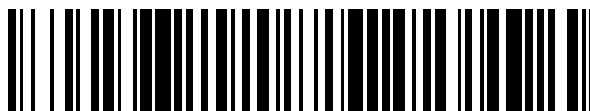


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 055**

51 Int. Cl.:

B28B 17/00 (2006.01)

G01N 33/38 (2006.01)

G01N 15/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2005 E 10197055 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2013 EP 2298519**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el control de calidad de un proceso de fabricación de productos de hormigón**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.10.2013

73 Titular/es:

**QAVERTEC GMBH (100.0%)
Heideland 20
24976 Flensburg-Handewitt, DE**

72 Inventor/es:

BIALLAS, THORSTEN

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 425 055 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para el control de calidad de un proceso de fabricación de productos de hormigón.

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para el control de calidad de un proceso de fabricación de productos de hormigón.

Los productos de hormigón son suministrados como productos acabados al lugar en el que se utilizan tal como, por ejemplo, en una obra. Un ejemplo de productos de hormigón son los adoquines. Para la fabricación de productos de hormigón, se mezcla en primer lugar el hormigón según una fórmula predeterminada. A continuación, se introduce el hormigón en una máquina, en la cual es comprimido en el molde de los productos de hormigón deseados y es al mismo tiempo compactado. En el caso de los adoquines, se utiliza una denominada máquina de conformación de piedras, para comprimir los adoquines. Las piezas en bruto que se forman mediante el proceso de compactación son todavía blandas y se pueden procesar. Tras el proceso de compactación las piezas en bruto son dispuestas, durante aproximadamente uno a dos días, en una cámara de secado y a continuación son almacenadas durante otro intervalo de tiempo. En la cámara de secado y durante el almacenamiento posterior, el hormigón se endurece, y las piezas en bruto se convierten de esta manera en productos de hormigón acabados.

El proceso de fabricación de los productos de hormigón puede subdividirse, de manera aproximada, en dos fases. La primera fase hasta el endurecimiento del hormigón, es decir la fase en la cual las piezas en bruto son todavía blandas y se pueden procesar, se designa en general como fase de hormigón fresco. Correspondientemente, las piezas en bruto que son todavía blandas y se pueden procesar se designan como productos de hormigón fresco. Los productos de hormigón fresco son, de acuerdo con esto, las formas previas, acabadas de comprimir y compactadas, de los productos de hormigón. A continuación de la fase de hormigón fresco viene la fase de hormigón curado, en la cual el hormigón está endurecido. Correspondientemente, los productos de hormigón acabados se denominan asimismo productos de hormigón curado. De acuerdo con esto, para la fabricación de un producto de hormigón determinado se fabrica en primer lugar, a partir del hormigón mezclado de forma adecuada, un producto de hormigón fresco correspondiente, el cual mediante endurecimiento se convierte en un producto de hormigón fresco, el cual representa el producto de hormigón deseado.

Los productos de hormigón se utilizan con regularidad en ámbitos, en los cuales no solo están sometidos a cargas mecánicas grandes sino que están sometidos también a influencias exteriores, tales como agua, nieve, luz, calor o heladas. Como materiales de construcción deben presentar además una larga duración de vida y cumplir además determinadas normas de calidad. Por ello, tiene una gran importancia poder determinar de forma fiable la calidad de los productos de hormigón fabricados de la manera explicada más arriba. De este modo, se mide con frecuencia un valor de la resistencia, la densidad aparente, la resistencia frente a las heladas u otra medida de calidad de los productos de hormigón, con el fin de evaluar la calidad del proceso de fabricación y de los productos de hormigón fabricados con estos y, sobre la base de esta evaluación, llevar a cabo en su caso correcciones en los parámetros del proceso.

Al mismo tiempo, aparece la dificultad de que el endurecimiento del producto de hormigón fresco para dar el producto de hormigón curado tiene lugar a lo largo de un intervalo de tiempo relativamente largo. De este modo, el hormigón obtiene su resistencia gracias a cristalizan los componentes del clinker del cemento que forma una parte de la mezcla del hormigón. Mediante la cristalización se forman pequeñas agujas de cristal, las cuales se engarzan fuertemente unas con otras. Sin embargo, dado que el crecimiento del cristal continúa durante un intervalo de tiempo de algunos meses, la resistencia final se alcanza mucho después de la conformación y la compactación o de la fabricación del producto de hormigón fresco. En la DIN 1164/EN 1338, está definida la resistencia normalizada como medida de calidad separada para los productos de hormigón curado como la resistencia que se alcanza, bajo condiciones normales de temperatura y humedad, después de 28 días. De forma similar, se alcanzan también valores representativos de otras medidas de calidad como, por ejemplo, la densidad aparente o la resistencia a las heladas, después de un cierto intervalo de tiempo. Por ello se verifican, para el control de calidad, los productos de hormigón individuales acabados usualmente después de 28 días. Solo entonces se determina si los productos de hormigón satisfacen o no las exigencias deseadas.

Las propiedades características de los productos de hormigón acabados, como, por ejemplo, su resistencia, se determinan de forma determinante mediante las sustancias utilizadas y sus cantidades relativas en la mezcla de hormigón inicial así como mediante la compactación durante la fabricación de la pieza en bruto o del producto de hormigón fresco. De esta manera, pueden aparecer, durante la compactación, diferencias de compactación las cuales conducen a calidades diferentes. Es válido lo mismo para variaciones en las materias primas predeterminadas por la fórmula elegida. De este modo, puede oscilar, en particular la relación agua/cemento, designada también como valor W/Z, el cual es determinado por agua añadida directamente y el agua contenida en las restantes materias primas, en el marco de una fórmula determinada. Por ello, la consistencia de hormigón fresco debe determinarse antes de la fabricación y debe mantenerse con la mayor exactitud posible. En el caso del agua se utilizan con regularidad aparatos de dosificación de agua en los mezcladores, con el fin de limitar la variación del contenido en agua.

Dado que no se pueden excluir por completo variaciones durante el proceso de fabricación existe, a causa de las circunstancias indicadas anteriormente, el problema de que la calidad del proceso de fabricación puede ser evaluada solo transcurrido un mes después de la mezcla y la compactación. Los errores de producción se puede determinar por ello solo después de mucho tiempo después, instante en el cual se puede intervenir de forma controladora en el proceso de fabricación. Las variaciones de producción se establecen en parte demasiado tarde y se producen pérdidas para la empresa fabricante. En el caso de ensayos y variaciones de la fórmula los resultados se pueden establecer únicamente después de algunos días.

Por estos motivos, se ha llevado a cabo en el estado de la técnica, de manera aislada, la toma de muestras al azar sobre el lado del hormigón fresco, retirando productos de hormigón fresco individuales del proceso de fabricación y sometidos a dictamen. De este modo, se midió de manera individual manualmente la masa o la altura de productos de hormigón fresco o se estudió la estructura y se evaluó el valor de medición individual correspondiente sobre la base de los valores empíricos. En la mayoría de los casos, se decidió para el producto de hormigón fresco de forma subjetiva, por parte un operario de la máquina, si un producto podría ser bueno o no. Esta evaluación subjetiva conduce con frecuencia a costes de material elevados, dado que el operario de la máquina tiende a corregir la mezcla de tal manera que no se corra ningún riesgo de que se produzca una producción errónea.

