

# Datenformat Lösung (Solver Output) V1.0

- [Datenformat](#)
  - [leistungsketten.csv](#)
- [Konsistenzregeln](#)
- [Geschäftsregeln](#)
- [Zielfunktion](#)

## Datenformat

### leistungsketten.csv

Leistungsketten pro Fahrzeuggruppe je als Liste von Leistungen, zeitlich sortiert.

| Attribut         | Beschreibung  | Datentyp                  |
|------------------|---|---------------------------|
| fahrzeuggruppeld | Fahrzeuggruppe, welches die Leistungskette erbringt: Referenz auf Fahrzeuggruppe in fahrzeuggruppe.csv vom Planungsauftrag  | string                    |
| sortierZeit      | wird nur für die eindeutige Sortierung der Leistungen innerhalb einer Leistungskette verwendet. Nach aufsteigender sortierZeit sortiert, ergibt sich die zeitliche Abfolge der Leistungen pro Leistungskette.<br><br>Bei Kundenfahrten kann hier beispielsweise die Abfahrtszeit verwendet werden. Bei Betriebsfahrten die Ankunftszeit der vorangegangenen Kundenfahrt   | Datetime as string        |
| typ              | Typ der Leistung: "KUNDENFAHRT", "BETRIEBSFAHRT", "ENDPUNKT", "WARTUNG"   | Enum as string            |
| bpAb             | Betriebspunkt-Abkürzung Startpunkt für "KUNDENFAHRT", "BETRIEBSFAHRT", "WARTUNG"  | string / leer             |
| bpAn             | Betriebspunkt-Abkürzung Zielpunkt   | string                    |
| position         | Position der referenzierten Fahrzeuggruppe innerhalb der Zugsformation. Vorderste Einheit in Fahrtrichtung hat Position 1, dann aufsteigend in der Formation nach hinten.<br><br>Nur für "KUNDENFAHRT" und "BETRIEBSFAHRT" spannend, die mehrere Positionen abbilden können. Die Typen "STARTPUNKT", "ENDPUNKT", "WARTUNG" betreffen jeweils nur eine Einheit, für diese wird immer Position 1 gesetzt.<br><br>Optional & experimentell.  | integer / leer            |
| zeitAb           | Kundenfahrt/Betriebsfahrt:<br>Abfahrtszeit der Leistung vom Typ "BETRIEBSFAHRT". Für die genaue zeitliche Positionierung der Betriebsfahrt innerhalb der Lücke zwischen den benachbarten Leistungen.<br><br>Wartung: Startzeit<br><br>Endpunkt: leer  | Datetime as string / leer |
| zeitAn           | Kundenfahrt/Betriebsfahrt:<br>Ankunftszeit der Leistung vom Typ "BETRIEBSFAHRT". Für die genaue zeitliche Positionierung der Betriebsfahrt innerhalb der Lücke zwischen den benachbarten Leistungen.<br><br>Wartung: Endzeit<br><br>Endpunkt: Endzeit   | Datetime as string / leer |
| reihungskonflikt | Markierung von Formationsänderungen, die nicht der natürlichen Reihung entsprechen (ein Manöver benötigen). Es werden die Leistungen vor und nach den konfliktierenden Leistungsübergängen markiert mit reihungskonflikt = Konflikt-Id, wobei alle Leistungen in denselben Reihungskonflikt dieselbe Konflikt Id erhalten.<br><br>Beispiel Schwächung: Ankommende Fahrt in B mit zwei Einheiten (Position 1 und 2 in Fahrtrichtung) aus A. Die Einheiten werden getrennt und fahren separat weiter in unterschiedliche Richtung. Die Einheit von Position 1 wendet und fährt zurück nach A. Die Einheit von Position 2 fährt ohne Wende weiter nach C. Da dies nicht ohne Manöver möglich ist, werden die vier Leistungen (beide eingehenden der Doppeltraktion und die ausgehenden der beiden Einfachtraktionen) mit derselben Konflikt-Id markiert.<br><br>Beispiel Stärkung: Drei separate Fahrten von A nach B mit je einer Einheit werden gekoppelt und fahren als Dreifachtraktion ohne Richtungsänderung nach C weiter. Die erste eingehende Fahrt verkehrt dabei an Position 2, die zweite eingehende Fahrt an Position 1, die dritte Fahrt an Position 3. Gegenüber der natürlichen Reihung sind demnach Positionen 1 und 2 vertauscht. Es werden die drei incoming Leistungen sowie die drei outgoing Leistungen mit derselben Konflikt-Id markiert.<br><br>Optional & experimentell. | string / leer             |

