

# Messung der Festigkeitsentwicklung von Baustoffen mit der Ultraschall-Methode

## **Vikasonic** **Das Schleibinger Ultraschall** **System**

Dipl. Ing. Markus Greim  
Schleibinger Geräte Teubert u. Greim GmbH  
84428 Buchbach  
[greim@schleibinger.com](mailto:greim@schleibinger.com)

# Schleibinger in Buchbach, Germany

Buchbach / Obb.



30 km east of the Munich airport

# Unsere Kunden..



HEIDELBERGCEMENT



HEIDELBERGCEMENT



Verein Deutscher Zementwerke e.V. Forschungsinstitut der Zementindustrie



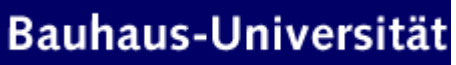
BILFINGER BERGER



Baustoffe fürs Leben



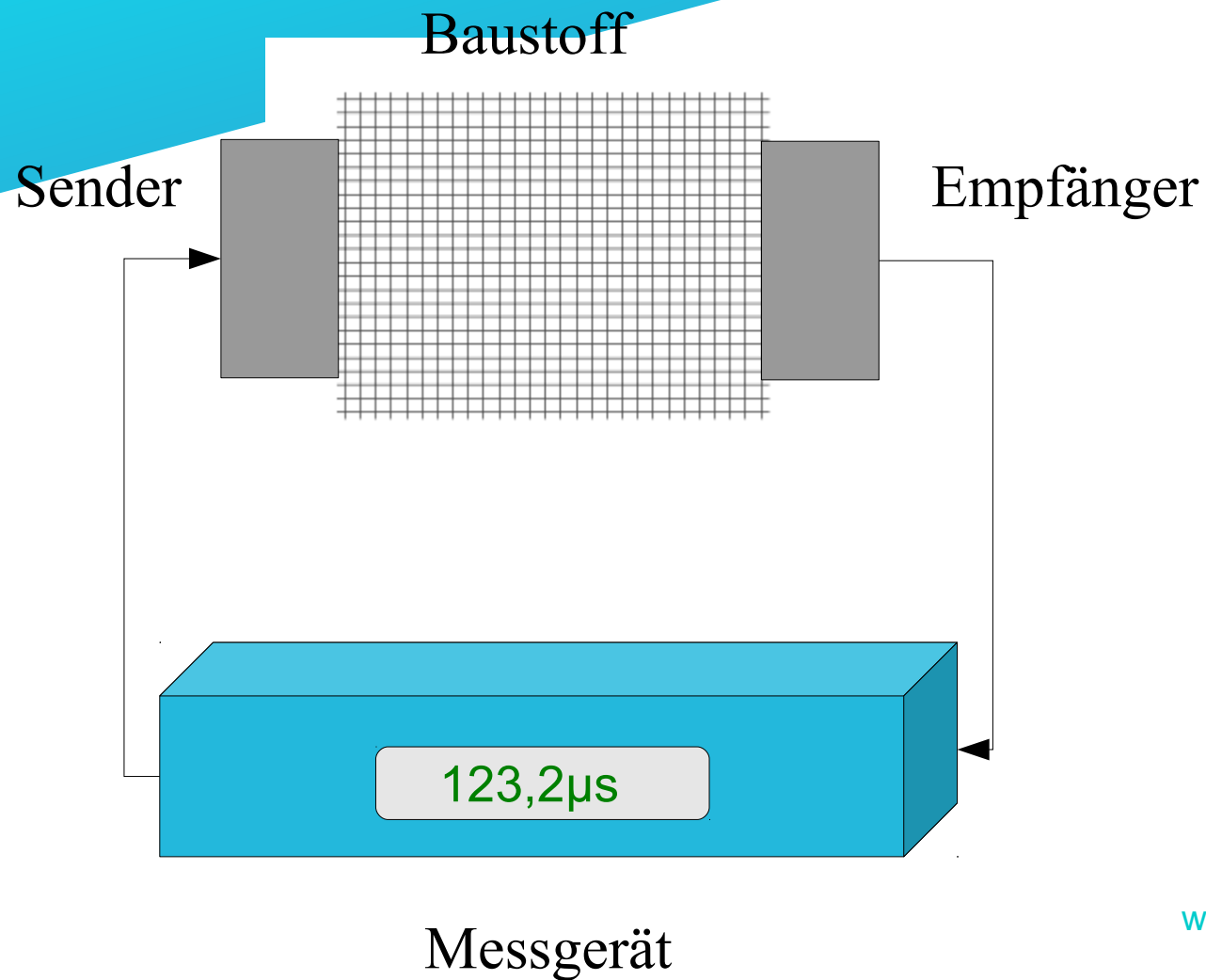
stachema stavebná chémia • dávame betónu charakter



