



# **Rickenbach**

## **353 / Hauptstrasse, km 1.800 – 2.700**

### **Zustandserfassung**

## **Beurteilung und Sanierungsvorschlag**

anhand Belagsuntersuchungen, Deflektionsmessungen und Sondagen

<b>1. AUSGANGSLAGE</b>	<b>2</b>
<b>2. SITUATION VOR ORT</b>	<b>2</b>
<b>3. AUSGEFÜHRTE ARBEITEN</b>	<b>2</b>
<b>4. RESULTATE</b>	<b>2</b>
<b>4.1 Belagsuntersuchungen</b>	<b>2</b>
Abschnitt 1: 353 / Hauptstrasse, km 1.800 – ca. 2.250	2
Abschnitt 2: 353 / Hauptstrasse, km ca. 2.250 – ca. 2.600	4
Abschnitt 3: 353 / Hauptstrasse, km ca. 2.600 – 2.700	5
<b>4.2 Deflektionsmessungen</b>	<b>6</b>
<b>4.3 Bestimmung des PAK-Gehalts</b>	<b>6</b>
<b>5. MASSNAHMEN UND EMPFEHLUNGEN</b>	<b>7</b>
<b>5.1 Dimensionierung und Sanierungsvorschlag</b>	<b>7</b>
Abschnitt 1: 353 / Hauptstrasse, km 1.800 – ca. 2.250	7
Abschnitt 2: 353 / Hauptstrasse, km ca. 2.250 – ca. 2.600	7
Abschnitt 3: 353 / Hauptstrasse, km ca. 2.600 – 2.700	8
<b>5.2 Massnahmen gemäss den PAK - Untersuchungen</b>	<b>8</b>
Abschnitt 1: 353 / Hauptstrasse, km 1.800 – ca. 2.250	8
Abschnitt 2: 353 / Hauptstrasse, km ca. 2.250 – ca. 2.600	8
Abschnitt 3: 353 / Hauptstrasse, km ca. 2.600 – 2.700	8
<b>5.3 Schlussbemerkungen</b>	<b>9</b>

Zürich, 28.12.2014

## 1. AUSGANGSLAGE

Das Labor Oberbau und Geotechnik wurde von der Abteilung SI, UR III mit Untersuchungen beauftragt, Daten über den Zustand zu beschaffen.

## 2. SITUATION VOR ORT

Die Strasse weist viele Risse, phasenweise diverse Belagsflicke und leichte Spurrinnen auf der gesamten Länge auf. Die Strasse ist in einem zumutbaren Zustand.

Es sind folgende Bauwerke im Objekt zu berücksichtigen und mit den zuständigen Stellen abzuklären:

Objekt Nr. 225-003, Durchlass Sulzergraben, km ca. 1.825

Verkehrszählstelle Nr. ZH 1792, km ca. 1.845

Objekt Nr. 225-001, Durchlass Schwarzenbach, km ca. 2.160

## 3. AUSGEFÜHRTE ARBEITEN

- Entnahme von 9 + 4 (2000) Belagsbohrkernen mit Durchmesser von 150 mm
- Deflektionsmessungen an beiden Fahrbahnen
- Entnahme von 6 Bohrkerne mit Durchmesser von 300 mm mit ME - Messungen
- Belagsuntersuchungen der Deck- und Tragschichten
- Bestimmung des PAK-Gehalts der bituminösen Schichten

## 4. RESULTATE

### 4.1 Belagsuntersuchungen

<b>Abschnitt 1: 353 / Hauptstrasse, km 1.800 – ca. 2.250</b>			
<b>Bohrkerne</b>	<b>Nr. 734 – 736, 1069 – 1072 (2000)</b>		
<i>Typischer Aufbau</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>Beurteilung Bindemittel</i>	
Schicht a	AB 11	i.O. (34)	Penetration bei 35
Schicht b	HMT 22	weich (45)	Penetration über 35
	<b>Nr. 737</b>		
<i>Typischer Aufbau</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>Beurteilung Bindemittel</i>	
Schicht a1	AB 11	i.O. (34)	Penetration bei 35
Schicht a2	AB 11	nicht untersucht	
Schicht b	HMT 22	weich (45)	Penetration über 35

