

Mögliche Schadenbilder beim
vollstabilisierten Oberbau

Forschungsauftrag Nr. 29/79

Bericht Nr. 3874

Zürich, 26. Februar 1981

I n h a l t

	Seite
AUFTRAG	1
AUSGANGSLAGE	1
ZIEL DES AUFTRAGS	1
VORGEHEN	2
MESSMETHODE	2
RESULTATE	3
ZUSAMMENFASSUNG - INTERPRETATION DER RESULTATE	4

B e i l a g e n

- 1 Schema der Messeinrichtung
- 2 Situation 1:5000/200
- 3 Deflektionen in Zone mit Rissen
- 4 Deflektionen in Zone ohne Risse
- 5 Durchschnittswerte in Situation
- 6 Raumgewicht und Bitumengehalt
- 7 Raumgewichte Messstelle 1
- 8 Bitumengehalte Messstelle 1

AUFTRAG

Mit Brief vom 11. September 1979 beauftragte das Eidgenössische Departement des Innern, Bundesamt für Strassenbau, das Institut für Grundbau und Bodenmechanik der ETH-Zürich mit dem Forschungsauftrag Nr. 29/79 "Mögliche Schadenbilder beim vollstabilisierten Oberbau".

Der Auftrag bestand darin, die Einflüsse der festgestellten Risse an der Autobahn zwischen Zürich und Winterthur auf die Tragfähigkeit abzuklären.

Ein weiterer Inhalt des Auftrages war die Suche nach möglichen Schäden infolge Tausalz- oder Frosteinwirkung.

AUSGANGSLAGE

Die Autobahn N1, Zürich-Winterthur, ist eine während nun 6 Jahren stark befahrene Strasse mit einem vollstabilisierten Oberbau. Vier Jahre nach dem Bau wurden in begrenzten Zonen kleine Risse im Belag festgestellt und aufgenommen. Seither blieben diese Risse unverändert.

Tausalz- bzw. Frostschäden wurden auf dieser ersten vollstabilisierten Autobahn der Schweiz keine festgestellt.

ZIEL DES AUFTRAGES

Das Ziel dieses Berichtes ist die Beurteilung der festgestellten Risse in Bezug auf eine Verminderung der Tragfähigkeit, soweit dies durch zerstörungsfreie Prüfung möglich ist.

VORGEHEN

Es stand ein gut dokumentierter Risseplan von der ganzen Strecke Zürich-Winterthur zur Verfügung. (Bericht Ing.-Büro Heierli, Hr. Grünenfelder). Anhand dieses Berichtes und durch Begehen der Strecke wählten wir einige Stellen wo Risse im Belag sichtbar, und einige Stellen wo keine Risse sichtbar waren für Messungen aus. Die Messstellen wählten wir in den Radspuren des Normalfahrstreifens Richtung Winterthur. An diesen Stellen wurden mit der Laserstrahl-Methode die Deflektionen gemessen. Diese Messmethode drängte sich auf, weil die Deflektionen sehr gering sind und weil wir durch die grosse Einflussmulde infolge der weiten Lastausbreitung die Basis der Messung in genügender Entfernung aufstellen mussten.

In den Deflektionsmesspunkten wurden Dichtemessungen und Bitumengehaltsmessungen in Längs- und Querprofilen aufgenommen. Die Messungen wurden mit dem Troxler-Nuklear-Messgerät (Modell 3411) durchgeführt. Für die Messungen auf dem Belag wurde die Rückstrahl-Messung angewendet (zerstörungsfreie Messmethode).

MESSMETHODE

Das Schema der Messeinrichtung ist in Beilage 1 dargestellt. Die Messeinrichtung besteht aus einem Laserstrahlgerät mit einem Stativ, welches einen hochfrequent gepulsten Laserstrahl aussendet. Eine Kamera mit einem Detektor ist in der Lage, den auftreffenden Laserstrahl ortsproportional abzubilden. Der Detektor gibt dann seinerseits ortsproportionale Ströme als Messgrössen ab.

Die ganze Messapparatur wird von einer zentralen Elektronik gesteuert. Die Messgrössen, die Verschiebungen in X- und Y-Richtung des Detektors, können direkt mit einem elektronischen Schreiber aufgezeichnet werden.

Diese Messmethode erlaubt eine ziemlich präzise zeitliche Erfassung der Verschiebungen der Strassenoberfläche gegenüber dem Stativ.

