

Die »dynamische Wand«

Gerd Brockmann und Ludger Westerwalbesloh

Zusammenfassung

Es wird beschrieben, wie auf einer 14 m x 80 m großen Stoffwand, die im Grundriss und Aufriss unterschiedlich gebogen ist, von einem beliebigen Standort aus Durchstoß-Punkte abgesteckt werden. Die Durchstoß-Punkte sollen auf radialen Achsen der Grundriss-Kreisbögen, sowie in verschiedenen vorgegebenen Soll-Höhen liegen.

Summary

A description is made, of how penetration points are set out from a free chosen station on a 14 m x 80 m cloth-screen, that is differently flexed vertically und horizontally. The penetration points must be situated on radial axes of the horizontal plane circles and also must be set out in different specific heights.

1 Einleitung

Wir berichten über die Vermessung der »dynamischen Wand«, weil die Aufgabe organisatorisch, in der Ausführung und im Arbeitsablauf durchgängig spannend war. Auch unser Auftraggeber war begeistert, weil wir seinen Auftrag nicht nur termingerecht und fachlich einwandfrei, sondern auch höchst wirtschaftlich ausgeführt hatten.

Bisher hatte unser Auftraggeber das »Problem« selbst gelöst, handwerklich, mit viel Fingerspitzengefühl. An eine Fremdvergabe dachte er nicht, weil er die im Messebau übliche, sehr unkonventionelle Arbeitsweise den Vermessungs-Ingenieuren nicht zutraute. Überredet, es doch einmal zu versuchen, hatten ihn seine Mitarbeiter, die den auf sie zukommenden »Vermessungs-Stress« fürchteten, und die mit einem unserer Mitarbeiter befreundet waren.

Ein Vergleich der bei unserem Auftraggeber bisher angefallenen Kosten mit unserem Angebot führte zur Beauftragung. Endgültig überzeugt war unser Auftraggeber, als das Werk vollbracht war. Wir waren schneller – das sparte Kosten. Wir waren fehlerfrei – das reduzierte den Materialausfall und sparte viel Ärger. Und wir waren universell einsetzbar – das reduzierte den Termindruck.

2 Die »dynamische Wand«

Die »dynamische Wand« wurde auf dem Frankfurter Messegelände errichtet, in der historischen Festhalle, für einige Stunden Jahreshauptversammlung der Deutsche Bank AG.

■ Warum die Hektik beim Aufbau?

Die Festhalle steht nur eine begrenzte Zeit zur Verfügung, die Miete für einen Tag übersteigt die gesamten Vermessungskosten.

■ Warum die Festhalle?

Sie liegt äußerst verkehrsgünstig in Frankfurts Zentrum und bietet 5.500 Besuchern Platz, so viele waren es 2002 bei der Jahreshauptversammlung.

■ Warum die »dynamische Wand«?

Sie ist leicht wie eine Leinwand, auf ihr können Infos abgebildet werden, und sie schirmt, wie eine spanische Wand, den Hintergrund ab.

Die »dynamische Wand« ist 80 m lang und 14 m hoch. Sie besteht aus einer weißen Stoffbahn, die in einem Stück aus einem speziellen Faden gewebt ist. Die Stoffbahn wird zwischen zwei Halteschienen eingespannt, die lotrecht übereinander liegen. (Abb. 1)

Durch das Einspannen in die Halteschienen biegt sich der Stoff infolge des Eigengewichts und der maximalen