www.schleibinger.com

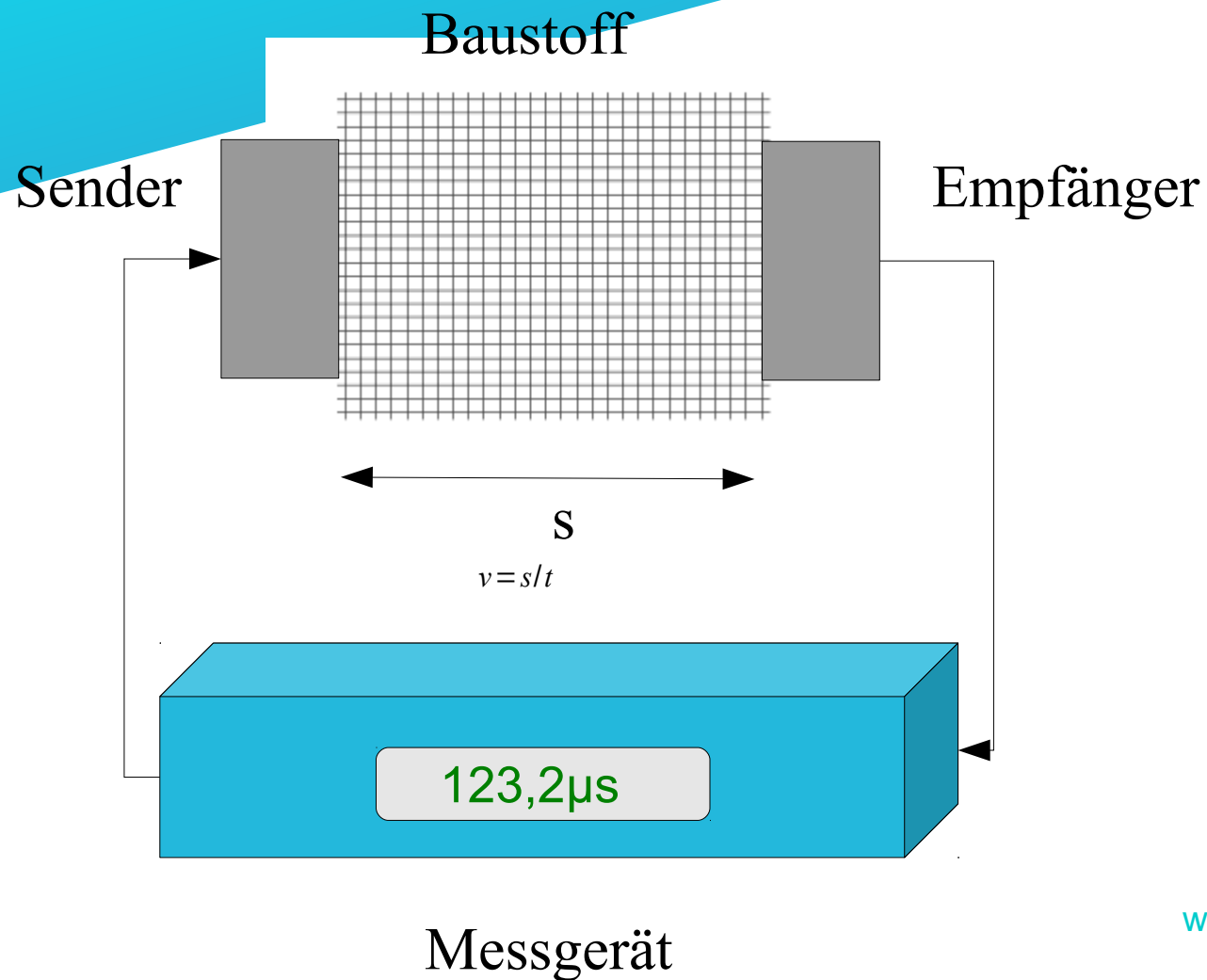
# Messprinzip I

Es wird die Zeit gemessen, die ein Schallpuls benötigt, um den Baustoff zu durchqueren



# Messprinzip II

Aus der Laufzeit  $t$  und dem Weg  $s$   
wird die Schallgeschwindigkeit  $v$  berechnet



# Schallgeschwindigkeit / E-Modul

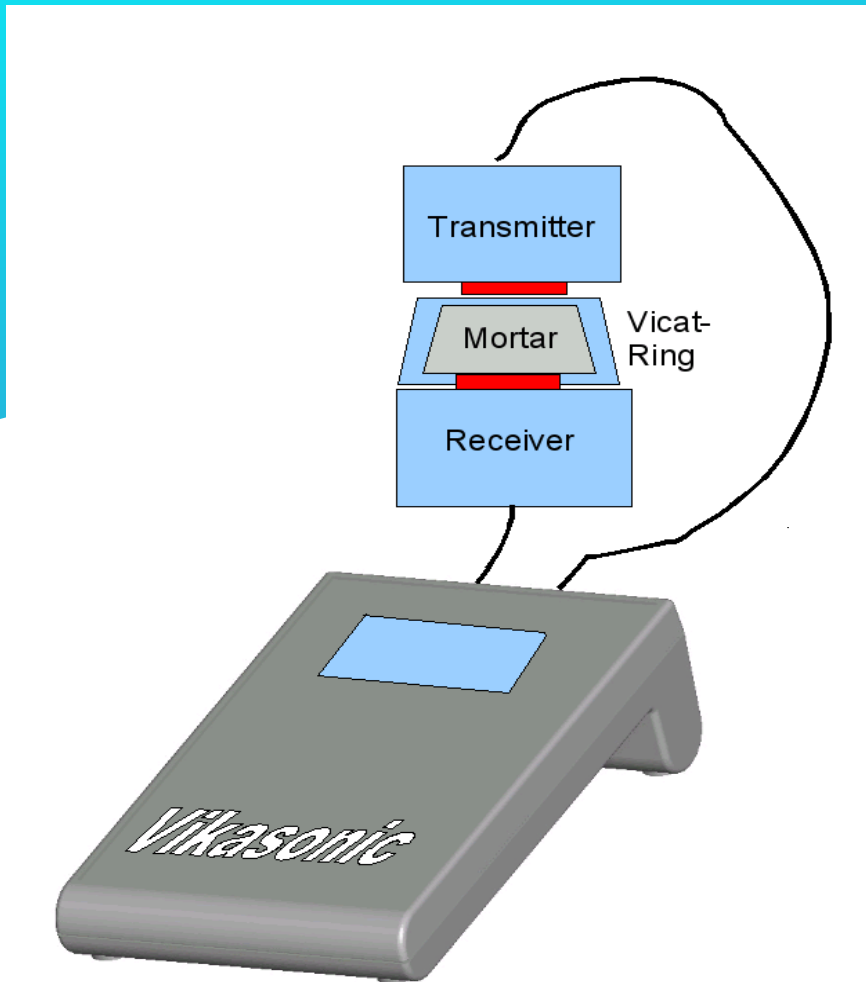
$$v = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\mu)}}$$

Die Schallgeschwindigkeit  $v$  hängt von der Poissonzahl  $\mu$  der Dichte  $\rho$  und dem dynamischen E-Modul  $E$  ab

$$E = v^2(2\rho(1+\mu))$$

Der dynamische E Modul lässt sich aus der Schallgeschwindigkeit berechnen.

