1700	500	26.1800
4,800	26.1600	300	26.1800
100	26.1600	1,200	26.1800
200	26.1600	1,200	26.1800
100	26.1600	700	26.1800
800	26.1600	500	26.1800
800	26.1600	500	26.1800
800	26.1600	200	26.1800
1,400	26.1600	1,000	26.1800
2,000	26.1600	500	26.1800
100	26.1600	100	26.1800
(493 more)		(708 more)	

As of 12:16:33.122

---

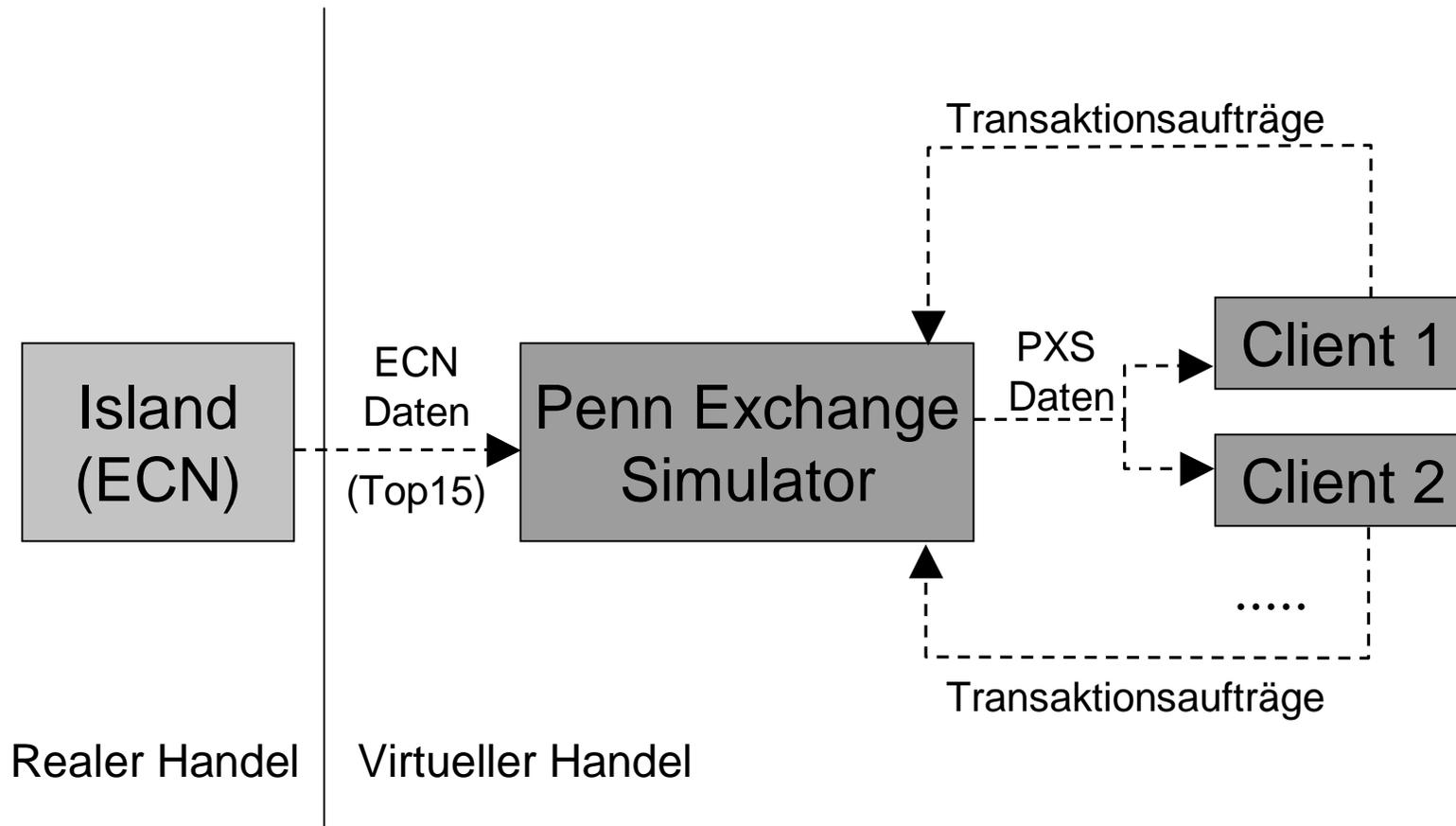
## 2. Das PLAT-Projekt (1)

„Penn-Lehman Automated-Trading Project“

- Projekt der University of Pennsylvania in Zusammenarbeit mit dem Finanzhaus „Lehman Brothers“ in New York
- Zwei wesentliche Bestandteile:
  - Simulation eines ECN auf der Basis von realen Daten → Penn Exchange Simulator
  - Anbindung autonomer Programme, die mit Aktien handeln → Trading Agents

---

## 2. Das PLAT-Projekt (2)



---

## 2.1 Der Penn Exchange Simulator (1)

### Aufgaben:

- Integration neuer Daten, die von „Island“ mit jedem Simulationszyklus abgerufen werden
- Bereinigung der Order Books von ggf. nicht mehr aktuellen Posten
- Abarbeiten der eingehenden Agentenaufträge
- Bereitstellung von aktuellen Markt- & Depotdaten für die Clients

---

## 2.1 Der Penn Exchange Simulator (2)

- Zwei Betriebsmodi:
  - Historischer Modus:
    - Simulation eines früheren Börsentages auf der Basis von gespeicherten Informationen aus dem live Modus
    - Nur für Testzwecke geeignet
  - live Modus:
    - Marktinformationen werden ca. alle fünf Sekunden von Island abgerufen
    - Echtzeitmodus, der sehr hohe Rechenleistung erfordert.
    - Während der Integration werden alle Daten für spätere Simulationen gespeichert

---

## 2.2 Die PXS Clients (1)

- Autonome Agenten, die auf dem Exchange Simulator operieren
- Selbständige Ausführung von Entscheidungen auf Basis der eingebetteten Strategie(n)
- Je nach Strategie ist auch selbständige Fehlersuche möglich

---

## 3. KI am Beispiel eines PXS-Client

- CBR-SOBI:

Bestandteile:

- CBR: Case-Based-Reasoning  
Strategiefindungsmethode → KI
- SOBI: Static Order Book Imbalance  
Agentenstrategie zur Marktanalyse

---

## 3.1 Case Based Reasoning

- Allg. Definition:
  - Maschinelles Lernen durch die Erstellung von Fällen auf der Basis von relevanten Ereignissen
  - Wiedererkennung dieser Fälle zu einem späteren Zeitpunkt
  - Ggf. Ausführung einer Aktion als Reaktion auf einen Fall

