



Berufsfeld IT-Sicherheit

Alles, was Sie wissen müssen

▶▶ Bochum2015





Inhalt

Grußwort der Oberbürgermeisterin	3
Datensicherheit – ein Beruf?	4
Eignungs-Check-up	7
Arbeitsfelder der IT-Sicherheit	8
Wege in die IT-Sicherheit	14
Bochumer Erfolgsstorys – 2 Interviews	26
Serviceteil – Infos und Adressen	
In Bochum IT-Sicherheit studieren	31
ITS-Arbeitgeber in Bochum	33

Grußwort

**Liebe Schülerinnen und Schüler,
liebe künftige Studierende,**

IT-Sicherheit ist ein Berufsfeld mit großer Zukunft. Wir sehen es heute schon überall: Kleinstcomputer in Autos, Handys und Laptops, Datentransfers von Banking bis Medizintechnik – mit dem Siegeszug von Computersystemen in fast allen Lebens- und Alltagsbereichen boomt zugleich das Thema der Datensicherheit. Weltweit steigt die Nachfrage nach entsprechend ausgebildeten Experten: eine Herausforderung für junge Menschen, die dieses Thema zu ihrem Beruf machen wollen.



Dr. Ottilie Scholz,
Oberbürgermeisterin
der Stadt Bochum

Wir in Bochum machen uns dafür besonders stark – mit Erfolg: Hier gibt es nicht nur die europaweit höchste Dichte an Firmen, die IT-Sicherheitslösungen entwickeln und vermarkten, sondern mit dem Horst Görtz Institut für IT-Sicherheit an der Ruhr-Universität Bochum auch die größte Hochschuleinrichtung für Sicherheit in der Informationstechnik in Europa. Vielfältige Bachelor- und Master-Studiengänge an RUB, Hochschule Bochum und Technischer Fachhochschule Georg Agricola eröffnen Bochumer Studierenden beste Karrierechancen. Mit dieser Broschüre wollen wir Sie über das Themenfeld informieren und Ihnen zeigen, welche Studien- und Berufsmöglichkeiten Bochum Ihnen im Bereich der IT-Sicherheit konkret bietet.

Wir setzen uns dafür ein, durch die Schaffung von neuen, sicheren Arbeitsplätzen den Standort Bochum noch attraktiver zu machen. Dazu fördert die Wachstumsinitiative Bochum2015 die IT-Sicherheit als eine der besonders erfolgversprechenden Fokusbranchen. Unser Ziel ist klar: Wer an IT-Sicherheit denkt, soll in Zukunft automatisch an Bochum denken. Ich lade Sie herzlich ein, Teil dieser Erfolgsgeschichte zu werden. Viel Spaß bei der Lektüre.

Ihre

A black rectangular box containing the handwritten signature of Ottilie Scholz in white ink.

Dr. Ottilie Scholz



Datensicherheit – ein Beruf?

Unser Leben ist voll digitalisiert. Auf unseren Computern und Handys, auf Chipkarten und selbst in unseren Autoschlüsseln lagern unzählige Daten – geschäftliche und private. Wenn jeder nach Belieben darauf zugreifen könnte, gäbe es keine Privatsphäre mehr. Ohne wirksame Schutzmechanismen wären EC und Homebanking Tummelplätze für Datenschnüffler und Kriminelle. Daher ist IT-Sicherheit – die Sicherheit in der Informationstechnologie – heute nahezu unverzichtbar. IT-Sicherheit ist eine rasant wachsende Dienstleistungsbranche, für die Firmen weltweit nach Experten suchen.

