Projektarbeit

im Rahmen der Prüfung zum Meister für Veranstaltungstechnik

„125 Jahre Beiersdorf AG“



eingereicht am **26.06.2008** von

Jörn Nettingsmeier,

Lortzingstr. 11, 45128 Essen

bei der

Handwerkskammer zu Köln

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung....4

1.1 Abstract....4

1.2 Vorbemerkungen....4

1.3 Danksagungen....5

2 Showkonzept....5

3 Location....7

4 Bühne....8

5 „Magic Waterfall“....10

5.1 Konstruktion....10

5.2 Gefährdungsbeurteilung und Sicherheitsmaßnahmen....12

5.2.1 Wasser und elektrischer Strom....12

5.2.2 Schwebende Lasten....13

5.2.3 Wasser-Auffangpodeste....14

6 Die Magiedarbietungen....16

6.1 „Magischer Schneesturm“....16

6.1.1 Gefährdungsbeurteilung und Sicherheitsmaßnahmen....16

6.1.1.1 Sonderpodeste....16

6.1.1.2 Der Schnee....16

6.1.1.3 Druckluftanlage....16

6.2 Bahnschienenverbiegung....18

6.2.1 Gefährdungsbeurteilung und Sicherheitsmaßnahmen....19

6.2.1.1 Schwere Requisiten....19

6.2.1.2 Szenische Trennschleifarbeiten....20

6.2.1.3 Biegetisch und Biegevorgang....23

6.2.1.4 Pyrotechnik....23
6.2.1.5 Stapler-Einsatz....24
6.3 Erscheinung der Azubis....25
6.3.1 Konstruktion und Gefährdungen....25
7 Planung und Organisation....28
7.1 Organisationsablauf....28
7.2 Personal....28
7.3 Fahrzeuge....28
7.4 Zeitlicher Ablauf....28
7.5 Arbeitszeiten....32
8 Schlussbetrachtung....34
9 Anhang....35
9.1 Quellenverzeichnis....35
9.1.1 Gesetze, Rechtsverordnungen und technische Regeln....35
9.1.2 Bildnachweis....35
9.2 Berechnungen....36
9.2.1 Zulässige Dachlasten....36
9.2.2 Temperaturverhalten der Druckluftflaschen....36
9.2.3 Belastung der Mitarbeiter durch Heben....36
9.2.4 Lärmbelastung des Publikums beim Trennschleifen....37
9.2.5 Deckenlasten Wasserfall....37
9.2.5.1 Schlauch-/Kabelpick....37
9.2.5.2 Wasserfalltraverse....37
9.3 Statik der Sondertraverse (Auszug)....38
9.4 Verstromungsplan....40
9.5 Über den Autor....41

1 Einleitung

1.1 Abstract

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Produktion einer Gala für 3500 MitarbeiterInnen der Beiersdorf AG zum 125jährigen Firmenjubiläum in der Messehalle H des Congress Centrums Hamburg am 5. Juli 2007.

Schwerpunkt des Rahmenprogramms war eine Magie-Darbietung der Gebrüder Ehrlich aus mehreren Großillusionen: einem „magischen Schneesturm“, der Erscheinung von 25 Auszubildenden des Betriebes, dem Verbiegen einer Bahnschiene zu den Ziffern „1“, „2“ und „5“, die dem Kunden als Präsent überreicht wurden, und einem 6 m breiten Pixel-Wasserfall. Dieser wurde sowohl zur Darstellung von Bitmaps aus Wassertropfen als auch (bei vollflächigem Betrieb) als Video-Rückprojektionsfläche genutzt und in das Lichtdesign integriert.

Der Autor war als technischer Produktionsleiter für die Firma Ehrlich Entertainment verantwortlich für die Planung und Umsetzung der Magie-Show vor Ort.

Erschwerend bei dieser Produktion war, dass die Agentur die Bühnendisposition schon weitestgehend abgeschlossen hatte, als der Kunde direkt an die Ehrlich-Brüder herantrat, um Großillusionen zu buchen. Daher mussten unsere speziellen Anforderungen im Nachhinein und unter Zeitdruck in das bestehende Konzept integriert werden.

Die Gesamt-Produktionsleitung lag bei der Agentur TONIC, Hamburg. Verantwortlicher Meister und technischer Gesamtleiter war Michael Buchner von der Firma COBRA sound +light, die auch Rigging, Licht und Ton stellte. Die Videotechnik wurde von der Firma Axis Kommunikation unter der Leitung von Ludwig Marby bereitgestellt.

Besonderes Augenmerk wird auf die besonderen Gefährdungsmomente der Magie-Show gelegt, die durch den kurzen Vorlauf und die vergleichsweise kleine Bühne zum Teil noch verstärkt wurden. Nach intensiven Vorgesprächen, Lokalterminen und einem zusätzlich anberaumten technischen Probentag konnten jedoch alle Vorhaben unter Gewährleistung größtmöglicher Sicherheit realisiert werden.

1.2 Vorbemerkungen

Bei der Show der Ehrlich-Brüder handelt es sich um eine Magie-Darbietung mit Großillusionen. Informationen zur Realisierung der Kunststücke werden bewusst vage gehalten, um das Trickgeheimnis zu wahren. Die sich ergebenden Gefährdungsmomente werden aber stets vollständig dargestellt.

Die gesamte Illusionstechnik und auch der Wasserfall wurden von der Firma Ehrlich Entertainment im Hause entwickelt und angefertigt.

Andreas und Chris Ehrlich sind dabei die Triebfedern der Entwicklung und stellen zusammen mit ihren MitarbeiterInnen und Auszubildenden einen Großteil der Komponenten in eigenen Werkstätten selbst her. Ein der Firma nahestehender Elektroingenieur zeichnet für die Pneumatik- und Elektroinstallationen verantwortlich.

Die Rolle des Autors im Vorfeld der Produktion bestand darin, die Ideen der Künstler auf Schwachpunkte abzuklopfen, die Zuverlässigkeit und praktische Handhabbarkeit des Geräts unter Tourbedingungen sicherzustellen sowie die Einhaltung von geltenden Sicherheitsstandards einzufordern und gegebenenfalls durch konstruktive Änderungen, Unterweisungen und Betriebsanweisungen sicherzustellen.

1.3 Danksagungen

Mein besonderer Dank für freundliche Unterstützung geht an

- Mille Buchner, Meister für Veranstaltungstechnik (COBRA sound + light GbR, Hamburg), für Material und Anregungen zur Darstellung der Gesamtproduktion, und natürlich für Gelassenheit und große Hilfsbereitschaft während der Produktion,

- Dipl. jur. Björn Pfaffner (Ehrlich Entertainment GbR) für die kurzfristige Beantwortung vieler Fragen und kollegiale Zuverlässigkeit,

- Dipl.-Ing. Hendrik Donner (Festo AG & Co KG) für sehr viele sehr gute Ideen und mindestens genau so viele gemeinsam verbrachte Überstunden,

- Kai Kolbe (Ehrlich Entertainment GbR) für hervorragendes Bildmaterial,

- Jennifer Morath (Hamburg Messe und Congress GmbH) für technische Pläne der Messehalle und die Beantwortung meiner Fragen,

- Dipl.-Ing. Jana Nettingsmeier (Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik der Leibniz Universität Hannover) für statische Entladungen,

- Dipl.-Ing. Tobias Reinelt, Meister für Veranstaltungstechnik (fair solution GmbH & Co KG, Hannover), für fruchtbaren Ideenaustausch,

- Dipl.-Kfm. Reginald Sümegh (TONIC Agentur für Eventmarketing und Veranstaltungskommunikation GmbH) für Konzepte und Visualisierungen,

- Andreas & Chris Ehrlich und das gesamte Ehrlich-Team für manch kleine Katastrophe und viele große Visionen.

2 Showkonzept

Die Beiersdorf AG wünschte sich anlässlich des 125jährigen Firmenjubiläums eine Gala für ihre Hamburger Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit Ansprachen, Bankett, Show und anschließendem Tanz. In festlichem Rahmen sollte eine Atmosphäre geschaffen werden, die sich an die Haupt-Markenidentität von BDF, die „Nivea"-Produktlinie, anlehnt.



Illustration 1: Visualisierung der Bühnenidee

Die Gäste betraten die Messehalle durch einen ca. 4m breiten und 25m langen Tunnel aus halbrunden Traversenelementen und weißer Zeltplane, der stimmungsvoll blau ausgeleuchtet und dezent mit Wasser-Geräuschen beschallt wurde. Der Tunnel schaffte für die Gäste einen sanften Übergang von der sommerlichen Hitze und Helligkeit in den naturgemäß kühleren und dunkleren Veranstaltungsraum.

Im Saal dominierten weiche, runde Formen: vier kreisförmige Bars mit darüber schwebenden Rundprojektionsflächen, runde Buffets und eine augenzwinkernd an das Design der klassischen Nivea-Dose angelehnte Halbrundbühne. Die Seitenwände und die Rückwand waren weiß abgehängt und wurden in hellblau mit Wassereffekten beleuchtet. Insgesamt acht Projektionsflächen an den Längsseiten des Saales zeigten Videomaterial mit Wasser-Motiven oder Kamerabilder. Das Set sollte ein Gefühl von Leichtigkeit, Zartheit und Wohlbefinden vermitteln.

Auf der Bühne setzte der „Magic Waterfall" das Wasser-Leitmotiv eindrucksvoll in Szene. Er diente den ganzen Abend als Bühnenhintergrund und wurde synchron zu Filmbeiträgen und Musikdarbietungen mit passendem *content* bespielt. Vollflächig eingesetzt diente er als Video-Projektionsfläche und als öffnender und schließender Vorhang für Auftritte von besonderen Gästen.



Illustration 2: Rundprojektionen und Raumwirkung

Gobos und Projektionen mit Markenlogos waren in Blau- und Pastelltönen gehalten, die runden Gala-Tische wurden mit dezenten warmweissen Highlights akzentuiert.

Die Veranstaltung unterstrich die hohe Identifikation der MitarbeiterInnen mit ihrem Betrieb durch das Motto „Unser Erfolg - unser Abend!", dass durch Projektionen und einen Stimmungsfilm zu Beginn etabliert wurde.

Im Foyerbereich wurde eine Lounge eingerichtet, die mit verschiedenen Sitzecken zum Verweilen einlud. Das Quartett „La Spina" zeigte Vertikaltucharkrobatik im Saal, und abends spielte „Ambient Lounge", eine Gala-Band mit TänzerInnen und Video-Jockey.

Nachdem das Gesamtkonzept seitens der Agentur Tonic bereits abgeschlossen war, wandte sich der Kunde direkt an die Ehrlich-Brüder mit dem Wunsch, einige spektakuläre Magie-Darbietungen in den Abend zu integrieren. Angefragt wurde ein „Magischer Schneesturm", eine poetische Nummer, die sich gut in das „sanfte" Konzept einfügte und für den Anlass entsprechend getextet wurde.

Zusätzlich wurden die Erscheinung von 25 Azubis und eine Bahnschienenverbiegung gebucht. Diese Kunststücke sind in einer industriellen, etwas trashigen Ästhetik angelegt und mit teilweise sehr aggressiver Rockmusik unterlegt. Es wurde beschlossen, sie bewusst als Kontrapunkt einzusetzen, ohne sie der Optik und dem Sounddesign der Gesamtveranstaltung anzupassen. Zur Brechung der „Wohlfühl-Stimmung" wurden die technischen, industriellen Aspekte noch stärker herausgearbeitet, um eine neue emotionale Ebene ins Spiel zu bringen.

3 Location

Die Messehalle H des CCH ist bei einer Länge von 141 m und einer Breite von 45 m mit nur 9 m lichter Höhe ungewöhnlich niedrig.

Die maximal zulässige Rettungsweglänge in der Halle beträgt daher auch nur 35 m[1]. Deshalb verfügt sie über eine große Zahl von Ausgängen entlang der Längsseiten, so dass trotz Sperrung einiger Türen durch Catering und Bühne eine zügige Entfluchtung sichergestellt war. Das abgebildete Bestuhlungs- und Rettungswegkonzept wurde in Abstimmung mit den verantwortlichen Hallenmeistern des CCH entwickelt. Eine baurechtliche Genehmigung für diese Nutzungsart und ein genehmigter Bestuhlungsplan für Galabestuhlung lag vor[2].

Im Brandfall wird der Raum durch drei aus der Decke bis auf 3,5 m Höhe herabfahrende Rauchschürzen in vier Rauchabschnitte eingeteilt, die jeweils über separate Rauch- und Wärmeabzugsanlagen verfügen. Die Rauchschürzen waren für die Planung maßgeblich, da sie nicht durch Traversen unterbaut werden durften. Deshalb wurde die Bühne an der Längsseite leicht außermittig platziert. Da aber an der rechten Hallenseite eine Breite von knapp 14 m als Staufläche für Leergut und für die Bildtechnik abgetrennt wurde, war die Raumaufteilung dann wieder nahezu symmetrisch.

Das Rigging gestaltete sich unproblematisch. Die Halle verfügt über ein dichtes Grid von insgesamt 560 Eintonnerpunkten[3], so dass auch ohne Prerigg- und Bridle-Möglichkeiten im Saal eine ansprechende Optik bei komfortablen Lastreserven realisiert werden konnte.

Die Halle ist mit Sattelzügen befahrbar, was die Ladephasen deutlich verkürzte.

Die Stromsituation ist ebenfalls komfortabel; mit Ausnahme einer 120 m langen 315 A-Power-Lock-Strecke vom rechten hinteren Rand der Halle zu den Dimmercities 3 und 4 (Verstromungsplan siehe Anhang) waren keine weiteren Kabelstrecken nötig, da an allen anderen Bedarfspunkten Bodentanks oder Wandanschlusskästen mit ausreichenden Strömen vorhanden waren.

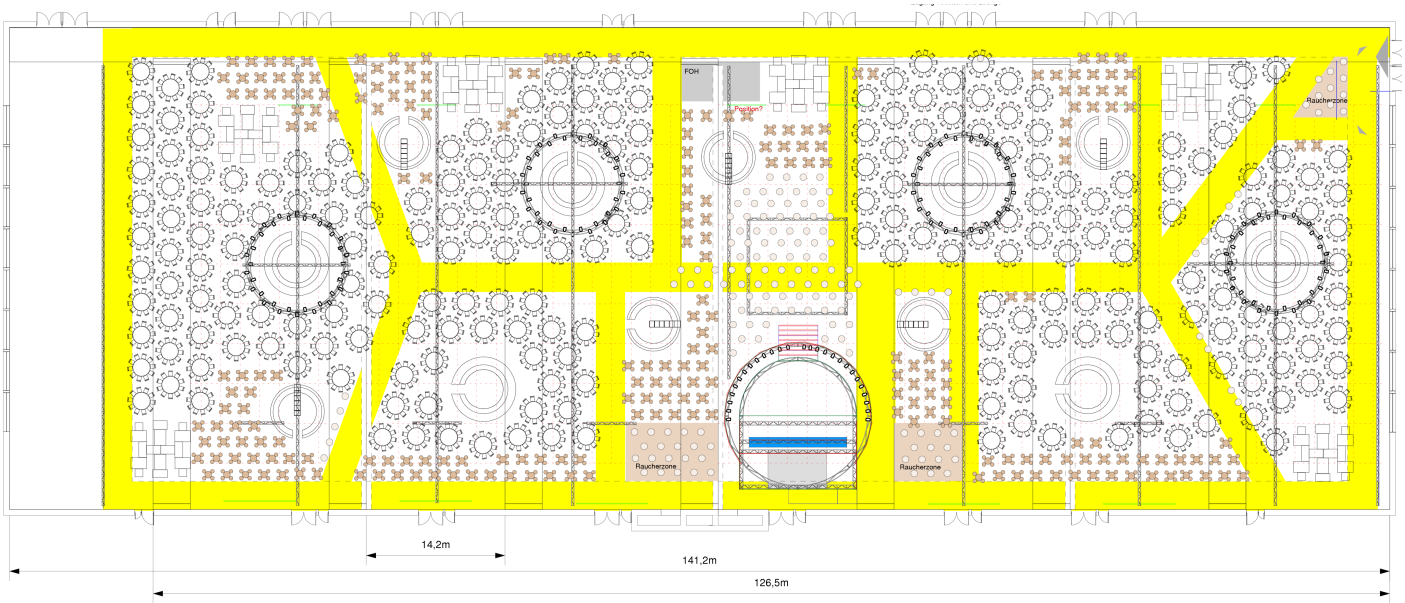


Illustration 3: Bestuhlungs- und Rettungswegeplan. Der Haupteingan ist oben rechts (grauer Pfeil). Links die abgetrennte Staufläche. Man erkennt die vier Rundprojektionsflächen und die Bühne.

1 gem. Hamburger VStättV §7 Absatz 1: 30m + 1 x 5 m für die zusätzliche Höhe über 5m

2 Der genehmigte Bankett-Bestuhlungsplan sieht 4.752 Zuschauer vor und wurde entsprechend den Anforderungen reduziert.

3 wobei als Einschränkung gilt, dass max. 20kg pro m² Deckenfläche eingebracht werden dürfen. Berechnung s. Anhang.



Illustration 4: Blick über die Bühne. Hinter der Band der Wasserfall in Aktion. An der Seitenwand des Saales erkennt man die Wasser-Effektprojektionen. Eine der Rundprojektionsflächen ist am linken Bildrand zu sehen.

