



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**



Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“ Professur für Verkehrssicherungstechnik
Technische Universität Braunschweig Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung

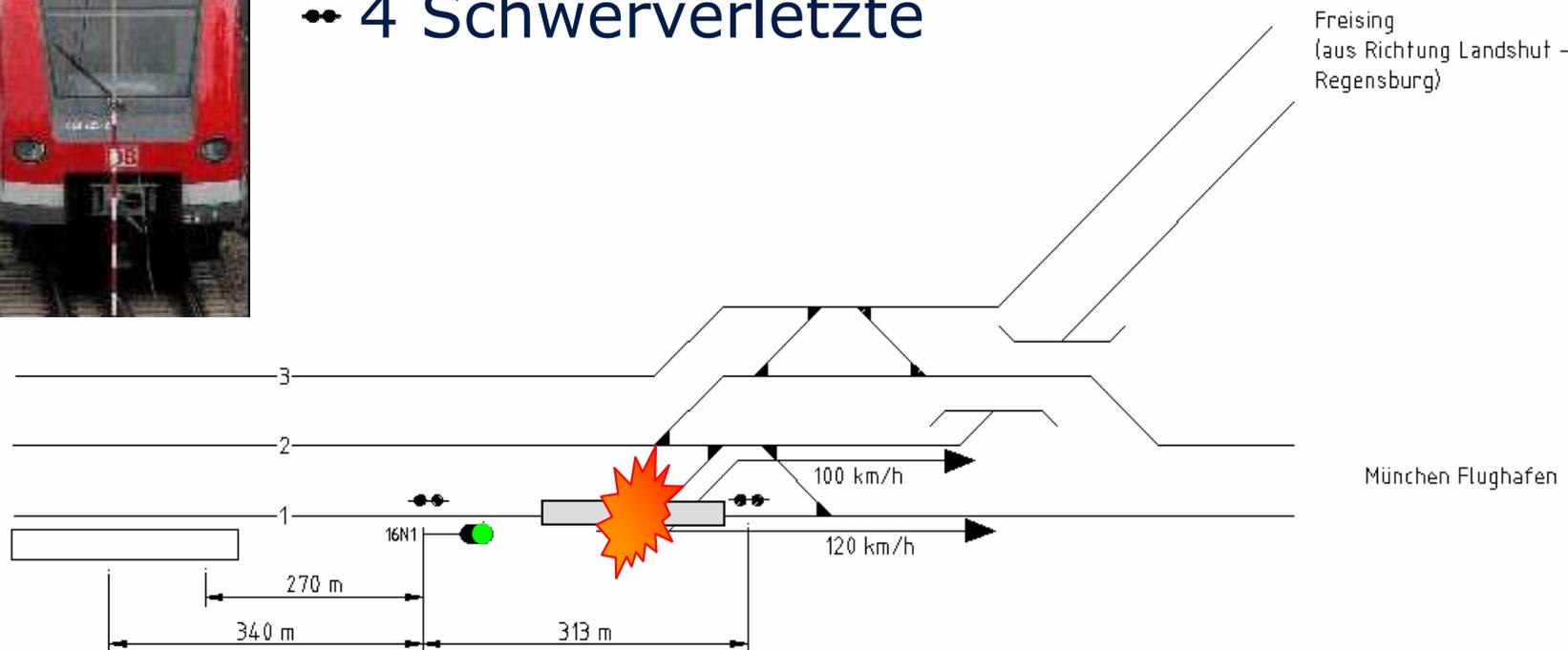
Vergleichende Ursachenanalyse des Eisenbahnunfalls Neufahrn

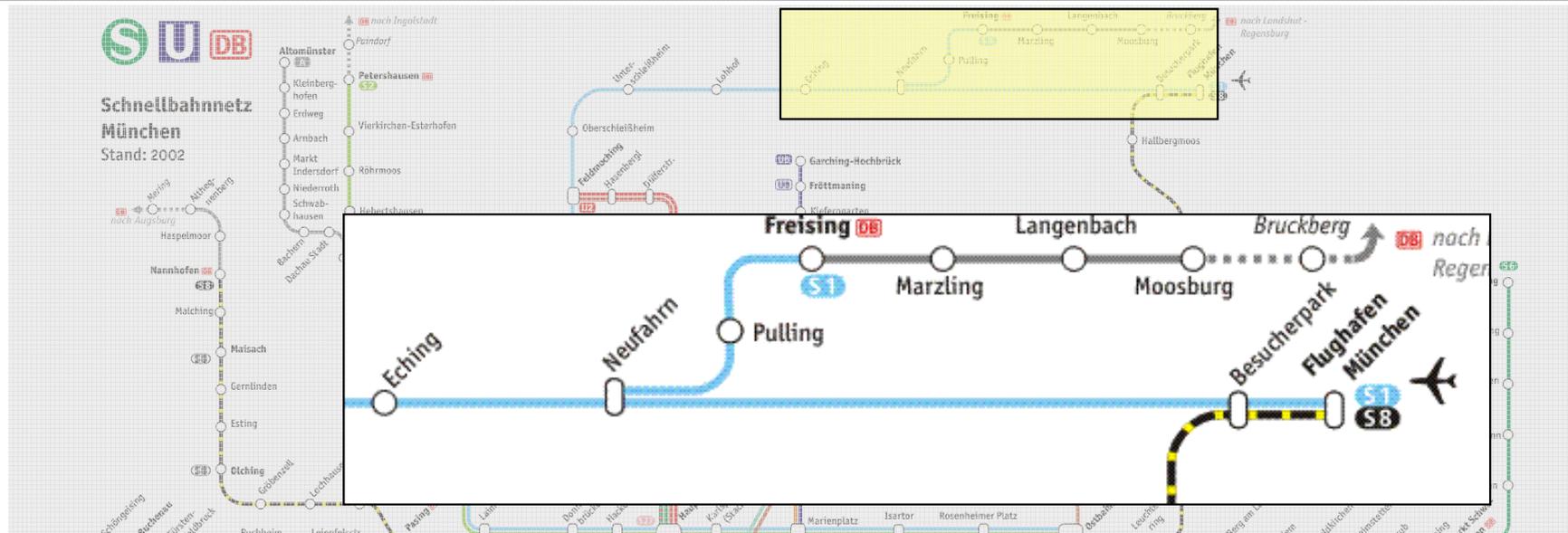
Unfallhergang
Ursachenanalyse TU BS
Ursachenanalyse TUD
Vergleichende Analyse



- 16. August 2003 gegen 6:52 Uhr
- Münchener S-Bahnnetz
- nach Flügeln Zusammenstoß der beiden Zugteile
- 1,6 Mio. Euro Sachschaden
- 4 Schwerverletzte

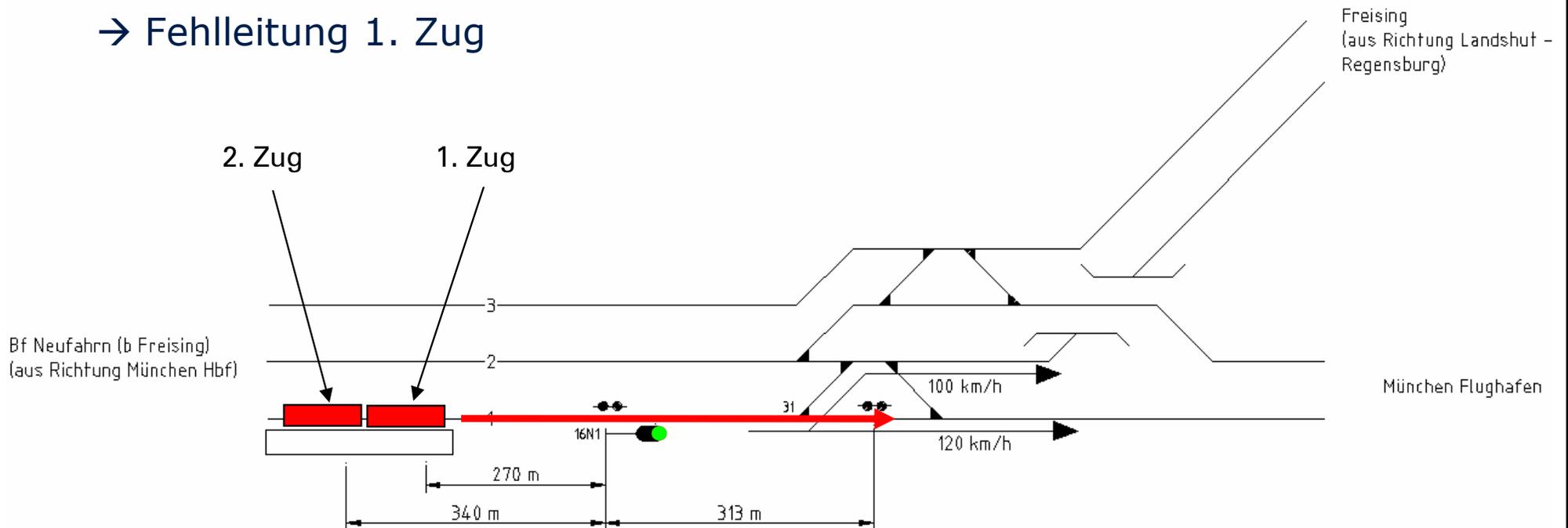
Bf Neufahrn (b Freising)
(aus Richtung München Hbf)