Por la patente US nº 5.766.538, se conoce un dispositivo para el control de calidad de un proceso de fabricación de productos de hormigón, que está adaptado para llevar a cabo mediciones en los productos de hormigón en una etapa intermedia del proceso tras la conformación y la compactación en la fase de hormigón fresco, presentando el dispositivo un dispositivo para la determinación de una medida para la densidad aparente de un hormigón de prueba de hormigón fresco de la etapa intermedia del proceso.

El documento DD 267 797 A1 divulga un dispositivo para el control de calidad de un proceso de fabricación de productos de hormigón, que está adaptado, para llevar a cabo mediciones en los productos de hormigón en una etapa intermedia del proceso tras la conformación y la compactación según el preámbulo de la reivindicación 1. Este dispositivo presenta un dispositivo para la determinación de una medida para la densidad aparente de un hormigón de prueba de hormigón fresco de la etapa intermedia del proceso y un dispositivo para la determinación de la permeabilidad a los gases del producto de prueba de hormigón fresco.

El documento DE 36 38 955 A1 describe un dispositivo con una cámara, que presenta una abertura, cuyos bordes pueden entrar en contacto de manera estanca con una zona de la superficie exterior de un producto de prueba de hormigón fresco para cerrar la abertura. El dispositivo está previsto para la determinación de la permeabilidad a los gases de un componente de hormigón y presenta una bomba de vacío, con la cual se puede generar una depresión, y un manómetro para la determinación de una medida para el paso de gas, causado por la diferencia de presión.

El objetivo de la presente invención es proponer un dispositivo para el control de calidad de un proceso de fabricación de productos de hormigón, con los cuales se pueda llevar a cabo de manera sencilla, económica y rápida, la evaluación de la calidad y se eliminen las desventajas mencionadas. Además, el dispositivo debe ser robusto para poder hacerlo funcionar en un entorno de producción en condiciones difíciles.

Para la resolución de este problema sirven las características de las reivindicaciones 1. Las formas de realización ventajosas del procedimiento y del dispositivo son el objeto de las reivindicaciones subordinadas correspondientes.

Según la presente invención, está previsto un dispositivo, que está adaptado, para llevar a cabo mediciones en los productos de hormigón en una etapa intermedia del proceso de fabricación tras la conformación y la compactación en la fase de hormigón fresco, y que se puede utilizar de manera ventajosa para llevar a cabo un procedimiento, en el que está previsto que se lleven a cabo mediciones en un producto de prueba de hormigón fresco de una etapa intermedia del proceso de fabricación tras la conformación y la compactación, para determinar valores de medición sobre cuya base, mediante un modelo de producción adecuado, se pueda estimar un valor para una medida de la calidad del producto de hormigón curado, que resultaría en el transcurso del proceso de fabricación posterior, a partir del producto de prueba de hormigón fresco medido. Dicho con otras palabras, en este procedimiento, sobre la base de las mediciones, que se llevan a cabo en la fase inicial del proceso de fabricación, se determina un valor el cual puede ser medido justo después de la finalización del proceso de fabricación y con ello ya mucho más tarde. El producto de prueba de hormigón fresco es retirado simplemente en un punto adecuado del proceso de fabricación. Por ejemplo, puede ser seleccionado de manera aleatoria como muestra al azar.

Los valores de medición determinados para el producto de prueba de hormigón fresco comprenden al mismo tiempo por lo menos una medida para la densidad aparente y la permeabilidad a los gases del producto de prueba de hormigón fresco. Como medida para la densidad aparente del producto de prueba de hormigón fresco se mide preferentemente una dimensión geométrica y la masa del producto de prueba de hormigón fresco. Si se miden una dimensión geométrica y la masa, entonces el par de valores formado por la dimensión geométrica y la masa representa la medida para la densidad aparente. Una dimensión geométrica o la dilatación del producto de prueba de hormigón fresco en una dirección de extensión determinada, como por ejemplo la altura es, en particular junto con la masa, especialmente precisa entonces para la determinación de la densidad aparente del producto de hormigón fresco, cuando las otras dimensiones geométricas del producto de hormigón fresco, como por ejemplo la

anchura y la profundidad, son predeterminados como valores teóricos. Esto es frecuentemente posible, dado que la compactación tiene lugar por regla general únicamente desde una dirección, mientras que los lados restantes son predeterminados mediante un molde adecuado. De esta manera, se compacta, por regla general, desde arriba, mientras que desde abajo se introduce una vibración y los lados están cerrados de forma rígida. La dimensión geométrica medida debería estar situada preferentemente en la dirección en la cual ha tenido lugar la compactación. Sin embargo, es naturalmente también posible determinar por completo las dimensiones geométricas del producto de prueba de hormigón fresco, es decir, en el caso de productos en forma de paralelepípedo, la altura, la anchura y la profundidad. A continuación, la masa y todas las dimensiones geométricas juntas forman la medida para la densidad aparente.

Con la ayuda de estos valores de medición se puede, sobre la base de un modelo de predicción predeterminado, que relaciona los valores de medición de los productos de hormigón fresco de la etapa intermedia del proceso con la medida de la calidad de los productos de hormigón fresco, determinar un valor estimado para una medida de la calidad del producto de hormigón curado, que resulta o resultaría en el desarrollo posterior del proceso del producto de prueba de hormigón fresco. El modelo de predicción debe ser adaptado en principio para cada fórmula y para parámetros del proceso predeterminados y se refiere continuamente a una etapa intermedia determinada del proceso, de manera que el producto de prueba de hormigón fresco debería ser retirado con una exactitud suficiente del mismo lugar del proceso. Las diferencias conducen a una menor exactitud. Por ello, son admisibles las diferencias en la medida en que no se llegue por debajo de la exactitud deseada. En caso extremo, es también posible preparar un único modelo de predicción para todas las fórmulas. Un procedimiento de este tipo se puede llevar a cabo de una forma especialmente sencilla, si bien adolece del inconveniente de que la exactitud de los valores estimados está notablemente reducida en ciertas circunstancias. De todos modos, un modelo de predicción general de este tipo puede ser ventajoso en aplicaciones determinadas.

La permeabilidad a los gases es una medida para los valores de estructura o también la porosidad útil del producto de prueba de hormigón fresco. La permeabilidad a los gases debe entenderse como permeabilidad a un gas determinado o a una mezcla de gases, dado que la permeabilidad se diferencia en general para diferentes gases o mezclas de gases. Para la determinación del modelo de predicción y las mediciones posteriores hay que utilizar por ello en general siempre el mismo gas o la misma mezcla de gases. El procedimiento de medición exacto carece de importancia. Lo que importa es que se lleve a cabo siempre el mismo procedimiento de medición en la misma etapa del procedimiento, es decir en pruebas comparables.

