



Safety Requirements für Bahnbetriebsverfahren *HAZOPS für den Zugleitbetrieb*

Bernd Sieker

`bsieker@rvs.uni-bielefeld.de`

Technische Fakultät, Universität Bielefeld



Überblick



- Bahnbetriebsverfahren — Begriffe



Überblick



- Bahnbetriebsverfahren — Begriffe
- Fahren mit Sicherheitsabstand



Überblick



- Bahnbetriebsverfahren — Begriffe
- Fahren mit Sicherheitsabstand
- Zugleitbetrieb — Verfahren



Überblick



- Bahnbetriebsverfahren — Begriffe
- Fahren mit Sicherheitsabstand
- Zugleitbetrieb — Verfahren
- Zugleitbetrieb — Probleme



Überblick



- Bahnbetriebsverfahren — Begriffe
- Fahren mit Sicherheitsabstand
- Zugleitbetrieb — Verfahren
- Zugleitbetrieb — Probleme
- Ansätze einer Ontologie des Zugleitbetriebs



Überblick



- Bahnbetriebsverfahren — Begriffe
- Fahren mit Sicherheitsabstand
- Zugleitbetrieb — Verfahren
- Zugleitbetrieb — Probleme
- Ansätze einer Ontologie des Zugleitbetriebs
- HAZOPS für Bahnbetriebsverfahren



Bahnbetriebsverfahren



- Bahnanlagen



Bahnbetriebsverfahren



- Bahnanlagen
 - Bahnhöfe, Blockabschnitte, Blockstellen



Bahnbetriebsverfahren



- Bahnanlagen
 - Bahnhöfe, Blockabschnitte, Blockstellen
 - Abzweigstellen, Überleitstellen, Anschlussstellen,
...



Bahnbetriebsverfahren



- Bahnanlagen
 - Bahnhöfe, Blockabschnitte, Blockstellen
 - Abzweigstellen, Überleitstellen, Anschlussstellen,
...
- Fahrten mit Eisenbahnfahrzeugen



Bahnbetriebsverfahren



- Bahnanlagen
 - Bahnhöfe, Blockabschnitte, Blockstellen
 - Abzweigstellen, Überleitstellen, Anschlussstellen,
...
- Fahrten mit Eisenbahnfahrzeugen
 - Zugfahrten