---

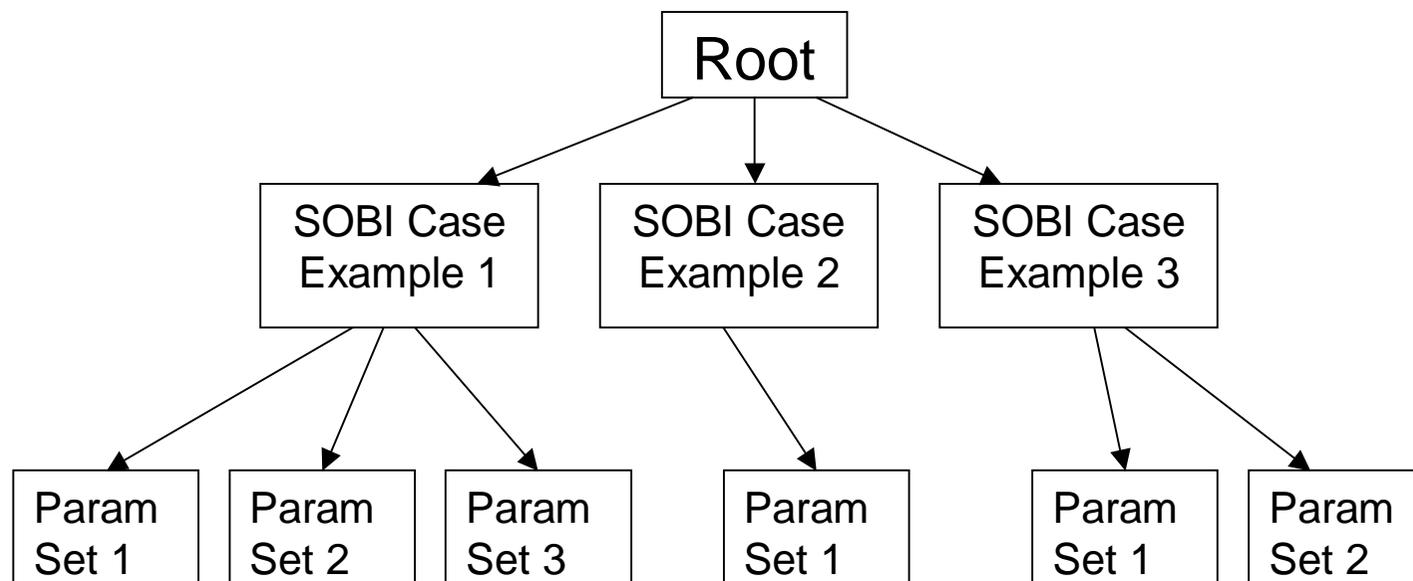
## 3.2 Die SOBI-Strategie

- Messverfahren und Fallanalyse:
  - Messung von kurz bevorstehenden, rapiden Preisänderungen über Durchschnitts- & Marktpreise.
  - Ermöglicht frühzeitige Erkennung von Preisschwankungen, um diese ideal nutzen zu können.
    - First come First served

---

## 3.3 CBR in der Anwendung (1)

- CBR-SOBI Datenstruktur als Baum



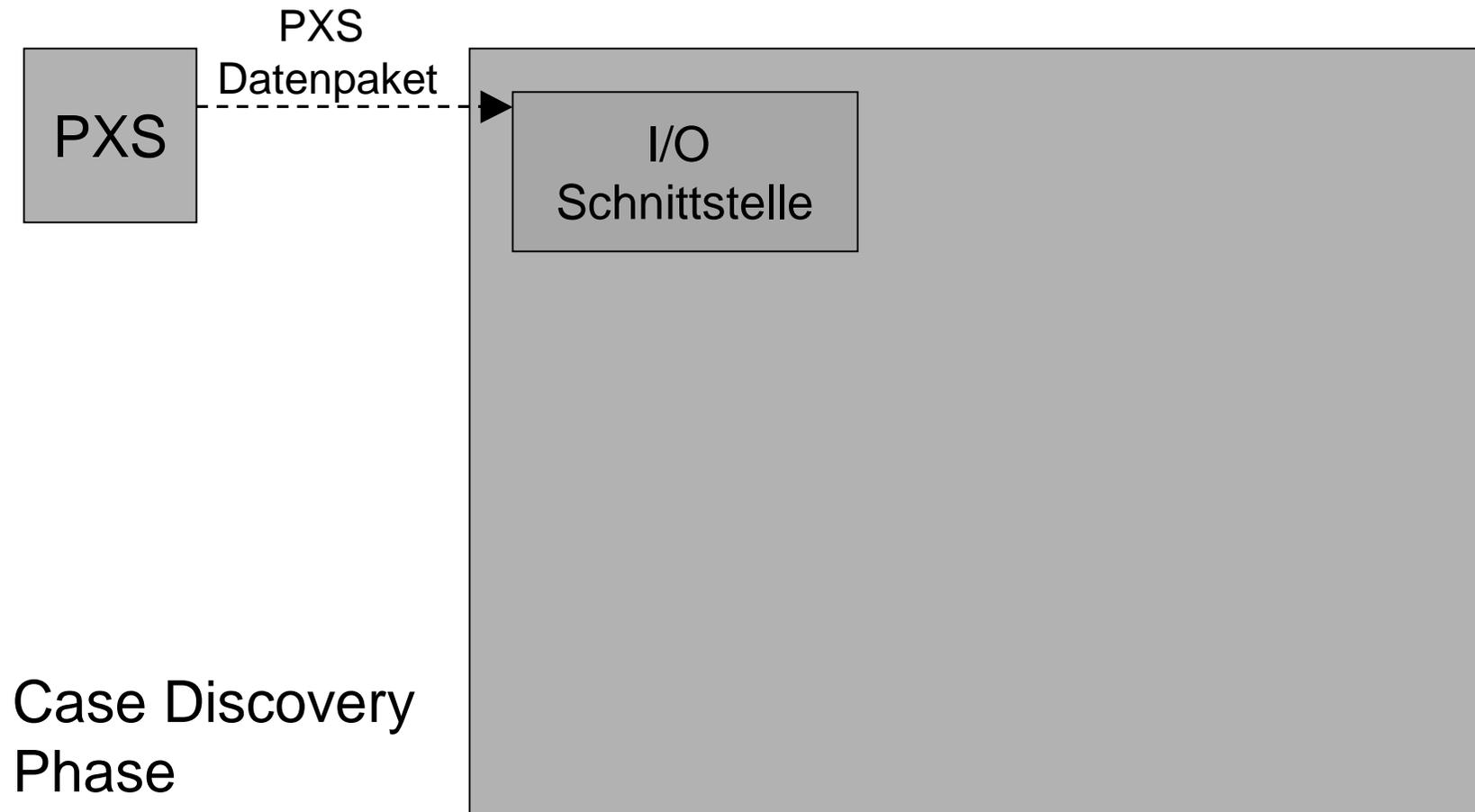
---

## 3.3 CBR in der Anwendung (2)

- Zwei Phasen des Betriebs:
  - Case-Discovery-Phase: Aufbau der Datenbank mit neu erkannten Fällen (Marktcharakteristika) und dazugehörigen *zufälligen* Aktionen
  - Case Based Reasoning-Phase: Anwendung der gesammelten Fälle und ggf. Umbau der Datenbank