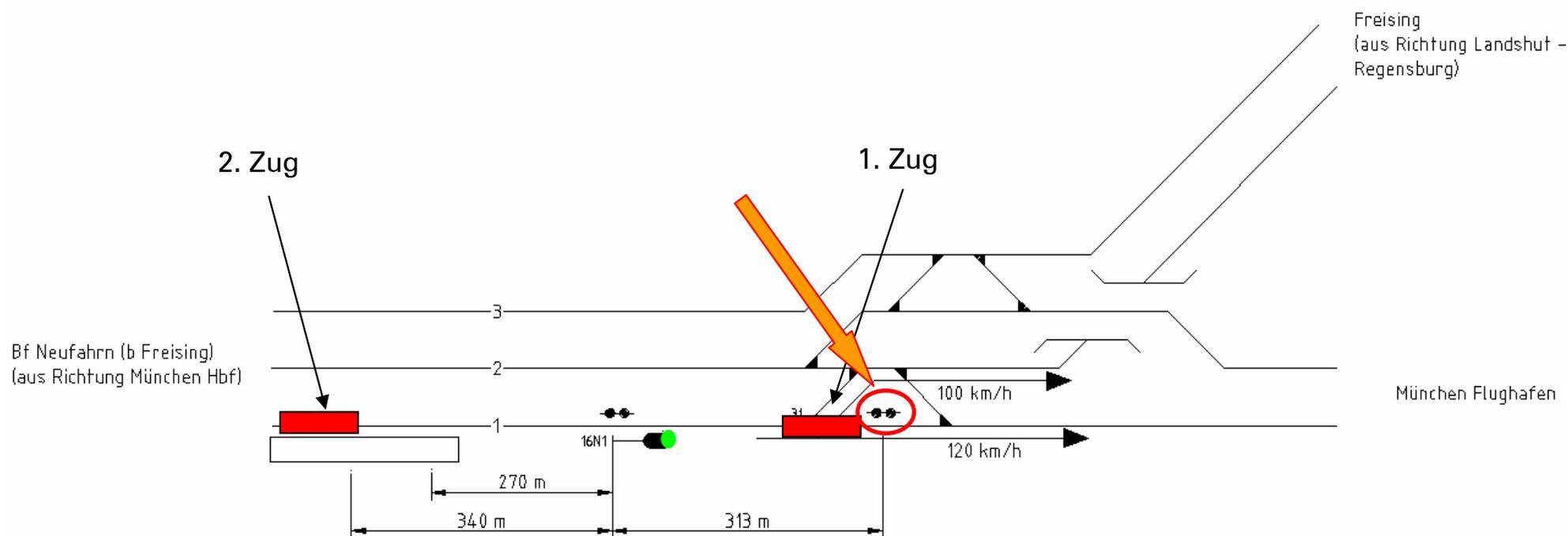


- ◆◆ November 1989
 - ◆◆ Inbetriebnahme ESTW Neufahrn (ESTW L90 von Alcatel)
- ◆◆ 28.11.1998
 - ◆◆ Inbetriebnahme „Neufahrner Spange“ (Strecke Neufahrn - Flughafen München)
 - ◆◆ Seitdem Flügelung der S1 in Neufahrn
 - ein Zugteil nach Freising, das andere zum Flughafen

- Bauarbeiten
 - Beginn der Zugfahrt abweichend in München Hbf statt in München Ostbahnhof
- Fehlerhafte Unterlagen
 - Eingabe der falschen Steuerziffer in die ZN-Anlage
 - Einlauf der Fahrstraße „München-Flughafen“ statt „Freising“
- Nichtoffenbarung des Fehlers durch Tf (1. Zug) bei Abfahrt in Neufahrn
 - Fehlleitung 1. Zug



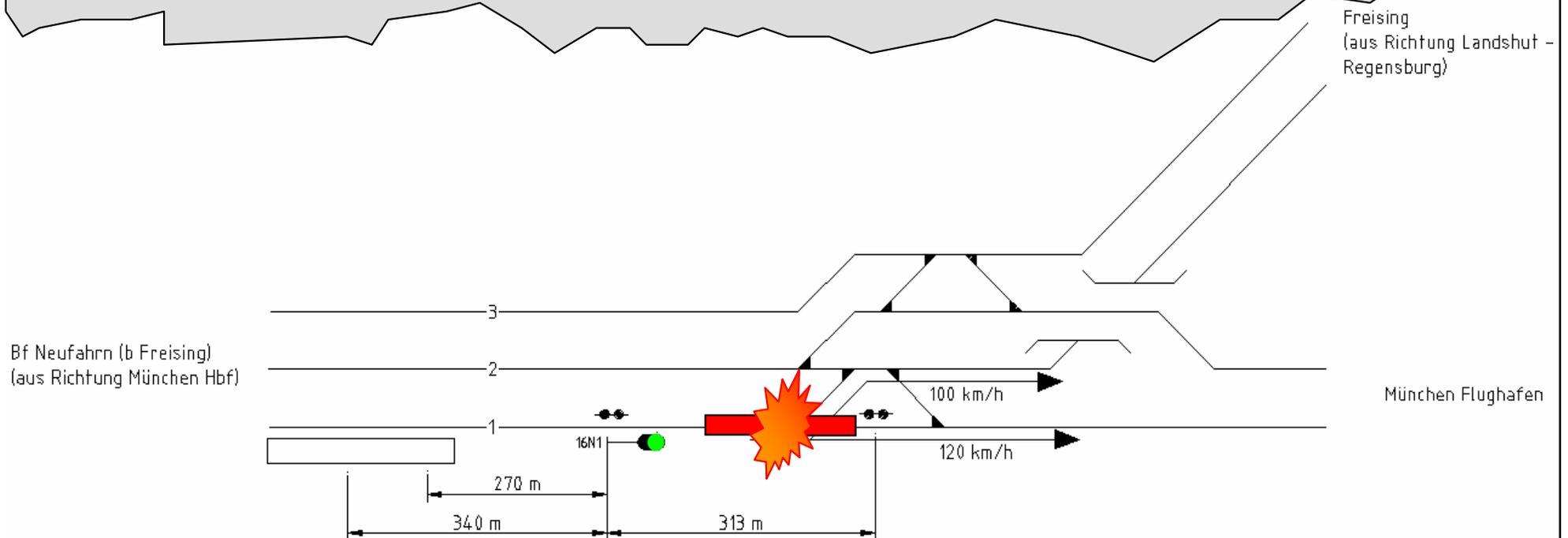
- Tf bringt 1. Zug nach Erkennen der Fehlleitung noch vor Erreichen des Haltfallschnitts für das Ausfahrtsignal zum Stehen