Das Stativ mit der Laserkanone wurde ausserhalb der Strassenfundament, auf der seitlichen Böschung, aufgebaut. (vgl. Beilage 1). Eine stabile Befestigung von Kamera und Laserkanone auf der Unterlage ist Voraussetzung für eine fehlerfreie Messung. Die Laserkanone auf dem Stativ kann in der seitlichen Böschung verankert werden. Für die Kamera wird eine Fussplatte mit Trockenschraubenschrauben auf den Belag geschraubt. Die Kamera mit dem Detektor kann so in richtiger Position auf dieser Fussplatte verankert werden. In den Fahrspuren wurden nach beiden Seiten des Messpunktes Metermarkierungen angebracht. Beim Ueberrollen der jeweiligen Markierungen konnte auf dem Schreiber ein Zeichen gesetzt werden und so die Einflusslinie der Last auf den Aufstellungsort des Detektors ermittelt werden.

Die Eichung der Absolutwerte der Deflektionsmessung wurde mit einem Präzisions-Parallel-Endmass vorgenommen.

Die Messmethode (opto-elektronische Deflektionsmessung) erlaubte, durch die rasche Datenerfassung mehr und präzisere Messungen in der zur Verfügung stehenden Zeit durchzuführen, als mit den konventionellen Deflektions-Messmethoden. Es ist zweifelhaft, ob der Benkelman-Balken überhaupt anwendbar ist. Die Zeitersparnis war nötig, weil die Autobahn unter Verkehr stand und nur die zu messenden Spuren in verkehrersarmen Zeitperioden gesperrt werden konnten.

Die Deflektionsmessungen wurden in zwei Messperioden durchgeführt. Eine erste Messperiode fand Oktober/November 1979 statt und eine zweite im Mai/Juni 1980.

RESULTATE

Die Situation der Messpunkte ist in Beilage 2 im Planausschnitt 1:5'000/200 dargestellt.

In der ersten Messkampagne (Okt./Nov. 79) wurde an den Punkten 1 rechts, 2 rechts, 4 rechts und 6 rechts die Deflektion gemessen. In der zweiten Messkampagne (Mai/Juni 80) wurde an allen im Planausschnitt eingezeichneten Punkten die Deflektionsmulde, Raumgewicht und Bitumengehalt gemessen.

Die Punkte 1, 2 und 3 je rechts und links sind in der Zone mit sichtbaren Rissen und die Punkte 4, 5 und 6 sind in der Zone ohne sichtbare Risse.

Die gemittelte Deflektionsmulde mit dem Mittel der einfachen Standardabweichung aller Messungen in der Zone mit sichtbaren Rissen ist in Beilage 3 und die gemittelte Deflektionsmulde aller Messungen in der Zone ohne sichtbare Risse ist in Beilage 4 dargestellt.

Die Achslast des Lastwagens betrug 130 kN (Radlast 65 kN). Die Fahrriichtung und die Messanordnung können den Beilagen 3 und 4 entnommen werden.

In Beilage 5 sind die Deflektionen (in Deflektionsmuldenmitte) in der entsprechenden Situation eingetragen.

Beilage 6 enthält die Zusammenstellung der Mittelwerte der Raumgewichts- und Bitumengehaltsmessungen des Belages.

In allen Messstellen wurden die Raumgewichte und Bitumengehalte über 20 m in den Fahrspuren gemessen (Längsprofile). In Beilage 7 und 8 sind als Beispiel die Resultate der ersten Messstelle aufgeführt.

ZUSAMMENFASSUNG - INTERPRETATION DER RESULTATE

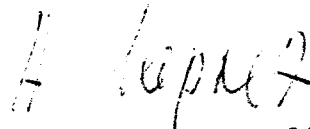
Die Deflektionen, gemessen auf dem Belag, sind sehr klein. Um trotz der gegenüber dem Benkelman-Balken sehr verfeinerten Messmethode Werte feststellen zu können, welche sich von der Messstreuung genügend abheben, musste das Belastungsfahrzeug auf 130 kN Achslast überladen werden (2-Achs-Lastwagen).

Die Zone mit den sichtbaren Rissen im Belag weist Deflektionswerte von im Mittel $31 \cdot 10^{-3}$ mm auf. In der Zone ohne sichtbare Risse haben wir Deflektionen von im Mittel $55 \cdot 10^{-3}$ mm gemessen.

Aufgrund der Deflektionsmessungen kann geschlossen werden, dass die festgestellten kleinen Risse keinen vermindernden Einfluss auf die Tragfähigkeit des zementstabilisierten Oberbaus haben. Die Tragfähigkeit, gemessen mit der Deflektion, ist für beide gemessenen Zonen genügend.

Am zementstabilisierten Oberbau der Autobahn N1, Zürich-Winterthur, konnten keine Tausalz- bzw. Frostschäden gefunden werden.

Der Sachbearbeiter:



Markus Caprez, dipl.Ing.

