

تعليم الهندسة الإكلينيكية في ألمانيا

Clinical Engineering Education in Germany

Vera Dammann

Department of Hospital and Medical Engineering, Environmental, and Biotechnology
University of Applied Sciences Giessen-Friedberg
Giessen, Germany

إن لعضو الكادر الفني في قسم للهندسة الإكلينيكية (السريية) في ألمانيا تعليمًا تقنيًا رسميًا كحرفي (craftsman) ماهر مع أو من دون تخصص أو تأهيل عالٍ إضافي كـ "معلم" ("Meister") أو كفني أو كمهندس بدرجة جامعية. إن كامل التعليم الرسمي تحت سيطرة الحكومة فيما يتعلق بمستوى الجودة والمدة والشهادة النهائية. ينظم القانون التعليم وشروط الدخول والامتحان النهائي مع شهادة عند كل مستوى. تمنح الجامعات تقليديا الدبلوم في الهندسة بعد أربع أو خمس سنوات من الدراسة. ليس هناك درجة متقدمة باستثناء درجة الدكتوراه. كان هناك منذ أواخر تسعينيات القرن العشرين توجه في الجامعات نحو نظام البكالوريوس / الماجستير. لدى معظم المهندسين الإكلينكيين (السريين) شهادة دبلوم جامعي في العادة من جامعة أو جامعة علوم تطبيقية.

النظام الألماني للتعليم الهندسي

German System of Technical Education

مستوى الحرفي المؤهل Qualified Craftsman Level

المؤهل لدخول التدريب المهني لمدة ثلاثة أعوام أو ثلاثة أعوام ونصف العام هو شهادة مؤهلة عن إتمام عشر سنوات في مدرسة. ينص القانون على أن الشباب حتى ١٨ سنة من العمر يمكن تدريبهم فقط في مهن تدريب معترف بها. الحضور في المدارس المهنية إلزامي (حتى ١٢ ساعة أسبوعياً). تركيبة المدارس المهنية موحدة (مقيسة) إلى حد كبير. يتم التدريب على رأس العمل في مستشفى أو شركة ذات صلة ويتميز بطابعه المنهجي والمدرّس كما هو

مُعَرَّف في القواعد الناظمة للتدريب (المنهج الاتحادي (الفدرالي) للتدريب في منشأة) وبوجود المدرب والمعلم^(١) (Meister) المتخصص في التدريب لتوجيه المتدرب. لا تفرض المدارس المهنية العامة رسوماً للدراسة ويحصل المتدرب على راتب صغير من الشركة.

لا يوجد تدريب مهني رسمي لحرفي التكنولوجيا الطبية. يحصل الحرفيون العاملون في مجال الهندسة الإكلينيكية من خلال التدريب في الإلكترونيات والميكانيك على خبرة من خلال عدة سنوات من التدريب على رأس العمل في ورشة صيانة و/أو بحضور ندوات خاصة تقدمها مؤسسات التعليم المستمر أو الشركات المصنعة للأجهزة الطبية. هذه الندوات تؤهل المتدرب لمهام مفردة بسيطة إلى حد ما في العادة مثل صيانة نوع معين من مضخات الحقن الوريدي.

إن رئيس ورشة إلكترونيات أو ميكانيك في قسم هندسة إكلينيكية (سريرية) هو في العادة معلم حرفي ذو خبرة (أي: Meister)^(١). شهادة الـ Meister ضرورية أيضاً لتشغيل ورشة تقدم خدمات صيانة في ألمانيا. هذه القاعدة التنظيمية فعالة في جميع المجالات التجارية.

مستوى الفني (التقني) Technician Level

يُلقَّب فني الهندسة الطبية الحيوية (BMET) ذو الخبرة في ألمانيا بـ "الفني الطبي" "medical technician" ويُسمح له بالقيام بجميع مهام الصيانة والتعليمات والتوثيق في الهندسة الإكلينيكية. إن الفني الطبي على دراية بالمتطلبات القانونية المتعلقة بعمله، ويجب أن يكون في أي وقت قادراً على إثبات الطريقة التي تم بها اكتساب المعرفة الخاصة الضرورية لمهام صيانة مكرسة.

