



Aktuelles zu Betonstrassen und zur Verkehrsinfrastruktur
Ausgabe April 2020

update 57

Betoneinbau Taxiway Foxtrot Flughafen Zürich

Im Herbst 2019 wurde der bestehende Betonbelag des Rollwegs Foxtrot (TWY-F) im Bereich der Vorfeldflächen westlich des Docks A im Rahmen eines 1:1-Ersatzes durch eine neuwertige Betonschicht ausgetauscht. Nach Abschluss der Instandsetzungsarbeiten ist eine interventionsfreie Betriebszeit von mindestens 40 Jahren gewährleistet.

Betoneinbau Taxiway Foxtrot Flughafen Zürich

Rainer Frick, Bauführer Betonbeläge, KIBAG Bauleistungen Müllheim

Der Flughafen Zürich liegt 13 Kilometer nördlich der Stadt Zürich auf dem Gemeindegebiet Kloten. Das komplette Flughafenareal erstreckt sich über fünf verschiedene Gemeinden.

Der Flughafen dient als Drehkreuz für mehrere Fluggesellschaften und ist der Heimatflughafen für Swiss, Edelweiss Air und Helvetic Airways. Zudem befindet sich auch der Sitz der Schweizerischen Rettungsflugwacht (Rega) am Flughafen Zürich.

In Bezug auf die Statik ist der Baugrund im ganzen Flughafenbereich nicht optimal, denn vor dem Bau des Flughafens im Jahr 1946 war das Gelände zwischen Kloten, Oberglatt und Rümlang ein sumpfiges Riedgebiet und diente als Artillerieschiessplatz. Der Boden besteht aus weichem, tonigem und deshalb fürs Bauen ungünstigem Material. Hinzu kommt ein hoher Wasserspiegel, welcher ebenfalls bei der Planung von Projekten berücksichtigt werden muss.

Entsprechend aufwendig fallen die erforderlichen Massnahmen teilweise aus, damit ein reibungsloser Bauablauf gewährleistet werden kann.

Flughafen Zürich

Eröffnung	14. Juni 1948
Start- und Landebahnen	10/28 → 2500 m × 60 m
	14/32 → 3300 m × 60 m
	16/34 → 3700 m × 60 m
Fläche	880 ha
Betonfläche	1 800 000 m²
Asphaltfläche	700 000 m²
Passagiere	31,1 Mio. (2018)
Luftfracht	493 222 t (2018)
Flugbewegungen	278 458 (2018)

Ausgangslage / Projektbeschreibung

Der Rollweg Foxtrot befindet sich westlich vom Dock A zwischen den Rollwegen Inner und November. Aufgrund der zahlreichen Risse, Betonausbrüche und Setzungen im Projektperimeter reichte die Flughafen Zürich AG am 1. März 2019 beim Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) ein Plangenehmigungsgesuch für die Instandsetzung

des Rollwegs Foxtrot ein. Die Sanierung umfasst einen 1:1-Ersatz der hydraulisch gebundenen Tragschicht (Zementstabi) sowie des Betonbelages.

«Herzoperation am Flughafen Zürich»

Bedeutung der Baustelle für den Flughafen

Der Rollweg Foxtrot wird 65 000 Mal pro Jahr von überwiegend Code-C-Flugzeugen (z. B. A320) mit einem Startgewicht von circa 70 Tonnen überrollt. Täglich wird er zudem zweimal durch Code-E-Flugzeuge (z. B. B777) mit einem Gewicht von 225 Tonnen belastet.

Aufgrund der Baustelle stand während der Bauzeit lediglich noch ein Rollweg für die Nord-Süd-Bewegungen zur Verfügung und dies mit gegenläufigem Verkehr. Infolge der Nähe der Baustelle zur Piste sind kaum Stauräume vorhanden. Daher darf sozusagen von einer «Herzoperation am Flughafen Zürich» gesprochen werden.