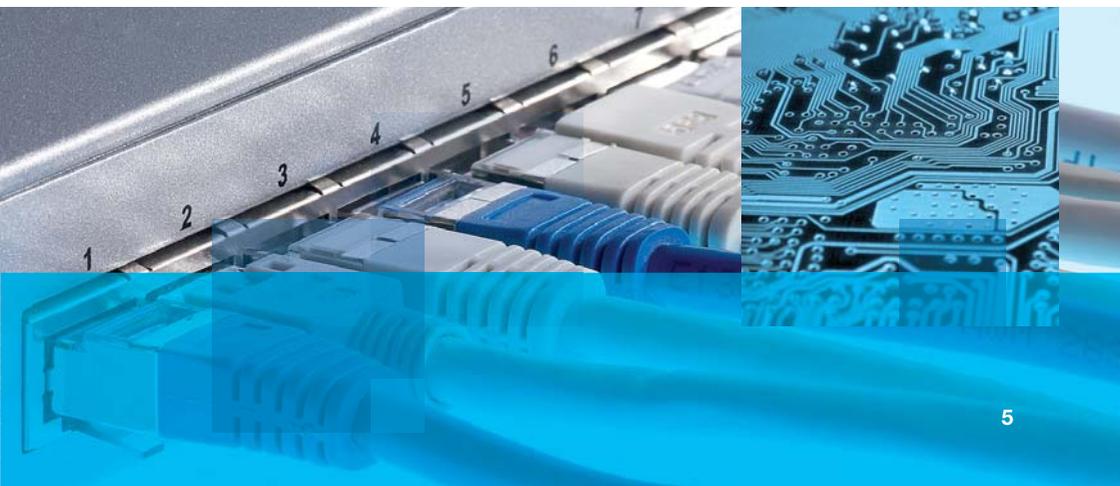
Lösen Sie PC-Probleme am liebsten mit selbst geschriebenen Skripten? Löten Sie gerne an Platinen herum und ist Mathe für Sie eher Lust als Last? Dann könnte das Berufsfeld IT-Sicherheit etwas für Sie sein.

Bochum ist ideal für einen Karrierestart in Sachen IT-Sicherheit: In Bochum und der Region gibt es viele Möglichkeiten, IT-Sicherheit zu studieren. Dazu ist Bochum einer der europaweit wichtigsten Standorte für ITS-Unternehmen. Höchste Zeit für Sie, das Thema unter die Lupe zu nehmen. Diese Broschüre zeigt Ihnen, was allein in Bochum möglich ist.

Warum IT-Sicherheit?

Wissen Sie, wie Kommunikation früher funktionierte? Ohne Computer und ohne Internet? Ohne USB-Sticks, MP3-Downloads und ohne SMS? Briefe wurden damals auf Papier getippt und per Briefpost verschickt. Nach dem Telefonieren musste man das Kabel entwirren. Das ist gerade einmal 30 Jahre her. Der PC kam erst Anfang der 1980er Jahre in Mode – drei Jahre vor dem ersten Handy. Das World Wide Web gibt es erst seit 1993. Im Zuge der digitalen Revolution läuft heute fast der gesamte Datenverkehr in Form von Bits und Bytes. Alles ist mit allem vernetzt. Zwischen einer Anfrage und dem Vorliegen bestimmter Daten liegen heute nur wenige Mausklicks. Von Computer und Web über Chipkarten und Handys bis hin zu Autos und Industrieanlagen: Überall machen eingebettete Prozessoren Geräte und Anwendungen „intelligent“ – moderne Autos enthalten heute bereits bis zu 80 Mikrorechner. Per RFID-Technik (Radio Frequency Identification = Funkerkennung) können Daten sogar von Ferne ausgelesen werden – ohne dass wir es bemerken.

Doch die totale Computerisierung unserer Welt birgt Risiken: Daten lassen sich manipulieren. Das beweist die Jahr für Jahr steigende Zahl von Hackerangriffen, Computerviren und Phishing-Attacken. Damit Datenmissbrauch nicht zum Alltag wird, sucht die Industrie ständig nach neuen Sicherheitslösungen und nach Fachleuten, die sie entwickeln.



Wo braucht man IT-Sicherheit?

In den meisten Branchen ist Datensicherheit heute überlebenswichtig. Etwa in **Banken** und **Versicherungen**, die täglich mit Personendaten umgehen und Millionenbeträge verwalten. Gleiches gilt für die **Medizinbranche**, in der Patientendaten auf keinen Fall verwechselt werden dürfen und wo die fehlerlose Steuerung von Instrumenten lebenswichtig ist. Die **Luft- und Raumfahrt** benötigt Sicherheit ebenso wie die **Automobilindustrie**, wo chipgesteuerte Systeme Funktionen automatisieren und Unfällen vorbeugen. **Wirtschaftsunternehmen** müssen Patente, Kundendaten und vertrauliche Informationen unter allen Umständen schützen, wenn sie im Geschäft bleiben wollen. **Verwaltungen, Geheimdienste** und das **Militär** benötigen fälschungssichere Daten, um Bürgerinnen und Bürger sicher zu verwalten und vor feindlichen Attacken zu schützen.