<b>Sondierungen</b>	<b>S 1, km 1.875, rechts</b>		
ME-Messung	ME <sub>1</sub> =130.9 MN/m <sup>2</sup>	ME <sub>2</sub> =423.8 MN/m <sup>2</sup>	Tragfähigkeit i.O.
<i>Typischer Aufbau</i>	Bezeichnung	Beurteilung	
Belag	Dicke	Schichtstärke	11.0 cm
1. Foundationsschicht	Kies mit Sand, leicht siltig (ø 63 mm Rundkorn)	Schichtstärke Farbe Feuchte	28.0 cm beige-braun erdfeucht
2. Foundationsschicht	Schlacke, (Auffüllung, kompakt)	Schichtstärke Farbe Feuchte	21.0 cm schwarz erdfeucht
1. Unterbauschicht	siltiger Kies mit Sand (ø 22 mm Rundkorn)	Schichtstärke Farbe Feinanteil Feuchte CBR-Feldversuch	min. 8.0 cm braun 51.1 Massen-% erdfeucht >15.0 %, Untergrund mit hoher Tragfähigkeit S3
	<b>S 2, km 1.950, links</b>		
ME-Messung	ME <sub>1</sub> =81.0 MN/m <sup>2</sup>	ME <sub>2</sub> =109.6 MN/m <sup>2</sup>	Tragfähigkeit ungenügend inklusive Tiefenwirkung
<i>Typischer Aufbau</i>	Bezeichnung	Beurteilung	
Belag	Dicke	Schichtstärke	11.0 cm
1. Foundationsschicht	Kies mit wenig Sand, leicht siltig und einzelnen Steinen (ø 90 mm Rundkorn)	Schichtstärke Farbe Feinanteil Feuchte CBR-Feldversuch	36.0 cm beige-braun 8.6 Massen-% erdfeucht 4.2 – 4.6 %, Untergrund mit geringer Tragfähigkeit S1
1. Unterbauschicht	toniger Sand	Schichtstärke Farbe Feinanteil Feuchte	min. 13.0 cm braun 35.1 Massen-% erdfeucht
	<b>S 3, km 2.100, rechts</b>		
ME-Messung	ME <sub>1</sub> =64.7 MN/m <sup>2</sup>	ME <sub>2</sub> =133.7 MN/m <sup>2</sup>	Tragfähigkeit ungenügend inklusive Tiefenwirkung
<i>Typischer Aufbau</i>	Bezeichnung	Beurteilung	
Belag	Dicke	Schichtstärke	14.0 cm
1. Foundationsschicht	sauberer Kies mit Sand und einzelnen Steinen (ø 90 mm Rundkorn)	Schichtstärke Farbe Feuchte	6.0 cm beige-braun erdfeucht
2. Foundationsschicht	siltiger Kies mit Sand und einzelnen Steinen (ø 90 mm Rundkorn)	Schichtstärke Farbe Feinanteil  Feuchte CBR-Feldversuch	27.0 cm braun 14.6 Massen-%, nicht frostsicher erdfeucht 4.6 – 11.7 %, Untergrund mit geringer Tragfähigkeit S1
1. Unterbauschicht	toniger Sand	Schichtstärke Farbe Feinanteil Feuchte	min. 13.0 cm braun gemäss S 2 erdfeucht
<b>Belagsoberflächen</b>	<i>visuelle Beurteilung vor Ort</i>		
Oberfläche	ausgemagert, diverse Belagsflicke		
Spurrinnen	leichte		
Risse	diverse örtliche Risse		

<b>Feststellungen</b>	
<p>Die Belagstärke beträgt 11.0 – 15.5 cm.  Der Deckbelag beträgt 3.0 – 6.0 cm.  Die Schicht a (AB 11) weist einen variablen Hohlraumgehalt von 2.6 – 6.8 Vol.-% auf.  Die Schicht b (HMT 22) weist einen tiefen Hohlraumgehalt von 1.5 – 3.2 Vol.-% auf. Einzelne Hohlraumgehalte von 4.0 Vol.-% sind auch möglich. Diese Schicht verursacht die Verformungen in Form von Spurrinnen.  Die Belagstärke entspricht im Minimum der Verkehrsklasse T2.</p>	