4 Bühne

Die Bühnenplanung war im wesentlichen abgeschlossen, als der Kunde sich für die Show der Ehrlich-Brüder entschied. Aufgrund des Platzmangels mussten einige Kompromisse gemacht werden. Der Backdrop erstreckt sich normalerweise über die gesamte Bühnenbreite; wir reduzierten die Breite auf knapp unter 10 m, um ein Verfahren der Rollriser für die Band und ihren Video-Künstler an beiden Seiten zu ermöglichen. Das Traversen-Karree für die Erscheinung der Azubis wurde in der Tiefe verkürzt und reichte bis unmittelbar an den Wasserfall heran, um im vorderen Bereich die maximale Tiefe für die Band herauszuholen. Mangels Seitenbühne mussten die Bahnschienenrequisiten neben der Bühne im Saal gelagert werden und während der Show mit einem Stapler auf der Bühne abgesetzt werden.

Die Bühne selbst bestand aus 2 m²-Standardelementen und einigen Sonderbauformen am Rand (s. Illustration), um sich möglichst gut der gewünschten runden Form anzunähern. Für den letzten Schliff wurde die Bühne mit 20 mm Spanplatte überzogen, die am Rand unterstempelt und rund zugeschnitten wurde. Die Rampe wurde mit grauem Alublech kaschiert. Zur Markierung der Absturzkante war in den Rand ein Lichtschlauch eingelassen.

Die außergewöhnlich geringe Hallenhöhe von 9 m war für die Bühnengestaltung problematisch. Die Bühnenhöhe sollte mindestens 1 m betragen. Wegen der gewünschten runden Form war ein Pre-Rigg nötig, dessen Unterkante auf 8 m gefahren werden konnte. Mit Produktionsrigg und Verblendung ergab sich eine lichte Portalöffnung von nur wenig mehr als 4 m mit den entsprechenden Problemen für Beleuchtung und Raumwirkung, was nur zum Teil durch die Großleinwände und den Wasserfall kompensiert werden konnte.

Das Bühnenrigg bestand aus einigen Prerigg-Strecken, Quertraversen und zwei konzentrischen Halbkreisen mit 12 und 15 m Durchmesser. Der äußere Kreis trug die obere „Dosen“-Blende und einige Profilscheinwerfer. Er war nur gering belastbar und nicht für Rigger zur Begehung freigegeben. Am inneren Kreis verlief der seilzugbetriebene Hauptvorhang, der für Auf- und Umbauten während des Abends gefordert war. Das Licht wurde hauptsächlich in die Quertraversen und das separate Vorbühnenrigg gehängt.

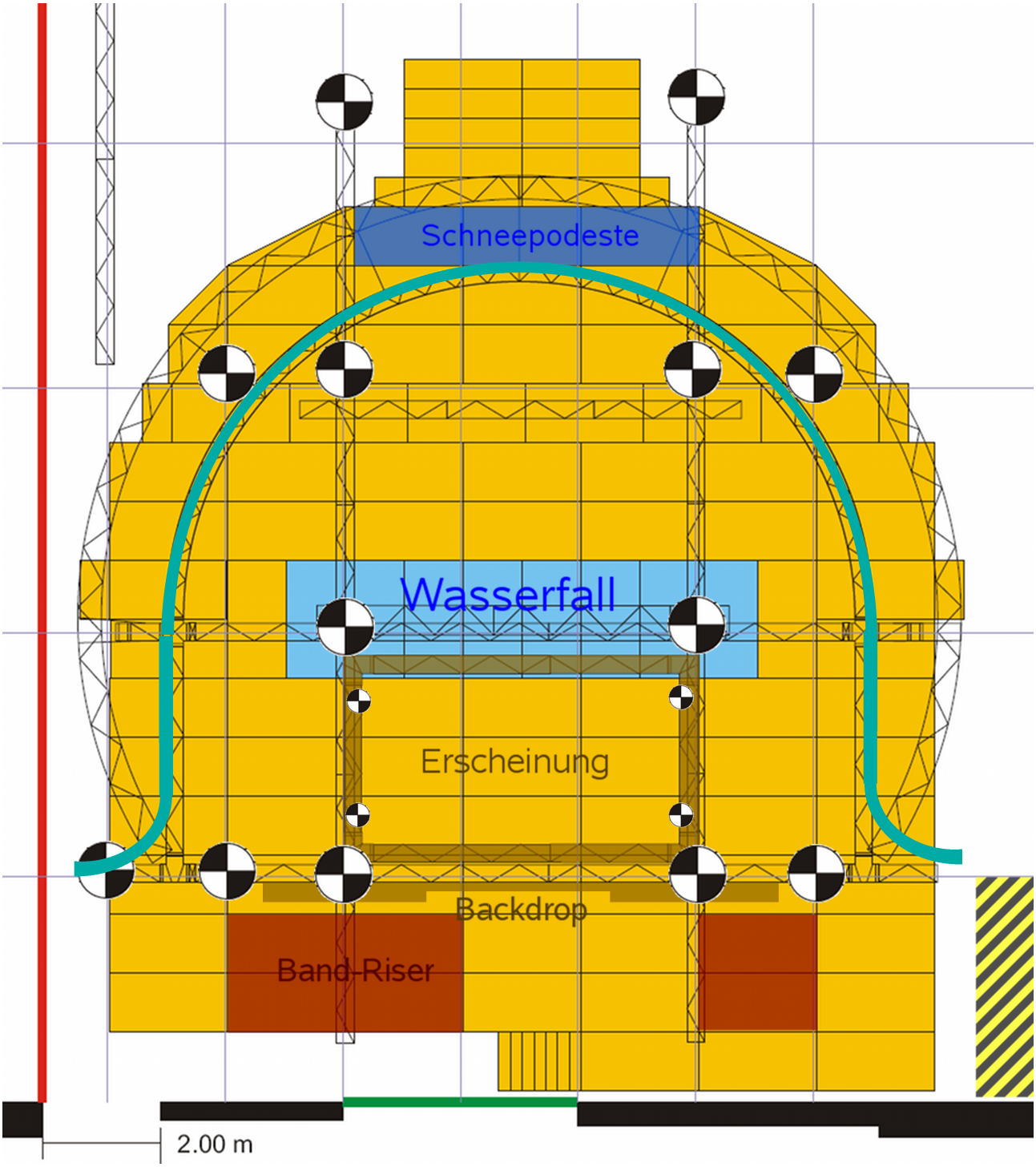


Illustration 5: Die Bühne. Links in rot eine der Rauchschürzen. In türkis der Verlauf des weißen Hauptvorhangs, an der Seite übergehend in Stellwände; der Vorhang ist bis ca. 1,5m vor dem Backdrop zu öffnen. Die schwarz-gelbe Fläche am rechten Bildrand ist der Lagerplatz für die Bahnschienen-Großrequisiten. Vorn die Showtreppe mit 20cm-Stufen bis zur Bühnenhöhe von 1 m.

Der Hängepunkt unten links im Bild fängt das Kabelpick ab. Die beiden Motoren des Wasserfalls gehen durch die Quertraversen-Bracings an die längs verlaufenden Prerigg-Traversen. Der äußere Traversenring ist im vorderen Bereich durch Pipes mit dem inneren Ring verbunden. Links oben die Kabeltraverse zum FOH-Platz.

Die großen Hängepunkte sind mit 1t-Maschinen bestückt und tragen ins Prerigg oder direkt ins Dach ab. Träger verlaufen von links nach rechts und sind jeweils mit max. 1,5 t belastbar. Die vier kleinen Punkte sind BGV C1-Motoren für die Erscheinung. Sie hängen im Prerigg.

5 „Magic Waterfall“

Ein sechs Meter breiter Wasserfall aus 600 einzeln ansteuerbaren Düsen erzeugt einen geschlossenen Wasservorhang mit hoher Opazität für Video- und Lichtprojektionen oder läßt beliebige Pixelgrafiken, Logos, Schriften oder Muster aus Wassertropfen aus 4m Höhe über der Bühne herabfallen.



Illustration 6: Der Wasserfall (hier in 3 m Breite) im Messeeinsatz, beleuchtet durch Sunbeam RGB-LEDs in IP 65.

Die Illumination erfolgte von hinten oben mit einem 20.000 lm-Projektor. Eine spezielle Weitwinkel-Optik sowie ein sehr wirksamer *lens shift* ermöglichten einen extrem steilen Projektionswinkel, so dass nur die ersten Zuschauerreihen einem störenden *hot spot* ausgesetzt waren. Der Auflösungsverlust durch die extreme Trapezkorrektur war vernachlässigbar, da die „Körnigkeit“ der Wasserfläche bereits einen deutlichen Schärfeverlust bedingt, der aber einen eigenen optischen Reiz hat.

Da von Seiten des Kunden ohnehin Video-Content auf dem Wasservorhang gefordert war, entschlossen wir uns, aus Kostengründen von einer zusätzlichen vollflächigen Ausleuchtung mit RGB-LEDs abzusehen und statt dessen den Projektor über einen Arkaos-Videoserver anzusteuern, der via DMX von der Lichtkonsole gesteuert wurde und dem Operator ein beliebiges flächiges Einfärben oder bewegte Effekte ermöglichte. Da der Wasserfall ebenfalls DMX-gesteuert ist, konnte der Lichtdesigner beide wie jeden anderen Multifunktionsscheinwerfer als spezielle „Fixtures“ in der Steuerung anlegen und bequem über das Benutzerinterface der verwendeten Wholehog II bedienen.

5.1 Konstruktion

Der Wasserfall ist eine Eigenentwicklung der Firma Ehrlich Entertainment. Er besteht aus einer Obermaschinerie aus Wasserführung, Filtern, Ventilen, Steuereinheiten, Strom- und Wasserversorgung, einer Untermaschinerie aus acht 2 x 1m Bütec-Elementen mit trittsicheren GFK-Gitterrosten mit einer Belastbarkeit von 300kg/m², integrierten Aufwangwannen und einem mehrlagigen schwarzen Geflecht zur Vermeidung von Spritzern, einem Auffangbecken unter der Bühne mit zwei redundant ausgelegten, pegelgesteuerten Förderpumpen und einem hinter der Bühne positionierten Haupttank mit 1,4 m³ Fassungsvermögen und einer Tauchpumpe. Eine Ringleitung von Haupttank zur Obermaschinerie und wieder zurück wird durch starre Feuerwehr-A-Schläuche hergestellt, aus dem Auffangbecken führt ein C-Schlauch zurück in den Haupttank.

Die extrem überdimensionierte und kreisförmige Ausführung des Wasserzulaufs sorgt für ein gleichmäßiges Bild unabhängig von der Anzahl gesetzter Pixel, da immer nur ein kleiner Teil der zur Verfügung stehenden Wassermenge entnommen wird und der Staudruck nahezu konstant bleibt.

Das Wasserführungsprofil ist eine Sonderanfertigung aus GFK. Zerstörungsversuche ergaben, dass es bis mindestens 8 bar wasserdruckfest ist und dann „gutmütig“ seitlich an einer Klebenaht aufreisst, ohne dass Teile umherfliegen; der Staudruck im Betrieb steigt niemals über 1 bar.

Die Ventileinheiten sind meterweise in eine spezielle 520er-Alutraverse mit Thomas-Supertruss-kompatiblen Gabelverbindern eingebaut. Sie dient als Produktionsrigg und gleichzeitig als Transportdolly. Die vom Autor konzipierte Traverse kommt ohne untere Bracings aus, wurde vom Ingenierbüro Thomas Brandt gerechnet und von

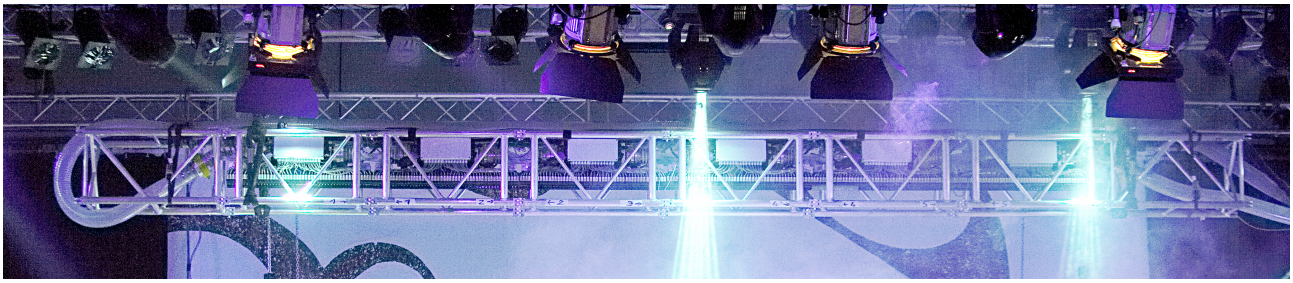


Illustration 7: Detailansicht der Wasserfalltraverse. Zu sehen sind die Traversenelemente, darin die vorderen Steuereinheiten (graue Kästen), die Wasserführungsmodule (teilweise verdeckt) und unten die vordere Ventilreihe.

der Firma HOF Alutec in Mettingen realisiert. Sie ist modular und erlaubt bei einem Defekt den Austausch von Ventileinheit und Steuereinheiten ohne Ausbau aus dem Rigg. Die Traverse bietet genug Lastreserven für das Einbringen von Scheinwerfern oder LED-Bars[4]. Sie wird den anerkannten Regeln der Technik entsprechend verwendet.[5]

Die Ventile werden mit einer PELV-Kleinspannung von 24 V betrieben, was wegen der hohen Ströme ein vergleichsweise schweres Kabel mit 2 x 8 mm² pro laufendem Meter erfordert[6]. Die Spannung wird von einer Netzteilbatterie in einem hinter der Bühne aufgestellten Schaltschrank bereitgestellt, der auch die Steuerung der Pumpen übernimmt. Die Stromversorgung erfolgt über 1 x 3 x 63 A, die maximale Abgabeleistung beträgt 480 A bei 24 V. Für Pumpen und Steuerrechner werden 1 x 3 x 16 A sowie diverse 16 A-Schuko-Kreise bereitgestellt.

Die ebenfalls in der Traverse montierten Steuereinheiten sind aus EtherCAT-Komponenten der Firma Beckhoff aufgebaut; die Kommunikation erfolgt über 100BaseTX Fast Ethernet. Jede Einheit versorgt 50 Ventile, pro Meter werden zwei Einheiten eingesetzt. Die Ventile sind jeweils alternierend auf zwei Ethernet-Stränge verteilt; bei einem Netzwerkfehler kommt es daher nicht zu einem Totalausfall, sondern nur zu einer gleichmäßigen Ausdünnung des Bildes. Auf einem Steuer-PC in einem schaumstoffgepolsterten Case läuft eine selbstentwickelte Echtzeit-Software. Die Ansteuerung des Systems erfolgt über ein DMX-Interface durch die Licht-Produktionskonsole oder (bei automatisiertem Messebetrieb) einen Sequenzer, der Musik, Licht und Wasserfall synchronisiert. Die Ventile arbeiten mit einem Schaltzyklus von 500 µs.

In der Traverse sind alle elektrischen Verbindungen einschließlich der Vernetzung in Schutzart[7] IP 68 ausgeführt[8], die Steuereinheiten sind strahlwasserfest nach IP 65. Der Schaltschrank hat wegen notwendiger Zwangsbelüftung im geschlossenen Zustand nur die Schutzart IP 54 und sollte daher außerhalb des Strahlwasser-Gefahrenbereichs aufgestellt werden. Der elektrische Aufbau im Innern ist in IP 20 griffsicher ausgeführt und kann daher zu Inbetriebnahme, Wartung und Kontrolle von Elektrofachkräften und unterwiesenen Personen gefahrlos bedient werden.

Alle abgehenden Kreise sind über 30 mA-RCDs und Leitungsschutzschalter gesichert.

Ein System aus drei abgesetzten Not-Aus-Tastern ermöglicht eine Notabschaltung des Gesamtsystems von verschiedenen Orten aus. Je nach Sichtbedingungen in der Produktionsstätte kann je ein Taster am Haupttank, an der Wasserrückführung und auf der Bühne platziert werden. Ein weiterer Not-Aus-Taster ist außen am Schaltschrank fest eingebaut.

Die Not-Aus-Kreise sind in Niederspannung ausgeführt und können daher auch bei katastrophalen Wasseraustritten ohne Gefahr bedient werden.

4 Statik s. Anhang 9.3

5 beispielhaft seien hier der VPLT-Standard SR1.0 „Bereitstellung und Verwendung von Traversensystemen“, die BGI 810-3 und die BGI 556 „Anschläger“ genannt

6 Aus praktischen Gründen kam 4x4mm²-Material zum Einsatz, dessen Adern mit Zwillingsaderendhülsen paarweise zusammengefasst wurden.

7 Schutzarten gem. DIN VDE 0470-1

8 unter Verwendung von „Buccaneer"-Schraubverbindern der Firma Bulgin

5.2 Gefährdungsbeurteilung und Sicherheitsmaßnahmen

Die Gefährdungsbeurteilung des Wasserfalls und der Illusionen auf der Grundlage von §5 ArbSchG erfolgte nach den Empfehlungen der BGI 809-1; auf eine Auflistung nach der dort genannten Systematik wurde aber zugunsten einer kompakteren Darstellung und besserer Lesbarkeit verzichtet.

5.2.1 Wasser und elektrischer Strom

Ein hohes Gefährdungspotential liegt in der großen in Umlauf befindlichen Wassermenge (ca. 1300 l) in Kombination mit der hohen Förderleistung von 600 l/min. Das Wasser tritt im ungünstigsten Fehlerfall in mehreren Metern Höhe als Strahlwasser aus und kann in Zusammenwirkung mit elektrischen Betriebsmitteln auch in mehreren Metern Entfernung zu einer gefährlichen Körperdurchströmung von Personen führen sowie erhebliche Sachschäden an Anlagen, Einrichtung und Bausubstanz hervorrufen.