هناك عشر كليات تقنية/مدارس فنيين تقدم دورات دراسية لفني طبي لقاء رسوم، ومتطلب الدخول هو تدريب مهني ذو صلة. تستغرق الدورة الواحدة ٢٤٠٠ إلى ٢٩٠٠ ساعة اتصال (أي ستين بدوام كامل أو أربع سنوات بدوام جزئي) وتنتهي بامتحان معترف به من الولاية.

على النقيض من لقب "مهندس" (Ingenieur) فإن المصطلح العام "فني" "technician" ليست محمياً بالقانون في ألمانيا. إلا أن اللقب "فني مرخص" (باللغة الألمانية: فني ممتحن حكومياً staatlich geprüfter Techniker) محفوظ للفنيين الذين اجتازوا الامتحان في مدرسة فنيين مرخص لها.

مستوى الجامعة University Level

يحمل المهندسون الإكلينيكيون درجة جامعية: الدبلوم في الهندسة. هناك نوعان من الجامعات التي تقدم مقررات في الهندسة الطبية الحيوية/ الهندسة الإكلينيكية: جامعة النمط التقليدي (في اللغة الألمانية: Universität أي

(١) يتطلب تأهيل المعلم Meister الإتمام الناجح لتدريب مهني زائداً بعض سنوات الخبرة في العمل وحضور "دورة معلم" حوالي عام واحد. تكلف الدورة والامتحان النهائي حوالي عشرين ألف مارك ألماني. تُمنح الشهادة من قبل الغرفة المختصة أو النقابة.

الجامعة) وجامعة العلوم التطبيقية (في اللغة الألمانية: Fachhochschule أي المدرسة العليا التخصصية) الدبلومات من نوعي الجامعات متكافئتان تحت القانون.

تُعتبر الهندسة الإكلينيكية من العلوم التطبيقية ويتم تدريسها في برنامج متعدد التخصصات في جامعات العلوم التطبيقية على أساس الفيزياء والإلكترونيات أو الهندسة الدقيقة. تتألف جميع المناهج الدراسية من الرياضيات والفيزياء والكيمياء ومعالجة البيانات والهندسة الكهربائية والإلكترونيات وعلوم المواد والهندسة الميكانيكية وعلم الأحياء البشري (مثل الفيزيولوجيا (علم وظائف الأعضاء)) ، والقياسات الفيزيولوجية والتصوير وضمان الجودة والسلامة. معظم المواد إلزامية. يتم تدريس المواد لمدة تصل إلى نصف فصل دراسي. تعتمد كمية العلوم الهندسية الكلاسيكية على التخصص الأساسي (انظر الجدولين رقمي ٦٧,٢ و ٦٧,٣) لقسم الهندسة الطبية الحيوية. على سبيل المثال يمكن للمناهج الدراسية المبنية على أساس الميكانيك أن تتضمن التصميم بمساعدة الكمبيوتر. تُظهر جميع المراجعات الجديدة للمناهج الدراسية زيادة في ما يسمى المواد غير التقنية كالاقتصاد وضمان الجودة والإدارة والقانون واللغات الأجنبية.

تقدم الجامعات التقليدية مقررات هندسة طبية حيوية كمقررات تخصصية ضمن الهندسة الكهربائية أو الميكانيكية أو الفيزياء في السنة الثالثة أو الرابعة من الدراسة.

يستطيع جميع الخريجين العمل كمهندسين إكلينكيين بعد التخرج مباشرة من دون أي شهادة إضافية. وبما أن كل جامعة وكل مقرر دراسي يجب أن يكون معتمداً من الحكومة (وزارات العلوم والتعليم) فإن الجودة معروفة ومستوى الفحص مرتفع. والأمر متروك لصاحب العمل أن يقرر توظيف "غِر" "greenhorn" أو مهندس ذي خبرة. النظام التقليدي:

بما أن جميع المؤسسات الألمانية عامة وتقع ضمن المسؤولية الرسمية والمالية لحكومات الولايات المعنية فإن إطار جميع الدراسات مشابه لما يلي :

- متطلبات القبول: ١٢ سنة على الأقل مدرسة ابتدائية وثانوية (يقارن بالمستوى A) بالإضافة إلى خبرة ورشة عملية من شهرين إلى ستة أشهر.
- ستة فصول دراسية (في جامعات العلوم التطبيقية) أو ثمانية فصول دراسية (في الجامعات التقليدية) من الدراسات الكاملة (من ٢٥ إلى ٣٠ ساعة درس في الأسبوع بما في ذلك التمارين وأعمال المختبر).
- نصف أو نصفاً ستة من التدريب الداخلي في الصناعة أو مستشفى مع عمل مشروع تحت الإشراف في جامعات العلوم التطبيقية.