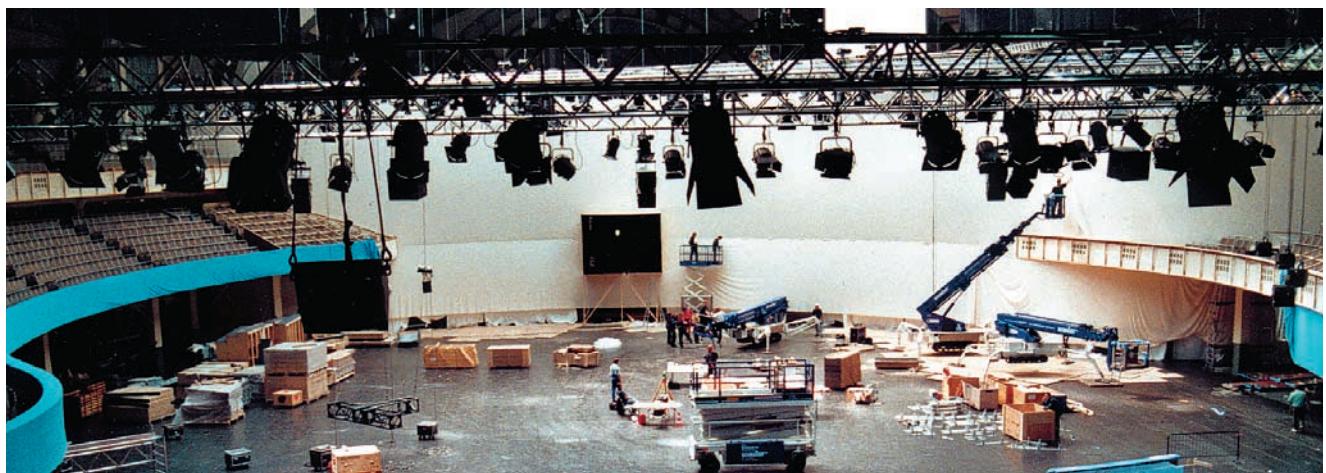


Abb. 1: Ansicht dynamische Wand

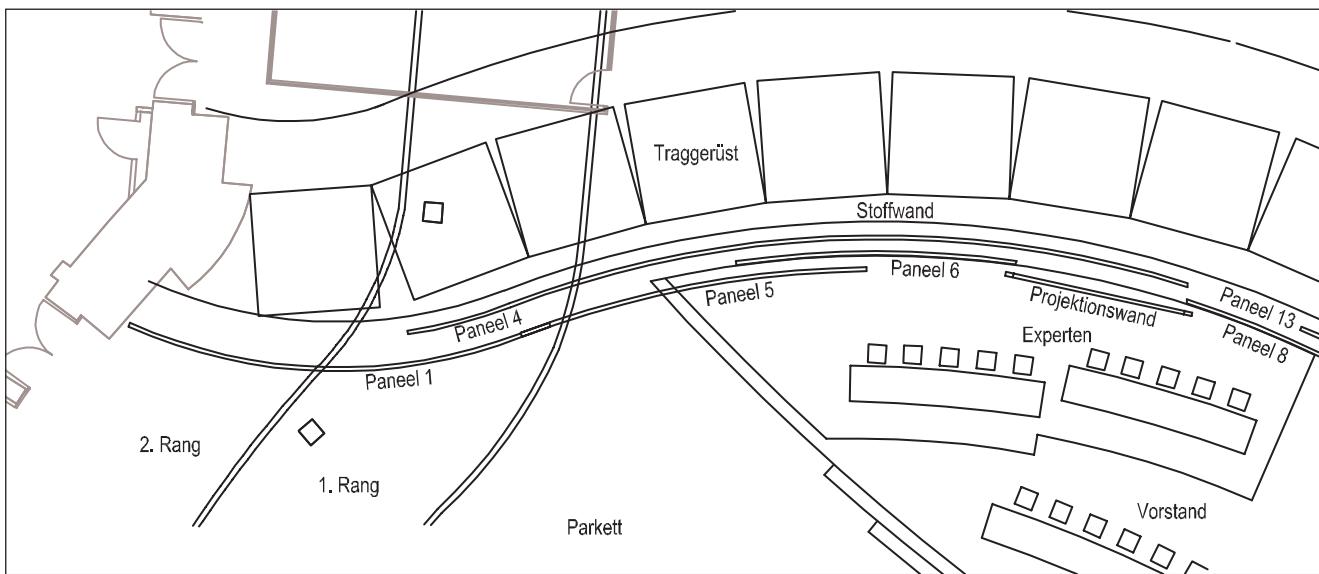


Abb. 2: Grundriss dynamische Wand (Architektenentwurf)

Zugbelastung, aber auch durch Veränderungen der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur, von unten nach oben bis zu 15 cm durch, und das, obwohl die Stoffbahn 5 m über Grund nochmals fixiert wird. Vorausberechnen lässt sich das Maß der Durchbiegung nicht.