Außerdem sind kleinere Lecks möglich, die, da sie unter Umständen nicht sofort bemerkt werden, nach einiger Zeit ebenfalls unangenehme Schäden verursachen können. Generell verringert Feuchtigkeit den Standortwiderstand von Personen und verschlimmert dadurch die Folgen einer Körperdurchströmung; der Wasserfall erhöht also das Gefährdungspotential aller in der Nähe befindlichen elektrischen Anlagen.

Während der Entwicklung zeigte sich noch ein weiteres elektrisches Problem: das von der Tauchpumpe ausgehende magnetische Drehfeld ist so stark, dass es in der Metallverstärkung des Kunststofftanks (die keine leitende Verbindung zum Tankinhalt hat) eine unangenehme (wenngleich ungefährliche) Berührungsspannung induziert. Weiterhin traten an einem zu Testzwecken in den Wasserkreislauf eingebrachten Metallschieber hin und wieder leichte Berührungsspannungen auf, die wir durch eine Ladungstrennung aufgrund der hohen Durchflussgeschwindigkeit erklärten. Daher wurden neben der Traverse auch Schieber und Tanks unter Verwendung von 16mm²-Leitungen in den Potentialausgleich am Schaltschrank einbezogen.

Messungen des Wassers selbst ergaben kein nachweisbares Potential, und das enthärtete und gereinigte Wasser zeigte eine schlechte Leitfähigkeit. Da aber bei längerem Betrieb durch gelöste Ionen unter Umständen ein Anstieg der Leitfähigkeit zu erwarten ist und im Fehlerfall das Wasser Kontakt zu spannungsführenden Teilen haben könnte, entschlossen wir uns zu einer separaten Erdung des Tankinhalts mit Hilfe eines Edelstahl-Stabes, der ebenfalls in den Potentialausgleich integriert wurde. Auf diese Weise wird die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass Fehlerstrom- und Überstrom-Schutzorgane bei Fehlern mit Wasserkontakt rechtzeitig auslösen.

Von der Stromversorgung der Ventile und den Steuereinheiten geht aufgrund der Schutzkleinspannung keine Gefährdung aus. Die Tauchpumpen sind die einzigen elektrischen Betriebsmittel mit gefährlichen Spannungen in unmittelbarer Nähe des Wassers; sie sind vom Hersteller druckwasserfest nach IP 68 zertifiziert und konstruktionsbedingt eher unproblematisch. Im Fehlerfall werden sie durch RCD abgeschaltet.

Die Mitarbeiter sind angewiesen, die Verkabelung und insbesondere den Knickschutz am Gehäuse der Tauchpumpen vor jeder Inbetriebnahme einer Sichtprüfung zu unterziehen, um offensichtliche Isolationsschäden zu erkennen.

Für die Beiersdorf-Produktion wurde im Vorfeld eine Reihe organisatorischer Schutzmaßnahmen getroffen. Bereits bei der Planung wurde darauf hingewiesen, dass ausnahmslos alle im Bühnenbereich eingesetzten elektrischen Betriebsmittel mit 30 mA-RCDs[9] zu sichern sind[10]. Die Dimmercity samt Hauptstromverteilung befand sich in hinreichendem Abstand zur Gefahrenzone. Der Haupttank wurde in einen Nebenraum hinter der Bühne ausgelagert. Leider waren aufgrund eines Mißverständnisses die Endstufenracks genau im Verlauf des Hauptschlauches unter der Bühne

9 entsprechend DIN VDE 0100-410

10 Leider war das bei der Verstromung der ASM-Bandzüge für die Erscheinung nicht möglich, da sie konstruktionsbedingt sehr hohe Ableitströme haben. Wir verzichteten daher für die Motorversorgung auf RCDs und verliessen uns auf die Erdung der Traverse und die Überstromschutzorgane.

positioniert. Da durch die Bühnenelemente ein Schutz gegen Strahlwasser gegeben war, verzichteten wir auf einen Komplettumbau. Stattdessen lagerten wir die Racks erhöht auf leeren Case-Deckeln, um ein Eindringen von Spritzern und Bodenfeuchte zu verhindern; weiterhin wurde unter Berücksichtigung hinreichender Belüftung ein provisorischer Spritzschutz aus Molton angebracht.

Da wir, anders als im Messebetrieb, in unkomfortabler Nähe vieler anderer elektrischer Betriebsmittel agieren mussten und nicht alle Aspekte der Verstromung anderer Gewerke im Vorfeld genau planbar waren, trafen wir vor Ort weitere Maßnahmen. Während der Betriebsphasen des Wasserfalls (bei den Proben und insgesamt 4 Stunden während der Veranstaltung) platzierten wir eine Sicherheitswache unter der Bühne, die im Fall eines Lecks eine Notabschaltung herbeiführen konnte. Eine weitere Sicherheitswache beaufsichtigte den Haupttank, den Verlauf der Hauptschläuche und den Schaltschrank; sie hatte ebenfalls einen Not-Aus-Taster bei sich. Der dritte Not-Aus wurde an der Bühnenseite positioniert, wo ein unterwiesener Bühnenhelfer den Wasserfall selbst im Blick hatte. Alle Wachen waren mit Funkgeräten ausgestattet, um Ablösung rufen und Statusberichte durchgeben zu können; der Wasserfall-Operator am Frontplatz und der Autor hörten auf derselben Frequenz.

Besonderes Augenmerk richteten wir auf die Schlauchkupplungen der Haupt-Ringleitung. Ein Fehler an dieser Stelle hätte durch die exponierte Lage und den hohen Durchfluss die unangenehmsten Folgen. Das verwendete Schlauchverbindersystem (Storz-A-Druckkupplungen) ist für den Feuerwehreinsatz auf schnelle Bedienung optimiert und nicht selbst sichernd. Daher setzten wir an allen Kupplungen separate Sperrüberwürfe ein, die ein selbsttätiges Lösen verhindern. Die Verbindungen in der Obermaschinerie wurden vom Autor persönlich ausgeführt und von einem erfahrenen Kollegen gegengeprüft, die Anschlüsse am Boden erfolgten mit getauschten Rollen.

Eine weitere kritische Stelle bildeten die Übergänge von Schlauch und Kupplung. Wegen der Gefahr von Abschnürungen konnten wir die bei der Feuerwehr üblichen Textilschläuche nicht einsetzen; das verwendete starre Schlauchmaterial übertrug aber große Hebelkräfte auf die Kupplungsschellen. Zusätzlich zur dreifachen Sicherung jedes Schlauchstutzens mit hoch zugfesten Edelstahlschellen achteten wir bei der Verlegung auf effektive Zugentlastungen an allen Kupplungen.

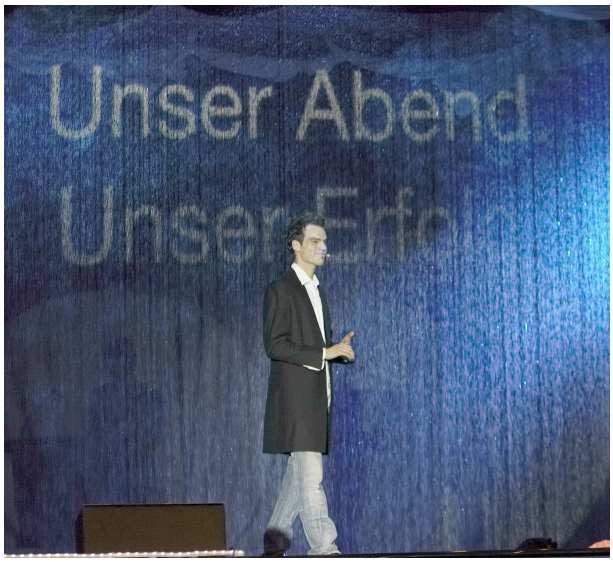


Illustration 8: Chris Ehrlich bei der Anmoderation. Im Hintergrund sieht man eine Rückprojektion auf dem vollflächig betriebenen Wasserfall.

Auf- und Abbau des Systems wurden unter weitgehender Abschaltung der Stromversorgung durchgeführt. Kleinere Wasseraustritte beim Rückbau durch nicht vollständig trockengelegte Schläuche wurden mit einer großen Anzahl bereitliegender Baumarkt-Wolldecken gebunden, so dass keine größeren Pfützen entstanden. Aufnehmer und Gummiwischer waren in ausreichender Zahl vorhanden, Plastikwannen dienten der Aufbewahrung und dem Abtransport durchnässter Stoffe.

5.2.2 Schwebende Lasten

Die Gesamt-Traversenlast bei den vorliegenden sechs Metern Nutzbreite inklusive zweier 1 m-Kragarme aus Standard-Supertruss betrug ca. 600kg[11].

Das Kabel-/Schlauchpick hatte ein Gewicht von 22,5 kg/m. Es wurde über zwei Abfangpunkte unter dem Prerigg zunächst ca. 6 m nach hinten und dann an einem separaten Motor 7 m nach unten geführt. Daraus ergab sich ein Gesamtgewicht des Picks von rund 300kg.

11 Berechnung s. Anhang 9.2.5

Gewünscht wurde eine Sicherheitsreserve, um zwei Personen das sichere Arbeiten auf der Traverse zu ermöglichen. Weiterhin sollte der Wasserfall unabhängig vom Gesamtrigg verfahrbar sein, um Korrekturen und Reparaturen auch nachträglich leicht durchführen zu können.

Dazu brachten wir zwei 1t-Maschinen mit D8plus-Ausstattung (die dann entsprechend um die Hälfte abzulasten waren) an geeigneten Punkten direkt ins Prerigg ein[12]. Der angeforderte Motor für das Kabelpick entsprach ebenfalls der D8plus-Empfehlung. Auf diese Weise hofften wir auf eine Sekundärsicherung verzichten und das Rigg ohne Aufstieg zum Entsichern verfahren zu können.

Leider waren für die im Verlauf des Aufbaus nötig gewordenen Pick-Entlastungspunkte keine zusätzlichen Maschinen verfügbar, so dass die Picks mit 2:1-Taljen an Arbeitsseilen manuell abgelassen und aufgeholt werden mussten, was sich als unangenehm herausstellte.

Ärgerlicherweise zeigte sich dann, dass der Hallenbetreiber den D8plus-Betrieb nicht akzeptierte, so dass wir gezwungen waren, trotz doppelter Bremseinrichtungen eine Sekundärsicherung anzulegen. In unserem Fall störte das nicht, da der Autor ohnehin zur Sicherung der zusätzlichen Abfangpunkte aufsteigen musste. Für den Rigging-Dienstleister, der aus guten Gründen komplett D8plus-Material bereitgestellt hatte, war die Sache deutlich lästiger: Mehrere Tonnen überflüssiges Sicherungsmaterial mussten nachträglich ins Dach eingebracht werden, und einige Personenstunden zusätzlicher Höhenarbeit mit allen daraus resultierenden Gefährdungen fielen an.

Als ein Wasserfallmodul am Vortag der Show nach einiger Zeit aufgrund eines verstopften Filters nachlassenden Durchsatz zeigte, entschlossen wir uns aus Zeitgründen wegen des hohen Aufwandes für das Verfahren zu einem Austausch in der Höhe. Ein Mitarbeiter stieg mit einer Stehleiter auf und sicherte sich während der Arbeit an der Traverse mit einem Auffang- und Arbeitsplatzpositionierungsgurt. Ein Partner am Boden sicherte den Gefahrenbereich, seilte das ausgebaute Modul ab und zog das Austauschteil an den Montageort.

Wegen der beengten Platzverhältnisse musste die Wasserfalltraverse unterhalb einer Quertraverse des Bühnenriggs angeschlagen werden. Die Motorketten konnten zwar reibungsfrei durch passende Lücken im Fachwerk der Quertraverse geführt werden, aber unglücklicherweise übertrugen die Ketten die Schwingungen des Wasserfalls (hervorgeruefen durch Druckänderungen in den Schlauchbuchten) auf das Bühnenrigg.

Die Schwingungen waren von geringem Ausmaß, aber wir fürchteten zunächst Auswirkungen auf wackelig eingerichtete Scheinwerfer. Glücklicherweise waren am betroffenen Rigg im wesentlichen robuste *moving heads* und 2kW-Arris mit Stangenbedienung im Einsatz, deren Bügel dank ihrer Getriebe relativ unempfindlich gegen unbeabsichtigtes Verstellen sind. Die Videotechnik wurde an separaten Punkten geflogen und war daher nicht betroffen.

Aufgrund des komplexen Handlings und der vergleichsweise hohen Deckenlasten regte der Autor an, dass zwei feste Mitarbeiter der Firma Ehrlich zu Anschlägern ausgebildet werden sollten, was im Herbst 2007 auch geschah. Nach einer Sicherheitsunterweisung übernehmen diese seitdem in Eigenverantwortung den Aufbau des Wasserfalls auf Messen und sonstigen Events.

5.2.3 Wasser-Auffangpodeste

Für die Gitterroste mit ihren Öffnungen von ca. 3 x 3 cm gilt im Hinblick auf spitze Absätze das bereits für die Schneepodeste Gesagte. Da der Wasserfall aber im hinteren Bühnenbereich positioniert war und nur von männlichen Rednern als Auftritts-Vorhang genutzt wurde, verzichteten wir auf eine Abdeckung. Weibliche Ehrengäste wurden von Hostessen am Bühnenrand während des Auftritts auf das Problem hingewiesen, und aufgrund des Spritzschutzgeflechts war der Gefahrenbereich bei allen Lichteinstellungen gut zu erkennen.

Beim Aufbau stellte sich heraus, dass sich einige Spritzschutzmatten beim Transport gelöst

12 D8plus ist eine Empfehlung des VPLT und im Standard „VPLT SR2.0 – Bereitstellung und Benutzung von Elektrokettenzügen“ definiert. D8plus-Motoren erfüllen mechanisch die Anforderungen der BGV C1 für das Halten von Lasten über Personen; ihre abgespeckte Steuerung erlaubt aber kein szenisches Verfahren.

hatten, wodurch Stolperfallen entstanden. Dies wurde behelfsmäßig durch eine Verklebung mit Silikon behoben.

Um die Rutschgefahr zu minimieren, wurden zwei Bühnenhelfer mit Gummi-Abziehern und Aufnehmern ausgerüstet und nutzen Umbaupausen, um angesammelte Sprühnässe im Umkreis des Wasserfalls zu entfernen.

6 Die Magiedarbietungen

6.1 „Magischer Schneesturm“

Zu sanfter Klaviermusik in fokussierter, bläulicher Lichtstimmung erzählen Andreas und Chris Ehrlich, wie große Visionen nur im Team verwirklicht werden können. Ein Papiertuch wird in immer kleinere Teile zerteilt, und diese schweben schließlich schwerelos in die Höhe. Die Künstler greifen in die Luft und produzieren kleine Wölkchen aus Schnee aus ihren Händen, die sich zu einem stetigen Schneetreiben verdichten. Es entspinnt sich ein Tanz, Andreas und Chris reichen die aus dem Nichts kommende Schneefontäne einander hin- und her, während die Musik sich steigert und das Heulen des Windes zu hören ist.

Als nach einigen Minuten das Licht aufreißt, hat der Schneesturm die ganze Höhe und Breite der Bühne erfasst.

Langsam beruhigt sich die Musik, das Licht wird wärmer und schließlich sinken die letzen Flocken zu Boden.

6.1.1 Gefährdungsbeurteilung und Sicherheitsmaßnahmen

6.1.1.1 Sonderpodeste

Zur Realisation der Schnee-Illusion wird ein aufsteigender Luftstrom über eine Breite von 6 m erzeugt, der durch ca. 15mm breite Schlitze in drei präparierten Bütec-Elementen geführt wird.

Dadurch ergibt sich eine Gefährdung für Trägerinnen von Schuhen mit schmalen Absätzen. Da genau im Gefahrenbereich eine Tanzdarbietung geplant war, entschlossen wir uns, die Bühnenelemente ca. 1 cm tiefer zu legen und sie vollflächig durch eine mit Bühnenteppich kaschierte Sperrholzplatte abzudecken. Dadurch ergab sich zwar für die Zauberkünstler eine Stolperkante, die sich aber nach etwas Probenzeit als unproblematisch herausstellte.

Die Entfernung der Abdeckung erfolgte diskret im Halbdunkel vor den Augen der Zuschauer durch Wegziehen nach hinten. Da die Platten dabei nicht aufgerichtet werden mussten, konnte der Umbau von zwei Bühnentechnikern nahezu unbemerkt durchgeführt werden.

6.1.1.2 Der Schnee

Der Schnee selbst besteht aus schwer entflammbaren Flocken aus geschäumtem Kunststoff und ist ungiftig.

Allerdings schmilzt er auf heissen Scheinwerfergehäusen und -linsen fest und lässt sich nicht mehr vollständig entfernen. Daher ist es wichtig, Leuchten und insbesondere die Lufteintrittsöffnungen von kopfbewegten Scheinwerfern aus der „Schusslinie“ zu bringen und den Aufwind so zu dosieren, dass der Schnee nicht komplett bis zur Lichttraverse aufsteigt. Damit sind dann auch gefettete Motorketten und Stahlseile im Rigg vor Verschmutzung geschützt.

6.1.1.3 Druckluftanlage

Transportiert wird der Schnee über ein zentrales Druckluftsystem mit 12 bar Systemdruck, der aus einer Batterie von Druckgasflaschen nach DIN EN 1089 mit einem Fülldruck von 200 bar über einen Druckminderer mit hohem Durchsatz gespeist wird[13].

Die Druckflaschen werden vor der Veranstaltung mit Hilfe eines Tauchsport-Kompressors befüllt.