- مشروع فحص نهائي شخصي (ثلاثة إلى ستة أشهر في أحد المختبرات الجامعية أو في مجال البحث والتطوير أو في مستشفى تحت إشراف شخص مهني) مع أطروحة في النهاية.
 - درجة في الهندسة عند التخرج هي "Dipl.-Ing." (أي دبلوم مهندس): تضيف جامعات العلوم التطبيقية الاختصار FH : "Dipl.-Ing. (FH)". القانون يحمي لقب "مهندس" "Ingenieur".
 - الدبلوم من جامعات العلوم التطبيقية هو عند مستوى بين درجتي البكالوريوس والماجستير في حين أن الدبلوم من الجامعات التقليدية هو بمستوى الماجستير.
 - تستطيع الجامعات التقليدية فقط أن تمنح شهادة الدكتوراه، لكن الخريجين سواء من الجامعات التقليدية أو جامعات العلوم التطبيقية يمكنهم الدخول في برنامج للدكتوراه. إلا أن الخريجين من جامعات العلوم التطبيقية قد يُطلب منهم تمضية سنة إضافية من الدراسات النظرية المتقدمة.
 - لا يدفع الطلبة رسوم دراسة. هذا شكل من أشكال المنح الدراسية التي تمنحها الحكومة الألمانية إلى كل طالب مقبول بمن فيهم الطلاب من الدول الأجنبية.
- تطوير هياكل جديدة:

منذ أواخر تسعينات القرن العشرين قامت معظم الجامعات الألمانية بإعادة تصميم المقررات الدراسية القائمة لإنشاء وحدات معيارية modularized للمقررات تؤدي بالنتيجة إلى درجات البكالوريوس والماجستير والدكتوراه. بالإضافة إلى موافقة الوزارة المعنية فإن مثل هذه المقررات الجديدة يجب أن تكون معتمدة من قبل وكالة مستقلة. الوحدات المعيارية للمقررات الجديدة معتمدة من النظام الأوروبي لنقل الاعتماد European Credit Transfer System (ECTS). يعتمد عدد نقاط الاعتماد لوحدة معيارية على مقدار العمل الذي يبذله الطالب. سنة كاملة من الدراسات تساوي ٦٠ نقطة ECTS. لقد تم إنشاء ال ECTS^٢ من أجل الاعتراف بالامتحانات التي تم النجاح فيها في جامعة أخرى داخل الاتحاد الأوروبي.

يتم الآن مجانية المقررات والدرجات الجامعية في أوروبا وفقاً لـ "إعلان بولونيا عام ١٩٩٩"^(٣).

بتشجيع من مؤتمر لجميع رؤساء الجامعات وبدعم مالي من قبل الوزارة الاتحادية للتعليم والعلوم وبمساعدة الهيئة الألمانية للتبادل الأكاديمي^(٤) (DAAD) تم إنشاء عدة عشرات من المقررات الدراسية الدولية عند مستوى البكالوريوس والماجستير. هذه المقررات الجديدة تقدم دروس سنة أولى بلغة أجنبية (الإنجليزية بشكل أساسي) وتكامل تبادل طلاب إجباري مع مؤسسة في الخارج. إن برنامج "الدراسات الدولية في الهندسة الإكلينيكية" في

(٢) انظر <http://europa.eu.int/comm/education/socrates/ects.html>

(٣) انظر <http://www.unige.ch/cre/activities/Bologna%20Forum/Bologna1999/bologna%20declaration.htm>

(٤) انظر www.daad.de. تنشر الهيئة الألمانية للتبادل الأكاديمي جميع المعلومات ذات الصلة حول النظام الجامعي الألماني بما في ذلك المقررات والمتطلبات المسبقة والتطبيقات.