|                   |  |               |
|-------------------|--|---------------|
| kundenfahrtd      | Für Typ KUNDENFAHRT: Referenz auf Kundenfahrt im Planungsauftrag   | string / leer |
| kettenLabel       | Für Typ KUNDENFAHRT: kettenLabel, soweit benötigt zur Erfüllung von Leistungsverknüpfungen (siehe Geschäftsregeln) | string / leer |
| endpunktid        | Für Typ ENDPUNKT: Referenz auf Endpunkt im Planungsauftrag   | string / leer |
| wartungsfensterid | Für Typ WARTUNG: Referenz auf Wartungsfenster im Planungsauftrag   | string / leer |

Fahrzeuggruppen, die nicht von Leistungen referenziert werden, werden in der Lösung nicht eingesetzt.

Betriebsfahrten werden vom Solver nicht zeitlich näher definiert. Durch die Abfolge der Leistungen in der Leistungskette ist definiert, welche Leistungen durch die Betriebsfahrt verbunden werden

## Konsistenzregeln

| Konsistenzregeln   |
|--|
| <b>Valide Datentypen</b><br>Jede Leistung hat alle Attribute mit passenden Datentypen gesetzt gemäss Tabelle oben. Leeres Attribut nur dort zugelassen, wo explizit erlaubt  |
| <b>Referenzielle Integrität Fahrzeuggruppe</b><br>Jede Leistung hat eine fahrzeuggruppeld gesetzt, die im Planungsauftrag auf fahrzeuggruppe.id auflösbar ist.   |
| <b>Leistungen in Leistungskette zeitlich eindeutig sortierbar</b><br>Alle Leistungen, die die gleiche Fahrzeuggruppe referenzieren, haben unterschiedliche sortierZeit gesetzt, um eindeutig sortierbar zu sein.   |
| <b>Position eindeutig</b><br>Kundenfahrten: Leistung.Position ist (soweit gesetzt, da optional) pro referenzierter Kundenfahrt eindeutig.<br>Betriebsfahrten: Leistung.Position ist (soweit gesetzt, da optional) pro Betriebsfahrt (identifiziert durch die Leistungen vorher und nachher) eindeutig.   |
| <b>Referenzielle Integrität Kundenfahrt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alle Leistungen vom Typ KUNDENFAHRT haben eine kundenfahrtd gesetzt, die im Planungsauftrag auf kundenfahrt.id auflösbar ist.</li> <li>bpAn und bpAb in der Leistung stimmen mit denjenigen aus der referenzierten Kundenfahrt überein.</li> </ul>  |
| <b>Kettenlabel gesetzt und eindeutig</b><br>Jedes Kettenlabel, das in einer Leistungsverknüpfung in leistungsverknuepfungen.csv vorkommt, muss auf einer Leistung der passenden Kundenfahrt gesetzt sein.<br>Leistung.kettenLabel ist (soweit gesetzt) pro referenzierter Kundenfahrt eindeutig.<br><br>Die spezifischen Leistungsverknüpfungen im Input enthalten Referenzen zu Leistungen, zusammengesetzt aus Leistungstyp, LeistungsId und, im Falle von Kundenfahrten, durch ein zusätzliches KettenLabel.<br>Durch diese Konsistenzanforderung wird sichergestellt, dass in der Lösung jede dieser Referenzen aufgelöst wird und eindeutig auf eine spezifische Leistung verweist. |
| <b>Referenzielle Integrität Betriebsfahrt</b><br>Leistungen vom Typ BETRIEBSFAHRT haben bpAn und bpAb so gesetzt, dass die im Planungsauftrag eine Relation referenzieren mit denselben bpAn und bpAb.   |
| <b>Referenzielle Integrität Endpunkt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Leistungen vom Typ ENDPUNKT haben eine endpunktid gesetzt, die im Planungsauftrag auf endpunkt.id auflösbar ist.</li> <li>bpAn in der Leistung stimmt mit endpunkt.endBp aus dem referenzierten Endpunkt überein.</li> </ul>   |
| <b>Referenzielle Integrität Wartungsfenster</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Leistungen vom Typ WARTUNG haben eine wartungsfensterid gesetzt, die im Planungsauftrag auf wartungsfenster.id auflösbar ist.</li> <li>bpAn und bpAb in der Leistung stimmen mit wartungsfenster.bp aus dem referenzierten Wartungsfenster überein.</li> </ul>  |

