

ALEMANIA

1. Requisitos de entrada a la universidad

El acceso al sistema universitario alemán se realiza tras haber cursado los trece cursos correspondientes a la educación primaria y secundaria que permite obtener el diploma “*Allgemeine Hochschulreife*”.

2. Estructura básica de títulos en Ingeniería. Titulaciones más afines a la Ingeniería Industrial

En el año 2000 existían en Alemania 350 instituciones públicas de educación superior que se clasifican de la siguiente manera:

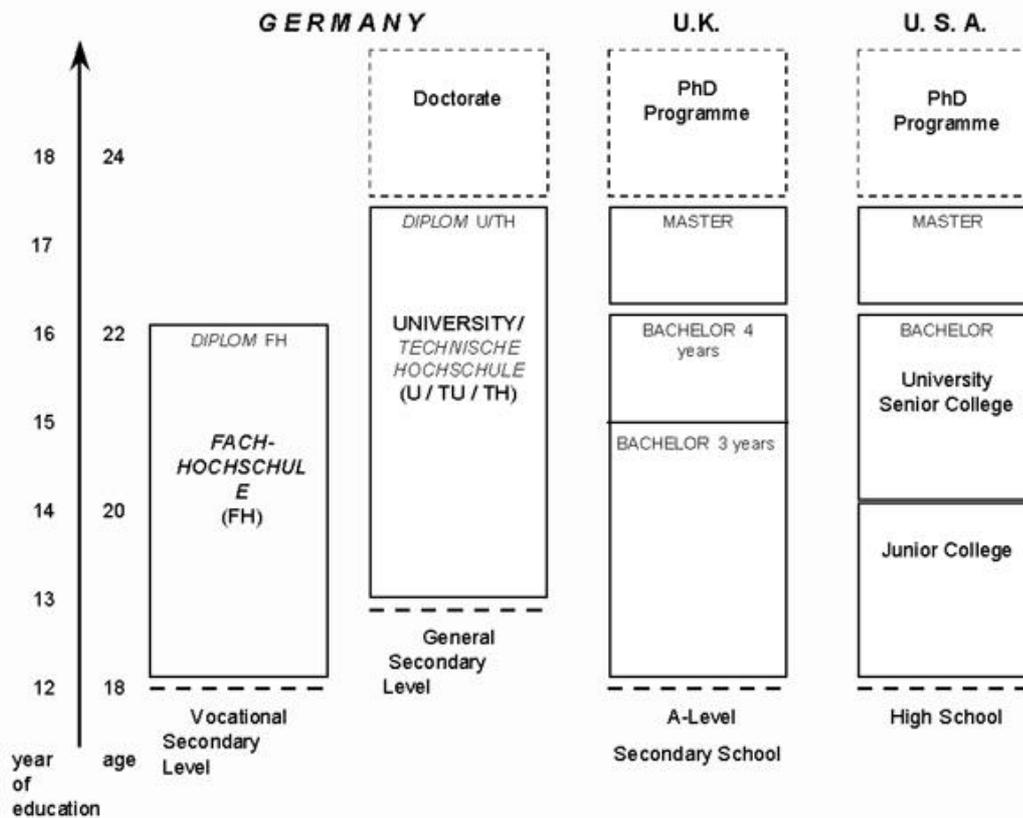
- Universidades e instituciones equivalentes: 119. Entre éstas se encuentran las Escuelas Técnicas (*Technische Hochschulen* que podrían ser equivalentes a las Escuelas Técnicas Superiores españolas) y las Universidades Técnicas (*Technische Universitäten*). Ambas se especializan en ciencias naturales e ingeniería.
- *Fachhochschulen*: 182. Imparten títulos de grado medio que en ingeniería podrían ser equivalentes a las Escuelas Universitarias.
- Colegios de arte y música: 49

En general, los estudios universitarios clásicos de grado superior conducen a la obtención de un *Diplom* y suelen dividirse en dos partes: los estudios básicos (*Grundstudium*) que ocupan normalmente cuatro semestres y los estudios avanzados (*Hauptstudium*) que suponen usualmente cinco semestres adicionales y que terminan con un examen final.

En 1998 se realizó la modificación de la legislación universitaria en el sentido de adoptar, en paralelo con los títulos clásicos, los nuevos grados de *Bachelor* (Bakkalaureus) y *Master* (Magister). Para estos grados, la duración total de los estudios es de cinco años si se realizan de forma consecutiva. El periodo de estudios para la obtención del grado de *Bachelor* se fija entre un mínimo de tres años y un máximo de cuatro mientras que para el *Master* está entre un mínimo de uno y un máximo de dos. Es relevante indicar que se realiza distinción entre los estudios más aplicados dándoles la denominación de *Bachelor/Master of Engineering* de aquellos que tienen una orientación más teórica y que se denominan *Bachelor/Master of Science*. El nuevo grado de *Master* se considera equivalente al *Diplom* clásico.