جامعة العلوم التطبيقية في مدينة Giessen^(٥) هو جزء من هذا البرنامج التشجيعي. إنه يؤدي إلى درجة البكالوريوس بعد ثلاث سنوات وإلى درجة البكالوريوس مع مرتبة الشرف بعد أربع سنوات.

التعليم المستمر في الهندسة الإكلينيكية (السريية) Continuous Education in Clinical Engineering

بالإضافة إلى المقررات الدراسية في الجامعات والدورات ذات الصلة بالمنتجات التي يقدمها المصنعون يقدم العديد من الجامعات ومؤسسات القطاع الخاص ندوات وورش عمل في المجالات التالية:

- الجوانب القانونية للأجهزة الطبية للمصنعين والموزعين والمالكين والقائمين بالصيانة.
- الصيانة واختبارات السلامة أو المعايرة لأنواع خاصة من الأجهزة الطبية .
- إدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية .
- ضمان الجودة وإدارة الجودة والتدقيق .

تنظم مجموعات مناطقية للمهندسين الإكلينكيين لقاءات مع خبراء من أجل مناقشات خاصة ولعرض تكنولوجيا جديدة. يحضر المهندسون الإكلينكيون مؤتمرات طبية بما في ذلك المؤتمر السنوي للمهندسين الإكلينكيين الذي تعقده الرابطة التخصصية للهندسة الطبية الحيوية في مدينة Wuerzburg^(٦). يُقام في شهر تشرين الثاني (نوفمبر) من كل عام في دوسلدورف معرض MEDICA^(٧) وهو الأضخم للأجهزة الطبية في العالم ومكان آخر للندوات وورش العمل.

قوائم مدارس الفنيين والجامعات التي تقدم مقررات في الهندسة الإكلينيكية (السريية) Lists of Technician Schools and Universities Offering Courses in Clinical Engineering

يعطي الجدول رقم (٦٧،١) قائمة بمدارس الفنيين المرخص لها، ويعطي الجدول رقم (٦٧،٢) قائمة بجامعات العلوم التطبيقية، بينما يعطي الجدول رقم (٦٧،٣) قائمة بالجامعات التقليدية.

(٥) انظر kmubserv.tg.fh-giessen.de/pm/CE.

(٦) انظر www.fbmt.de.

(٧) انظر www.medica.de.

الجدول رقم (٦٧,١). مدارس فنيين مرخص لها.

المدينة	المدرسة وعنوانها	المدينة	المدرسة وعنوانها
Ansbach	Maschinenbauschule Ansbach Eyber Str. 73 D-91522 Ansbach	Kiel	Techniker-Fachschule Kiel e.V. Schleusenstr. 1 D-24106 Kiel
Dortmund	Robert-Bosch-Berufskolleg Brüggemannstr. 29 D-44135 Dortmund	Köln	Rheinische Akademie e.V. Vogelsangstr. 295 D-50825 Köln
Esslingen Esslingen	Medizinische Technische Akademie Kesselwasen 17 D-73728 Esslingen	Neustadt	Berufsbildende Schulen Neustadt Bunsenstr. 6 D-31535 Neustadt
Hannover	Schulen Dr. W. Blindow Baumstr. 20 D-30171 Hannover	Regenstauf	Private Technische Lehranstalt Eckert Bayernstr. 20 D-93128 Regenstauf
Heidelberg	Carl-Bosch-Schule Mannheimer Str. 23 D-69115 Heidelberg	Stadthagen	Schulen Dr. W. Blindow Hüttenstr. 15 D-31655 Stadthagen

الجدول رقم (٦٧,٢). جامعات العلوم التطبيقية.

(من أجل الموقع الفعلي على الإنترنت للمعاهد ارجع إلى Information → Studium → www.fbmt.de)

