

KAPITEL 4

Beispiel einer Why-Because-Analyse

Christoph Goeker 2010

4.1 Anfangsbericht

Der Anfangsbericht ist dem System Safety Kursmaterial vom 23. Juli 2010 entnommen.

4.2 Identifizierte Faktoren

4.2.1 Die folgenden Fakten wurden in der Erzählung als potentielle Faktoren identifiziert

1. Flugzeug konnte bei der Landung in Warschau nicht auf der Landebahn anhalten
2. Flugzeug traf den Erdwall
3. ein Crewmitglied starb
4. ein Passagier starb
5. Flugzeug wurde durch Brand beschädigt.
6. Crew meldet stabilisierten Status
7. TWR meldet Scherwinde auf Runway 11

8. JET AVIATION 101, die gerade gelandet waren, meldeten Scherwinde beim finalen Anflug
9. Crew setze den Anflug mit Landekonfiguration bis Aufsetzen fort
10. atmosphärische Front zog von West nach Ost über das Gebiet von Okęcie
11. Beim finalen Anflug (im Gebiet von MM) zeichneten DFDR und QAR einen temporären (Dauer ca. 15 Sekunden) Abfall von CAS = 154 kts mit 12 kts auf.
12. Das Flugzeug passierte die Höhe von 50 Fuß mit CAS = 158.8 kts. d.h. ungefähr 20 kts mehr als V_{LS} empfiehlt bezogen auf sein Gewicht.
13. GS waren 172.0 kts.
14. Das Flugzeug hatte den ersten Kontakt mit RWY 11 mit seinem rechten Fahrwerk bei einer Distanz von 770 Metern zum Anfang von RWY 11.
15. das linke Fahrwerk berührte die Landebahn 9 Sekunden später bei einer Distanz von 1525 Metern zum Anfang von RWY 11
16. CAS von 136 kts und GS von 154 kts
17. Bereits nach dem ersten Kontakt des rechten Fahrwerks mit der Landebahn unternahm der Pilot den Versuch die Radbremzen zu benutzen.
18. Radbremzen versagten
19. als das linke Fahrwerk die Landebahn berührt geben die von der oleo strut (Schockabsorber) Kompression abhängigen automatischen Systeme des Airbus A320 die Bodenbremsklappen (ground spoilers) und die Schubumkehr (engine thrust reversers) frei.
20. die Spoiler fahren voll auf 50° aus.
21. die Schubumkehr setzt ein
22. N1 der Triebwerke erreicht 71%.
23. Die Radbremzen begannen erst ca. 4 Sekunden später zu greifen
24. Die Radbremzen sind abhängig von der Radrotation welche equivalent zu einer Umfangsgeschwindigkeit von 72 kts ist
25. Bedingungen von schwerem/heftigen Regen
26. Wasserfilm auf der Landebahn
27. Landebahn war zu kurz um es dem Flugzeug zu ermöglichen auf der Landebahn zu stoppen

28. Hinderniss hinter Ende der Landebahn
29. der Pilot schaffte es nur noch das Flugzeug nach rechts abzuschwenken
30. Das Flugzeug rollte über das Ende der Landebahn mit einem GS von 72 kts hinaus
31. Flugzeug kollidierte mit seinem linken Flügel mit dem Erdwall
32. Flugzeug überwand Erdwall und zerstörte dabei das LLZ Antennensystem welches auf dem Erdwall montiert war
33. Flugzeug kam direkt hinter dem Erdwall zum Stillstand
34. Fahrwerk wurde zerstört
35. linkes Triebwerk wurde zerstört
36. Pilot im rechten Sitz starb auf der Stelle
37. Die Flughafenfeuerwehr löschte das Feuer im Flugzeug
38. Es gab ein Tief über Polen
39. Es gab ein mit dem Tief verbundenes System von atmosphärischen Fronten
40. Warschau war im warmen Teil des Tiefs
41. Es gab einige Schauer und sporadische Stürme an der Frontlinie
42. Treibstofftanks des Flugzeugs brachen
43. Treibstoff lief auf der linken Seite des Flugzeugrumpfes aus
44. Treibstoff wurde entzündet
45. Treibstoff hatte Kontakt mit heißen Teilen des beschädigten linken Triebwerks oder mit elektrischen Systemen der Antennenanlage
46. Brand des linken Flügels
47. Das Feuer breitete sich auf einer Fläche von ungefähr 600 Quadratmetern aus
48. Binnen kurzer Zeit drang das Feuer in die Passagierkabine
49. Feuer erzeugte zuerst nur Rauch
50. Rauch füllte später die gesamte Kabine
51. verantwortlicher Pilot (PNF) starb unmittelbar durch den Zusammenstoß mit Teilen der Cockpiteinrichtung beim Aufprall
52. Der Passagier auf dem äußersten linken Sitz in der Business-Klasse erlitt eine Fraktur der ersten Lendenwirbel und beider Hände

- 53. Passagier konnte Sitz aus eigener Kraft nicht verlassen.
- 54. temporärer Verlust des Bewußtseins
- 55. unbemerkt von Passagieren und Kabinenpersonal

4.2.2 Die folgenden Aussagen des Anfangsberichts wurden aus den folgenden Gründen aus der Faktorliste ausgelassen

Aussage	Grund
(6) Crew meldet stabilisierten Status & (9) Crew setze den Anflug mit Landekonfiguration bis Aufsetzen fort	hat keine bedeutenden Auswirkungen in diesem Fall
(13) GS waren 172.0 kts. & (16) CAS von 136 kts und GS von 154 kts	nur zum Verständnis
(17) Bereits nach dem ersten Kontakt des rechten Fahrwerks mit der Landebahn unternahm der Pilot den Versuch die Radbremsen zu benutzen. & (18) Radbremsen versagten & (24) Die Radbremsen sind abhängig von der Radrotation welche equivalent zu einer Umfangsgeschwindigkeit von 72 kts ist	kombiniert in neuem Faktor (57)
(20) die Spoiler fahren voll auf 50° aus & (21) die Schubumkehr setzt ein & (22) N1 der Triebwerke erreicht 71%.	kombiniert in neuem Faktor (58)
(30) Das Flugzeug rollte über das Ende der Landebahn mit einem GS von 72 kts hinaus. & (33) Flugzeug kam direkt hinter dem Erdwall zum Stillstand	nur wichtig dass Flugzeug den Erdwall traf
(37) Die Flughafenfeuerwehr löschte das Feuer im Flugzeug.	hat keine Auswirkungen auf Unfall
(51) verantwortlicher Pilot (PNF) starb unmittelbar durch den Zusammenstoß mit Teilen der Cockpiteinrichtung beim Aufprall.	bereits in Faktor (36) genannt

4.3 Schaden

1. ein Crewmitglied starb
2. ein Passagier starb
3. Flugzeug wurde durch Brand beschädigt

4.4 Unfallereignisse

1. Flugzeug traf den Erdwall

4.5 Direkte Folgen der Unfallereignisse

1. Flugzeug konnte bei der Landung in Warschau nicht auf der Landebahn anhalten
Hätte das Flugzeug auf der Landebahn angehalten, hätte es nicht den Erdwall getroffen.