# Das Messgerät - vikasonic



- Als Probenbehälter für Mörtel oder Leim wird ein Vicat-Ring verwendet
- Das Eigengewicht des Transmitters gewährleistet eine Ankopplung auch wenn das Material schwindet
- Über ein dünnes Thermoelement wird die Temperatur in der Probe zusätzlich erfasst.
- Gemessen wird die Schall-Laufzeit, die Stärke des Empfangssignals und die Temperatur.
- Berechnet wird die Schallgeschwindigkeit (m/s) und optional der E-Modul.
- Die Daten werden auf einem USB Stick numerisch und grafisch aufgezeichnet.

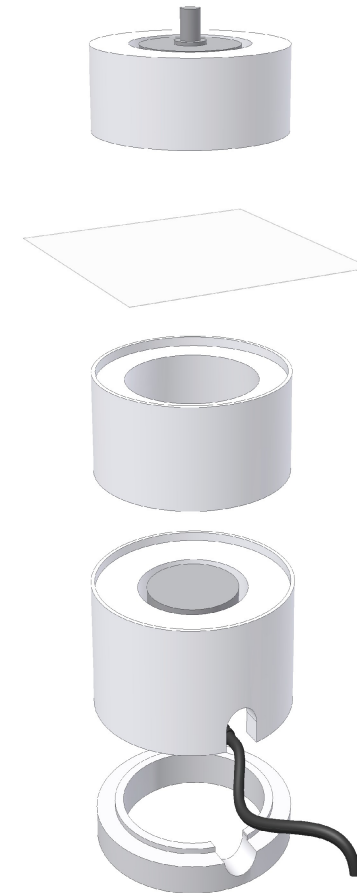
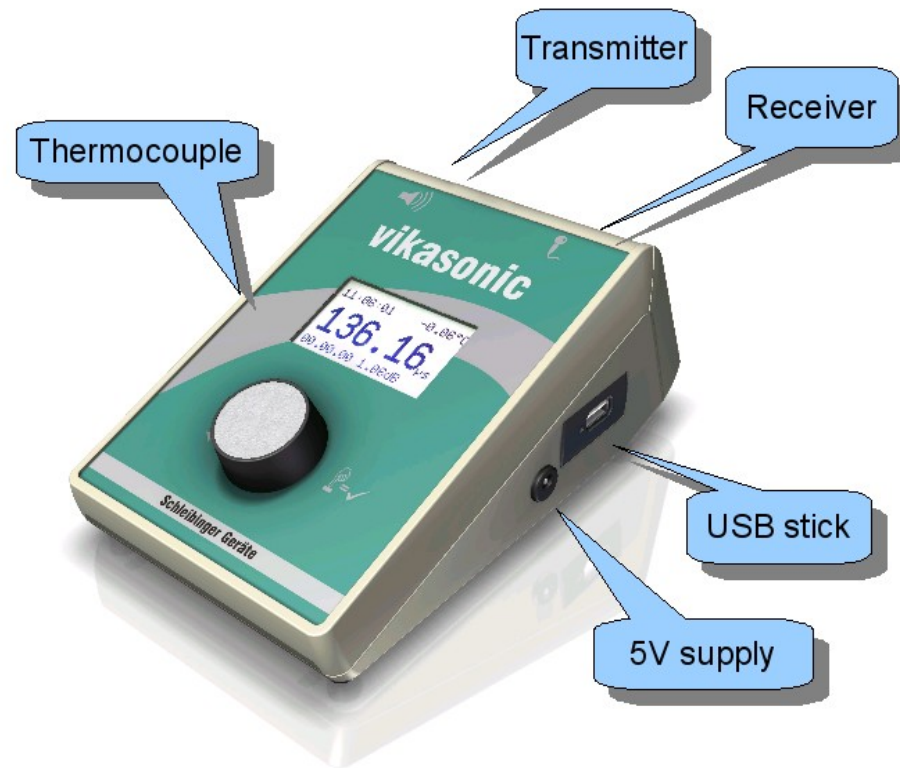
# Gerät und Messzelle