# Geschäftsregeln

Als Leistungskette bezeichnen wir im folgenden die nach sortierZeit sortierten Leistungen, die dieselbe Fahrzeuggruppe referenzieren.

| Geschäftsregeln  |
|--|
| <b>Abdeckung Kundenfahrten</b><br><br>Jede Kundenfahrt im Planungsauftrag wird durch mindestens eine Leistung in der Lösung referenziert.<br><br>Anzahl Leistungen in der Lösung, die eine Kundenfahrt referenzieren, entspricht kundenfahrt.bedarf.<br><br>Pro Fahrzeuggruppe gibt es maximal eine Leistung, die eine Kundenfahrt referenziert.   |
| <b>Abdeckung Endpunkte</b><br><br>Jeder Endpunkt im Planungsauftrag wird je in genau einer Leistungskette referenziert.<br><br>Remark: Endpunkte müssen im Planungsauftrag nicht zwingend (für jede Fahrzeuggruppe) vorgegeben sein.   |
| <b>Abdeckung Wartungsfenster</b><br><br>Jedes Wartungsfenster im Planungsauftrag wird in genau einer Leistungskette referenziert.  |
| <b>Einhalten von Intervallobergrenzen (IVOG)</b><br><br>Die maximale Wegfrist darf von keiner Leistungskette in keinem Abschnitt überschritten werden. Abschnitte sind <ul style="list-style-type: none"><li>■ zwischen zwei aufeinander folgenden Wartungsleistungen</li><li>■ bis zur ersten Wartungsleistung</li><li>■ nach der letzten Wartungsleistung</li><li>■ overall, falls keine Wartungsleistung in einer Leistungskette</li></ul> wird dazu folgendes geprüft:<br><br>$\begin{aligned} & \text{Summe von kundenfahrt.distanzInKm aller Leistungen vom Typ Kundenfahrt} \\ & + \text{Summe von relation.distanzInKm aller Leistungen vom Typ Betriebsfahrt} \\ & + \text{fahrzeuggruppe.kmSeitWartung, falls Startpunkt im Abschnitt liegt und der Wert nicht leer ist} \\ & + \text{endpunkt.kmBisWartung, falls Endpunkt im Abschnitt liegt und der Wert nicht leer ist} \\ & \leq \text{config.ivog.distance} \end{aligned}$<br><br>Ebenso darf die maximale Zeitfrist von keiner Leistungskette in keinem Abschnitt überschritten werden: <ul style="list-style-type: none"><li>• zwischen zwei aufeinander folgenden Wartungsleistungen<math display="block">\text{nextWartungsleistung.Wartungsfenster.startZeit} - \text{previousWartungsleistung.Wartungsfenster.endZeit} \leq \text{config.ivog.duration}</math></li><li>• bis zur ersten Wartungsleistung ab Startpunkt (nur falls fahrzeuggruppe.startZeit nicht leer)<math display="block">\text{firstWartungsleistung.Wartungsfenster.startZeit} - \text{fahrzeuggruppe.startZeit} + \text{fahrzeuggruppe.dauerSeitWartung} \leq \text{config.ivog.duration}</math></li><li>• nach der letzten Wartungsleistung bis zum Endpunkt (nur falls Endpunkt spezifiziert)<math display="block">\text{endpunkt.endZeit} - \text{lastWartungsleistung.Wartungsfenster.endZeit} + \text{endpunkt.dauerBisWartung} \leq \text{config.ivog.duration}</math></li><li>• overall, falls keine Wartungsleistung in einer Leistungskette mit Startpunkt<math display="block">\text{endpunkt.endZeit} - \text{fahrzeuggruppe.startZeit} + \text{fahrzeuggruppe.dauerSeitWartung} + \text{endpunkt.dauerBisWartung} \leq \text{config.ivog.duration}</math></li></ul><br><i>In allen Varianten wird bei fehlendem Endpunkt endpunkt.endZeit durch lastLeistung.zeitAn ersetzt. In diesem Fall ist endpunkt.dauerBisWartung = 0</i><br><i>In allen Varianten wird bei leerer fahrzeuggruppe.startZeit dies durch firstLeistung.zeitAb ersetzt. In diesem Fall ist fahrzeggruppe.dauerSeitWartung = 0</i> |

### Zeitliche Konsistenz

Die referenzierten Leistungen vom Typ Kundenfahrt und Wartung pro Leistungskette sind zeitlich überlappungsfrei und rücksprungsfrei.

$$\text{previousLeistung.zeitAn} \leq \text{nextLeistung.zeitAb}$$

wobei previous/next sich nur auf zwei aufeinanderfolgende Leistungen derselben Fahrzeuggruppe bezieht, wenn man die Betriebsfahrten weglässt und dann nach sortierZeit sortiert.

