

Basisprogramme ENDBERICHT UND ENDABRECHNUNG



Ein **Endbericht mit Endabrechnung** ist am Ende des Förderzeitraums (inkl. Fristerstreckungen) zu erstellen und innerhalb von 3 Monaten an die FFG, Bereich Basisprogramme zu übermitteln. Der Endbericht soll über die im gesamten Förderzeitraum (laut Vertrag) durchgeführten Arbeiten und Ergebnisse berichten. Bei mehrjährigen Projekten ist nach jedem Förderabschnitt (meist ein Jahr) ein Endbericht mit Endabrechnung zu erstellen.

Ein Endbericht soll umfangreicher als ein Zwischenbericht sein und auch eine Bewertung der Ergebnisse beinhalten. Als grober Richtwert kann ein Umfang von ca. 10 DIN A4 Seiten angegeben werden. Bitte schicken Sie Ihre Berichte einfach und ungebunden!

Hinweise: Dieses Formular ist ausschließlich für per Post übermittelte Endberichte gedacht.

Projekttitel:	Gleitlagerung für Betonplatten
Projektnummer:	819.697
Firmenname:	ÖBV GmbH
Förderzeitraum:	01.09.2009 bis 30.11.2009
Berichts- und Abrechnungszeitraum:	01.09.2009 bis 31.11.2009
Ersteller des Berichts:	Michael Pauser und Anton Schweighofer
Datum und Unterschrift:	

Kostenzusammenfassung

Tabellenbefüllung per Doppelclick aktivieren!

Personalkosten	5.000	5.000	100%
F&E-Infrastruktur - Nutzung	0	0	-
Sach- und Materialkosten	120.400	104.851	87%
Leistungen Dritter	66.500	72.067	108%
Reisekosten	0	0	
Patentanmeldekosten	0	0	-
Gesamt	191.900	181.918	95%

1. Arbeiten und Termine

- **September 2008**

Berechnung und Planung der im FFG-Antrag enthaltenen Versuche. Erstellung des endgültigen Leistungsverzeichnisses für die Einholung von Angeboten zur endgültigen Preisfindung. Nach dem Einlangen aller Angebote wurden diese geprüft und im Anschluss der Firma Swietelsky der Zuschlag erteilt. Im Anschluss fanden klärende Besprechungen über die Versuchsdurchführung mit dem Bauleiter, Bautechniker und Polier bzw. mit Vertretern der Aspern Flugfeld AG statt.

Übersicht über das endgültige Versuchsprogramm:

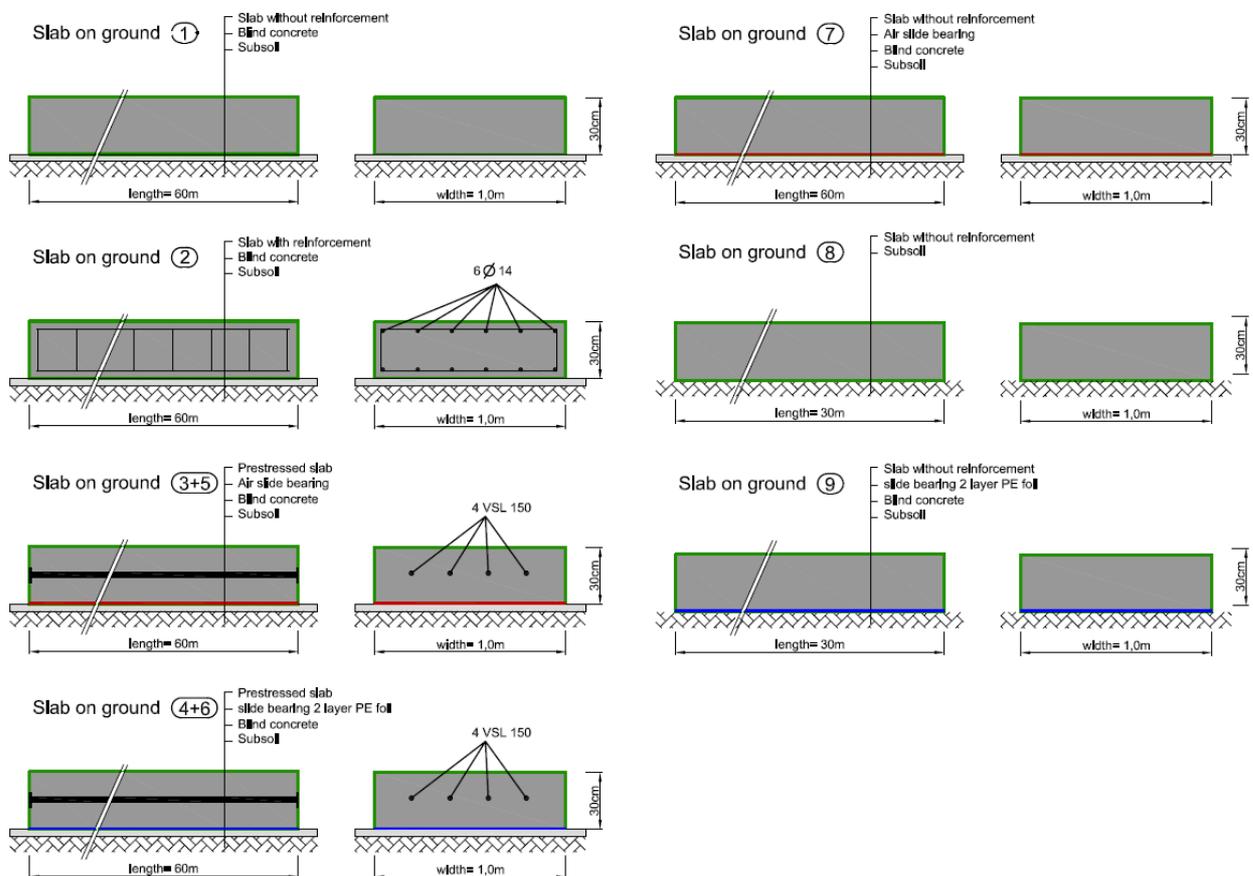


Abb.1: Übersicht über das Versuchsprogramm

7 Stück Plattenstreifen: Länge=60m; Breite=1m; Höhe=0,3m

2 Stück Plattenstreifen: Länge=30m; Breite=1m; Höhe=0,3m

unterschiedlicher Lagerung:

- 2 x ohne Gleitschicht direkt auf die Sauberkeitsschicht
- 3 x Gleitlagerung nach dem Stand der Technik, 2 Lagen PE Folie
- 2 x Luftgleitlagerung auf Sauberkeitsschicht
- 1 x Luftgleitlagerung ohne Sauberkeitsschicht
- 1 x ohne Gleitschicht ohne Sauberkeitsschicht, direkt auf den Untergrund

unterschiedliche Bewehrungsart

- 4 x unbewehrt
- 1 x bewehrt nach Richtlinie Weiße Wanne
- 4 x vorgespannte Bodenplatten

- **September / Oktober 2008**

Endgültige juristische Ausformulierung und Überarbeitung der Grundsatzvereinbarung zwischen der TU Wien und den beteiligten Unternehmen. Die Vereinbarung wurde Ende Oktober von allen beteiligten Firmen bzw. Anfang November von der TU Wien unterzeichnet.