<b>Abschnitt 2: 353 / Hauptstrasse, km ca. 2.250 – ca. 2.600</b>			
<b>Bohrkerne</b>	<b>Nr. 738</b>		
<i>Typischer Aufbau</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>Beurteilung Bindemittel</i>	
Schicht a	AB 11	i.O. (34)	Penetration bei 35
Schicht b1	AB 6 mit OB (AB 4/6)	nicht untersucht	
Schicht b2	AB 4 (AB 4/6)	nicht untersucht	
Schicht c	Schottertränkung	nicht untersucht	
	<b>Nr. 739 - 741</b>		
<i>Typischer Aufbau</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>Beurteilung Bindemittel</i>	
Schicht a1	AB 11	i.O. (34)	Penetration bei 35
Schicht b	AB 6 mit OB (AB 4/6)	nicht untersucht	
Schicht c	Schottertränkung	nicht untersucht	
<b>Sondierungen</b>	<b>S 4, km 2.300, links</b>		
ME-Messung	ME <sub>1</sub> =107.6 MN/m <sup>2</sup>	ME <sub>2</sub> =234.4 MN/m <sup>2</sup>	Tragfähigkeit i.O.
<i>Typischer Aufbau</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>Beurteilung</i>	
Belag	Dicke	Schichtstärke	11.0 cm
1. Foundationsschicht	Kies mit wenig Sand, leicht siltig (ø 90 mm Rundkorn)	Schichtstärke Farbe Feuchte CBR-Feldversuch	31.0 cm braun erdfeucht >15.0 %, Untergrund mit hoher Tragfähigkeit S3
1. Unterbauschicht	tonig-siltiger Kies mit Sand (ø 45 mm Rundkorn)	Schichtstärke Farbe Feuchte	min. 9.0 cm braun erdfeucht
	<b>S 5, km 2.350, rechts</b>		
ME-Messung	ME <sub>1</sub> =118.9 MN/m <sup>2</sup>	ME <sub>2</sub> =164.0 MN/m <sup>2</sup>	Tragfähigkeit i.O., wegen dem Steinbett, dass sehr hoch liegt.
<i>Typischer Aufbau</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>Beurteilung</i>	
Belag	Dicke	Schichtstärke	12.0 cm
1. Foundationsschicht	sauberer Kies mit Sand, (ø 22 mm Rundkorn)	Schichtstärke Farbe Feuchte	8.0 cm beige-braun erdfeucht
2. Foundationsschicht	Steinbett, (ø 90 mm rund und gebrochen)	Schichtstärke Farbe Feuchte	19.0 cm beige erdfeucht
3. Foundationsschicht	siltiger Kies mit Sand, (ø 45 mm Rundkorn)	Schichtstärke Farbe Feuchte CBR-Feldversuch	11.0 cm braun erdfeucht 6.0 – 13.0 %, Untergrund mit mittlerer Tragfähigkeit S2

1. Unterbauschicht	siltig-toniger Kies mit Sand, ( $\varnothing$ 31.5 mm Rundkorn)	Schichtstärke Farbe Feuchte	min. 8.0 cm braun erdfeucht
<b>Belagsoberflächen</b>	<i>visuelle Beurteilung vor Ort</i>		
Oberfläche	ausgemagert, diverse Belagsflicke		
Spurrinnen	leichte		
Risse	diverse örtliche Risse		
<b>Feststellungen</b>	<p>Die Belagstärke beträgt 9.5 – 12.0 cm.  Der Deckbelag beträgt 3.5 – 5.0 cm.  Die Schicht a (AB 11) weist einen Hohlraumgehalt von 3.1 – 3.9 Vol.-% auf.  Der Belag weist extrem viele feine Belagschichten auf.  Die Belagstärke entspricht im Minimum knapp der Verkehrsklasse T2.</p>		