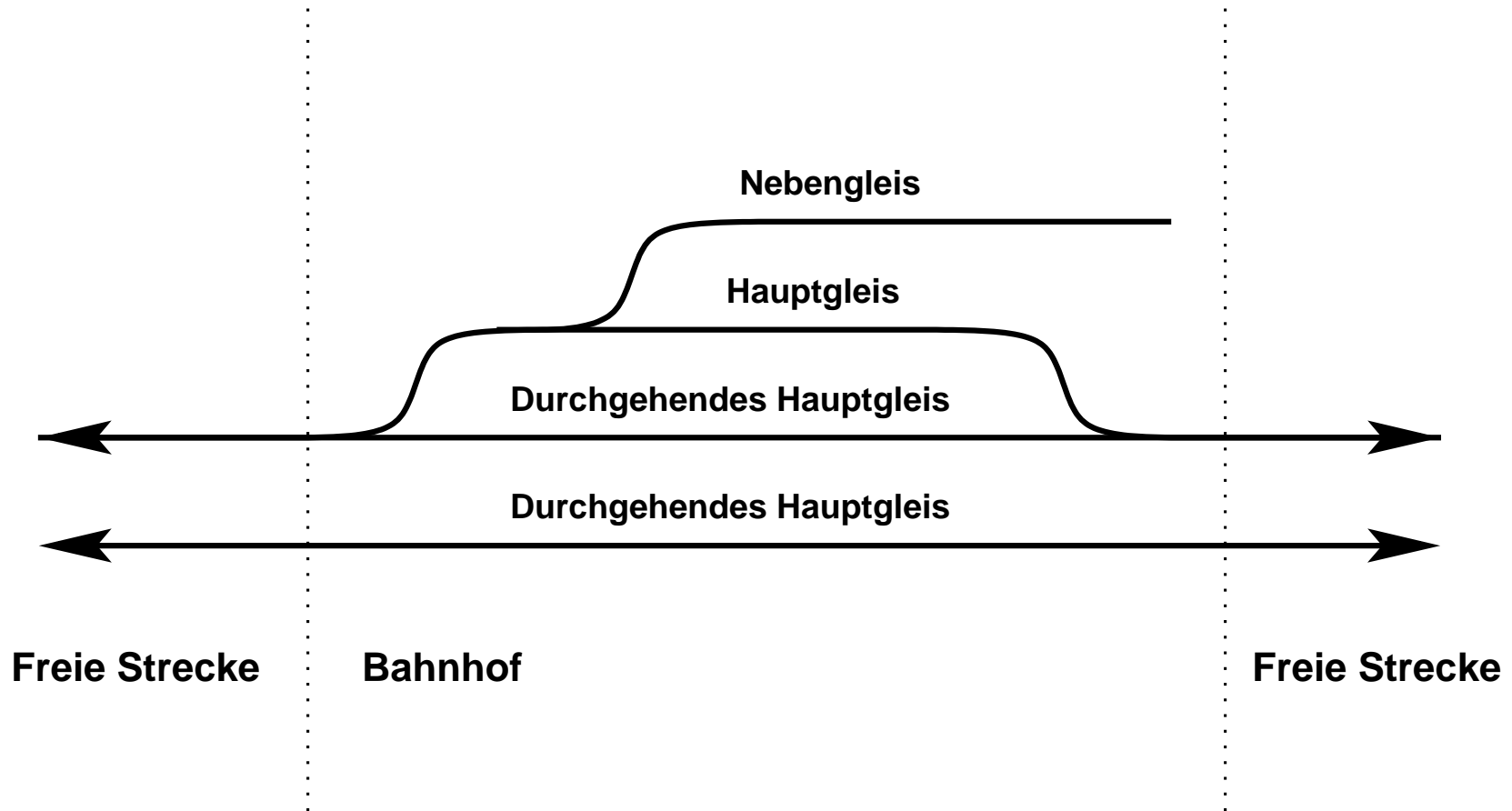
Bahnbetriebsverfahren



- Bahnanlagen
 - Bahnhöfe, Blockabschnitte, Blockstellen
 - Abzweigstellen, Überleitstellen, Anschlussstellen,
...
- Fahrten mit Eisenbahnfahrzeugen
 - Zugfahrten
 - Rangierfahrten



Bahnanlagen



Fahren im Sicherheitsabstand



- ... im relativen Bremswegabstand



Fahren im Sicherheitsabstand



- ... im relativen Bremswegabstand
 - Abstand so kurz, dass der hintere Zug noch bremsen kann, ohne aufzufahren, wenn der vordere Zug bremst.



Fahren im Sicherheitsabstand



- ... im relativen Bremswegabstand
 - Abstand so kurz, dass der hintere Zug noch bremsen kann, ohne aufzufahren, wenn der vordere Zug bremst.
 - bei genau gleichen Bremseigenschaften $\rightarrow 0$



Fahren im Sicherheitsabstand



- ... im relativen Bremswegabstand
 - Abstand so kurz, dass der hintere Zug noch bremsen kann, ohne aufzufahren, wenn der vordere Zug bremst.
 - bei genau gleichen Bremseigenschaften $\rightarrow 0$
 - problematisch, wenn vorderer Zug Unfall hat \rightarrow hinterer Zug fährt auf.



Fahren im Sicherheitsabstand



- ... im relativen Bremswegabstand
 - Abstand so kurz, dass der hintere Zug noch bremsen kann, ohne aufzufahren, wenn der vordere Zug bremst.
 - bei genau gleichen Bremseigenschaften $\rightarrow 0$
 - problematisch, wenn vorderer Zug Unfall hat \rightarrow hinterer Zug fährt auf.
 - wird nicht verwendet, auch in Zukunft nicht absehbar



Fahren im Sicherheitsabstand (2)



- ... im absoluten Bremswegabstand



Fahren im Sicherheitsabstand (2)



- ... im absoluten Bremswegabstand
 - Abstand zum vorderen Zug mindestens Bremsweg des hinteren Zuges



Fahren im Sicherheitsabstand (2)



- ... im absoluten Bremswegabstand
 - Abstand zum vorderen Zug mindestens Bremsweg des hinteren Zuges
 - mit moderner Ortungstechnik heute denkbar



Fahren im Sicherheitsabstand (3)



- ... im festen Raumabstand



Fahren im Sicherheitsabstand (3)



- ... im festen Raumabstand
 - Abstand mindestens Bremsweg + Blockabschnittslänge



Fahren im Sicherheitsabstand (3)



- ... im festen Raumabstand
 - Abstand mindestens Bremsweg + Blockabschnittslänge
 - heute am weitesten verbreitetes Verfahren zur Zugfolgeregelung



Fahren im Sicherheitsabstand (3)



- ... im festen Raumabstand
 - Abstand mindestens Bremsweg + Blockabschnittslänge
 - heute am weitesten verbreitetes Verfahren zur Zugfolgeregelung
- Andere



Fahren im Sicherheitsabstand (3)



- ... im festen Raumabstand
 - Abstand mindestens Bremsweg + Blockabschnittslänge
 - heute am weitesten verbreitetes Verfahren zur Zugfolgeregelung
- Andere
 - im Zeitabstand: nicht mehr verwendet



Fahren im Sicherheitsabstand (3)



- ... im festen Raumabstand
 - Abstand mindestens Bremsweg + Blockabschnittslänge
 - heute am weitesten verbreitetes Verfahren zur Zugfolgeregelung
- Andere
 - im Zeitabstand: nicht mehr verwendet
 - im Sichtabstand: bei Strassenbahnen und sonst bei sehr geringer Geschwindigkeit