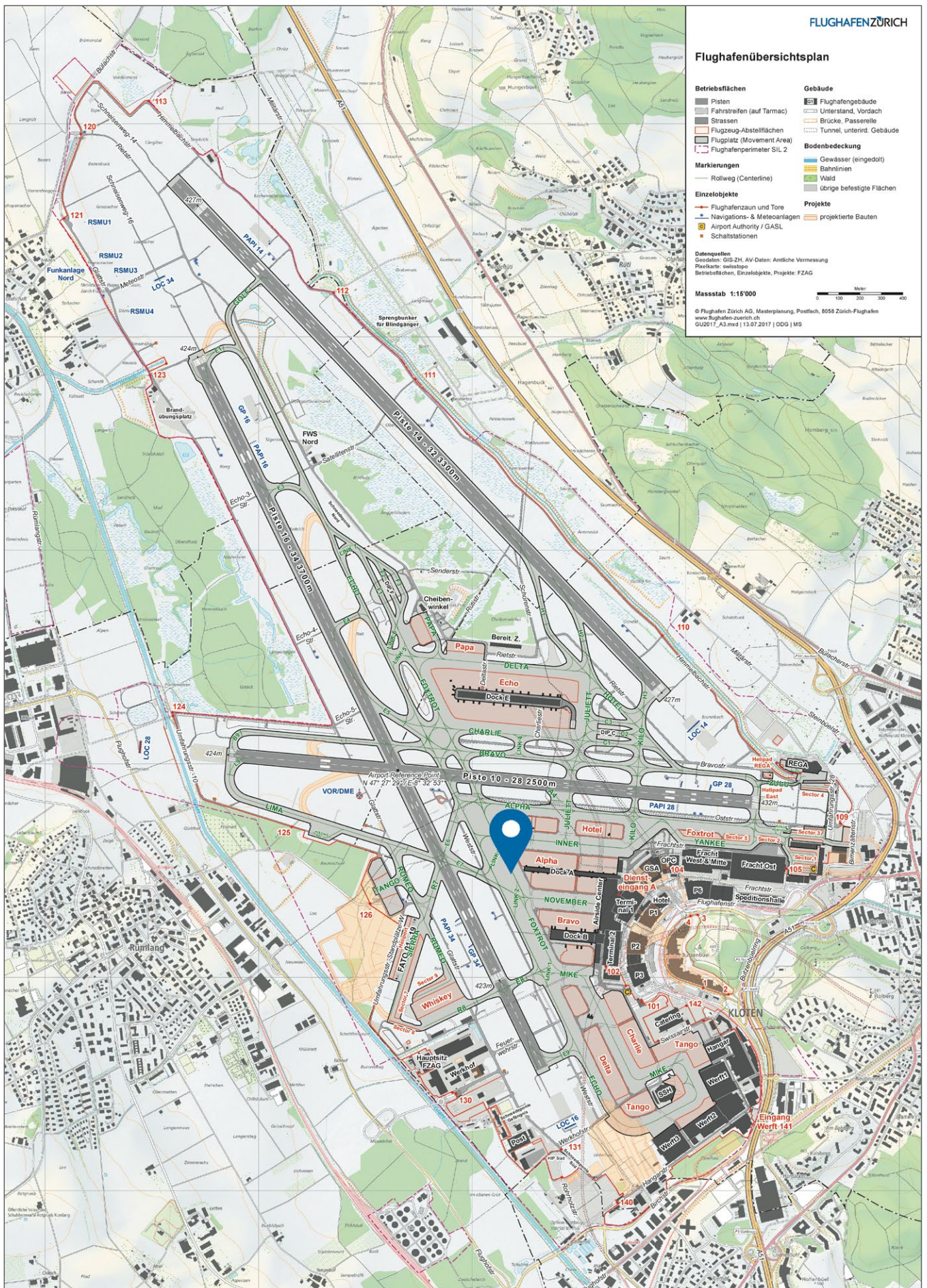
Rahmenbedingungen für den Bau

Der Rollweg Foxtrot (TWY-F) wurde während der Bauarbeiten für den Flugbetrieb gesperrt. Dabei wurden die geforderten Sicherheitsabstände von 40 respektive 51 Metern ab Längsmittellinie der betroffenen Rollwege eingehalten. Da dies parallel zum Rollweg November nicht möglich war (siehe hierzu die Baugrenzzlinie im Situationsplan Flugbetrieb auf Seite 4), mussten die betroffenen HGT-Schichten und die Betonplatten während der nächtlichen Flugbetriebspausen instandgesetzt werden.

Die restlichen Bauarbeiten ausserhalb der «überflügeln» Flächen (Das ist der Bereich, welcher vom Flügel des Flugzeugs überragt wird.) konnten tagsüber ausgeführt werden. Zusätzliche Beachtung musste dem Satelliten A der Feuerwehr Schutz + Rettung Zürich geschenkt werden, da dieser im Dock A mit zwei Mann und einem Flugfeldlöschfahrzeug (40 Tonnen) stationiert ist und die vorgegebenen Interventionszeiten (maximal drei Minuten bei Flugzeugereignissen) eingehalten werden müssen.