- **Oktober 2008**

Am 15. Oktober wurde mit dem Abschieben der Grasnarbe über dem alten Rollfeld begonnen (Abb. 2). Im Anschluss wurde mit der Baustelleneinrichtung begonnen. Es musste einerseits ein Bauzaun aufgestellt werden, da dieser von der Flugfeld AG als Bedingung für die Benützung verlangt wurde, andererseits wurde der notwendige Stromanschluss hergestellt sowie der Baucontainer aufgestellt. Ende Oktober wurde mit dem Betonieren der Sauberkeitsschicht für alle 9 Plattenstreifen begonnen (Abb. 3).



Abb.2: Abschieben der Grasnarbe



Abb.3:Herstellung Sauberkeitsschicht

Weiters wurden die notwendigen Folien für die Herstellung der Luftlagerung besorgt (Abholung im Abverkaufsmarkt Fa. Sattler, Graz).

- **November 2008**

Anfang November wurde die Schalung der ersten beiden Plattenstreifen errichtet. Die Abmessungen der Platten betrug, $L=60\text{m}$, $B=1.0\text{m}$ und $H=0.3\text{m}$. Die Höhe der Plattenstreifen wurde im Vergleich zum FFG Antrag von 20cm auf 30cm erhöht. Dies liegt daran, dass die Untersuchungen auf „Weiße Wannen“ ausgedehnt werden sollen und die Mindeststärke hier bei 30cm liegt. Die ersten beiden Plattenstreifen wurden direkt auf die Sauberkeitsschicht betoniert. Abb. 4 zeigt den Unterschied zwischen Plattenstreifen 1 und 2. Plattenstreifen 1 wurde unbewehrt ausgeführt, Plattenstreifen 2 wurde nach der Richtlinie „Weiße Wannen“ bewehrt.



Abb.4: Betonieren Plattenstreifen 1+2

Als Messtechnik wurden vor dem Betonieren Temperatursensoren eingebaut um die unterschiedliche Temperaturentwicklung über die Querschnittshöhe zu messen. Im Anschluss an das Betonieren wurden an der Oberfläche alle 50cm Messmarken mittels Epoxidharz geklebt, um mit Hilfe eines Setzdehnungsmessers die Dehnungen / Stauchungen über die Plattenlänge messen zu können. Weiters wurden laufend Schalllaufzeitmessungen durchgeführt, mit deren Hilfe die Entwicklung des Festigkeitsverlaufes, sowie der restlichen Betoneigenschaften, mit jenen der Laborprüfung gegenübergestellt werden können. Einen Tag nach dem Betonieren der ersten beiden Platten wurde bereits mit dem Ausschalen und dem Umbau begonnen. Plattenstreifen 3 wurde mit der neuen Technologie der Luftlagerung hergestellt, Plattenstreifen 4 mit einer konventionellen Gleitlagerung nach dem Stand der Technik (2 Lagen PE-Folie). Das Luftkissen, das aus zwei Lagen PVC mit dazwischenlegendem Vlies besteht, wurde bei der Firma Plecher Planen hergestellt. Beide Plattenstreifen sind als vorgespannte Plattenstreifen ausgeführt (je Plattenstreifen 4 Monolitzen zu je 150mm²).



Abb.5: links Luftlagerung, rechts konventionelle Gleitlagerung

Im Anschluss an die Schalarbeiten wurden die Monolitzen verlegt. Die gesamten Spannarbeiten wurden von der Firma GPS durchgeführt. Abb. 6 zeigt die verlegten Monolitzen sowie die beiden Luftanschlüsse für das Luftkissen. Meßtechnik wurde analog zu Platte 1 und 2 ausgeführt.



Abb.6: Monolitzen + Luftanschlüsse

Nach dem Erreichen der maximalen Temperatur im Baukörper durch den Hydratationsprozess wurde mit der Luftlagerung begonnen. Die Steuerung des notwendigen Luftdrucks von etwa 54mbar wurde über ein simples Schlauchwaagensystem mit inkludiertem Schwimmer, der wiederum die Drehzahl des Gebläses regelt, sichergestellt (Abb. 7).



Abb.7: Gebläse und Steuerung für Luftdruck

1cm Wassersäule entspricht 1mbar. Es soll mit einem Luftdruck gearbeitet werden der knapp unterhalb des zu kompensierenden Eigengewichtes liegt. Steigt der Luftdruck so kommt es zu einem gleichmäßigen Anheben der gesamten Platte. Es sollte hiermit gezeigt werden wie einfach diese Luftlagerung funktioniert, und dass es mit einem derartigen Luftkissen und einem einfachen Gebläse kein Problem darstellt eine Platte, die immerhin 45 to wiegt, gleichmäßig und schonen anzuheben. Die Platte wurde nun bis zum Abschluss der Spannarbeiten durchgehend luftgelagert. Hierbei kam es zu keinerlei Komplikationen. Durch die sehr kalten Witterungsbedingungen (bis zu -2°C) musste mit dem Vorspannen, auf Grund der langsamen Festigkeitsentwicklung, länger als üblich gewartet werden. Das Vorspannen fand erst neun Tage nach dem Betonieren statt. Der Beton wurde auf $2\text{N}/\text{mm}^2$ vorgespannt. Abb.8 zeigt die Spannarbeiten.



Abb.8: Spannarbeiten

Vor dem Spannen wurden über beide Platten verteilt induktive Wegaufnehmer montiert. Mit diesen induktiven Wegaufnehmern wurden die Stauchungen, aufgrund der aufgebrachten Vorspannung, an unterschiedlichen Stellen gemessen. Über die gemessenen Stauungen des Betons sollen Rückschlüsse über die unterschiedlichen Lagerungsbedingungen und damit verbundenen Reibungsverluste gewonnen werden.

Die Funktionalität der reibungsfreien Luftlagerung konnte bestätigt werden. Es konnten bereits geringste Dehnungen, verursacht durch die Sonneneinstrahlung, bei der Luftgelagerten Platte bereits gemessen werden konnten.

