

# Optimierung im Rundholztransport

Patrick Hirsch



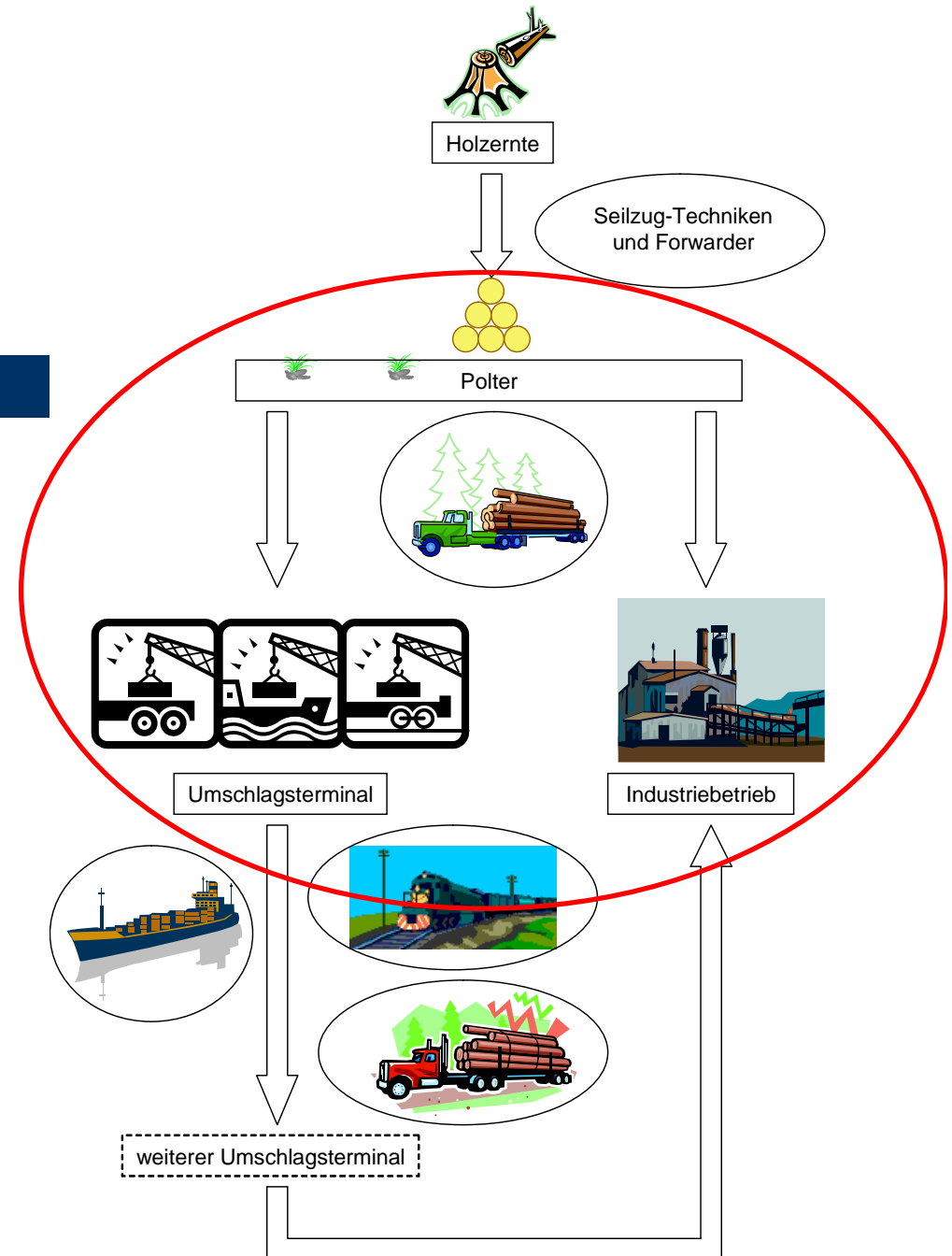
# Einleitung



- Österreich: Transport von etwa 25 Millionen Festmetern Rundholz pro Jahr von Poltern zu Industriebetrieben
- Transportkosten: etwa 30% der gesamten Kosten des Rundholzes
- großes Optimierungspotential in der taktischen und operativen Transportplanung
- Problem der Rungen-LKW im Holztransport: keine Rückladungen möglich  $\Rightarrow$  hoher Leerfahrtanteil

# Einleitung

## Fokus der Arbeit



# Einleitung

- Literatur zum Rundholztransport
  - Transporttechnik und Verwendung von Informationssystemen
  - Transportplanung

# Problembeschreibung

- Planungsebenen im Rundholztransport
  - Transportproblem (TPP): Zuordnung von Poltern zu Industriebetrieben
  - Timber Transport Order Smoothing Problem (TTOSP): Zuordnung von Transporten zu den einzelnen Tagen des Planungshorizonts unter Berücksichtigung der Auslastung der Frächter und/oder Industriebetriebe
  - Timber Transport Vehicle Routing Problem (TTVRP): Optimierung der täglichen Tourenplanung