Flughafenübersichtsplan

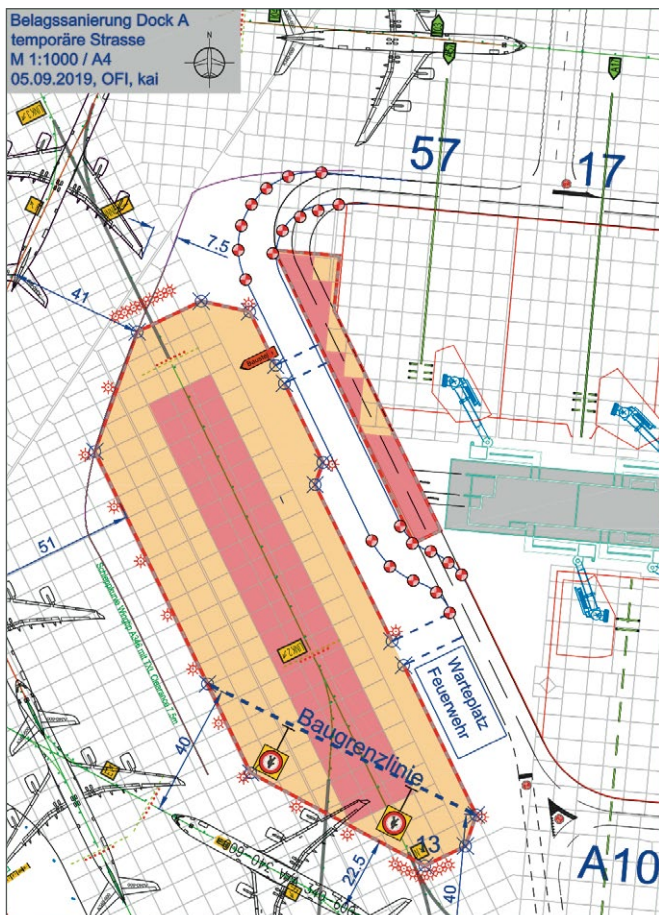
Betriebsflächen	Gebäude
<ul style="list-style-type: none"> ■ Pisten ■ Fahrstreifen (auf Tarmac) ■ Strassen ■ Flugzeug-Abstellflächen ■ Flugplatz (Movement Area) ■ Flughafenperimeter SIL 2 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Flughafengebäude ■ Unterstand, Vordach ■ Brücke, Passerelle ■ Tunnel, unterird. Gebäude
Markierungen	Bodenbedeckung
<ul style="list-style-type: none"> — Rollweg (Centerline) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gewässer (eingedöf) ■ Bahnliesen ■ Wald ■ übrige befestigte Flächen
Einzelobjekte	Projekte
<ul style="list-style-type: none"> ■ Flughafenzaun und Tore ■ Navigations- & Meteoranlagen ■ Airport Authority / GASL ■ Schaltstationen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ projektierte Bauten
<p>Datenquellen GeoDaten GIS24, AV-Daten: Amtliche Vermessung Pixelkarte: swisstopo Betriebsflächen, Einzelobjekte, Projekte: FZAG</p>	
<p>Masstab 1:15'000</p> <p>© Flughafen Zürich AG, Masterplanung, Postfach, 8058 Zürich-Flughafen www.flughafen-zuerich.ch GUD017_A3-med 13.07.2017 ODG IMS</p>	



Übersichtsplan Flughafen, Standort Baustelle, Taxiway Foxtrot



Vorbereitungsarbeiten Füllbahn 1



Streng geregelte Baubetriebszeiten

Das Zeitfenster für die nächtlichen Bautätigkeiten erstreckt sich generell von circa 23.30 Uhr (Ende Flugbetrieb) bis 5.00 Uhr (Übergabe an Flugbetrieb ist erfolgt).

Als Baunächte gelten generell die Nächte Sonntag/Montag bis Donnerstag/Freitag. Die Nacht von Freitag auf Samstag ist für Unterhaltsarbeiten der Schweizer Flugsicherungsgesellschaft Skyguide reserviert.

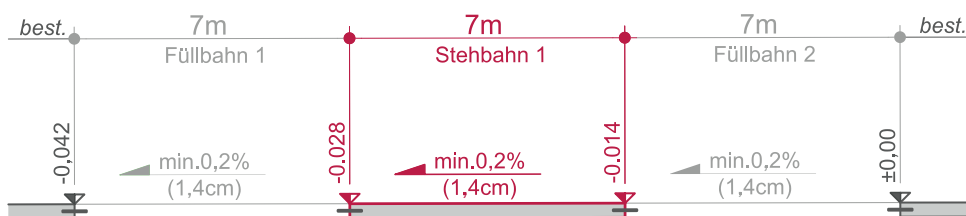
Inventar, das gegen die Bestimmungen der Hindernisfreiheit verstösst, muss bis spätestens 30 Minuten vor Beginn des Flugbetriebs (5.00 Uhr) aus dem überflügeltten Bereich entfernt werden.

Situationsplan Flugbetrieb mit Umleitung Rollweg

Sensorschlaufen
Füllbahn 1



Querschnitt durch Stehbahn und Füllbahnen mit den Gefälleverhältnissen



Technische, logistische und weitere Herausforderungen des Projektes

Sensorschlaufen

In der Mitte des Projektperimeters wurden Sensorschlaufen einbetoniert, die für die spätere Überwachung der Flugbewegungen am Boden benötigt werden. Lage und Höhe dieser Sensorschlaufen sind gemäss Flughafen-Normalien genauestens definiert. Damit die Leerrohre beim maschinellen Betoneinbau auf exakter Position bleiben und nicht verschoben werden können, wurde dieser Anforderung höchste Aufmerksamkeit geschenkt.

Minimales Gefälle

Aufgrund des minimalen Gefälles musste der Einbau der Stehbahn millimetergenau ausgeführt werden.