Dazu kommen die Informationstechnologien, auf die Privatpersonen wie Unternehmen beim Versand sensibler Daten zurückgreifen, etwa E-Mail, Internet, WLAN, UMTS, Voice over IP. Beim Online-Handel und auf Web-Börsen legen wir in Profilen IP- und Mailadressen und sogar Kreditkartennummern ab – im Vertrauen darauf, dass sie niemals in falsche Hände geraten.

In all diesen Bereichen bringen IT-Sicherheitsexperten mit den unterschiedlichsten Spezialisierungen ihr Know-how ein. Wollen Sie dabei sein?



Eignungs-Check-up

Finden Sie heraus, ob IT-Sicherheit das Richtige für Sie wäre. Aufgelistet finden Sie hier Interessen und Eigenschaften, die Sie als künftige ITS-Fachfrau bzw. als künftiger ITS-Fachmann mitbringen sollten.

1. Wo liegen Ihre Interessen?

- Sie sind technisch interessiert ja nein
- Sie haben Freude am logischen Denken ja nein
- Sie haben Spaß an Mathe und Physik ja nein
- Sie können mit dem Computer versiert umgehen ja nein
- Sie sind fit in Elektronik ja nein
- Sie schrauben und tüfteln gerne ja nein
- Sie gehen den Dingen gerne auf den Grund ja nein
- Sie verfügen über Forscherdrang ja nein
- Sie lösen Probleme systematisch ja nein
- Sie gehen planvoll an Abitur und Karriere heran ja nein

2. Diese Eigenschaften bringen Sie für IT-Sicherheit als Beruf mit:

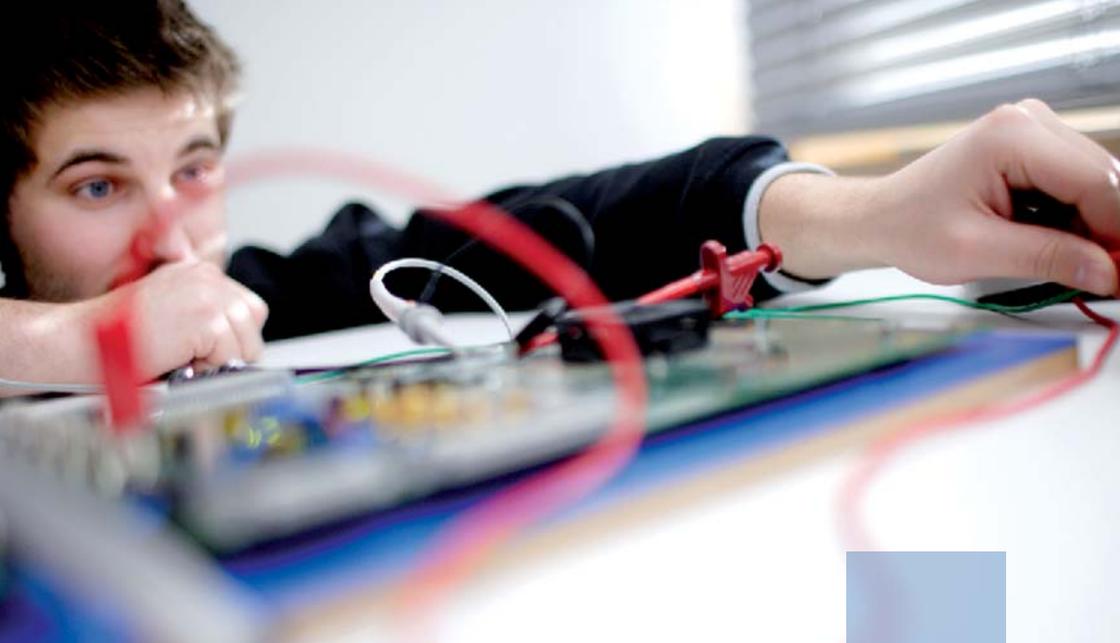
- Ich kann eigenständig arbeiten ja nein
- Ich verfüge über Problemlösungskompetenz ja nein
- Ich bin kontaktfreudig und präsentationsstark ja nein

3. Diese Berufsqualitäten stellen eine positive Herausforderung für Sie dar:

- Die rasante Veränderung ja nein
- Das lebenslange Lernen ja nein
- Die Kundennähe ja nein

Haben Sie Ihre Häkchen vor allem bei „ja“ gemacht? Dann sollten Sie ernsthaft über IT-Sicherheit als Betätigungsfeld nachdenken.

Lesen Sie weiter!