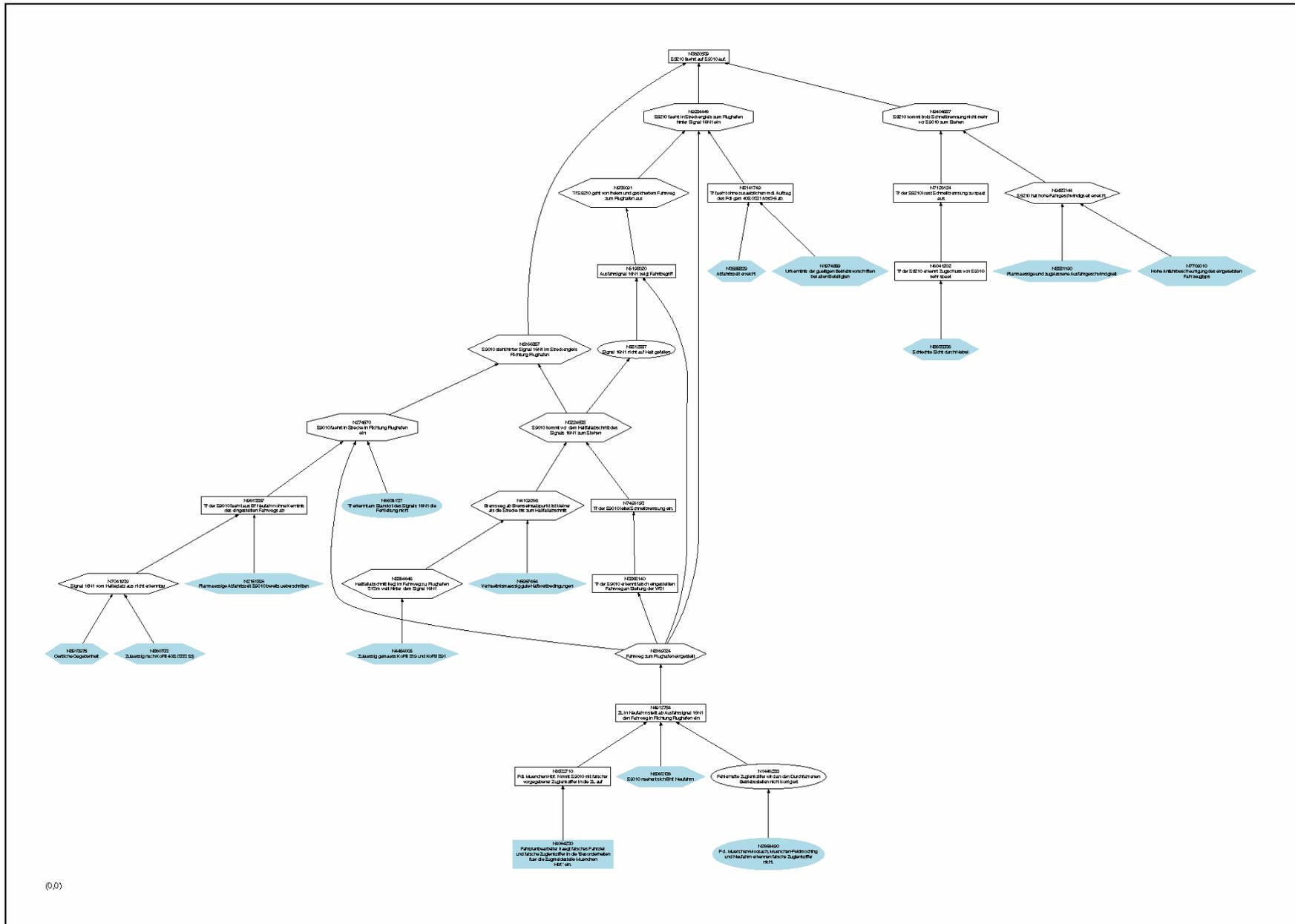


- Tf (2. Zug) missachtet KoRil 408.0331 und fährt am noch auf Fahrt stehenden Ausfahrtsignal vorbei
 → Zusammenstoß mit dem im Bereich der Weiche 31 stehenden 1. Zug

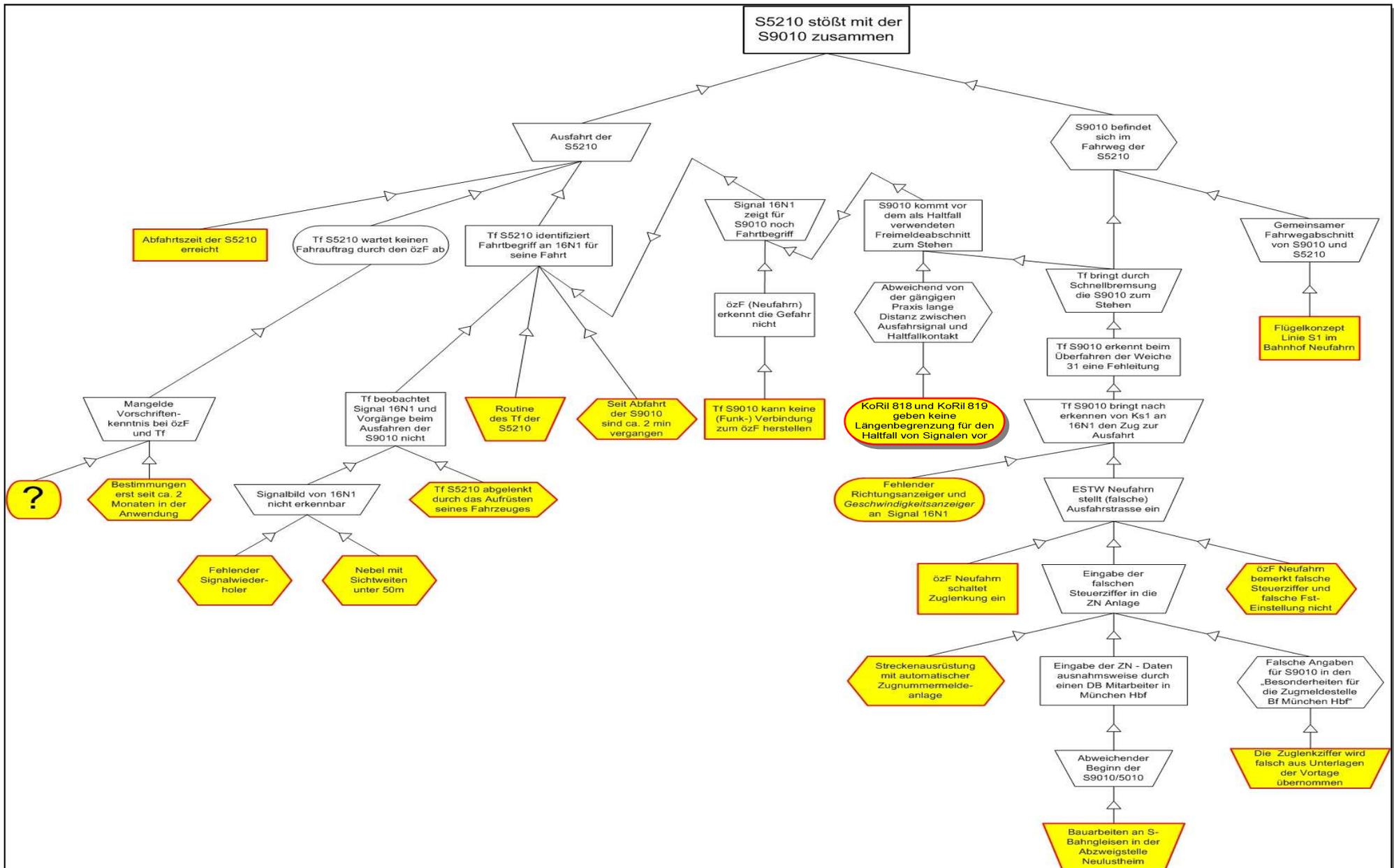
**Mehrere
Züge stehen
zur Abfahrt
bereit**

(5) Wenn in einem Gleis mehrere Züge zur Abfahrt bereit stehen, gilt die Zustimmung zur Abfahrt nur für den ersten Zug. Als Fahrdienstleiter müssen Sie die Zugaufsicht der anderen Züge anweisen, Abfahrauftrag erst zu erteilen, wenn Sie der Abfahrt zusätzlich mündlich zugestimmt haben.





(0,0)