<b>Abschnitt 3: 353 / Hauptstrasse, km ca. 2.600 – 2.700</b>			
<b>Bohrkerne</b>	<b>Nr. 742</b>		
<i>Typischer Aufbau</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>Beurteilung Bindemittel</i>	
Schicht a	AB 11	i.O. (34)	Penetration bei 35
Schicht b	HMT 22	eher hart (29)	Penetration unter 35
Schicht c1	AB 6 mit OB (AB 4/6)	nicht untersucht	
Schicht c2	AB 4 (AB 4/6)	nicht untersucht	
Schicht d	Schottertränkung	nicht untersucht	
<b>Sondierungen</b>	<b>S 6, km 2.650, links</b>		
ME-Messung	ME <sub>1</sub> =107.6 MN/m <sup>2</sup>	ME <sub>2</sub> =234.4 MN/m <sup>2</sup>	Tragfähigkeit i.O.
<i>Typischer Aufbau</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>Beurteilung</i>	
Belag	Dicke	Schichtstärke	18.0 cm
1. Foundationsschicht	leicht siltiger Kies mit Sand ( $\varnothing$ 90 mm Rundkorn)	Schichtstärke Farbe Feinanteil Feuchte CBR-Feldversuch	min. 51.0 cm grau-braun 8.3 Massen-% erdfeucht >15.0 %, Untergrund mit hoher Tragfähigkeit S3
<b>Belagsoberflächen</b>	<i>visuelle Beurteilung vor Ort</i>		
Oberfläche	ausgemagert		
Spurrinnen	keine		
Risse	keine		
<b>Feststellungen</b>	<p>Die Belagstärke beträgt 18.0 – 20.0 cm.  Der Deckbelag beträgt um 3.5 cm.  Die Schicht a (AB 11) weist einen Hohlraumgehalt von um 3.8 Vol.-% auf.  Die Schicht b (HMT 22) weist harte Bindemittleigenschaften mit einem eher tiefen Hohlraumgehalt von um 2.8 Vol.-% auf.  Die Belagstärke entspricht im Minimum knapp der Verkehrsklasse T4.</p>		

## **4.2 Deflektionsmessungen**

Anhand der massgebenden Deflektion  $d_v$  und des Verkehrs  $W$  ist knapp keine Verstärkung für die Verkehrslast T3 notwendig.

Diverse Bereiche weisen eine kritische Deflektionswerte und eine kritische Foundation auf:

rechte Fahrbahn: km ca. 2.050 – 2.250, ca. 2.525 – 2.550

linke Fahrbahn: km ca. 1.900 – 1.950, ca. 2.100 – 2.250, ca. 2.350 – 2.375, ca. 2.525 – 2.550

In diesen Bereichen ist die Foundation zu ersetzen.

## **4.3 Bestimmung des PAK-Gehalts**

Die Bestimmung des PAK-Gehaltes erfolgte an Einzel- und Sammelproben der Schichten.

Anhand der Untersuchungen sind PAK – Gehälter unterhalb 5'000 mg/kg, zwischen 5'000 – 20'000 mg/kg und über 20'000 mg/kg im Objekt vorhanden. Verteilung und Menge der PAK kann der Übersicht Belagsaufbau entnommen werden.

## 5. MASSNAHMEN UND EMPFEHLUNGEN

### 5.1 Dimensionierung und Sanierungsvorschlag

<b>Abschnitt 1: 353 / Hauptstrasse, km 1.800 – ca. 2.250</b> (Annahme Verkehrsklasse T3, S1)		
Fahrbahnaufbau, Totalersatz vom Belag, Ausbau von 11.0 – 15.5 cm.		Bemerkungen
3.0 cm	AC 8 S, B 50/70	
7.0 cm	AC B 22 S, B 50/70	
7.0 cm	AC T 22 N, B 70/100	
-6.0 – -1.5 cm	Ausgleichen und Planie erstellen	ME <sub>1</sub> = min. 100 MN/m <sup>2</sup>
min. 45.0 cm	bestehende Foundationsschicht mit Schla- ckenstabi	

Daraus ergibt sich eine Gesamtstärke des Oberbaus von min. 62.0 cm mit einem Strukturwert SN<sub>neu</sub> von mindestens 113 (SN<sub>eff.</sub> = 105).