Auf der Hochdruckseite ergibt sich eine erhebliche Gefährdung durch explosive Freisetzung von Luft im Fall eines Lecks, durch umherfliegende Armaturenteile sowie die Peitschenwirkung von abreißenden Schlauchenden.

Die Gefahr des Abschlagens der Flaschenarmatur bei Umfallen wird ausgeschaltet, indem die Flaschen ausschließlich liegend gelagert und in Betrieb genommen werden. Dies ist gefahrlos

13 Einsatz, Lagerung und Prüfungen erfolgen gemäß den TRG 280.

möglich, da sich Luft bei unseren Primärdrücken nicht verflüssigt und daher auch liegend mit Sicherheit nur aus der Gasphase entnommen wird.

Die Hochdruckschläuche sind mit einem durchlaufenden Drahtseil verstärkt, dass an den Schlauch-Enden je ein Auge hat, welches vor dem Anschrauben um die entsprechende Armatur gelegt wird. Dadurch wird ein unkontrolliertes Umherfliegen bei Abplatzen des Schlauches wirksam verhindert. Stabile Knickschutzvorrichtungen aus Stahlfedern und eine sorgfältige Verlegung gewährleisten einen kontrollierten Luftstrom und halten seitliche Kräfte von den Armaturen fern.

Die Hochdruckarmaturen werden in einem speziellen Case auf schwerem Schaumstoff transportiert und sind vor schädlichen Einwirkungen bei Transport und Betrieb geschützt.

Die Druckgasversorgung wird generell so installiert, dass sie für ZuschauerInnen und möglichst auch MitarbeiterInnen anderer Gewerke nicht erreichbar ist. Soweit möglich, wird ein zusätzlicher Schutz durch Umbauen mit leeren Cases oder sonstigem Material angestrebt.

Die Montage und Inbetriebnahme erfolgt nur durch unterwiesene Personen unter Berücksichtigung der korrekten Anzugsdrehmomente (80 - 100 Nm). Unsere Mitarbeiter sind angewiesen, das System nur bei Bedarf unter Druck zu setzen und ansonsten zu entlüften und die Flaschen einzeln abzusperren. Vor jeder Inbetriebnahme wird eine Sichtprüfung aller Komponenten durchgeführt.

Während des Betriebs kommt es durch Druckentnahme zu einer starken Abkühlung der Hochdruckarmaturen[14], was bei Berührung zu Erfrierungen führen kann. Unsere Mitarbeiter sind über die Gefährdung informiert. Sollten doch einmal Arbeiten während oder unmittelbar nach einer Druckentnahme nötig sein, stehen Schutzhandschuhe zur Verfügung.

Die Systemdruckversorgung besteht aus Polyamid-Schläuchen und dem Schnellverbindersystem des Herstellers Festo; alle Bestandteile sind für einen Betriebsdruck von 35 bar ausgelegt und daher mehr als zweifach überdimensioniert. Vor den Mischkesseln wird der Druck weiter auf 8 bar abgesenkt.

Auch bei einem Betriebsdruck von 8 bar sind Explosionen möglich, die Gefährdung ist aber weitaus geringer als auf der Primärseite. Der dauernd unter Druck stehende Teil der Anlage (vor den Steuerventilen) ist fest in ein geschlossenes Case eingebaut. Personen befinden sich im Betrieb nicht im Gefahrenbereich. Der externe Teil inklusive der Schnee-Mischkessel ist ein offenes System und daher - außer bei Verstopfungen der abgehenden Schlauchleitungen - nicht explosionsgefährdet.

Die Steuerung der Schneeabgabe erfolgt stufenlos via DMX durch einen Techniker in der Gasse oder auf der Hinterbühne. Wenn keine Sichtverbindung zur Bühne möglich ist, wird ein mitgeführter Video-Monitor samt Kamera installiert. Der steuernde Mitarbeiter überwacht den Schneestrom visuell und ist unterwiesen, offensichtlich verstopfte Kreise rechtzeitig abzuschalten.

Bei Arbeiten am Niederdruck-Case unter Betriebsdruck sind die Mitarbeiter angewiesen, zum Schutz gegen umherfliegende Schlauchenden oder unter Druck austretende Kunstschnee-Partikel eine Schutzbrille zu tragen.

Zur Verdichtung des Schneetreibens wird kurz vor dem Höhepunkt der Darbietung zusätzlich zu dem von den Zauberkünstlern direkt produzierten Schnee über zwei handelsübliche Halbzoll-Gartenschläuche weiteres Material von oben dazugegeben. Durch geschickte Beleuchtung wird dies vom Zuschauer nicht wahrgenommen.

Von diesen Schläuchen geht im Betrieb keine besondere Gefährdung aus. Die Montage im Rigg wird vorzugsweise auf Arbeitshöhe vorgenommen. In diesem Fall war das Rigg bereits oben, und der Autor installierte die Schläuche auf Trimmhöhe unter Verwendung von PSA[15].

14 Berechnung s. Anhang 9.2.2

15 gemäß BGR 198 (Einsatz von PSA gegen Absturz) und BGI 870 (Haltegurte und Verbindungsmittel). Der verwendete Gurt (Fabrikat PETZL Navaho Complet) entspricht sowohl EN 358 (zur Arbeitsplatzpositionierung) als auch EN 361 (Auffanggurt) und wurde zur Begrenzung des Fangstoßes um ein Verbindungsmittel mit Falldämpfer nach EN 363 ergänzt.

6.2 Bahnschienenverbiegung

Die Rundbühne ist durch einem leichten weissen Vorhang geschlossen. Die Künstler kündigen eine neue, spektakuläre Nummer an, deren Vorbereitungsphase in einem kurzen Videofilm gezeigt wird.

Ein ca. 5 minütiger, im MTV-Stil geschnittener Film zeigt Andreas und Chris im Fitnessstudio bei diversen Kraftsportübungen in Slapstick-Manier. Bei einem Eiweißdrink im Anschluss überreichen Sie ihrem Trainer ein als Präsent verpacktes kurzes Segment einer echten Bahnschiene. Ob er sich vorstellen könne, dass man diese Schiene mit reiner Muskelkraft verbiegen kann? Seine Antwort: Niemals!

Während des Films fährt ein Gabelstapler mit gelber Warnleuchte aus einer Doppeltür links neben der Bühne in den Saal. Neben der Bühne lagern zwei ca. 2m hohe fahrbare Gestelle, die durch schwarze Tücher verborgen sind. Die Tücher werden entfernt; ein Gestell ist leer, das andere trägt ein ca. 4m langes, aufgerichtetes Doppelschienensegment samt Bahnschwellen. Der Vorhang wird geöffnet und zeigt eine von Nebelschwaden durchzogene und weitgehend leere Bühne, die gedämpft mit grünen und ockerfarbenen Strukturgobos beleuchtet ist.

In der Mitte sieht man eine Art Tisch aus zwei Sägeböcken und schweren Holzbohlen, darauf zwei Bahnschienensegmente von ca. 3 und 4 m Länge.

Nacheinander setzt der Stapler beide Gestelle auf der Bühne ab; sie werden von der Bühnencrew auf Position gefahren. Mit dem Ende des Films ist das letzte Element an seinem Platz.

Das Licht wird heller, es erklingt eine leise Hintergrundmusik mit dem Geräusch schwerer Pulsschläge. Andreas und Chris erläutern ihr Vorhaben: sie wollen ein Bahnschienenprofil mit nichts als ihrer Muskelkraft verbiegen.

Ein Mitarbeiter der Deutschen Bahn in der Uniform eines ICE-Zugchefs wird auf die Bühne gebeten und erzählt in einem kurzen Interview über die Belastungen, denen eine Schiene im täglichen Hochgeschwindigkeitsbetrieb ausgesetzt ist. Zur Bekräftigung schlägt er mit einem schweren Vorschlaghammer gegen die auf dem Tisch liegenden Schienen. Auch sein Urteil lautet: Ein Verbiegen so kurzer Elemente zu engen Radien ist unmöglich. Der Bahnmitarbeiter wird verabschiedet.

Das längere der beiden Schienensegmente wird über die Kante des Biegetisches gezogen. Bühnenarbeiter reichen den Künstlern funkenfeste Kittel, Brillen, Gehörschutz und Handschuhe, die Musik wechselt: Rammstein, „Feuer frei!“ Im Rhythmus der Musik legen sie ihre Schutzkleidung an.



Illustration 9: Andreas + Chris Ehrlich beim Verbiegen der ersten Schiene

Andreas beginnt, mit einem Trennschleifer ein ca. 1m langes Stück der Schiene abzutrennen. Er steht dabei mit dem Rücken zum Publikum, die Funken fliegen in Richtung Zuschauerraum. Zwei Mitarbeiter, ebenfalls in Schutzausrüstung, halten eine 2 x 2 m große Plexiglasplatte zwischen Funkenstrom und Zuschauer. Kameras übertragen die sprühenden Funken auf vier Großleinwände im Saal.

Mit lautem Krachen fällt das abgetrennte Stück zu Boden. Zwei Helfer tragen es zur Seite und stellen es wie ein „I“ aufrecht in das leere Gestell, wo es mit Spanngurten fixiert wird.

Die Künstler springen auf den Biegetisch, ergreifen an zwei Stellen eins der Schienensegmente, und bald gibt es unter ihrer Kraft nach. Es entsteht ein Bogen. Die Schiene wird gewendet, und sie

ziehen einen zweiten Bogen in die entgegengesetzte Richtung.

Das fertige Werkstück wird ebenfalls auf das Gestell umgesetzt, diesmal von 3 Helfern. Es sieht aus wie ein spiegelverkehrtes „S“

Das letzte Segment wird in Angriff genommen: wieder nacheinander zwei Bögen, diesmal wie ein normales „S“. Als es schließlich auf dem Gestell steht und synchron zur Musik mit weißen Spots von vorn sowie zwei 4-lites und zwei Theaterblitzen von hinten erleuchtet wird, erkennt das Publikum: „1-2-5“ - 125 Jahre Beiersdorf.

Der Gestellwagen mit den Zahlen wird vom bereitstehenden Stapler aufgenommen und neben der Bühne abgesetzt. Zwei Bühnenarbeiter überprüfen die Kippsicherungen und hängen einen Hammer an einer Kette an das Objekt - die Zuschauer werden eingeladen, sich von der Echtheit des Schienenmaterials zu überzeugen. Der Wagen verbleibt für den Rest der Veranstaltung im Publikumsbereich.

Die Schienen wurden dem Kunden als Präsent überreicht und stehen heute vor der Beiersdorf-Firmenzentrale in Hamburg[16].

6.2.1 Gefährdungsbeurteilung und Sicherheitsmaßnahmen

Für die Gefährdungsbeurteilung war zu differenzieren zwischen den Gefährdungen der Künstler einerseits und denen der Mitarbeiter und des Publikums andererseits. Grundsätzlich sind alle drei gleich zu bewerten, und mit den einschlägigen Bestimmungen von Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz stehen praxisnahe oder zumindest adaptierbare Handlungsgrundsätze zur Verfügung.

Wenn aber die Künstler zur Realisation einer künstlerischen Idee bereit sind, ein erhöhtes persönliches Risiko einzugehen, ist das (ähnlich wie bei Akrobaten) unter Umständen hinnehmbar. Die Aufgabe eines Sicherheitsbeauftragten ist es dann sicherzustellen, dass den Künstlern Art und Ausmaß dieser besonderen Risiken, insbesondere der möglicherweise nicht offensichtlichen technischen Gefährdungen genau klar sind, so dass sie eine informierte Entscheidung treffen können.

6.2.1.1 Schwere Requisiten

Die Gestellwagen sind Stahl-/Holzkonstruktionen, die Unterkonstruktionen sind aus massivem Stahl. Der breite Wagen mit dem Schienenstück hat fest angebrachte „Bahnschwellen“ in Leichtbauweise, die aus akustischen Gründen mit Bauschaum ausgefüllt wurden. Die Schienen liegen rutschsicher in stählernen Haltern, sie wiegen 82 und 92 kg.

Beim Umgang ist eine Quetschgefahr insbesondere für Zehen und Hände gegeben; außerdem sind bei falschem Handling Wirbelsäulenschäden zu befürchten.

Wir nahmen die Bahnschienenproduktion zum Anlass, (endlich) von allen Mitarbeitern wären der Lade- und Bauphasen ein konsequentes Tragen von Fußschutz[17] und Arbeitshandschuhen zu verlangen. Nachdem in der Bau- und Probenphase einige pädagogisch wirksame Erfahrungen gemacht worden waren, wurde dies auch eingehalten und ist nun etablierte Praxis im Team.

Es zeigte sich, dass sich Quetschungen beim Umsetzen der Schienenprofile vermeiden lassen, wenn der Ablageort mit Kanthölzern vorbereitet wird, die ein sicheres Untergreifen bis zum entgültigen Absetzen erlauben.

Zum Schutz der Wirbelsäule wurden alle Mitarbeiter in rückenschonenden Hebetechniken unterwiesen[18] und über das Gewicht der einzelnen Requisiten und auch die Anzahl zum Transport notwendiger Helfer informiert.

Leider läßt es sich nicht immer vermeiden, dass schwerere Teile von mehr als zwei Personen gleichzeitig getragen werden müssen (bestes Beispiel sind die Schienensegmente, die von Dreierteams bewältigt werden). Dabei kann es durch

16 siehe Titelfoto

17 nach den Empfehlungen der BGR 191 („Benutzung von Fuß- und Knieschutz“)

18 u.a. gemäß BGI 582 S. 11 („Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Transport- und Lagerarbeiten“) sowie BGI 714 („Kreuz-Weisheiten“ der Steinbruch-Berufsgenossenschaft)

ungleichmäßige Lastverteilung zur Überbelastung einzelner Träger kommen. Im Lager verwenden wir Hebezeuge (Ameise, Stapler und Handkettenzüge), was aber im Live-Betrieb und besonders im szenischen Handling nicht immer praktikabel ist. Aber dank intensiver Bau- und Durchlaufproben während der Entwicklung des Kunststücks und erneuten Proben vor jeder Wiederaufnahme gehen die Mitarbeiter routiniert und sicher mit den Werkstücken um, was Fehlbelastungen und Unfällen vorbeugt.

Die körperliche Belastung der Mitarbeiter bei der Bewältigung der Bahnschienenillusion und den restlichen Aufbauarbeiten liegt nach BGI 582 knapp im Bereich der „wesentlich erhöhten Belastung“, die zu einer Überlastung auch von normal Leistungsfähigen führen könnte.[19] Gestaltungsmaßnahmen sind also angezeigt.

Folgende Arbeitsanweisungen wurden im Einzelnen gegeben:

- Vorhandene Hebezeuge sind zu verwenden
- Transport schwerer Teile soll konsequent rollend erfolgen (d.h. Vermeidung längeren Tragens)
- klare Ansagen bei Heben und Senken durch einen vorher bestimmten Mitarbeiter
- Vorbereitung von Transportweg und Ablageort, bevor das Werkstück bewegt wird

Durch gute Organisation im Vorfeld lassen sich gewährleisten:

- Vermeidung von Zeitdruck
- regelmäßige Pausen
- Vorhandensein von ausreichend Personal
- Vorhandensein von Hebezeugen
- Vermeidung von Überlastungen und Unfällen durch Übung

Als Produktions-LKW werden grundsätzlich nur Fahrzeuge mit hydraulischer Ladebordwand gemietet. Die Schienen werden in einem Mercedes-Sprinter transportiert und im Fahrzeug nur gezogen oder geschoben (ggf. mit Gurten). Außerhalb erfolgt der Transport auf Rollencases mit möglichst passender Höhe, so dass sie nur minimal angehoben werden müssen.

Zur Belastungsberechnung läßt sich anmerken, dass die Spitzenbelastungen nur an wenigen Tagen im Monat auftreten, während die Risikoeinschätzung der BGI 582 täglich wiederkehrende Routinebelastungen zugrundelegt. Für Shows ohne die Bahnschiene bewegen wir uns an der Untergrenze des „erhöhten Belastungsbereichs“, in dem eine Überbelastung nur bei vermindert leistungsfähigen Personen zu befürchten ist.

6.2.1.2 Szenische Trennschleifarbeiten

Während der Entwicklung des Kunststücks entstand die Idee, ein Schienenprofil mit einem Trennschleifer live abzulängen und dann auf die Bühnenoberfläche stürzen zu lassen, um mit Lärm, Funkenflug, Metallgeruch und Aufschlaggeräusch die Materialeigenschaften für das Publikum unmittelbar erfahrbar werden zu lassen. Die Künstler traten an den Autor mit der Bitte um Realisationsvorschläge heran.

Folgende Gefährdungspotentiale waren zu bedenken:

Kontrollverlust des Werkzeugs und Bruch des Schleifkörpers

Es besteht die Gefahr, dass der Künstler im Stress der Live-Situation die Kontrolle über das Werkzeug verliert oder es ungewollt anläuft. Dabei besteht das Risiko schwerer Selbstverletzungen und eine Gefährdung dritter, falls der Schleifkörper birst und Fragmente mit hoher Geschwindigkeit herausgeschleudert werden (s.u.).

Der bedienende Künstler ist handwerklich geschickt und geht routiniert mit Werkzeugen der Metallbearbeitung um. Insbesondere hat er einige praktische Erfahrung mit Trennschleifarbeiten. Er ist sich der Gefahr des Verkantens bewusst und setzt das Gerät sachkundig ein.