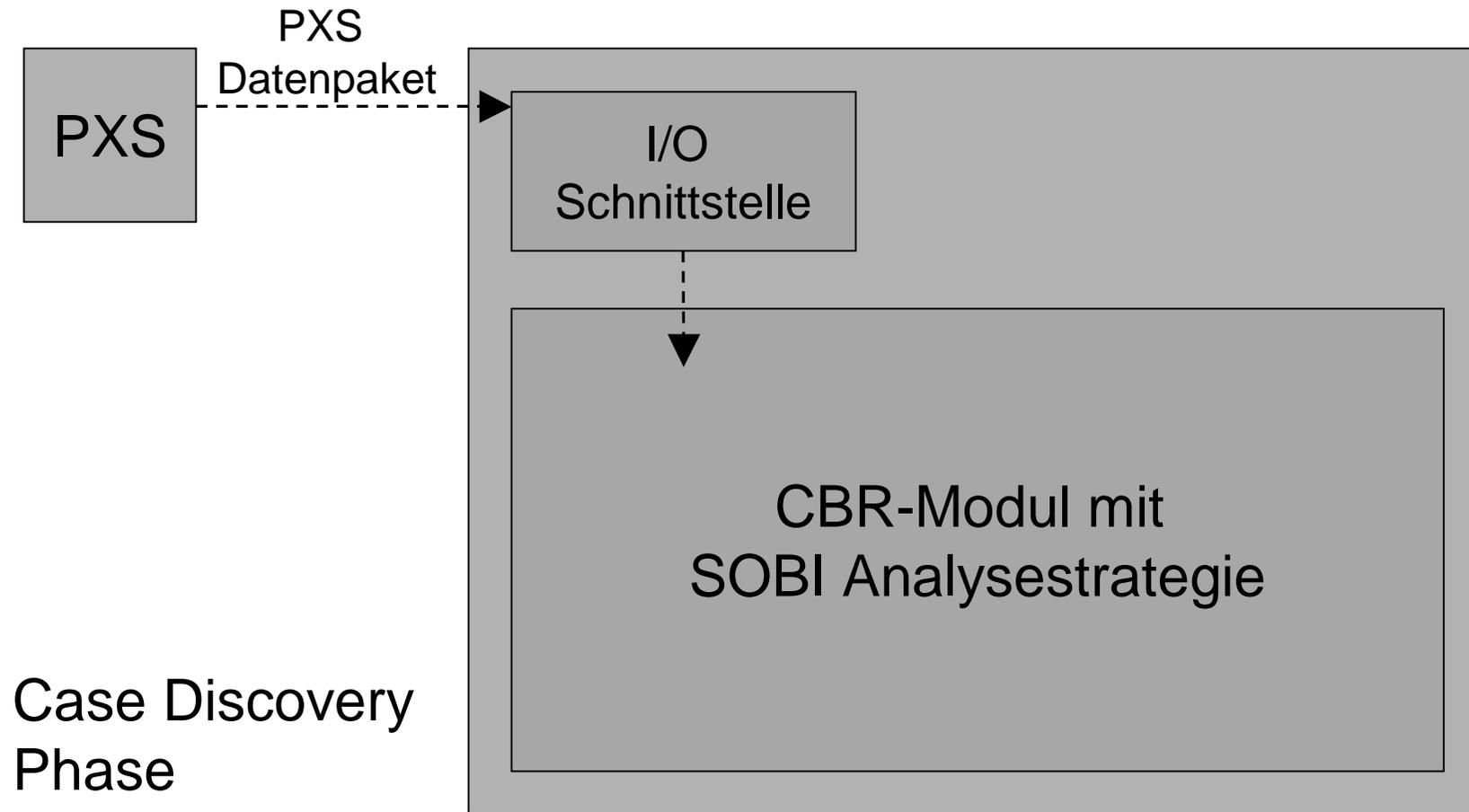
---

## 3.3 CBR in der Anwendung (3)



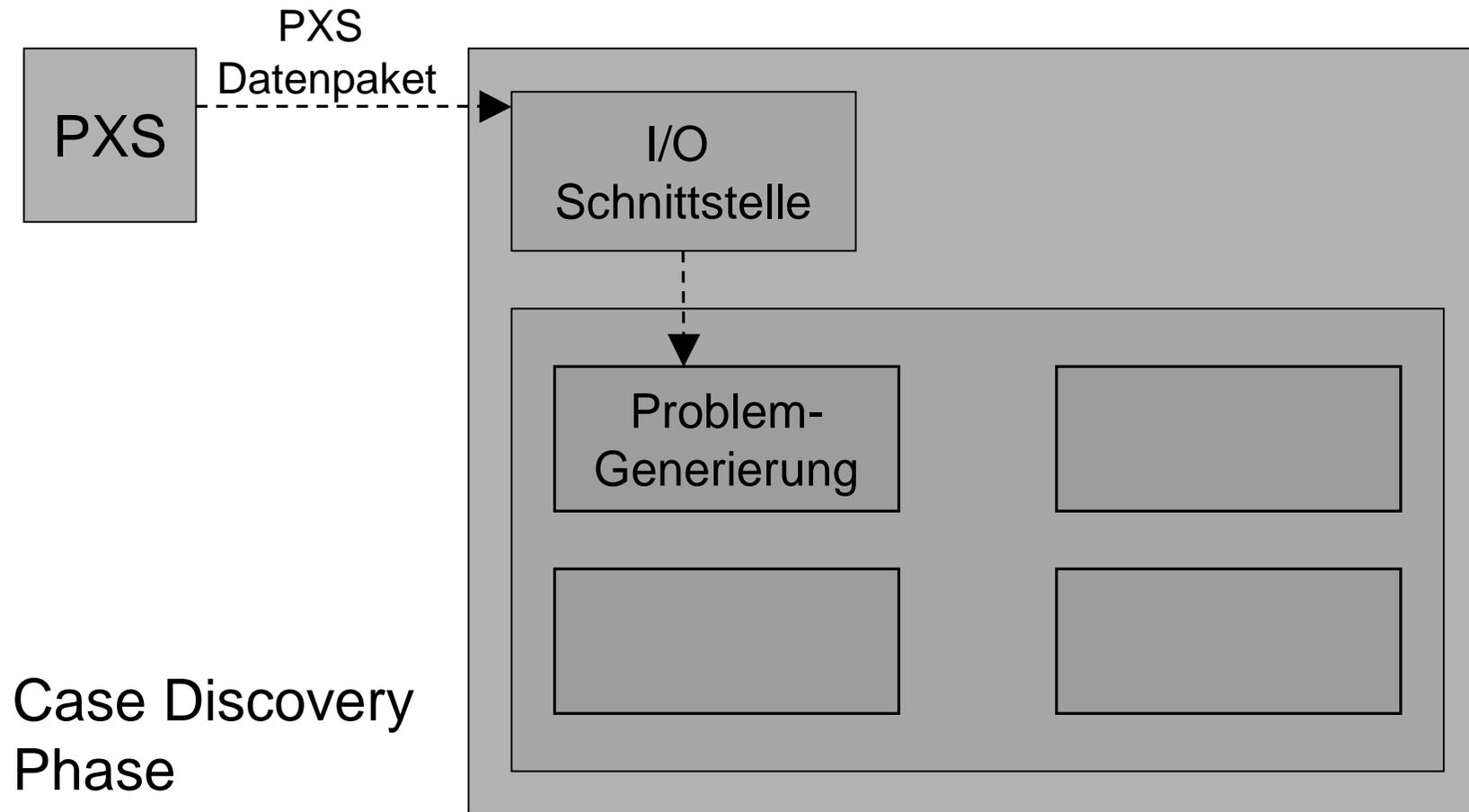
.....