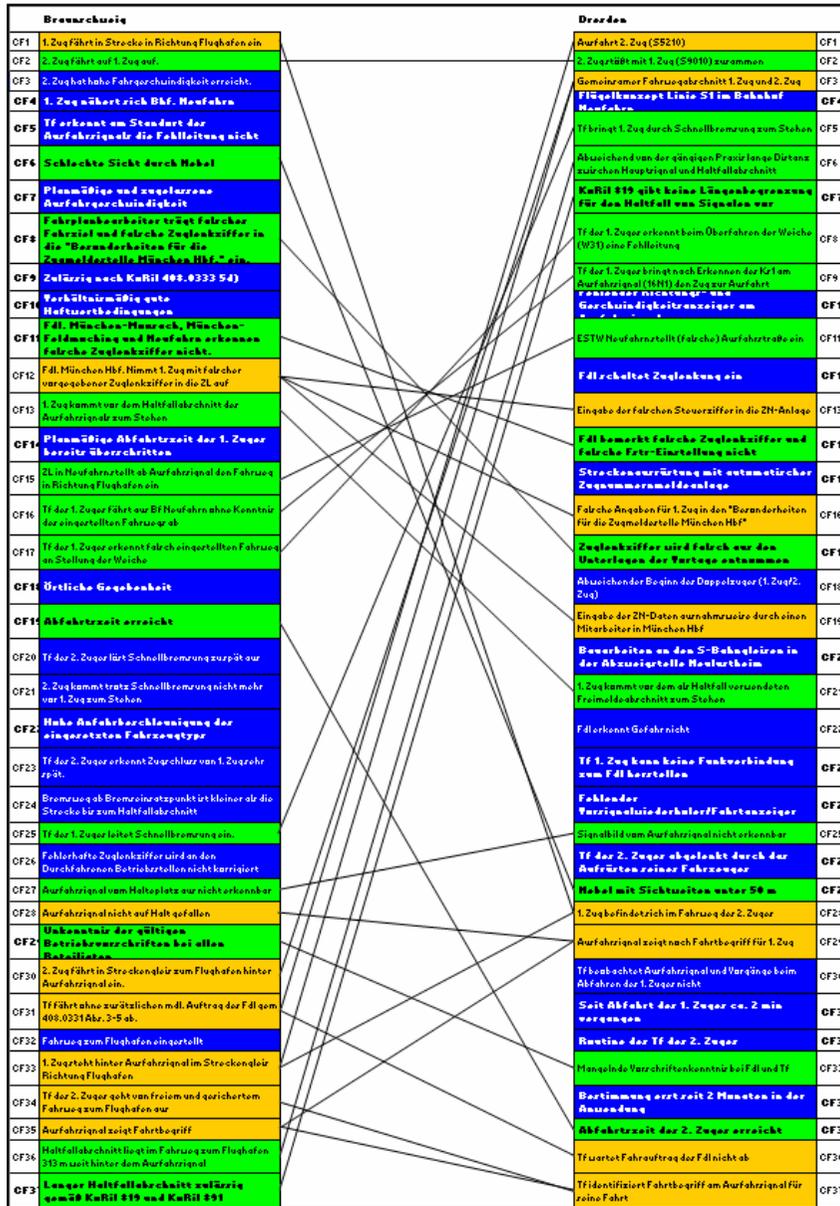


Index	Kausale Faktoren (causal factors)	Grundursache	Mensch	Technik	Organisation	Tatsache
CF1	1. Zug fährt in Strecke in Richtung Flughafen ein					
CF2	2. Zug fährt auf 1. Zug auf.					
CF3	2. Zug hat hohe Fahrgeschwindigkeit erreicht.					
CF4	1. Zug nähert sich Bhf. Neufahrn	1				1
CF5	Tf erkennt am Standort des Ausfahrsignals die Fehlleitung nicht	1	1			
CF6	Schlechte Sicht durch Nebel	1				1
CF7	Planmäßige und zugelassene Ausfahrgeschwindigkeit	1				1
CF8	Fahrplanbearbeiter trägt falsches Fahrziel und falsche Zuglenkziffer in die "Besonderheiten für die Zugmeldestelle München Hbf." ein.	1	1			
CF9	Zulässig nach KoRil 408.0333 5d)	1				
CF10	Verhältnismäßig gute Haftwertbedingungen	1				1
CF11	Fdl. München-Moosach, München-Feldmoching und Neufahrn erkennen falsche Zuglenkziffer nicht.	1	1			
CF12	Fdl. München Hbf. Nimmt 1. Zug mit falscher vorgegebener Zuglenkziffer in die ZL auf					
CF13	1. Zug kommt vor dem Haltfallabschnitt des Ausfahrsignals zum Stehen					
CF14	Planmäßige Abfahrtszeit des 1. Zuges bereits überschritten	1				1
CF15	ZL in Neufahrn stellt ab Ausfahrsignal den Fahrweg in Richtung Flughafen ein					
CF16	Tf des 1. Zuges fährt aus Bf Neufahrn ohne Kenntnis des eingestellten Fahrwegs ab					
CF17	Tf des 1. Zuges erkennt falsch eingestellten Fahrweg an Stellung der Weiche					
CF18	Örtliche Gegebenheit	1				1
CF19	Abfahrtszeit erreicht	1				1
CF20	Tf des 2. Zuges löst Schnellbremsung zu spät aus					
CF21	2. Zug kommt trotz Schnellbremsung nicht mehr vor 1. Zug zum Stehen					
CF22	Hohe Anfahrbeschleunigung des eingesetzten Fahrzeugtyps	1		1		
CF23	Tf des 2. Zuges erkennt Zugschluss von 1. Zug sehr spät.					
CF24	Bremsweg ab Bremsesatzpunkt ist kleiner als die Strecke bis zum Haltfallabschnitt					
CF25	Tf des 1. Zuges leitet Schnellbremsung ein.					
CF26	Fehlerhafte Zuglenkziffer wird an den Durchfahrenen Betriebsstellen nicht korrigiert					
CF27	Ausfahrsignal vom Halteplatz aus nicht erkennbar					
CF28	Ausfahrsignal nicht auf Halt gefallen					
CF29	Unkenntnis der gültigen Betriebsvorschriften bei allen Beteiligten	1	1			
CF30	2. Zug fährt in Streckengleis zum Flughafen hinter Ausfahrsignal ein.					
CF31	Tf des 2. Zuges fährt ohne zusätzlichen mdl. Auftrag des Fdl gem 408.0331 Abs. 3-5 ab.					
CF32	Fahrweg zum Flughafen eingestellt					
CF33	1. Zug steht hinter Ausfahrsignal im Streckengleis Richtung Flughafen					
CF34	Tf des 2. Zuges geht von freiem und gesichertem Fahrweg zum Flughafen aus					
CF35	Ausfahrsignal zeigt Fahrtbegriff					
CF36	Haltfallabschnitt liegt im Fahrweg zum Flughafen 313 m weit hinter dem Ausfahrsignal					
CF37	Langer Haltfallabschnitt zulässig gemäß KoRil 819 und KoRil 891	1				1
Anzahl:		14	4	1	1	7



Vergleichende Analyse LoF (TUD)

Index	Kausale Faktoren (causal factors)	Grundursache	Mensch	Technik	Organisation	Tatsache
CF1	Ausfahrt 2. Zug (S5210)					
CF2	2. Zug stößt mit 1. Zug (S9010) zusammen					
CF3	Gemeinsamer Fahrwegabschnitt 1. Zug und 2. Zug					
CF4	Flügelkonzept Linie S1 im Bahnhof Neufahrn	1			1	
CF5	Tf bringt 1. Zug durch Schnellbremsung zum Stehen					
CF6	Abweichend von der gängigen Praxis lange Distanz zwischen Hauptsignal und Haltfallabschnitt					
CF7	KoRil 819 gibt keine Längenbegrenzung für den Haltfall von Signalen vor	1			1	
CF8	1. Zug erkennt beim Überfahren der Weiche (W31) eine Fehlleitung					
CF9	Tf des 1. Zuges bringt nach Erkennen des Ks1 am Ausfahrtsignal (16N1) den Zug zur Ausfahrt					
CF10	Fehlender Richtungs- und Geschwindigkeitsanzeiger am Ausfahrtsignal	1			1	
CF11	ESTW Neufahrn stellt (falsche) Ausfahrtsstraße ein					
CF12	Fdl schaltet Zuglenkung ein	1	1			
CF13	Eingabe der falschen Steuerziffer in die ZN-Anlage					
CF14	Fdl bemerkt falsche Zuglenkziffer und falsche Fstr-Einstellung nicht	1	1			
CF15	Streckenausrüstung mit automatischer Zugnummernmeldeanlage	1				1
CF16	Falsche Angaben für 1. Zug in den "Besonderheiten für die Zugmeldestelle München Hbf"					
CF17	Zuglenkziffer wird falsch aus den Unterlagen der Vortage entnommen	1	1			
CF18	Abweichender Beginn des Doppelzuges (1. Zug/2. Zug)					
CF19	Eingabe der ZN-Daten ausnahmsweise durch einen Mitarbeiter in München Hbf					
CF20	Bauarbeiten an den S-Bahngleisen in der Abzweigstelle Neulustheim	1				1
CF21	1. Zug kommt vor dem als Haltfall verwendeten Freimeldeabschnitt zum Stehen					
CF22	Fdl erkennt Gefahr nicht					
CF23	Tf 1. Zug kann keine Funkverbindung zum Fdl herstellen	1		1		
CF24	Fehlender Vorsignalwiederholer/Fahrtanzeiger	1				
CF25	Signalbild vom Ausfahrtsignal nicht erkennbar					
CF26	Tf des 2. Zuges abgelenkt durch das Aufrüsten seines Fahrzeuges	1			1	
CF27	Nebel mit Sichtweiten unter 50 m	1				1
CF28	1. Zug befindet sich im Fahrweg des 2. Zuges					
CF29	Ausfahrtsignal zeigt noch Fahrtbegriff für 1. Zug					
CF30	Tf beobachtet Ausfahrtsignal und Vorgänge beim Abfahren des 1. Zuges nicht					
CF31	Seit Abfahrt des 1. Zuges ca. 2 min vergangen	1				1
CF32	Routine des Tf des 2. Zuges	1	1		1	
CF33	Mangelnde Vorschriftenkenntnis bei Fdl und Tf					
CF34	Bestimmung erst seit 2 Monaten in der Anwendung	1				1
CF35	Abfahrtszeit des 2. Zuges erreicht	1				1
CF36	Tf wartet Fahrauftrag des Fdl nicht ab					
CF37	Tf identifiziert Fahrtbegriff am Ausfahrtsignal für seine Fahrt					
	Anzahl:	16	4	1	5	6



Schritt 1

•• Gegenüberstellung der Fakten beider Analysen

•• Verbinden der Fakten:

→ Wenn sich mindestens eine Teilaussage des Sachverhalts in einem Fakt der anderen Analyse wieder findet.