Bericht Nr. 3874

Ca/tf

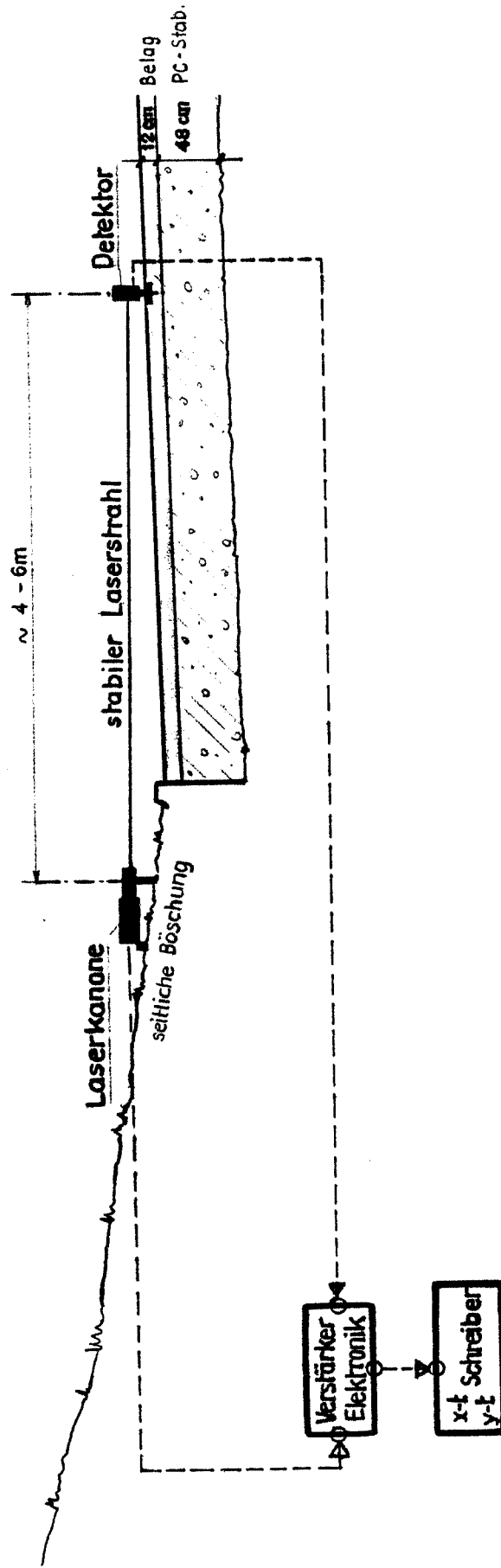
Zürich, 26. Februar 1981

Deflektionsmessungen

N₁ Zürich - Winterthur
(rechte Fahrspur Richtung Winterthur)