Arbeitsfelder der IT-Sicherheit

**Überall entstehen neue Einsatzfelder für ITS-Spezialisten.
Im Folgenden stellen wir Ihnen einige der interessantesten vor.**

Elektronikindustrie braucht ingenieurnahe IT-Sicherheit

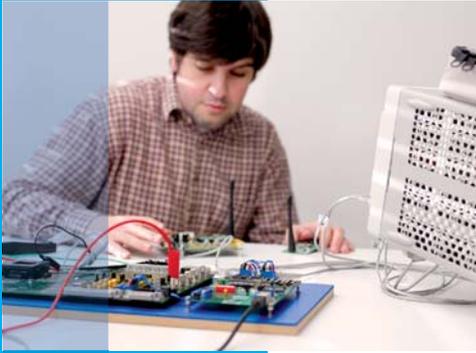
Für Handy und MP3 – gegen unerlaubtes Mithören

Handys und MP3-Player sind ideale Beispiele für IT-Sicherheit in unserem Alltag: Denn von Handys erwarten wir, dass niemand anders auf unsere Kosten SMS verschicken kann und dass unsere Telefonate unbelauscht bleiben. Und damit beim Umgang mit MP3-Dateien die Urheberrechte von Musikern gewahrt bleiben, arbeitet die Industrie an immer neuen Verschlüsselungs- und Kopierschutz-Verfahren. Im Wettlauf gegen Raubkopierer hat die Industrie meist nur wenige Monate Vorsprung. ITS-Fachleute finden auch hier ein spannendes Betätigungsfeld.

Damit Staus und Auto-Unfälle ausbleiben

Die Automobilindustrie verwendet zunehmend eingebettete Systeme, über die PKW und Lastwagen drahtlos mit Mautsystemen, mit intelligenten Verkehrsleitsystemen und bald auch untereinander kommunizieren. So wird die nächste Generation von Fahrzeugen z. B. verkehrsrelevante Informationen anonym an zentrale Verkehrsleitzentralen senden, die etwa die Information „häufige Bremsungen auf einem Autobahnabschnitt“ als Zeichen für entstehende Staus interpretieren und den Verkehr entsprechend umlenken. Die Entwicklung derartiger Systeme erfordert Fachleute, die in ihrem Ingenieursfach ebenso fit sind wie in Fragen der Datensicherheit. Studiengänge wie der Bachelor- und der Master-Studiengang in IT-Sicherheit und Informationstechnik vermitteln Studierenden das entsprechende Rüstzeug.





Mikrochips als kleine Alltagshelfer

Moderne Supermärkte und Bibliotheken verwalten heute mit Hilfe sogenannter RFID-Chips ihre Bestände. RFID steht für „Radio Frequency Identification“. Soll heißen: Gegenstände werden mittels Funkerkennung identifiziert und abgespeichert – völlig ohne Berührung. Beinahe täglich in Berührung kommen wir dagegen mit „Smart Cards“: in Form von Geldkarten, Versicherungskarten oder als SIM-Karte, über die Netzanbieter uns als Kundinnen und Kunden identifizieren. Wo sensible Daten standardisiert gespeichert und für autorisierte Nutzer bereitgestellt werden sollen, ist Know-how gefragt, mit dem ein Ausspionieren unterbunden werden kann. Beste Voraussetzungen für Akademikerinnen und Akademiker mit dem Spezialgebiet IT-Sicherheit.



Klassische Aufgabenfelder

Bundesämter brauchen „Sheriffs“ im Daten-Dschungel

Dank moderner Datentechnik interagieren Unternehmen heute mit Märkten weltweit in Echtzeit. Mit geringem Aufwand können effiziente Kommunikationsstrukturen etabliert werden. Im Schlepptau dieser Entwicklung sehen sich Weltwirtschaft und Nationalstaaten neuen Gefahren ausgesetzt: Dazu zählen eine neue Generation von Wirtschaftskriminalität sowie global agierende Terrornetzwerke. Aus diesem Grund rüsten zivile und militärische Datensicherheitsbehörden seit Jahren personell und technologisch auf. Die Nachfrage nach qualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ist ungebrochen, zum Beispiel seitens des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), des Bundesnachrichtendienstes (BND) oder auch der Behörden des Verteidigungsministeriums. Die Aufgaben dort sind komplex und ändern sich rasch. Sie setzen umfassendes Methodenwissen voraus.