Fahren im festen Raumabstand



- Bedingungen zur Einfahrt in den Blockabschnitt



Fahren im festen Raumabstand



- Bedingungen zur Einfahrt in den Blockabschnitt
 - Blockabschnitt und Durchrutschweg dahinter muss frei sein



Fahren im festen Raumabstand



- Bedingungen zur Einfahrt in den Blockabschnitt
 - Blockabschnitt und Durchrutschweg dahinter muss frei sein
 - Vorausfahrender Zug muss hinter sich Haltsignal haben



Fahren im festen Raumabstand



- Bedingungen zur Einfahrt in den Blockabschnitt
 - Blockabschnitt und Durchrutschweg dahinter muss frei sein
 - Vorausfahrender Zug muss hinter sich Haltsignal haben
 - Bei eingleisigem Zweirichtungsbetrieb zusätzlich:
Kein Gegenzug



Fahren im festen Raumabstand



- Bedingungen zur Einfahrt in den Blockabschnitt
 - Blockabschnitt und Durchrutschweg dahinter muss frei sein
 - Vorausfahrender Zug muss hinter sich Haltsignal haben
 - Bei eingleisigem Zweirichtungsbetrieb zusätzlich:
Kein Gegenzug
- Meist automatisch („Selbsttätiger Streckenblock“)



Zugleitbetrieb - Begriffe



- Betriebsverfahren ohne technische Sicherungseinrichtungen mit zentraler Fahrdienstleitung



Zugleitbetrieb - Begriffe



- Betriebsverfahren ohne technische Sicherungseinrichtungen mit zentraler Fahrdienstleitung
- Begriffe im Zugleitbetrieb



Zugleitbetrieb - Begriffe



- Betriebsverfahren ohne technische Sicherungseinrichtungen mit zentraler Fahrdienstleitung
- Begriffe im Zugleitbetrieb
 - Zugleitstrecke, Zugleiter



Zugleitbetrieb - Begriffe



- Betriebsverfahren ohne technische Sicherungseinrichtungen mit zentraler Fahrdienstleitung
- Begriffe im Zugleitbetrieb
 - Zugleitstrecke, Zugleiter
 - Zuglaufstellen, Zuglaufmeldestellen



Zugleitstrecke



- Zugleitstrecke unterteilt durch Zuglaufstellen



Zugleitstrecke



- Zugleitstrecke unterteilt durch Zuglaufstellen
 - Bahnhöfe



Zugleitstrecke



- Zugleitstrecke unterteilt durch Zuglaufstellen
 - Bahnhöfe
 - Andere Betriebsstellen (Haltepunkte, ...)



Zugleitstrecke



- Zugleitstrecke unterteilt durch Zuglaufstellen
 - Bahnhöfe
 - Andere Betriebsstellen (Haltepunkte, ...)
- Zugleitstrecke begrenzt durch Zugmeldestellen



Zugleitstrecke



- Zugleitstrecke unterteilt durch Zuglaufstellen
 - Bahnhöfe
 - Andere Betriebsstellen (Haltepunkte, ...)
- Zugleitstrecke begrenzt durch Zugmeldestellen
 - Zugmeldungen mit benachbartem Fahrdienstleiter oder Zugleiter



Zuglaufmeldungen



- Meldungen an bestimmten Zuglaufstellen:
Zuglaufmeldestellen



Zuglaufmeldungen



- Meldungen an bestimmten Zuglaufstellen:
Zuglaufmeldestellen
 - Fahrerlaubnis



Zuglaufmeldungen



- Meldungen an bestimmten Zuglaufstellen:
Zuglaufmeldestellen
 - Fahrerlaubnis
 - Ankunfts meldung



Zuglaufmeldungen



- Meldungen an bestimmten Zuglaufstellen:
Zuglaufmeldestellen
 - Fahrerlaubnis
 - Ankunfts meldung
 - Verlassensmeldung



Zuglaufmeldungen



- Meldungen an bestimmten Zuglaufstellen:
Zuglaufmeldestellen
 - Fahrerlaubnis
 - Ankunfts meldung
 - Verlassensmeldung
 - Fahrwegsicherungsmeldung



Zuglaufmeldungen



- Meldungen an bestimmten Zuglaufstellen:
Zuglaufmeldestellen
 - Fahrerlaubnis
 - Ankunfts meldung
 - Verlassensmeldung
 - Fahrwegsicherungsmeldung
 - Abstellmeldung.