<b>Rechte Fahrbahn: km ca. 2.050 – 2.250</b> <b>Linke Fahrbahn: km ca. 1.900 – 1.950, ca. 2.100 – 2.250</b> Fahrbahnaufbau, Totalersatz vom Belag und Foundation Ausbau Belag 11.0 – 15.5 cm.		Bemerkungen
3.0 cm	AC 8 S, 50/70	
7.0 cm	AC B 22 S, B 50/70	
7.0 cm	AC T 22 N, B 70/100	
	Planie erstellen	ME <sub>1</sub> = min. 100 MN/m <sup>2</sup>
min. 50.0 cm	RC-Kiesgemisch B 0/45, OC <sub>85</sub>	
	Geotextil trennen und armieren	zum Armieren Sytec SG 8000
	Planum erstellen	ME <sub>1</sub> = min. 15 MN/m <sup>2</sup>

Daraus ergibt sich eine Gesamtstärke des Oberbaus von min. 67.0 cm mit einem Strukturwert SN<sub>neu</sub> von mindestens 118 (SN<sub>eff.</sub> = 105).

In den Bereichen der rechten Fahrbahn von km ca. 2.050 – 2.250 und der linken Fahrbahn von km ca. 1.900 – 1.950, ca. 2.100 – 2.250 muss anhand der jetzigen Daten die Foundationsschicht ersetzt werden. Die Bereiche sind nach dem Entfernen des Belages an der angetroffenen Foundation zu definieren anhand weiteren Messungen und Belastungsproben.

<b>Abschnitt 2: 353 / Hauptstrasse, km ca. 2.250 – ca. 2.600</b> (Annahme Verkehrsklasse T3, S2)		
Fahrbahnaufbau, Totalersatz vom Belag, Ausbau von 9.5 – 12.0 cm.		Bemerkungen
3.0 cm	AC 8 S, B 50/70	
7.0 cm	AC B 22 S, B 50/70	
7.0 cm	AC T 22 N, B 70/100	
-8.5 – -5.0 cm	Ausgleichen und Planie erstellen	ME <sub>1</sub> = min. 100 MN/m <sup>2</sup>
min. 30.0 cm	bestehende Foundationsschicht mit phasen- weise Steinbett	

Daraus ergibt sich eine Gesamtstärke des Oberbaus von min. 47.0 cm mit einem Strukturwert SN<sub>neu</sub> von mindestens 98 (SN<sub>eff.</sub> = 87).

<b>Rechte Fahrbahn: km ca. 2.525 – 2.550</b> <b>Linke Fahrbahn: km ca. 2.350 – 2.375, ca. 2.525 – 2.550</b> Fahrbahnaufbau, Totalersatz vom Belag und Foundation Ausbau Belag 11.0 – 15.5 cm.		Bemerkungen
3.0 cm	AC 8 S, 50/70	
7.0 cm	AC B 22 S, B 50/70	
7.0 cm	AC T 22 N, B 70/100	
	Planie erstellen	ME <sub>1</sub> = min. 100 MN/m <sup>2</sup>
min. 45.0 cm	RC-Kiesgemisch B 0/45, OC <sub>85</sub>	
	Geotextil trennen und armieren	zum Armieren Sytec SG 8000
	Planum erstellen	ME <sub>1</sub> = min. 30 MN/m <sup>2</sup>

Daraus ergibt sich eine Gesamtstärke des Oberbaus von min. 62.0 cm mit einem Strukturwert SN<sub>neu</sub> von mindestens 113 (SN<sub>eff.</sub> = 87).

In den Bereichen der rechten Fahrbahn von km ca. 2.525 – 2.550 und der linken Fahrbahn von km ca. 2.350 – 2.375, ca. 2.525 – 2.550 muss anhand der jetzigen Daten die Foundationsschicht ersetzt werden. Die Bereiche sind nach dem Entfernen des Belages an der angetroffenen Foundation zu definieren anhand weiteren Messungen und Belastungsproben.