•• Einfärben der Fakten:

→ **Grün**: Zu diesem Fakt findet sich genau ein korrespondierender Fakt in der anderen Analyse (1:1-Relation)

→ **Blau**: Der Sachverhalt findet sich nicht in der jeweils anderen Analyse

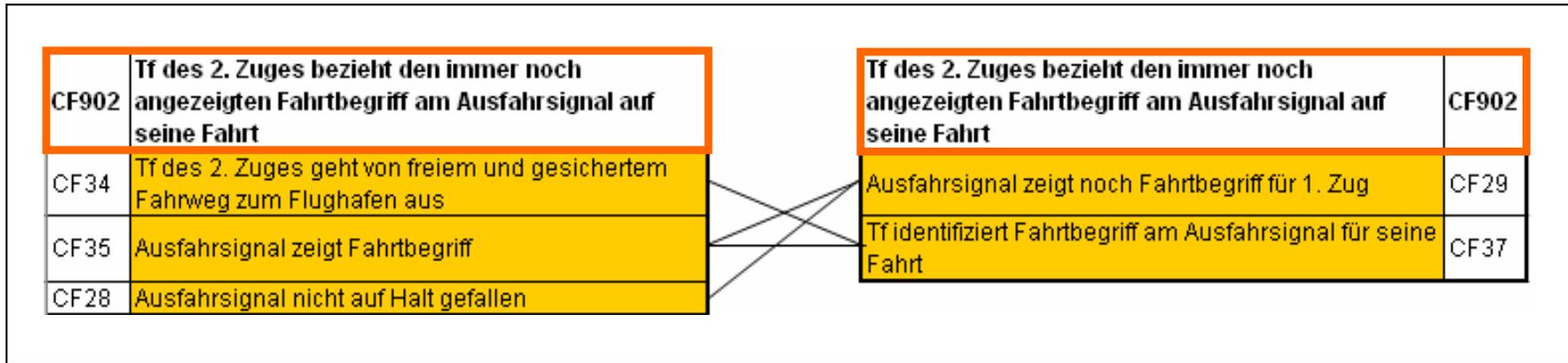
→ **Gelb**: Der Sachverhalt wird in beiden Analysen durch eine unterschiedliche Zahl Fakten repräsentiert (Zwischen den Sachverhalten besteht eine m:n-Relation).

Braunschweig		Dresden	
CF2	2. Zug fährt auf 1. Zug auf.	2. Zug stößt mit 1. Zug (§3010) zusammen	CF2
CF6	Schlechte Sicht durch Nebel	Nebel mit Sichtweiten unter 50 m	CF2
CF8	Fahrplanarbeiter trägt falsches Fahrziel und falsche Zuglenkziffer in die "Besonderheiten für die FdI München-Moosack, München-Fdl, München-Moosack, München-Feldmooching und Neufahrn erkennen falsche Zuglenkziffer nicht.	Zuglenkziffer wird falsch aus den Unterlagen der Vortage entnommen	CF11
CF11	Fdl München-Moosack, München-Feldmooching und Neufahrn erkennen falsche Zuglenkziffer nicht.	Fdl bemerkt falsche Zuglenkziffer und falsche Fdtr-Einstellung nicht	CF14
CF13	1. Zug kommt vor dem Haltfallsabschnitt des Ausfahrtsignals zum Stehen	1. Zug kommt vor dem als Haltfall verwendeten Freimeldeschnitt zum Stehen	CF21
CF15	2L in Neufahrn stellt ab Ausfahrtsignal den Fahrweg in Richtung Flughafen ein	ESTW Neufahrn stellt (falsche) Ausfahrtraße ein	CF11
CF17	Tf des 1. Zuges erkennt falsch eingestellten Fahrweg an Stellung der Weiche	Tf des 1. Zuges erkennt beim Überfahren der Weiche (W31) eine Fehlleitung	CF8
CF23	Tf des 1. Zuges leitet Schnellbremsung ein.	Tf bringt 1. Zug durch Schnellbremsung zum Stehen	CF5
CF36	Haltfallsabschnitt liegt im Fahrweg zum Flughafen 313 m weit hinter dem Ausfahrtsignal	Abweichend von der gängigen Praxis lange Distanz zwischen Hauptsignal und Haltfallsabschnitt	CF6
CF3	Langer Haltfallsabschnitt zulässig gemäß KoRil 819 und KoRil 831	KoRil 819 gibt keine Längsbegrenzung für den Haltfall von Signalen vor	CF7
CF11	Abfahrtszeit erreicht	Abfahrtszeit des 2. Zuges erreicht	CF33
CF27	Ausfahrtsignal vom Halteplatz aus nicht erkennbar	Signalbild vom Ausfahrtsignal nicht erkennbar	CF23
CF2	Unkenntnis der gültigen Betriebsvorschriften bei allen	Mangelnde Vorschriftenkenntnis bei Fdl und Tf	CF33
CF16	Tf des 1. Zuges fährt aus Bf Neufahrn ohne Kenntnis des eingestellten Fahrwegs ab	Tf des 1. Zuges bringt nach Erkennen des Kof am Ausfahrtsignal (BN) den Zug zur Ausfahrt	CF3
CF3	2. Zug hat hohe Fahrgeschwindigkeit erreicht	Fdl schaltet Zuglenkung ein	CF12
CF4	1. Zug säubert sich Bf. Neufahrn	Flügelkonzept Linie S1 im Bahnhof	CF4
CF5	Tf erkennt am Standort des Ausfahrtsignals die Fehlleitung nicht	Streckenausrüstung mit automatischer Zugammernanlage	CF15
CF7	Planmäßige und zugelassene Ausfahrgeschwindigkeit	Abweichender Beginn des Doppelauges (1. Zug/2. Zug)	CF18
CF3	Zulässig nach KoRil 408.0333 5d)	Bearbeiten an den S-Bahngleisen in der Abzweigstelle Meuselheim	CF2
CF1	Verhältnismäßig gute	Fdl erkennt Gefahr nicht	CF22
CF1	Planmäßige Abfahrtszeit des 1. Zuges bereits überschritten	Tf 1. Zug kann keine Fdtr-Verbindung zum Fdl herstellen	CF2
CF1	Örtliche Gegebenheit	Tf des 2. Zuges abgelenkt durch das Aufrüsten seines Fahrzeuges	CF2
CF20	Tf des 2. Zuges löst Schnellbremsung zu spät aus	Tf beobachtet Ausfahrtsignal und Vorgänge beim Abfahren des 1. Zuges nicht	CF30
CF2	2. Zug kommt trotz Schnellbremsung nicht mehr vor 1. Zug zum Stehen	Seit Abfahrt des 1. Zuges ca. 2 min vergangen	CF3
CF2	Hohe Anfahrbeschleunigung des eingesetzten Fahrzeugtyps	Routine des Tf des 2. Zuges	CF3
CF2	Tf des 2. Zuges erkennt Zugschluss von 1. Zug sehr spät.	Bestimmung erst seit 2 Monaten in der Anwendung	CF3
CF2	Bremsweg ab Bremsenstartpunkt ist kleiner als die Strecke bis zum Haltfallsabschnitt	Fehlender	CF2
CF2	Fehlerhafte Zuglenkziffer wird an den Durchfahrenen Betriebsstellen nicht korrigiert	Vorsignalswiederholer/Fahrtaanzeiger	CF2
CF3	Fahrweg zum Flughafen eingestellt	Fehlender Richtungs- und Geschwindigkeitsanzeiger am	CF10
CF1	1. Zug fährt in Strecke in Richtung Flughafen ein	1. Zug befindet sich im Fahrweg des 2. Zuges	CF28
CF3	2. Zug fährt in Streckengleis zum Flughafen hinter Ausfahrtsignal ein	Gemeinsamer Fahrwegabschnitt 1. Zug und 2. Zug	CF3
CF3	1. Zug stößt hinter Ausfahrtsignal im Streckengleis Richtung Flughafen		
CF3	Tf des 2. Zuges geht von freiem und gesichertem Fahrweg zum Flughafen aus	Ausfahrtsignal zeigt noch Fahrtbegriff für 1. Zug	CF28
CF35	Ausfahrtsignal zeigt Fahrtbegriff	Tf identifiziert Fahrtbegriff am Ausfahrtsignal für seine Fahrt	CF37
CF23	Ausfahrtsignal nicht auf Halt gefallen		
CF3	Tf fährt ohne zusätzlichen mdl. Auftrag des Fdl gem 408.0331 Abs. 3-5 ab.	Ausfahrt 2. Zug (§5210)	CF1
		Tf wartet Fahrauftrag des Fdl nicht ab	CF38
CF12	Fdl München Hbf. Nimmt 1. Zug mit falscher vorgegebener Zuglenkziffer in die 2L auf	Eingabe der falschen Steuerziffer in die ZN-Anlage	CF13
		Falsche Angaben für 1. Zug in den "Besonderheiten für die Zugmeldestelle München Hbf"	CF16
		Eingabe der ZN-Daten ausnahmsweise durch einen Mitarbeiter in München Hbf	CF19