Fahrerlaubnis



- Vor Beginn einer Fahrt in der ZL-Strecke



Fahrerlaubnis



- Vor Beginn einer Fahrt in der ZL-Strecke
- Vor Einfahrt in die ZL-Strecke



Fahrerlaubnis



- Vor Beginn einer Fahrt in der ZL-Strecke
- Vor Einfahrt in die ZL-Strecke
- Vor Weiterfahrt auf besetzter Zuglaufstelle



Fahrerlaubnis



- Vor Beginn einer Fahrt in der ZL-Strecke
- Vor Einfahrt in die ZL-Strecke
- Vor Weiterfahrt auf besetzter Zuglaufstelle
- Vor Verlassen der ZL-Strecke



Fahrerlaubnis



- Vor Beginn einer Fahrt in der ZL-Strecke
- Vor Einfahrt in die ZL-Strecke
- Vor Weiterfahrt auf besetzter Zuglaufstelle
- Vor Verlassen der ZL-Strecke
- Bei Kreuzungen und Überholungen für beide Züge



Fahrerlaubnis (2)



- Anfrage zur Fahrerlaubnis



Fahrerlaubnis (2)



- Anfrage zur Fahrerlaubnis
 - Vom Zugführer



Fahrerlaubnis (2)



- Anfrage zur Fahrerlaubnis
 - Vom Zugführer
 - „Darf Zug (Nummer) bis (ZLS) fahren?“



Fahrerlaubnis (2)



- Anfrage zur Fahrerlaubnis
 - Vom Zugführer
 - „Darf Zug (Nummer) bis (ZLS) fahren?“
- Fahrerlaubnis



Fahrerlaubnis (2)



- Anfrage zur Fahrerlaubnis
 - Vom Zugführer
 - „Darf Zug (Nummer) bis (ZLS) fahren?“
- Fahrerlaubnis
 - Vom Zugleiter



Fahrerlaubnis (2)



- Anfrage zur Fahrerlaubnis
 - Vom Zugführer
 - „Darf Zug (Nummer) bis (ZLS) fahren?“
- Fahrerlaubnis
 - Vom Zugleiter
 - Positiv: „Zug (Nummer) darf bis (ZLS) fahren“



Fahrerlaubnis (2)



- Anfrage zur Fahrerlaubnis
 - Vom Zugführer
 - „Darf Zug (Nummer) bis (ZLS) fahren?“
- Fahrerlaubnis
 - Vom Zugleiter
 - Positiv: „Zug (Nummer) darf bis (ZLS) fahren“
 - Negativ: „Nein, warten.“



Fahrerlaubnis (3)



- Bedingungen



Fahrerlaubnis (3)



- Bedingungen
 - Die Weichen- und Flankenschutzeinrichtungen in Grundstellung und gesichert



Fahrerlaubnis (3)



- Bedingungen
 - Die Weichen- und Flankenschutzeinrichtungen in Grundstellung und gesichert
 - In den Hauptgleisen außer dem Zug keine Fahrzeuge



Ankunftsmeldung



- Nach Ankunft auf besetzter Zuglaufstelle



Ankunftsmeldung



- Nach Ankunft auf besetzter Zuglaufstelle
- Nach Fahrtende in der ZL-Strecke



Ankunftsmeldung



- Nach Ankunft auf besetzter Zuglaufstelle
- Nach Fahrtende in der ZL-Strecke
- Nach Einfahren in ZL-Strecke beim ersten planmäßigen Halt



Ankunftsmeldung



- Nach Ankunft auf besetzter Zuglaufstelle
- Nach Fahrtende in der ZL-Strecke
- Nach Einfahren in ZL-Strecke beim ersten planmäßigen Halt
- „Zug (Nummer) in (ZLS/ZMS)“



Andere



- Fahrwegsicherungsmeldung



Andere



- Fahrwegsicherungsmeldung
 - Ggfs. für Einfahrt des zweiten Zuges



Andere



- Fahrwegsicherungsmeldung
 - Ggfs. für Einfahrt des zweiten Zuges
 - „Fahrweg für Zug (Nummer) nach Gleis (Nummer) gesichert“



Andere



- Fahrwegsicherungsmeldung
 - Ggfs. für Einfahrt des zweiten Zuges
 - „Fahrweg für Zug (Nummer) nach Gleis (Nummer) gesichert“
- Abstellmeldung



Andere



- Fahrwegsicherungsmeldung
 - Ggfs. für Einfahrt des zweiten Zuges
 - „Fahrweg für Zug (Nummer) nach Gleis (Nummer) gesichert“
- Abstellmeldung
 - Nach Abstellen auf Nebengleis



Andere



- Fahrwegsicherungsmeldung
 - Ggfs. für Einfahrt des zweiten Zuges
 - „Fahrweg für Zug (Nummer) nach Gleis (Nummer) gesichert“
- Abstellmeldung
 - Nach Abstellen auf Nebengleis
 - Nur nach Ankunfts meldung



Andere



- Fahrwegsicherungsmeldung
 - Ggfs. für Einfahrt des zweiten Zuges
 - „Fahrweg für Zug (Nummer) nach Gleis (Nummer) gesichert“
- Abstellmeldung
 - Nach Abstellen auf Nebengleis
 - Nur nach Ankunfts meldung
 - „Zug (Nummer) in (ZLS) in Gleis (Nummer) abgestellt“



Zugfolerregelung



- Ein Zug darf bis zur letzten geräumten Zuglaufstelle folgen



Zugfoleregelung



- Ein Zug darf bis zur letzten geräumten Zuglaufstelle folgen
- Nicht bei Gegenzug



Zugfoleregelung



- Ein Zug darf bis zur letzten geräumten Zuglaufstelle folgen
- Nicht bei Gegenzug
- Bedingungen