# Problembeschreibung

- Lineare Modellformulierungen für das TPP und TTOSP  $\Rightarrow$  Lösung mit Standard - Solversoftware Xpress möglich
- Lineare Modellformulierungen für das TTVRP  $\Rightarrow$  Lösung mit heuristischen Rechenverfahren

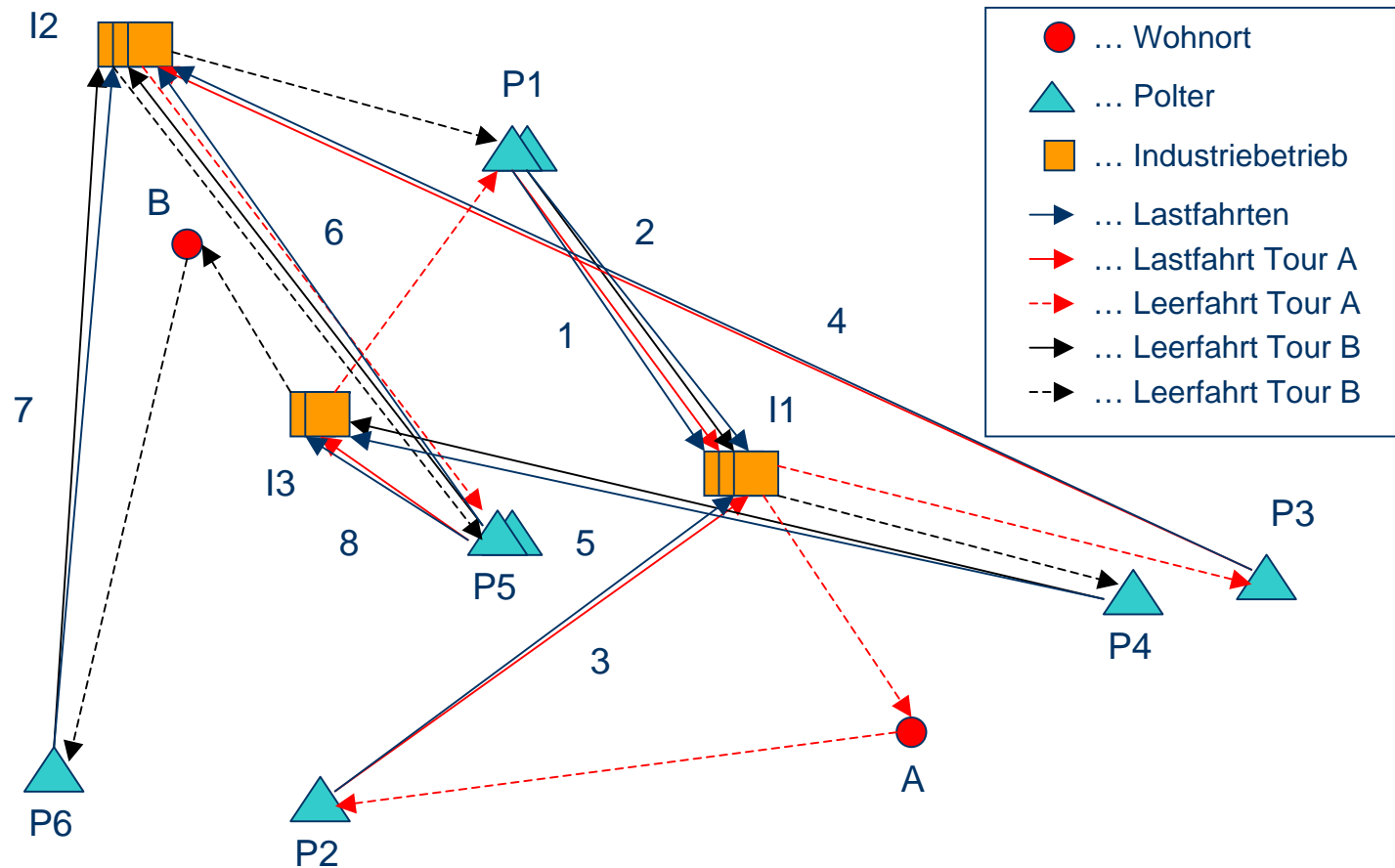
# Problembeschreibung

- TTVRP
  - Aufgabenstellung:
    - Flotte von heterogenen LKW, die an den jeweiligen Heimatorten der Fahrerinnen und Fahrer stationiert sind
    - Transportfahrten zwischen Poltern und Industriebetrieben sind vorgegeben
    - nur je ein Be- und Entladepunkt pro Transportfahrt
    - keine Transportfahrten zwischen den einzelnen Poltern bzw. Industriebetrieben
    - jeder Polter und Industriebetrieb kann mehrmals angefahren werden
    - der LKW kehrt leer wieder zum Heimatort zurück
    - Zielsetzung: Minimiere die Zeitdauer bzw. Distanz der Leerfahrten ⇒ Optimierte Tourenpläne