- **Dezember 08 bis Mai 2009**

Auf Grund der sehr kalten Witterungsbedingungen bei Platte 1 bis 4 wurde beschlossen, die restlichen vier Plattenstreifen unter extremen Witterungsbedingungen (heißer Sommertag) herzustellen und zu testen. Bei Plattenstreifen 1 bis 4 wurde in diesem Zeitraum laufende Messungen durchgeführt und mit der Auswertung der Daten begonnen.

- **Juni 2009**

Auf Grund der ersten erhaltenen Ergebnisse der Platten 1 bis 4 wurde beschlossen die Sauberkeitsschicht der Platten 5 und 6 mit unterschiedlichen Rauigkeiten auszuführen. Hierbei wurden jeweils 30lfm Sauberkeitsschicht glatt und 30lfm Sauberkeitsschicht von glatt bis sehr rau ausgeführt werden.



Abb.9: neue Sauberkeitsschicht mit unterschiedlichen Rauigkeiten

Des Weiteren wurden die neuen Luftkissen hergestellt. Diese unterscheiden sich vom bisherig verwendeten Luftkissen durch ihre Breite. Um keine zusätzliche abhebende Kraft durch einen Überstand des Luftkissens zu erzeugen, wurden diese exakt auf 1m Breite hergestellt.

- **Juli 2009**

Herstellen der restlichen Plattenstreifen. Plattenstreifen 5 und 6 wurden analog zu Plattenstreifen 3 und 4 hergestellt (siehe November 08). Plattenstreifen 7 ist ein unbewehrter Plattenstreifen mit Luftlagerung der direkt auf den Untergrund (ohne Sauberkeitsschicht) betoniert wurde. Plattenstreifen 8 wurde in zwei Plattenstreifen mit jeweils 30lfm unterteilt. Der sich so ergebene Plattenstreifen 8 wurde direkt auf den Untergrund gelagert. Plattenstreifen 9 wurde mit einer Gleitlagerung aus 2 Lagen PE-Folie hergestellt. Die installierte Meßtechnik entspricht jener von Platte 1 bis 4, erweitert um laufende Randverschiebungsmessungen mittels Induktiven Wegaufnehmern und Datenloggern. 8 Tage nach dem Betonieren der Plattenstreifen 5 und 6 wurden diese vorgespannt. Das Meßprogramm wurde im Vergleich zu Plattenstreifen 3 und 4 vergrößert. Es wurden über die gesamte Länge der Platte 24 induktive Wegaufnehmer mit jeweils ca. 2m Meßlänge angeordnet um genauere Informationen zu erhalten.



Abb.10: Vorspannen Platte 5 und 6

- **August 2009**

Auf Grund der ersten erhaltenen Ergebnisse der Vorspannung bei Platte 3 und 4 wurde beschlossen, diese mit einem erweiterten Messprogramm (wie bei Platte 5 und 6) zu entspannen und nochmals vorzuspannen. Die laufenden Messungen wie Temperaturmessung, Schalllaufzeitmessungen, Setzdehnungsmessungen, Verschiebungsmessungen und laufende Rissaufnahme wurden natürlich über den gesamten Zeitraum durchgeführt.



Abb.11: Entspannen und Vorspannen Platte 3 und 4

- **September bis Oktober 2009**

Auf Grund der gewährten Fristerstreckung bis Ende November 2009 war es möglich weitere wichtige Daten zu sammeln. Hier ist vor allem die Rissentwicklung in den Platten 1 bis 4 zu erwähnen. Bei Platte 1 (unbewehrt, direkt auf Sauberkeitsschicht) erreichte die Zwangsschnittgröße die Risschnittgröße Anfang September. Es entstand ein Trennriss in der Mitte der Platte. Die Rissweite betrug zu diesem Zeitpunkt ca. 0,15mm. In der nach EC2 auf zentrischen Zwang bewehrten Platte 2 entstand Anfang Oktober ebenfalls ein Riss in der Mitte der Platte. Durch die rissbreitenbegrenzende Bewehrung der Platte 2, lag die Rissbreite etwas unterhalb der Rissbreite von Platte 1 und betrug ca. 0,05mm. Platte 3 und 4 zeigen wie erwartet bis zum heutigen Zeitpunkt auf Grund der Vorspannung keine Risse.

2. Ergebnisse - welche Ziele/Meilensteine wurden erreicht?

- **Luftlagerung und Steuerung**

Es sollte im Versuch gezeigt werden wie einfach diese Luftlagerung funktioniert und dass es mit einem derartigen Luftkissen und einem einfachen Gebläse kein Problem darstellt, eine solche Platte, die immerhin 45 t wiegt, gleichmäßig und schonend anzuheben. Die Platten wurden bis inklusive Vorspannen der Plattenstreifen durchgehend luftgelagert. Hierbei kam es zu keinerlei Komplikationen.



Abb.12: links Luftlagerung kurz vor dem Abheben, rechts abgehobene Platte

- **Vorspannen der Bodenplatten 3 am 28.11.2008**

Siehe 2. Zwischenbericht.

- **Vorspannen der Bodenplatten 5 und 6 14.04.2009**

In Abbildung 13 und 14 sind exemplarisch für alle Spannarbeiten die Dehnungsmessungen der Wege 14 bis 24, der Platten 5 und 6 dargestellt. Platte 5 (hergestellt mit Luftgleitlagerung) zeigt wesentlich geringere Reibungsverluste als Platte 6 (konventionelle Gleitlagerung nach dem Stand der Technik, 2 Lagen PE-Folie).