En el marco de la presente invención, se descubrió que los dos valores de medición (densidad aparente y permeabilidad a los gases) o los tres (dimensión geométrica, masas y permeabilidad a los gases) citados más arriba son suficientes para elaborar un modelo de predicción de este tipo. De este modo, es posible formular, a partir de varios procedimientos de medición combinados ya en la fase de hormigón fresco, una afirmación acerca de la calidad posterior del producto final. Gracias a ello se crea la posibilidad ventajosa de reconocer, de maneja temprana, producciones erróneas amenazantes y actuar para evitarlas. Tras la medición de un producto de hormigón fresco, fabricado de una manera predefinida, con dimensiones teóricas conocidas y definidas, se puede decidir inmediatamente si la pieza en bruto alcanzará más tarde por ejemplo la resistencia necesaria o no. La calidad de los productos de hormigón, como por ejemplo, los adoquines, se puede determinar de manera ventajosa directamente según las etapas de producción que determinan la calidad final. De esta manera, el fabricante puede controlar su producción de manera eficaz y ajustada a las normas. Se puede excluir de inmediato una producción errónea. Se cierre el hueco existente hasta ahora en cuanto a la vigilancia por el lado del hormigón fresco, y los resultados posteriores de las pruebas del hormigón fresco no pueden conducir ya a sorpresas desagradables. Se crea seguridad durante la producción y el desarrollo de fórmulas modificadas, se avisa de posibles errores y se ahorra tiempo y dinero.

El dispositivo según la invención presenta un dispositivo para la determinación de una medida para la densidad aparente del producto de prueba de hormigón fresco de la etapa intermedia del proceso y un dispositivo para la determinación de la permeabilidad a los gases del producto de hormigón fresco. El dispositivo para la determinación de una medida para la densidad aparente del producto de prueba de hormigón fresco presenta preferentemente un dispositivo para la determinación de una dimensión geométrica del producto de prueba de hormigón fresco y un dispositivo para la determinación de la medida del producto de prueba de hormigón fresco. El par de valores suministrados, en cada caso, por estos dos últimos dispositivos representa entonces la medida para la densidad aparente. Es también posible que el dispositivo para la determinación de una medida para la densidad aparente contenga otros dispositivos de medición, que determinan otras o todas las dimensiones geométricas, siendo incluidas las dimensiones adicionales en la medida para la densidad aparente.

En el dispositivo, se combinan, por consiguiente, varios dispositivos de medición, con cuya ayuda es posible llevar a cabo una estimación de la calidad del producto final.

Esta evaluación se puede llevar a cabo manualmente o en un dispositivo de cálculo separado, en el que se introducen los valores de medición suministrados o mostrados por el dispositivo. Alternativamente, el dispositivo puede presentar un dispositivo de evaluación, que está acoplado y adaptado al dispositivo para la determinación de una medida para la densidad aparente y al dispositivo para la determinación de la permeabilidad a los gases o al

dispositivo para la determinación de una dimensión geométrica, con el dispositivo para la determinación de la medida y al dispositivo para la determinación de la permeabilidad a los gases, con el fin de recibir los valores de medición para un producto de prueba de hormigón fresco suministrados por el mismo y sobre la base de un modelo de predicción predeterminado, que relaciona los valores de medición de los productos de hormigón fresco de la etapa intermedia del proceso con una medida de la calidad de los productos de hormigón correspondientes, determinar un valor estimado para una medida de la calidad del producto de hormigón curado, que resulta o resultaría en el desarrollo posterior del proceso del producto de prueba de hormigón fresco. En este caso, el dispositivo puede suministrar él mismo al mismo tiempo una señal, la cual indica si la calidad a que se aspira se consigue con los parámetros del proceso actuales. La señal se puede mostrar en un dispositivo de indicación adecuado del dispositivo. Un dispositivo de indicación especialmente sencillo está constituido por unas lámparas de colores diferentes, indicando por ejemplo una lámpara verde una calidad suficiente y una lámpara roja una calidad insuficiente.

Además, el dispositivo para la determinación de la permeabilidad a los gases presenta una cámara, la cual tiene una abertura, cuyos bordes pueden ser llevados a entra en contacto de manera obturante en una zona de la superficie exterior del producto de prueba de hormigón fresco, para cerrar la abertura, un dispositivo de generación de presión, con el cual se puede generar en la cámara una sobrepresión o una depresión, y un dispositivo para la determinación de una medida para el paso de gas a través del producto de prueba de hormigón fresco causado por la diferencia de presión. Dicho de otro modo, con el dispositivo de generación de presión se puede crear una sobrepresión o una depresión en un espacio, el cual en la posición de medición es cerrado por un lado por el producto de prueba de hormigón fresco. El dispositivo para la determinación de la permeabilidad a los gases puede presentar también, de manera ventajosa, varias de estas cámaras separadas, de manera que es posible medir un producto de hormigón no homogéneo. De este modo, por ejemplo, los adoquines en general presentan un componente de núcleo y un componente adicional, los cuales están realizados a partir de hormigones diferentes. Con dos cámaras de medición se puede determinar entonces, con la disposición adecuada, la permeabilidad a los gases por separado para los dos componentes.

De este modo, se puede medir la permeabilidad a los gases, gracias a que a lo largo de la superficie exterior del producto de prueba de hormigón fresco se produce una diferencia de presión y se determina una medida para el paso de gas a través del producto de prueba de hormigón fresco, causado por la diferencia de presión. Dicho de otro modo, se carga una zona de la superficie del producto de prueba de hormigón fresco con una sobrepresión o una depresión y se mide una magnitud, la cual es característica para el gas comprimido o aspirado a través del producto de prueba de hormigón fresco. La permeabilidad a los gases depende únicamente del gas utilizado y de las propiedades del producto de hormigón fresco, si durante la medición se mantienen condiciones de corriente laminares y no se forma ninguna o una muy pequeña interacción entre el producto de hormigón líquido y el gas.

Finalmente, el dispositivo esté estructurado, de tal manera que el producto de prueba de hormigón fresco pueda ser dispuesto en una única posición de medición, en la cual se pueden determinar simultáneamente todos los valores de medición necesarios. Al mismo tiempo el producto de prueba de hormigón fresco puede ser fijado, por ejemplo mediante depresión en la posición de medición, para poder llevar a cabo una medición rápida y robusta.

El procedimiento, a través de cuya realización se puede aplicar ventajosamente el dispositivo, puede presentar, por ejemplo, las siguientes características adicionales.

Resulta especialmente ventajoso que la dimensión geométrica se mida mediante un procedimiento de medición óptico. El experto en la materia conoce un gran número de procedimientos de medición adecuados. Mediante procedimientos de medición ópticos se puede obtener el valor de medición correspondiente de forma muy rápida y sencilla. Una exactitud especialmente alta se puede conseguir cuando la dimensión geométrica se mide con la ayuda de un láser.

En el caso de un producto de hormigón con forma de paralelepípedo, como por ejemplo un adoquín, se prefiere que la dimensión geométrica sea la altura del producto de prueba de hormigón fresco. Al mismo tiempo, el concepto de altura se refiere a la posición de montaje posterior del producto de hormigón.

Además, se prefiere que la permeabilidad a los gases sea la permeabilidad frente al aire. Esta medición se puede realizar de una manera especialmente sencilla, rápida y económica, dado que se puede trabajar con la atmósfera normal y no es necesaria la utilización de gases especiales. Se puede imaginar, sin embargo, también que, en este caso, para la exactitud de la medición existe un límite superior, dado que el hormigón no es inerte al dióxido de carbono contenido en el aire. Si la exactitud de la medición con el aire no es suficiente, se pueden utilizar gases tales como el oxígeno o el nitrógeno.