## 3.3 CBR in der Anwendung (3)



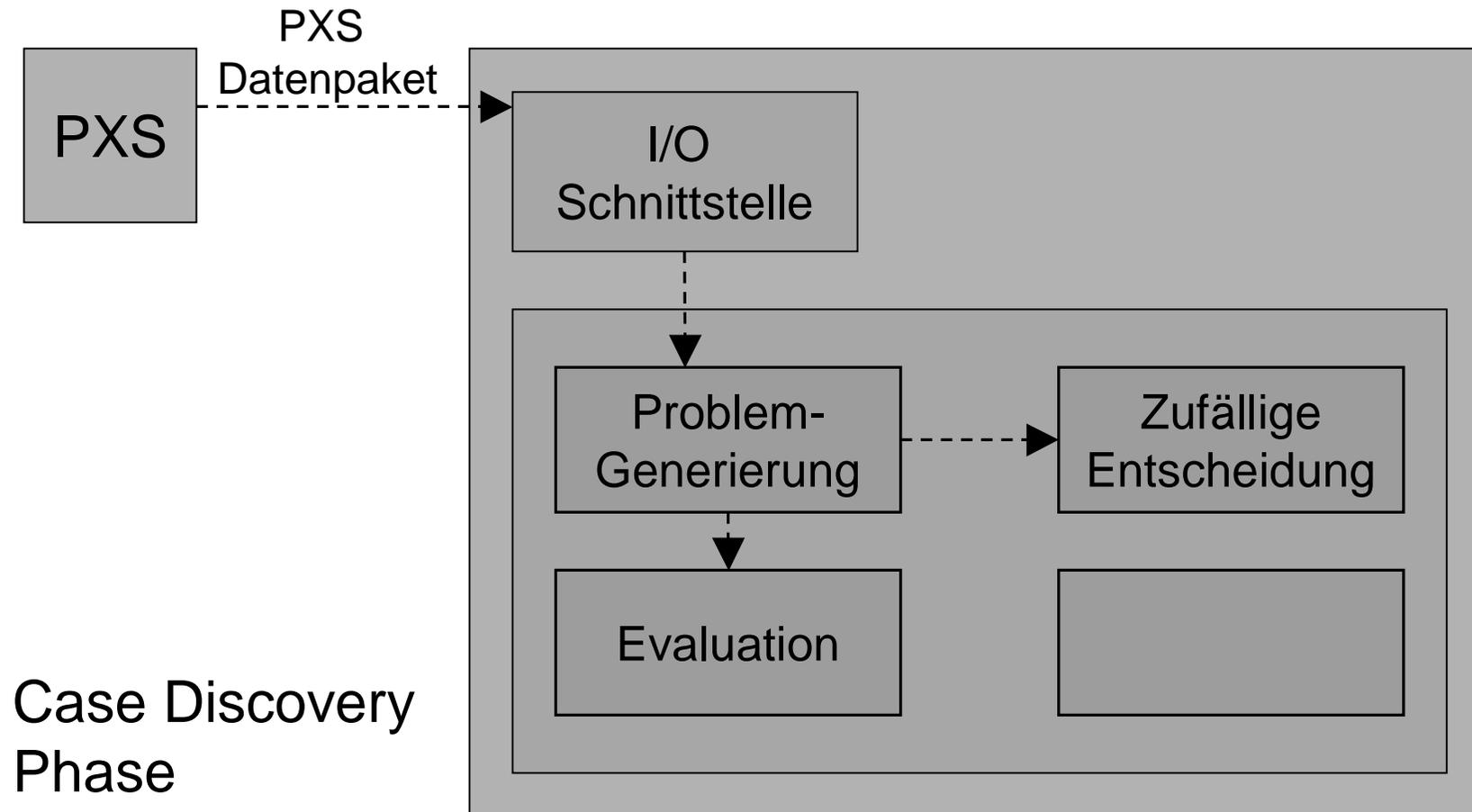
.....

## 3.3 CBR in der Anwendung (3)

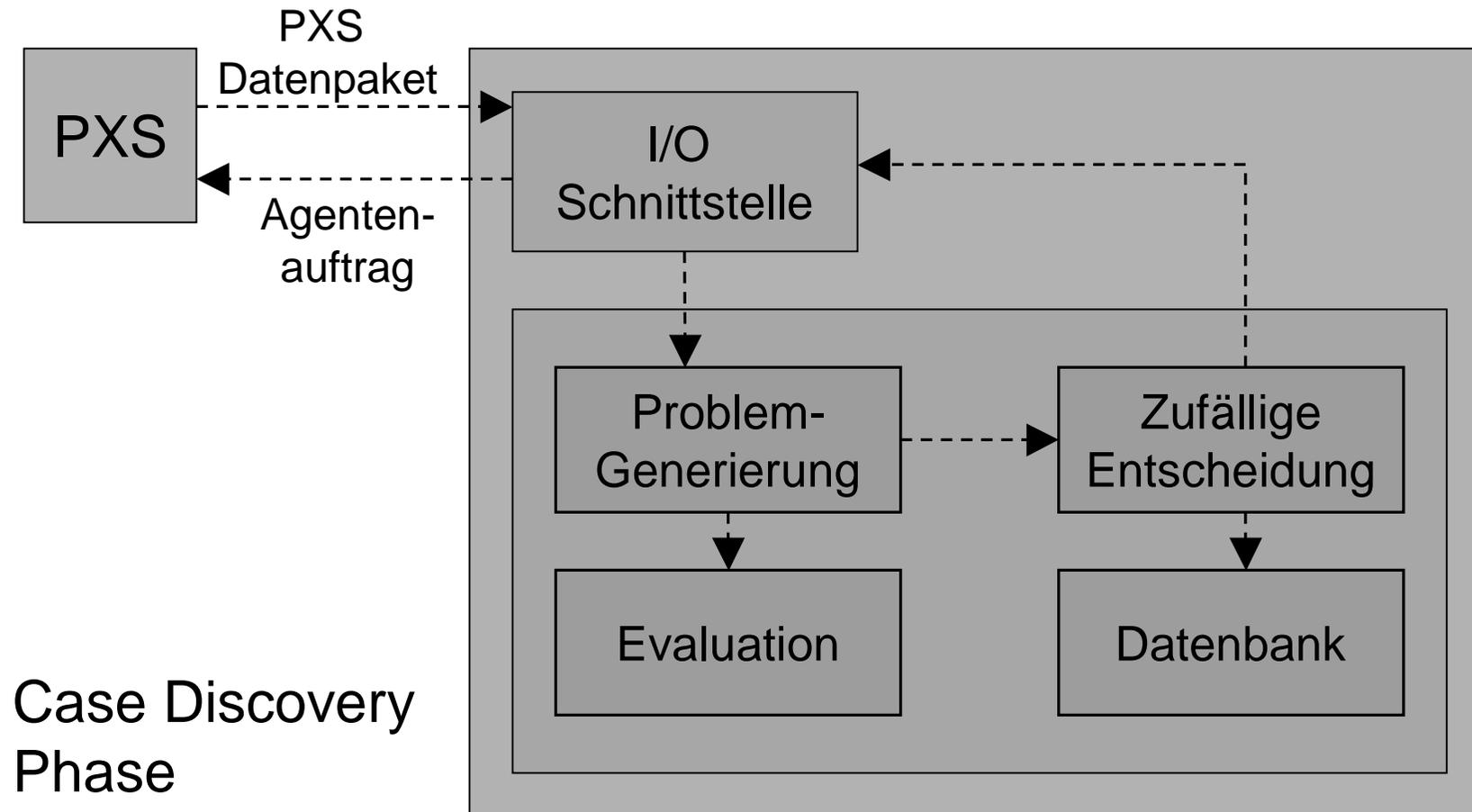


.....