المدينة	العنوان	الدراسة والشهادة	مبنية على
Berlin	Technische Fachhochschule Berlin Luxemburger Str. 10 D-13353 Berlin	هندسة فيزيائية طبية، دبلوم	فيزياء
Bremer- haven	Hochschule Bremerhaven An der Karstadt 8 D-2568 Bremerhaven	هندسة طبية، دبلوم	فيزياء
Gelsen- kirchen	Fachhochschule Gelsenkirchen, Neideburger Str. 43, D-45897	ميكرو إلكترونيك وهندسة طبية، تخصص هندسة صحية، دبلوم	فيزياء
Giessen- Friedberg	Fachhochschule Giessen-Friedberg, Bereich Giessen Wiesenstr. 14, D- 35390 Giessen	هندسة طبية، دبلوم (مخطط ليكالوريوس وماجستير) أو بكالوريوس دراسات دولية في الهندسة الإكلينيكية أو دبلوم علوم الحاسوب في الطب (مخطط ليكالوريوس وماجستير).	فيزياء
Hamburg	Fachhochschule Hamburg Lohbrügge Kirchstr. 65, D-21033 Hamburg 80	هندسة طبية، دبلوم (مخطط ليكالوريوس وماجستير)	فيزياء
Jena	Fachhochschule Jena, Tatzendpromenade 1b, D-07745 Jena	هندسة طبية حيوية، دبلوم	فيزياء
Jülich	Fachhochschule Aachen Abteilung Jülich Ginsterweg 1 D-52428 Jülich	هندسة فيزيائية، تخصص في الهندسة الطبية الحيوية، دبلوم	فيزياء
Köthen	Fachhochschule Anhalt in Köthen Bernburger Str. 52-57 D-06366	هندسة كهربائية، تخصص في الهندسة الطبية الحيوية، دبلوم	هندسة كهربائية
Lübeck	Fachhochschule Lübeck Stephensonstr. 3 D-23562 Lübeck	هندسة طبية، دبلوم	فيزياء
Mittweida	Fachhochschule Mittweida Technikumsplatz 17 D-09648 Mittweida	هندسة فيزيائية، تخصص في الهندسة الطبية، دبلوم	فيزياء
München	Fachhochschule München Lothstr. 34 D-80335 München	هندسة أجهزة دقيقة وميكروية، تخصص في الهندسة الطبية، دبلوم	ميكانيك دقيق
Münster	Fachhochschule Münster, Abteilung Steinfurt Stegerwaldstr. 39 D-48565 Steinfurt	هندسة فيزيائية، تخصص في الهندسة الطبية، دبلوم	فيزياء
Remagen	Fachhochschule Koblenz, RheinAhrCampus in Remagen Südallee 2, D-53424 Remagen	هندسة طبية و هندسة طبية رياضية، دبلوم	

تابع الجدول رقم (٦٧، ٢).

المدينة	العنوان	الدراسة والشهادة	مبينة على
Stralsund	Fachhochschule Stralsund Zur Schwedenschanze 15 D-18435 Stralsund	معلوماتية طبية وهندسة طبية حيوية، دبلوم	هندسة كهربائية وعلوم حاسب
Villingen-Schwenningen	Fachhochschule Furtwangen in Villingen-Schwenningen, Jakob-Kienzle-Str. 17 D-78054 Villingen-Schwenningen	هندسة طبية، دبلوم	هندسة ميكانيكية
Ulm	Fachhochschule Ulm, Albert-Einstein-Allee 55 D-89081 Ulm	هندسة طبية، دبلوم	ميكانيك دقيق
Wilhelmshaven	Fachhochschule Wilhelmshaven, Friedrich-Paffrath-Str. 101 D-26389	هندسة طبية، دبلوم أو هندسة طبية حيوية، دبلوم	ميكانيك دقيق
Zwickau	Fachhochschule Zwickau Dr.-Friedrichsring 2A D-08056 Zwickau	هندسة فيزيائية، تخصص في الهندسة الطبية الحيوية، دبلوم	فيزياء

* التخصص يعني دراسات متقدمة بدوام كامل لفصلين إلى أربعة فصول.

الجدول رقم (٦٧، ٣). الجامعات التقليدية.