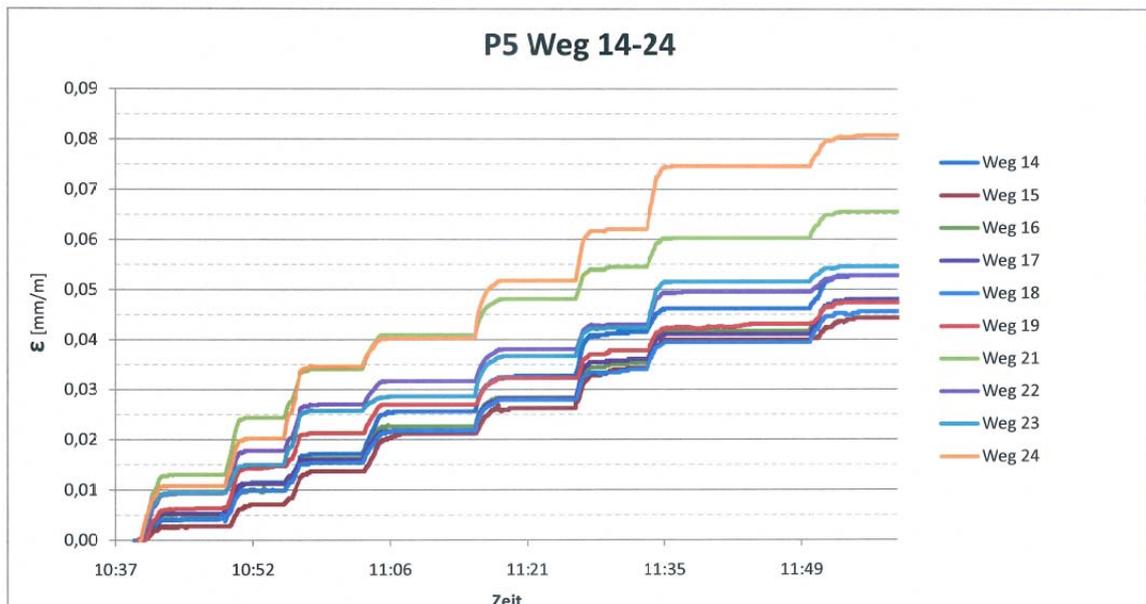


Abb.13: Dehnungsmessung Vorspannen Platte 5, Weg 14-24

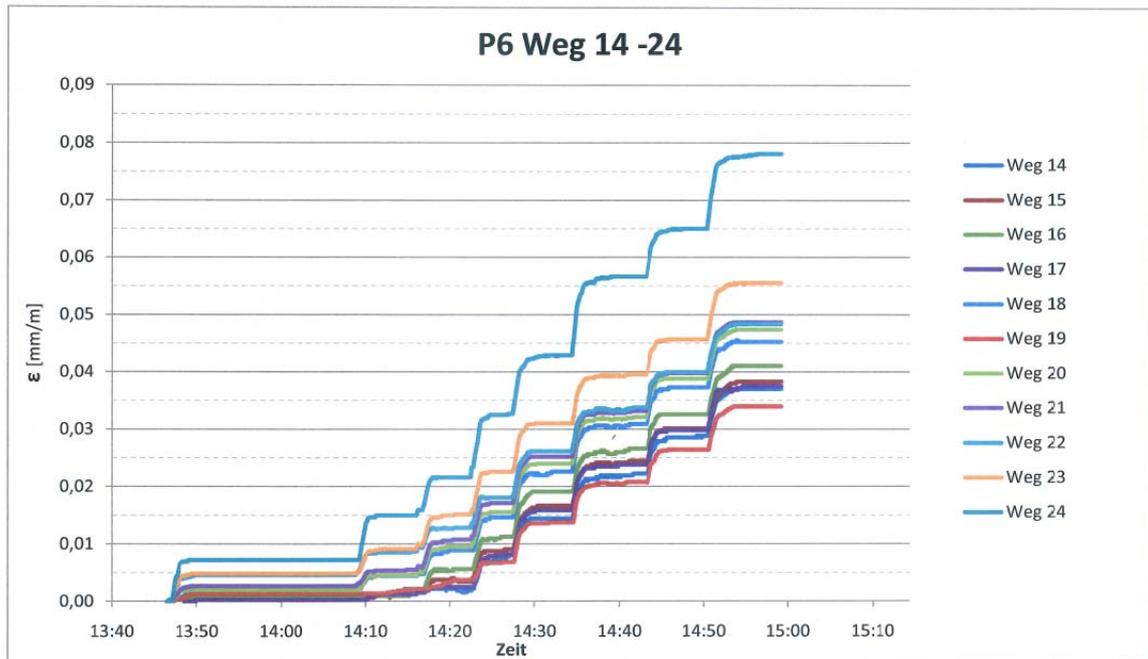


Abb.14: Dehnungsmessung Vorspannen Platte 6, Weg 14-24

- **Laufende Temperaturmessungen**

Die laufenden Temperaturmessungen sind wichtig für die Beurteilung der Hydratationswärme und der damit verbundenen Ermittlung der Zwangsspannungen und Wölbspannungen. Exemplarisch Hydratationsentwicklung in Platte 1 und 2