La siguiente figura muestra la estructura del sistema universitario alemán en comparación con los sistemas de Reino Unido y Estados Unidos.

Higher education in Germany, U.K. and the U.S.A.



Por lo que se refiere a los programas de ingeniería similares a la Ingeniería Industrial española debe destacarse en primer lugar que las especialidades clásicas en ingeniería impartidas en las universidades alemanas son mecánica, eléctrica, química y civil. A pesar de que la denominación de los títulos de ingeniería en Alemania indica una orientación especialista, la realidad es que algunos de estos programas han evolucionado con el objetivo de adaptarse a las nuevas realidades de la industria. Los dos programas que mayor semejanza tienen con la Ingeniería Industrial tanto en lo que se refiere a objetivos formativos como a contenidos son los siguientes:

- Programa de Ingeniería Mecánica (*Maschinenbau*). Al igual que ha ocurrido en otros países de Europa como Italia, Suiza o Austria, el programa de ingeniería mecánica en algunas universidades alemanas ha evolucionado hacia una orientación sustancialmente multidisciplinar manteniendo la exigencia de una fuerte base teórica en las ciencias básicas. Podrían buscarse las razones de este hecho en la intención de adaptar unos estudios que podríamos definir como “históricos” a nuevas situaciones industriales y económicas que exigen profesionales con un buen dominio de las tecnologías básicas y de la realidad industrial y empresarial.
- Programa de Ingeniería Industrial (*Wirtschaftsingenieur*). En este tipo de programas se combina la formación técnica con la formación en ciencias económicas y empresariales. El objetivo principal de la formación es formar ingenieros con una elevada capacidad de gestión empresarial. El programa

parte de la idea de que el gestor de la empresa tecnológica debe poseer una formación técnica interdisciplinar combinada con la formación puramente economista y empresarial. La denominación de “industrial” se utiliza en muchos países con un sentido diferente al que tiene en España, siendo éste el de indicar una formación en ingeniería orientada específicamente hacia la producción, gestión y organización de la empresa industrial.

3. Programas. Materias

Se indican a continuación algunas de las Universidades o Escuelas Técnicas alemanas que ofrecen programas de ingeniería:

- Universidad Técnica de Brandeburgo.
<http://www.tu-cottbus.de/BTU/hp/index.html>
- Universidad Técnica de Ilmenau.
<http://www.tu-ilmenau.de/>
- Universidad Técnica de Clausthal
<http://www.tu-clausthal.de/>
- Universidad Técnica de Berlín
<http://www.tu-berlin.de/eng/index.html>
- Universidad Técnica de Dresde
<http://www.tu-dresden.de/homepagejb.htm>
- Escuela Técnica de Aachen
<http://www.rwth-aachen.de/>
- Universidad Técnica de Hamburgo
<http://www.tu-harburg.de/>

Dejando aparte los nuevos títulos *Master*, se comentan, a continuación, algunos de los programas de ingeniería ofertados por algunas de las universidades anteriores y que destacan por su carácter multidisciplinar y por la existencia de una base científica sólida:

- **Universidad Técnica de Clausthal. Programa de Ingeniería Industrial (Wirtschaftsingenieur)**

El objetivo del programa es ofrecer una formación interdisciplinar que una la tecnología con la gestión de la empresa ya que se considera que “en un mundo competitivo la empresa industrial demanda la habilidad de pensar en varias direcciones”. La formación se divide en dos partes cuyos contenidos se detallan en la siguiente tabla:

Materias del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Clausthal

Estudios básicos (2 años)	Estudios principales (2,5 años) Orientación: materiales y energía	Estudios principales (2,5 años) Orientación: producción y procesos
Matemáticas Química Física Dibujo técnico Ingeniería eléctrica Ingeniería mecánica Administración de empresas Economía Contabilidad financiera Mecánica de fluidos Termodinámica Procesamiento de datos Informática Introducción al derecho Competencia social	Gestión de las organizaciones y de los recursos humanos Gestión de la producción Finanzas Microeconomía Macroeconomía Derecho empresarial	
	Ciencias de la tierra Producción petrolífera y de gas natural Transporte y distribución de gas natural Sistemas de potencia	Ciencia de los materiales Procesos metalúrgicos Fabricación Tecnología de la producción Ingeniería de procesos Flujo de materiales y logística

Como se aprecia en la tabla, una parte importante de la formación se dedica a la gestión y organización empresarial. La formación también incluye las principales ciencias básicas y disciplinas tecnológicas.