Stand 2013



# Geräteanschlüsse und Aufbau der Messzelle



# Vergleich Vicat System / Ultraschall

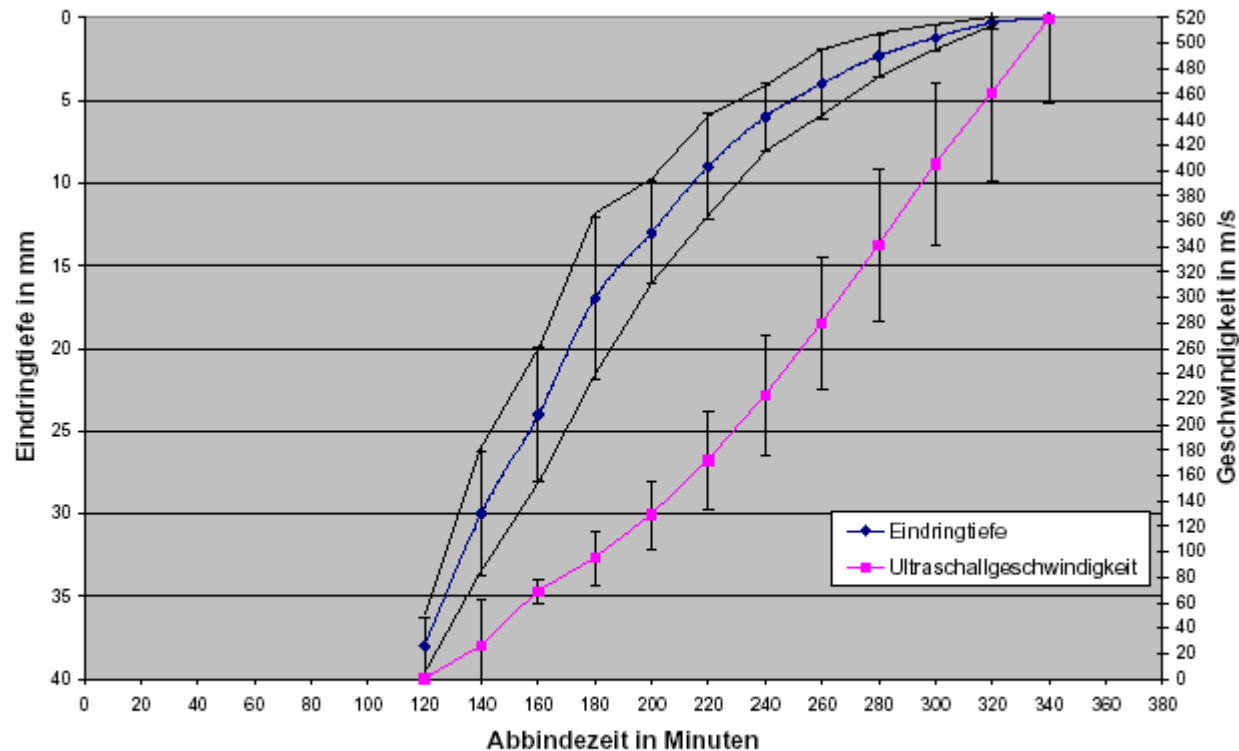


Bild 3a: Zum Zusammenhang zwischen Abbinden (Eindringtiefe) und Erhärten (Ultraschallgeschwindigkeit) am Beispiel des 150er - Kissing

# Wiederholgenauigkeit

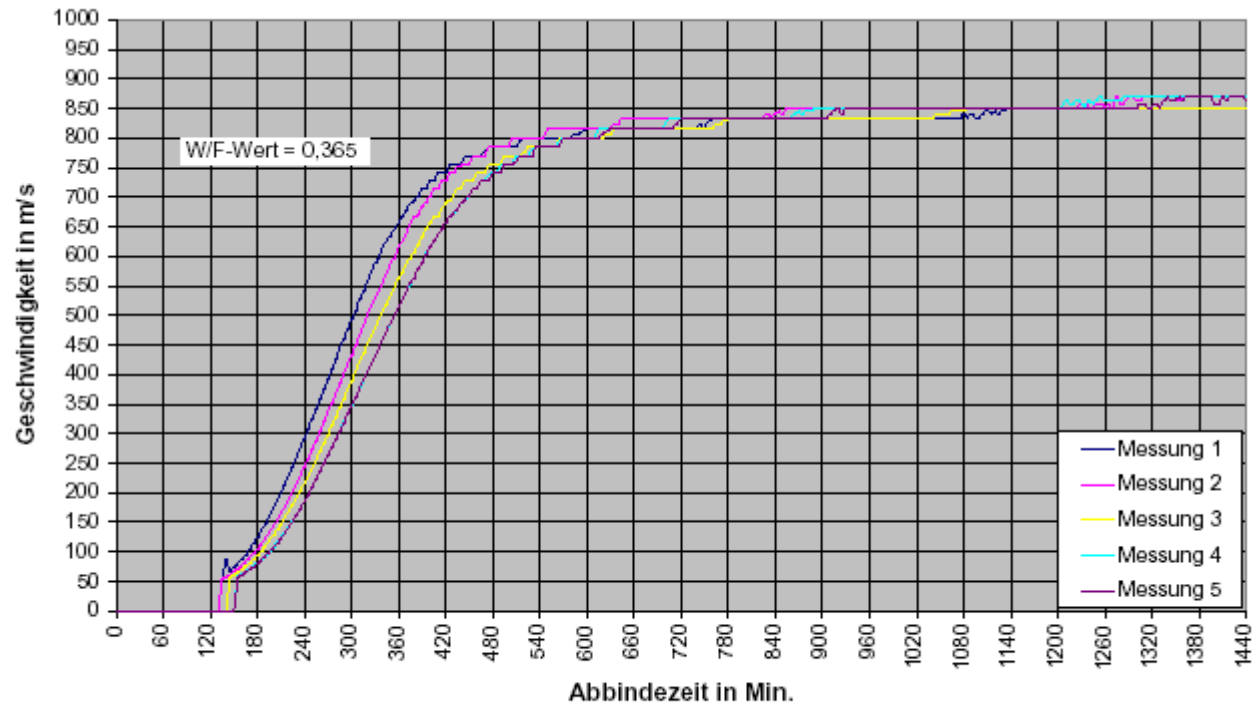
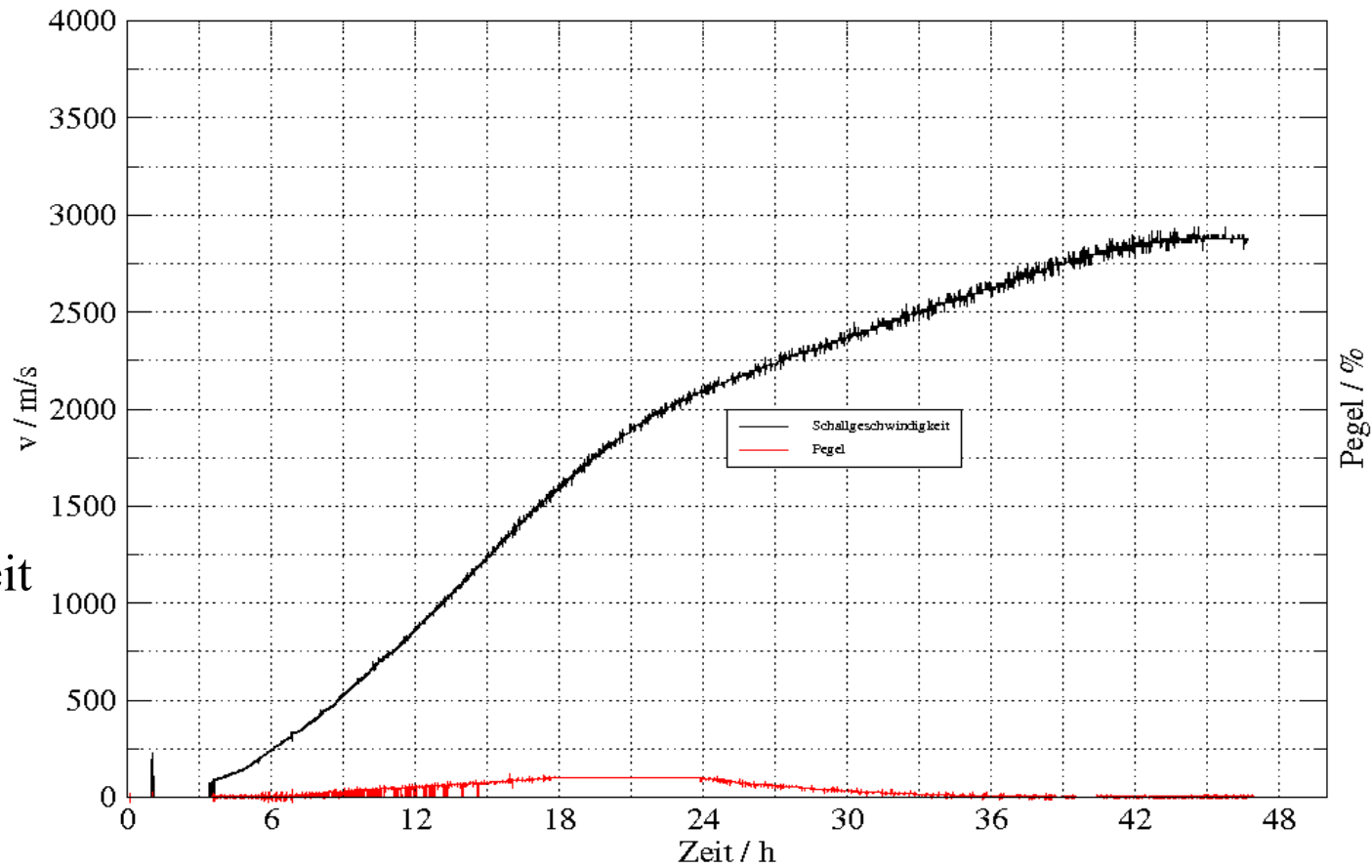


