

MOISTURE MEASUREMENT

In a time when most organisations are looking to maximise profits while reining in costs and maintaining quality, it is no longer economical to overlook the benefits that moisture measurement can bring to the manufacturers of concrete, both Ready Mix and Precast.

FEUCHTEMESSUNG

In einer Zeit, in der die meisten Unternehmen nach Gewinnmaximierung bei gleichzeitiger Kosteneindämmung und gleichbleibender Qualität streben kann man unter wirtschaftlichen Aspekten über die Vorteile der Feuchtemessung für Betonhersteller und hier sowohl Transportbeton wie auch Fertigteilbeton nicht mehr hinwegsehen.

► One of the major sources of inconsistency in concrete production is the ever varying moisture content of the sand and aggregates. Water content changes can originate from different parts of the concrete production process with differing effects:

1. Natural moisture content variation in aggregates.
2. Accuracy of water feeding system into the concrete mixer, not usually an issue in modern concrete plants.
3. Uncovered material transport or storage systems allow increments of water content by rainfall or their reduction by evaporation.

The most significant source of moisture variation is the natural aggregate moisture content. A variation of 1% moisture content in a dry aggregate by weight results in a change in 10 Kg of aggregate loaded into the mixer for every 1,000 Kg of dry aggregate weighed. Therefore the greater the variation of moisture, and the greater the weight of aggregate used, the more serious this condition becomes. Water content in aggregates can be as high as 16% which has large repercussions to the economics of trading in this material.

► Eine der Hauptursachen für Ungleichmäßigkeiten in der Betonherstellung ist ein stetig schwankender Feuchtegehalt bei Sand und Gesteinskörnungen. Veränderungen beim Wassergehalt können in den verschiedenen Stufen der Betonherstellung mit jeweils unterschiedlichen Auswirkungen auftreten:

1. Schwankungen beim natürlichen Feuchtigkeitsgehalt der Gesteinskörnungen.
2. Genauigkeit bei der Wasserzuführung in den Betonmischer, was bei modernen Betonanlagen normalerweise kein Problem darstellt.
3. Erhöhung des Wassergehalts aufgrund von Regen oder Reduzierung durch Verdampfung bei offenem Materialtransport oder offenen Lager-systemen.

TYPICAL MOISTURE RANGES FOR CONCRETE AGGREGATES

As can be seen from the table above, the range of moistures which different size aggregates can 'hold' as free water, increases with the fineness of the aggregate. Therefore concrete producers should initially concentrate on measuring moisture in the finest materials.

SIZE	MOISTURE % RANGE
Fine Sand	0 to 16
Coarse Sand	0 to 12
8 mm	0 to 10
10 mm	0 to 4
12 mm	0 to 3
20 mm	0 to 2

FIG. 1 Typical moisture sensor. // ABB. 1 Typischer Feuchtesensor.

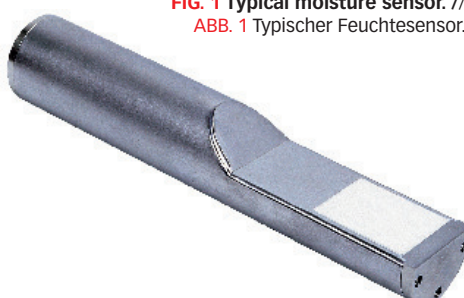


TABLE 1 Typical moisture ranges for concrete aggregates.

OPTIONS FOR MOISTURE MEASUREMENT IN CONCRETE PRODUCTION

Today there are products available in the market that allow the measurement of the moisture content of aggregates and fresh concretes with a high degree of accuracy. The microwave technique has emerged as the most suitable

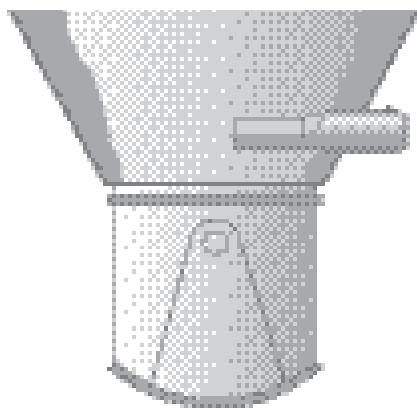
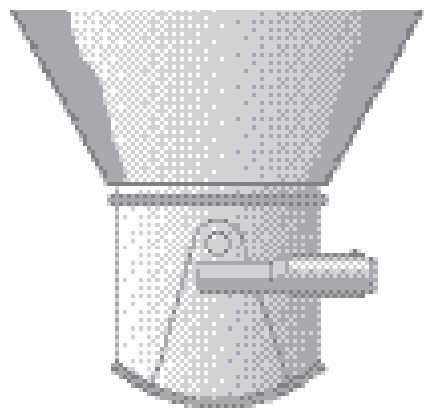


FIG. 2 Typical installation positions for a Moisture Sensor. // **ABB. 2** Typische Einbaulagen von Feuchtemesssensoren.