(من أجل الموقع الفعلي على الإنترنت للمعاهد ارجع إلى www.dgbmt.de Studienmöglichkeiten BMT)

المدينة	العنوان	الدراسة	مقدار التخصص
Aachen	RWTH Aachen Helmholtz-Institut für Biomedizinische Technik Pauwelsstr. 20 D-52074 Aachen	هندسة كهرباء أو ميكانيك أو معلوماتية أو فيزياء	مواد طوعية فردية
Berlin	TU Berlin Institut für Feinwerktechnik und Biomedizinische Technik Dovestr. 6 D-10587 Berlin TU Berlin Institut für Elektronik und Lichttechnik Einsteinufer 17 D-10587 Berlin	هندسة طبية حيوية، هندسة كهرباء أو ميكانيك، هندسة كهرباء أو معلوماتية هندسية أو علوم هندسة فيزيائية	تخصص بعد الدراسات الأساسية في الهندسة الميكانيكية أو الكهربائية. مواد طوعية فردية مادة طوعية فردية: إلكترونيات طبية
Bochum	Institut für Hochfrequenztechnik Ruhr-Universität / IC 6 D-44780 Bochum	هندسة كهرباء أو ميكانيك أو فيزياء أو طب.	تخصص في السنة الأخيرة مواد طوعية فردية
Braunschweig	TU Braunschweig Institut für Elektrische Messtechnik und Grundlagen der Elektrotechnik Hans-Sommer-Str. 66 D-38023 Braunschweig	هندسة كهرباء	تخصص
Dresden	TU Dresden Institut für Biomedizinische Technik Mommsenstr. 13 D-01062 Dresden	هندسة كهرباء	تخصص
Darmstadt	TU Darmstadt Institut für Automatisierungstechnik Landgraf-Georg-Str. 4 D-64283 Darmstadt	هندسة كهرباء	مواد طوعية فردية
Erlangen	Universität Erlangen-Nürnberg Zentralinstitut für Biomedizinische Technik Turnstr. 5 D-91054 Erlangen	فيزياء أو علوم مواد أو هندسة كهرباء أو هندسة إنتاج أو كيمياء وعلوم هندسية	تخصص في السنة الأخيرة
Hannover	Medizinische Hochschule Hannover Institut für Biomedizinische Technik und Krankenhaustechnik Postfach 610180 D-30625 Hannover	هندسة طبية حيوية (شهادة فقط)	مواد بعد التخرج في الهندسة الطبية الحيوية
Heidelberg / Heilbronn	Universität Heidelberg / Fachhochschule Heilbronn Fachbereich Medizinische Informatik Max-Planck-Str. 39 D-74081 Heilbronn	معلوماتية طبية	مواد دراسية كاملة ما قبل التخرج في علوم الحاسب في الطب
Ilmenau	TU Ilmenau Institut für Biomedizinische Technik und Informatik Gustav-Kirchhoff-Str. 2 D-98684 Ilmenau	هندسة كهرباء	تخصص بعد دراسات أساسية
Kaiserslautern	Universität Kaiserslautern Fachbereich Elektrotechnik und Fachbereich Physik Brwin-Schrödinger-Str. (Geb.58) D-67663 Kaiserslautern	شهادة في الفيزياء والهندسة الطبية	مواد دراسية عن بعد بعد التخرج
Karlsruhe	Universität Karlsruhe Institut für Biomedizinische Technik Kaiserstr. 12 D-76128 Karlsruhe	هندسة كهرباء	تخصص
Lübeck	Medizinische Universität Lübeck Ratzeburger Allee 160 D-23538 Lübeck	معلوماتية	مواد طوعية فردية

تابع الجدول رقم (٦٧, ٣).

المدينة	العنوان	الدراسة	مقدار التخصص
München	TU München Lehrstuhl für Technische Elektronik Arcisstr. 21 D-80333 München	هندسة كهرباء أو ميكانيك أو فيزياء	تخصص في السنة الأخيرة مواد طوعية فردية
Rostock	Universität Rostock Medizinische Fakultät Institut für Biomedizinische Technik Ernst-Heydemann-Str. 6 D- 18055 Rostock	هندسة ميكانيك	تخصص في الميكانيك الحيوي/ هندسة طبية حيوية
Saarbrücken & Homburg /Saar	Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik Ensheimer Str. 48 D-66386 St. Ingbert	معلوماتية	مادة ثانوية
Stuttgart	Universität Stuttgart Institut für Biomedizinische Technik Seidenstr. 36 D-70174 Stuttgart	هندسة ميكانيك أو هندسة إنتاج أو سيريتيك هندسي	تخصص في السنة الأخيرة (رئيسي أو ثانوي)
Ulm	Universität Ulm Zentralinstitut für Biomedizinische Technik Albert-Einstein-Allee 47 D-89069 Ulm	مخطط له	مخطط له