Bild 2a: Reproduzierbarkeitsuntersuchungen zum Erhärten von Kalk-Gips-Putz 150 (Kissing) mit der Ultraschall-Messzelle (Kunststoff)

# Messung an Anhydrit

Anhydrit Fließestrich  
Schleibinger Ultraschallmessung

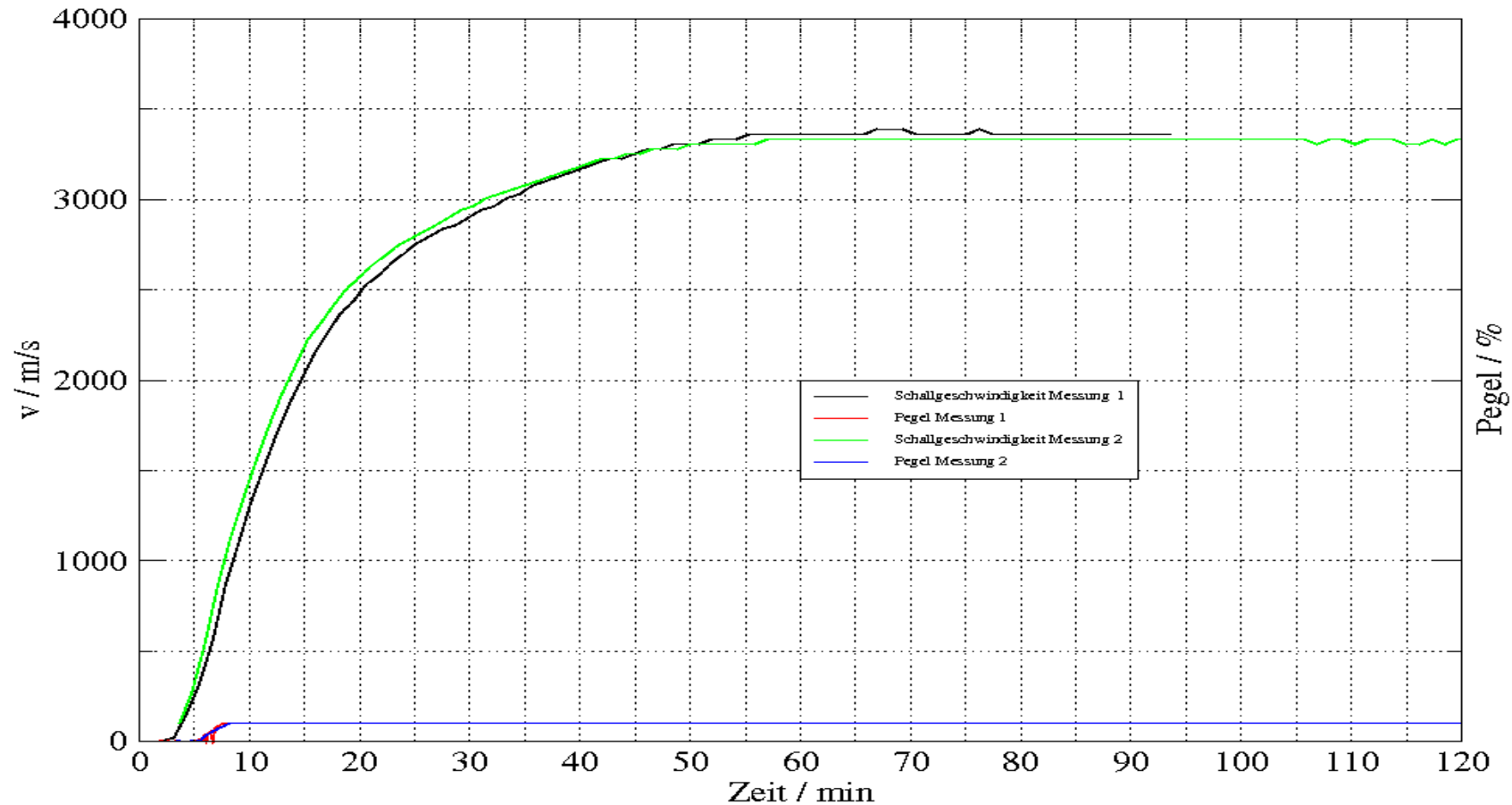


Pegel

Schall-  
geschwindigkeit

# Alpha-Halbhydrat, 2 Messungen

Alpha-Halbhydrat  
Schleibinger Ultraschallmessung



# Literatur

- Pohl, E. Prüfung von Beton mit nieder-und hochfrequenten mechanischen Schwingungen  
Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule für Bauwesen Leipzig (1962) 1, S. 19-64
- The effect of curing conditions on the physical properties of concrete. Elvery & Evans. Mag.  
of Concrete Research Vol. 16 No. 46 March 1964
- Evaluation of Concrete Properties from Sonic Tests. Whitehurst. ACI Monograph No.2,1966
- Pohl, E, Zerstörungsfreie Prüfmethode für Beton, VEB Verlag f. Bauwesen, Berlin 1966
- Dohnalik, M, Ultraschalluntersuchung der Erstarrungsprozesse von Zement  
Zerstörungsfreie Prüf- und Messtechnik für Beton und Stahlbeton;Hochschule für Bauwesen  
Leipzig,Tagungsbericht 1969
- Kral & Becker, The development of mechanical properties of concrete in the early stage  
of hardening., Holderbank. Beton 9/76
- Grosse, C. U., H.-W. Reinhardt: Continuous ultrasound measurements during setting  
and hardening of concrete. Otto-Graf-Journal 5 (1994), pp 76-98.
- Herb, Alexander, Indirekte Beobachtung des Erstarrens und Erhärtens von Zementleim,  
Mörtel und Beton mittels Schallwellenausbreitung, Dissertation Stuttgart 2003
- M. Krauß, K. Hariri, H. Budelmann, Estimation of the End of Dormant Phase using  
NDT Techniques, DGZfP-Proceedings BB 102-CD  
Advanced testing of fresh cementitious materials Lecture 7 August, 2006, Stuttgart, Germany

# Normen

- Prüfung von Beton in Bauwerken - Teil 4: Bestimmung der Ultraschallgeschwindigkeit Deutsche Fassung EN 12504-4:2004 Ausgabe 2004-12
- prEN13296 Testing Concrete – Determination of ultrasonic pulse velocity. July 1998
- NF P 98-231-5 Comportement au compactage des matériaux d'assises autres que traits aux liants hydrocarbures. (Tests relating to pavements – Compaction tests on non-bituminous materials – Part 5 : Workability time limit determination of granular materials bound with cementitious binders using sonic examination.) AFNOR, April 1997.
- BS 1881: Part 203 : Testing Concrete - Recommendations for measurement of velocity of ultrasonic pulses in concrete.
- ASTM C 597-83 Standard Test Method for Pulse Velocity through Concrete.

# Messung der Festigkeitsentwicklung von Baustoffen mit der Ultraschall-Methode

## **Vikasonic Das Schleibinger Ultraschall System**

Dipl. Ing. Markus Greim  
Schleibinger Geräte Teubert u. Greim GmbH  
84428 Buchbach  
[greim@schleibinger.com](mailto:greim@schleibinger.com)

[www.schleibinger.com](http://www.schleibinger.com)



# Schleibinger in Buchbach, Germany

Buchbach / Obb.



30 km east of the Munich airport

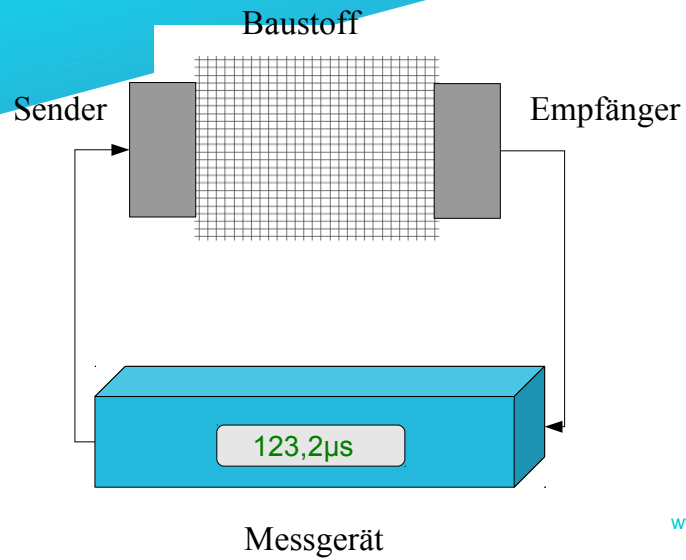
[www.schleibinger.com](http://www.schleibinger.com)

# Unsere Kunden..



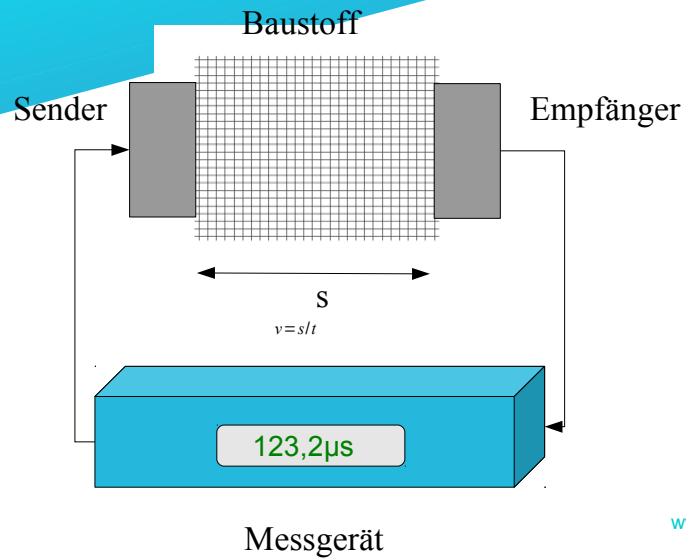
# Messprinzip I

Es wird die Zeit gemessen, die ein Schallpuls benötigt, um den Baustoff zu durchqueren