Zusätzlich ist die Stoffwand im Grundriss S-förmig gebogen, das »S« setzt sich aus sieben Bogenstücken mit unterschiedlichen Radien zusammen.

Bis zu 1,6 m vor der Stoffwand »schweben« in verschiedenen Höhen die Infos: 23 Info-Paneele, die unterschiedlich lang (zwischen 3,6 m und 21 m) und unterschiedlich hoch sind (zwischen 0,35 m und 1,6 m). Auch die Info-Paneele sind im Grundriss gebogen, die Radien der Bögen und ihre Mittelpunkte stimmen mit denen der Stoffwand nicht überein.

Durch die zweifache Biegung der Stoffwand und die davor schwebenden, gebogenen Info-Paneele entsteht der dynamische Eindruck. (Abb. 2)

Die S-förmig gebogenen Halteschienen für die Stoffwand und die Info-Paneele sind mit Abstandhaltern an einem Traggerüst befestigt, die Abstandhalter der Info-Paneele werden durch die Stoffwand geführt.

3 Aufgabe

Was unser Auftraggeber als schwierigsten Teil der Vermessung ansah, war für uns der interessanteste: die Absteckung der 165 Durchstoßpunkte der Abstandhalter für die 23 Info-Paneele auf der zweifach gebogenen Stoffwand. Diese Arbeit konzentrierte sich auf zwei Arbeits-Einsätze von je 16 Stunden Dauer innerhalb von 48 Stunden.

Auf die anderen Vermessungen, die wir an den drei vorausgegangenen Tagen, oder besser in den vorausgegangenen 72 Stunden erbracht hatten, gehen wir hier nicht ein. Sie waren nur möglich, weil der Außendienst-

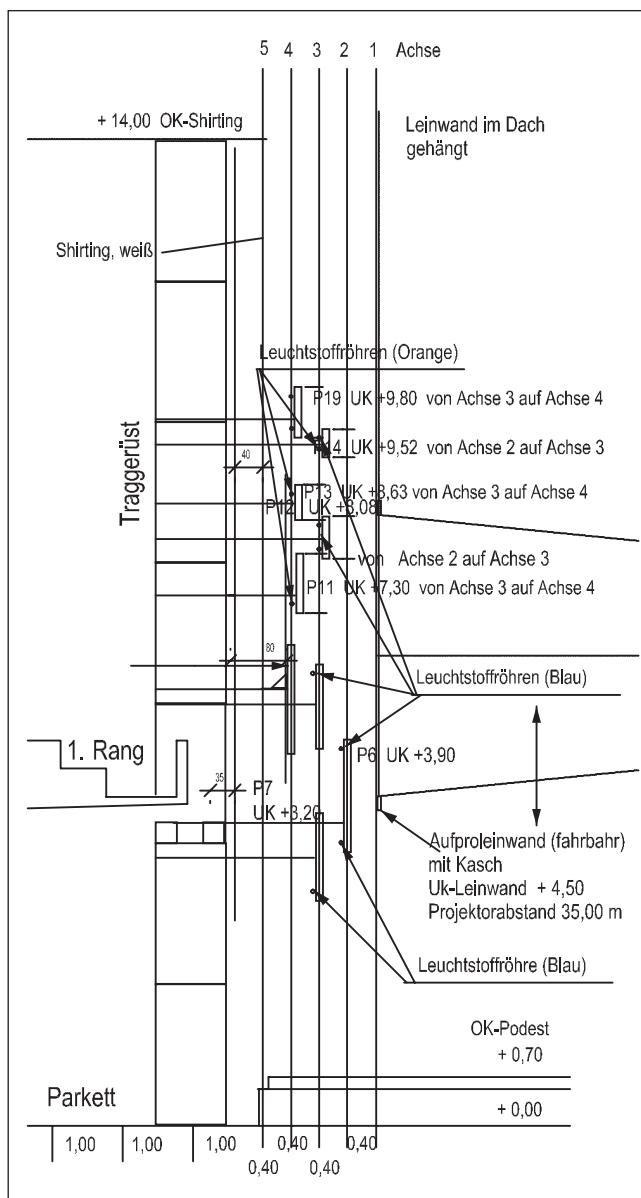


Abb. 3: Schnitt dynamische Wand (Architektenentwurf)

Messtrupp und die zwei Ingenieure im Innendienst, die die gesamte Absteckung rechnerisch vorbereiteten, wie die Rädchen eines Uhrwerks zusammenspielten.