Resulta especialmente ventajoso que la diferencia de presión sea generada gracias a que una zona (o varias zonas separadas) de la superficie del producto de prueba de hormigón fresco sea cargada (o sean cargadas) con una depresión. Si para la generación y el mantenimiento de la depresión se utiliza una bomba de vacío, la cual se hace funcionar con una capacidad de bombeo determinada puede estar formada la magnitud característica para el paso de gas, de manera ventajosa, por la depresión alcanzada por la bomba de vacío. Cuanto mayor sea, para una

capacidad de bombeo definida, el paso de gas, peor será el vacío alcanzado por la bomba de vacío. De manera alternativa, se puede formar la magnitud característica para el paso de gas, de manera ventajosa, también por la constante de tiempo con la cual aumenta la presión, tras la generación de una depresión definida y la desactivación de la bomba de vacío. Al mismo tiempo, el aumento de la presión tiene lugar con una rapidez tanto mayor cuanto mayor sea el paso de gas. Cuando se genera la diferencia de presión, siendo cargada una zona del producto de prueba de hormigón fresco con una depresión, es posible de forma también ventajosa, utilizar la depresión para elevar el producto de prueba de hormigón fresco y transportarlo.

El modelo de predicción se determina, de forma empírica, sobre la base de un juego de productos de calibración de hormigón fresco, los cuales son retirados temporalmente del proceso de fabricación en una etapa intermedia y son introducidos a continuación de nuevo en el proceso de fabricación, para formar con ellos productos de hormigón curado. Al mismo tiempo, determinan para los productos de calibración de hormigón fresco, en primer lugar, los valores de medición mencionados más arriba, es decir la densidad aparente y la permeabilidad a los gases o la dimensión geométrica, la masa y la permeabilidad a los gases. Tras la fabricación de los productos de hormigón curado a partir de los productos de calibración de hormigón fresco individuales, es decir después de 28 días, se determina para cada uno de estos productos de hormigón curado el valor de la medida de la calidad. A continuación, mediante procedimientos adecuados como, por ejemplo, procedimientos de regresión conocidos, se puede determinar una relación entre los valores para la medida de la calidad y los valores de medición, que representa el modelo de predicción.

El modelo de predicción se puede determinar también, de manera ventajosa, de forma empírica sobre la base de dos juegos de probetas de calibración de hormigón fresco, las cuales son representativas para la etapa intermedia del proceso de fabricación. Los juegos se seleccionarán de tal manera que para cada producto de calibración de hormigón fresco de un juego existe un producto de calibración de hormigón fresco en el otro juego, el cual ha sido fabricado exactamente de la misma forma. Los juegos individuales proceden de la misma carga y son fabricados con la misma mezcla. Los productos de hormigón fresco asignados a pares proceden además preferentemente de la misma posición en la moldeadora, con el fin de excluir diferencias de compresión. Uno de los juegos de productos de calibración de hormigón fresco es retirado del proceso de fabricación en la etapa intermedia y es eliminado tras la determinación de los valores de medición mencionados más arriba. Además, se determina para cada uno de los productos de hormigón curado, que resultan de los productos de calibración de hormigón fresco del otro juego, el valor para la medida de la calidad. A continuación, mediante procedimientos adecuados, como por ejemplos los procedimientos de regresión conocidos, se puede determinar una relación entre los valores para la medida de la calidad y los valores de medición, que representa el modelo de predicción.

En una forma de realización preferida, la medida de la calidad es la densidad aparente, la resistencia a las heladas o el valor de la resistencia del producto de hormigón curado. El valor de la resistencia puede ser, por ejemplo, una resistencia a la flexotracción o una resistencia a la compresión.

Mediante la posibilidad de determinar la calidad de los productos finales ya en una fase temprana del proceso de fabricación, es posible de manera ventajosa controlar el proceso de fabricación de productos de hormigón sobre la base de la diferencia del valor determinado sobre la base del modelo de predicción para el producto de prueba de hormigón fresco para la medida de la calidad del producto de hormigón fresco correspondiente y un valor teórico para la medida de la calidad. Se puede formar un circuito de regulación cerrado, en el cual los parámetros del proceso sean controlados, de tal manera que se minimice la diferencia entre el valor estimado y el valor teórico.

Algunos ejemplos de formas de realización ventajosas del procedimiento se resumen del siguiente modo:

Ejemplo 1: Procedimiento para el control de calidad de un proceso de fabricación de productos de hormigón, teniendo lugar el control de calidad sobre la base de mediciones, que se llevan a cabo en los productos de hormigón en una etapa intermedia del proceso tras la conformación y la compactación en la fase de hormigón fresco, caracterizado porque el procedimiento presenta las etapas siguientes: determinar los valores de medición en un producto de hormigón de prueba de hormigón fresco de la etapa intermedia del proceso, comprendiendo los valores de medición una medida para la densidad aparente y la permeabilidad a los gases del producto de prueba de hormigón fresco, y determinar un valor estimado para una medida de la calidad del producto de hormigón curado, que resulta en el posterior desarrollo del proceso a partir del producto de prueba de hormigón fresco, sobre la base de un modelo de predicción predeterminado, que relaciona los valores de medición de los productos de hormigón fresco de la etapa intermedia del proceso con la medida de la calidad de los productos de hormigón curado correspondientes.

Ejemplo 2: En un procedimiento según el ejemplo 1, se determina como medida para la densidad aparente del producto de prueba de hormigón fresco una dimensión geométrica y la masa del producto de prueba de hormigón fresco.

Ejemplo 3: En un procedimiento según el ejemplo 2, se determina la dimensión geométrica con la ayuda de un procedimiento de medición óptico.

Ejemplo 4: En un procedimiento según el ejemplo 3, la dimensión geométrica se mide con la ayuda de un láser.

Ejemplo 5: En un procedimiento según uno de los ejemplos 2 a 4, el producto de hormigón tiene forma de paralelepípedo y la dimensión geométrica es la altura del producto de prueba de hormigón fresco.

Ejemplo 6: En un procedimiento según uno de los ejemplos 1 a 5, la permeabilidad a los gases es la permeabilidad con respecto al aire.

Ejemplo 7: En un procedimiento según uno de los ejemplos 1 a 6, la permeabilidad a los gases se mide gracias a que se establece una diferencia de presión a lo largo de la superficie exterior del producto de prueba de hormigón fresco y se determina una medida para el paso de gas a través del producto de prueba de hormigón fresco, causado por la diferencia de presión.

Ejemplo 8: En un procedimiento según el ejemplo 7, la diferencia de presión se genera gracias a que en la zona de la superficie del producto de prueba de hormigón fresco se aplica una depresión.

Ejemplo 9: En un procedimiento según el ejemplo 8, la depresión se genera y se mantiene con la ayuda de una bomba de vacío con capacidad de bombeo determinada y como medida para el paso de gas se mide la depresión alcanzada por la bomba de vacío.