Bei der unmittelbar danebenliegenden und nachträglich einzubauenden Füllbahn mit einer Breite von sieben Metern und bei einem Quergefälle von stellenweise 0,2% beträgt der Höhenunterschied maximal 1,4 Zentimeter (sprich: pro Meter 2 Millimeter).

Betontransport und Produktion

Um die bestmögliche Qualität zu gewährleisten, war es von grösster Wichtigkeit, dass der Beton nicht nur in gleichbleibender Konsistenz, sondern auch ohne Unterbrüche geliefert wurde. Diese Homogenität kann aller-

dings nur dann garantiert werden, wenn die Betonwerke keine Nebenunternehmer bedienen und die Transportzeit des Frischbetons konstant bleibt. Darüber hinaus stellt die Verkehrssituation der Region Zürich bereits ab 6.00 Uhr ein hohes Staurisiko dar. Aufgrund dieser Verkehrssituation und des Flugbetriebs war der Einbau demzufolge nur nachts wirtschaftlich ausführbar.

Drei Betonwerke an verschiedenen Standorten lieferten somit nachts den Beton für den Einbau. Die Koordination aufgrund der verschiedenen Fahrzeiten zur Baustelle und auch die Einhaltung der Lenkzeiten erforderten höchste Präzision. Weiter musste auch ein gewisser Zeitverlust miteingerechnet werden, wenn die Betonlieferungen die Sicherheitskontrollen des Flughafens zu passieren hatten.

Betonproduktion/Transport

Transportmittel	Schlepper mit Gesamtgewicht von 40 Tonnen
Anzahl Fahrzeuge	10 Schlepper
Lademenge pro Schlepper	10 m ³
Anzahl Fahren	32 Stehbahnen (30.08.2019) 70 Füllbahnen (09.09.2019)
Ladezeit im Betonwerk	10 Minuten
Anzahl Betonwerke	3 Anlagen

Planung gemäss Flugbetrieb

Ein weiterer Grund für den Nachteinbau bestand darin, dass sich der südliche Teil des Projektperimeters im «überflügelten Bereich» befindet. Die Herausforderungen bestanden darin, den Start und die Einbaugeschwindigkeit so zu planen, dass dieser Bereich beim maschinellen Einbau erst nach 23.30 Uhr (Flugbetriebsende) passiert wurde und dass das Fertigstellen der ersten Füllbahn, das Umstellen sowie der Einbau der zweiten Füllbahn über die Grenze des überflügelten Bereiches hinaus bis um 5.00 Uhr morgens abgeschlossen wurden.

Bauablauf

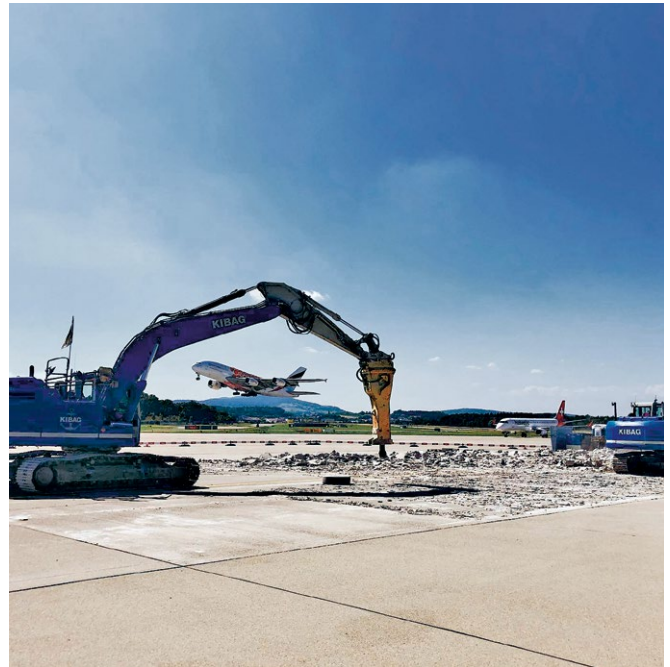
1	Installation
2	Betontrennschnitte
3	Abbruch bestehender Betonbelag
4	Begutachtung Zustand bestehender Fundationsschicht
5	Abbruch bestehender Zementstabilisation
6	Aushärtung Zementstabilisation
7	Verlegung der Rolllinienbefuerung
8	Abfräsen der überbauten Fundationsschicht
9	Betoneinbau
10	Ausbildung der Kontraktionsfugen
11	Kernbohrungen für die Rolllinienbefuerung
12	Reinigung der kompletten Fläche inkl. Markierungen