So viel sei angemerkt: Die gesamte Architekten-Planung, zu der auch die »dynamische Wand« zählt, war von uns in die Zwangspunkte des Innenraums der Festhalle eingerechnet worden, nachdem wir eine Woche vor Beginn der Aufbuarbeiten alle Zwangspunkte vor Ort nach Lage und Höhe aufgemessen hatten.

Die Höhensituation machte den Monteuren die größten Schwierigkeiten. Das Traggerüst und die »dynamische Wand« mussten an mehrere Höhenebenen angepasst werden, an das Parkett, den 1. und den 2. Rang, und innerhalb der Ränge an jede Sitzreihe mit ihrer eigenen Höhe. (Abb. 3)

Zurück zum Highlight der Gesamtaufgabe, zur Absteckung der 165 Durchstoßpunkte. Um die Durchstoßpunkte, die in einer Höhe bis zu 13 m über Grund lagen, markieren zu können, wurde uns ein Kranwagen gestellt, auf dessen Ausleger der Assistent stand, der gleichzeitig den Kranwagen steuerte. Weder durch den Kranwagen und den Ausleger noch durch Messstäbe o. ä. durfte die Stoffwand berührt werden. Einmal um sie nicht zu beschmutzen (der Assistent musste mit weißen Stoffhandschuhen arbeiten!), zum anderen um ihre Lage nicht zu verändern. Die Markierung der Durchstoßpunkte auf der Stoffwand sollte nur punktgroß sein.

4 Lösung

Es kam also nur eine polare, berührungsreie Absteckung in Frage. An jedem markierten Durchstoßpunkt brachte die Messebau-Firma mit einem feinen Kreuzschnitt eine Öffnung in der Stoffwand an, durch die vom Traggerüst aus der Abstandhalter für das Info-Paneel geschoben wurde. Je nach Länge und Höhe des Info-Paneels musste es mit 2 bis 34 Abstandhaltern am Traggerüst befestigt werden. Das war der erste Psycho-Druck für den Außen-dienst-Ingenieur: Einmal geschnittene Öffnungen in der gespannten Stoffwand konnten nicht wieder geschlossen werden.

Der zweite Psycho-Druck folgte, weil die Durchstoßpunkte der Abstandhalter auf der Stoffwand nicht wie vorausberechnet abgesteckt werden konnten. Ursächlich war eine Kleinigkeit, die wir vorher nicht bedacht hatten: Die Mittelpunkte der sieben Kreisbogenstücke, die den Grundriss der Stoffwand bestimmten, waren unzugänglich. (Abb. 4)

Dass die vorausberechneten dreidimensionalen Koordinaten der Soll-Durchstoßpunkte D_s der Abstandhalter, die radial zum Mittelpunkt der Info-Paneele verlaufen, wegen der Schrägsicht und wegen der Durchbiegung der Stoffwand W weder in der Lage noch in der Höhe mit den Ist-Durchstoßpunkten D_i übereinstimmen konnten, ergibt sich aus den Skizzen 1 (Grundriss) und 2 (Aufriss).