Wenn die Fahrzeuggruppe.startZeit nicht leer ist, dann kann die erste Leistung (Kundenfahrt oder Wartung) gemäss Sortierung zeitlich erst nachher starten

$$\text{fahrzeuggruppe.startZeit} \leq \text{firstLeistung.zeitAb}$$

Wenn die Leistungskette einen Endpunkt referenziert, dann muss die letzte Leistung (Kundenfahrt oder Wartung) gemäss Sortierung zeitlich vorher abgeschlossen sein

$$\text{lastLeistung.zeitAn} \leq \text{endpunkt.endZeit}$$

Benötigte Prozesszeiten zwischen den Leistungen mit/ohne Betriebsfahrt dazwischen sind in separaten Regeln unten noch formuliert.

### Geographische Konsistenz

Aufeinanderfolgende Leistungen pro Leistungskette sind geographisch lückenlos.

$$\text{previousLeistung.bpAn} = \text{nextLeistung.bpAb}$$

wobei previous/next sich auf zwei aufeinanderfolgende Leistungen einer Leistungskette beziehen, unabhängig vom Typ, ausgenommen "ENDPUNKT".

Wenn die Fahrzeuggruppe.startBp nicht leer ist, dann gilt

$$\text{fahrzeuggruppe.startBp} = \text{firstLeistung.bpAb}$$

Wenn die Leistungskette einen Endpunkt referenziert, dann gilt

$$\text{lastLeistungVorEndpunkt.bpAn} = \text{endpunkt.bpAn}$$

### Prozesszeiten ohne Betriebsfahrt

 Ausnahme: Falls previousLeistungsId und nextLeistungsId in einer Leistungsverknüpfung vom Typ 'JOINT' oder 'REFERENCE' verknüpft sind, muss die Prozesszeit nicht geprüft werden und gilt als erfüllt. Dies gilt bei Kundenfahrten für alle Leistungen der jeweiligen Kundenfahrt, unabhängig ob das Kettenlabel übereinstimmt oder nicht.

Benötigter zeitlicher Abstand von zwei in einer Leistungskette direkt aufeinander folgenden Kundenfahrt-Leistungen:

$$\text{nextKundenfahrt.zeitAb} - \text{previousKundenfahrt.zeitAn} \geq \text{duration\_between\_leistungen.minimal}$$

**Wendezeit:** Wenn  $\text{previousKundenfahrt.richtungscodeAn} = \text{nextKundenfahrt.richtungscodeAb}$  handelt es sich um eine Wende, und die Wendezeit muss eingehalten werden

$$\text{nextKundenfahrt.zeitAb} - \text{previousKundenfahrt.zeitAn} \geq \text{duration\_between\_leistungen.wende}$$

**Kupplungszeit:** Wenn  $\text{nicht nextKundenfahrt.bedarf} = \text{previousKundenfahrt.bedarf}$  muss gestärkt oder geschwächt werden, und die Kupplungszeit muss eingehalten werden (als zusätzliche Randbedingung zu den obigen)

$$\text{nextKundenfahrt.zeitAb} - \text{previousKundenfahrt.zeitAn} \geq \text{duration\_between\_leistungen.kuppeln}$$

Keine Prozesszeiten angrenzend an Wartung, Startpunkt, Endpunkt, wenn keine Betriebsfahrt dazwischen liegt.

## Prozesszeiten mit Betriebsfahrt

Remark: Zwei aufeinanderfolgende Betriebsfahrten sind (zurzeit) nicht zulässig. Falls Bedarf entsteht, müssten die folgenden Regeln entsprechend ergänzt werden

⚠ Ausnahme: Falls `previousLeistungsId` und `nextLeistungsId` in einer Leistungsverknüpfung vom Typ 'JOINT' oder 'REFERENCE' verknüpft sind, muss die Prozesszeit nicht geprüft werden und gilt als erfüllt. Dies gilt bei Kundenfahrten für alle Leistungen der jeweiligen Kundenfahrt, unabhängig ob das Kettenlabel übereinstimmt oder nicht.