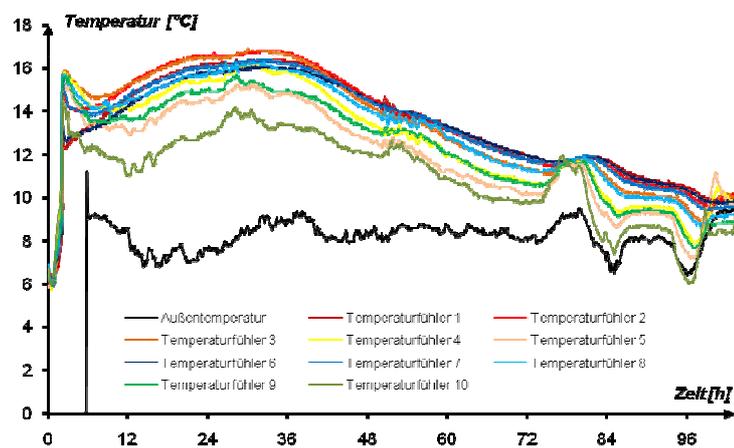


Abb.15: Temperaturverlauf in der Bodenplatte 1 und 2 während der Hydratation

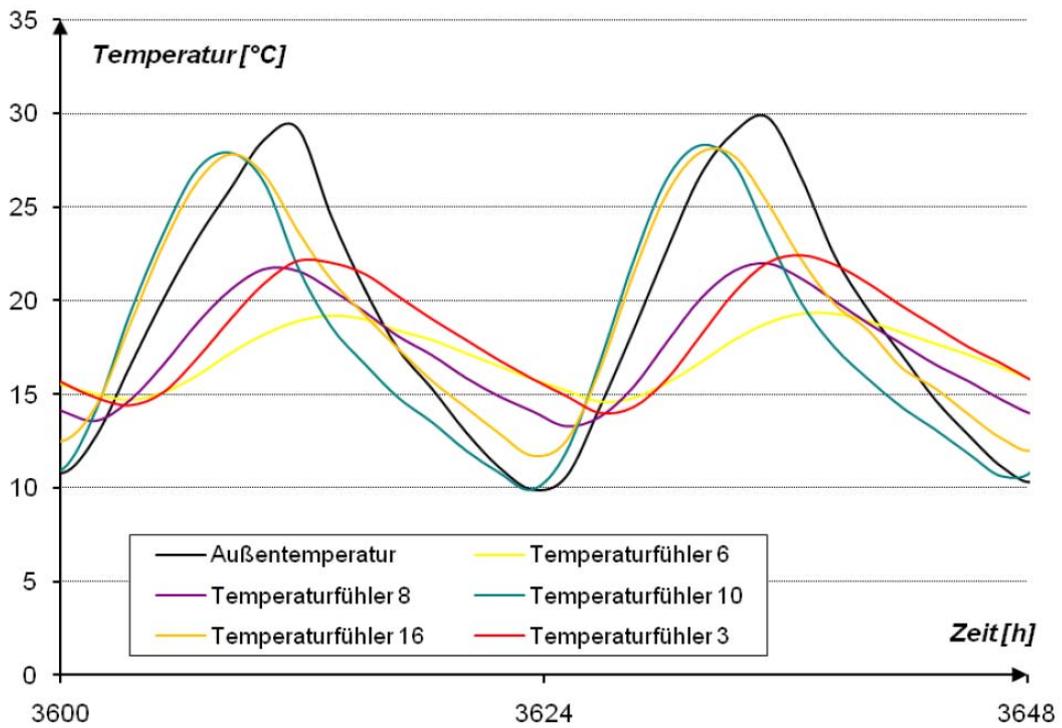


Abb.16: Temperaturverlauf in der Bodenplatte, typische Tagesganglinie

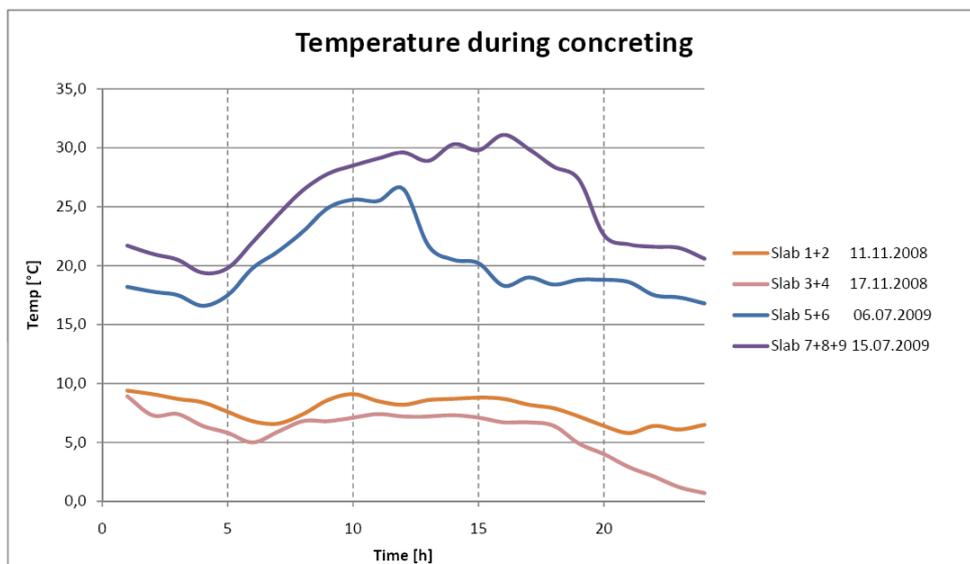


Abb.17: Vergleich der Temperaturverläufe, Bodenplatte 1 bis 9

• **Betontechnologische Untersuchungen**

Die laufenden betontechnologischen Untersuchungen wurden von der VÖZ durchgeführt.

Versuchsprogramm:

- Klassische Frischbetonprüfung
- Bestimmung der Hydratationswärme
- Ermittlung der Feistigkeitsentwicklung
- Ermittlung der Steifigkeitsentwicklung
- Ermittlung des Schwindens
- Ermittlung des Zugkriechens

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse können folgenden Aussagen getroffen werden:

- Die Entwicklung der Druckfestigkeit verläuft bei allen untersuchten Mischungsverhältnissen ähnlich. Erwartungsgemäß hatte der Beton ohne künstliche Luftporen (XC2) zu jedem Betonalter eine höhere Druckfestigkeit als jener mit künstlichen Luftporen (B3). Bei der Prüfung vom 15.07.2009 (Betonsorte C30/37/XC2/F52/GK22, MV 4) wurden zu hohe Frischbeton- und extrem hohe Umgebungstemperaturen festgestellt. Diese führten aufgrund einer sehr raschen Zementhydratation und somit einer geringen Kristallverfilzung zu 15 % kleineren Festigkeitswerten.
- Die ermittelte Zugfestigkeit im Betonalter von einem Tag war bei der Betonsorte C30/37/B3/F45/GK22 mit künstlichen Luftporen um etwa 15% höher als bei der Betonsorte C30/37/XC2/F52/GK22 ohne künstliche Luftporen. Gemäß [22] ist zusätzlich die Bruchdehnung von Luftporenbeton bei gleicher Zugfestigkeit etwa 20% größer als jene von Beton ohne künstliche Luftporen.
- Der statische Elastizitätsmodul zeigt zu jedem Betonalter deutliche Unterschiede zwischen den beiden untersuchten Rezepturen. Die Betonsorte C30/37/XC2/F52/GK22 ohne künstliche Luftporen hatte, auf Grund der höheren Druckfestigkeiten, bei jedem Betonalter höhere Werte des statischen Elastizitätsmoduls als die Betonsorte C30/37/B3/F45/GK22 mit künstlichen Luftporen.
- Ebenso wie bei der Entwicklung der Druckfestigkeit wirkten sich die zu hohen Frischbeton- und die extrem hohen Umgebungstemperaturen bei der Betonierung vom 15.07.2009 (Betonsorte C30/37/XC2/F52/GK22, MV 4) auf den Elastizitätsmodul aus, der speziell bei den Prüfterminen nach 1 und 3 Tagen geringer war.
- Das Schwindmaß der Betonsorte C30/37/B3/F45/GK22 mit künstlichen Luftporen war um etwa 40% größer als das Schwindmaß der Betonsorte C30/37/XC2/F52/GK22 ohne künstliche Luftporen.
- Die Kriechzahl von Beton mit künstlichen Luftporen war um etwa 30% kleiner als von gleich zusammengesetztem Beton ohne künstliche Luftporen.
- Aus den ermittelten Prüfwerten kann nicht direkt z.B. auf eine höhere Rissgefährdung einer Betonsorte geschlossen werden. Zu berücksichtigen sind sämtliche Eigenschaften wie Zugfestigkeit, Bruchdehnung, E-Modul, Schwinden, Kriechen. Die tatsächlichen Auswirkungen sollten aber bei der konstruktiven Behandlung berücksichtigt werden.