- **Universidad Técnica de Clausthal. Programa de Ingeniería Mecánica (Maschinenbau)**

A pesar de su adjetivo especialista, este programa de ingeniería parte de la idea de que el ingeniero “mecánico” actual no se puede dedicar únicamente al diseño de máquinas sino que debe prepararse para un abanico muy amplio de salidas profesionales en la industria. Esta idea hace que la formación sea básicamente multidisciplinar con el objetivo de centrar su actividad en áreas en las que se demanda un buen conocimiento de las bases científicas y técnicas, la habilidad de afrontar problemas complejos de forma teórica y una visión muy amplia y organizada. La formación ofertada se indica en la siguiente tabla:

Materias del programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Clausthal

Estudios básicos (2 años)	Estudios principales (2,5 años) Orientación: diseño, producción y operación	Estudios principales (2,5 años) Orientación: ingeniería eléctrica y automatización de sistemas
Matemáticas Química Física Dibujo técnico Ingeniería eléctrica Administración de empresas Mecánica de fluidos Mecánica aplicada Termodinámica Competencia social Ingeniería de fabricación Materiales Elementos de diseño Procesamiento de datos	Vibraciones y dinámica de máquinas Medidas Ingeniería de control Ingeniería de producción Flujo de materiales y logística Ingeniería de materiales Teoría de diseño Máquinas de conversión de energía Desarrollo de productos basado en ordenador Ingeniería de fatiga Sistemas eléctricos de potencia Sistemas de energía Control y sistemas de información Tribología Ingeniería de procesos	Medidas Ingeniería de control Electrónica Sistemas eléctricos de potencia Control y sistemas de información Ingeniería de programación para sistemas técnicos Transmisión de señal Distribución de energía eléctrica Ingeniería de producción Ingeniería de fatiga Ingeniería de procesos Vibraciones y dinámica de máquinas Automatización de procesos Métodos avanzados de matemáticas para el ingeniero

Es interesante destacar de la tabla anterior que, a pesar de tratarse de un programa de Ingeniería mecánica, se oferta una orientación en ingeniería eléctrica y automática lo que muestra que se valora en el ingeniero el dominio de diversas tecnologías básicas y aplicadas.

- **Universidad Técnica de Brandenburgo. Programa de Ingeniería Industrial (Wirtschaftsingenieur)**

Al igual que el programa de la Universidad Técnica de Clausthal, este programa de ingeniería propone combinar la formación técnica con la formación en economía y gestión empresarial ya que se considera que es la mejor aproximación a la gestión y dirección de la empresa industrial.

- **Universidad Técnica de Ilmenau. Programa de Ingeniería Mecatrónica**

En este programa de ingeniería de cinco años de duración se integran las disciplinas de ingeniería mecánica, eléctrica, electrónica e informática. El objetivo es formar profesionales versátiles con las capacidades básicas de:

- Analizar, describir, modelar y simular las relaciones complejas entre la física y la técnica con ayuda de las matemáticas, de los conocimientos de construcción, de la electrotecnia, de la electrónica y de la informática.
- Diseñar productos mecatrónicos.
- Mejorar y crear procedimientos de desarrollo y de producción con métodos de construcción apoyados por ordenadores.

- Valorar las repercusiones comerciales, de organización y ecológicas del desarrollo de productos mecatrónicos.

Es relevante destacar que este programa de formación es definido por los responsables del mismo como un programa interdisciplinar, con una gran solidez en los conocimientos básicos y métodos de trabajo así como por el desarrollo de capacidades no relacionadas directamente con la técnica como la capacidad de comunicación, de trabajo en grupo y de competencia social. Este tipo de formación permite al estudiante optar a una amplia gama de posibilidades de ocupación en empresas e instituciones. Como muestra del carácter multidisciplinar del programa se indican a continuación las materias del ciclo básico que comprende los dos primeros años:

- Matemáticas, Física, Química.
 - Electrotecnia, Electrónica, Técnica de circuitos.
 - Informática, Automatización, Tecnologías de Internet.
 - Materiales, Técnicas de construcción, Técnica de acabado.
 - Mecánica, Dinámica térmica y de fluidos.
 - Óptica, Luminotecnia.
- **Universidad Técnica de Dresde. Programa de Ingeniería Mecánica (Maschinenbau)**

Este programa de formación en ingeniería está orientado hacia la formación de ingenieros en sistemas de producción. Aunque el programa es menos generalista que los anteriores comparte ciertas características con los programas analizados hasta el momento como la formación científica y tecnológica básica y una introducción en las realidades económicas y humanas de la empresa.