4.6 Potentielle umgebungsbedingte Faktoren

1. TWR meldet Scherwinde auf Runway 11
2. JET AVIATION 101, die gerade gelandet waren, meldeten Scherwinde beim finalen Anflug
3. atmosphärische Front zog von West nach Ost über das Gebiet von Okecie
4. Bedingungen von schwerem/heftigen Regen
5. Wasserfilm auf der Landebahn
6. Hinderniss hinter Ende der Landebahn
7. Es gab ein Tief über Polen
8. Es gab ein mit dem Tief verbundenes System von atmosphärischen Fronten
9. Warschau war im warmen Teil des Tiefs
10. Es gab einige Schauer und sporadische Stürme an der Frontlinie

4.7 Initialer Why-Because Graph dieser Faktoren

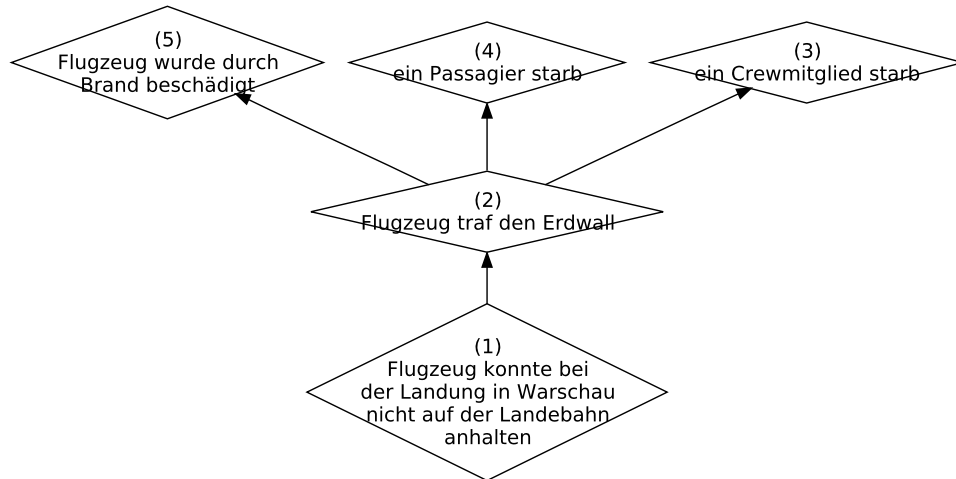


Abbildung 4.1: Initialer Why-Because-Graph

4.8 Der finale Why-Because Graph

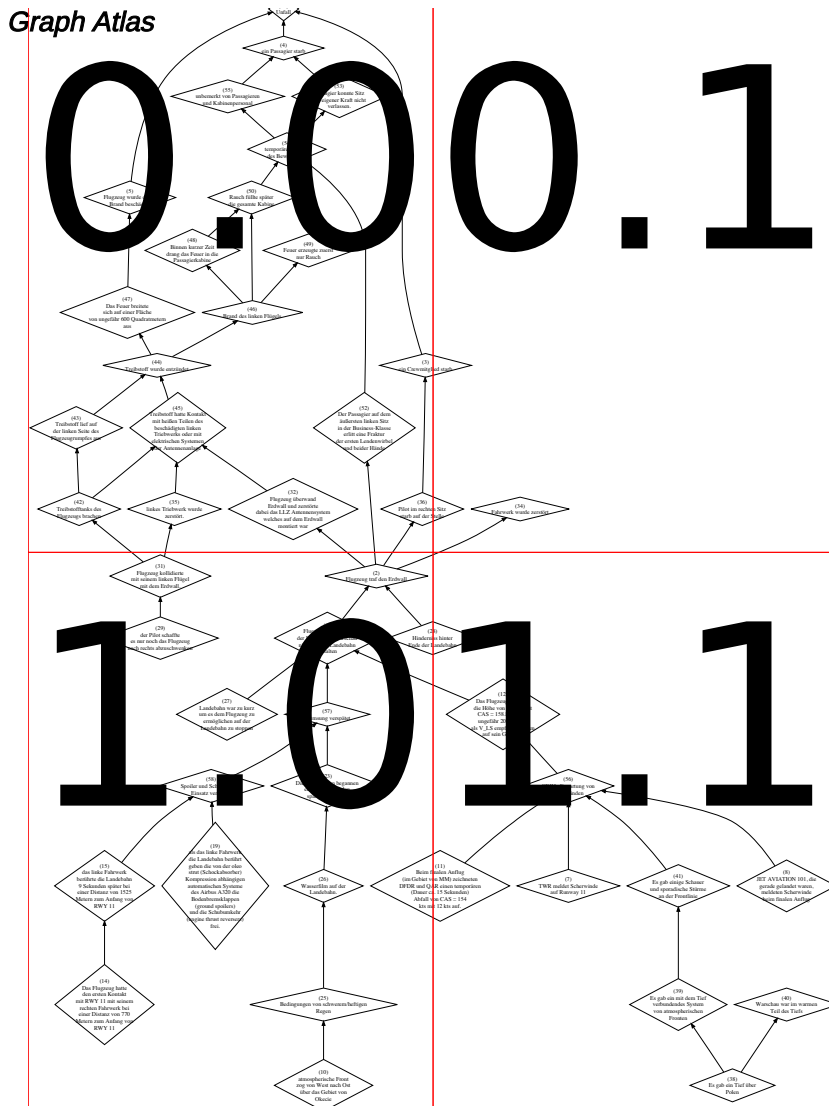
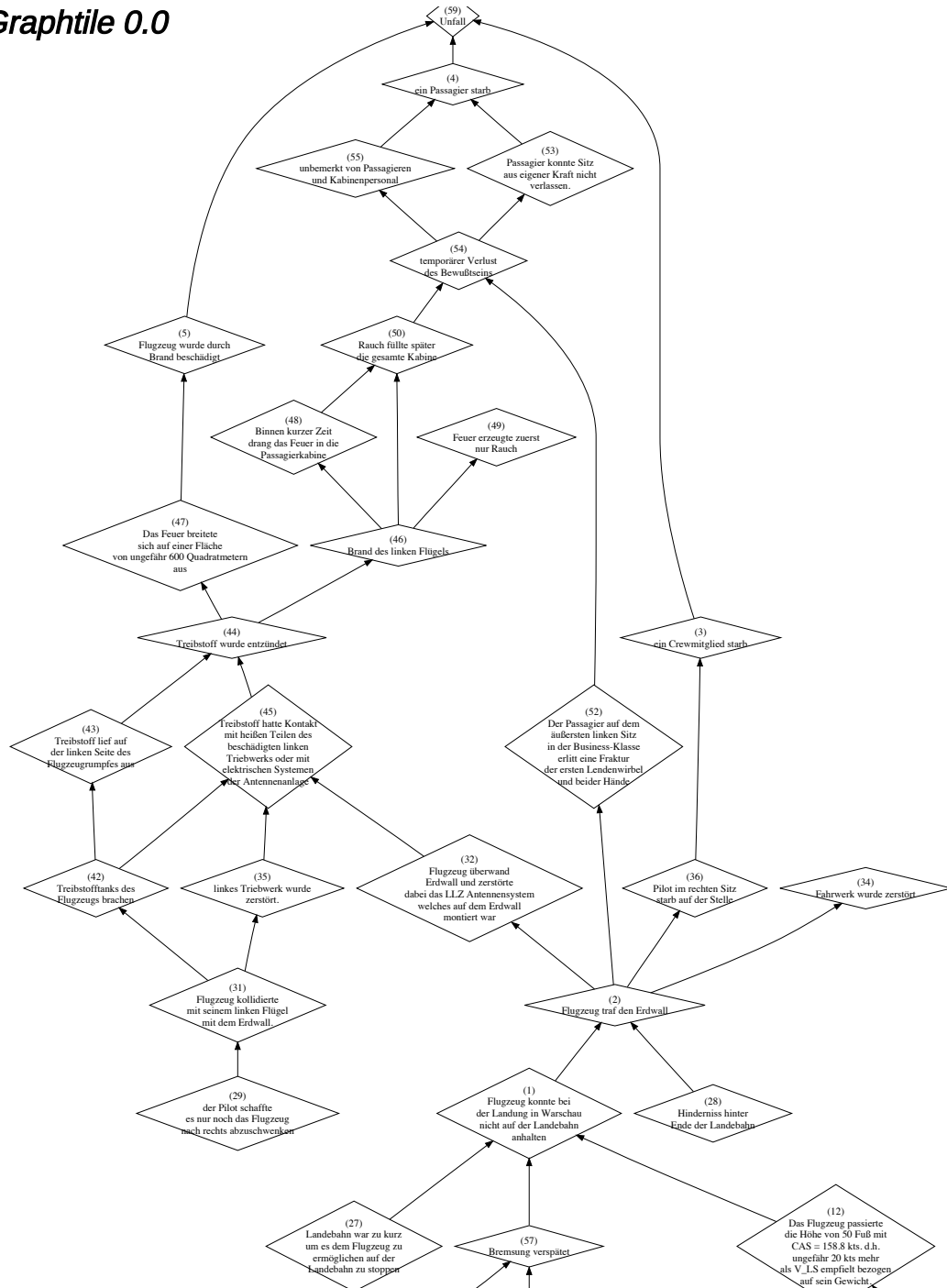
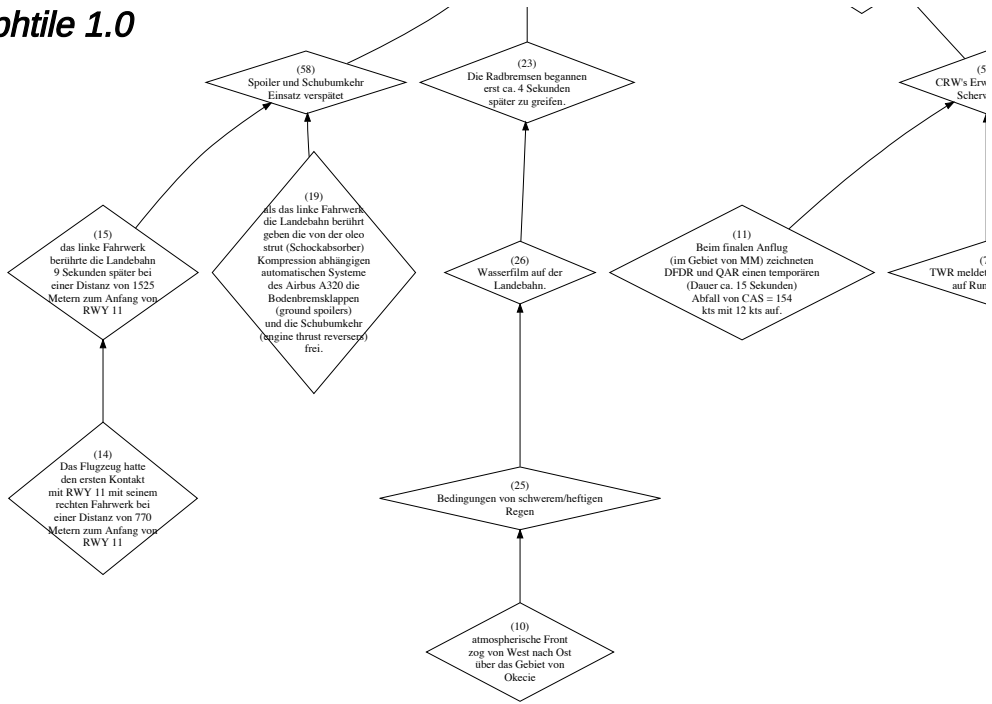