- Die zeitliche Entwicklung der maximalen Bauteiltemperatur zeigte Unterschiede aufgrund der Einbaubedingungen Winter bzw. Sommer. Bei den angegebenen Bauteilabmessungen und Randbedingungen kommt es zu einem starken Abfließen der Hydratationswärme in den relativ kühlen Untergrund. Aufgrund der geringen Dicke der Betonschicht war der Einfluss auf die Temperaturerhöhung bei der Erhärtung gering.
- Zur Vermeidung von Rissen in dicken Betonbauteilen, sollte die Frischbetontemperatur niedrig sein und sich der Beton in den ersten 12 Stunden möglichst wenig erwärmen bzw. ebenso nur langsam abkühlen.
- Die ermittelten Frischbetonkennwerte der beiden untersuchten Rezepturen (C30/37/B3/F45/GK22 bzw. C30/37/XC2/F52/GK22) entsprechen den Anforderungen für die jeweilige Betonsorte für die Identitätsprüfung.
- Eine Vergleichbarkeit der normgemäß ermittelten Festigkeitskennwerte mit den unter Baustellenbedingungen vorhandenen Festigkeiten ist aufgrund der vorherrschenden unterschiedlichen Lagerungsbedingungen und Abmessungen nur bedingt möglich.
- Die Ermittlung der Schalllaufzeit zeigt deutliche Unterschiede zwischen den beiden untersuchten Betonsorten. Die Betonsorte C30/37/B3/F45/GK22 mit künstlichen Luftporen weist im Vergleich zur Betonsorte C30/37/XC2/F52/GK22 ohne künstliche Luftporen durchwegs geringere Schallgeschwindigkeiten bei gleicher Druckfestigkeit auf, da das Luftporensystem in der Betonsorte C30/37/B3/F45/GK22 eine Verzögerung der Schallwellen bewirkt.

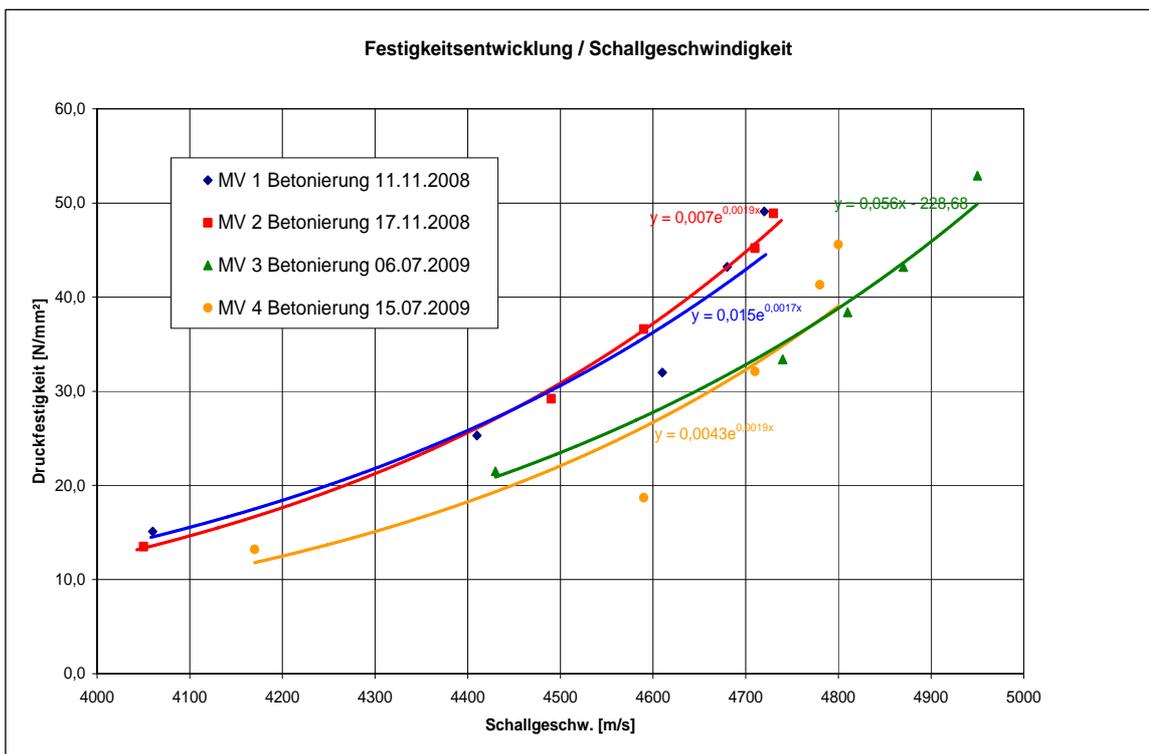


Abb.: 18: Druckfestigkeit in Relation zur Schallgeschwindigkeit

- **Rissaufnahme**

Abb. 19 zeigt die Rissdokumentation (Zeitpunkt Ende Oktober 2009). Wie zu sehen ist, muss zwischen Frühhissbildung und später Rissbildung unterschieden werden. In Platte 1 bis 4 kam es auf Grund der kalten Witterungsbedingungen zu keiner Frühhissbildung. Bei Platte 1 und 2 stellte sich eine späte Rissbildung auf Grund von Schwinden und jährlichen Temperaturschwankungen ein. Die Rissbreite unterscheidet sich nur geringfügig. Platte 3 und 4 sind aufgrund ihrer Vorspannung ungerissen.

Platte 5 (Luftgleitlagerung) zeigte im Gegensatz zu Platte 6 (konventionelle Gleitlagerung) ebenfalls keine Frühhissbildung. Der durch die Frühhissbildung in Platte 6 entstandene Riss konnte mit Hilfe der Vorspannung jedoch wieder geschlossen werden. In beiden Platten entstanden keine weiteren Risse, was aufgrund der Vorspannung auch nicht zu erwarten ist.

Platte 7 (Luftgleitlagerung), Platte 8 (direkt auf Untergrund) und Platte 9 (konventionelle Gleitlagerung) zeigten auf Grund der äußerst ungünstigen Randbedingungen (Lufttemperatur bis ca. 32°C; Frischbetontemperaturen ca. 28°C; Verwendungen eines CEM42,5 R Zements; usw.) sehr starke Frühhissbildung. Hier bleibt festzuhalten, dass dem neuen Verfahren der Luftgleitlagerung bei schlechtesten Randbedingungen Grenzen gesetzt sind, da die Rissbildung in diesem Fall nicht nur auf das Abfließen der Hydratationswärme sondern vor allem auf autogenes Frühschwinden zurückzuführen ist. Eine Zwangsminderung ist jedoch deutlich zu erkennen.