Zugfoleregelung



- Ein Zug darf bis zur letzten geräumten Zuglaufstelle folgen
- Nicht bei Gegenzug
- Bedingungen
 - Verlassensmeldung von dieser Zuglaufstelle



Zugfoleregelung



- Ein Zug darf bis zur letzten geräumten Zuglaufstelle folgen
- Nicht bei Gegenzug
- Bedingungen
 - Verlassensmeldung von dieser Zuglaufstelle
 - *oder* Ankunfts meldung von weiter gelegener Zuglaufstelle



Zugfoleregelung



- Ein Zug darf bis zur letzten geräumten Zuglaufstelle folgen
- Nicht bei Gegenzug
- Bedingungen
 - Verlassensmeldung von dieser Zuglaufstelle
 - *oder* Ankunfts meldung von weiter gelegener Zuglaufstelle
 - *oder* Rückmeldung von benachbarter Zugmeldestelle



Kreuzungen / Überholungen



- Beide Züge halten an Kreuzungsstelle



Kreuzungen / Überholungen



- Beide Züge halten an Kreuzungsstelle
- Zweiter Zug hält vor Trapeztafel, außer:



Kreuzungen / Überholungen



- Beide Züge halten an Kreuzungsstelle
- Zweiter Zug hält vor Trapeztafel, außer:
 - Fahrwegsicherung für zweiten Zug ist im Fahrplan angeordnet



Kreuzungen / Überholungen



- Beide Züge halten an Kreuzungsstelle
- Zweiter Zug hält vor Trapeztafel, außer:
 - Fahrwegsicherung für zweiten Zug ist im Fahrplan angeordnet
 - Bahnhof hat Rückfallweiche



Kreuzungen / Überholungen



- Beide Züge halten an Kreuzungsstelle
- Zweiter Zug hält vor Trapeztafel, außer:
 - Fahrwegsicherung für zweiten Zug ist im Fahrplan angeordnet
 - Bahnhof hat Rückfallweiche
 - Wegfall des Halts ist angeordnet



Kreuzungen / Überholungen



- Beide Züge halten an Kreuzungsstelle
- Zweiter Zug hält vor Trapeztafel, außer:
 - Fahrwegsicherung für zweiten Zug ist im Fahrplan angeordnet
 - Bahnhof hat Rückfallweiche
 - Wegfall des Halts ist angeordnet
- Verlegungen sind beiden Zügen per ZLB-Befehl mitzuteilen



Einfahrt



- Einfahrt ohne Halt an Trapeztafel, wenn nicht besonders angeordnet



Einfahrt



- Einfahrt ohne Halt an Trapeztafel, wenn nicht besonders angeordnet
- Zweiter Zug hält vor Trapeztafel, bis



Einfahrt



- Einfahrt ohne Halt an Trapeztafel, wenn nicht besonders angeordnet
- Zweiter Zug hält vor Trapeztafel, bis
 - Signal „Kommen“



Einfahrt



- Einfahrt ohne Halt an Trapeztafel, wenn nicht besonders angeordnet
- Zweiter Zug hält vor Trapeztafel, bis
 - Signal „Kommen“
 - *oder* mündlicher Auftrag vom Zugführer des ersten Zuges



Einfahrt zweiter Zug



- Kreuzungen / Überholungen



Einfahrt zweiter Zug



- Kreuzungen / Überholungen
 - Weichen und Flankenschutzeinrichtungen für Einfahrt des zweiten Zuges werden durch Zugführer des ersten Zuges gestellt



Einfahrt zweiter Zug



- Kreuzungen / Überholungen
 - Weichen und Flankenschutzeinrichtungen für Einfahrt des zweiten Zuges werden durch Zugführer des ersten Zuges gestellt
 - Zugführer des ersten Zuges muss sicherstellen, dass Fahrweg für zweiten Zug frei ist, dann Fahrwegsicherungsmeldung geben



Vollständigkeitsprüfung



- Muss durchgeführt werden, wenn



Vollständigkeitsprüfung



- Muss durchgeführt werden, wenn
 - rangiert werden soll



Vollständigkeitsprüfung



- Muss durchgeführt werden, wenn
 - rangiert werden soll
 - Fahrtrichtung sich ändert



Vollständigkeitsprüfung



- Muss durchgeführt werden, wenn
 - rangiert werden soll
 - Fahrtrichtung sich ändert
 - Ankunfts meldung gegeben werden muss



Probleme



- Nur geeignet für wenig befahrene Strecken



Probleme



- Nur geeignet für wenig befahrene Strecken
- Sicherheit basiert nur auf mündlichen Absprachen



Probleme



- Nur geeignet für wenig befahrene Strecken
- Sicherheit basiert nur auf mündlichen Absprachen
- „Sicherheit“ nur durch unterschiedliche Formulierungen



Probleme



- Nur geeignet für wenig befahrene Strecken
- Sicherheit basiert nur auf mündlichen Absprachen
- „Sicherheit“ nur durch unterschiedliche Formulierungen
- z. B. Verwechseln von Zugnummern kann problematisch sein