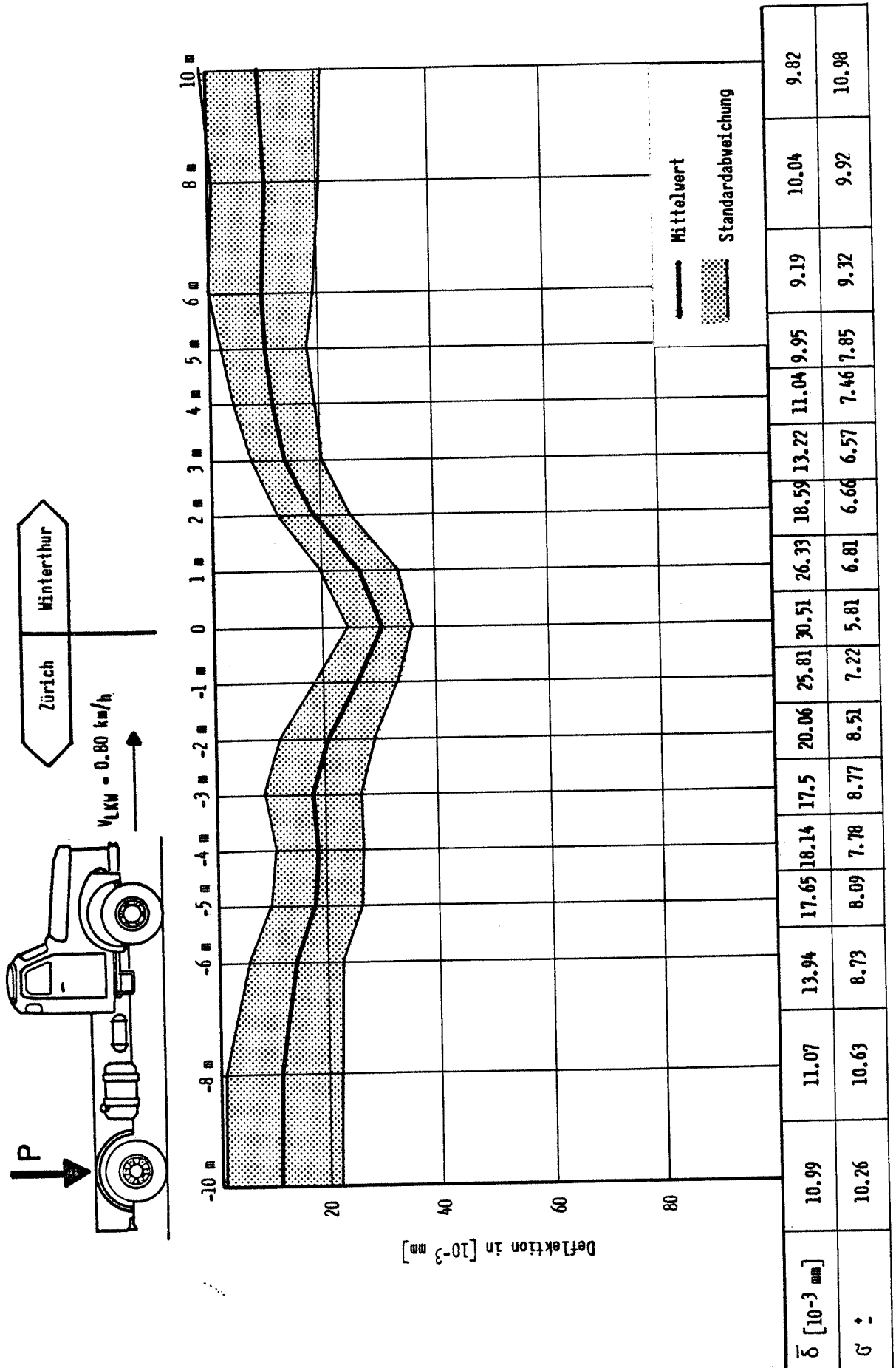
Schema der Messeinrichtung

1 : 50



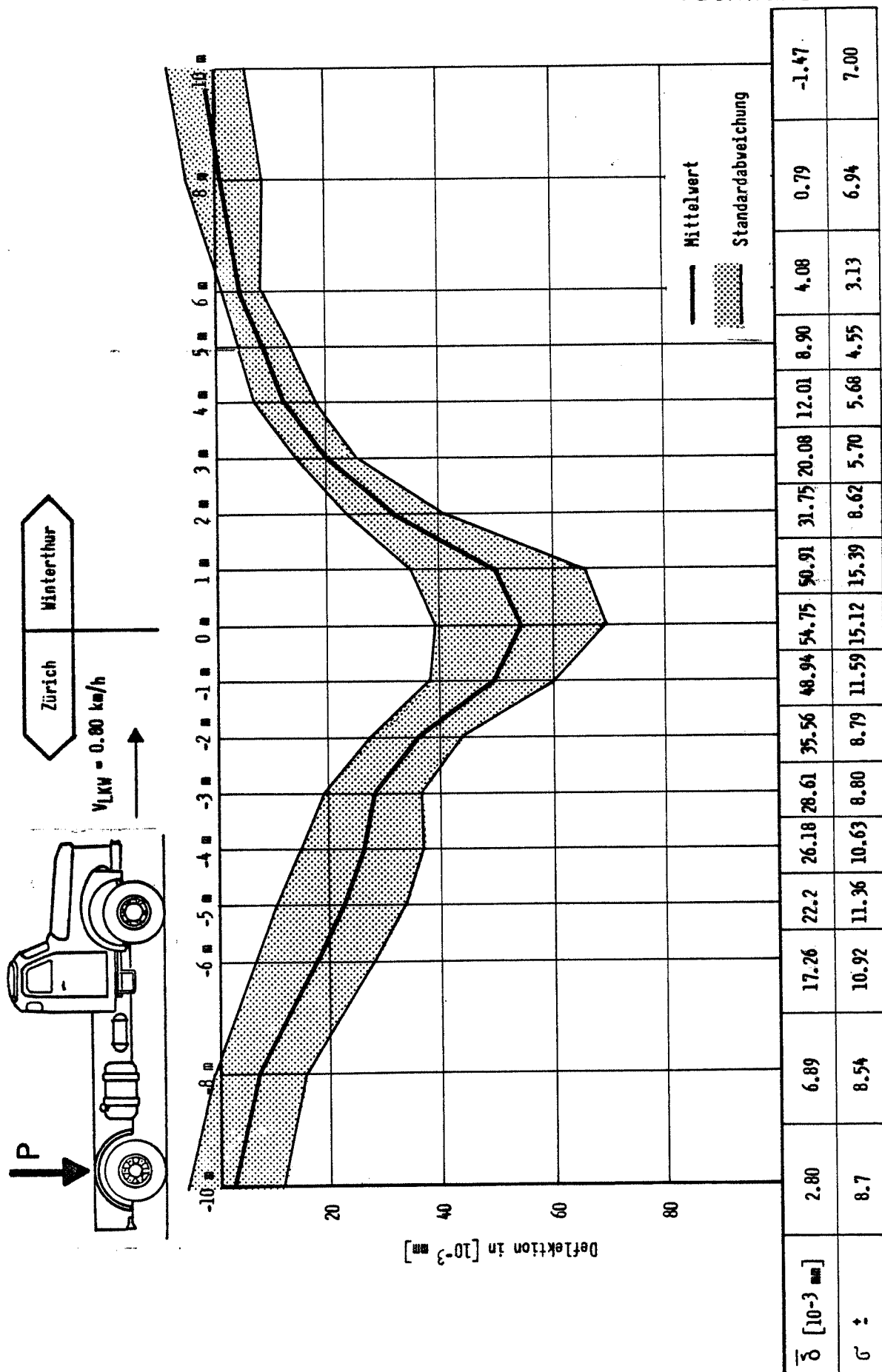
Punkt 1-3 (Mittel in Zone mit Rissen)