Benötigter zeitlicher Abstand zwischen zwei Kundenfahrt/Wartung-Leistungen, wenn eine Betriebsfahrt dazwischen liegt:

$$\text{nextLeistung.zeitAb} - \text{previousLeistung.zeitAn} \geq \text{minZeitbedarfFürBetriebsfahrt}$$

$$\begin{aligned} &\text{minZeitbedarfFürBetriebsfahrt}(\text{previousLeistung}, \text{nextLeistung}) \\ &= \text{relationBetriebsfahrt.fahrdauer} \\ &\quad + 2 * \text{duration\_between\_leistungen.betriebsfahrt} \\ &\quad + \text{duration\_between\_leistungen.wende} \text{ (falls } \text{relationBetriebsfahrt.richtungscodeAb} = \text{previousLeistung.Kundenfahrt.richtungscodeAn, nicht bei Wartungsleistung)} \\ &\quad + \text{duration\_between\_leistungen.wende} \text{ (falls } \text{relationBetriebsfahrt.richtungscodeAn} = \text{nextLeistung.Kundenfahrt.richtungscodeAb, nicht bei Wartungsleistung)} \end{aligned}$$

Falls die Leistungskette mit einer Betriebsfahrt startet, gilt für die Leistungskette

$$\text{firstLeistung.zeitAb} - \text{fahrzeuggruppe.startZeit} \geq \text{minZeitbedarfFürBetriebsfahrt}$$

$$\begin{aligned} &\text{minZeitbedarfFürBetriebsfahrt}(\text{fahrzeuggruppe}, \text{firstLeistung}) \\ &= \text{relationBetriebsfahrt.fahrdauer} \\ &\quad + \text{duration\_between\_leistungen.betriebsfahrt} \\ &\quad + \text{duration\_between\_leistungen.wende} \text{ (falls } \text{relationBetriebsfahrt.richtungscodeAn} = \text{firstLeistung.richtungscodeAb, nicht vor Wartungsleistung)} \end{aligned}$$

Falls die Leistungskette mit einer Betriebsfahrt zu einem Endpunkt endet, gilt für die Leistungskette

$$\text{endpunkt.endZeit} - \text{lastLeistung.zeitAn} \geq \text{minZeitbedarfFürBetriebsfahrt}$$

$$\begin{aligned} &\text{minZeitbedarfFürBetriebsfahrt}(\text{lastLeistung}, \text{endpunkt}) \\ &= \text{relationBetriebsfahrt.fahrdauer} \\ &\quad + \text{duration\_between\_leistungen.betriebsfahrt} \\ &\quad + \text{duration\_between\_leistungen.wende} \text{ (falls } \text{relationBetriebsfahrt.richtungscodeAb} = \text{lastLeistung.richtungscodeAn, nicht vor Wartungsleistung)} \end{aligned}$$

## Betriebsfahrten nicht auf gesperrten Relationen

Eine Betriebsfahrt über eine Relation mit (einer oder mehreren) im Planungsauftrag definierten Sperren, ist nur dann zulässig, wenn

innerhalb der Lücke zwischen vorhergehender und nachfolgender Leistung (Kundenfahrt oder Wartung) [ `previousLeistung.zeitAn` oder `fahrzeuggruppe.startZeit`, `nextLeistung.zeitAb` oder `endpunkt.endZeit` ] ein Zeitintervall existiert für die Betriebsfahrt von der Länge `minZeitbedarfFürBetriebsfahrt(prevLeistung, nextLeistung)` (siehe oben) das mit keinem Sperre-Zeitintervall für diese Relation überlappt. Eine Leistung kann in diesem Kontext entweder eine Kundenfahrt oder eine Wartung sein.

⚠ Ausnahme: Falls `previousLeistungsId` und `nextLeistungsId` in einer Leistungsverknüpfung vom Typ 'JOINT' oder 'REFERENCE' verknüpft sind, muss die Sperre nicht geprüft werden. Dies gilt bei Kundenfahrten für alle Leistungen der jeweiligen Kundenfahrt, unabhängig ob das Kettenlabel übereinstimmt oder nicht.