Probleme



- Nur geeignet für wenig befahrene Strecken
- Sicherheit basiert nur auf mündlichen Absprachen
- „Sicherheit“ nur durch unterschiedliche Formulierungen
- z. B. Verwechseln von Zugnummern kann problematisch sein
- „Einschleifen“ von umgangssprachlichen Zuglaufmeldungen statt vorgeschriebener Wortwahl möglich



Objekte im ZLB — Bahnanlagen



- Zugleitstrecke



Objekte im ZLB — Bahnanlagen



- Zugleitstrecke
- unbesetzte Zuglaufstelle



Objekte im ZLB — Bahnanlagen



- Zugleitstrecke
- unbesetzte Zuglaufstelle
- besetzte Zuglaufstelle



Objekte im ZLB — Bahnanlagen



- Zugleitstrecke
- unbesetzte Zuglaufstelle
- besetzte Zuglaufstelle
- Zugmeldestelle



Objekte im ZLB — Bahnanlagen



- Zugleitstrecke
- unbesetzte Zuglaufstelle
- besetzte Zuglaufstelle
- Zugmeldestelle
- Zuglaufmeldestelle



Objekte im ZLB — Bahnanlagen



- Zugleitstrecke
- unbesetzte Zuglaufstelle
- besetzte Zuglaufstelle
- Zugmeldestelle
- Zuglaufmeldestelle
- Hauptgleis



Objekte im ZLB — Bahnanlagen



- Zugleitstrecke
- unbesetzte Zuglaufstelle
- besetzte Zuglaufstelle
- Zugmeldestelle
- Zuglaufmeldestelle
- Hauptgleis
- durchgehendes Hauptgleis



Objekte im ZLB — Bahnanlagen



- Zugleitstrecke
- unbesetzte Zuglaufstelle
- besetzte Zuglaufstelle
- Zugmeldestelle
- Zuglaufmeldestelle
- Hauptgleis
- durchgehendes Hauptgleis
- Nebengleis



Objekte im ZLB — Fahrzeuge



- Zug



Objekte im ZLB — Fahrzeuge



- Zug
- (Rangiereinheit)



Objekte im ZLB — Personen



- Zugleiter



Objekte im ZLB — Personen



- Zugleiter
- Zugleiter/Fahrdienstleiter Nachbarstrecke



Objekte im ZLB — Personen



- Zugleiter
- Zugleiter/Fahrdienstleiter Nachbarstrecke
- Zugführer



Objekte im ZLB — Personen



- Zugleiter
- Zugleiter/Fahrdienstleiter Nachbarstrecke
- Zugführer
- Triebfahrzeugführer



Objekte im ZLB — Nachrichten



- Anfrage zur Fahrerlaubnis



Objekte im ZLB — Nachrichten



- Anfrage zur Fahrerlaubnis
- Fahrerlaubnis



Objekte im ZLB — Nachrichten



- Anfrage zur Fahrerlaubnis
- Fahrerlaubnis
- Ankunftsmeldung



Objekte im ZLB — Nachrichten



- Anfrage zur Fahrerlaubnis
- Fahrerlaubnis
- Ankunftsmeldung
- Verlassensmeldung



Objekte im ZLB — Nachrichten



- Anfrage zur Fahrerlaubnis
- Fahrerlaubnis
- Ankunftsmeldung
- Verlassensmeldung
- Fahrwegsicherungsmeldung



Objekte im ZLB — Nachrichten



- Anfrage zur Fahrerlaubnis
- Fahrerlaubnis
- Ankunftrmeldung
- Verlassensmeldung
- Fahrwegsicherungsmeldung
- Abstellmeldung



Objekte im ZLB — Nachrichten



- Anfrage zur Fahrerlaubnis
- Fahrerlaubnis
- Ankunftsmeldung
- Verlassensmeldung
- Fahrwegsicherungsmeldung
- Abstellmeldung
- Signal „Kommen“



Objekte im ZLB — Nachrichten



- Anfrage zur Fahrerlaubnis
- Fahrerlaubnis
- Ankunftrmeldung
- Verlassensmeldung
- Fahrwegsicherungsmeldung
- Abstellmeldung
- Signal „Kommen“
- ZLB-Befehl



HAZOPS für Bahnbetriebsverfahren

- HAZards and OPerability



HAZOPS für Bahnbetriebsverfahren

- HAZards and OPerability
- Ursprünglich aus der Prozessindustrie



HAZOPS für Bahnbetriebsverfahren

- HAZards and OPerability
- Ursprünglich aus der Prozessindustrie
- Formalisierung von Bahnregelwerken



HAZOPS für Bahnbetriebsverfahren

- HAZards and OPerability
- Ursprünglich aus der Prozessindustrie
- Formalisierung von Bahnregelwerken
- Untersuchung erst am Beginn



HAZOPS für Bahnbetriebsverfahren

- HAZards and OPerability
- Ursprünglich aus der Prozessindustrie
- Formalisierung von Bahnregelwerken
- Untersuchung erst am Beginn
- HAZOPS-Parameter und -Guide-Words?