Ejemplo 10: En un procedimiento según el ejemplo 8, la depresión se genera con la ayuda de una bomba de vacío y como medida para el paso de gas se mide la velocidad del aumento de la presión tras la desactivación de la bomba de vacío.

Ejemplo 11: En un procedimiento según uno de los ejemplos 8 a 10, la depresión se utiliza para elevar el producto de prueba de hormigón fresco y transportarlo.

Ejemplo 12: En un procedimiento según una de los ejemplos 1 a 11, el modelo de predicción se determina de forma empírica, gracias a que se determinan los valores de medición para un juego de productos de calibración de hormigón fresco de la etapa intermedia del proceso, para cada uno de los productos de hormigón fresco, que resultan de los productos de calibración de hormigón fresco, se determina el valor para la medida de la calidad y se obtiene una relación entre los valores para la medida de calidad y los valores de medición.

Ejemplo 13: En un procedimiento según uno de los ejemplos 1 a 11, el modelo de predicción se determina de forma empírica, gracias a que se preparan dos juegos de productos de calibración de hormigón fresco de la etapa intermedia del proceso, existiendo para cada producto de calibración de hormigón fresco de un juego un producto de calibración de hormigón fresco en el otro juego, el cual está fabricado exactamente de la misma manera, y gracias a que se determinan los valores de medición para un juego de productos de calibración de hormigón fresco de la etapa intermedia del producto y para cada uno de los productos de hormigón fresco, que resultan de los productos de calibración de hormigón fresco del otro juego, se determina el valor para la medida de calidad y se obtiene una relación entre los valores para la medida de calidad y los valores de medición.

Ejemplo 14: En un procedimiento según uno de los ejemplos 1 a 13, la medida de la calidad es la densidad aparente, la resistencia a las heladas o un valor de la resistencia del producto de hormigón curado.

Ejemplo 15: En un procedimiento según uno de los ejemplos 1 a 14, el proceso de fabricación de productos de hormigón es controlado sobre la base de la diferencia entre el valor, determinado sobre la base del modelo de predicción para el producto de prueba de hormigón fresco (3), para la medida de la calidad del producto de hormigón curado correspondiente y un valor teórico para la medida de la calidad.

Por consiguiente, el dispositivo según la invención está conformado en formas de realización ventajosas tal como se verá a continuación.

En una forma de realización preferida, el dispositivo para la determinación de una dimensión geométrica es un dispositivo de medición óptico, con el cual se puede medir la dimensión geométrica mediante un procedimiento de medición óptico adecuado. El experto en la materia conoce un gran número de dispositivos de medición y procedimientos de medición adecuados. Con procedimientos de medición ópticos se puede obtener, de manera muy rápida y sencilla, el valor de medición correspondiente. Una exactitud esencialmente grande se puede conseguir cuando el dispositivo para la determinación de una dimensión geométrica presenta un láser, con cuya ayuda se puede determinar la dimensión geométrica.

En otra forma de realización preferida, el dispositivo para la determinación de una dimensión geométrica está adaptado para determinar la altura de un producto de hormigón en forma de paralelepípedo. Al mismo tiempo, el concepto de altura se refiere a la posición de montaje prevista más tarde para el producto de hormigón.

Además, se prefiere que el dispositivo para la determinación de la permeabilidad a los gases esté adaptado para

determinar la permeabilidad frente al aire. Un dispositivo de medición de este tipo se puede realizar de una manera especialmente sencilla y económica dado que se puede trabajar con la atmósfera normal y no es necesaria la utilización de gases especiales. Esta medición se puede llevar a cabo muy rápidamente con gran exactitud.

5 Se prefiere, en particular, que el dispositivo de generación de presión esté adaptado para generar una depresión en la cámara cerrada mediante el producto de prueba de hormigón fresco. En este caso, comprende el dispositivo de generación de presión preferentemente una bomba de vacío y el dispositivo para la determinación de la permeabilidad a los gases presenta un dispositivo de medición de la presión para la determinación de la presión en la cámara. Si la bomba de vacío se hace funcionar con una capacidad de bombeo definida entonces la presión
10 medida por el dispositivo de medición de la presión depende del paso de gas a través del producto de prueba de hormigón fresco causado por la depresión. En otra estructuración preferida, está previsto además un dispositivo de medición del tiempo, con el cual se puede medir la velocidad del aumento de la presión tras la desactivación de la bomba de vacío. Esta constante de tiempo, partiendo de un nivel de presión definido, es una medida, que se puede
15 determinar de forma sencilla y exacta, para el paso de gas, dado que lo que importa no es la medición absoluta exacta de una presión y por ello, se imponen exigencias menores al dispositivo de medición de la presión.

Resulta ventajoso que esté previsto un dispositivo de transporte para la elevación y transporte del producto de prueba de hormigón fresco, formando la cámara una parte del dispositivo de transporte y pudiendo ser elevado y transportado el producto de prueba de hormigón fresco, cuando se genera una depresión en la cámara. Un
20 dispositivo de transporte de este tipo se puede realizar de forma especialmente sencilla y económica. Con el dispositivo de transporte se puede retirar el producto de prueba de hormigón fresco del proceso de fabricación, puede ser llevado a una posición de medición y eliminado o ser introducido de nuevo en el proceso de fabricación.

Se prefiere además que el dispositivo de evaluación presente una memoria, en la cual pueden ser almacenados los valores de medición para un juego de productos de calibración de hormigón fresco de una etapa intermedia del proceso, y que el dispositivo de evaluación presenta además un dispositivo de introducción para la introducción de valores para la medida de la calidad para cada uno de los productos de hormigón curado, que resultan de los productos de calibración de hormigón fresco, o para productos de hormigón curado, los cuales resultan de los productos de calibración de hormigón fresco, o para productos de hormigón curado, los cuales resultan de un
25 segundo juego de productos de calibración de hormigón fresco, el cual se fabricó de la misma manera que el primer juego, estando la unidad de evaluación adaptada para almacenar los valores introducidos para la medida de la calidad en una memoria y obtener una relación entre los valores para la medida de la calidad y los valores de medición. Al mismo tiempo el dispositivo de evaluación está adaptado para almacenar los valores introducidos, para la medida de la calidad, en la memoria y establecer una relación entre los valores para la medida de la calidad y los
30 valores de medición.

En una memoria pueden almacenarse también diferentes modelos de predicción así como otros parámetros específicos para un producto de hormigón específico. Estos parámetros pueden ser, por ejemplo, valores teóricos para la anchura y la profundidad de un producto de hormigón en forma de paralelepípedo. Es posible más tarde
35 seleccionar, en el dispositivo de evaluación, el modelo de predicción que se ajusta a un determinado producto de hormigón y los demás parámetros adecuados.