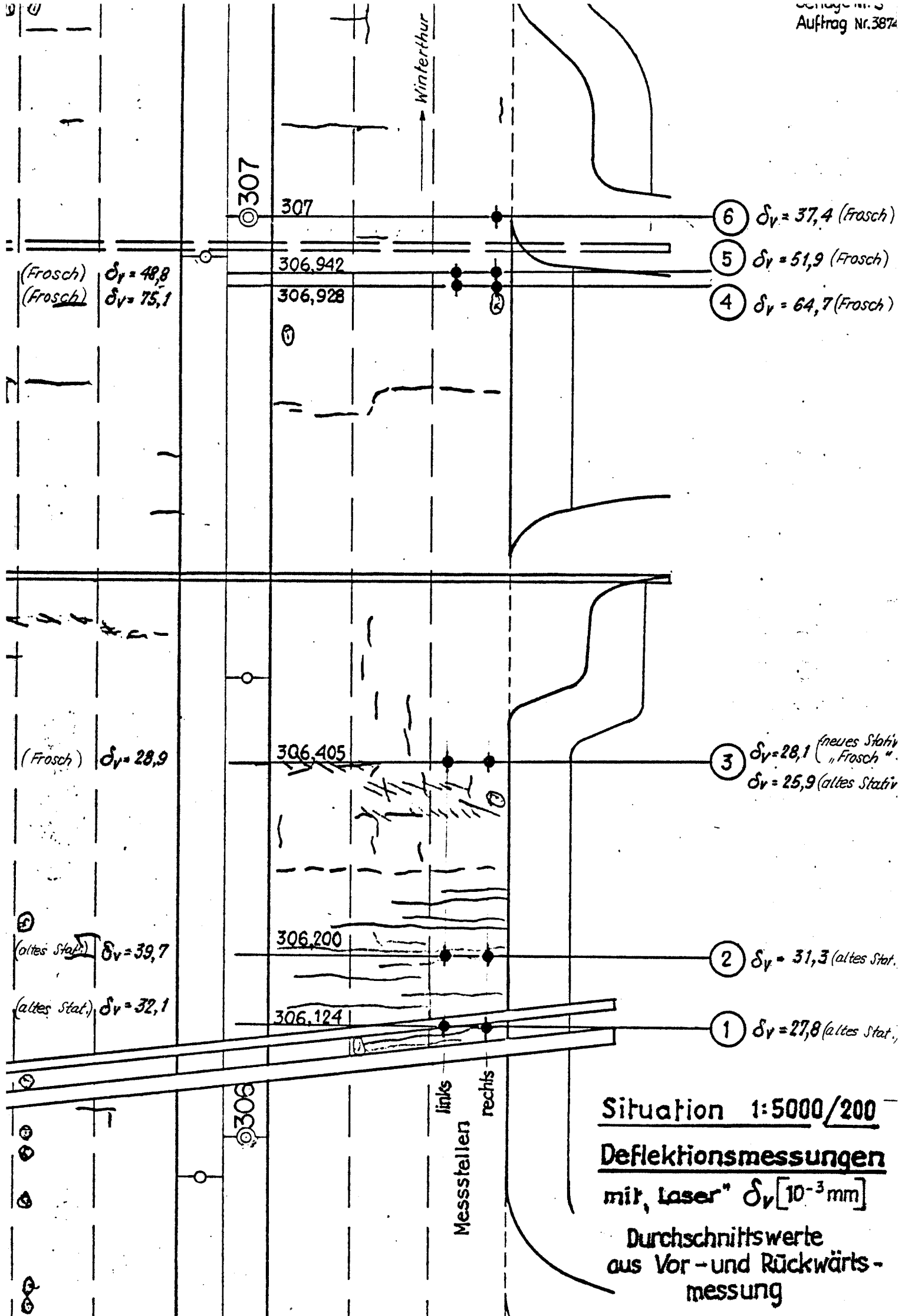
Deflektionsmessungen dynamisch, Messrichtung vorwärts u.
rückwärts