HAZOPS — Parameter



- Verlassen(Zug, Zuglaufmeldestelle)



HAZOPS — Parameter



- Verlassen(Zug, Zuglaufmeldestelle)
- Ankunft(Zug, Zuglaufmeldestelle)



HAZOPS — Parameter



- Verlassen(Zug, Zuglaufmeldestelle)
- Ankunft(Zug, Zuglaufmeldestelle)
- Übermittlung(Nachricht, Zugleiter, Zugführer)



HAZOPS — Parameter



- Verlassen(Zug, Zuglaufmeldestelle)
- Ankunft(Zug, Zuglaufmeldestelle)
- Übermittlung(Nachricht, Zugsleiter, Zugführer)
- Übermittlung(Nachricht, Zugführer, Zugsleiter)



HAZOPS — Parameter



- Verlassen(Zug, Zuglaufmeldestelle)
- Ankunft(Zug, Zuglaufmeldestelle)
- Übermittlung(Nachricht, Zugleiter, Zugführer)
- Übermittlung(Nachricht, Zugführer, Zugleiter)
- Abstellen(Zug, Nebengleis)



HAZOPS — Parameter



- Verlassen(Zug, Zuglaufmeldestelle)
- Ankunft(Zug, Zuglaufmeldestelle)
- Übermittlung(Nachricht, Zuggleiter, Zugführer)
- Übermittlung(Nachricht, Zugführer, Zuggleiter)
- Abstellen(Zug, Nebengleis)
- Besetzen(Zug, Hauptgleis)



HAZOPS — Parameter



- Verlassen(Zug, Zuglaufmeldestelle)
- Ankunft(Zug, Zuglaufmeldestelle)
- Übermittlung(Nachricht, Zugleiter, Zugführer)
- Übermittlung(Nachricht, Zugführer, Zugleiter)
- Abstellen(Zug, Nebengleis)
- Besetzen(Zug, Hauptgleis)
- Besetzen(Zug, durchgehendes Hauptgleis)



HAZOPS — Standard-Guide Words

- No



HAZOPS — Standard-Guide Words

- No
- (More)



HAZOPS — Standard-Guide Words

- No
- (More)
- (Less)



HAZOPS — Standard-Guide Words

- No
- (More)
- (Less)
- As well as



HAZOPS — Standard-Guide Words

- No
- (More)
- (Less)
- As well as
- Part of



HAZOPS — Standard-Guide Words

- No
- (More)
- (Less)
- As well as
- Part of
- Reverse



HAZOPS — Standard-Guide Words

- No
- (More)
- (Less)
- As well as
- Part of
- Reverse
- Other than



HAZOPS — Zusätzliche Guide Words

- Early



HAZOPS — Zusätzliche Guide Words

- Early
- Late



HAZOPS — Zusätzliche Guide Words

- Early
- Late
- Fast



HAZOPS — Zusätzliche Guide Words

- Early
- Late
- Fast
- Slow



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- No - Ereignis findet nicht statt



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- No - Ereignis findet nicht statt
- As Well As - Etwas zusätzliches findet statt



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- No - Ereignis findet nicht statt
- As Well As - Etwas zusätzliches findet statt
- Part Of



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- No - Ereignis findet nicht statt
- As Well As - Etwas zusätzliches findet statt
- Part Of
 - Zug: Nicht alle Wagen



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- No - Ereignis findet nicht statt
- As Well As - Etwas zusätzliches findet statt
- Part Of
 - Zug: Nicht alle Wagen
 - Nachricht: Nur Teile der Nachricht



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- No - Ereignis findet nicht statt
- As Well As - Etwas zusätzliches findet statt
- Part Of
 - Zug: Nicht alle Wagen
 - Nachricht: Nur Teile der Nachricht
- Reverse



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- No - Ereignis findet nicht statt
- As Well As - Etwas zusätzliches findet statt
- Part Of
 - Zug: Nicht alle Wagen
 - Nachricht: Nur Teile der Nachricht
- Reverse
 - Nachricht: Erteilung statt Verweigerung Fahrerlaubnis



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- No - Ereignis findet nicht statt
- As Well As - Etwas zusätzliches findet statt
- Part Of
 - Zug: Nicht alle Wagen
 - Nachricht: Nur Teile der Nachricht
- Reverse
 - Nachricht: Erteilung statt Verweigerung
Fahrerlaubnis
- Other than



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- No - Ereignis findet nicht statt
- As Well As - Etwas zusätzliches findet statt
- Part Of
 - Zug: Nicht alle Wagen
 - Nachricht: Nur Teile der Nachricht
- Reverse
 - Nachricht: Erteilung statt Verweigerung
Fahrerlaubnis
- Other than
 - Zug: Anderer Zug / Anderes Gleis als erwartet

HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- No - Ereignis findet nicht statt
- As Well As - Etwas zusätzliches findet statt
- Part Of
 - Zug: Nicht alle Wagen
 - Nachricht: Nur Teile der Nachricht
- Reverse
 - Nachricht: Erteilung statt Verweigerung Fahrerlaubnis
- Other than
 - Zug: Anderer Zug / Anderes Gleis als erwartet
 - Nachricht: Andere Nachricht als erwartet

HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- Early



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- Early
 - Zug: Zug erreicht Stelle eher als geplant



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- Early
 - Zug: Zug erreicht Stelle eher als geplant
 - Nachricht: Nachricht vor zugehörigem Ereignis / Zustand



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- Early
 - Zug: Zug erreicht Stelle eher als geplant
 - Nachricht: Nachricht vor zugehörigem Ereignis / Zustand
- Late



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- Early
 - Zug: Zug erreicht Stelle eher als geplant
 - Nachricht: Nachricht vor zugehörigem Ereignis / Zustand
- Late
 - Zug: Zug erreicht Stelle später als geplant



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- Early
 - Zug: Zug erreicht Stelle eher als geplant
 - Nachricht: Nachricht vor zugehörigem Ereignis / Zustand
- Late
 - Zug: Zug erreicht Stelle später als geplant
 - Nachricht: Nachricht später als vorgesehen



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- Early
 - Zug: Zug erreicht Stelle eher als geplant
 - Nachricht: Nachricht vor zugehörigem Ereignis / Zustand
- Late
 - Zug: Zug erreicht Stelle später als geplant
 - Nachricht: Nachricht später als vorgesehen
- Fast



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- Early
 - Zug: Zug erreicht Stelle eher als geplant
 - Nachricht: Nachricht vor zugehörigem Ereignis / Zustand
- Late
 - Zug: Zug erreicht Stelle später als geplant
 - Nachricht: Nachricht später als vorgesehen
- Fast
 - Zug: Zug fährt schneller als vorgeschrieben



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- Early
 - Zug: Zug erreicht Stelle eher als geplant
 - Nachricht: Nachricht vor zugehörigem Ereignis / Zustand
- Late
 - Zug: Zug erreicht Stelle später als geplant
 - Nachricht: Nachricht später als vorgesehen
- Fast
 - Zug: Zug fährt schneller als vorgeschrieben
- Slow



HAZOPS — Bedeutung Guide Words

- Early
 - Zug: Zug erreicht Stelle eher als geplant
 - Nachricht: Nachricht vor zugehörigem Ereignis / Zustand
- Late
 - Zug: Zug erreicht Stelle später als geplant
 - Nachricht: Nachricht später als vorgesehen
- Fast
 - Zug: Zug fährt schneller als vorgeschrieben
- Slow
 - Zug: Zug fährt langsamer als erwartet



HAZOPS — Noch viel Arbeit



- Sprachmix



HAZOPS — Noch viel Arbeit



- Sprachmix
 - Guide Words Englisch (üblich)



HAZOPS — Noch viel Arbeit



- Sprachmix
 - Guide Words Englisch (üblich)
 - Parameter auf Deutsch (kaum übersetzbar)



HAZOPS — Noch viel Arbeit



- Sprachmix
 - Guide Words Englisch (üblich)
 - Parameter auf Deutsch (kaum übersetzbar)
- Vollständigkeit der Parameterliste?



HAZOPS — Noch viel Arbeit



- Sprachmix
 - Guide Words Englisch (üblich)
 - Parameter auf Deutsch (kaum übersetzbar)
- Vollständigkeit der Parameterliste?
- Vollständigkeit der Objektliste?



HAZOPS — Noch viel Arbeit



- Sprachmix
 - Guide Words Englisch (üblich)
 - Parameter auf Deutsch (kaum übersetzbar)
- Vollständigkeit der Parameterliste?
- Vollständigkeit der Objektliste?
- Auswahl der Guidewords



HAZPOPS — Tabelle



	No	As Well As	Part Of	Reverse	Other Than	Early	Late
Verlassen ...	O	-	-	-	-	H	HO
Ankunft ...	HO	-	HO	-	-	H	HO
Übmttl.(Fahrerlaubnis, ...)	O	-	HO	HO	HO	H	O
Übmttl.(Ankunftmeldung, ...)	O	-	HO	HO	HO	H	O
...							



Auswertung der Hazards



- Ontological Analysis



Auswertung der Hazards



- Ontological Analysis
- WBA



Auswertung der Hazards



- Ontological Analysis
- WBA
 - Viele alternative Graphen für „Oder“



Auswertung der Hazards



- Ontological Analysis
- WBA
 - Viele alternative Graphen für „Oder“
 - Hohe Komplexität



Auswertung der Hazards



- Ontological Analysis
- WBA
 - Viele alternative Graphen für „Oder“
 - Hohe Komplexität
- Bayessche Netz?



Auswertung der Hazards



- Ontological Analysis
- WBA
 - Viele alternative Graphen für „Oder“
 - Hohe Komplexität
- Bayessche Netz?
- Fault Trees?



Vielen Dank



Fragen?