Abbildung 4.2: Finaler Why-Because-Graph

Graphtile 0.0

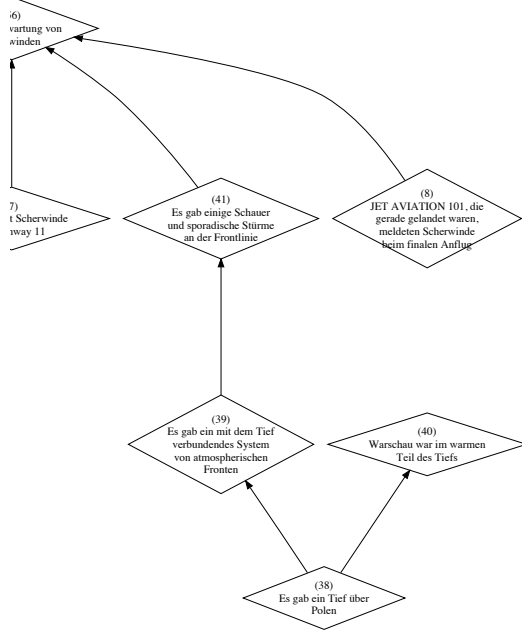


Graphfile 1.0



Graphile 0.1

Graphtile 1.1



4.9 Zusatzfaktoren

hinzugefügter Faktor	Grund warum Faktor hinzugefügt wurde
(56) CRW's Erwartung von Scherwinden	Begründung für höhere Landegeschwindigkeit
(57) Bremsung verspätet & (58) Spoiler und Schubumkehr Einsatz verspätet	notwendig um zu beschreiben warum das Flugzeug nicht auf der Landebahn anhalten konnte
(59) Unfall	benötigt für besser Lesbarkeit des Graphen und um zu zeigen was die 3 Hauptschäden sind

4.10 Verifizierung des finalen Why-Because Graph

Für jeden Faktor F der im finalen WBG vorkommt, für jeden NCF C von F, die Begründung warum C den Counterfactual Test bezüglich F erfüllt. Die Zahlen beziehen sich auf die Zahlen im Why-Because-Graph.

F	C	Begründung
59	3, 4, 5	Falls niemand gestorben wäre oder das Flugzeug nicht beschädigt worden wäre, hätte es keinen Unfall gegeben
3	36	Falls der Pilot nicht getötet worden wäre, gäbe es kein totes Crewmitglied
4	53, 55	Hätte der Passagier aus eigener Kraft den Sitz verlassen können oder wäre er von den Passagieren oder dem Kabinenpersonal bemerkt worden, wäre er nicht gestorben
5	47	Hätte sich das Feuer nicht auf einer so großen Fläche ausgebreitet, wäre das Flugzeug nicht durch den Brand beschädigt worden
53	54	Hätte er das Bewußtsein nicht temporär verloren, hätte er seinen Sitz aus eigener Kraft verlassen können

55	50, 54	Hätte er das Bewußtsein nicht temporär verloren oder hätte es keinen Rauch gegeben, wäre er bemerkt worden
54	50, 52	Hätte es keinen Rauch gegeben oder wäre er nicht verletzt worden, hätte er nicht temporär das Bewußtsein verloren
49, 50	46, 48	Hätte es kein Feuer gegeben, hätte es keinen Rauch gegeben
48	46	Hätte es kein Feuer gegeben, hätte es nicht in die Passagierkabine eindringen können
46, 47	44	Wäre der Kraftstoff nicht entzündet worden, hätte es kein Feuer gegeben
44	43, 45	Wäre der Kraftstoff nicht aus dem Flugzeugrumpf ausgelaufen oder hätte er keinen Kontakt mit heißen Teilen oder den elektrischen Systemen gehabt, wäre er nicht entzündet worden
45	32, 35, 42	Hätte das Flugzeug das LLZ Antennensystem nicht zerstört oder wäre das linke Triebwerk nicht zerstört worden oder wären die Treibstofftanks nicht gebrochen, hätte der Kraftstoff keinen Kontakt mit heißen Teilen des Triebwerks oder elektrischen Systemen der Antennenanlage gehabt
43	42	Wären die Treibstofftanks nicht gebrochen, wäre der Kraftstoff nicht aus dem Flugzeugrumpf ausgelaufen
35, 42	31	Wäre das Flugzeug nicht mit seinem linken Flügel mit dem Erdwall kollidiert, wäre das linke Triebwerk nicht zerstört worden und die Treibstofftanks wären nicht gebrochen
31	2, 29	Hätte das Flugzeug den Erdwall nicht getroffen oder hätte der Pilot es nicht geschafft das Flugzeug nach rechts abzuschwenken, wäre das Flugzeug nicht mit seinem linken Flügel mit dem Erdwall kollidiert
31, 32, 34, 36, 52	2	Hätte das Flugzeug den Erdwall nicht getroffen, wäre nichts passiert
2	1, 28	Hätte das Flugzeug auf der Landebahn angehalten oder hätte es kein Hinderniss hinter dem Ende der Landebahn gegeben, hätte das Flugzeug den Erdwall nicht getroffen

1	12, 27, 57	Wäre die Landegeschwindigkeit nicht zu hoch gewesen oder wäre die Bremsung nicht verspätet gewesen oder wäre die Landebahn nicht zu kurz gewesen, hätte das Flugzeug auf der Landebahn angehalten
12	56	Hätte die Crew keine Scherwinde erwartet, wäre die Landegeschwindigkeit nicht zu hoch gewesen
56	7, 8, 11, 41	Hätte JET AVIATION 101 oder der Tower keine Scherwinde gemeldet oder hätten DFDR und QAR keinen temporären Abfall von CAS aufgezeichnet oder hätte es keine Schauer und sporadische Stürme gegeben, hätte die Crew keine Scherwinde erwartet
41	39	Hätte es kein mit dem Tief verbundenes System von atmosphärischen Fronten gegeben, hätte es keine Schauer und sporadische Stürme an der Frontlinie gegeben
39, 40	38	Hätte es kein Tief über Polen gegeben, hätte es kein System von atmosphärischen Fronten gegeben und Warschau wäre nicht im warmen Teil des Tiefs
57	23, 58	Hätten die Radbremsen nicht erst ca. 4 Sekunden später begonnen zu greifen oder wäre der Spoiler und Schubumkehr Einsatz nicht verspätet gewesen, wäre die Bremsung nicht verspätet gewesen
23	26	Hätte es keinen Wasserfilm auf der Landebahn gegeben, hätten die Radbremsen nicht erst ca. 4 Sekunden später begonnen zu greifen
26	25	Hätte es keine Bedingungen von schwerem/heftigen Regen gegeben, hätte es keinen Wasserfilm auf der Landebahn gegeben
25	10	Wäre die atmosphärische Front nicht von West nach Ost über das Gebiet von Okecie gezogen, hätte es keine Bedingungen von schwerem/heftigen Regen gegeben
58	15, 19	Hätte das linke Fahrwerk die Landebahn nicht erst 9 Sekunden später berührt oder wäre das Design des Bremssystems anders, wäre der Spoiler und Schubumkehr Einsatz nicht verspätet gewesen