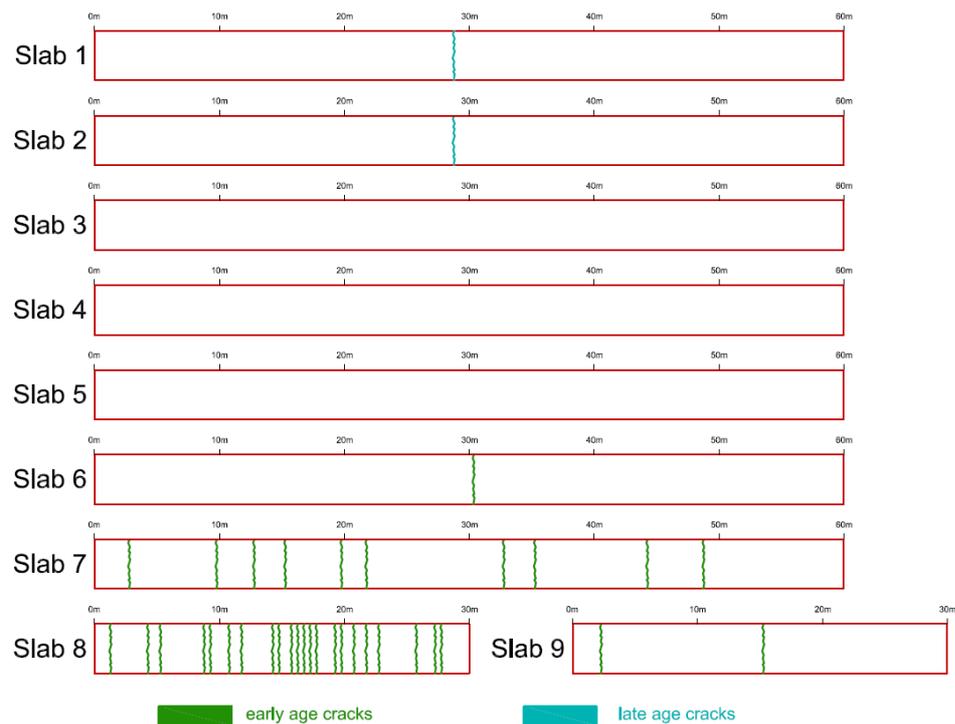


Abb.19: Rissdokumentation

- FE Simulation

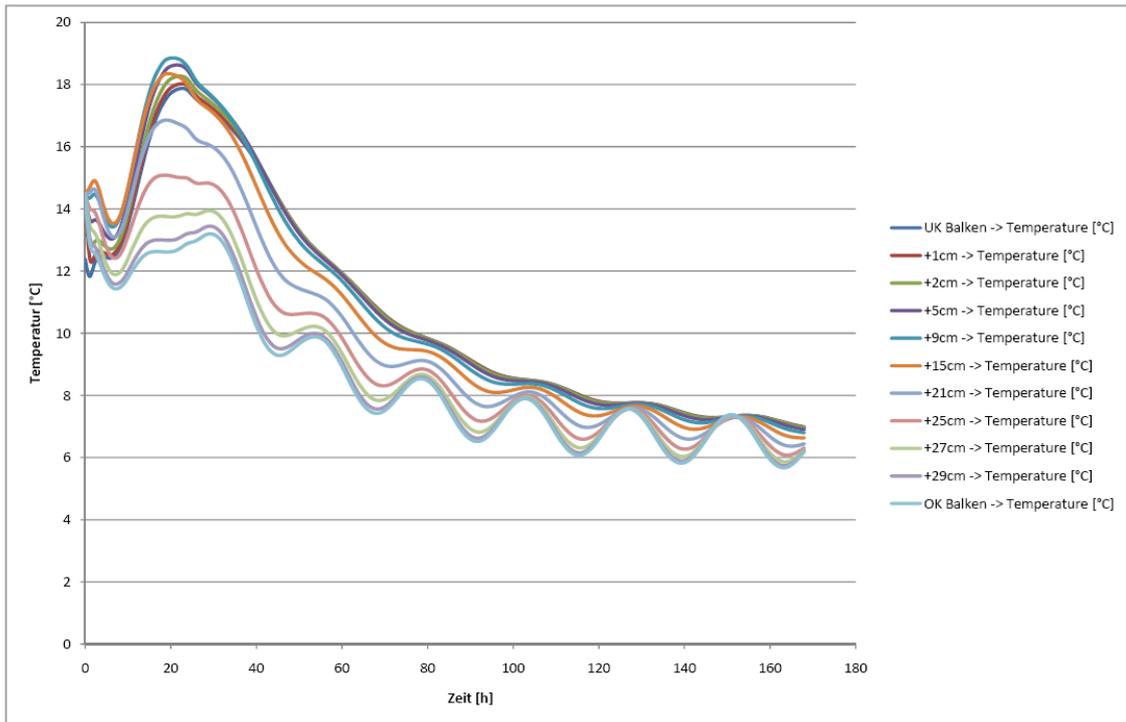


Abb.20: Simulation der Hydratationswärmeentwicklung; © Bilfinger Berger

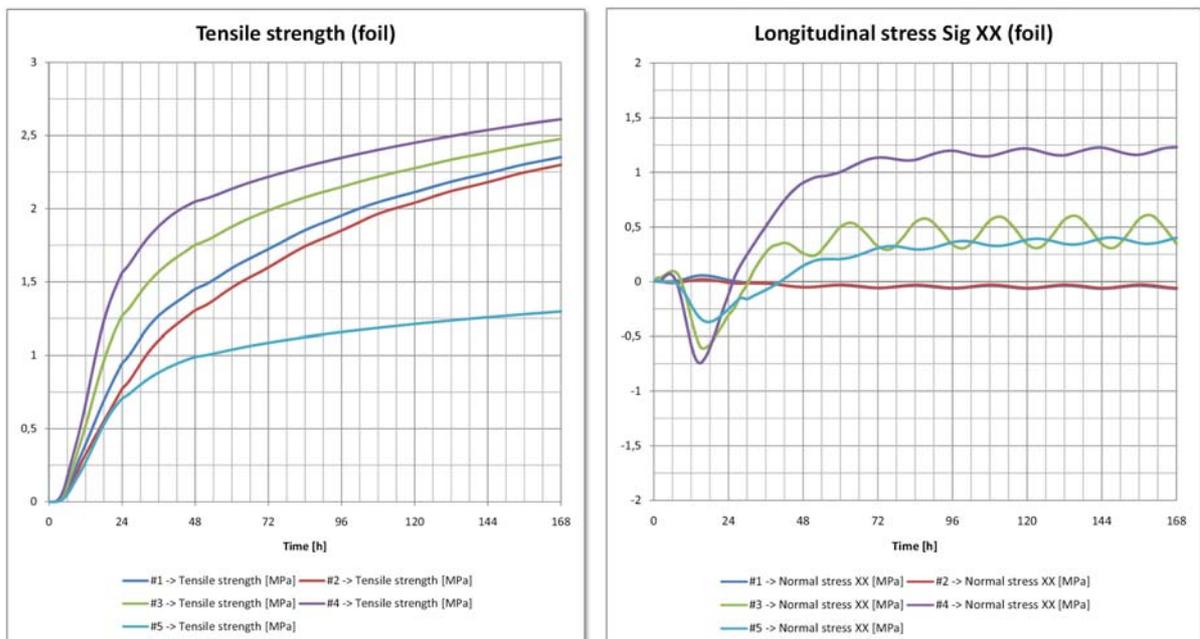


Abb.21: Simulation des Zeitlichen Verlaufes der Zugfestigkeit des Beton und der Zwangsspannungen © Bilfinger Berger