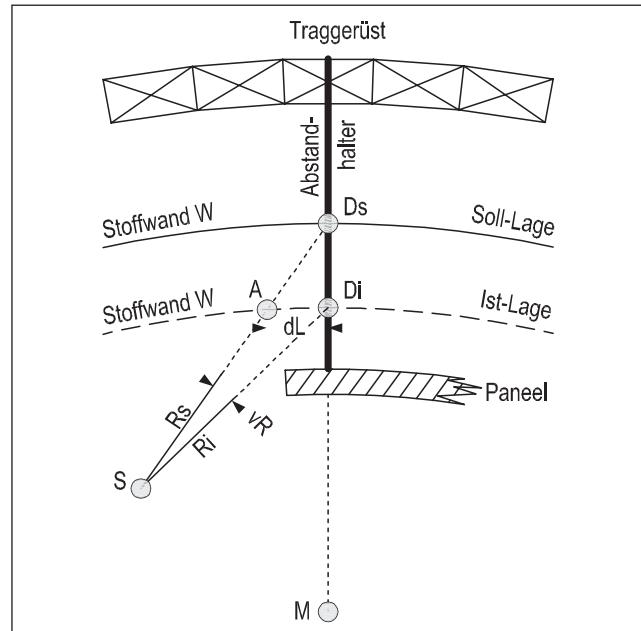


Abb. 4: Skizze 1 (Grundriss)

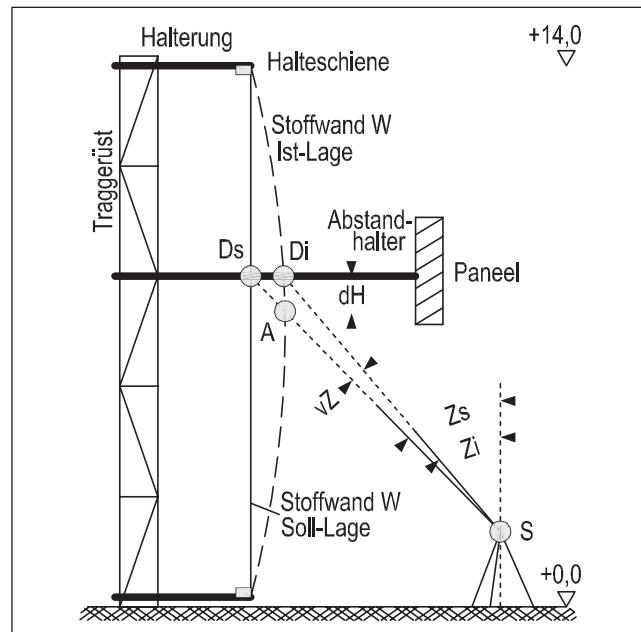


Abb. 5: Skizze 2 (Aufriss)

Die Konsequenz, das war der zweite Psycho-Druck für den Außendienst-Ingenieur: Er musste während der Absteckung sowohl die Koordinaten aller Durchstoßpunkte D_i , als auch die Korrekturen für die Bestimmungselemente Z_i und R_i neu berechnen. (Abb. 4 und 5)

Der Terminplan lief unerbittlich, der Außendienst-Ingenieur musste gegen die Uhr arbeiten. Er musste die Durchstoßpunkte abschnittsweise, bei laufender Montage der Stoffwand und der Info-Paneele, abstecken und markieren.

Wer in einen Messeaufbau reingeschnuppert hat, kann sich vorstellen, dass vor der »dynamischen Wand« ein Betrieb war wie beim Schlussverkauf: Außer dem Kranwagen für die Vermessung fuhren dort drei weitere Kranwagen, von denen aus montiert wurde, sie versperrten

sich oft gegenseitig den Weg. Es kam auch vor, dass die »Besatzungen« anderer Kranwagen in 13 m Höhe über Grund »im fliegenden Wechsel« mit uns den Ausleger tauschten, wenn ihr eigener Kranwagen den Montageort nicht erreichte.

Nebenbei musste der Außendienst-Ingenieur die Längen der bis zu 1,6 m langen Hülsen bestimmen, mit denen die zwischen der Stoffwand und dem Info-Paneele sichtbaren Abstandhalter verdeckt wurden. Die Hülsen mussten vor der Montage des Paneels zugeschnitten und auf die Abstandhalter aufgesteckt werden. Die Längen der Hülsen fielen für jeden Abstandhalter anders aus wegen der unterschiedlichen Kreisbogenformen und Mittelpunkte der Info-Paneele und der Stoffwand.