15	14	Hätte das Flugzeug den ersten Kontakt mit der Landebahn nicht nur mit seinem rechten Fahrwerk gehabt, hätte das linke Fahrwerk die Landebahn nicht erst 9 Sekunden später berührt
----	----	---

4.11 Erläuterung des Zwischenfalles

Die folgenden Faktoren sind die Grundursachen des Zwischenfalls wie im WBG ausgedrückt:

- (19) als das linke Fahrwerk die Landebahn berührt geben die von der oleo strut (Schockabsorber) Kompression abhängigen automatischen Systeme des Airbus A320 die Bodenbremsklappen (ground spoilers) und die Schubumkehr (engine thrust reversers) frei.
- (28) Hinderniss hinter Ende der Landebahn
- (38) Es gab ein Tief über Polen

4.12 Grapheditierung

4.12.1 Diese Ursachen lassen sich wie folgt gruppieren

- aktuelle Landung
 - (14) Das Flugzeug hatte den ersten Kontakt mit RWY 11 mit seinem rechten Fahrwerk bei einer Distanz von 770 Metern zum Anfang von RWY 11.
 - (15) das linke Fahrwerk berührte die Landebahn 9 Sekunden später bei einer Distanz von 1525 Metern zum Anfang von RWY 11
- Schaden am Flugzeug
 - (5) Flugzeug wurde durch Brand beschädigt.
 - (31) Flugzeug kollidierte mit seinem linken Flügel mit dem Erdwall.

- (34) Fahrwerk wurde zerstört
- (35) linkes Triebwerk wurde zerstört
- Wetterbedingungen
 - (38) Es gab ein Tief über Polen
 - (39) Es gab ein mit dem Tief verbundenes System von atmosphärischen Fronten.
 - (40) Warschau war im warmen Teil des Tiefs.
 - (41) Es gab einige Schauer und sporadische Stürme an der Frontlinie.
- Flugzeug brennt
 - (42) Treibstofftanks des Flugzeugs brachen.
 - (43) Treibstoff lief auf der linken Seite des Flugzeugrumpfes aus.
 - (44) Treibstoff wurde entzündet.
 - (45) Treibstoff hatte Kontakt mit heißen Teilen des beschädigten linken Triebwerks oder mit elektrischen Systemen der Antennenanlage.
 - (46) Brand des linken Flügels.
 - (47) Das Feuer breitete sich auf einer Fläche von ungefähr 600 Quadratmetern aus.
 - (48) Binnen kurzer Zeit drang das Feuer in die Passagierkabine.
- Rauch in Kabine
 - (49) Feuer erzeugte zuerst nur Rauch.
 - (50) Rauch füllte später die gesamte Kabine.