Die FE Simulation wurde unter Mithilfe der Firma Bilfinger Berger erstellt. Abb. 20 und 21 zeigt exemplarisch die FE – Simulation des Plattenstreifens 2. Vergleicht man die Hydratationswärmeentwicklung mit den gemessenen Werten (siehe Abb. 15) so ist eine gute Übereinstimmung zu erkennen. Vergleicht man die Simulation des zeitlichen Verlaufes der Zugfestigkeiten mit jenen der

Zwangsspannungsentwicklung (Abb. 21),so zeigt sich, dass die Zwangsspannung zu keinen Zeitpunkt die Zugfestigkeit erreicht. Dieses Ergebnis wurde durch die Versuche bestätigt.

3. Schwierigkeiten – welche Ziele/Meilensteine wurden nicht erreicht?

Auf Grund der sehr kalten Witterungsbedingungen bei der Herstellung der ersten vier Plattenstreifen (Winterbeton) wurde beschlossen, die restlichen vier Plattenstreifen unter extremen Herstellungsbedingungen (heißer Sommertag) herzustellen. Aus diesem Grund wurden diese erst im Juli 2009 hergestellt. Durch die oben genannten Witterungsbedingungen konnten über einen sehr langen Zeitraum keine Risse in den Platten 1 und 2 festgestellt werden, obwohl diese direkt auf die Sauberkeitsschicht betoniert wurden. Der erste Riss wurde erst Anfang September 09 festgestellt. Dies zeigt, dass die Herstellungsbedingungen einen wesentlichen Einfluss auf die Rissgefahr und Rissentwicklung infolge Zwangsspannungen haben.

Wie sich gezeigt hat, hängt die Genauigkeit der FE Simulation, im Wesentlichen von der Genauigkeit der Eingabedaten der Randbedingungen, wie Lufttemperatur, Sonneneinstrahlung, Frischbetontemperatur, usw., ab. Somit ist eine genaue Vorhersage der Zwangsspannungen mittels einer FE Simulation nicht möglich. Es können jedoch Grenzwertbetrachtungen erstellt werden, die unter den gewählten Bedingungen, wie z.B. maximale oder minimale Außen- und Frischbetontemperatur, Grenzwerte für den Einbau zeigen.

4. Zusammenfassung und Resümee, Wirtschaftliche Verwertung

- **Luftkissen**

Die Herstellung des Luftkissens ist möglich und stellt für die Ausführung in der Praxis kein Problem dar. Für die konventionelle Herstellung ist es jedoch sicherlich auch möglich die im Versuch verwendete PVC Folie durch eine herkömmliche PE Folie zu ersetzen. Da es sich in den Versuchen um Plattenstreifen handelte, die einen sehr großen Umfang im Verhältnis zur Fläche aufwiesen, und damit eine größere Gefahr von Verlusten bestand, wurden für den Versuch die wesentlich robusteren PVC Folien verwendet.

- **Erzeugung des Luftdrucks und Steuerung**

Die Erzeugung des Luftdrucks mittels Seitenkanalverdichter funktionierte einwandfrei. Die simple Steuerung mit Hilfe einer einfachen Schlauchwaage und integriertem Schwimmer stellte ebenfalls kein Problem dar. Wird das Luftkissen ohne seitlichen Wulst ausgeführt, so ist es notwendig mehrere Luftanschlüsse vorzusehen. Wie die Messung des Luftdrucks an mehreren Stellen gezeigt hat ist eine gleichmäßige Verteilung sonst nicht hundertprozentig gewährleistet.

- **Winterbeton – Sommerbeton**

Die ersten ausgewerteten Messungen bestätigen den großen Einfluß der Herstellungsbedingungen im Hinblick auf die Rißgefährdung. So wurde die Risschnittgröße bei Platte 1 erst nach rund 10 Monaten erreicht. Im Gegensatz dazu entstanden bei den im Sommer hergestellten Platten zum Teil Risse auf Grund der Hydratationswärme und des autogenen Schwindens im frühen Betonalter. Platte 5 zeigte hier sehr gute Ergebnisse. Die genaue Auswertung hierzu läuft noch. Die Herstellung der Platten 7 zeigte jedoch, dass auch mit Hilfe der Luftlagerung, bei extremen Witterungsbedingungen (32°C, CEM 42.5 R) Risse im frühen

Alter nicht vollkommen vermieden werden können. Hierbei sei jedoch noch erwähnt, dass unter den oben angeführten Randbedingungen bei Platte 7 in der Praxis nicht betoniert werden würde. Es sollte getestet werden ob die Luftlagerung selbst bei schlechtesten Randbedingungen (32°C, CEM 42.5 R), und dadurch maximale Zwängungen, noch funktionieren kann. Des weitern würde ein bessere Nachbehandlung und eine andere Betongüte zum Einsatz kommen.

- **Vorspannen der Bodenplatten**

Eine Entkopplung der Bodenplatte vom Untergrund konnte gezeigt werden. Die Reduktion der Verluste durch Interaktion mit dem Untergrund ist von der Rauigkeit des Untergrundes abhängig und beträgt bis zu 20%.

- **Patentstatus**

Das österreichische Patent (Patentnummer 504483) wurde am 15.06.08 erteilt. Die Nationalisierungsphase des europäischen, russischen, chinesischen, us-amerikanische und australische Patentes läuft gerade.

- **Wirtschaftliche Verwertung**

Einer wirtschaftlichen Verwertung sollte nichts mehr im Wege stehen. Die Versuche haben sicherlich die wesentlichen Vorteile und Praxistauglichkeit des Verfahrens gezeigt. Es wird bereits, mit den beteiligten Firmen nach Referenzprojekten Ausschau gehalten.

5. Endabrechnung

Siehe Beilage.