Punkt (4-6) (Mittel in Zone ohne Risse)

Deflektionsmessung dynamisch, Messrichtung vorwärts u.
 rückwärts

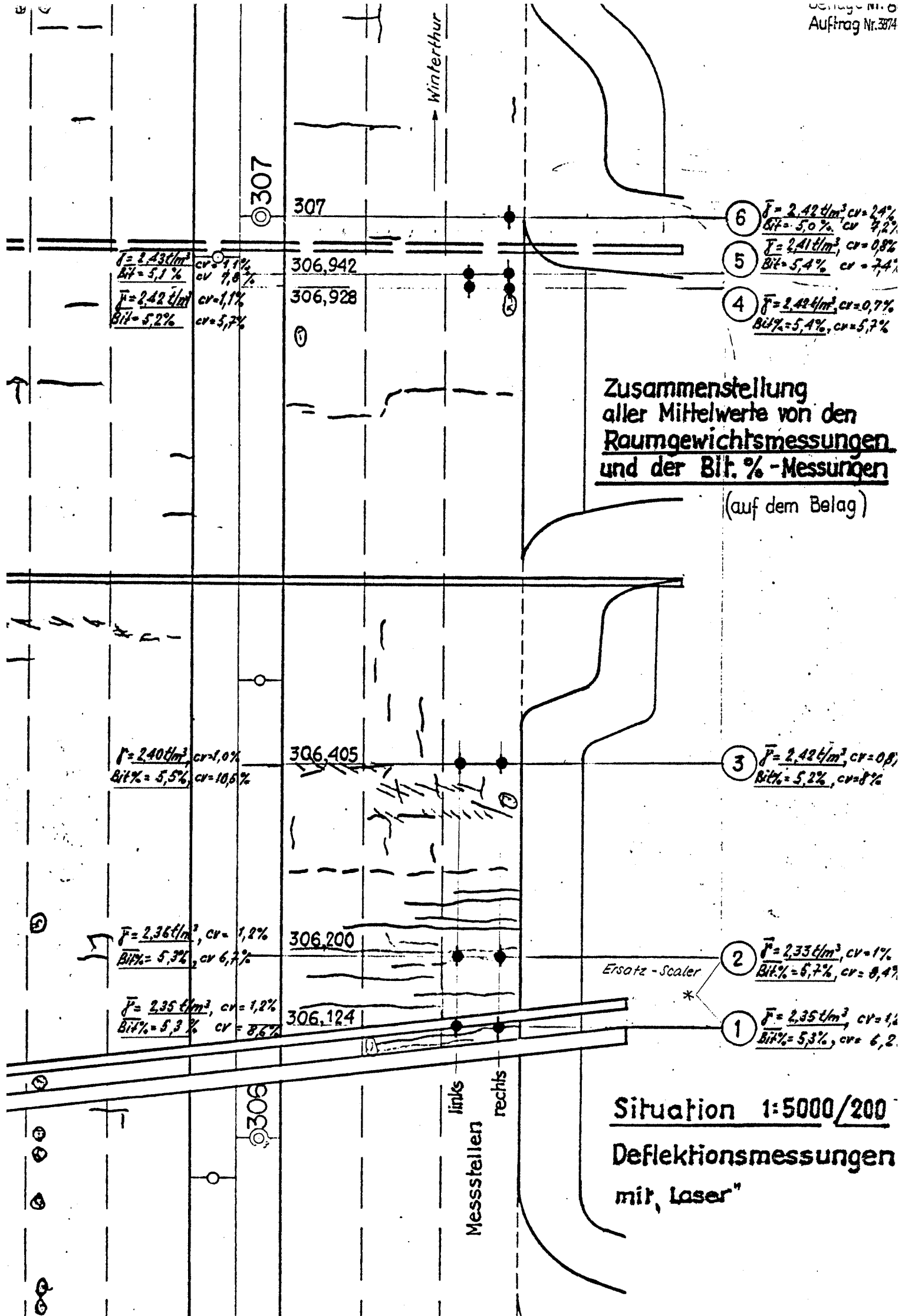




Situation 1:5000/200

Deflektionsmessungen
mit "Laser" $\delta_V [10^{-3} \text{mm}]$

Durchschnittswerte
aus Vor- und Rückwärts-
messung



$\bar{\rho} = 2,43 t/m^3$, $cv = 1,1\%$
 $Bit\% = 5,1\%$, $cv = 7,9\%$
 $\bar{\rho} = 2,42 t/m^3$, $cv = 1,1\%$
 $Bit\% = 5,2\%$, $cv = 5,7\%$