La invención se explica a continuación con mayor detalle a partir de un ejemplo de forma de realización, el cual está representado en el dibujo.
40

La Figura 1 muestra una vista esquemática en perspectiva de un dispositivo de según la invención para el control de calidad de un proceso de fabricación de productos de hormigón.
45

El dispositivo 1 mostrado en la Figura 1 para el control de la calidad de un proceso de fabricación de productos de hormigón presenta un dispositivo de transporte 2 para la elevación y el transporte de un adoquín de hormigón fresco 3. El dispositivo de transporte 2 puede ser cogido por un operario con la mano por un mango 4, de manera que el adoquín 3 es elevado por el operario a mano y es transportado a la posición de medición en el dispositivo 1. Para una disposición adecuada del dispositivo 1, un adoquín 3 puede ser extraído, con la ayuda del dispositivo de transporte 2, para la medición, directamente del proceso de fabricación.
50

Para la sujeción del adoquín 3, el dispositivo de transporte 2 presenta una base 5, cuyo espacio interior (no representado) puede ser (en parte) evacuado a través de una conducción 6 para la generación de una depresión. Con este propósito la conducción 6 está conectada con una bomba de vacío (no representada). En una placa de cierre 7 inferior de la base 5 del dispositivo de transporte 2 están previstas dos aberturas 8, rodeadas por una obturación adecuada, que pueden ser colocadas con sus obturaciones sobre el lado superior del adoquín 3, con el fin de obturar el espacio interior de la base 5 mediante el adoquín 3. De esta manera, el adoquín 3 es sujetado, tras la evacuación del espacio interior de la base 5, mediante la depresión al dispositivo de transporte 2. La previsión de dos aberturas 8 tiene, frente a la previsión asimismo posible de únicamente una abertura, la ventaja de que la medición es más representativa, a causa de la distribución de las aberturas y a que, mediante la reducción de las aberturas individuales, se minimiza el peligro de una deformación del producto de hormigón fresco medido.
55
60
65

El dispositivo 1 presenta además una balanza 9, sobre la cual se encuentra la unidad de medición 10. El espacio interior de la unidad de medición 10 puede ser (parcialmente) evacuado para la generación de una depresión a través de una conducción 11. Con este propósito, la conducción 11 está conectada, igual que la conducción 6, con una bomba de vacío (no mostrada). Al mismo tiempo, las conducciones 6 y 11 pueden estar conectadas con la misma o con diferentes bombas de vacío. En una placa de cierre 12 superior de la unidad de medición 10 está prevista una abertura 13 rodeada por una obturación adecuada, sobre cuya obturación puede ser colocado el adoquín 3 sujeto por el dispositivo de transporte 2, con el fin de obtener el espacio interior de la unidad de medición 10 mediante el adoquín 3. De esta manera, se sujeta el adoquín 3, tras la evacuación del espacio interior de la unidad de medición 10, mediante depresión a la unidad de medición 10.

Este estado, en el cual el adoquín 3 es sujetado mediante depresión tanto por el dispositivo de transporte 2 como también por la unidad de medición 10, es la posición de medición del adoquín 3. En ésta el adoquín 3 está fijado de manera segura durante la medición. Gracias a ello, las mediciones se pueden llevar a cabo también en un entorno de producción rudo de manera fiable y de forma sencilla. Al mismo tiempo, se puede determinar no únicamente la masa del adoquín 3 con la ayuda de la balanza 9, sino que se puede llevar a cabo, de forma paralela, varias mediciones diferentes más y se pueden determinar los valores de medición correspondientes.

Para la determinación de la altura del adoquín 3, está dispuesto en el dispositivo de transporte 2 un sensor de distancia 14 óptico el cual, en el caso de un deseo de una mayor exactitud puede ser por ejemplo un sensor de distancia láser y que como medida de la altura mide la distancia hacia la placa de cierre 12 de la unidad de medición 10. Además, al dispositivo de transporte 2 está asociado un dispositivo de medición de la presión 15, con el cual se puede medir la presión en el espacio interior de la base 5 del dispositivo de transporte 2. De forma similar está previsto en la unidad de medición 10 un dispositivo de medición de la presión (no representado) con el cual se puede medir la presión en el espacio interior de la unidad de medición 10. Si la bomba de vacío o las bombas de vacío se hacen funcionar con una capacidad de bombeo definida, las presiones medidas por los dispositivos de medición de la presión del dispositivo de transporte 2 y la unidad de medición 10 características para los pasos de aire, causados por las depresiones, a través del adoquín 3.

Las señales suministradas por el dispositivo de medición de la presión 15 y el sensor de distancia láser 14 son suministradas a través de conducciones eléctricas, las cuales pueden estar integradas en la conducción 6, o de forma inalámbrica a una unidad de evaluación y control 16. De forma similar, las señales suministradas por la balanza 9 y el dispositivo de medición de la presión de la unidad de medición 10 son suministradas, a través de conducciones eléctricas, las cuales pueden estar integradas en la conducción 11, o de forma inalámbrica a la unidad de evaluación y control 16. La unidad 16, a través de la cual se controla el funcionamiento del dispositivo 1, presenta un procesador y una memoria acoplada con el procesador, con cuya ayuda las señales captadas pueden ser evaluadas para la determinación de un valor para una medida de la calidad del adoquín acabado que resultaría, tras la finalización del proceso de fabricación a partir del adoquín de hormigón fresco 3, con la utilización de un modelo de predicción adecuado. La unidad 16 presenta al mismo tiempo preferentemente dispositivos de introducción adecuados para la introducción de parámetros para la evaluación.

Antes de que el dispositivo 1 sea utilizado, en el marco de un proceso de fabricación de un producto de adoquín determinado, hay que inicializar la unidad 16 con los parámetros adecuados para la evaluación. Con este propósito, se lleva a cabo el proceso de fabricación del producto de adoquín para una carga de prueba. En una etapa intermedia definida durante la fase de hormigón fresco del proceso de fabricación, tras la conformación y la compactación en una moldeadora de adoquines, se cogen uno tras otro, con la ayuda del dispositivo de transporte 2, varios adoquines de hormigón fresco 3 y se retiran del proceso de fabricación. Los adoquines de hormigón fresco 3 individuales son transportados al dispositivo 1 y son dispuestos en la posición de medición. Con el fin de llevar a cabo las mediciones descritas anteriormente y para determinar, para cada adoquín de hormigón fresco 3, los valores de medición correspondientes. Los valores de medición son almacenados en la memoria de la unidad 16 de manera que sea posible una asignación posterior a los adoquines de hormigón fresco 3 individuales. Cada adoquín de hormigón fresco 3 es retirado, tras su medición y la desconexión de la depresión en la unidad de medición 10, con la ayuda del dispositivo de transporte 2 fuera de su posición de medición y es introducido de nuevo en el proceso de fabricación. Al mismo tiempo el adoquín de hormigón fresco 3 es liberado, mediante desconexión de la depresión en la base 5 del dispositivo de transporte 2. De manera alternativa, los adoquines de hormigón fresco 3 pueden ser también eliminados, lo que debe suceder cuando los adoquines de hormigón fresco 3 medidos experimentan variaciones durante la medición. En caso de eliminación debe existir para el procedimiento restante, para cada adoquín de hormigón fresco 3 medido, un adoquín de hormigón fresco a ser posible idéntico, el cual recorra por completo el proceso de fabricación. Los adoquines de hormigón fresco de este tipo con aproximadamente las mismas propiedades se pueden fabricar, dentro de la misma carga, con la misma mezcla y en lugares idénticos en la moldeadora.