# Messprinzip II

Aus der Laufzeit  $t$  und dem Weg  $s$   
wird die Schallgeschwindigkeit  $v$  berechnet



# Schallgeschwindigkeit / E-Modul

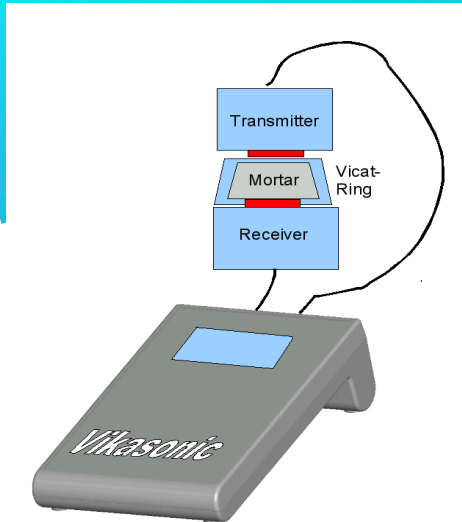
$$v = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\mu)}}$$

Die Schallgeschwindigkeit  $v$  hängt von der Poissonzahl  $\mu$  der Dichte  $\rho$  und dem dynamischen E-Modul  $E$  ab

$$E = v^2(2\rho(1+\mu))$$

Der dynamische E Modul lässt sich aus der Schallgeschwindigkeit berechnen.

# Das Messgerät - vikasonic



- Als Probenbehälter für Mörtel oder Leim wird ein Vicat-Ring verwendet
- Das Eigengewicht des Transmitters gewährleistet eine Ankopplung auch wenn das Material schwindet
- Über ein dünnes Thermoelement wird die Temperatur in der Probe zusätzlich erfasst.
- Gemessen wird die Schall-Laufzeit, die Stärke des Empfangssignals und die Temperatur.
- Berechnet wird die Schallgeschwindigkeit (m/s) und optional der E-Modul.
- Die Daten werden auf einem USB Stick numerisch und grafisch aufgezeichnet.

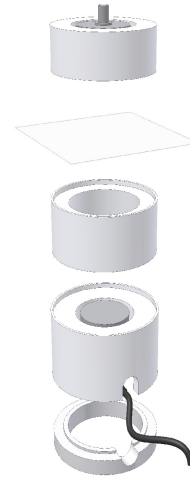
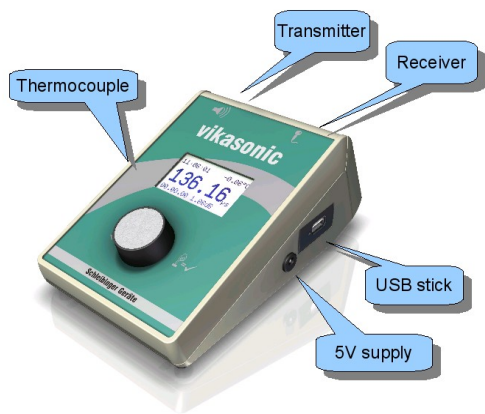
# Gerät und Messzelle



Stand 2013

[www.schleibinger.com](http://www.schleibinger.com)

# Geräteanschlüsse und Aufbau der Messzelle





# Vergleich Vicat System / Ultraschall

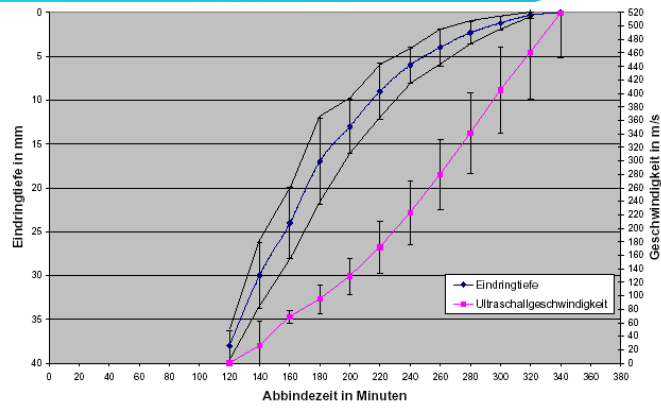


Bild 3a: Zum Zusammenhang zwischen Abbinden (Eindringtiefe) und Erhärten (Ultraschallgeschwindigkeit) am Beispiel des 150er - Kissing

Quelle: hasit

[www.schleibinger.com](http://www.schleibinger.com)

# Wiederholgenauigkeit

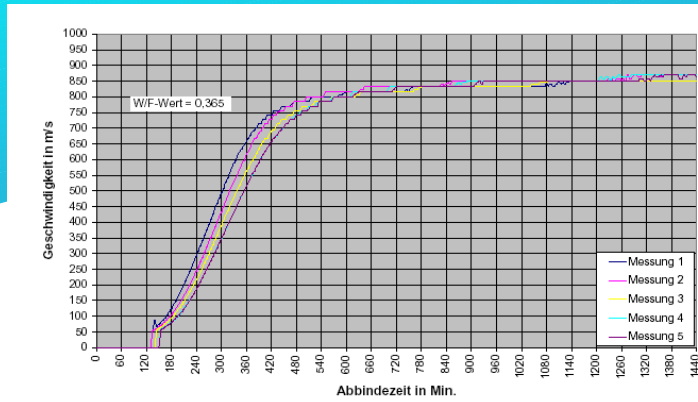
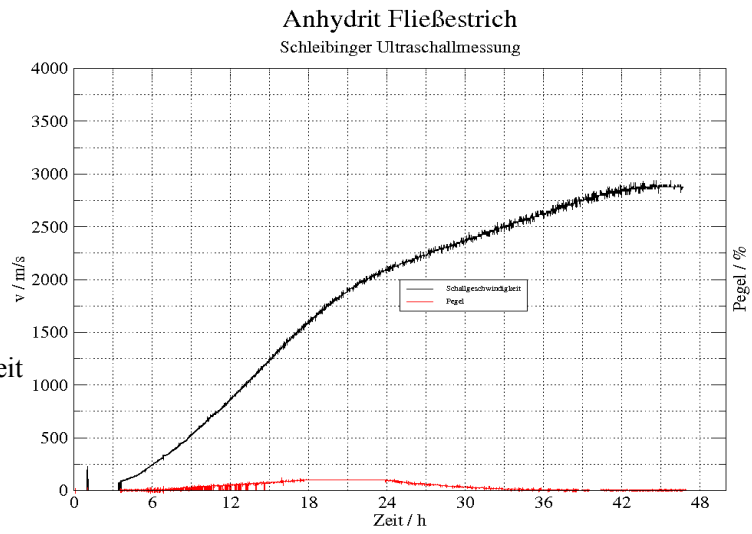