4.12.2 Editierter Why-Because Graph

Graph Atlas

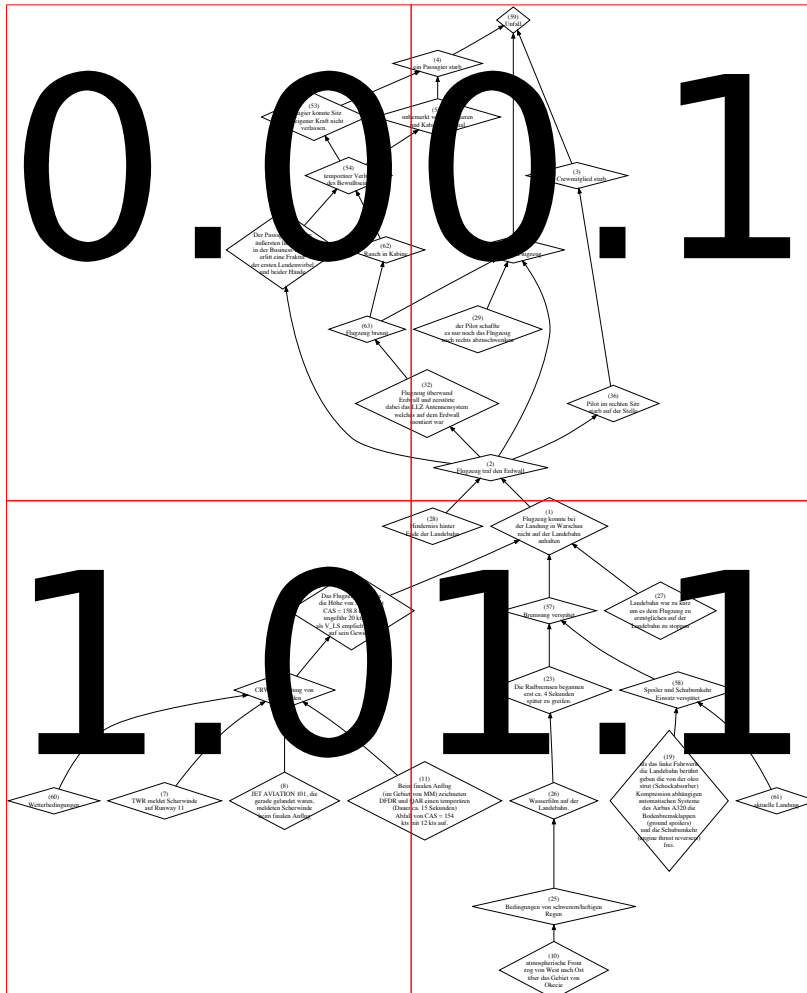
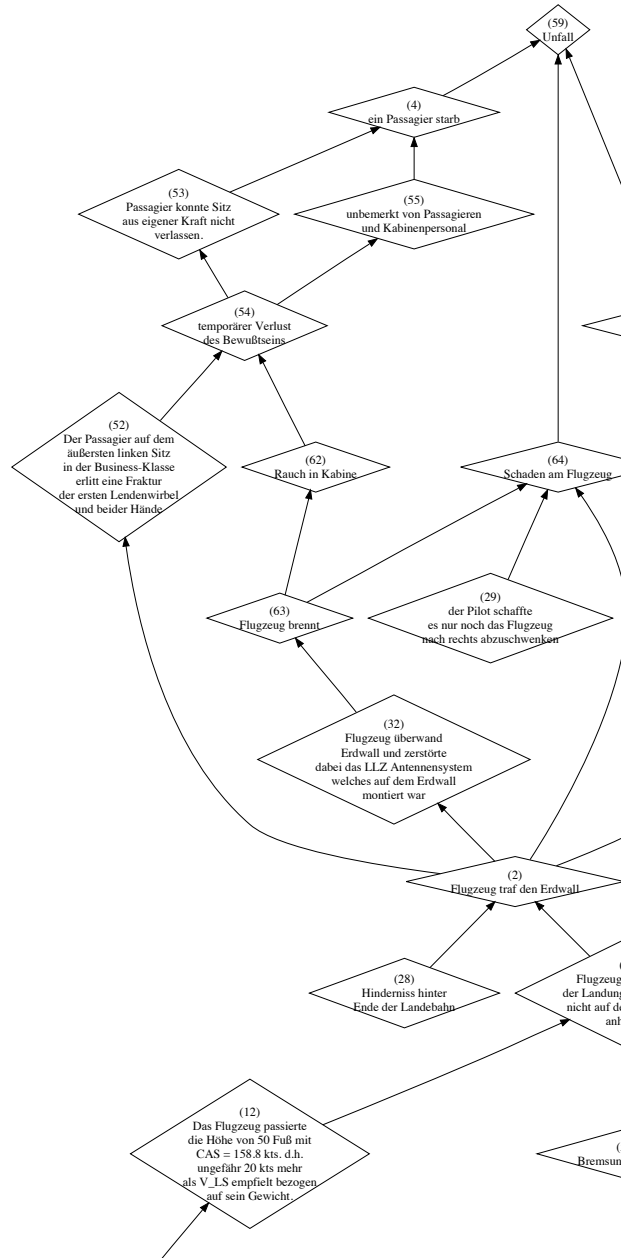
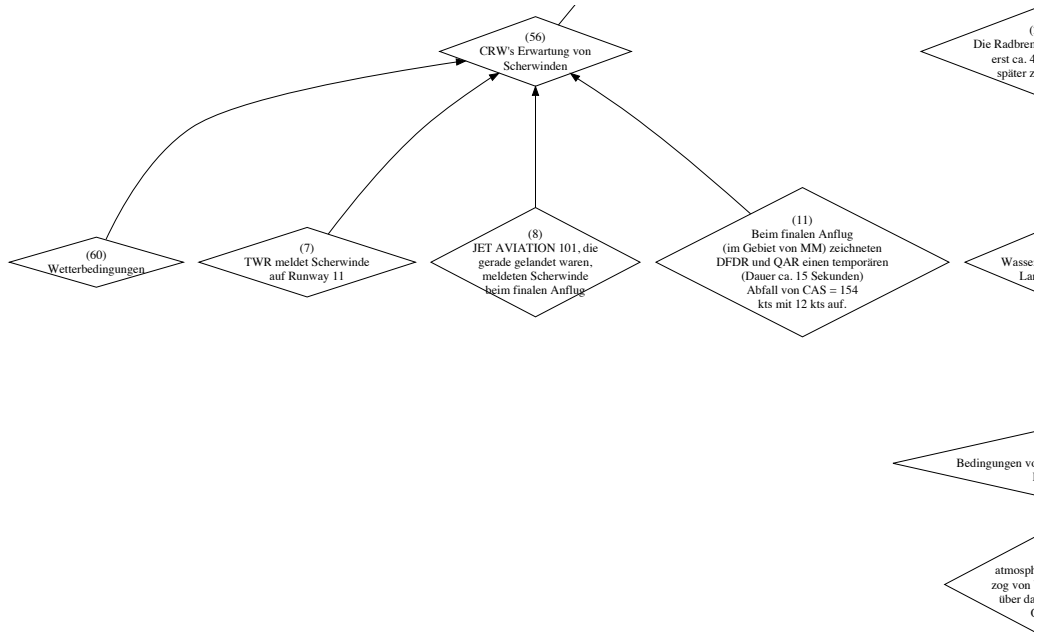