Die Zeit, die abgesteckten Punkte durch eine zweite, unabhängige Messung zu kontrollieren, oder die Längen der Hülsen ein zweites Mal zu berechnen, fehlte uns.

Wir konnten nur durch gezielten Einsatz unserer Hard- und Software versuchen,

- die Absteckung gegen Eingabefehler zu sichern,
- die Konzentrationsfähigkeit des Außendienst-Ingenieurs zu erhöhen und
- Zeitreserven aufzubauen.

In der Eile bot sich folgende Lösung an:

- Wenn wir das serienmäßige GEO-FELD Rechen-Programm von Breining, mit dem wir die Verbesserung dH und dL berechneten, so einsetzen, dass der Wertevergleich

$$Ds - Di = \text{Null} \text{ (in L und H)}$$

vom Programm ausgeführt wurde, musste der Außendienst-Ingenieur nur auf die Null als Ergebnis achten.

- Wenn wir an das serienmäßige, motorische LEICA TCRM 1101, das wir für berührungslose Messung einsetzen, parallel zwei vorhandene Rechner FS 3 von Husky-Hunter mit einer serienmäßigen »manual-data-switch-box« anschlossen, musste der Außendienst-Ingenieur die Daten nicht für jeden Iterationsschritt neu eingeben. (Abb. 6)

Auf dem einen Rechner hatten wir das Programm *Polares Abstecken*, auf dem anderen das Programm *Schnurgerüst-Absteckung* aktiviert. Die Messdaten wurden online

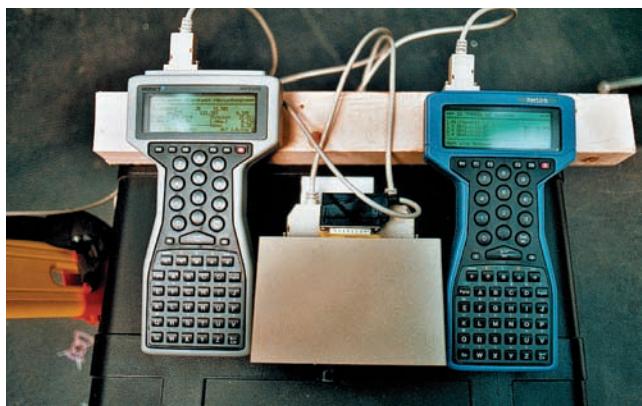


Abb. 6: Rechnerkonfiguration

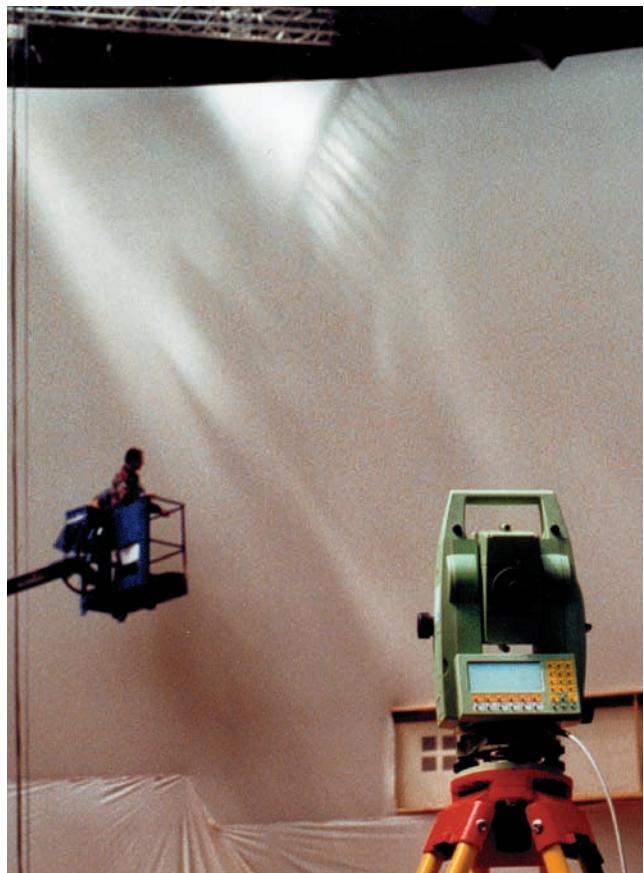


Abb. 7: Dynamische Wand (Durchstoßpunkte)