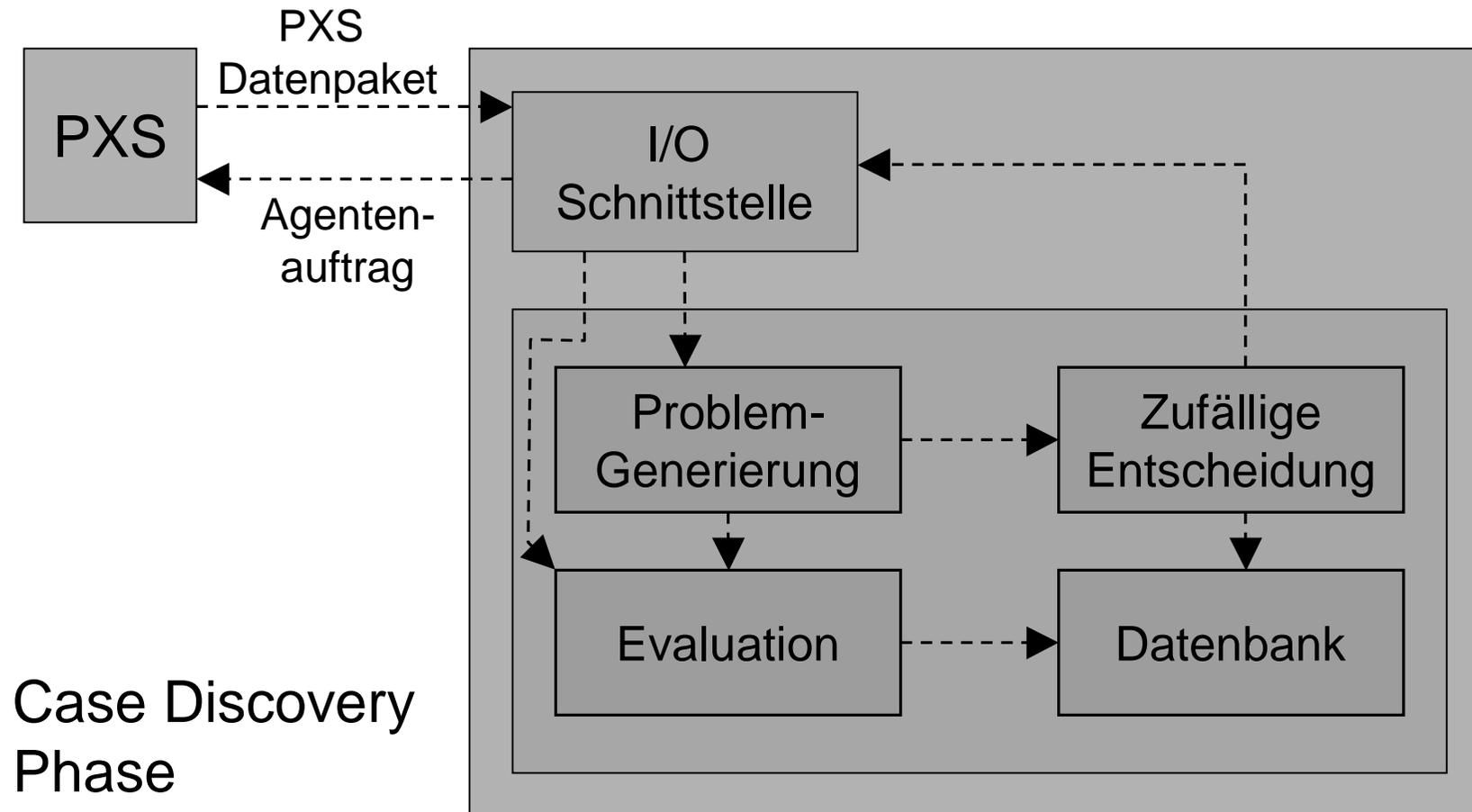
## 3.3 CBR in der Anwendung (3)



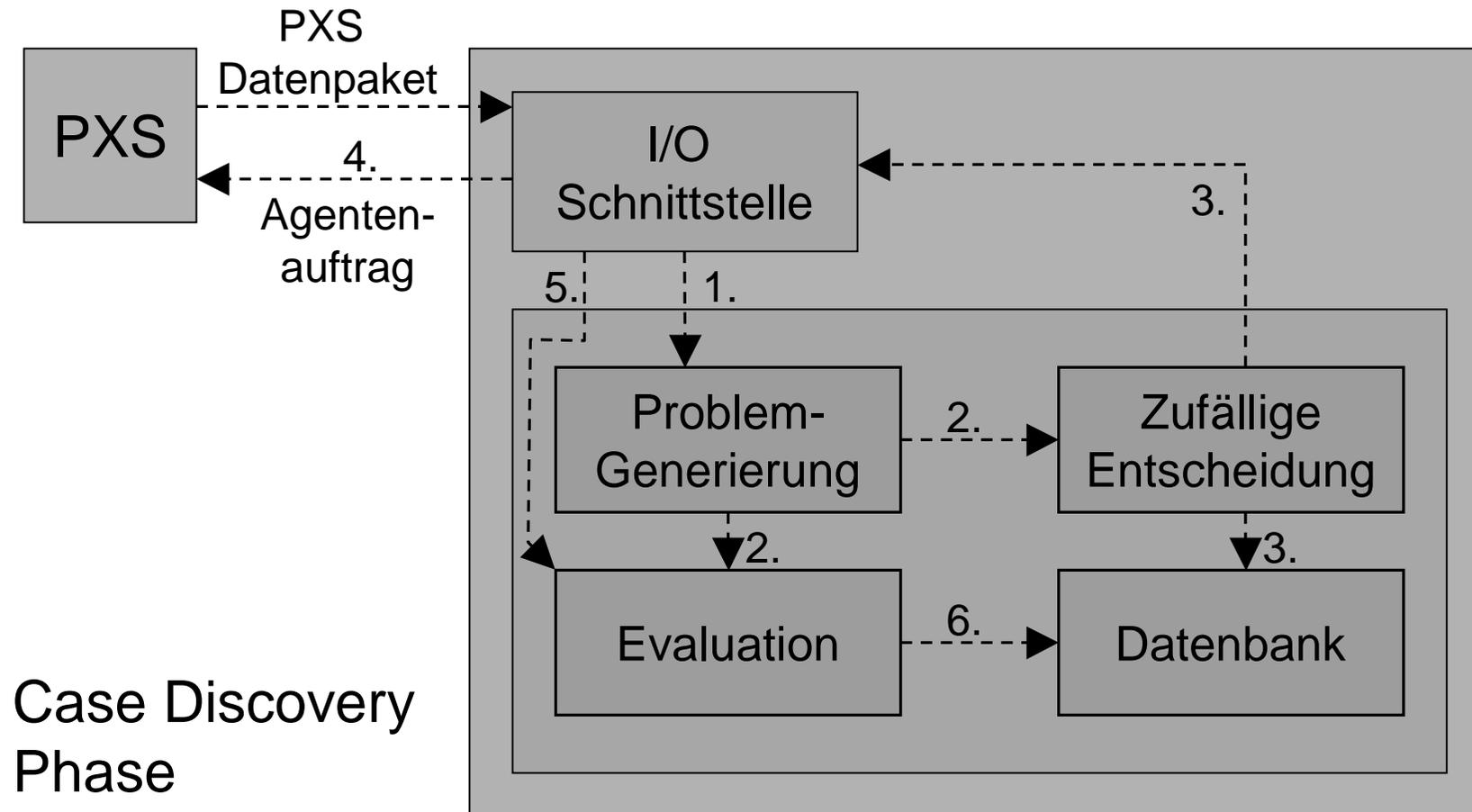
### 3.3 CBR in der Anwendung (3)