- 6 $\bar{\rho} = 2,42 t/m^3$, $cv = 2,9\%$
 $Bit\% = 5,0\%$, $cv = 7,2\%$
- 5 $\bar{\rho} = 2,41 t/m^3$, $cv = 0,8\%$
 $Bit\% = 5,4\%$, $cv = 7,4\%$
- 4 $\bar{\rho} = 2,42 t/m^3$, $cv = 0,7\%$
 $Bit\% = 5,4\%$, $cv = 5,7\%$

Zusammenstellung
aller Mittelwerte von den
Raumgewichtsmessungen
und der Bit. % - Messungen
 (auf dem Belag)

$\bar{\rho} = 2,40 t/m^3$, $cv = 1,0\%$
 $Bit\% = 5,5\%$, $cv = 10,6\%$

3 $\bar{\rho} = 2,42 t/m^3$, $cv = 0,8\%$
 $Bit\% = 5,2\%$, $cv = 8\%$

$\bar{\rho} = 2,36 t/m^3$, $cv = 1,2\%$
 $Bit\% = 5,3\%$, $cv = 6,7\%$

2 $\bar{\rho} = 2,33 t/m^3$, $cv = 1\%$
 $Bit\% = 5,7\%$, $cv = 8,4\%$

$\bar{\rho} = 2,35 t/m^3$, $cv = 1,2\%$
 $Bit\% = 5,3\%$, $cv = 8,6\%$

1 $\bar{\rho} = 2,35 t/m^3$, $cv = 1,4\%$
 $Bit\% = 5,3\%$, $cv = 6,2\%$

Ersatz - Scaler *

links
rechts
Messstellen

Situation 1:5000/200
Deflektionsmessungen
mit Laser

Deflektionsmessungen

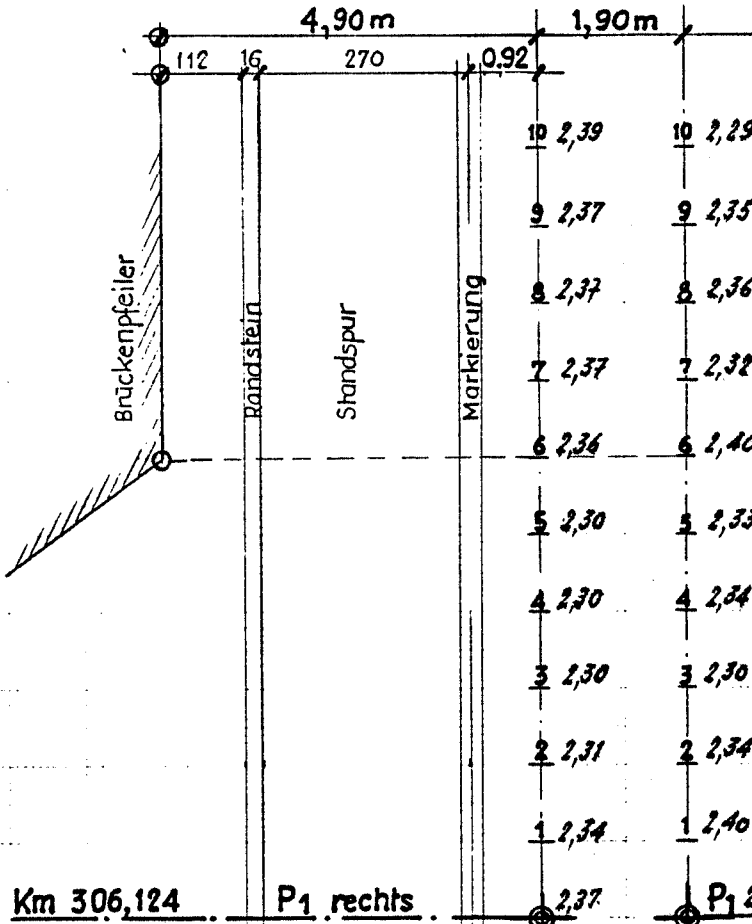
N₁ Zürich - Winterthur (rechte Fahrspur Richtung Winterthur)

1. Messstelle

27. 5. 1980

Raumgewichte [δ]

(Troxler Mod. 3411, Ersatz-Scaler)



10	2,39	10	2,29
9	2,37	9	2,35
8	2,37	8	2,36
7	2,37	7	2,32
6	2,36	6	2,40
5	2,30	5	2,33
4	2,30	4	2,34
3	2,30	3	2,30
2	2,31	2	2,34
1	2,34	1	2,40
Km 306,124 P ₁ rechts			
	2,37	P ₁	2,36
1	2,35	1	2,34
2	2,38	2	2,36
3	2,35	3	2,36
4	2,37	4	2,37
5	2,34	5	2,37
6	2,35	6	2,33
7	2,35	7	2,30
8	2,34	8	2,34
9	2,34	9	2,31
10	2,36	10	2,30

km 306,124

Richtung Winterthur
↓

$\bar{P}_{1 \text{ rechts}}$	$\bar{\gamma} = 2,35 \text{ t/m}^3$
$s = 0,03 \text{ t/m}^3$	
$cv = 1,2 \%$	
$n = 21$	