in beiden Rechnern gespeichert, so dass der Außendienst-Ingenieur nicht ständig und zeitaufwendig zwischen den Programmen *Polares Abstecken*, zum Bestimmen von dH, und *Schnurgerüst-Absteckung*, zum Bestimmen von dL, wechseln musste, vor allem jedoch, dass er die Daten nicht für jeden Iterationsschritt in die Rechner neu eingeben musste. Statt dessen erhielt er dH und dL durch einfaches Umschalten an der switch-box.

Der Arbeitsablauf war dann für die Absteckung jedes Durchstoßpunkts gleich: Mit den vorausberechneten Koordinaten für den Soll-Durchstoßpunkt Ds wurde auf der Stoffwand W der Auftrittspunkt A gemessen und koordiniert. Sobald der Auftrittspunkt A durch den Laserpunkt auf der Stoffwand erstmals sichtbar wurde, fuhr der Assistent ihn mit dem Kranwagen an. Das war wegen der Vorsichtsmaßnahmen, die Stoffwand nicht zu berühren, und wegen der geschilderten Behinderungen durch die anderen Gewerke zeitaufwendiger als die Berechnung der endgültigen Koordinaten und die Absteckung des Durchstoßpunkts Di. (Abb. 7)

Der mit den Rechen-Programmen ausgeführte Soll-Ist-Vergleich lieferte die Verbesserungen dH und dL. Die im Display des TCRM angezeigten Messdaten des Auftrittspunkts A verbesserte der Außendienst-Ingenieur bei laufender Winkelmessung durch Nachführen mit dem Seiten- und dem Höhenfeintrieb jeweils um dH und dL.

Wegen der zweifachen Durchbiegung der Stoffwand W musste der Außendienst-Ingenieur davon ausgehen,

dass nach der ersten Berechnung nur Näherungswerte dH und dL für Di gefunden wurden. Deshalb wurde jeder Auftreffpunkt A ein zweites oder drittes Mal bestimmt, koordiniert und um dH und dL verbessert. Nach der endgültigen Verbesserung erhielten wir dreidimensionale Koordinaten des Durchstoßpunkts Di.

In der Regel waren die Durchstoßpunkte Di nach der zweiten Verbesserung mit mm-Genauigkeit bestimmt, und wurden vom Assistenten mit farbigem Filzstift punktgroß markiert.

Nach zwei Arbeitseinsätzen von je 16 Stunden Dauer, mit einer Schlafpause von 6 Stunden, waren alle 165 Durchstoßpunkte Di während der laufenden Montage der Stoffwand und der Info-Paneele markiert.

5 Fazit

Erstmals hatten wir die »dynamische Wand« im Jahr 2000 vermessen. Wegen der zeitsparenden und kostengünsti-

gen Abwicklung wurden wir in den beiden folgenden Jahren wieder beauftragt. Die erzielten Synergie-Effekte sind dem Auftraggeber wieder zugute gekommen.

Wir haben bei dieser Aufgabe gelernt, die Außen-dienst-Arbeit durch wohl überlegten Einsatz der modernen Hard- und Software weniger anfällig für Fehler zu machen. Diese Gefahr war deswegen besonders groß, weil der Außendienst-Ingenieur an fünf aufeinander folgenden Tagen ungewohnt lange Arbeitszeiten von 16 Stunden hatte, unter extremem Leistungsdruck stand, und umgeben war von Lärm und Hektik, die rund 150 Monteure produzierten, die auf engstem Raum gleichzeitig tätig waren.

Anschrift der Autoren

Dipl.-Ing. Gerd Brockmann
Öffentlich bestellter Vermessungs-Ingenieur
Heddernheimer Landstraße 148, D-60439 Frankfurt am Main
Email: info@b-k-vermessung.de

Dipl.-Ing. Ludger Westerwalbesloh
Heddernheimer Landstraße 148, D-60439 Frankfurt am Main