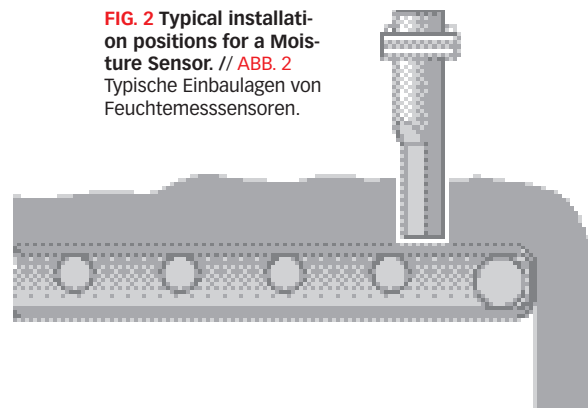


FIG. 3 Sensor installed under a bin. // **ABB. 3** Unter einem Behälter angebrachter Sensor.

Die Hauptursache für Feuchtigkeitsschwankungen ist jedoch im natürlichen Feuchtegehalt der Gesteinskörnungen zu sehen. Eine Schwankung von nur 1% Feuchtegehalt in Trockenzuschlägen nach Massenanteil führt zu einer Veränderung von 10kg Gesteinskörnung bezogen auf 1000 kg in einem Mischer eingewogene Trockenzuschläge. Daher gilt, je größer die Feuchtigkeitsschwankung und je höher der Gewichtsanteil der verwendeten Gesteinskörnung desto größer ist die Auswirkung. Der Wassergehalt von Zuschlägen kann bis zu 16% betragen, was sich hier weitreichend auf die Wirtschaftlichkeit beim Handel auswirkt.

GRÖSSE	FEUCHTIGKEITSBEREICH %
feinkörniger Sand	0 bis 16
grobkörniger Sand	0 bis 12
8 mm	0 bis 10
10 mm	0 bis 4
12 mm	0 bis 3
20 mm	0 bis 2

TABELLE 1 Typischer Feuchtebereich bei Beton-zuschlägen.

TYPISCHER FEUCHTEBEREICH BEI BETONZUSCHLÄGEN

Die oben stehende Tabelle zeigt, dass sich der Feuchtebereich, den unterschiedliche Gesteinskörnungen als freies Wasser „halten“ können, vergrößert je feiner die Gesteinskörnung ist. Daher sollten sich Betonhersteller zunächst auf die Feuchtemessung der sehr feinkörnigen Zuschläge konzentrieren.

MÖGLICHKEITEN DER FEUCHTEMESSUNG BEI DER BETONHERSTELLUNG

Es sind heute Produkte im Markt erhältlich, die eine hoch präzise Messung des Feuchtigkeitsgehalts von Zuschlägen und Frischbeton ermöglichen. Hierbei ist das Mikrowellenverfahren für die Feuchtemessung von Betonprodukten am besten geeignet, was in erster Linie auf die Genauigkeit (üblicherweise im Bereich von +/- 2% je nach Qualität der



for measurement of moisture in concrete production, mainly due to its accuracy (usually in the range of $\pm 0.2\%$ depending on the quality of the calibration), its lack of influence by dust or colour, and the competitive cost-benefit relationship of this type of equipment.

MEASURING MOISTURE IN AGGREGATE BINS
In ready-mix concrete, varying moisture content affects both the yield achieved for a given amount of cement and the quality and strength of the concrete. A modern ready-mix plant would typically install microwave moisture sensors at the gate of the aggregate bins. Once the sensor has been set up correctly, average moisture readings can be taken for each batch. The plants' control system can then use these values to adjust the 'wet weights' of the aggregates to ensure that the correct dry weight of each aggregate is loaded into the mixer. A plant producing 160 m³ of concrete would see a payback period for moisture measurement

Kalibrierung) sowie die Tatsache, dass Staub und Farbe nicht zu Beeinträchtigung führen und auf das wettbewerbsfähige Kosten-Nutzen-Verhältnis dieser Geräten zurückzuführen ist.