<b>Abschnitt 3: 353 / Hauptstrasse, km ca. 2.600 – 2.700</b> (Annahme Verkehrsklasse T3, S3)		
Fahrbahnaufbau, Belassen für die nächsten 15 Jahre oder Teilersatz vom Belag, Fräsen von 3.5 cm,		Bemerkungen
3.5 cm	AC 8 S, 50/70	
14.5 – 26.5 cm	bestehender Belag	
min. 50.0 cm	bestehende Foundationsschicht	ME <sub>1</sub> = min. 100 MN/m <sup>2</sup>

Daraus ergibt sich eine Gesamtstärke des Oberbaus von 68.0 – 70.0 cm mit einem Strukturwert SN<sub>neu</sub> von mindestens 104 (SN<sub>eff.</sub> = 73).

Nach dem Fräsen ist mit örtlichen verbleibenden, dünnen Restbelagschichten zu rechnen. Diese sind mechanisch zu entfernen.

## 5.2 Massnahmen gemäss den PAK - Untersuchungen

<b>Abschnitt 1: 353 / Hauptstrasse, km 1.800 – ca. 2.250</b>		
Totalersatz	PAK – Gehalt durch Interpolation (a+b)	< 5'000 mg/kg
Ausbau 11.0 – 15.5 cm	Belag als Sekundärbaustoff verwenden.	

<b>Abschnitt 2: 353 / Hauptstrasse, km ca. 2.250 – ca. 2.600</b>		
Totalersatz	PAK – Gehalt durch Interpolation (a+b)	9'000 – 14'000 mg/kg
Ausbau 9.5 – 12.0 cm	Belag mit PAK – Gehalt 5'000 – 20'000 mg/kg „auf Wiederaufbereitung Unternehmer“ ausschreiben.	

<b>Abschnitt 3: 353 / Hauptstrasse, km ca. 2.600 – 2.700</b>		
Teilersatz	PAK – Gehalt durch Interpolation (a+Teil b)	< 5'000 mg/kg
Fräsen von 3.5 cm	Belag als Sekundärbaustoff verwenden.	



### 5.3 Schlussbemerkungen

Die Dimensionierung erfolgt mit der Verkehrslast T3 ( $TF = 100 - 300$ ) ( $TF_{eff} = 182$ ) mit normaler Beanspruchung unter Berücksichtigung eines ähnlichen, bestehenden Aufbaus und der Ausbaustandards.

Der Sanierungsvorschlag versteht sich als Diskussionsgrundlage, basierend auf den Dimensionierungs- und Belagskennwerten. Die Fahrbahnhaltstellen sind mit einem PmB 45/80-65 CH-E im Deck- und Binderschicht auszuführen.

#### **Fräsfläche:**

Die mit Hochdruck gereinigte Fläche muss auf Risse und Fehlstellen kontrolliert werden. Die Risse müssen mit heiss verarbeitbarer Fugenmasse Typ N2 (KBH) nach EN 14188, SN 670 281, 670 281-NA vergossen werden. Bei extremen Rissen oder Fugen ist zusätzlich eine vorbituminierte Asphaltarmierung (z.B.: S&P Glasphalt G, 1.0 m Breite) vorzusehen.

#### **Haftverbund:**

Haftkleber HC gem. SN 670 205

Dosierung AC T 22 N / AC B 22 S

min. 350 g/m<sup>2</sup>

Dosierung AC B 22 S / AC 8 S

min. 250 g/m<sup>2</sup>

#### **Arbeitsfugen:**

Nur wenn notwendig, sonst möglichst fugenlos einbauen, besonders Binder- und Deckschicht.

Die Arbeitsfugen sind gemäss Normal Nr. 604 „Belagsanschlussflächen“ auszubilden.

Längs: Heiss verarbeitbare Fugenmasse Typ N2 (KBH) nach EN 14188, SN 670 281, 670 281-NA

Quer: Fugenband TOK-Band oder gleichwertiges

Kleinflächen AC T/B: Anstrichmasse z.B.: Dilaplast

Kleinflächen AC: Fugenband z.B.: TOK-Band

Fugen stets mit Fräse oder Schneidrad an Walze nachschneiden.

Zürich, 28. Dezember 2014

Oberbau und Geotechnik

Urs Schellenberg  
Dipl. Bauing. HTL/STV, Berater

Verteiler

TBA, SI, UR III, Kurt Rohner  
TBA, Oberbau und Geotechnik

2 Ex.  
1 Original