# Problembeschreibung

- Nebenbedingungen:
  - maximale Tourdauer bzw. –distanz
  - Kapazität der LKW
  - Verkehrswegerestriktionen: Gewichtsbeschränkungen auf den Forststraßen
  - Arbeitszeiten der Fahrerinnen und Fahrer
  - Öffnungszeiten der Industriebetriebe
  - keine Toleranz bei Verletzungen

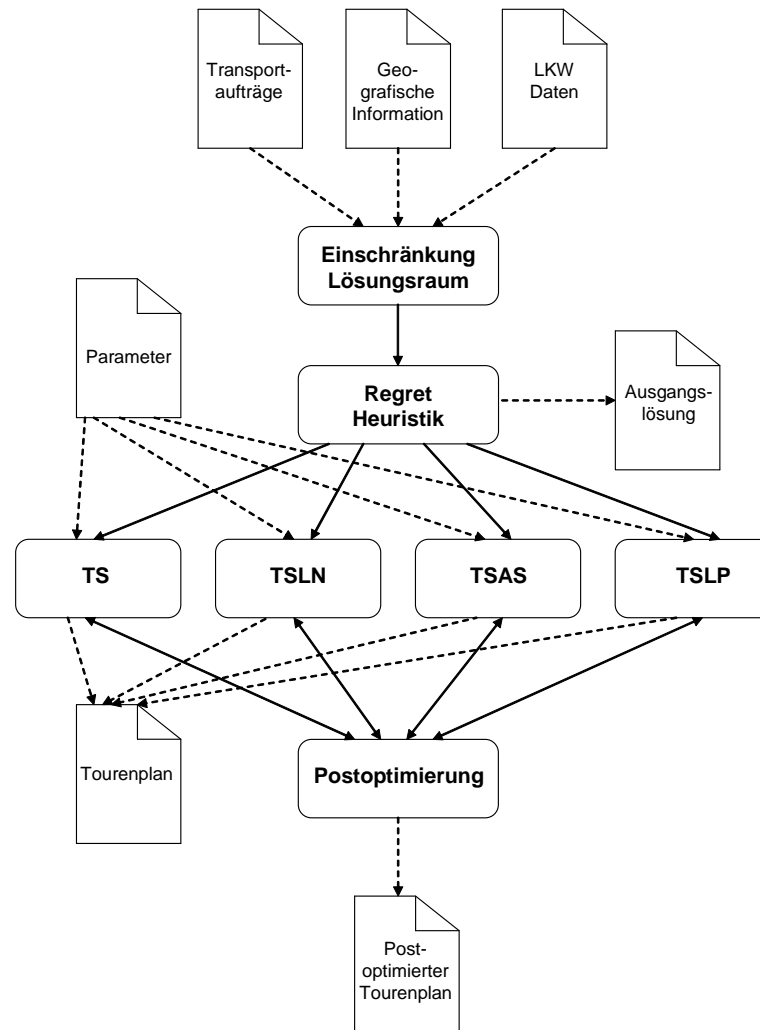
# Problembeschreibung



# Problembeschreibung

- Problemgrößen
  - Beispiel
    - 2 LKW, 8 Transportfahrten
    - optimale Lösung mit Xpress
  - Reale Problemgrößen
    - pro Tag durchschnittlich: 10 LKW, 30 Transportfahrten
    - bis zu 80 LKW, 250 Transportfahrten
    - nur heuristisch lösbar