Einbaunächte

Stehbahn: 30. August 2019 von 2.30 – 8.30 Uhr

Handfeld 1+2: 4. September 2019

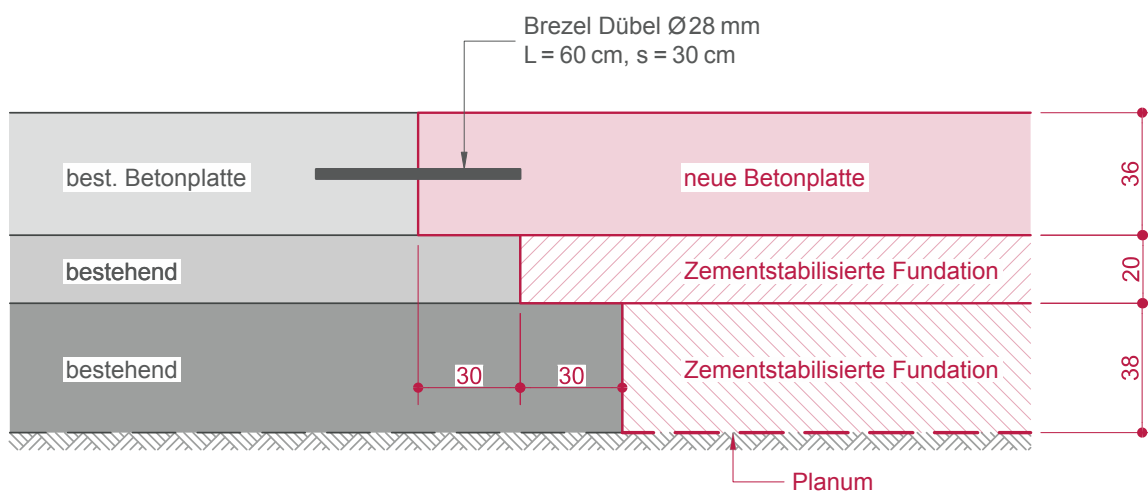
Füllbahn 1+2: 9. bis 10. September 2019 von 21.30 bis 5.00 Uhr



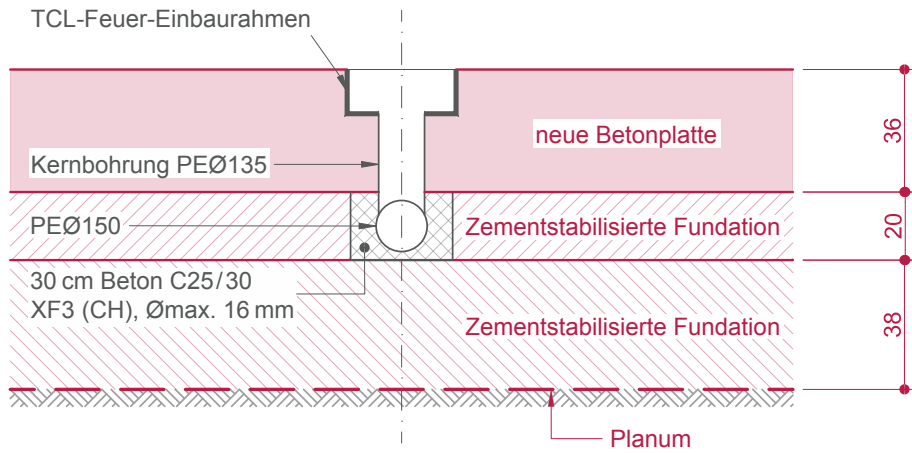
Abbruch bestehender Betonplatten

«Der Flugbetrieb gab die Bauplanung vor.»