FEUCHTEMESSUNG IM ZUSCHLAGBEHÄLTER

Beim Transportbeton kann der Feuchtegehalt sowohl Auswirkungen auf den bei einer bestimmten Zementmenge erzielten Ertrag wie auch auf die Qualität und Festigkeit des Betons haben. Bei modernen Transportbetonanlagen sind Mikrowellen-Feuchtemesssensoren gewöhnlich an der Klappe des Zuschlagbehälters angebracht. Sobald der Sensor entsprechend eingerichtet ist können die Feuchtemessungen chargenweise erfolgen. Diese Werte können dann von der Anlagensteuerung zur entsprechenden Anpassung der „Feuchtgewichte“ von Zuschlägen genutzt werden, um so sicherzustellen, dass Zuschläge mit dem korrekten Trockengewicht in den Mixer gelangen. Bei einer Anlage, mit der 160 m³ Beton hergestellt werden, würde sich so ein Feuchtemessgerät bei 3% Feuchtig-

FIG 4 The latest "In-Mix" sensor. // **ABB 4** Der neueste „In-Mix“ Sensor.



equipment of 3 months at 3% moisture error, thereafter gaining considerable benefits in both increased yield and improved quality.

For precast and concrete product manufacturers, high quality materials and well controlled moisture levels are critical to ensure consistent products. Significant savings in cement, colour and admixtures as well as reductions in the number of wasted batches are all common benefits of moisture measurement. As well as installing aggregate bin moisture sensors at their plants to ensure aggregate dry weight gradings, precast and concrete product manufacturers will generally also opt for a mixer system to ensure the correct total water in the mix, batch after batch.

MEASURING MOISTURE IN MIXERS

Measuring the moisture of fresh concrete in a mixer allows the concrete producer to have full control over the final moisture content before the mix is discharged. This ensures that due to aggregate wetting/drying during transport from the hopper to the mixer, or variable water pressure are eliminated.

There are two options for moisture measurement in mixers – flush mounted sensors that are fitted to the floor of concrete mixers, or 'in-mix' sensors that are either rotating with mixer arms or static in rotating pan mixers. The latest version of the "in-mix" sensor, the Hydro-Probe Orbiter from Hydronix uses a fully ceramic sensing head unit to offer producers the fastest response available in the market.

The measurements from mixer floor moisture sensors and in-mix sensors are used to calculate the correct volume of water required to

keitsabweichung in 3 Monaten amortisieren und dann bedeutenden Nutzen hinsichtlich Ertrags- wie auch Qualitätssteigerung leisten.

Für Hersteller von Betonfertigteilen und -produkten sind hochwertige Rohstoffe und sehr gut überwachte Feuchtigkeitsgrade für die Sicherstellung von konsistenten Produkten entscheidend. Beachtliche Einsparungen beim Zement, den Pigmenten und Zusätzen sowie eine Reduzierung von Fehlchargen sind die generellen Vorteile einer Feuchtemessung. Neben der Installation von Feuchtemesssensoren am Zuschlagbehälter einer Anlage zur Sicherstellung der Trockengewicht-Verteilung bei den Zuschlägen entscheiden sich die Hersteller von Betonfertigteilen und -produkten in der Regel gleichermaßen für die Anbringung in der Mischanlage, um so die Zugabe der richtigen Wassermenge Charge für Charge sicherzustellen.

FEUCHTEMESSUNG IM MISCHER

Die Feuchtemessung von Frischbeton im Mischer ermöglicht dem Betonhersteller die volle Kontrolle der Endfeuchte noch vor Entleeren der Mischung. Hierdurch lassen sich Unterschiede durch Befechtung/Trocknung der Zuschläge während der Beförderung vom Silo zum Mischer oder unterschiedlicher Wasserdruck ausgleichen.

Für die Feuchtemessung im Mischen stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung - eingebaute Sensoren, die am Boden des Mixers angebracht sind oder „In-Mix“ Sensoren, die entweder mit der Mischschaufel rotieren oder statisch in rotierenden Tellermischern angebracht sind. Der neueste „In-Mix“ Sensor, der Hydro-Probe Orbiter von Hydronix nutzt einen vollkeramischen Sensorkopf, womit den Herstellern eine schnellstmögliche Reaktionszeit zur Verfügung gestellt wird.

achieve constant water contents inside the mixer, batch after batch.

HOMOGENEITY CONTROL USING MOISTURE MEASUREMENT

Using moisture as an indicator of the degree of homogeneity achieved by the concrete mixer at any stage of mixing is also possible using microwave mixer sensors. Based on the use of water as an indicator of material dispersion, when materials are loaded onto the mixer the sensors 'see' variable moisture contents over time as usually aggregates will be wet and cementitious materials will be dry. As these materials mix with water and admixtures, gradually a flatter trace is achieved as the water disperses evenly over the entire mix. A flat trace output from the mixer sensor indicates that homogeneity has been reached.