19 Berechnung s. Anhang 9.2.3

Wir wählten ein großzügig dimensioniertes Schleifgerät (Bosch GWS 26-180) mit sehr kurzer Nachlaufzeit und hochdrehzahlfeste Korund-Schleifscheiben nach DIN ISO 525, um den für Freihandtrennschleifen vorgeschriebenen Sicherheitsfaktor von 3.5 (Berstgeschwindigkeit vs. Arbeitsgeschwindigkeit) deutlich zu übertreffen. Leider gibt es keine Trennscheiben von praktikabler Dicke, die gleichzeitig seitenschleifgeeignet wären und damit einen erhöhten Schutz gegen Bersten bei seitlichen Beanspruchungen (z.B. durch Verkanten) böten. Es besteht daher ein Restrisiko des Schleifkörperbruchs.

Um in diesem Fall Verletzungen zu vermeiden, verfügt das Schleifgerät über die vorgeschriebene Schutzhaube, die in Richtung des Bedieners Schutz bietet. Scheibenfragmente können also nur noch in Richtung des Bodens oder geradeaus nach vorn fliegen.

Der erste Ansatz sah vor, das Gerät in eine Seitengasse zeigend zu betreiben, was den Funkenflug reizvoll zur Geltung gebracht hätte. Erfahrungen bei Schleifscheibenbrüchen zeigen aber, dass Scheibenfragmente nicht nur in der Rotationsebene der Scheibe davonfliegen, sondern je nach Form und Luftwiderstand auch beträchtlich nach links und rechts abweichen können. Ausserdem halten sich in den Gassen betriebsmäßig Bühnenarbeiter und die Brandsicherheitswache auf.



Illustration 10: Der Autor (links) beim Testen von Schutzmaßnahmen in der Montagehalle.

Wir entschlossen uns daher, das Werkzeug so auszurichten, dass der Gefahrensektor für Scheibentrümmer in die Hinterbühne weist, also maximal weit weg vom Publikum. Dort muss sich während der Darbietung niemand betriebsmäßig aufhalten, und Trümmer würden durch Kulissen oder Backdrop aufgefangen. Der Nachteil an dieser Position ist, dass die Schleiffunken nun Richtung Publikum fliegen, was weitere Maßnahmen erfordert (s.u.).

Um nicht zu viel Tempo aus der Nummer zu nehmen und den Vorgang zu beschleunigen, ist das Schienenprofil von der Rückseite her bereits zu ca. 2/3 durchtrennt. Bei einer der ersten Darbietungen verfehlte der Künstler den vorher angebrachten Schnitt und trennte die Schiene komplett durch, was ca. 4 Minuten dauerte. Die Trennscheibe wurde dabei sehr weit abgenutzt und reichte nur knapp aus, was zusätzliche Gefährdungen in der Handhabung verursachte. Seitdem wird der Schnittverlauf gut sichtbar mit weissem Lackstift vorgezeichnet und für alle Fälle liegt ein zweiter Trennschleifer mit frischer Scheibe bereit, da das Kunststück zwingend erfordert, dass die überschüssige Länge abgetrennt wird.

Funkenflug

Durch Funkenflug besteht eine ernste Augengefährdung und eine (allerdings weit weniger gravierende) Gefährdung der Haut. Sie wird durch Schutzbrillen, Handschuhe und langärmelige Kittel für Künstler und Bühnencrew kompensiert. Die Schutzkleidung wird dabei auch als szenisches Mittel eingesetzt, um die Authentizität des Vorgangs zu betonen.

Die Gefährdung des Publikums bei Schleifkörperbruch bewerteten wir höher als jene durch Funkenflug, da Scheibentrümmer eine weitaus größere Reichweite und Energie besitzen und ihre Flugbahn weniger vorhersehbar ist. Daraus ergab sich aber die oben erwähnte ungünstige Richtung des Funkenflugs direkt ins Publikum. Den Schutz der ZuschauerInnen gewährleisten wir durch einen

Sicherheitsabstand von 5 m zwischen Trennscheibe und der ersten Zuschauerreihe und eine 2x2m-Schutzwand aus Acrylglas, die von zwei Mitarbeitern in 1-2m Entfernung vom Trennschleifer in den Funkenstrahl gehalten wird.



Illustration 11: Szenisches Trennschleifen. Alle Mitarbeiter in PSA, die Plexiglas-Schutzwand schützt das Publikum.

Der Sicherheitsabstand zur ersten Zuschauerreihe beträgt hier mehr als 6 m, was durch das verwendete Teleobjektiv nicht zu erkennen ist.

Weiterhin besteht eine stark erhöhte Brandgefährdung, da glühende Metallspäne als effektive Zündquelle wirken können. Insbesondere an die Fugendichtigkeit der Bühne sind daher erhöhte Anforderungen zu stellen, um versteckte Glimmbrandherde in der Unterbühne auszuschließen. Für den unmittelbaren Gefahrenbereich nutzen wir eine Abdeckplatte aus rutschhemmendem Waffel-Stahlblech, die als Nebeneffekt die Bühnenoberfläche vor Schäden beim Aufschlag des abgetrennten Werkstücks schützt und das Aufschlaggeräusch betont.

Ein Feuerlöscher wird in unmittelbarer Nähe in der Gasse bereitgestellt. Mit Metallbränden ist dabei nicht zu rechnen. Wir wählen meist CO_2-Löscher, um Sekundärschäden durch das Löschmittel zu minimieren, sofern nicht spezielle Brandlasten vorliegen. Bei Bedenken hinsichtlich der Fugendichtigkeit wird ggf. eine Brandsicherheitswache unter der Bühne platziert, die auch nach Ende des Kunststücks für einige Zeit dort verbleibt. In diesem Fall war das nicht nötig, da die Bühne im Gefahrenbereich nahtlos mit PVC überzogen war.

Lärm

„Beim Schleifen und Trennschleifen mit Handmaschinen ist grundsätzlich davon auszugehen, dass der Geräuschpegel gesundheitsgefährdende Werte erreicht. Die Benutzung von Gehörschutz ist daher erforderlich.“ (BGI 543, Schleifer)

Der Schutz der Akteure auf der Bühne ist durch PSA leicht zu gewährleisten. Wir verwenden die klassischen „Micky-Maus-Ohren“ (Kapselgehörschützer), da sie szenisch in Erscheinung treten und „typischer“ aussehen als moderne Im-Ohr-Systeme. Ausserdem bieten sie gegenüber Stöpseln in der Regel eine bessere Sprachverständlichkeit und verhindern daher in unvorhergesehenen Situationen zusätzliche Gefährdungen durch Missverständnisse und unkoordiniertes Handeln.

Eine Gehörgefährdung des Publikums ist durch den Sicherheitsabstand und die kurze Einwirkdauer sicher auszuschliessen[20].

Zusammenfassung

Alle Gefährdungen des szenischen Trennschleifens und die zu treffenden Sicherheitsmaßnahmen wurden in einer Betriebsanweisung schriftlich festgehalten, die allen Mitarbeitern vorliegt.

Ein erfahrener Mitarbeiter wurde explizit als Sicherheitsbeauftragter für das Trennschleifen benannt. Er ist verantwortlich für Auswahl und Wechseln der Trennscheiben, Sichtprüfungen und die Durchführung von Leerlauf-Drehzahltests vor jeder Inbetriebnahme des Werkzeugs. Weiterhin sorgt er für das Packen und die Instandhaltung aller relevanten PSA'en und überwacht die Sicherheit des szenischen Vorgangs. Er ist mit den einschlägigen Sicherheitshinweisen der BGI 543 ("Schleifer") und der BGV B3 (UVV Lärm) vertraut.

Da der bedienende Künstler auf der Bühne während der Darbietung nicht alle Aspekte der Sicherheit überblicken kann, kontrolliert der Sicherheitsbeauftragte die Stromversorgung des Trennschleifers von der Seitengasse aus und gibt

20 Berechnung s. Anhang 9.2.4

diese erst frei, wenn alle Mitarbeiter in der Nähe PSA angelegt haben, der Bediener das Gerät sicher in Position gebracht hat, alle Schutzeinrichtungen an ihrem Platz sind und der Gefahrenbereich frei von Personen ist. Sollte sich im Verlauf des Schleifvorgangs irgendeine Gefahrensituation ergeben, kann er die Stromversorgung jederzeit unterbrechen. Er ist instruiert, vor dem Wiedereinschalten unbedingt den Bediener anzusprechen.

Wir führen zwei zusätzlichen Sätze PSA für die Brandsicherheitswache und fremde Crew mit.

6.2.1.3 Biegetisch und Biegevorgang

Ebenfalls aus szenischen Gründen wünschten sich die Künstler einen rustikalen Biegetisch aus Böcken und darübergelegten Holzbohlen. Da sie während der Verbiegung auf dem Tisch stehend agieren, besteht Sturzgefahr durch Fehltritte, durch Umkippen der Böcke oder Abrutschen der Bohlen.

Außerdem sind sie, da sie zu zweit szenisch Schienensegmente von bis zu 3 m Länge handhaben und teilweise anheben, einer stark erhöhten Verletzungsgefahr durch Quetschungen etc. ausgesetzt.

Fußschutz und Handschuhe werden getragen (sie sind Bestandteil der Kostümierung), bieten aber keinen vollständigen Schutz.

Die Gefahr des Abrutschens der Bohlen wurde durch Winkeleisen zur seitlichen Fixierung und Verschraubung der Bohlen untereinander minimiert. Umfangreiche und regelmäßig wiederkehrende Proben stellten sicher, dass die Künstler die Böcke nicht umwerfen, die gefährlichen überstehenden Enden der Bohlen auch unter dem Stress der Live-Situation nicht betreten und die sichere Handhabung der Schienen beherrschen. Die Bewegungsabläufe werden je nach gewünschter Verbiegung für jede Produktion gemeinsam mit den drei Helfern neu geübt.

Das verbleibende Restrisiko und die Art der Gefährdungen sind den Künstlern bekannt und werden zur Realisation der künstlerischen Idee in Kauf genommen.

6.2.1.4 Pyrotechnik

Da das Umtragen der verbogenen Schienen ein eher langsamer Prozess ist, aber aus szenischen Gründen ein zeitlich klar definierter Akzent bei der Fertigstellung gebraucht wird, beantragten wir über den technischen Gesamtleiter den Einsatz von zwei Theaterblitzen für das Schlussbild.

Die verwendeten Sätze[21] der Klasse T_1[22] erzeugen einen Blitz von ca. 2,5 m Höhe und 1,5 m Durchmesser mit weißem Rauchpilz und einen schwachen Knall. Der empfohlene Sicherheitsabstand beträgt 4 m seitlich und 6 m nach oben bei senkrechtem Abschuss.

Mit der Durchführung des pyrotechnischen Effekts beauftragten wir einen als zuverlässig und geeignet[23] eingeschätzten Mitarbeiter, der mit den einschlägigen Sicherheitsregeln vertraut ist[24]. Die Zündung erfolgte aus der Gasse unter Sichtkontakt. Der Einsatz war von den zuständigen Behörden genehmigt worden[25] und erfolgte in Abstimmung mit dem Sicherheitsbeauftragten der Halle und der Feuerwehr. Rauchmelderlinien im Wirkungsbereich der Sätze wurden vorübergehend abgeschaltet.

Wir platzierten die Sätze in 1 m Abstand zur Rückwand; da die Akteure auf der Bühne vor den Wasserfallpodesten agierten, ergab sich automatisch ein hinreichender Sicherheitsabstand. Darüber hinaus trugen alle Personen in der Nähe aufgrund der vorangegangenen Trennschleifarbeiten Augen- und Gehörschutz, was für zusätzliche Sicherheitsreserven sorgte. Eine besondere Brandgefährdung bestand nicht, da sich keine Brandlasten in der Nähe befanden; der Backdrop war entsprechend der VStättV schwer entflammbar[26] ausgerüstet und die Bühne war fugendicht. Ein CO_2-Löscher befand sich leicht erreichbar in der Gasse. Alle Personen in der Nähe waren über den Zündungszeitpunkt

21 Fabrikat Safex Mega-Flash Theatherblitz groß, BAM-PT_1-0242

22 d.h. „Pyrotechnische Gegenstände für technische Zwecke“ geringerer Gefährlichkeit gem. 1.SprengV §6 Absatz 3

23 ensprechend der Kriterien der §§ 8a und 8b SprengG

24 BGI 812 „Pyrotechnik in Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung“

25 Genehmigungsvorbehalt gem. 1.SprengV §23 Absatz 4

26 Baustoffklasse B1 gem. DIN 4102

informiert und blickten während der Zündung nicht direkt in Richtung der Sätze, um eine Gefährdung durch Blendwirkung zu vermeiden.

6.2.1.5 Stapler-Einsatz

Wegen der sehr beengten Bühnenverhältnisse (die Bahnschienenverbiegung erfordert normalerweise eine Seitenbühne von mindestens 20 m² zur Lagerung der Gestellwagen) war der szenische Einsatz eines Gabelstaplers unvermeidlich. Er unterstrich auf reizvolle Weise den „industriellen“ Charakter des Kunststücks und bereicherte die Inszenierung um einen starken visuellen und akustischen Eindruck.

Für die Durchführung kooperierten wir mit der Firma Schenker, die uns das Fahrzeug, einen Fahrer und einen Einweiser zur Verfügung stellte[27]. Letzterer stellte den korrekten Sitz der Ladung auf der Gabel sicher und überwachte die Fahrten. Die beiden waren sehr gut aufeinander eingespielt und zeigten hohes Problem- und Verantwortungsbewußtsein beim Arbeiten in der Nähe von Personen unter szenischen Bedingungen. Fahrten fanden soweit möglich mit bodenfrei gehobener Last statt, angehoben wurde erst unmittelbar an der Bühne. Da das Fahrzeug gasbetrieben war, entstand keine Belästigung oder Gefährdung durch Abgase.

Da der Stapler in der Nähe des Publikums und der Bühnencrew agieren musste, ergaben sich eine Reihe von Gefährdungsmomenten. Eine Kollision des Staplers mit ZuschauerInnen wurde durch einen mit Flatterband abgesperrten Sicherheitsbereich mit einem Sicherheitsabstand von ca. 1 m vermieden.

Gefahren gingen von der extra langen, stark ausschwenkenden Gabel sowie der Ladung selbst aus, die beim Umsetzen hätte abrutschen können. Die lange Gabel war nötig, da die aus 2 x 1 m-Elementen gebaute Rundbühne in den äußersten Randbereichen nur aus unterstempeltem Sperrholz bestand und dort nicht voll belastbar war. Daher musste die Ladung mit mindestens 1 m Abstand zum Rand abgesetzt werden. Alle Mitarbeiter waren instruiert konzentriert zu arbeiten, die Last auf der Gabel zu keinem Zeitpunkt aus den Augen zu lassen und erst nach dem Absetzen in den Gefahrenbereich zu treten.

Vier Kollegen waren auf der Bühne positioniert, um die Gestellwagen auf die Arbeitsposition zu rollen und nach der Nummer wieder in Staplerreichweite zu bewegen; ein eingewiesener Bühnenhelfer richtete zusammen mit dem Einweiser am Boden die Lasten aus und fuhr sie später zurück in Parkposition.



Illustration 12: Während der Stapler-Probe. Links unterhalb der Leinwand die Rangierfläche. Auf der Bühne sind die Gestellwagen zu sehen. Das Hallentragwerk aus Bindern (bläulich) und Querträgern (grau) ist hier gut zu erkennen.

Während der ersten Stellproben wurden die Unterstützungspunkte der Lasten und ihre Positionen auf der Gabel mit weißem Gaffer-Tape markiert, damit sie später im Halbdunkel des Showlichts gut zu erkennen waren. Der Fahrer brauchte sie nur in Deckung zu bringen, um eine optimale Lastverteilung zu erzielen. Die Parkpositionen der Gestelle waren ebenfalls am Boden markiert.

Einschließlich einer detaillierten Sicherheitsunterweisung wurde der Vorgang mit allen Beteiligten ca. 90 Minuten lang intensiv geprobt; abschließend wurden zwei Durchläufe auf Zeit gefahren. Sie gelangen ohne Probleme, ebenso wie die Aufführung selbst.

27 Fahrzeug und Qualifikation der Mitarbeiter entsprachen BGV D27 (UVV Flurförderzeuge), der Fahrer erhielt vom Produktionsleiter einen schriftlichen Auftrag zur Durchführung der vom Autor (der als Weisungsbefugter benannt worden war) angewiesenen Tätigkeiten. Ein vollständiger Prüfnachweis des Fahrzeugs gemäß §39 BGV D27 lag leider nicht vor; der Autor begnügte sich aufgrund der Kürze der Zeit mit einer gültigen Prüfplakette.

6.3 Erscheinung der Azubis

Zu lateinamerikanischer Jazz-Musik werden einige Luftballons mit 0,5 bis 1 m Durchmesser ins Publikum gegeben, während bunte Gobos über die Köpfe der Zuschauer wandern. Andreas und Chris animieren die Gäste, die Ballons im Spiel zu halten. Nach ca. 3 Minuten bricht die Musik ab. Wer nun einen Ballon in der Hand hat, wird auf die Bühne gebeten, um unmittelbar Zeuge des nächsten Kunststücks zu werden.

Die Künstler empfangen die Zuschauer und begleiten sie die Bühnentreppe hinauf.

Das Licht wird dunkler, Andreas und Chris erzählen von Kindheitsträumen und verrückten Maschinen, während auf den Videoleinwänden zu dramatischer Orchestermusik eine historische Fotografie von Jules Verne erscheint. Einige seiner phantastischen Konstrukte, wie Kapitän Nemos Nautilus und die Kanone für die Reise zum Mond, sind in alten Kupferstichen zu sehen.