Schritt 2

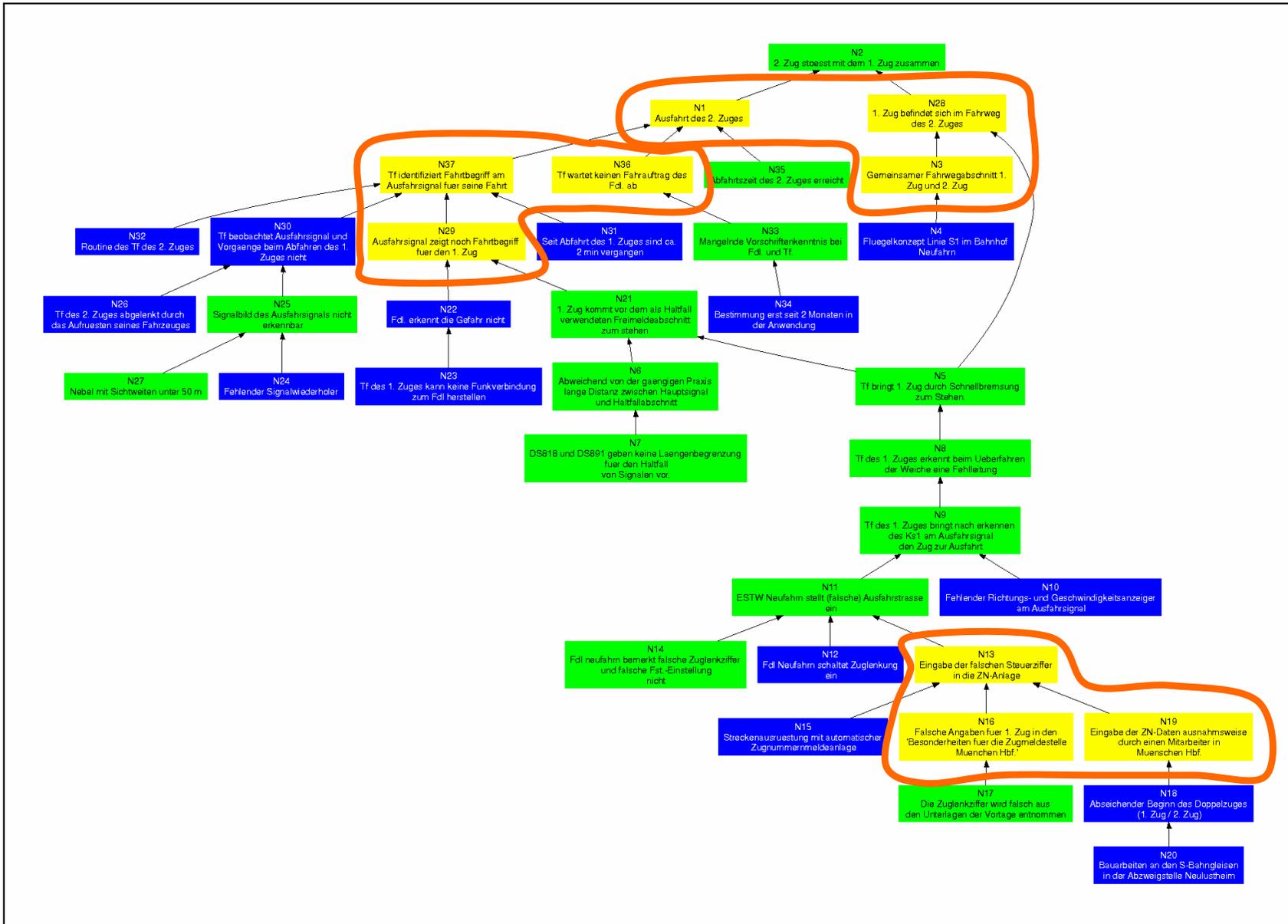
•• Sortierung der Fakten

- **Grün**: Die korrespondierenden Fakten werden gegenübergestellt
- **Blau**: Keine besondere Zuordnung
- **Gelb**: Die einzelnen Fakten werden so angeordnet, dass sich in beiden Analysen Faktengruppen ergeben, die in etwa den gleichen Sachverhalt beschreiben.