### 3.3 CBR in der Anwendung (3)

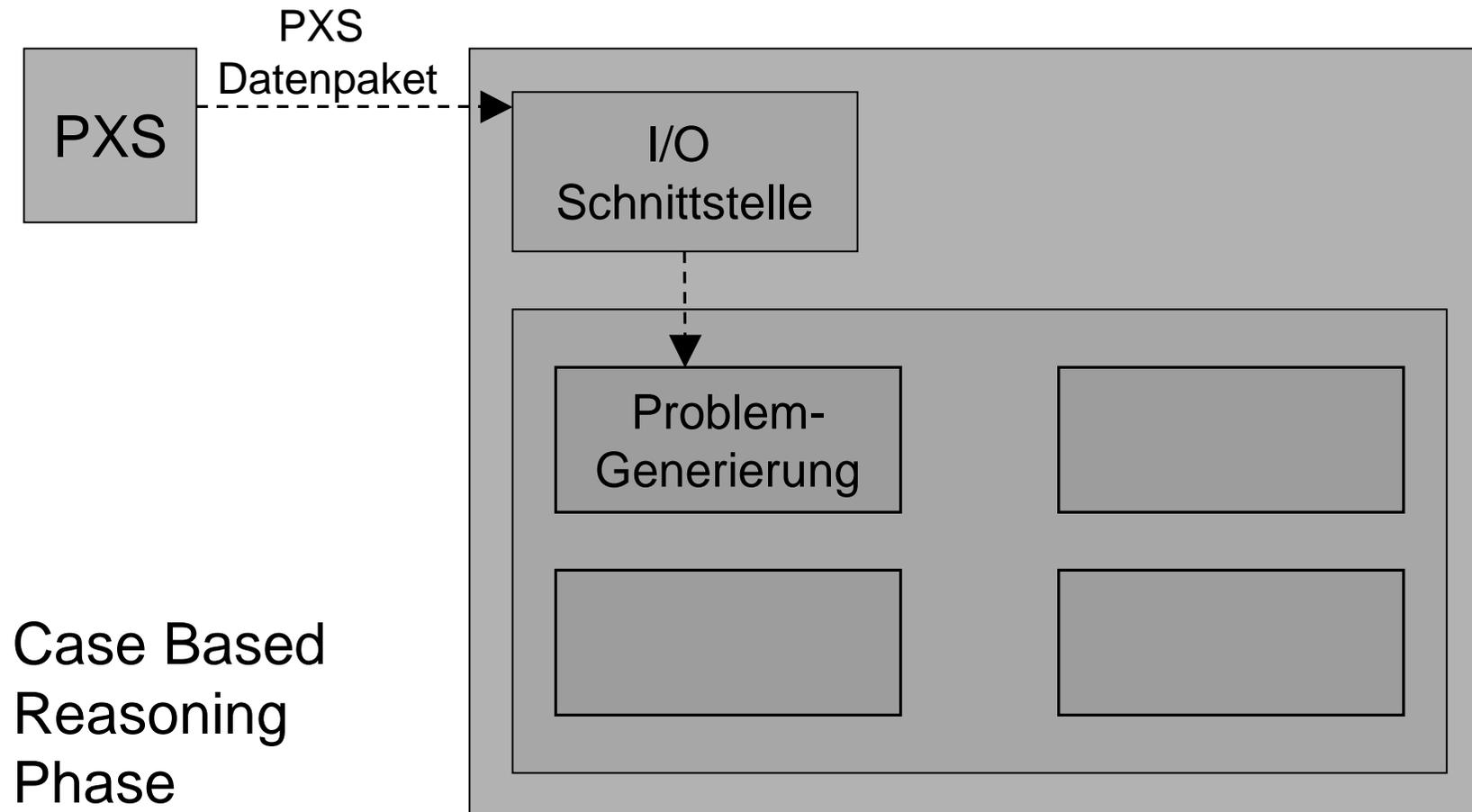


### 3.3 CBR in der Anwendung (3)



.....

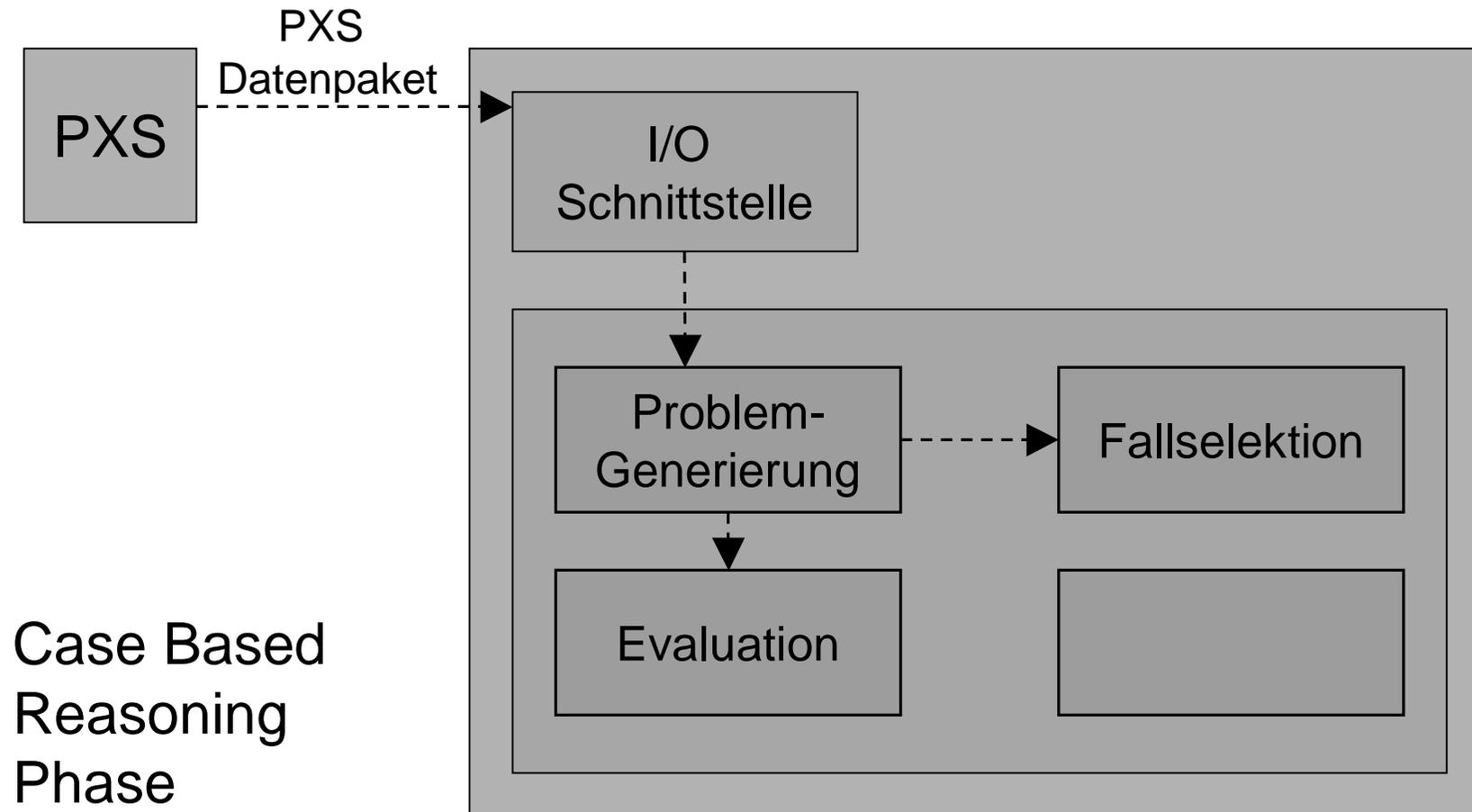
## 3.3 CBR in der Anwendung (4)