Banken und Versicherungen: Wo Daten Millionen wert sind

Banken, Versicherungen und Behörden greifen täglich auf Daten zurück, die für Millionenwerte stehen. Damit keine unautorisierten User über ungeschützte Schnittstellen oder Trägermedien an sensible Informationen gelangen, sind in diesen Unternehmen standardmäßig mehrere Spezialistinnen und Spezialisten für IT-Sicherheit angestellt. Diese entwickeln, implementieren und kontrollieren Sicherheitsstandards, die auf die Arbeitsprozesse im Unternehmen zugeschnitten sind.

IT-Sicherheitsfachleute für kleine und mittlere Unternehmen

Auch für kleinere Unternehmen ist Sicherheit in der Informationstechnik ein Thema. Der Grund dafür sind Vorschriften wie z. B. Basel II, die Unternehmen Vorkehrungen zur unternehmerischen Risikoverminderung auferlegen. Vor Kreditvergaben prüfen Banken heute etwa, ob Firmen ihr technisches Know-how, ihre Kundendaten und ihre finanziellen Prozesse wirksam gegen Eingriffe von Unbefugten schützen. Da Versäumnisse in diesem Bereich mit Risikoaufschlägen (= höheren Zinsen) bestraft werden, boomt der Markt für ITS-Dienstleistungen. Entsprechend gefragt sind speziell ausgebildete Fachkräfte für IT-Sicherheit.





IT-Sicherheit in NRW am stärksten

Das Land Nordrhein-Westfalen stellt mit rund 400 ITS-Unternehmen nahezu die Hälfte aller Branchenplayer in Deutschland. Mit mehr als 20 Spezialunternehmen spielt Bochum eine hervorragende Rolle in der Branche. Das Firmenspektrum reicht von Beratungshäusern mit ca. zehn Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bis hin zu Firmen wie G Data mit mehr als 200 Beschäftigten. Die Firmen wenden sich mit Lösungen für ITS-Probleme in der Hauptsache an professionelle Kunden.

Karriere in der ITS-Forschung?

Sie wollen mitforschen an spannenden Problemen der Informationstechnologie und der Kryptologie? Wollen rausfinden, wo aktuelle Software und Netzwerke manipulierbar sind und an der Beseitigung ebendieser Schwachpunkte mitwirken? Dann sollten Bochums Hochschulen für Sie ganz oben auf der Liste stehen. Denn Bochum hat europaweit die Nase vorn in puncto Forschung und Lehre. Das Bochumer Horst Görtz Institut ist Mitglied im europäischen Exzellenznetzwerk für Kryptologie (Ecrypt II) und arbeitet eng zusammen mit Instituten in den USA und Asien. Bochumer ITS-Studierende knüpfen über internationale Summer Schools, Workshops und Research Retreats wertvolle Kontakte in die europäische Crypto-Community. Wer sich bis zur Promotion im ITS-Bereich durchbeißt, dem steht die akademische Welt offen: Weltweit richten Universitäten neue Lehrstühle ein – in allen Disziplinen der IT-Sicherheit.



Wege in die IT-Sicherheit

In Bochum IT-Sicherheit studieren

Wenn Sie später im Bereich IT-Sicherheit arbeiten möchten, ist der direkte Weg dahin ein Studium der IT-Sicherheit. In Bochum und der Region gibt es mehrere Hochschulen und Institute, die einschlägige Studiengänge anbieten: allen voran die Ruhr-Universität Bochum (RUB) und ihr renommiertes Horst Görtz Institut (HGI), die Hochschule Bochum, die Technische Fachhochschule Georg Agricola zu Bochum, die International School of IT Security (isits) in Bochum sowie die Fachhochschule Gelsenkirchen. Die Ruhr-Universität Bochum bietet sogar den einzigen grundständigen (Bachelor-)Studiengang in IT-Sicherheit in ganz Deutschland. D. h., Sie können direkt nach dem Abitur mit Ihrem IT-Sicherheitsstudium beginnen und so bereits zu Beginn Ihres Studiums die Weichen in Richtung IT-Sicherheit stellen. Oder Sie entscheiden sich nach Ihrem Bachelor für eine Spezialisierung in IT-Sicherheit – auch das ist in Bochum möglich.

Horst Görtz Institut für IT-Sicherheit

Das Horst Görtz Institut für IT-Sicherheit (HGI) der RUB ist die größte Hochschuleinrichtung dieser Art in ganz Europa. Mit neun Professorinnen und Professoren an vier Fakultäten – Elektrotechnik & Informationstechnik, Mathematik, Wirtschaftswissenschaft sowie Jura – und ca. 50 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern deckt das HGI nahezu alle Bereiche der Kryptografie (Verschlüsselungswissenschaft) und der IT-Sicherheit ab. Dazu gehören u. a. Eingebettete Sicherheit, Kryptografische Protokolle, Netzwerksicherheit, Sichere Betriebssysteme und Trusted Computing (Gesicherte Datenverarbeitung) sowie Digital Rights Management (Digitale Rechteverwaltung).