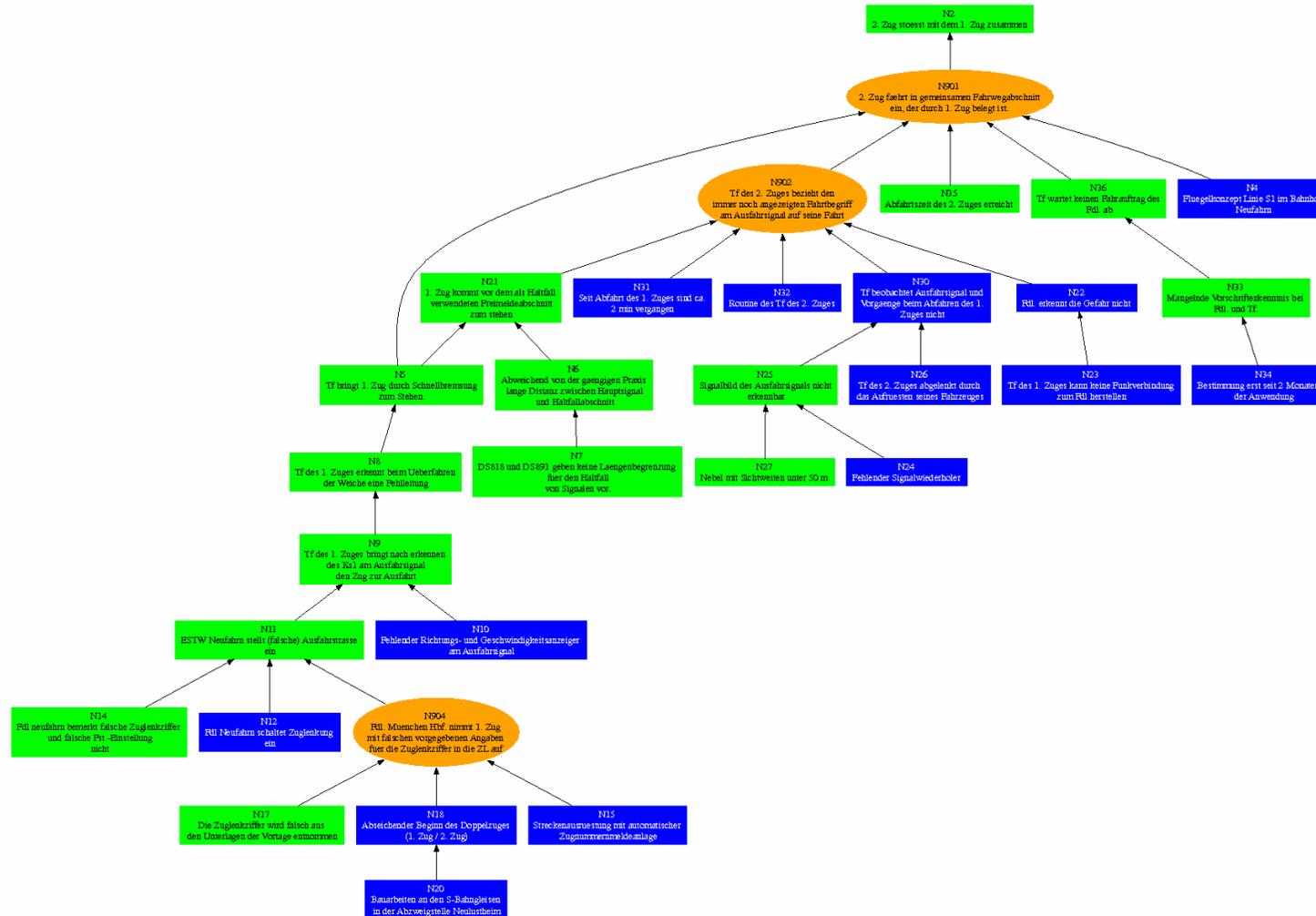


Schritt 3

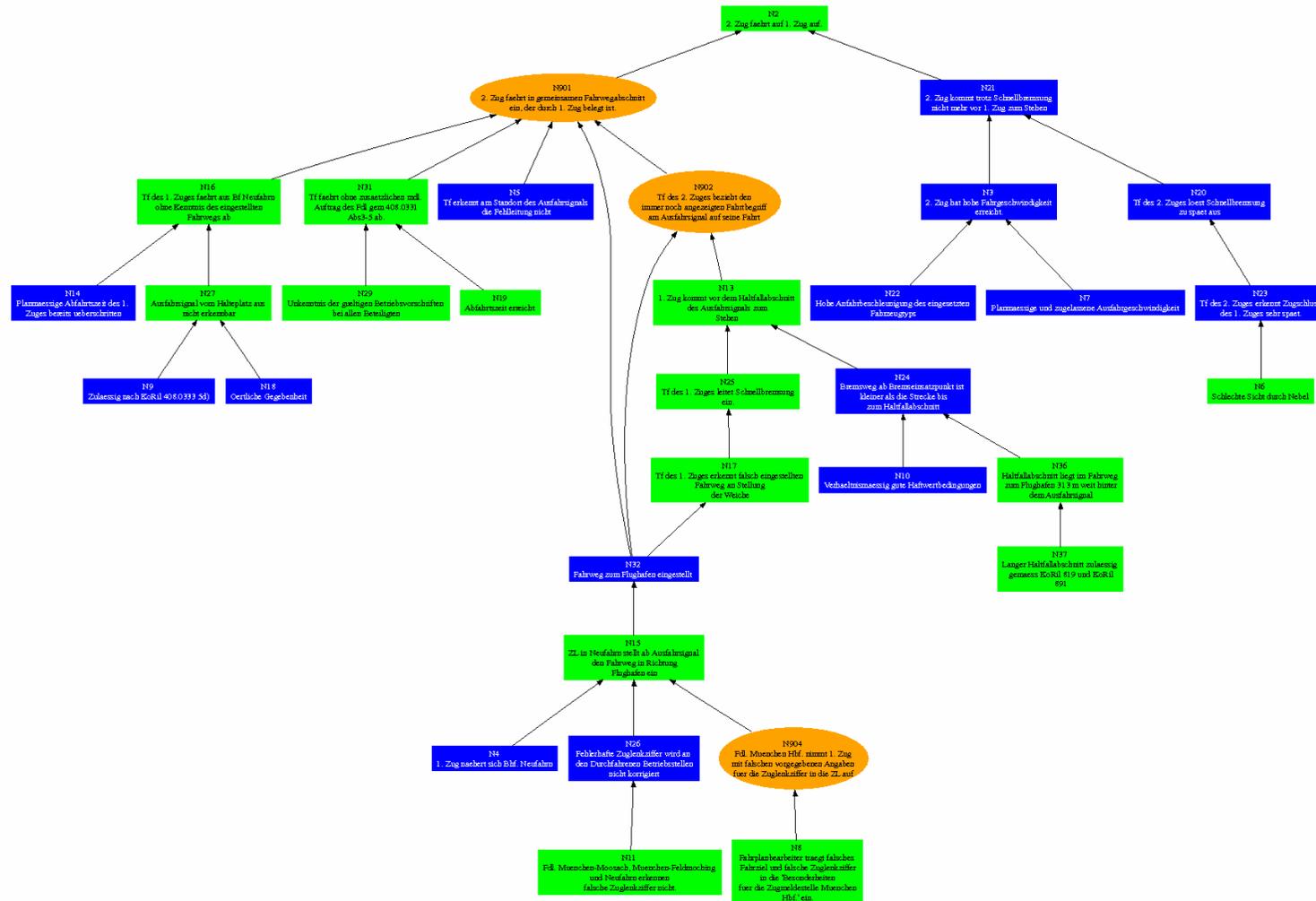
- Gruppierung der gelben Fakten
 - Für die in Schritt 2 abgeleiteten Faktengruppen werden geeignete Gruppenfaktoren ermittelt, die den beschriebenen Sachverhalt in beiden Analysen repräsentieren.
- Ersetzung der ursprünglichen Faktoren in den Graphen durch orange Ellipsen, die die neu erzeugten Gruppen repräsentieren.
- Vergabe von neuen Fakten-IDs für die Gruppen



Zusammenstoß zweier S-Bahnen im Bahnhof Neufahrn, 16.08.2003 Why-Because-Graph (TU Dresden)



Zusammenstoß zweier S-Bahnen im Bahnhof Neufahrn, 16.08.2003 Why-Because-Graph (TU Braunschweig)

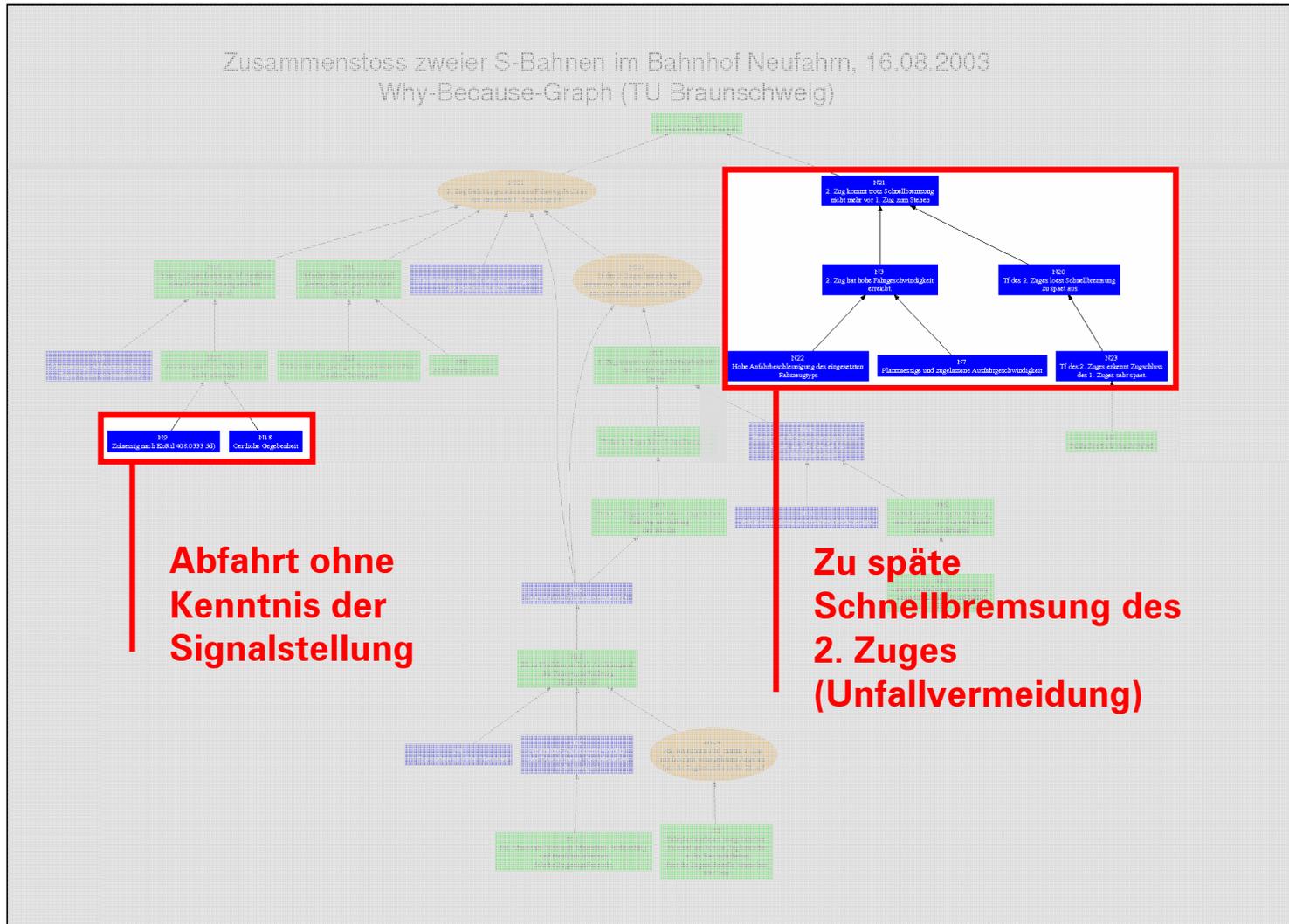


Auffälligkeiten

- „Blaue“ Faktoren formen sich zu Gruppen. Diese zeigen einen Sachverhalt an, der in der jeweils anderen Analyse nicht berücksichtigt wurde.
- Die Graphenstrukturen sind trotz der Angleichungen durch die neuen Faktengruppen noch sehr unterschiedlich.
- Die „oranen“ Faktengruppen finden sich jeweils an ähnlichen Stellen im Graphen