The use of homogeneity control allows the optimization of mix cycles. Once the producer can evaluate whether the mix is homogenous or not, he can then adjust the mixing time to ensure that only the time required to homogenize the mix is used. This in turn has large benefits in terms of reduced power consumption, reduced wear of parts, and increased production output.

ASPHALT AND OTHER QUARRY PRODUCT APPLICATIONS

In asphalt production, cost savings and quality improvements can also be achieved. Initial correction for dry weight before the aggregate reaches the burners can help to prevent incorrect material gradings and the consequent effect on quality. Too high a moisture content will cause the bitumen not to bond correctly with the aggregate. Too low and moisture and fuel will be wasted heating the aggregate to higher temperatures than those required. Moisture correction optimises the efficiency of the burners and can therefore lead to a reduction in energy costs.

There is increasing pressure on users of quarry products to ensure that their yields are maximised while ensuring their products conform to the required standard. If raw materials delivered by the quarry are of varying moisture contents, in-line measurement allows the control of the exact 'dry weight' of material used. Consequently the next logical step is to associate or compare the final yield to the production costs and purchased materials. With a heightened awareness of both material and energy costs, producers that would not have previously considered

Die Messungen mit Feuchtemesssensoren am Boden oder im Mischer werden für die Berechnung des korrekten Wasservolumens verwendet, um so Charge für Charge einen konstanten Wassergehalt im Mischer zu erzielen.

HOMOGENITÄTSKONTROLLE DURCH FEUCHTEMESSUNG

Zur Nutzung der Feuchtigkeit als Indikator für den im Mischer in der jeweiligen Mischphase erzielten Homogenitätsgrad lassen sich Mikrowellen-Mischersensoren ebenfalls einsetzen. Basierend auf der Verwendung von Wasser als Indikator für die Dispergierung des Mischmaterials stellt der Sensor bei der Zuführung von Mischmaterial in den Mischer im Zeitverlauf unterschiedlichen Feuchtegehalt fest, da Zuschläge feucht und zementhaltige Werkstoffe trocken werden. Da sich diese Materialien mit Wasser und Zuschlägen vermischen wird schrittweise eine flachere Linie erreicht, da sich das Wasser gleichmäßig über die gesamte Mischung verteilt. Eine flache Linie zeigt an, dass die entsprechende Homogenität erreicht ist.

Durch die Homogenitätskontrolle lässt sich der Mischzyklus optimieren. Sobald der Hersteller in der Lage ist zu bestimmen, ob eine Mischung homogen ist oder nicht, kann er die Mischdauer entsprechend anpassen und so sicherstellen, dass nur die tatsächlich zur Homogenisierung benötigte Zeit verwendet wird. Dies bringt wiederum große Vorteile in punkto Energieeinsparung sowie eine verminderte Abnutzung und eine Steigerung der produzierten Menge mit sich.

ASPHALT UND ANDERE ANWENDUNGEN MIT STEINBRUCHPRODUKTEN

Bei der Asphaltproduktion lassen sich ebenfalls Kosteneinsparungen und Qualitätssteigerungen erzielen. Durch Anfangskorrektur des Trockengewichts vor Zugabe der Zuschläge in den Brenner kann eine unkorrekte Materialverteilung und die damit verbundene Auswirkung auf die Qualität verhindert werden. Bei einem zu hohen Feuchtegehalt verbindet sich das Bitumen nicht richtig mit den Zuschlägen. Ist der Gehalt zu niedrig werden Feuchtigkeit sowie Brennstoff für das Beheizen von Zuschlägen auf eine höhere als die notwendige Temperatur verschwendet. Durch die Feuchtigkeitskorrektur wird die Effizienz der Brenner optimiert, was zur Reduzierung der Energiekosten führen kann.