## Spezifische Leistungsverknüpfungen

Spezifische Leistungsverknüpfungen sind diejenigen vom Typ JOINT, SEPARATE und REFERENCE

Eine Leistungsverknüpfung gilt als in einer Lösung als 'aktiv', wenn gilt:

Die Leistung von Kundenfahrt 2 mit Kettenlabel 2 / die Wartungsleistung 2 / der Endpunkt 2 folgt lückenlos folgend (ggf. mit Betriebsfahrt dazwischen) auf derselben Leistungskette wie die Leistung von Kundenfahrt 1 mit Kettenlabel 1 / die Wartungsleistung 1 / den Startpunkt 1.

Leistungsverknüpfungen vom Typ JOINT müssen aktiv sein.

Leistungsverknüpfungen vom Typ SEPARATE dürfen nicht aktiv sein.

(Note: die Konsistenzregel 'Kettenlabel gesetzt und eindeutig' stellt sicher, dass Kundenfahrt-Leistungen in spezifischen Leistungsverknüpfungen effektiv separiert werden müssen, und nicht mit Weglassen der Kettenlabels im Lösungsdatenformat 'umgangen' werden.)

Leistungsverknüpfungen vom Typ REFERENCE werden in der Zielfunktion (siehe unten) berücksichtigt.

# Zielfunktion

Zielfunktionswert (to be minimized) summiert sich aus folgenden Beiträgen

|  |  |
|--|--|
| Betriebsfahrten  | <p>Summe über alle Betriebsfahrten in allen Leistungsketten:</p> $relation.distanzInKm$  |
| Anzahl<br>Leistungsketten                                | <p>Anzahl Leistungsketten mit mindestens einer Kundenfahrt oder einer Wartungsleistung eingeplant</p> $AnzahlLeistungsketten * objective.cost\_per\_fahrzeuggruppe\_planned$ <p>⚠ Note: Spezifische Start- und Endpunkte zählen zurzeit nicht hierzu. Diese Zielfunktionskomponente verhindert demnach nicht, dass spezifische Endpunkte durch ansonsten unbenutzte Einheiten abgedeckt werden (ggf von einem neutralen Startpunkt aus ohne Betriebsfahrt. oder umgekehrt).</p> <p>⚠ Um eine 'Zerfledderung' der Leistungsketten zu verhindern, ist diese Zielfunktionskomponente nur bedingt geeignet. Insbesondere, wenn man unterschiedlich ausgelastete Tage in einem Szenario kombiniert, hat diese Zielfunktionskomponente keine kompaktierende Wirkung an den weniger ausgelasteten Tagen. Siehe nächste Zeile für die geeignete Alternative.</p> |
| Bonus<br>Defragmentierung                                | <p>Für Lücken zwischen Leistungen ab einer gewissen zeitlichen Länge gibt es einen Bonus. Der Bonus ist super-linear, damit eine Lücke von 8h bevorzugt wird gegenüber zwei Lücken von je 4h. Lange Lücken ermöglichen späteren Einsatz für Wartung, andere Umläufe etc. Gleichzeitig werden durch lange Lücken auch kurze Übergänge provoziert, was wiederum effizient ist etwa für produktive Personaleinsatzplanung.</p> <p>Für die Formel, siehe Beschreibung der objective.continuous_idle_time in der <a href="#">config</a></p>   |
| Abweichung<br>Referenzlösung                             | <p>Anzahl Leistungsverknüpfungen im Planungsauftrag vom Typ REFERENCE, die in der aktuellen Lösung nicht so eingeplant sind</p> $AnzahlLeistungsverknuepfungReferenceViolations * objective.cost\_per\_violated\_reference\_leistungsverknuepfung$ <p><math>AnzahlLeistungsverknuepfungReferenceViolations</math> = Anzahl Leistungsverknüpfungen vom Typ REFERENCE, die in der Lösung nicht aktiv sind gemäss Definition in der Geschäftsregel 'Spezifische Leistungsverknüpfungen'</p>   |
| Gleichmässige<br>Verteilung<br>der<br>Wartungsleistungen | <p>Diese Zielfunktionskomponente bestraft, wenn Wartungsleistungen pro Leistungsketten zu weit auseinander liegen, nahe an den Intervallobergrenzen für Weg- und/oder Zeitfrist. Ebenso, wenn Wartungsleistungen zu nahe aufeinander folgen.</p> <p>Für die Formel und die Grenzwerte, siehe Beschreibung der 'bathtub' Parameters in der <a href="#">config</a></p>   |