Los adoquines de hormigón fresco 3 medidos o los adoquines de hormigón fresco 3 lo más idénticos posible recorren por completo el resto del proceso de fabricación. A continuación, es decir aproximadamente 28 días tras la medición, se estudia la calidad de los adoquines de hormigón curado que se han formado a partir de los adoquines de hormigón fresco 3 o los adoquines de hormigón fresco 3 lo más idénticos posible medidos, gracias a que se determinan valores para una o varias medidas de la calidad como, por ejemplo, la resistencia o la densidad

aparente. Las mediciones se pueden llevar a cabo con la ayuda de dispositivos de medición separados. Sin embargo, es también posible, integrar dispositivos de medición correspondientes en el dispositivo 1. En cualquier caso los valores de la calidad medidos son suministrados a la unidad 16, gracias a que por ejemplo son introducidos a mano, y son almacenados en la memoria de la unidad 16 de manera que estén asignados a los valores de medición del adoquín de hormigón fresco 3 correspondiente en cada caso. El procesador de la unidad 16 puede entonces, mediante un procedimiento de regresión adecuado, calcular un modelo de predicción, el cual relaciona los valores de medición de los adoquines de hormigón fresco 3 con los valores de la calidad de los adoquines de hormigón curado correspondientes. Los adoquines de hormigón fresco medidos y, en su caso, los adoquines de hormigón fresco lo más idénticos posible constituyen en cada caso una juego de adoquines de calibración.

Esta inicialización tiene que ser repetida en general para cada producto de hormigón individual, es decir para una fórmula determinada y para otros parámetros del proceso determinados, dado que los modelos de predicción se diferenciarán por regla general. De todos modos, es posible en la práctica clasificar los productos de artículo de hormigón diferentes en grupos con propiedades suficientemente parecidas y utilizar para cada grupo un único modelo de predicción, el cual suministra una exactitud suficiente para todos los integrantes del grupo. En caso extremo es también posible utilizar un único modelo de predicción general para todos los productos de hormigón. Aunque en este caso la exactitud se reduzca con claridad bajo ciertas circunstancias, un modelo de predicción de este tipo puede ser suficiente para estimaciones sencillas y económicas. Un dispositivo correspondiente se podría simplificar en cuanto a su estructura.

La inicialización puede ser llevada a cabo por el propio usuario o por parte del fabricante. De esta manera el fabricante puede inicializar previamente el dispositivo para un número de productos de hormigón típicos.

Los diferentes modelos de predicción son almacenados en la memoria de la unidad 16. Tan pronto como la unidad 16 es inicializada para un producto de hormigón determinado, es posible de esta manera elegir el modelo de predicción adecuado en la unidad 16. A continuación, se puede controlar la calidad del proceso de fabricación, por ejemplo de un determinado producto de adoquín, gracias a que con la unidad de transporte 3 se retiran del proceso de manera individualizada adoquines de prueba de hormigón fresco en una etapa intermedia, que se utilizó para la generación del modelo de predicción. Para ello el operario debe colocar únicamente el dispositivo de transporte 2 sobre el adoquín de prueba de hormigón fresco 3 y activar la bomba de vacío para la generación de depresión en la base 5. Tras la disposición del adoquín de prueba de hormigón fresco 3 en la posición de medición en el dispositivo 1 se determinan de forma automática, paralelamente, los diferentes valores de medición y se suministran a la unidad 16. La unidad 16 calcula, con la ayuda del modelo de predicción adecuado, un valor para una o varias medidas de la calidad del producto final, que resultaría del adoquín de prueba de hormigón fresco 3, si el adoquín de prueba de hormigón fresco 3 volviese a ser introducido en el proceso de fabricación. Esta reintroducción es posible, de hecho, sin más, cuando las mediciones se llevan a cabo con mucha rapidez y el adoquín de prueba de hormigón fresco 3 no es modificado. Si se introduce de nuevo el adoquín de prueba de hormigón fresco 3 en el proceso de fabricación, entonces es ventajoso que en el producto final correspondiente se midan valores para las medidas de la calidad y que sean suministradas a la unidad 16. De esta manera, el modelo de predicción puede continuar siendo mejorado por la unidad 16 durante el funcionamiento normal. Se puede lograr lo mismo gracias a que, además del adoquín de prueba de hormigón fresco 3, exista otro adoquín de prueba de hormigón fresco 3, lo más idéntico posible, fabricado de la manera mencionada anteriormente, el cual recorra por completo el proceso de fabricación.

El dispositivo se puede estructurar también de forma aún más compacta gracias a que en lugar de la previsión de la balanza 9 se monte una célula de báscula en el dispositivo de transporte 2. La masa se determina entonces mientras que el producto de prueba de hormigón fresco pende del dispositivo de transporte. Cuando la unidad 16 es integrada asimismo en el dispositivo de transporte 2 o los valores de medición son suministrados de forma inalámbrica a una unidad 16 separada, se puede estructurar la totalidad del dispositivo, en su caso con la excepción de las bombas de vacío, como dispositivo portátil.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para el control de calidad de un proceso de fabricación de productos de hormigón, que está adaptado para llevar a cabo mediciones en los productos de hormigón en una etapa intermedia del proceso tras la conformación y compactación en la fase de hormigón fresco, presentando el dispositivo (1):
- un dispositivo (9, 14) para la determinación de una medida para la densidad aparente de un producto de prueba de hormigón fresco (3) de la etapa intermedia del proceso, y
 - un dispositivo (6, 8, 10, 11, 13, 15) para la determinación de la permeabilidad a los gases del producto de prueba de hormigón fresco (3),
- caracterizado porque el dispositivo (6, 8, 10, 11, 13, 15) para la determinación de la permeabilidad a los gases presenta una cámara, la cual tiene una abertura (8, 13), cuyos bordes pueden entrar en contacto de manera estanca con una zona de la superficie exterior del producto de prueba de hormigón fresco (3), para cerrar la abertura (8, 13), y porque el dispositivo (6, 8, 10, 11, 13, 15) para la determinación de la permeabilidad a los gases contiene además un dispositivo de generación de presión, con el cual se puede generar una sobrepresión o una depresión en la cámara, y un dispositivo (15) para la determinación de una medida para el paso de gas a través del producto de prueba de hormigón fresco (3), causado por la diferencia de presión,
- estando el dispositivo (1) estructurado, de tal manera que el producto de prueba de hormigón fresco (3) pueda ser dispuesto en una única posición de medición, en la cual se pueden determinar simultáneamente todos los valores de medición necesarios para la determinación de la medida para la densidad aparente y para la determinación de la permeabilidad a los gases con la ayuda del dispositivo (9, 14) para la determinación de una medida para la densidad aparente y el dispositivo (6, 8, 10, 11, 13, 15) para la determinación de la permeabilidad a los gases, y porque el producto de prueba de hormigón fresco (3) puede ser fijado mediante depresión en la posición de medición.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de generación de presión está adaptado para generar una depresión en la cámara cerrada mediante el producto de prueba de hormigón fresco (3).
3. Dispositivo según la reivindicación 2, en el que el dispositivo de generación de presión comprende una bomba de vacío y en el que el dispositivo (6, 8, 10, 11, 13, 15) para la determinación de la permeabilidad a los gases presenta un dispositivo de medición de la presión (15) para la determinación de la presión en la cámara.
4. Dispositivo según la reivindicación 3, que contiene además un dispositivo de medición del tiempo, con el cual se puede medir la velocidad del aumento de la presión tras la desactivación de la bomba de vacío.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 2 a 4, que presenta además un dispositivo de transporte (2) para la elevación y el transporte del producto de prueba de hormigón fresco (3), formando la cámara una parte del dispositivo de transporte (2) y pudiendo ser elevado y transportado el producto de prueba de hormigón fresco (3), cuando se genera una depresión en la cámara.
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el dispositivo (6, 8, 10, 11, 13, 15) para la determinación de la permeabilidad a los gases está adaptado para determinar la permeabilidad con respecto al aire.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el dispositivo (9, 14) para la determinación de una medida para la densidad aparente del producto de prueba de hormigón fresco (3) presenta un dispositivo (14) para la determinación de una dimensión geométrica del producto de prueba de hormigón fresco (3) y un dispositivo (9) para la determinación de la masa del producto de prueba de hormigón fresco (3).
8. Dispositivo según la reivindicación 7, en el que el dispositivo (14) para la determinación de una dimensión geométrica es un dispositivo de medición óptico, con el cual se puede medir la dimensión geométrica mediante un procedimiento de medición óptico adecuado.
9. Dispositivo según la reivindicación 8, en el que el dispositivo (14) para la determinación de una dimensión geométrica presenta un láser, mediante el cual se puede determinar la dimensión geométrica.
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 9, en el que el dispositivo (14) para la determinación de una dimensión geométrica está adaptado para determinar la altura de un producto de hormigón en forma de paralelepípedo.
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10, que presenta asimismo un dispositivo de evaluación (16), el cual está acoplado y adaptado al dispositivo (9, 14) para la determinación de una medida para la densidad aparente y al dispositivo (6, 8, 10, 11, 13, 15) para la determinación de la permeabilidad a los gases, con el fin de recibir los valores de medición suministrados por el mismo para un producto de prueba de hormigón fresco (3) de la etapa intermedia del proceso y determinar, sobre la base de un modelo de predicción predeterminado, que relaciona los valores de medición de los productos de hormigón fresco de la etapa intermedia del proceso con una medida de