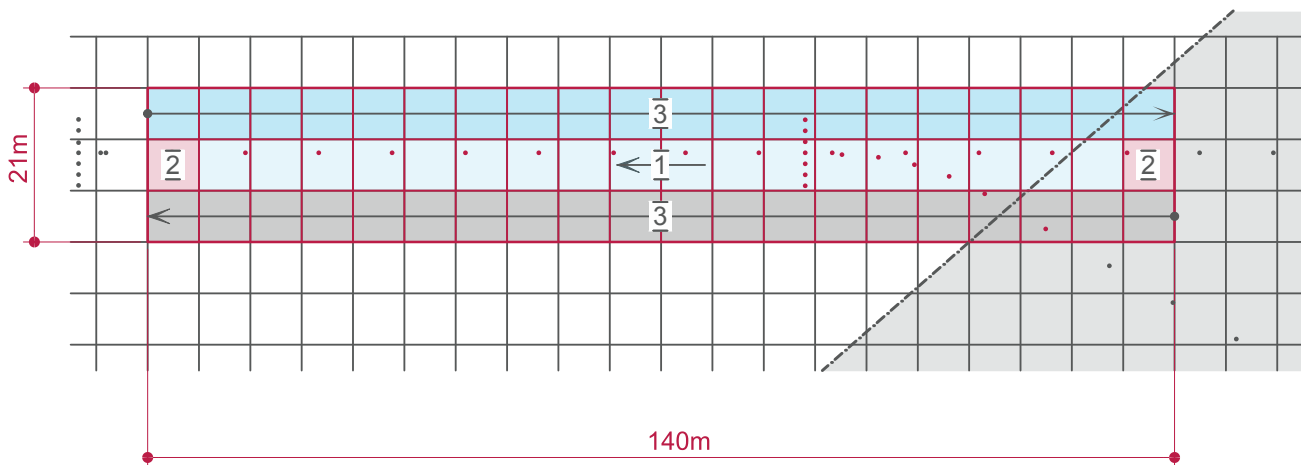
Abbruch bestehender Betonplatten



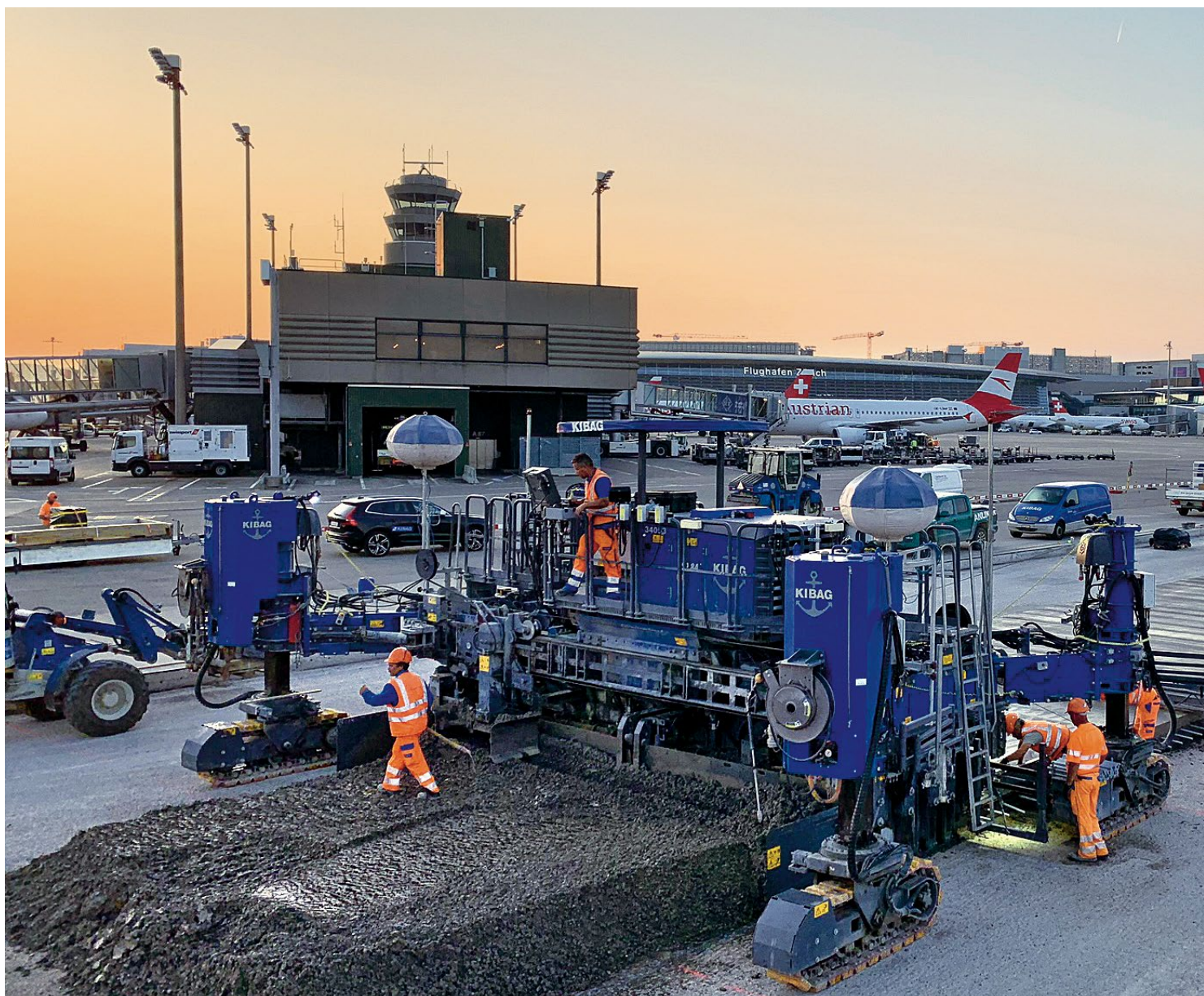
Detail Rolllinienbefuerung



Einbaukonzept



- 1 Stehbahn 1, 317,5 m³
- 2 Handfelder 1+2, 35,5 m³
- 3 Füllbahn 1, 353,0 m³
- 3 Füllbahn 2, 353,0 m³
- Überflügelter Bereich
- Rollwegfeuer



Einbau der Stehbahn

Beton mit besonderen Anforderungen

Um den hohen Anforderungen des Flughafens, den objektspezifischen Bedingungen (Minimalgefälle) sowie den Anforderungen des Einbauteams gerecht zu werden, wurden spezielle Rezepturen der KIBAG Baustoffe AG verwendet.