Case Based Reasoning Phase

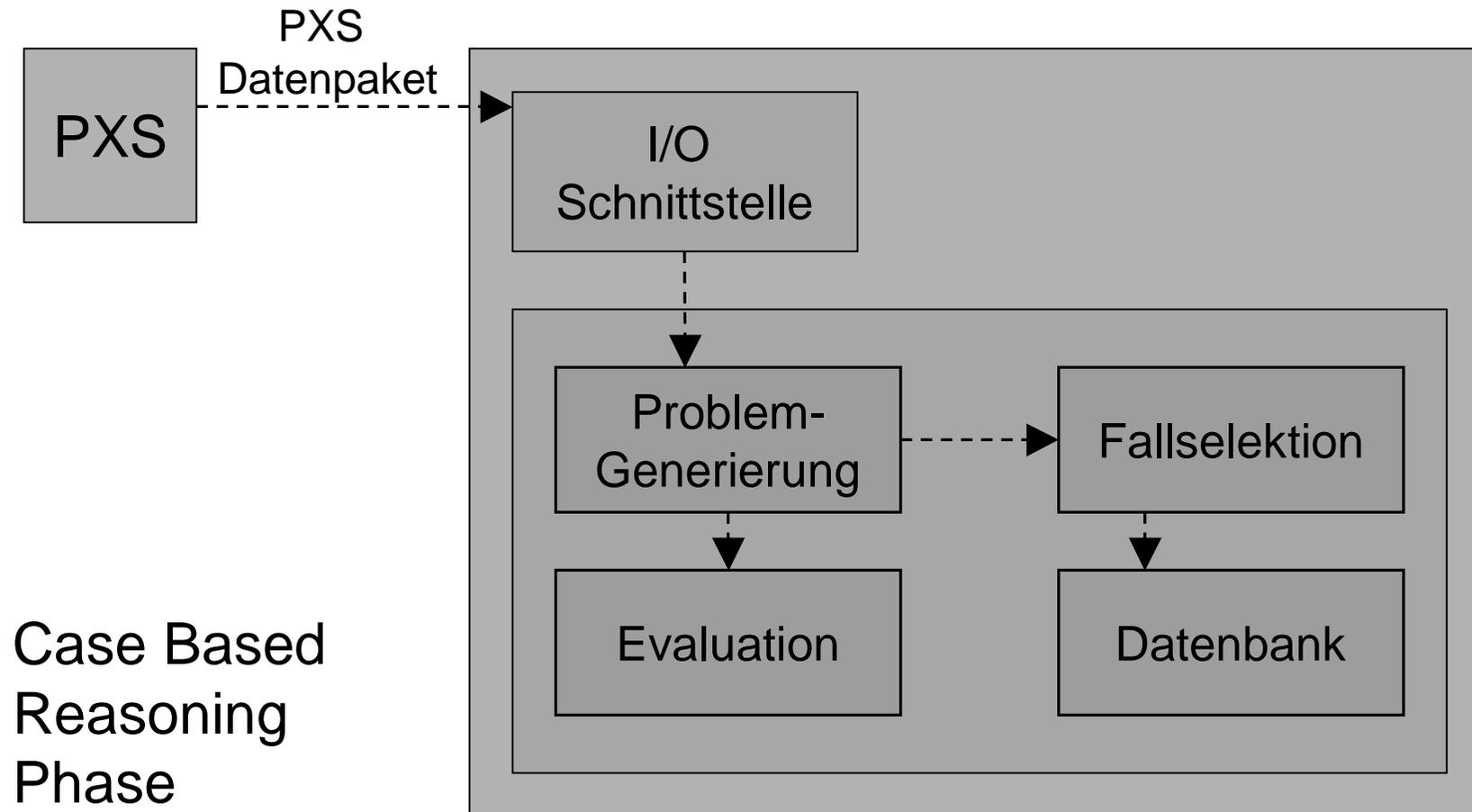
.....

## 3.3 CBR in der Anwendung (4)



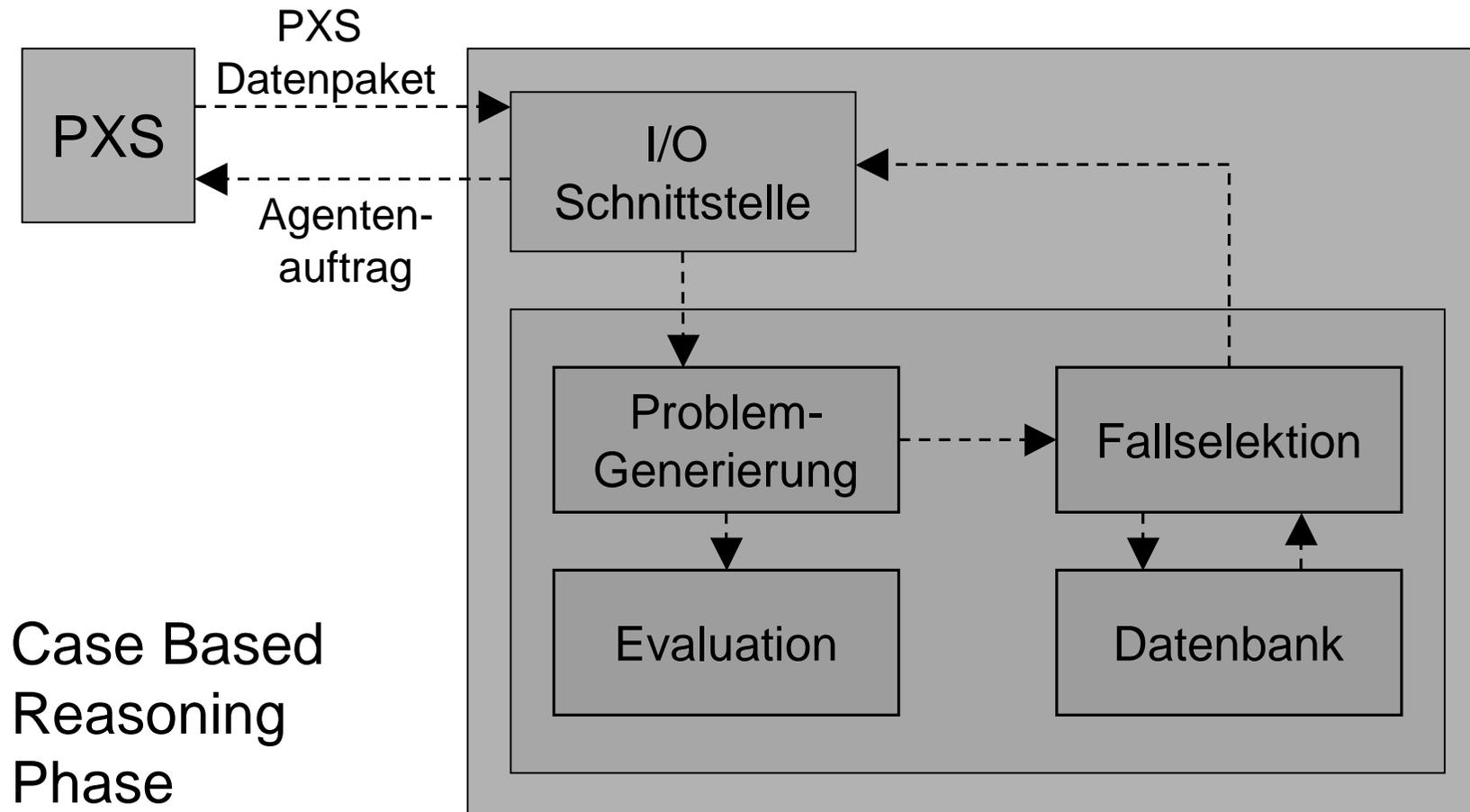
.....