calidad de los productos de hormigón curado correspondientes, un valor estimado para la medida de la calidad del producto de hormigón curado, que resulta en el posterior desarrollo del proceso a partir del producto de prueba de hormigón fresco (3) medido.

- 5 12. Dispositivo según la reivindicación 11, en el que el dispositivo de evaluación (16) presenta una memoria, en la cual pueden ser almacenados los valores de medición para un juego de productos de calibración de hormigón fresco de una etapa intermedia del proceso, y que presenta además un dispositivo de introducción para la introducción de valores para la medida de la calidad para cada uno de los productos de hormigón curado, que resultan de los productos de calibración de hormigón fresco, o para productos de hormigón curado, los cuales resultan de un
- 10 segundo juego de productos de calibración de hormigón fresco, el cual se fabricó de la misma manera que el primer juego, estando adaptada la unidad de evaluación para almacenar los valores introducidos para la medida de la calidad en una memoria y determinar una relación entre los valores para la medida de la calidad y los valores de medición.

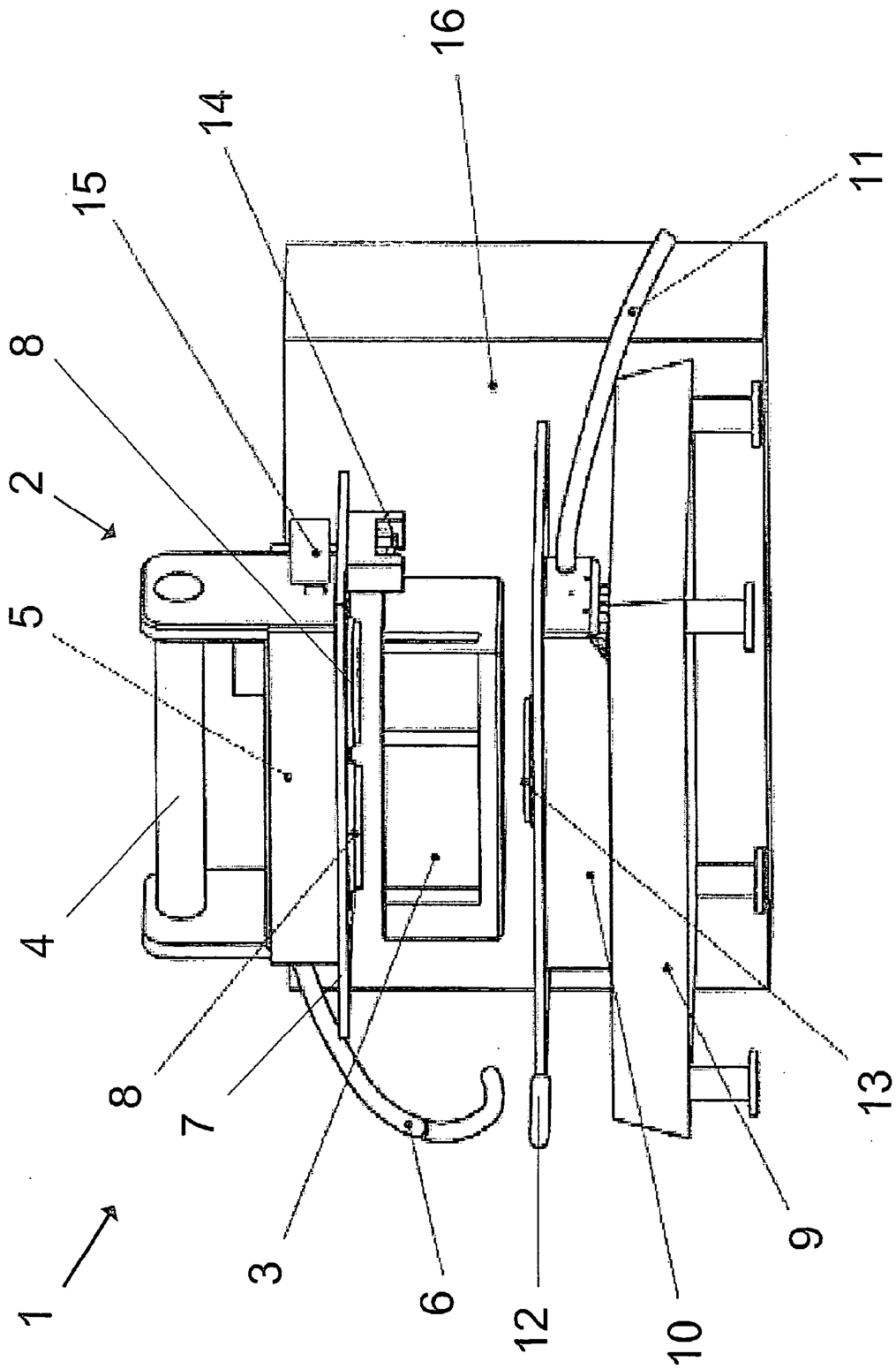


Figura 1