Abbildung 4.3: Editierter Why-Because-Graph

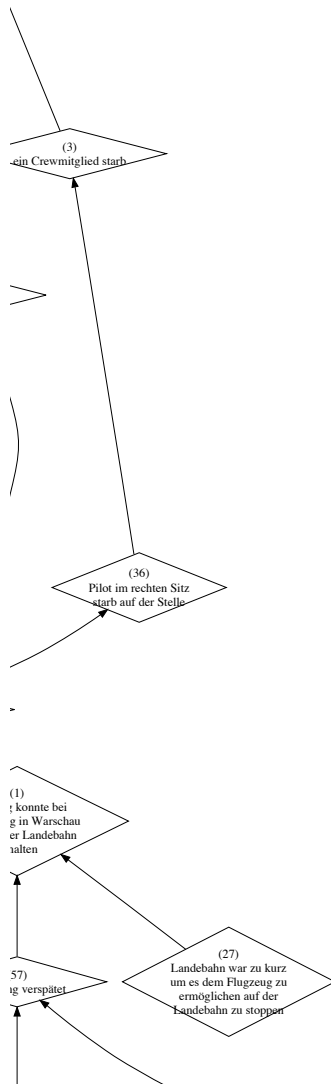
Graphtile 0.0

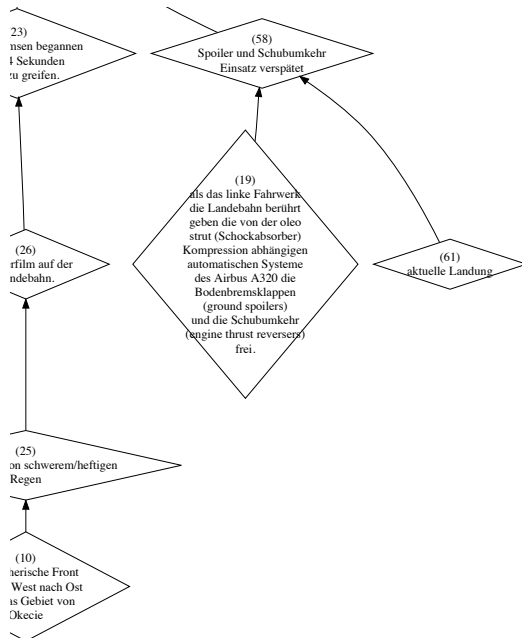


Graphtile 1.0



Graphile 0.1



Graphtile 1.1

4.13 Vergleich mit der Analyse von Gruppe Ladkin

4.13.1 Die folgenden Gruppenknoten wurden in beiden Analysen als gemeinschaftlich identifiziert

identifizierte Faktoren der eigenen Gruppe (Nummer)	Nummer der equivalenten durch Gruppe Ladkin identifizierten Faktoren
Flugzeug konnte bei der Landung in Warschau nicht auf der Landebahn anhalten (1)	12
Flugzeug traf den Erdwall (2)	11
ein Crewmitglied starb (3)	1
ein Passagier starb (4)	2
Flugzeug wurde durch Brand beschädigt (5) & Flugzeug kollidierte mit seinem linken Flügel mit dem Erdwall (31) & Fahrwerk wurde zerstört (34) & linkes Triebwerk wurde zerstört (35)	6
TWR meldet Scherwinde auf Runway 11 (7)	36
JET AVIATION 101, die gerade gelandet waren, meldeten Scherwinde beim finalen Anflug (8)	37
atmosphärische Front zog von West nach Ost über das Gebiet von Okecie (10) & Bedingungen von schwerem/heftigen Regen (25)	28
Das Flugzeug passierte die Höhe von 50 Fuß mit CAS = 158.8 kts. d.h. ungefähr 20 kts mehr als V _{LS} empfiehlt bezogen auf sein Gewicht. (12)	30
Das Flugzeug hatte den ersten Kontakt mit RWY 11 mit seinem rechten Fahrwerk bei einer Distanz von 770 Metern zum Anfang von RWY 11 (14) & das linke Fahrwerk berührte die Landebahn 9 Sekunden später bei einer Distanz von 1525 Metern zum Anfang von RWY 11 (15)	22

als das linke Fahrwerk die Landebahn berührt geben die von der oleo strut (Schockabsorber) Kompression abhängigen automatischen Systeme des Airbus A320 die Bodenbremsklappen (ground spoilers) und die Schubumkehr (engine thrust reversers) frei (19)	23
Die Radbremsen begannen erst ca. 4 Sekunden später zu greifen (23)	17
Wasserfilm auf der Landebahn (26)	24
Hinderniss hinter Ende der Landebahn (28)	13
Es gab ein Tief über Polen (38) & Es gab ein mit dem Tief verbundenes System von atmosphärischen Fronten (39) & Warschau war im warmen Teil des Tiefs (40) & Es gab einige Schauer und sporadische Stürme an der Frontlinie (41)	38 & 42
Treibstofftanks des Flugzeugs brachen (42) & Treibstoff lief auf der linken Seite des Flugzeugrumpfes aus (43) & Treibstoff wurde entzündet (44) & Treibstoff hatte Kontakt mit heißen Teilen des beschädigten linken Triebwerks oder mit elektrischen Systemen der Antennenanlage (45) & Brand des linken Flügels (46) & Das Feuer breitete sich auf einer Fläche von ungefähr 600 Quadratmetern aus (47) & Binnen kurzer Zeit drang das Feuer in die Passagierkabine (48)	9
Feuer erzeugte zuerst nur Rauch (49) & Rauch füllte später die gesamte Kabine (50)	5
Der Passagier auf dem äußersten linken Sitz in der Business-Klasse erlitt eine Fraktur der ersten Lendenwirbel und beider Hände (52)	10
Passagier konnte Sitz aus eigener Kraft nicht verlassen. (53)	4
temporärer Verlust des Bewußtseins (54)	8
unbemerkt von Passagieren und Kabinenpersonal (55)	7
CRW's Erwartung von Scherwinden (56)	34 & 35
Bremmung verspätet (57)	14
Spoiler und Schubumkehr Einsatz verspätet (58)	19
Unfall (59)	0

4.13.2 Die folgenden Faktoren traten in unserem WBG, aber nicht in dem WBG der Gruppe Ladkin auf

- (11) Beim finalen Anflug (im Gebiet von MM) zeichneten DFDR und QAR einen temporären (Dauer ca. 15 Sekunden) Abfall von CAS = 154 kts mit 12 kts auf.
- (27) Landebahn war zu kurz um es dem Flugzeug zu ermöglichen auf der Landebahn zu stoppen
- (29) der Pilot schaffte es nur noch das Flugzeug nach rechts abzuschwenken.
- (32) Flugzeug überwand Erdwall und zerstörte dabei das LLZ Antennensystem welches auf dem Erdwall montiert war.
- (36) Pilot im rechten Sitz starb auf der Stelle.

4.13.3 Die folgenden Faktoren traten in dem WBG der Gruppe Ladkin, aber nicht in unserem WBG auf

- (3) Erstickung
- (15) Unstabilisierter Anflug
- (16) von Flughafenmanagement für Radioausrüstung gebaut
- (18) CRW's Handlungen
- (20) Aquaplaning
- (21) Divergenz zw. Design-Konsequenzen und von CRW erwartetem Verhalten
- (25) wenig Gewicht auf jedem Hauptfahrwerksrad
- (26) von CRW erwartetes Verhalten
- (27) Bedingungen von RWY Oberfläche
- (29) Wassermenge auf RWY Oberfläche
- (31) CRW's Training bei Lufthansa
- (32) Lufthansa Prozeduren
- (33) 'normales' Verhalten von CRW erwartet
- (39) Überzeugung der Piloten dass Bericht aktuell war

- (40) CRW's Vergleich von Windnachricht des Towers mit von ihnen gemessenem Geschwindigkeit über Grund während Anflug
- (41) Wetterbenachrichtigungssystem
- (43) CRW's Annahme
- (44) keine ATC Auskunft über Zeitnähe des Berichts gegeben
- (45) CRW's Konformität mit empfohlenen Prozeduren im Fall von Scherwinden
- (46) übliche Regelung auf europäischen Flughäfen
- (47) Erwartung von Anweisungen falls Prozedur nicht normal

4.13.4 Die folgenden kausalen Faktoren wurden von uns und Gruppe Ladkin unterschiedliche bewertet

Es konnten keine Paare gefunden werden. Erklärung siehe Kapitel 14.

4.13.5 Die Gründe für diese unterschiedliche Bewertung erscheinen uns als die Folgenden

Nicht notwendig.

4.14 Auflösung der Analyse mit der Gruppe Ladkin

Alles in allem zeigen beide Analysen den selben WBG. Der Hauptunterschied in beiden Analysen ist der Detailgrad mit dem der jeweilige WBG erstellt wurde. Hier kommt die Erfahrung und das große Hintergrundwissen von der Gruppe Ladkin zum Vorschein und ermöglicht es ihnen den WBG mit Zusatzwissen, wie den allgemein gültigen Prozeduren usw., anzureichern. Durch die eingefügten Faktoren zeigte sich beim Vergleich der beiden Graphen im IQualizeIT, dass nicht alle Faktoren und Kanten wieder zusammengesetzt werden konnten und einzelne Faktorenpaare ohne Anbindung an den Hauptgraph blieben, wie unten zu sehen.