Daher musste der Konsistenzbereich zwischen C0 und C1 liegen und wurde mittels Vorversuchen eingestellt. Nur so kann gewährleistet werden, dass der Beton bei der Stehbahn entlang der Betonkante bei einer Einbaustärke von 36 cm um keinen Millimeter einsackt.



Eigenschaften Beton

Beton nach Norm SN EN 206 (inkl. aller notwendigen Zusatzmittel und Zuschlagstoffe an der Einbaustelle)

Beton C35/45

XF4, XC4, XD3 (CH)

D_max. 32 mm

Cl 0.2

Zusätzliche Anforderungen an den Beton

Biegezugfestigkeit nach 28 Tagen: – Einzelwert > 6,0 N/mm² –
Mittelwert > 6,8 N/mm²

Konsistenzklasse: – C1, maschineller Einbau –
C2, (Zielwert 1,15–1,25), Handeinbau

Frost-Tausalz-Widerstand: hoch

Beständigkeit aller Betonarten gegenüber den folgenden Enteisungsmitteln

Flächenenteisungsmittel AVIFORM L50 und AVIFORM S-Solid

Flächenenteisungsmittel Nordway®-KF

Flugzeugenteisungsmittel Kilfrost ABC-S Plus,
Type IV und Kilfrost DF Plus Type I



Graben für die Verlegung der Rolllinienbefeuerung



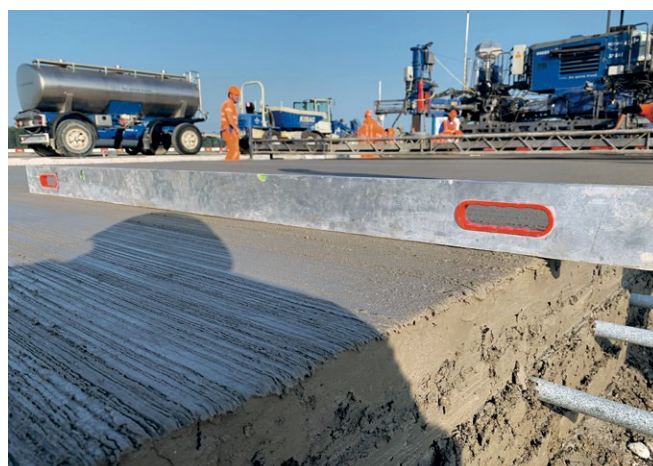
Nachbehandlung der eingebauten Stehbahn (Curing und anschliessendes Abdecken mittels Vliesmatten)

Hohe Präzision beim Einbau

Das minimale Gefälle setzte vor allem beim Einbau der Stehbahn in der Mitte höchste Präzision voraus. Dieser Einbau war absolut entscheidend für das Gelingen oder Scheitern des Projektes.

Liegt die obere Betonkante zu hoch oder die tiefere Betonkante zu tief, kann das Wasser nicht mehr abfließen und es entstehen grössere Flächen mit stehendem Wasser. Führt man sich vor Augen, dass bei 0,2 % Quergefälle der Höhenunterschied pro Bahn lediglich 1,4 cm beträgt, wird klar, dass kein Spielraum vorhanden war.

Um diesen hohen Anforderungen gerecht zu werden, wurde der Beton mittels eines 3D-gesteuerten Gleitschalungsfertiger eingebaut. Das Vermessungsteam kontrollierte fortlaufend die effektiv eingebaute Betondeckenhöhe, damit bei einer Abweichung sofort Massnahmen ergriffen werden konnten.



Kontrolle Ebenheit und Standfestigkeit des Betons

Technische Daten

Betonaufbruch	1750 m ³
Abbruch zementstabilisierte Fundation	2750 m ³
Einbau zementstabilisierte Fundation	1740 m ³
Einbau Betonbelag	1080 m ³