Die letzte Maschine des Jules Verne, die er kurz vor seinem Tod entwarf, soll in der Lage gewesen sein, Dinge aus dem Nichts erscheinen zu lassen. „Wir haben seine Pläne gefunden und die Maschine gebaut - ob das Vorhaben gelingt?“ Andreas ergreift ein Steuergerät, drückt einen Knopf, und aus der Decke senkt sich ein 6 x 3,5 m großes Rechteck aus rostbraun gestrichenen Alutraversen bis knapp über die Köpfe der auf der Bühne versammelten Zuschauer. Es ist durchzogen von Rohren, Schläuchen, Kabeln und Leuchten. Unter dem Konstrukt hängen Ballen aus beigefarbenen Stoffen. An einigen Stellen tritt Dampf aus.



Illustration 13: Die Maschine wird gestartet.

Mit einem weiteren Knopfdruck wird die Maschine in Betrieb genommen; zwei Scheinwerfer an der Rückseite strahlen grell ins Publikum – das Kunststück beginnt. Die Musik wird schneller, Andreas und Chris positionieren die Zuschauer im Halbkreis um die Konstruktion herum, nur die zum Publikum gewandte Seite bleibt frei. Die Zuschauer fassen sich an den Händen. Mit einem Zischen entrollen sich die Stoffbahnen bis auf den Boden, so dass ein geschlossener Kubus entsteht. Man sieht, wie die Schatten unzähliger Menschen mit seltsamen Gegenständen in den Händen scheinbar von oben in den Kubus fallen, doch darüber ist nur freier Raum.



Illustration 14: Geschafft! Die Azubis servieren den Nachtisch. Am Boden der abgeworfene Kabuki-Vorhang.

Als nach vielleicht zehn Sekunden der letzte Schatten den Boden erreicht hat, fallen die Stoffbahnen ab. Im Kubus stehen 25 Personen, immer noch umringt vom Halbkreis der Zuschauer.

Sie haben Torten in den Händen, teilen sich in zwei Schlangen und begeben sich in den Zuschauerraum - die Auszubildenden der Beiersdorf AG servieren höchstpersönlich das Dessert!

6.3.1 Konstruktion und Gefährdungen

Es ergeben sich die üblichen Gefährdungen beim Aufenthalt von Personen unter schwebenden Lasten, denen wir mit den entsprechenden Maßnahmen nach BGV C1 und BGI 810-3 begegnen (im wesentlichen Ablastung und Ein-Fehler-Sicherheit durch redundante Sicherungen).

Die szenische Bewegung stellt durch dynamische Kräfte erhöhte Anforderungen an die Sicherung der in der Traverse verwendeten Betriebsmittel.

Der Kubus besteht aus einem Traversenrechteck aus FD34, in den Lichtschläuche, ein Druckspeicher, eine Nebelmaschine, diverse dekorative Stofffetzen, zwei kleine Scheinwerfer und die nötigen Kabel eingebaut sind.

Größere Einbauten sind mit Stahlseilen sekundärgesichert[28]; auf C-Haken wurde aufgrund der Dynamik des Riggs verzichtet; stattdessen kommen durchgängig Doughty-Schellen zum Einsatz. Zur Überwachung der Fahrten und der Erscheinung bei geschlossenem Vorhang ist eine Weitwinkel-Infrarot-Kamera integriert.

An der Unterseite des Traversenkarrees befindet sich ein zweistufiges Druckluft-Kabuki-System mit beigefarbenem, juteähnlichen Stoff mit einpressten Kauschen. Der Stoff ist schwer entflammbar ausgerüstet. Er kann nacheinander ausgerollt und ganz abgeworfen werden. Das System wird vom zentralen Hochdruck-Case (s.o.) gespeist, der lokale Druckspeicher fängt Druckeinbrüche während der Auslösung ab[29]. Die Magnetventile für ersten und zweiten Abwurf sind in der Traverse eingebaut. Die Auslösung erfolgt DMX-gesteuert.

Die Technik wird durch ein Kabelpick versorgt. Es besteht aus einem 8-fach-Lastmulticore, einem Druckluftschlauch, einer Composite-Videoleitung für das Kamerasignal und einem Potentialausgleichsleiter. Das Pick wird mit reichlich Reserve im Bogen geführt, damit das Rigg bis auf den Boden verfahrbar ist.

Insgesamt wiegen die bewegten Teile rund 250 kg, die Verteilung des Gewichts über die Traversen ist homogen.

Die gesamte Konstruktion hing an vier mit je 250 kg Nettolast reichlich dimensionierten ASM-Bandzügen. Das System inklusive der Steuerung genügt den Anforderungen der BGV C1, darf also szenisch über Personen verfahren werden. Im Steuergerät wurden obere Parkposition, Erscheinungshöhe und Arbeitshöhe gespeichert und konnten ohne weitere Eingriffe direkt angefahren werden. Die Fahrten erfolgten im Gruppengeschwindigkeitssynchronbetrieb, mit Ausnahme des Absetzens auf dem Boden, das als „freie Fahrt auf Sicht“ bis zum Einsetzen der Unterlastabschaltung gefahren wird. Gegebenenfalls wird die Unterlastwarnung überbrückt, bis alle Punkte auf dem Boden aufliegen.

Die Erscheinungshöhe lag ca. 2,5 m über der Bühne, so dass keine Gefahr für die Köpfe der Akteure bestand. Die Arbeitshöhe wurd nur zum Einhängen des Kabukis angefahren; dabei hielt sich ausschließlich eingewiesenes Personal im Bühnenbereich auf.

Die Züge waren in zwei Prerigg-Traversen eingehängt. Da der Abstand der Punkte etwas größer war als die Breite des Traversenrechtecks, arbeiteten die Motoren auf den letzten Metern zur oberen Parkposition mit leichtem Schrägzug. Dies ist ausnahmsweise zulässig, da Überlastungen durch die C1-Ausstattung wirksam verhindert werden und die Bandzüge konstruktionsbedingt keine Probleme mit leicht schräg einlaufenden Lastbändern haben, wie uns ein ASM-Mitarbeiter auf Anfrage mitteilte.

Die Künstler „bedienen“ eine Dummy-Steuerung. Die eigentlichen Fahr- und Kabuki-Befehle gibt ein Techniker von der Hinterbühne; Sichtkontakt ist durch einen Monitor mit dem Kamerabild gewährleistet.

Die erscheinenden Personen erreichen ihren Bestimmungsort zu Fuß über die Hinterbühne. Bei dieser Produktion waren dort dicht an dicht Rollriser für nachfolgende Show-Acts gelagert, so dass sich erhebliche Stolperfallen ergaben, besonders, da die Personen im allgemeinen nicht an Bühnen gewöhnt waren. Wir begegneten dem durch eine gedämpfte Sicherheitsbeleuchtung, weiße Tape-Markierungen entlang des sicheren Weges und umfangreiche, von den Künstlern selbst geleitete Proben. Die Akteure wurden zunächt bei vollem Arbeitslicht über den Weg geführt und auf alle Problemstellen hingewiesen. In weiteren Durchläufen wurde dann die Bewegung im Halbdunkel unter Show-Bedingungen geübt und langsam auf Tempo gebracht.

28 gemäß den Empfehlungen der BGI 810-3

29 Hier bietet die Kompressibilität von Luft einmal einen Vorteil gegenüber der Hydraulik: diese Technik wäre mit einem flüssigen Medium nicht möglich.

Stolperfallen durch Kabel konnten glücklicherweise komplett vermieden werden; da die Bühne überall mit 20mm Spanplatte abgedeckt war, fertigten uns die Tischler mit einer Oberfräse versenkte Kabelkanäle nach Bedarf, was auch die Arbeit mit den Rollrisern sehr vereinfachte.

Auf ihrem Weg passierten die Akteure den Bühnen-Backdrop durch eine seilzugbetriebene Tuchgarage. Hier ergaben sich zwei Problemstellen:

Das Tuch wird durch auf- und abbewegliche Aluminiumlatten gestrafft. Bei einem ungeplanten Schließen der Garage besteht die Gefahr leichter Kopfverletzungen für Personen im Fahrbereich. Der Bediener ist sich der Gefahr bewusst und arbeitet in ständigem Sichtkontakt und unmittelbarer Nähe zum Gefahrenbereich. Er trägt für einen sicheren Halt am Kommandoseil Lederhandschuhe. Zum Offenhalten der Garage im Notfall dient ihm eine aus dem Segelsport gebräuchliche Curry-Klemme, die ohne Loslassen des Seils bedienbar ist. Ständig wirkende Rücklaufsperren erwiesen sich leider als nicht praktikabel, da die mit ihnen erzielbare Verfahrgeschwindigkeit nicht ausreichend ist und zwischen Öffnen und Schließen erst umgeschaltet werden müsste.

Die Tuchgarage hat ein Kontergewicht, das die Bedienung durch nur eine Person ermöglicht. Beim Öffnen senkt es sich schnell zu Boden und birgt bei Unachtsamkeit das Risiko ernsterer Verletzungen. Mit einem kurzen Traversenausleger und einem wohlplazierten Leercase zwangen wir die Akteure zu einem kleinen Umweg und hielten sie so vom Fahrweg des Kontergewichts fern.

7 Planung und Organisation

7.1 Organisationsablauf

Von unserer Seite hatte die Produktion einen Vorlauf von nur knapp sechs Wochen, da der Kunde sich erst sehr spät für das endgültige Showkonzept entschieden hatte. Nachdem unsere Bühnenanweisungen per Mail an den technischen Leiter gegangen waren und sich zum allgemeinen Entsetzen als weitgehend unerfüllbar herausstellten, vereinbarten wir für den 12.06.07 einen Lokaltermin, um unsere Anforderungen irgendwie mit dem bestehenden Bühnenkonzept zu verheiraten. In einem Gespräch mit TL Michael Buchner (COBRA), Video-Dienstleister Ludwig Marby (Axis) und Agenturchef Reginald Sümegh (TONIC) wurden schließlich gangbare Kompromisse gefunden und in den folgenden drei Wochen via Email nach und nach verfeinert.

Einige Tage später fand ein Treffen mit Lichtdesigner Jan Kirchhoff in Hannover statt, wo wir auf der Grundlage des bereits vorliegenden Rigging-Plans und des Video-Konzeptes Lichtanforderungen und Design-Optionen besprachen, die dann an die Dienstleister weitergegeben wurden. Die Positionierung des Wasserfall-Projektors stellte sich als besonders schwierig heraus – erst nach drei Planänderungen konnte eine befriedigende Lösung gefunden werden.

Eine Woche vor dem Produktionstermin machen wir einen kompletten Probeaufbau des Wasserfalls und der Bahnschiene und testeten alle Verwandlungen und szenischen Handlungen in den Abmessungen der späteren Bühne.

7.2 Personal

Für Ehrlich Entertainment waren folgende Mitarbeiter im Einsatz:

- Jörn Nettingsmeier, Technische Leitung, Ton, Inspizienz und Rigging (So-Fr)

- Björn Pfaffner, Leitender Bühnentechniker: Sicherheitsbeauftragter für das Trennschleifen, Beauftragter für Pyrotechnik, LKW-Fahrer (So-Fr)

- Christian Schirmer, Fachkraft für Veranstaltungstechnik: Bühnentechnik (Mo-Fr)

- Kai Kolbe, Techniker: Bühnentechnik, Requisiten. LKW-Fahrer (Mo-Fr)

- Frank Neubauer, stage hand (So-Fr)

- Manuel Josting, Auszubildender: Bühnentechnik, Requisiten, Sprinter-Fahrer (Mo-Fr)

- Jan Kirchhoff, Lichtdesigner: Operator für Licht, Wasserfall und Wasserfall-Projektion (Di-Do)

- Jan Hüffmeier, Mediengestalter: Live-Kameraschnitt (Do)

- Stefanie Ehrlich: Kamera-Assistenz Close-Up (Do)

Eine Besonderheit des Unternehmens: bei großen Projekten legen die Chefs selbst Hand an:

- Andreas Ehrlich, Zauberkünstler: Wasserfall-Hardware, Leitung der Proben, Unterweisung der an der Erscheinung beteiligten Personen

- Chris Ehrlich, Zauberkünstler: Wasserfall-Software + Content, zweiter Sprinter-Fahrer

7.3 Fahrzeuge

- 2 lange Mercedes Benz Sprinter

- 2 7.5t-LKW mit hydaulischer Ladebordwand

7.4 Zeitlicher Ablauf

Sonntag

Das Rigging-Material und die Lichttechnik wurde in der Halle angeliefert. Für die Saaltraversen, Abhängungen und die Bühne wurden insgesamt 70 Motoren und ca. 550 m FD34-Traverse verbaut, die von einem Team aus 2 Riggern und 7 LichttechnikerInnen montiert und bestückt wurden.

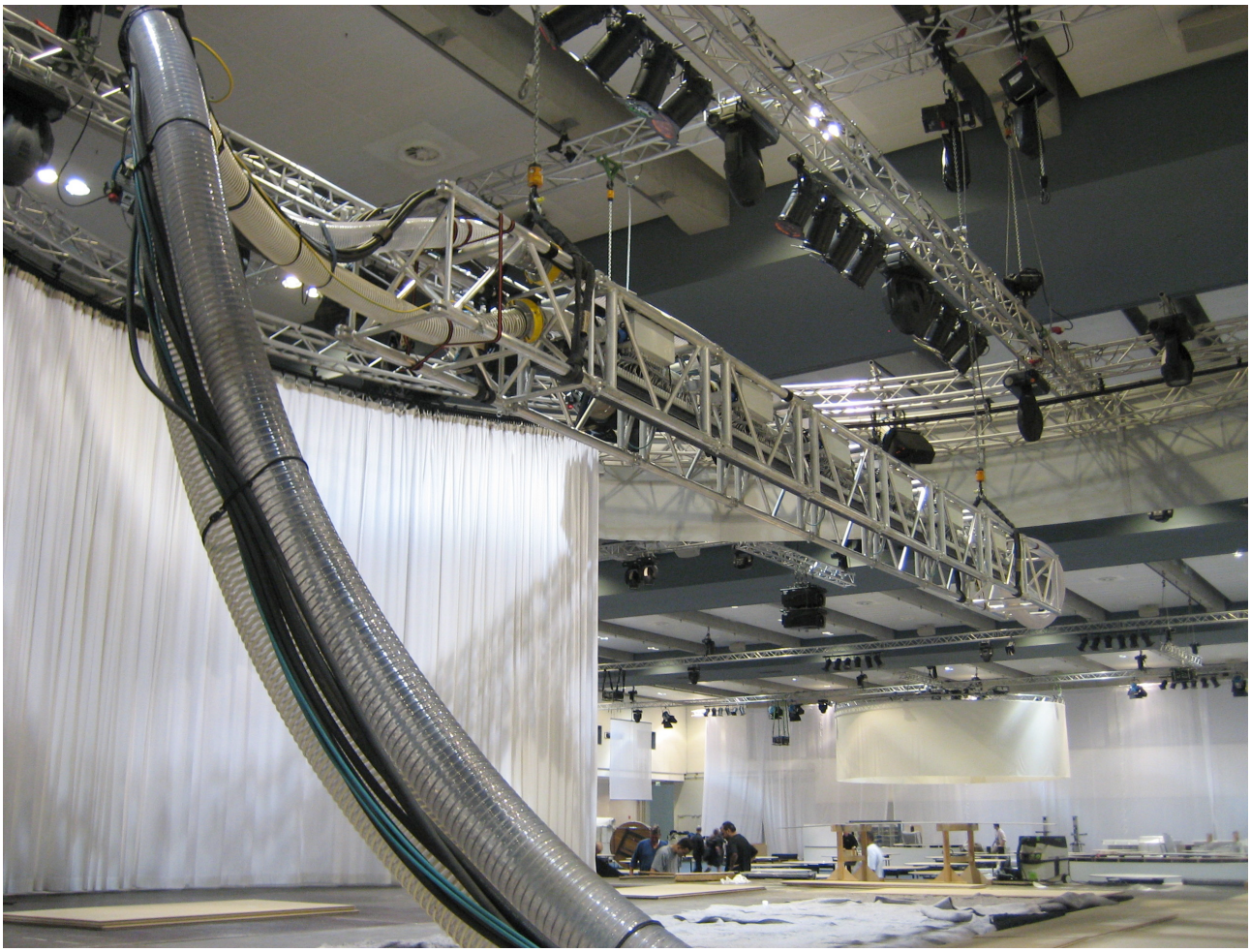


Illustration 15: Die Bühne im Rohbau. Vorn die Verschlauchung des Wasserfalls vor dem Aufziehen ins Dach, links der provisorisch vorn zusammengeschobene Hauptvorhang.

Im Lager von Ehrlich Entertainment wurde das zur Probe aufgebaute Material zerlegt, gesichtet und gepackt.

Montag

Gegen Mittag waren das Bühnen-Prerigg und die Riggs im Saal mit Ausnahme der Strecke vom FOH zur Bühne, die als Kabelbrücke diente, auf Trimmhöhe. Leider machte der Hallenbetreiber von seinem Hausrecht Gebrauch und untersagte trotz vieler Erläuterungen des technischen Leiters die Verwendung von D8plus-Motoren ohne Sekundärsicherung. Daher wurde eine weitere Rigger-Schicht fällig, der Boden musste für mehrere Stunden für andere Gewerke gesperrt werden und die Decke wurde mit weiteren 1,5 t Stahl und Schäkeln dekoriert.