Mit dem HGI bietet die RUB einen Bachelor-Studiengang und zwei Master-Studiengänge für IT-Sicherheit an. Zurzeit gibt es ca. 100 Erstsemester, und insgesamt sind ca. 450 Studierende eingeschrieben. Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Regel bereits an Arbeitgeber vermittelt, bevor sie mit dem Studium fertig sind. Sehr gute Berufsaussichten für IT-Sicherheitsexpertinnen und -experten. Und mehr noch: In Bochum gibt es Studiengänge in Elektrotechnik und Informationstechnik, Angewandter Informatik, Mathematik und Physik – und damit das ganze Programm an Studiengängen für IT-Sicherheit.



Studium am Horst Görtz Institut für IT-Sicherheit (HGI)

Bachelor „IT-Sicherheit/Informationstechnik“

Den Bachelor-Studiengang „IT-Sicherheit/Informationstechnik“ können Sie gleich nach dem Abitur und ohne weitere Vorkenntnisse belegen. Er dauert sechs Semester und schließt mit dem wissenschaftlichen Hochschulexamen eines „Bachelor of Science“ ab.

- Studienbeginn: Wintersemester
- Studienvoraussetzungen: Allgemeine Hochschulreife (Abitur)
- Zulassungsbeschränkungen: keine
- Regelstudienzeit: 6 Semester
- Abschluss: Bachelor of Science

Auf drei Säulen zum Erfolg

Einzigartig in Europa: Auf ein Drei-Säulen-Modell gründet sich das Studium – die drei Themengebiete IT-Sicherheit, Informationstechnik und Informatik bilden die Grundbausteine. Gleich ab dem ersten Semester und durchgängig. Vorteil: Sie absolvieren ein interdisziplinäres Studium, das Fachwissen in IT-Sicherheit und Informatik mit einer modernen Ingenieurausbildung verbindet.



Studienplan „Bachelor in IT-Sicherheit/Informationstechnik“

1. Säule „IT-Sicherheit“

Ausbildungsmodule:

- Einführung in die Kryptografie und Datensicherheit
- Netzsicherheit (mit Vermittlung relevanter Standards und Anwendungen)
- „Hackerpraktikum“ (Umgang mit ITS-Systemen und Angriffstools)
- Systemsicherheit (komplexer Betriebssysteme/kryptografischer Protokolle)
- Diskrete Mathematik
- Zwei Vertiefungsmodule (Spezialisierung: Vorlesungen, Praktikum, Seminar)
- Einschlägiges Industriepraktikum
- Bachelor-Arbeit

2. Säule „Informationstechnik“

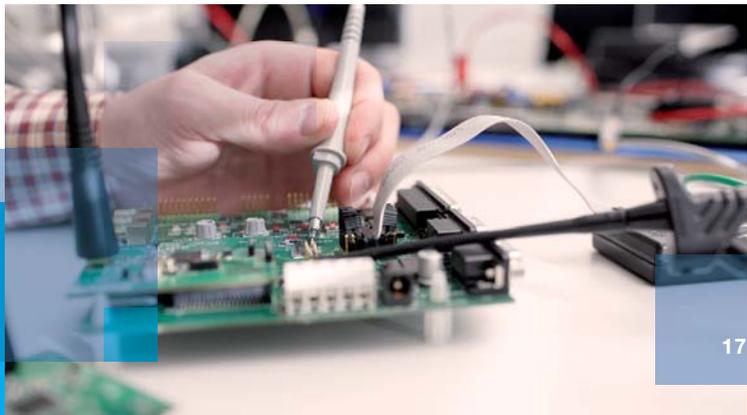
Ausbildungsmodule:

- Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik
- Grundlagen der Informationstechnik
- Diskrete Systeme (Grundlagen der Systemanalyse in Theorie und Praxis)
- Digitale Signale (Nachrichtenverarbeitung)
- Optional: in Studienplan integrierter Auslandsaufenthalt

3. Säule „Informatik“

Ausbildungsmodule:

- Grundlagen der Informatik (Programmierung in Theorie und Praxis)
- Praktische Projekte in Netzwerksicherheit, Sicherheit für eingebettete Systeme und Betriebssystem-Sicherheit
- Computernetze (Anwendung)
- Technische Informatik (Ingenieurbezug: Digitaltechnik, eingebettete Prozessoren)
- Computerarchitektur (Architekturen und Betriebssysteme)



Master „IT-Sicherheit/Informationstechnik“

Im Master-Studium – das sich auch nahtlos an das vorangehende Bachelor-Studium anschließen kann – findet eine inhaltliche Ausbildung in den drei Säulen „IT-Sicherheit“, „Informationstechnik“ sowie „Informatik“ statt. Jede Säule besteht hier aus einem Kernmodul sowie einem oder mehreren Wahlpflichtmodulen. Im Gegensatz zur Bachelor-Ausbildung ist das Master-Studium jedoch stärker in Richtung Forschungsaspekte ausgerichtet und ermöglicht eine hohe Qualifikation.

- Studienbeginn: Sommer- und Wintersemester
- Studienvoraussetzungen: Bachelor-Abschluss in IT-Sicherheit
- Zulassungsbeschränkungen: Bachelor-Note mindestens „befriedigend“
- Regelstudienzeit: 4 Semester
- Abschluss: Master of Science

Studienplan „IT-Sicherheit/Informationstechnik“

Das auf dem Bachelor aufbauende Master-Studium beinhaltet Module in folgenden Disziplinen:

1. Säule „IT-Sicherheit“

- Kryptografie
- Wahlbereich IT-Sicherheit
- Master-Arbeit

2. Säule „Informationstechnik“

- Integrierte Digitalschaltungen
- VLSI-Entwurf
- Wahlbereich Informationstechnik

3. Säule „Informatik“

- Softwaretechnik
- Wahlbereich Informatik



Master „IT-Sicherheit/Netze und Systeme“

Dieser Master-Studiengang richtet sich an Studierende ohne tieferes Vorwissen in IT-Sicherheit. Der Master-Studiengang ist beispielsweise sehr gut für Absolventinnen und Absolventen eines Bachelor-Studiums der Informatik geeignet. Die andere große Zielgruppe sind Absolventinnen und Absolventen mit einem Abschluss in Elektrotechnik, Mathematik oder verwandten Fachrichtungen. Auch hier greift das Drei-Säulen-Modell. Im 4. Semester ermöglicht die Master-Arbeit eine Spezialisierung in einem Gebiet der IT-Sicherheit und greift in der Regel Themen der aktuellen Forschung auf.

- Studienbeginn: Sommer- und Wintersemester
- Studienvoraussetzungen: Bachelor-Abschluss in Elektrotechnik, Informationstechnik, Informatik, Mathematik oder Physik
- Zulassungsbeschränkungen: Bachelor-Note mindestens „befriedigend“
- Regelstudienzeit: 4 Semester
- Abschluss: Master of Science

Studienplan „IT-Sicherheit/Netze und Systeme“

Das auf dem Bachelor aufbauende Master-Studium beinhaltet Module in folgenden Disziplinen:

1. Säule „IT-Sicherheit“

- Kryptografie
- Datensicherheit
- Netzsicherheit
- Systemsicherheit
- Diskrete Mathematik
- Wahlbereich IT-Sicherheit
- Master-Arbeit
(Themen der aktuellen Forschung)

2. Säule „Informationstechnik“

- Wahlbereich Informationstechnik

3. Säule „Informatik“

- Informatik
- Softwaretechnik
- Eingebettete Prozessoren
- Wahlbereich Informatik



Studium an der isits

Master „Applied IT Security“ (kostenpflichtiger Fernstudiengang)

Wenn Sie nach Ihrem Bachelor oder Diplom in einem technischen und/oder naturwissenschaftlichen Fach erst einmal arbeiten und später berufsbegleitend in die IT-Sicherheit einsteigen möchten, ist das in Bochum auch möglich: mit dem Master-Fernstudiengang „Applied IT Security“, den Sie in Bochum an der isits studieren können. Ausführliche Informationen zu diesem Studiengang finden Sie unter www.is-its.org.