Am Bau Beteiligte

Bauherrschaft

Flughafen Zürich AG

Bausupport

KIBAG Bauleistungen AG, Zürich

Beton

KIBAG Baustoffe AG, Zürich

Bauunternehmen, Betoneinbau

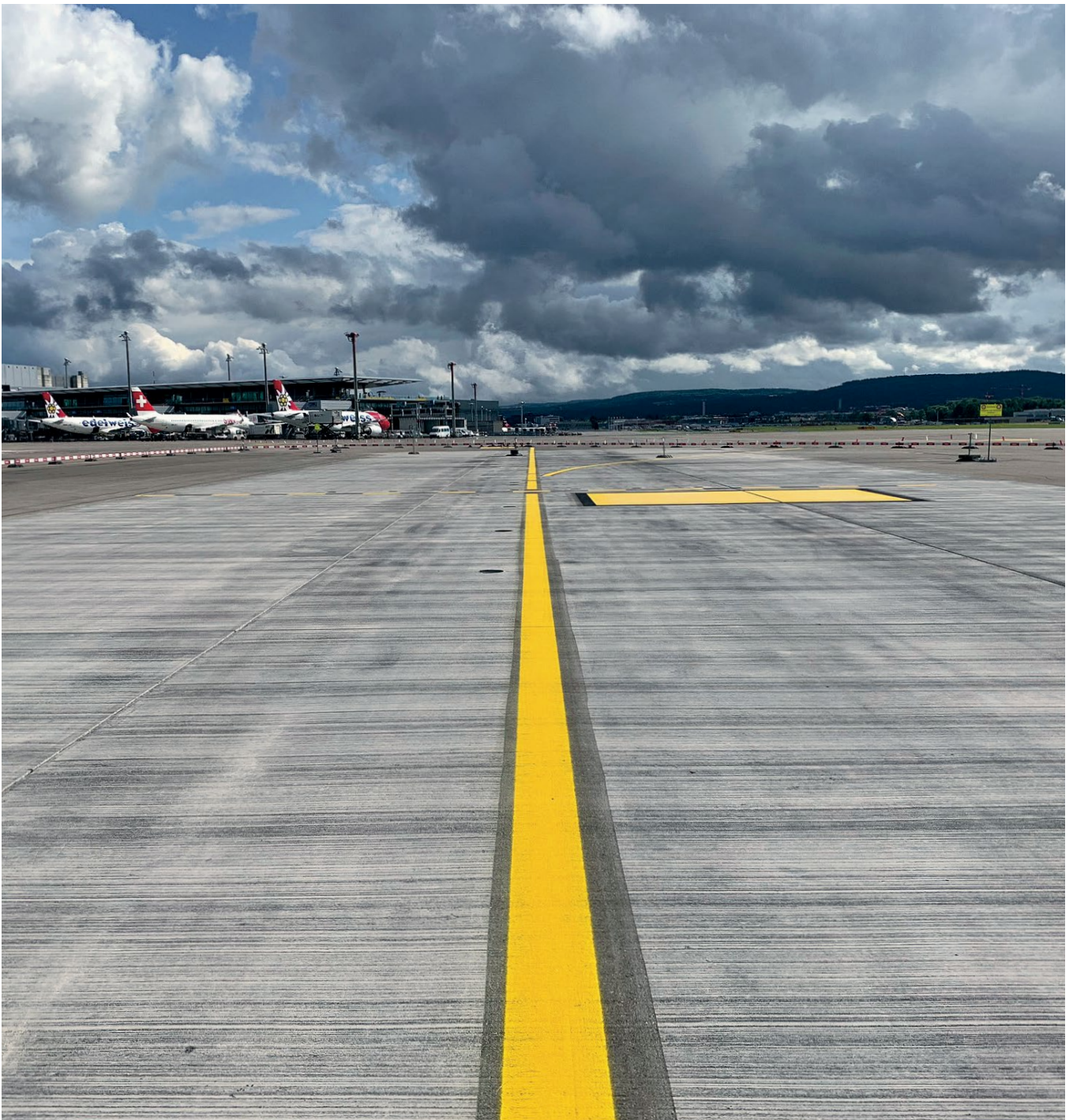
KIBAG Bauleistungen AG,
Müllheim-Wigoltingen

Baustofflabor

KIBAG Management AG, Tuggen

Ingenieur

F. Preisig AG, Zürich



Markierung der fertiggestellten Betonflächen



Für weiterführende Informationen steht Ihnen der Verein Betonmarketing Österreich jederzeit zur Verfügung.

www.baustoffbeton.at



Vereinigung der Österreichischen
Zementindustrie
Franz-Grill-Straße 9, O 214
A-1030 Wien
Tel. +43 (0)1 714 66 81-0



Verband Österreichischer
Beton- und Fertigteilwerke
Gablenzgasse 3/5. OG
A-1150 Wien
Tel. +43 (0)1 403 48 00



Güteverband
Transportbeton
Wiedner Hauptstraße 63
A-1045 Wien
Tel. +43 (0)5 90 900-4882

Forschung zu Betonstraßen in Österreich:



Forschungsverein EcoRoads
TU Wien Science Center
Franz-Grill-Straße 9, O 214
A-1030 Wien
Tel. +43 (0)1 714 66 81-0



Smart Minerals GmbH
TU Wien Science Center
Franz-Grill-Straße 9, O 214
A-1030 Wien
Tel. +43 (0)1 714 66 81-0

Vertrieb durch:

BETONSUISSE

BETONSUISSE Marketing AG
Marktgasse 53, CH-3011 Bern
Telefon +41 (0)31 327 97 87, Fax +41 (0)31 327 97 70
info@betonsuisse.ch, www.betonsuisse.ch



InformationsZentrum Beton GmbH
Steinhof 39, D-40699 Erkrath
Telefon +49 (0)211 28048-1, Fax +49 (0)211 28048-320
erkrath@beton.org, www.beton.org



Verein Betonmarketing Österreich
Anfragen zur Publikation update an Zement + Beton
Handels- und Werbeges.m.b.H., Franz-Grill-Straße 9, O 214, A-1030 Wien
Telefon +43 (0) 1 714 66 85-0
zement@zement-beton.co.at, www.zement.at