Ab 15:00 wurden am Ehrlich-Lager zwei 7,5 t-LKWs und ein Sprinter beladen. Gegen 17:00 Uhr fuhren die Fahrzeuge los. Um 20:00 Uhr trafen Material und Crew in Hamburg ein. Die Wasserfalltraverse wurde am Boden montiert, angeschlagen und vorübergehend unter die Decke gezogen, um Platz zum Bühnenbau zu haben. Die Standard- und Sonderpodeste wurden eingebaut und untereinander verbunden, Geländer und Stufengänge fertiggestellt, und gegen 23:00 Uhr konnte die Bühne für die Dekorateure freigegeben werden. Sie belegten die Bühnenfläche mit 20 mm Spanplatte, brachten in den Randbereichen für die Rundung Unterstempelungen an und überzogen die Oberfläche mit schwarzem PVC („marley floor“).

Dienstag

Am Vormittag wurde die Wasserfall-Peripherie aufgebaut und die Schläuche wurden in der Decke verlegt. Nach der Freigabe der Bühnenfläche durch das Deko-Team installierten wir Backdrop und Kabukitraverse. Am Nachmittag kam der



Illustration 16: Überblick über den Bühnenrohbau von der Seite. Oben ist eine der Prerigg-Traversen zu sehen, die zur Maximierung der Höhe ohne Motoren direkt im Dach angeschlagen sind. Daran hängend erkennt man (von der grauen Blende teilweise verdeckt) zwei der vier C1-Motoren für das Kabuki-Rigg. Links oben eines der zwei Line-Arrays der Hauptbeschallung, rechts oben eine etwas kürzere Banane als side fill. Im Vordergrund das vormontierte Traversenmaterial für den Backdrop und ein Teil des Kabuki-Karrees (braun). Dahinter das Case mit dem Druckluft-Kabukisystem. Links in der Mitte sieht man die Kabeltruss vom FOH ins Bild ragen, hier noch auf Arbeitshöhe.

zweite Sprinter mit den letzten Bahnschienenrequisiten an.

Unterdessen wurde im Saal Teppich gelegt und die Abhängung der Wände fertiggestellt. Danach folgten Bars, Buffets und schließlich die Bankettbestuhlung. Da Catering- und Bestuhlungspersonal vom CCH kamen, delegierte der Technische Leiter die Aufsicht über die Einhaltung des Bestuhlungsplans und der Rettungswege an den anwesenden Hallenmeister und beschränkte sich zweckmäßigerweise auf die Endabnahme.

Gleichzeitig wurde im Foyerbereich die „Lounge“ gebaut. Am frühen Abend wurde die PA eingemessen. Anschließend installierten wir die Ehrlich-FOH-Technik und begannen mit der Einrichtung und Programmierung von Wasserfall und Video-Content-Server.

Mittwoch (Probentag)

Morgens um 10:00 Uhr stand nach einer Sicherheitsunterweisung für Ehrlich-Mitarbeiter und lokale Crew die Staplerprobe für die Bahnschienenverbiegung an. Tagsüber wurde der Gesamtablauf der Show geprobt, und Moderationen und Übergänge wurden entwickelt. Gegen 17:00 Uhr waren die Azubis zur Erscheinungsprobe einbestellt, und von 20:00-22:00 Uhr war Hauptprobe für die Ehrlich-Show bei abgedunkeltem Saal.

Donnerstag (Showtag)

Am Morgen des Showtages probten die Redner bzw. deren Stand-ins, die Band führte ihren Sound- und Videocheck durch und die Vertikaltuchartistinnen brachten ihr Material an und machten eine Durchlaufprobe.

Die Ehrlich-Mitarbeiter trafen sich um 12:00 Uhr zu einer Ablaufbesprechung. Danach wurden alle Systeme nochmals getestet. Ab 16:00 Uhr hiess es für alle Gewerke: stand-by zum Einlass.

Während der Show kümmerten sich drei Leute der Ehrlich-Crew am FOH-Platz um Timing, Licht, Kameraschnitt, Ton und Zuspieler, verstärkt durch die Stammcrew aus zwei Bildingenieuren, einem Regisseur, drei Kameraleuten, einem Licht-Operator, einem Tonmann und zwei Spotfahrern. Vier weitere Ehrlich-Kollegen befanden sich permanent im Bühnenbereich, verstärkt durch zwei eingewiesene stage hands und vier Personen Stammcrew.

Nach Ende des Show-Teils um ca. 23:00 Uhr wurde die Ehrlich-Crew bis auf zwei Personen ins Bett geschickt. Das verbliebene Team führte einen Sicherheitsrückbau durch (Entlüftung der Pneumatik, Trockenlegung der Wasserfall-Obermaschinerie, Abschaltung der Stromversorgung der Tricktechnik). Gegen 3:00 Uhr endete die Veranstaltung.

Noch in der Nacht wurden Bestuhlung, Teppich und Ausschmückungen aus dem Saal entfernt und die Bühnendekoration abgebaut.

Freitag (Abbau)

Am Freitag begann ab 8:00 Uhr der Abbau der Technik im Saal. Die beiden LKW-Fahrer des Ehrlich-Teams hatten bis 11:00 Uhr frei, der Rest begann um 8:00 Uhr mit dem Rückbau. Gegen 15:00 Uhr waren die Fahrzeuge gepackt. Die Fahrer wurden instruiert, unterwegs eine ausgedehnte Lenkpause einzulegen.

7.5 Arbeitszeiten

Durch die extrem engen Bühnenverhältnisse war unsere Arbeit stark von der Zeitplanung der anderen Gewerke abhängig, so dass unser ursprünglicher Personalplan vom ersten Moment an Makulatur war. Also wurde jeden Abend das Personal für den nächsten Tag neu eingeteilt. Dabei ließen sich die Belange der Produktion leider nicht immer mit dem Arbeitszeitgesetz in Einklang bringen (s. Personalplan auf der folgenden Seite;, pink unterlegte Felder weisen auf Probleme hin).

Dabei ist zu bemerken, dass natürlich nicht ununterbrochen Arbeit anfällt, sondern sich durch notwendige Koordination mit anderen Gewerken Wartezeiten ergeben, so dass sich gelegentliche (maßvolle) Überschreitungen der Regelarbeitsdauer nach ArbZG mit dem Hinweis auf die Bereitschaftsdienst-Regelung[30] vertreten lassen.

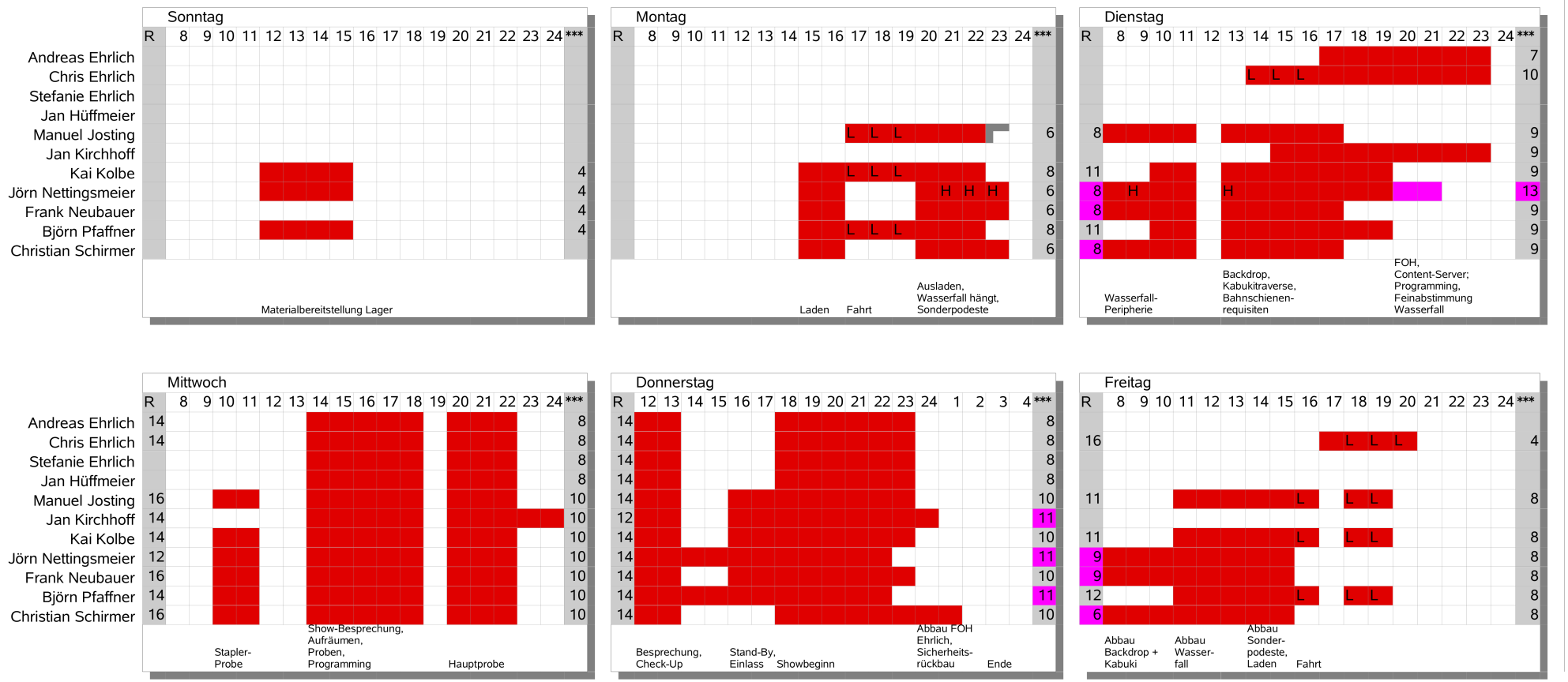
Wir achteten darauf, dass Tätigkeiten mit hohem Gefährdungspotential nur innerhalb der Regelarbeitszeit und von ausgeruhten Mitarbeitern durchgeführt wurden (z.B. das Führen von Kfz oder Höhenarbeit).

Problematisch war, dass die vorgeschriebene Ruhezeit von mindestens 11 Stunden in der Nacht vom Show- zum Abbautag bei einigen Mitarbeitern nicht eingehalten werden konnte. Die Kollegen, die nachts den Sicherheitsrückbau vorgenommen hatten, mussten auch morgens für den Abbau eingeteilt werden, da wir die LKW-Fahrer unbedingt ausruhen lassen wollten.

Dieses Problem war im Vorfeld bekannt und hätte mit frischer Abbaucrew verhindert werden können. Allerdings brauchen wir für den sicheren und schonenden Umgang mit unserer Technik unbedingt angelerntes Personal, und aus unserem Pool waren keine Mitarbeiter für diesen Tag zu bekommen.

30 ArbZG §7 Absatz 1 Satz 1, Abschnitt a

Personalplanung



P : Ruhezeit seit der letzten Schicht
*** : Tagesarbeitszeit
L : Lenkzeiten
H : Höhenarbeit
: Verletzungen des ArbZG

8 Schlussbetrachtung

Hinsichtlich der geforderten Flexibilität war die Beiersdorf-Produktion die anspruchsvollste, die der Autor bisher für Firma Ehrlich realisiert hat. Fast jedes Kunststück musste vor Ort modifiziert werden, bevor es unter den gegebenen Bedingungen durchgeführt werden konnte. Die geringe Vorlaufzeit sorgte für reichlich Hektik bei der Vorbereitung, und trotz sorgfältiger Planung musste vor Ort weit mehr improvisiert werden als üblich. Das ging leider sehr zu Lasten der Mitarbeiter.

Da mit der Bahnschienenverbiegung noch recht junges Kunststück auf dem Programm stand und auch der Wasserfall erst wenige Wochen vorher in Serienfertigung gegangen war, hatten Crew und Künstler bereits vor Produktionsbeginn einige anstrengende Wochen hinter sich. Der dringend nötige Freizeitausgleich konnte erst nach Ende der Beiersdorf-Produktion stattfinden.

Dennoch war der Verlauf der Show aus technischer Sicht nahezu perfekt.

Bedingt durch den vom Kunden gewünschten sehr klein gegliederten Ablauf konnten mit den Magie-Darbietungen zwar nur kurze Spannungsbögen aufgebaut werden, diese gelangen jedoch mit hoher Intensität. ZuschauerInnen, Agentur und Kunde waren dementsprechend zufrieden.

Aus künstlerischer Sicht bleibt anzumerken, dass durch den hohen Proben- und Abstimmungsaufwand keine Zeit für eine letzte dramaturgische Feinabstimmung blieb, was aber die Wirkung der Kusntstücke nur unwesentlich schmälerte.

Aufbau, Show und Abbau liefen geordnet, in guter Zusammenarbeit mit den anderen Gewerken und ohne sicherheitskritische Zwischenfälle ab.

9 Anhang

9.1 Quellenverzeichnis

9.1.1 Gesetze, Rechtsverordnungen und technische Regeln

ArbSchG „Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit“ (Arbeitsschutzgesetz)

ArbZG „Arbeitszeitgesetz“ vom 6. Juni 1994, zuletzt geändert 31. Oktober 2006

VStättVO-HH „Versammlungsstättenverordnung“ für das Land Hamburg in der Fassung vom 5. August 2003 (zwischenzeitlich geändert!)

SprengG „Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgestz)“ vom 13.09.1973, zuletzt geändert 31.10.2006

1. SprengV „Erste Verordnung zum Sprengstoffgesetz“ vom 23.11.1977, zuletzt geändert 31.10.2006

BGV C1 „UVV Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung“

BGV A1 „Grundsätze der Prävention“

BGV B3 „UVV Lärm“

BGV D27 „UVV Flurförderzeuge“

BGI 543 „Schleifer“

BGI 556 „Anschläger“

BGI 582 „Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Transport- und Lagerarbeiten“

BGI 714 „Kreuz-Weisheiten“ der Steinbruch-BG

BGI 809-1 „Einführung in die Gefährdungsbeurteilungen in Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung bei Film, Fernsehen und Hörfunk“

BGI 810-3 „Sicherheit bei Produktionen und Veranstaltungen – Lasten über Personen“

BGI 812 „Pyrotechnik in Veranstaltungs- und Produktonsstätten für szenische Darstellung“

BGI 870 „Haltegurte und Verbindungsmittel“

BGR 191 „Benutzung von Fuß- und Knieschutz“

BGR 198 „Einsatz von PSA gegen Absturz“

VPLT SR1.0 „Bereitstellung und Benutzung von Traversensystemen“

VPLT SR2.0 „Bereitstellung und Benutzung von Elektrokettenzügen“

DIN VDE 0100-410 „Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000V – Schuttzmaßnahmen - Schutz gegen elektrischen Schlag“

DIN VDE 0470-1 „Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)“

DIN 4102 „Brandverhalten von Baustoffen“

DIN EN 1089-3 „Farbkennzeichnung von Druckgasflaschen und Flaschenbündeln“

EN 358 „Personal protective equipment for work positioning“

EN 361 „Personal protective equipment against falls from a height. Full body harnesses“

EN 363 „Personal protective equipment against falls from a height. Fall arrest systems“

TRG 280 „Technische Regeln Druckgase – Allgemeine Anforderungen an Druckgasbehälter; Betreiben von Druckgasbehältern“

9.1.2 Bildnachweis

4, 6, 7, 8, 10, 12, 13: Ehrlich Entertainment; 9. 14, 15: Kai Kolbe; 1, 2: TONIC; 3,5: COBRA Light + Sound (mit Ergänzungen des Autors); 11: Jörn Nettingsmeier
Nachdruck mit freundlicher Genehmigung der Rechteinhaber.-
Auszug der Traversenstatik mit freundlicher Genehmigung von Ehrlich Entertainment,
Hallenpläne © 2007 Congress Center Hamburg.

9.2 Berechnungen

9.2.1 Zulässige Dachlasten

Die Messehalle H des CCH verfügt über 560 Eintonner-Hängepunkte. Als zusätzliche Beschränkung gibt die Messe eine maximale Dachlast von 20 kg/m² an.

Die Dachfläche der Halle ist 141,2 m · 45 m = 6354 m², was einer theoretisch zulässigen Gesamtdachlast von 127 t entspricht. Die Decke ist durch 7 Betonbinder in 8 Felder unterteilt. Zwischen den Bindern laufen je 10 Querträger mit jeweils 7 Punkten im Abstand von 2 m. Die Träger haben einen Abstand von 4,16 m und überspannen eine Länge von 18m.

Das entspricht einem „Einzugsbereich“ eines Trägers von 4,16 · 18 m² = 74,88 m² und ergibt eine Trägerbelastbarkeit von max. 1,498 t.

Auf Rückfrage erklärte ein Mitarbeiter der Messe Hamburg, dass jeder Träger mit insgesamt 2 t in nahezu beliebiger Verteilung belastbar ist, vorbehaltlich einer statischen Abnahme durch das zuständige Ingenieurbüro.

9.2.2 Temperaturverhalten der Druckluftflaschen

Nach der allgemeinen Gasgleichung gilt

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = const.$$

Das Volumen des Gases sei 20 l bei einem Anfangsdruck von 200 bar und Zimmertemperatur (293 K). Nach der Schnee-Illusion ist der Druck auf 160 bar gefallen; das Volumen bleibt konstant. Daher ergibt sich für die Gastemperatur nach der Entnahme

$$T_1 = \frac{p_1 \cdot T_0}{p_0} = \frac{160\,\text{bar} \cdot 293\,\text{K}}{200\,\text{bar}} = 234{,}4\,\text{K}$$

also ca. -40°C. Die zu erwartende Armaturen- und Flaschentemperatur liegt allerdings deutlich höher, da die Entnahme über einen Zeitraum von ca. 3 min erfolgt und die Geräte sich wegen großer Fläche und hoher Wärmeleitfähigkeit rasch erwärmen.