$\bar{P}_{1 \text{ links}}$	$\bar{\gamma} = 2,35 \text{ t/m}^3$
$s = 0,03 \text{ t/m}^3$	
$cv = 1,2 \%$	
$n = 21$	

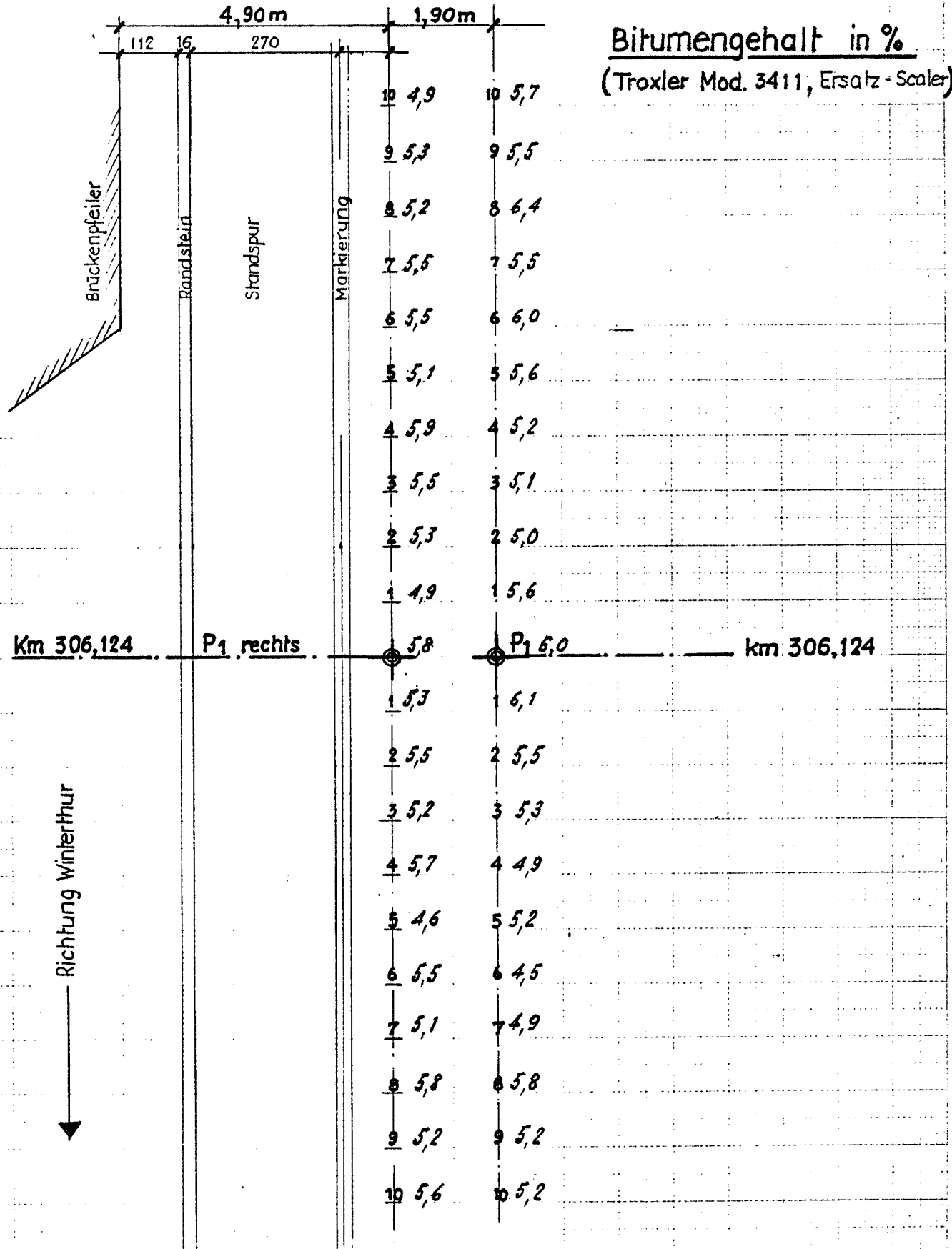
Deflektionsmessungen

N₁ Zürich - Winterthur
 (rechte Fahrspur Richtung Winterthur)

1. Messstelle

27. 5. 1980

Bitumengehalt in %
 (Troxler Mod. 3411, Ersatz - Scaler)



P ₁ rechts	Bit. % = 5,3%
	s = 0,3%
	CV = 6,2%
	n = 21

P ₁	Bit. % = 5,4%
	s = 0,5%
	CV = 8,6%
	n = 21