## 3.3 CBR in der Anwendung (4)

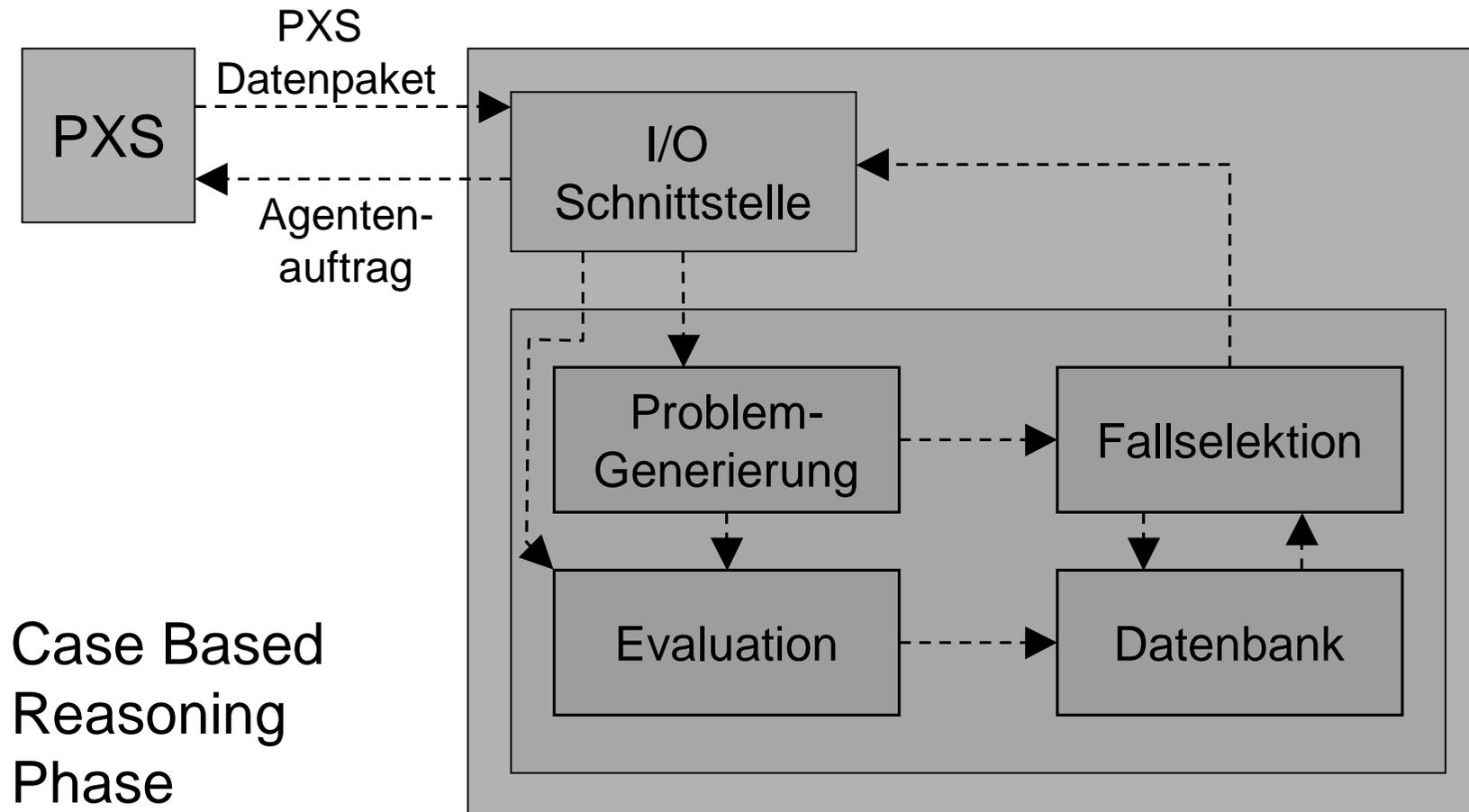


.....

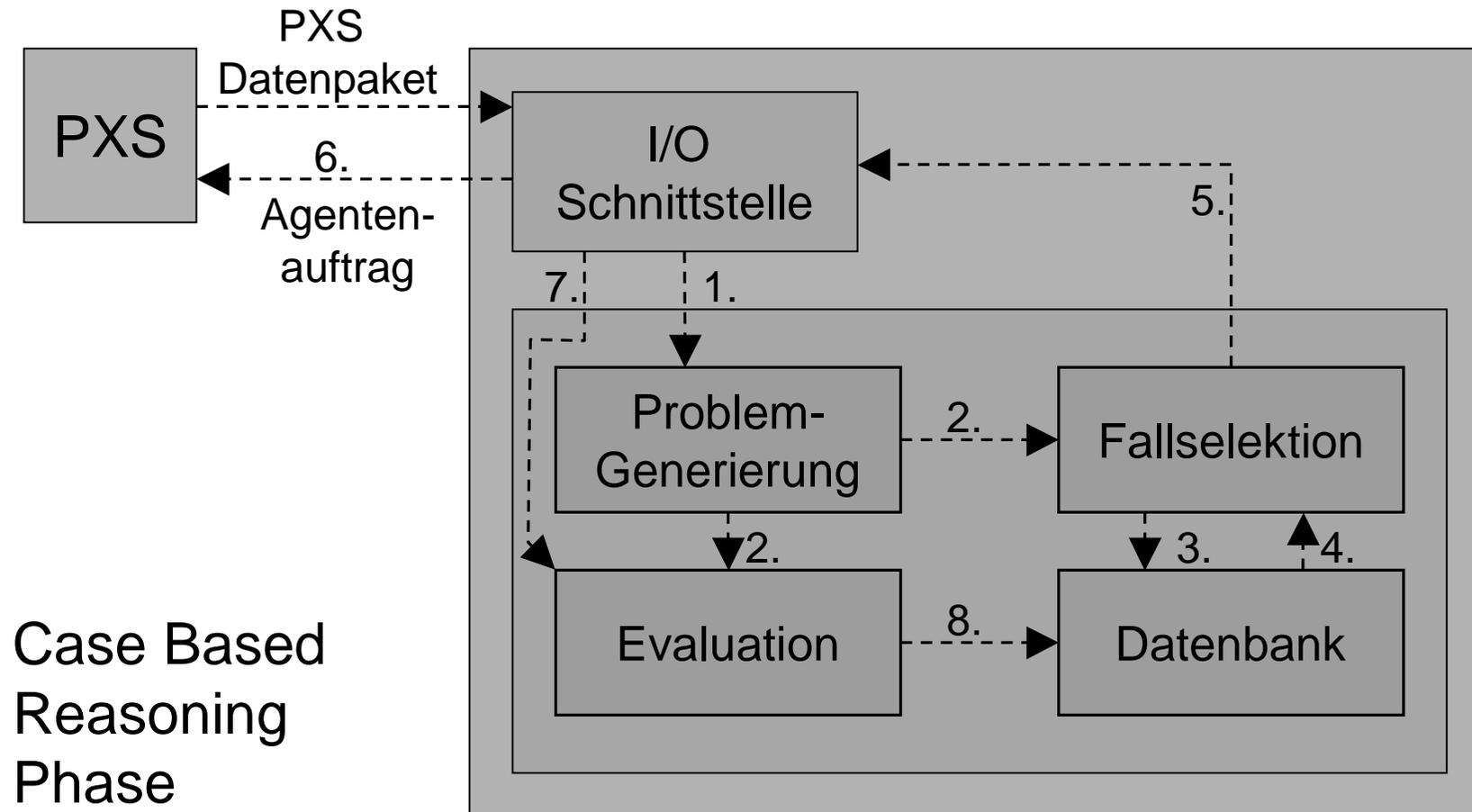
## 3.3 CBR in der Anwendung (4)



## 3.3 CBR in der Anwendung (4)



### 3.3 CBR in der Anwendung (4)



---

## 3.3 CBR in der Anwendung (5)

### Aufgabe der Evaluation:

- Bewertung der Aktionen auf einzelne Fälle
- In der CBR-Phase wichtig zur Favorisierung von Aktionsparameter-Tupeln
- Entscheidet, ob Tupel gelöscht werden sollte.

### Probleme:

- Evaluation kann Erfolge nicht definitiv bestimmten Aktionen zuordnen → Fehlbewertungen
- Zufallserfolge verweisen ggf. bessere Strategien auf den zweiten Platz

---

## 3.3 CBR in der Anwendung (6)

Aufgabe der Fallselektion:

- Zwei mögliche Fälle:
  - Problemstellung passt exakt auf einen Fall → Fall eindeutig → Tupel mit höchster Bewertung kommt zum Einsatz
  - Es existiert kein passender Fall in der Datenbank → „Case Adaption“: Es werden die naheliegendsten Fälle betrachtet, und der Durchschnitt über alle Tupel gebildet

---

## 4. Ausblick

- Wettbewerbe zwischen den Clients fördern die Entwicklung - aktuelle Ergebnisse einsehbar auf  
<http://www.cis.upenn.edu/~mkearns/projects/plat.html>
- Ähnliche Systeme werden bereits als Testplattformen für Strategien genutzt
- Bis jetzt existiert kein weiteres System das mit realen Daten in Echtzeit arbeitet

---

## 5. Zusammenfassung

- Einblick in das digitale Börsengeschäft und seine Möglichkeiten
- PLAT-Projekt als Zukunftsweiser in Richtung computergesteuerter Aktienhandel
- Künstliche Intelligenz im Umgang mit Geld