9.2.3 Belastung der Mitarbeiter durch Heben

Gemäß der Belastungsmetrik nach BGI 582 ergibt sich überschlagsmäßig folgender Belastungswert:

a) speziell für die Bahnschiene

Tätigkeit: „Heben und Umsetzen“
Anzahl Vorgänge: < 10, Zeitwichtung 1
auf den Bewegungsapparat wirkende Last: 30-40kg, Lastwichtung 7
Haltung: gering gebeugt, Last am Körper, Haltungswichtung 2
z.T. stark eingeschränkte ergonomische Bedingungen, Ausführungsbedingungswichtung 2

Zwischenergebnis:

$$(Lw + Hw + Aw) \cdot Zw = 11$$

b) für den sonstigen Auf- und Abbau

Tätigkeit „Heben und Umsetzen“
Anzahl Vorgänge 10-40: Zw 2
wirkende Last 20-30kg: Lw 4
gering gebeugt, Last am Körper: Hw 2
z.T. stark eingeschränkte ergonomische Bedingungen: Aw 2

Zwischenergebnis:

$$(Lw + Hw + Aw) \cdot Zw = 16$$

Gesamtsumme: 27 entspricht Risikobereich 3 (25-50 Punkte)

9.2.4 Lärmbelastung des Publikums beim Trennschleifen

Ziel ist es, eine Gehörgefährdung der Zuschauer in den ersten Reihen sicher auszuschließen. Nach der BGV B3 (UVV Lärm) heißt das, den auf acht Stunden Einwirkdauer normierten Beurteilungspegel unter 85 dB(A) zu senken. Bei einer Einwirkdauer von maximal 4,8 Minuten entspricht das einem Pegel von höchstens 105 db(A), gemessen am ungünstigsten Zuschauerplatz.

Am Ohr des Bedieners in etwa 0.75 m Entfernung vom Werkzeug ist von einem Schalldruckpegel von ca. 115 dB(A) auszugehen. Als annähernd punktförmige Schallquelle fällt der Pegel invers quadratisch zum Abstand, also um 6dB mit jeder Verdoppelung der Distanz[31]. Bei einem Abstand von 3 m beträgt der zu erwartende Immissionspegel also noch ca. 103 dB(A). Da wir wegen der Funkengefährdung einen Mindestabstand von 5 m einhalten, dürfte der Pegel am Zuschauerplatz 100 dB(A) in der Praxis nicht überschreiten. Da der Trennschleifvorgang maximal 3 Minuten dauert, ist die Gehörbelastung auch unter Berücksichtigung der Schalleinwirkung der restlichen Veranstaltung im akzeptablen Rahmen.

9.2.5 Deckenlasten Wasserfall

9.2.5.1 Schlauch-/Kabelpick

$$V_{Schlauch/m} = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot 1\,\mathrm{m}$$

Der verwendete A-Schlauch hat 100 mm Innendurchmesser, also ergibt sich ein Wasservolumen von 7,9 dm³ pro m. Das entspricht bei einer Dichte von 1kg/dm³ einem Gewicht von 7,9 kg. Das Schlauchgewicht wird mit 1kg/m angenommen, wegen der Ringstruktur sind die Werte zu verdoppeln. Das Gewicht von Ethernet und Potentialausgleichsleiter ist vernachlässigbar.

Das Kabelpick wiegt für jeden Meter Wasserfallbreite pro m 0,8 kg (2x H07-RN-F 4G4 à 400 g/m).

$$M_{Pick/m} = 2 \cdot (7{,}9\,kg + 1\,kg) + b \cdot 0{,}8\,kg$$

Insgesamt wiegt das Pick für einen 6-m-Wasserfall also 22,5 kg/m.

Die Zuleitung wurde zunächst über zwei Entlastungspunkte 6 m nach hinten und dann an einem Motorpunkt 7 m nach unten geführt. Die Entlastungspunkte nehmen dann je ca. 22,5 kg/m · 3 m = 67,5 kg auf, der Motor ca. 22.5 kg/m · 7 m = 157,6 kg.

Da die Entlastungspunkte an Arbeitsseilen mit einer losen Rolle geriggt wurden und damit 2:1-Flaschenzüge bildeten, konnten sie von je einer Person gehandhabt werden.

9.2.5.2 Wasserfalltraverse

Die Wasserfalltraverse hat ein Eigengewicht ca. 95 kg pro laufendem Meter inkl. Eigengewicht der Traverse, Kabel-, Schlauch- und Wasserlasten.

Bei den vorliegenden sechs Metern Nutzbreite zuzüglich zwei 1 m-Kragarmen aus Standard-Supertruss mit je 15 kg/m ergab sich also eine Gesamt-Streckenlast von ca. 600 kg.

Die maximal zulässige Streckenbelastung der Traverse bei 6m Auflagerabstand wird vom Hersteller mit 2,8 t angegeben (zusätzlich zum Gewicht der Wasserfalleinheiten) und ist daher nicht maßgeblich. Die maximale Belastung eines Trägers auf der Grundlage der Dachflächenlast war 1,5 t; da der Träger keine anderen Lasten abzutragen hatte, stand er voll für den Wasserfall zur Verfügung. Die Motoren waren durch die D8plus-Ablastung nur mit jeweils 500kg belastbar und bildeten damit das schwächste Glied der Kette (als Anschlagmittel kamen vier 2t-Schlingen im Choke unter ca. 60° Öffnungswinkel zum Einsatz).

Bei einer Tonne zulässiger Gesamtlast bestand also mehr als ausreichend Reserve für das Gewicht zweier Rigger, selbst an der Seite der Zuleitungen.

31 Die Annahme ist nicht ganz korrekt, da der Boden kein perfekter Absorber ist, aber aus praktischen Gründen sei diese Vereinfachung hier erlaubt.

9.3 Statik der Sondertraverse

(Auszug)

Dipl.-Ing. Büro T. Brandt
Büro für Baustatik

Traversensystem / truss system HOF 520Sw Seite 12

12 Auswertung der zulässigen Belastungen und den resultierenden Durchbiegungen / *Calculation of permissible loadings and resulting deflections*

Alle Ergebnisse dieser Tabelle wurden zu den Ergebnissen der vorhergehenden Berechnung auf Grund der inneren Momente und des offenen Querschnittes unten um 30% abgemindert. / *All results of this list are reduced about 30% of the results from the calculation, because of the inner moments and the open cross section at the bottom.*

zulässige Belastungen mit Durchbiegungsbeschränkung auf L/300
permissible loadings limited by deflection of L/300

Spannweite / span	Spannweite / span	Gleichstreckenlast total / divided load total	Gleichstreckenlast total / divided load total	Gleichstreckenlast / divided load (UDL)	Gleichstreckenlast / divided load (UDL)	Durchbiegung / deflection	mittige Einzellast / centric point load	mittige Einzellast / centric point load	Durchbiegung / deflection	Drittelspunktlast / single load in third points	Drittelspunktlast / single load in third points	Durchbiegung / deflection
[m]	[ft]	[kg]	[lbs]	[kg/m]	[lbs/ft]	[cm]	[kg]	[lbs]	[cm]	[kg]	[lbs]	[cm]
3	9,8	6339	13976	2113	1426	0,28	3169	6988	0,22	2377	5241	0,28
4	13,1	4622	10191	1155	778	0,48	2311	5095	0,38	1733	3821	0,49
5	16,4	3561	7851	712	478	0,72	1780	3925	0,57	1335	2944	0,73
6	19,7	2829	6237	471	316	0,98	1415	3118	0,79	1061	2339	1,01
7	23,0	2284	5036	326	219	1,26	1142	2518	1,01	856	1888	1,29

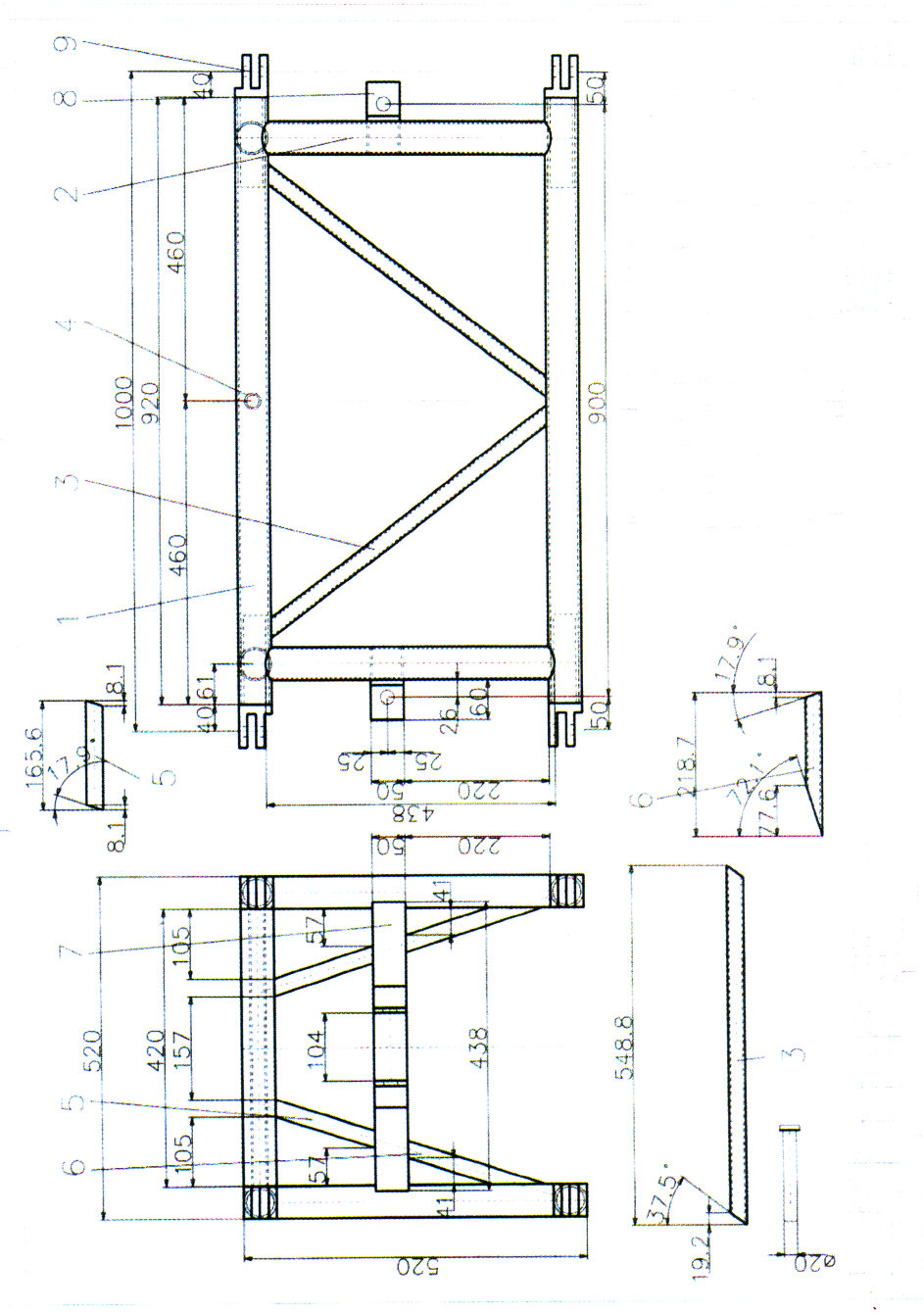
Sofern Einzellasten in unmittelbarer Nähe der Traversenverbinder eingebracht werden, sind die hier angegebenen Werte um mind. 5% abzumindern, um die internen Momente im Fachwerk zu berücksichtigen. / *If single loads are placed in immediate vicinity to the connectors the declared values must be reduced about 5% to consider internal moments in the framework.*

Das Eigengewicht der Traversen und der Wassereinheit ist bereits berücksichtigt. / *The dead weight of the truss and the waterunit is already included.*

Brookstraße 8 49497 Mettingen Telefon +49(0)5452/935082 Fax – 935083 ing.buero-brandt@osnanet.de

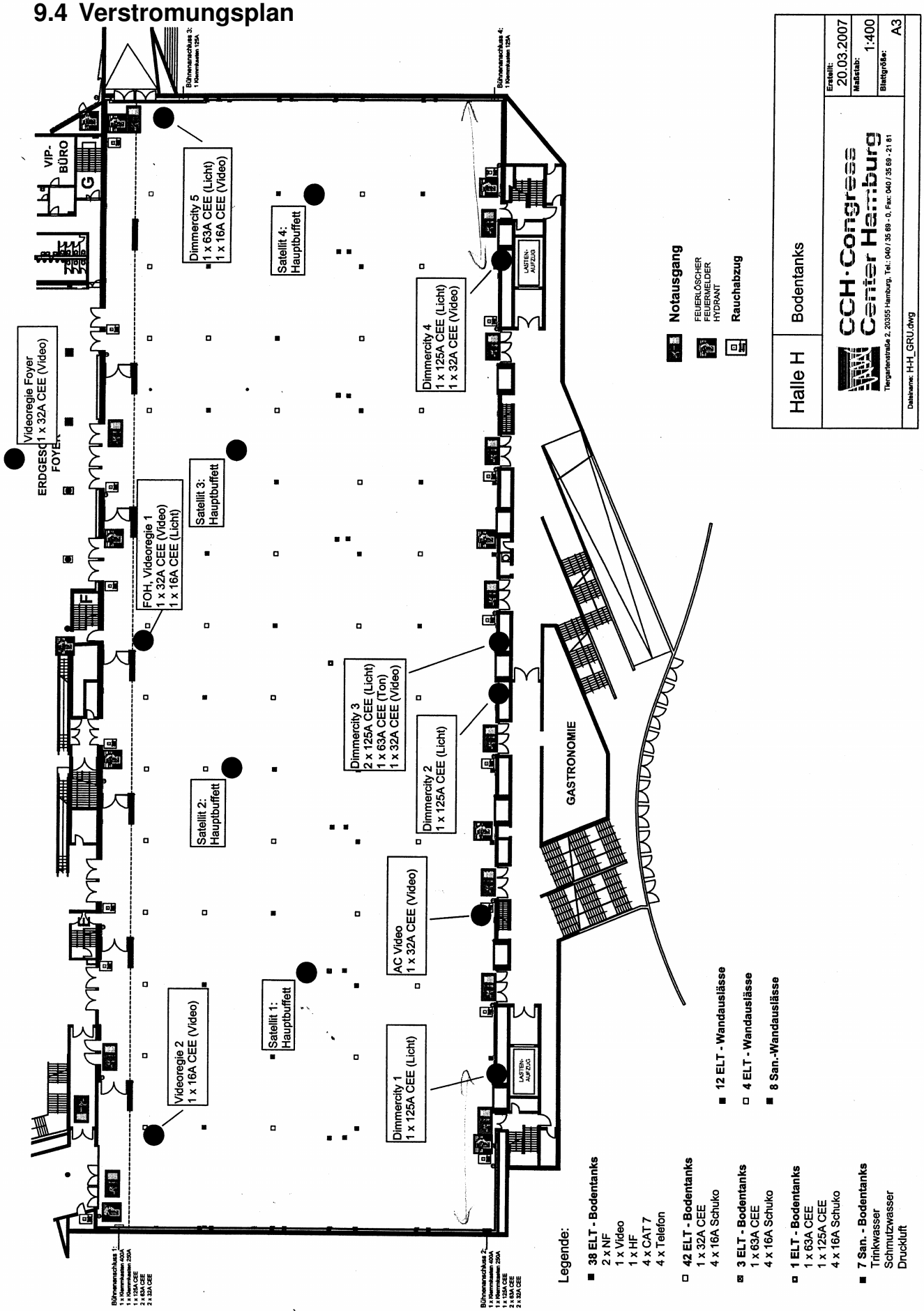
Dipl.-Ing. Büro T. Brandt
Büro für Baustatik

Traversensystem / truss system HOF 520Sw Seite 13



Brookstraße 8 49497 Mettingen Telefon +49(0)5452/935082 Fax – 935083 ing.buero-brandt@osnanet.de

9.4 Verstromungsplan



9.5 Über den Autor



Jörn Nettingsmeier,

Veranstaltungstechniker

geb. 01.08.1975 in Herford,
Abitur 1995 am Städtischen Gymnasium Löhne,
Zivildienst 1995-1996 im Lukas-Krankenhaus Bünde (Pflegedienst),
Studium 1997-2004 (Musik + Informatik auf Lehramt Sek. II)

beruflicher Werdegang

- von 1993 bis 2004 tätig als verantwortlicher Veranstaltungstechniker (Schwerpunkt Ton) beim Kulturamt Löhne
- seit 2000 Tätigkeit als freier Tontechniker für Verleiher, Theater und Kultureinrichtungen
- von 2002-2006 IT-Administrator an der Universität Duisburg-Essen, Institut für Politikwissenschaft
- von 2004-2008 als freier FOH-Operator und Techniker bei der Ehrlich Entertainment GbR (http://ehrlich-brothers.com),
- seit 2006 Sachkundiger für Anschlagmittel in der Veranstaltungstechnik
- seit 2007 Ausbildung zum Meister für Veranstaltungstechnik (Fachrichtung Bühne/Studio) an der Handwerkskammer zu Köln
- seit 2008 Elektrofachkraft
- seit 2008 Showtechniker im GOP Varieté-Theater Essen
- 2008 Technischer Leiter der Linux Audio Conference an der Kunsthochschule für Medien, Köln; verantwortlich für das Internet-Live-A/V-Streaming und eine Konzertreihe im Stadtgarten Köln mit 8-Kanal-Surround-Beschallung
- 2008 Projektmanager und technischer Leiter für ein 24kanaliges Wellenfeldsynthese-Livestreaming am 29.07. aus dem Kölner Dom an die Technische Universität Berlin
- 2008 Gastreferent der 25. Tonmeistertagung in Leipzig zum Thema „Ambisonics and digital room correction with free software“