Bild 2a: Reproduzierbarkeitsuntersuchungen zum Erhärten von Kalk-Gips-Putz 150 (Kissing) mit der Ultraschall-Messzelle (Kunststoff)

Quelle: hasit, Erding

# Messung an Anhydrit

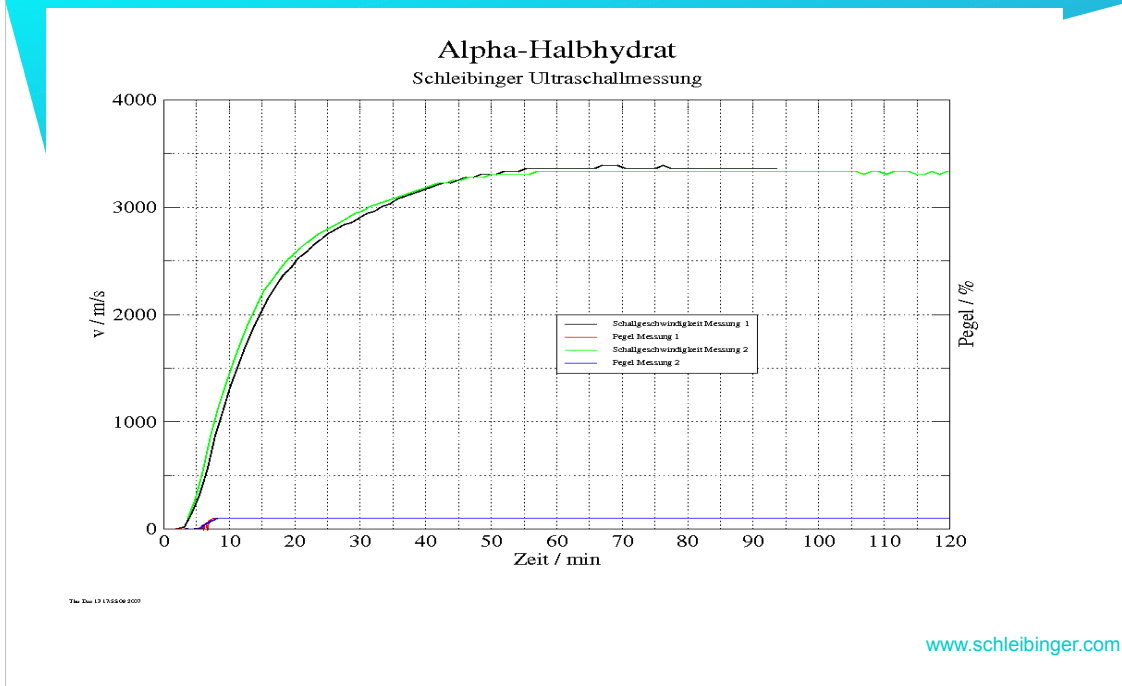
Schall-  
geschwindigkeit



Pegel

7th Dec 13 13:48:23 2007

# Alpha-Halbhydrat, 2 Messungen



# Literatur

- Pohl, E. Prüfung von Beton mit nieder-und hochfrequenten mechanischen Schwingungen  
Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule für Bauwesen Leipzig (1962) 1, S. 19-64
- The effect of curing conditions on the physical properties of concrete. Elvery & Evans. Mag.  
of Concrete Research Vol. 16 No. 46 March 1964
- Evaluation of Concrete Properties from Sonic Tests. Whitehurst. ACI Monograph No.2,1966
- Pohl, E, Zerstörungsfreie Prüfmethode für Beton, VEB Verlag f. Bauwesen, Berlin 1966
- Dohnalik, M, Ultraschalluntersuchung der Erstarrungsprozesse von Zement  
Zerstörungsfreie Prüf- und Messtechnik für Beton und Stahlbeton;Hochschule für Bauwesen  
Leipzig, Tagungsbericht 1969
- Kral & Becker, The development of mechanical properties of concrete in the early stage  
of hardening., Holderbank. Beton 9/76
- Grosse, C. U., H.-W. Reinhardt: Continuous ultrasound measurements during setting  
and hardening of concrete. Otto-Graf-Journal 5 (1994), pp 76-98.
- Herb, Alexander, Indirekte Beobachtung des Erstarrens und Erhärtens von Zementleim,  
Mörtel und Beton mittels Schallwellenausbreitung, Dissertation Stuttgart 2003
- M. Krauß, K. Hariri, H. Budelmann, Estimation of the End of Dormant Phase using  
NDT Techniques, DGZfP-Proceedings BB 102-CD  
Advanced testing of fresh cementitious materials Lecture 7 August, 2006, Stuttgart, Germany

# Normen

- Prüfung von Beton in Bauwerken - Teil 4: Bestimmung der Ultraschallgeschwindigkeit Deutsche Fassung EN 12504-4:2004 Ausgabe 2004-12
- prEN13296 Testing Concrete – Determination of ultrasonic pulse velocity. July 1998
- NF P 98-231-5 Comportement au compactage des matériaux d'assises autres que traits aux liants hydrocarbures. (Tests relating to pavements – Compaction tests on non-bituminous materials – Part 5 : Workability time limit determination of granular materials bound with cementitious binders using sonic examination.) AFNOR, April 1997.
- BS 1881: Part 203 : Testing Concrete - Recommendations for measurement of velocity of ultrasonic pulses in concrete.
- ASTM C 597-83 Standard Test Method for Pulse Velocity through Concrete.