Anwender von Steinbruchprodukten sind mit dem wachsenden Druck hinsichtlich einer Ertragsmaximierung bei gleichzeitiger Gewährleistung, dass ihre Produkte dem geforderten Standard entsprechen, konfrontiert. Weist das vom Steinbruch gelie-

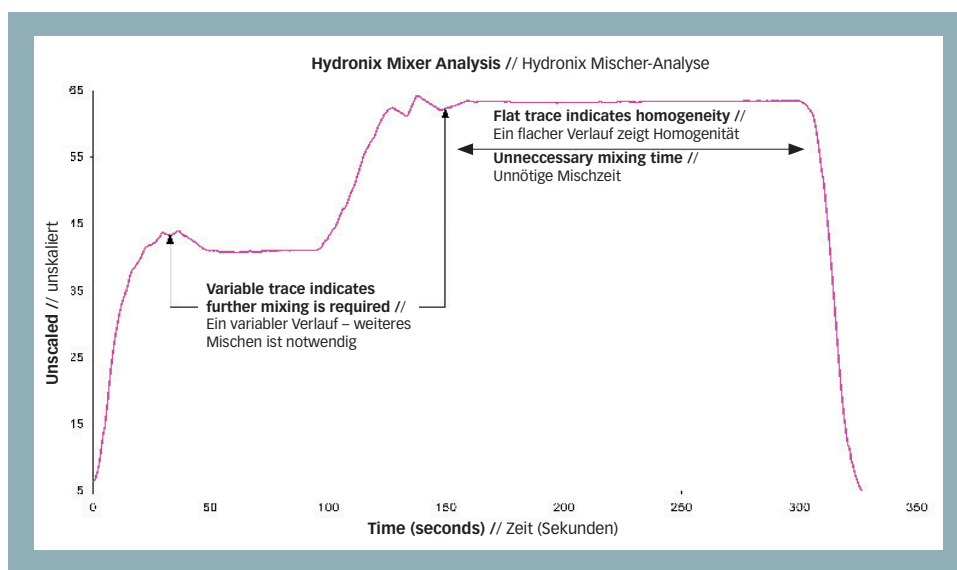


FIG 5 A typical mix cycle as seen by a Hydronix mixer sensor (Hydronix data). // **ABB 5** Ein typischer vom Hydronix Mischsensor erfasster Mischzyklus (Hydronix Daten).

moisture measurement or control can now justify this cost-effective investment.

MOISTURE MEASUREMENT IN CONCRETE PRODUCTION IS COST-EFFICIENT

As well as improvements in quality, the use of moisture control also allows improved profitability for a concrete production operation. Concrete producers will achieve reduced material costs and increase production yield. Although more difficult to quantify, the reduced number of sub-standard batches, reduced wear part and energy savings, all increase profitability. The improvement is such that the general consensus by Hydronix customers is that the equipment's return on investment period is between 3 to 6 months.

If you are considering using moisture control equipment or wish to receive further advice, ensure that you choose a company that has an excellent reputation, that can integrate with your current system and that will be able to give you the customer service and after-sales support that you expect.

For further information on the Hydronix range of products please see the website www.hydronix.com. ■

ferte Rohmaterial unterschiedliche Feuchtegehalte auf, so kann mit Hilfe der Inline-Messung das exakte „Trockengewicht“ des verwendeten Materials kontrolliert werden. Folglich besteht der nächste logische Schritt in der Zuordnung oder dem Vergleich von Endertrag zu Produktionskosten und dem eingekauften Material. Mit dem gesteigerten Bewusstsein sowohl die Material- wie auch der Energiekosten zu senken können Hersteller, die bisher nicht einmal an Feuchtemessung oder -kontrolle gedacht haben, jetzt eine kostensparende Investition begründen.

FEUCHTEMESSUNG VON BETONPRODUKTEN IST KOSTENGÜNSTIG

Neben der Qualitätssteigerung ermöglicht der Einsatz von Feuchtemessung ebenso eine Verbesserung der Rentabilität für den Betonherstellungsbetrieb. Betonhersteller können ihre Materialkosten reduzieren und ihren Produktionsertrag erhöhen. Obwohl schwieriger zu beziffern, so führen verringerte Fehlchargen, reduzierter Verschleiß und Energieeinsparungen zur Erhöhung der Rentabilität. Die Verbesserungen sind derart, dass die Kunden von Hydronix übereinstimmend angeben, dass sich die Geräte in einem Zeitraum von 3 bis 6 Monaten amortisieren.

Hersteller, die den Einsatz von Feuchtemess- und regelgeräten in Betracht ziehen oder weitere Information wünschen, sollten sich an ein renommiertes Unternehmen wenden, das sich in das bestehende System integrieren lässt und hinsichtlich Kundenbetreuung sowie Kundendienst den Erwartungen entspricht.

Weitere Information zum Produktprogramm von Hydronix erhalten Sie auf der Website unter www.hydronix.com. ■

Hydronix Limited

7 Riverside Business Centre
Walnut Tree Close
GU1 4UG
Guildford/ United Kingdom
Tel.: +44 1483 468900
Fax: +44 1483 468919
enquiries@hydronix.com
www.hydronix.com

ADDRESS //
ANSCHRIFT