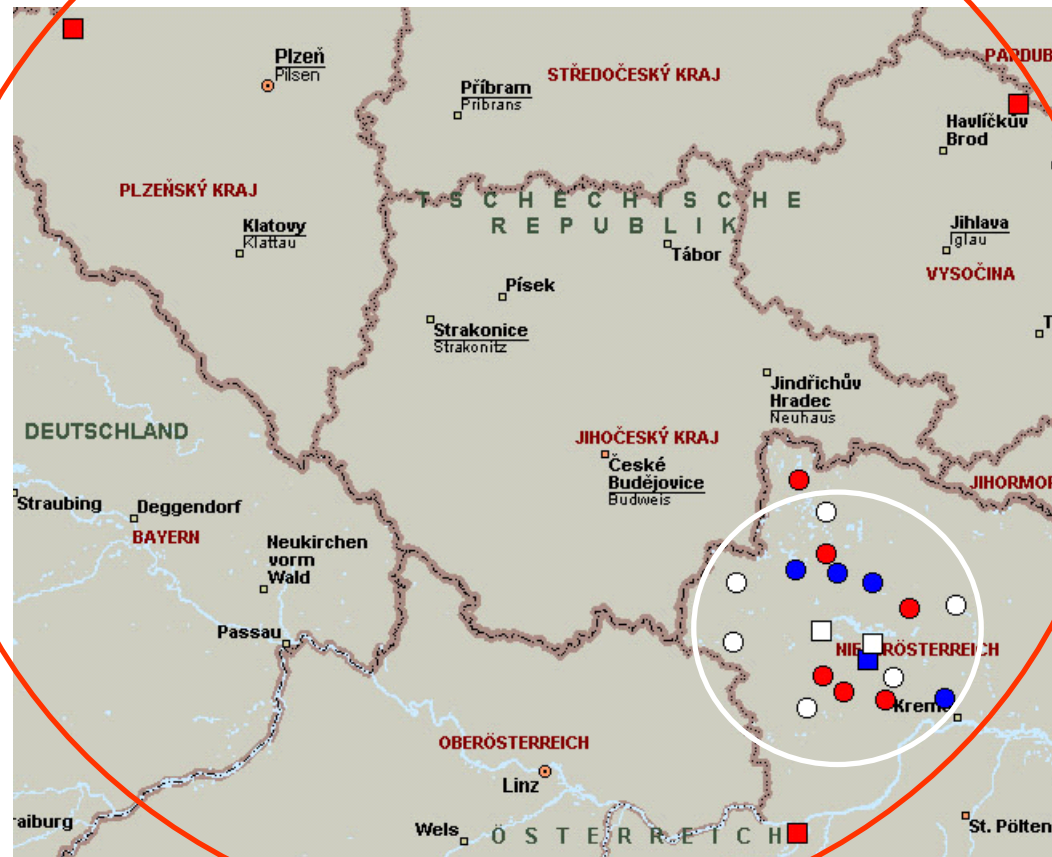
# Metaheuristische Lösungsansätze



# Testdaten

- Erstellen einer Zeitmatrix basierend auf etwa 600 Orten
- Implementieren von Zufallsgeneratoren zur Entwicklung von:
  - 2 Testdatenmengen mit 10 LKW und 30 Lastfahrten
    - jede Menge hat 20 Testinstanzen
    - die erste Menge hat schwächere Restriktionen
  - einer Testinstanz mit 80 LKW und 250 Lastfahrten
  - einer Testinstanz zum Testen der Postoptimierungsstrategie mit 10 LKW und 30 Lastfahrten

# Testdaten



- ... Industriebetriebe in Testdatenmenge 1
- ... Heimorte in Testdatenmenge 1
- ... Industriebetriebe in Testdatenmenge 2
- ... Heimorte in Testdatenmenge 2
- ... Industriebetriebe in beiden Testdatensmengen
- ... Heimorte in beiden Testdatensmengen

# Ergebnisse

- TS
  - gute Lösungsqualität
  - höchste Rechenzeit
- TSLN
  - schlechte Lösungsqualität
  - stark reduzierte Rechenzeit
  - zu myopisches Verfahren
- TSAS
  - gute Lösungsqualität
  - stark reduzierte Rechenzeit
  - gute Kombination aus TS und TSLN
- TSLP
  - Möglichkeit der guten Lösung von Testinstanzen mit 80 LKW und 250 Transportfahrten in zulässiger Rechenzeit

# Ergebnisse

- Vergleich der metaheuristischen Lösungsansätze mit Xpress:
  - kleine Testinstanz mit 2 LKW und 8 Lastfahrten – optimale Lösung in weniger als 10 Rechenschritten
  - reale Problemgrößen: bessere Ergebnisse als Xpress, nahe an den von Xpress generierten unteren Schranken für die Lösungsgüte

# Zusammenfassung

- Vorstellung eines hierarchischen Planungsansatzes zur Rundholztransportoptimierung
- Entwicklung von leistungsfähigen Rechenverfahren zur Lösung von realen Problemgrößen
- Umfangreiche numerische Studien zum Testen der präsentierten Rechenverfahren

# Ausblick

- Weiterentwicklung der Methoden TSAS und TSLP
- Adaption des TTVRP auf Sonderfälle:
  - mehrere Be- bzw. Entladepunkte pro Transportfahrt
  - Änderungen in der Transporttechnik:
    - Einsatz von Sattelschleppern
    - Verwendung von flexibleren Transportsystemen
- Dynamische Betrachtung des TTVRP:
  - tageszeitabhängige Reisedauern
  - Wartezeiten bei den Industriebetrieben, die von den Touren der anderen LKW abhängen  $\Rightarrow$  Staus bei den Werkseinfahrten
  - Änderungen bei den Transportaufträgen innerhalb der Planungsperiode

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