4. Sistema de evaluación

La evaluación de cada materia se lleva a cabo usualmente mediante pruebas escritas u orales. Al finalizar la primera parte de los estudios (*Grundstudium*) se realiza un examen final que concede el título correspondiente (*Vordiplom*) y que puede constar de pruebas escritas y orales sobre las materias cursadas. Tras los estudios avanzados (*Hauptstudium*) se debe realizar una evaluación final que comprende pruebas escritas y una presentación oral sobre un tema desarrollado a lo largo de seis meses (que podría ser equivalente al Proyecto Fin de Carrera). Dicha evaluación final concede el llamado *Hauptdiplom*.

5. Efecto de la declaración de Bolonia

No como consecuencia directa de la Declaración de Bolonia sino más bien como resultado de un proceso de internacionalización y “globalización” de los estudios universitarios, el sistema universitario alemán decidió introducir en 1998 los nuevos grados de *Bachelor* y *Master*. Esta modificación ha tenido una percepción diferente según el tipo de institución universitaria afectada. Las Fachhochschulen

o Escuelas Técnicas han visto la oportunidad de pasar de universidades de “segunda clase” que ofrecen títulos de grado medio a instituciones superiores con la posibilidad de otorgar títulos *Master*, es decir, de grado superior. Por su parte, las Universidades y Escuelas Técnicas han mostrado mayor reluctancia a la hora de implantar los nuevos títulos y puede decirse que en muchos casos todavía están a la espera de conocer cómo el mercado de trabajo acepta a los nuevos titulados. Sin embargo, no han tenido más remedio que introducir los grados de Bachelor y Master que, en la actualidad, conviven con los diplomas clásicos. Debe destacarse también que muchos de los nuevos programas parecen definidos para intentar atraer a estudiantes de otros países. De hecho, se ha desarrollado sustancialmente en muchas universidades la impartición de cursos en inglés.

Una consecuencia derivada de la existencia de multitud de diferentes programas universitarios y diferentes universidades ha sido la necesidad de crear sistemas de acreditación.

6. Sistema de acreditación

En el sistema universitario tradicional no existe ningún procedimiento formal de acreditación ya que el título de “ingeniero” está protegido por ley. La necesaria armonización entre los estudios similares impartidos en diferentes universidades se consigue mediante una serie de “regulaciones” aprobadas por la Conferencia de Rectores (HRK) y el Ministerio de Cultura y en las que intervienen, además de las instituciones universitarias, las asociaciones de ingenieros (VDI, VDE) y las organizaciones industriales (p.ej. VDMA - fabricantes alemanes de maquinaria). Independientemente de esto, las universidades alemanas son entidades autónomas por lo que pueden establecer sus propios programas de acuerdo con sus prioridades y estrategias, cumpliendo, eso sí, con la regulación básica de la Conferencia de Rectores.

La situación, sin embargo, ha cambiado dramáticamente con la introducción y multiplicación de los nuevos grados de *Bachelor* y *Master*. Fue la Asociación de Ingenieros Alemanes (VDI) la que, en 1998, estableció la necesidad de introducir un sistema de acreditación que permitiera controlar la calidad de los nuevos programas de ingeniería.

En la actualidad existe una Agencia de Acreditación para Ingeniería e Informática (ASII) encargada de acreditar los nuevos programas de ingeniería. Los objetivos declarados de dicha agencia son:

- Asegurar la compatibilidad internacional de la estructura y grados de los programas de estudio en las universidades alemanas.
- Crear nuevas posibilidades en el marco de una educación más individualizada mediante la creciente flexibilidad de los programas de estudio en las universidades alemanas.
- Hacer los estudios en las universidades alemanas más atractivos ofreciendo cursos internacionales compatibles con el objetivo de aumentar la movilidad de los estudiantes alemanes y extranjeros.
- Garantizar elevados niveles de diversidad, calidad y transparencia de los programas de estudio.

Para cumplir las funciones anteriores, ASII establece los procedimientos y criterios a aplicar en la evaluación de los programas de ingeniería de acuerdo con las guías del Consejo de Acreditación y con las Directivas Europeas que sean de aplicación.

El Consejo de Acreditación es un organismo de supervisión nacional dependiente de la Conferencia de Rectores y del Ministerio de Cultura que coordina y supervisa los procedimientos de acreditación de todos los programas *Bachelor* y *Master* de las universidades alemanas. Además, se encarga de acreditar las agencias de acreditación de programas específicos como la ASII.