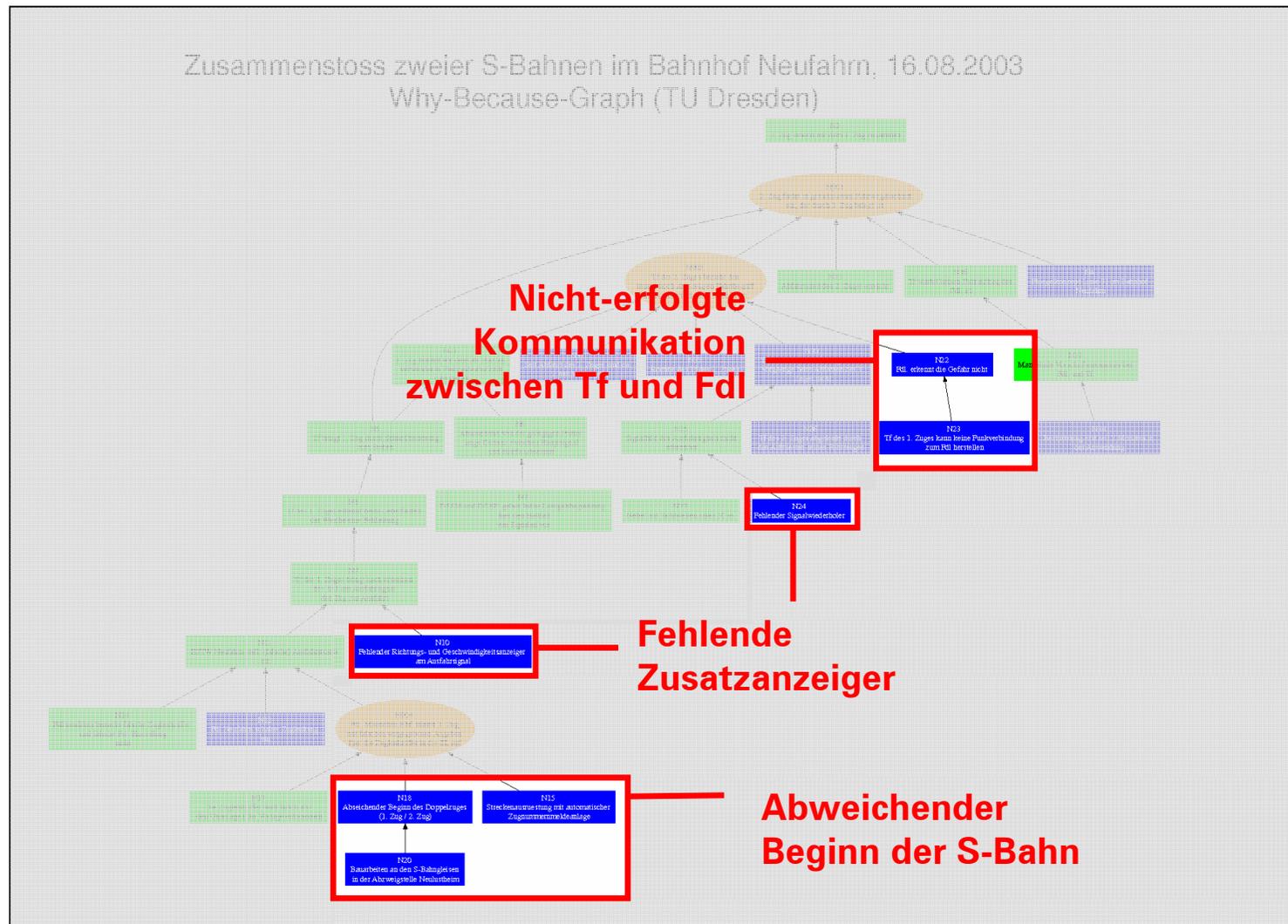
Nicht-abgedeckte Sachverhalte

Aus Sicht des Graphen der TU Braunschweig



Nicht-abgedeckte Sachverhalte

Aus Sicht des Graphen der TU Dresden



In beiden Analysen ermittelte Grundursachen

- Zu große, jedoch vorschriftenkonforme Länge des Haltfallabschnitts
- Missachtung des neuen Abfertigungs-Prozederes gemäß 408.0331 Abs. 3-5
- Falsche Zuglenkziffer durch Fehler bei der Erstellung der betrieblichen Unterlagen

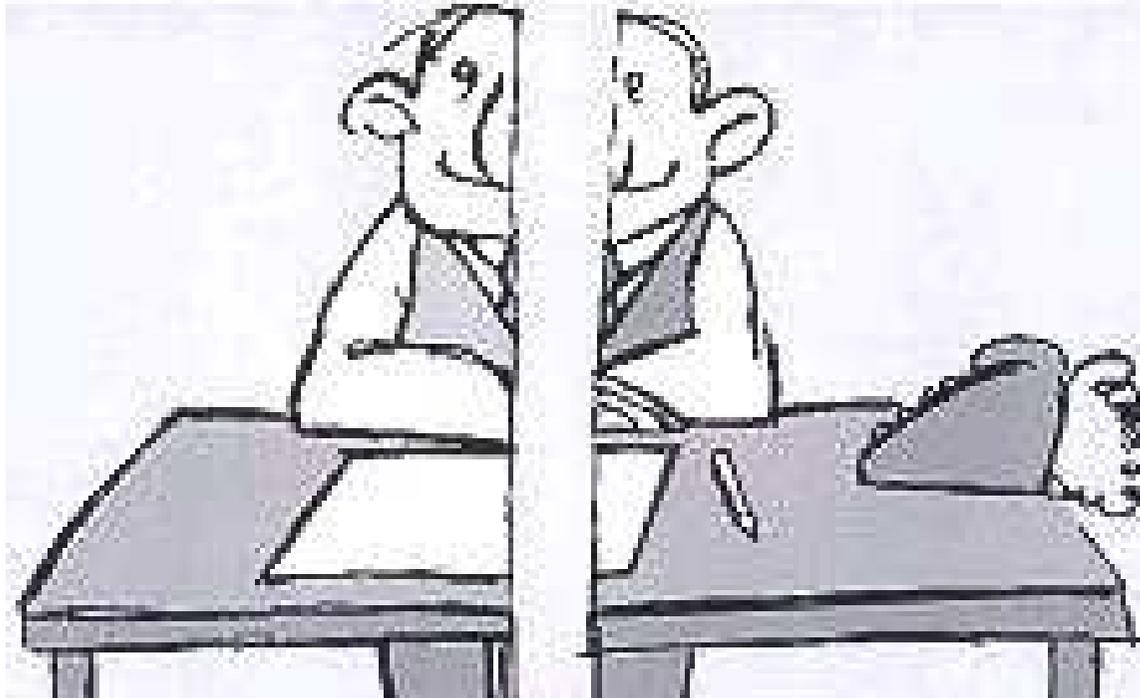
Zusätzliche, relevante Grundursachen Analyse DD

- Ungenügende Ausstattung der Signale mit Zusatzanzeigern
- Nicht-Zustandekommen der Funkverbindung zum FdI

Zusätzliche, relevante Grundursachen Analyse BS

- Unmöglichkeit einer wirksamen Schnellbremsung durch Zug 2

- Die wesentlichen unfallverursachenden Faktoren wurden in beiden Analysen gleichermaßen erkannt
- Dennoch gibt es Sachverhalte, die nur in jeweils einer der beiden Analysen ermittelt wurden
 - Teilweise wurden einzelne Zweige der Graphen unterschiedlich tief entwickelt (Unterschiedliche Grundursachen)
 - Teilweise wurden bestimmte Phänomene nicht als kausal relevant für das Unfallgeschehen erkannt – die entsprechenden Fakten fehlen meist bereits in der List of Facts („blaue Faktoren“)
- Durch die vorgestellte Vergleichsmethode konnte detailliert herausgearbeitet werden, welche Phänomene jeweils **nicht** erkannt wurden und welche Phänomene nur auf einem **anderen Weg** beschrieben wurden
- Dieses Vorgehen liefert wertvolle Anhaltspunkte, wie die Ergebnisse beider Analysen kombiniert werden können, um zu einer umfassenden und korrekten Gesamtaussage zu gelangen.



Vielen Dank für Ihre ungeteilte Aufmerksamkeit!