4.14.1 Resultierender Why-Because-Graph

Graph Atlas

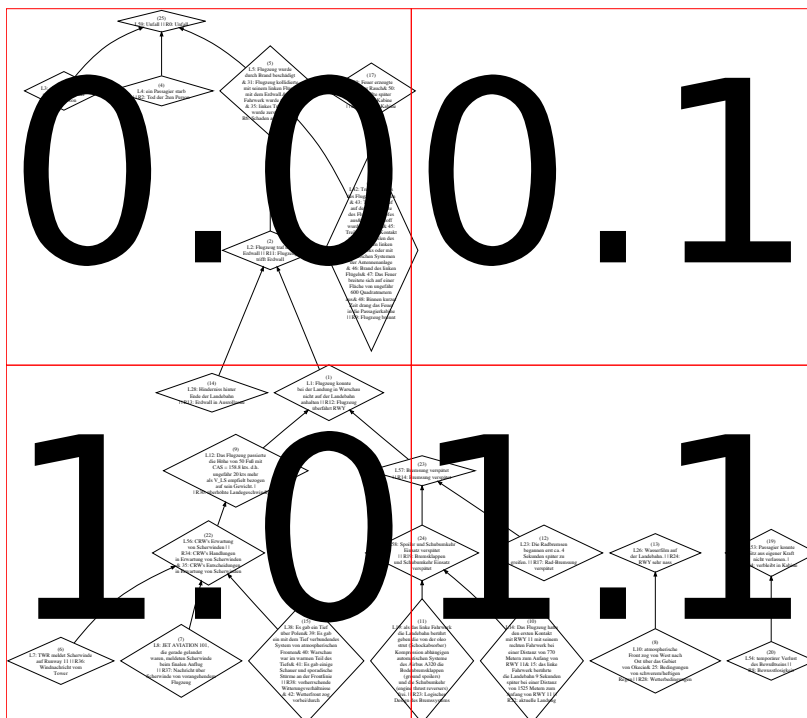
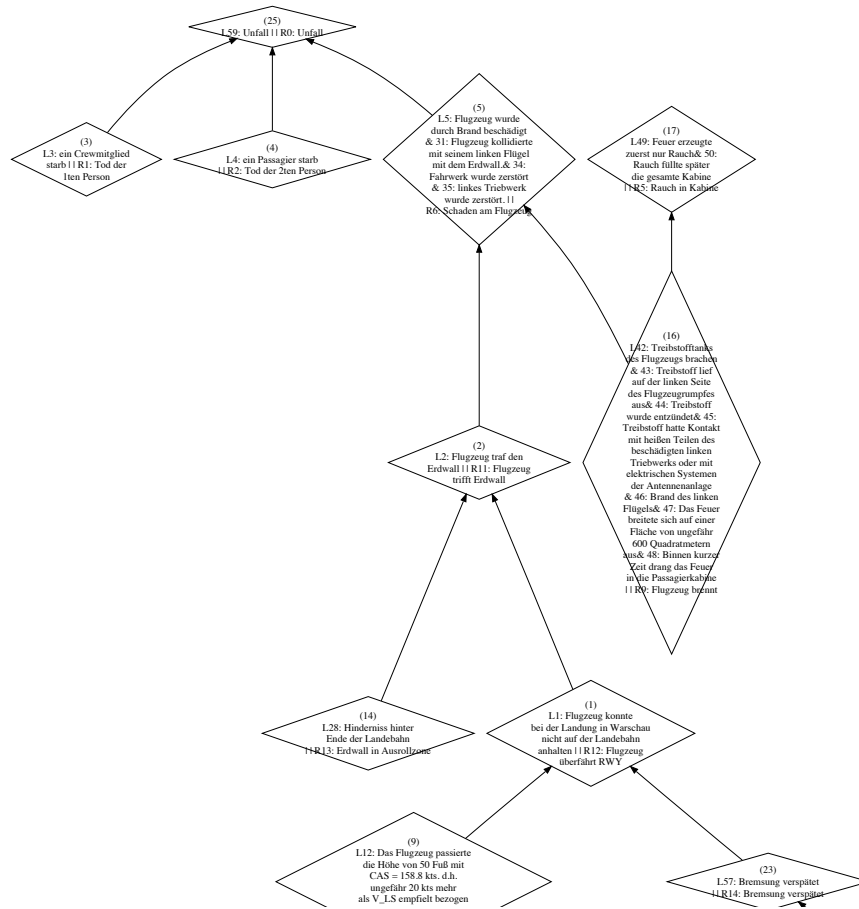
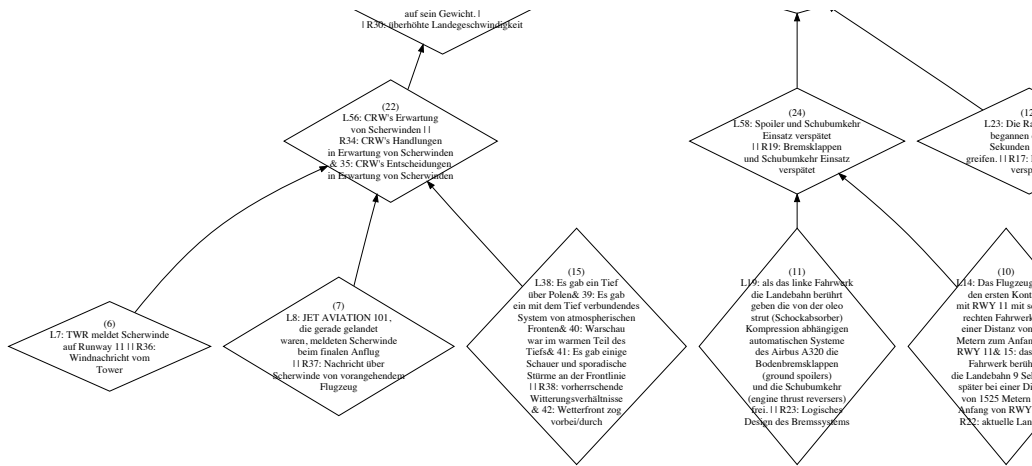


Abbildung 4.4: Resultierender Why-Because-Graph

Graphtile 0.0



Graphtile 1.0



Graphile 0.1

Graphile 1.1