Studium an der FH Gelsenkirchen

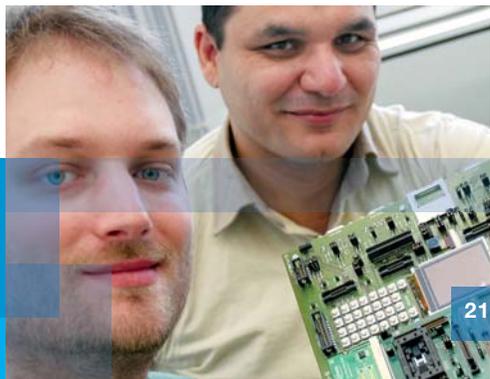
IT-Sicherheit an der Fachhochschule Gelsenkirchen

Studium in der Nachbarstadt – Arbeiten in Bochum: Das Institut für Internet-Sicherheit „if(is)“ ist eine unabhängige wissenschaftliche Einrichtung der Fachhochschule Gelsenkirchen in der Nachbarstadt von Bochum. Das if(is) betreibt Forschung und Entwicklung, engagiert sich aber auch als Dienstleister für Internet-Sicherheit. Hinzu kommt als drittes Standbein die Förderung und Weiterentwicklung der rechtlichen Rahmenbedingungen und der anwendungsbezogenen Lehre im Bereich der IT-Sicherheit.

An der Fachhochschule Gelsenkirchen kann man zwei Bachelor-Studiengänge studieren, die als Vertiefungsfach „Netzwerksicherheit“ anbieten:

- Bachelor für angewandte Informatik
- Bachelor für Medieninformatik

Hier können Sie also auch in IT-Sicherheit einsteigen, wenn Sie nicht über die allgemeine Hochschulreife verfügen, sondern über die Fachhochschulreife. Einen Master kann man bislang nur für angewandte Informatik machen. Auch hier gibt es das Vertiefungsfach „Netzwerksicherheit“ mit einem Anteil an IT-Sicherheit.



In die IT-Sicherheit über einen naturwissenschaftlich-technischen Studiengang

Die Wege zur IT-Sicherheit können über viele Studiengänge an Universitäten und Fachhochschulen führen. In nachfolgender Tabelle finden Sie eine Auflistung der Bachelor-Studiengänge in Bochum, die Ihnen die anschließende Aufnahme eines ITS-spezifischen Master-Studiums ermöglichen.

Studienfach	Hochschule	Info-Links
Elektrotechnik und Informationstechnik	Ruhr-Universität Bochum	http://www.ei.ruhr-uni-bochum.de
Angewandte Informatik	Ruhr-Universität Bochum	http://www.ei.ruhr-uni-bochum.de
Mathematik	Ruhr-Universität Bochum	http://www.ruhr-uni-bochum.de/ffm/
Physik	Ruhr-Universität Bochum	http://www.physik.ruhr-uni-bochum.de/
Elektrotechnik (auch als dualer Studiengang in Verbindung mit einer Berufsausbildung)	Hochschule Bochum	http://www.hochschule-bochum.de/fbe
Informatik (auch als dualer Studiengang in Verbindung mit einer Berufsausbildung)	Hochschule Bochum	http://www.hochschule-bochum.de/fbe
Elektro- und Informationstechnik (auch als dualer Studiengang in Verbindung mit einer Berufsausbildung)	Technische Fachhochschule Georg Agricola zu Bochum	http://eit.tfh-bochum.de/

Und wenn Sie bereits mitten in Ihrem Master-Studiengang in einem der oben dargestellten Fächer sind? Kein Problem. Viele der heute in der IT-Sicherheit beschäftigten Expertinnen und Experten sind von ihrer Ausbildung her Elektrotechniker/-in, Physiker/-in, Mathematiker/-in oder Informatiker/-in.

Dualer Studiengang

Ausbildungsintegrierte duale Studiengänge kombinieren ein Studium an einer Hochschule mit der praktischen Berufsausbildung in einem Betrieb. Innerhalb von 2 bis maximal 5 Jahren erwerben Sie mit dem Berufsabschluss sowie dem Bachelor gleichzeitig zwei Abschlüsse. Meist ist die berufliche Ausbildung auf 2 Jahre verkürzt, so dass Ihnen im Hauptstudium genügend Zeit für die Bachelor-Arbeit bleibt.

Das Studium ist straff organisiert, dafür sind die Karrierechancen nach der Ausbildung besonders gut. Voraussetzungen für ein duales Studium sind Abitur oder Fachhochschulreife sowie ein Ausbildungs-, Praktikums- oder Volontariatsvertrag mit einem Unternehmen, das mit der Hochschule kooperiert.





In die IT-Sicherheit auch ohne Hochschulstudium

Weiterbildung „IT-Sicherheitskoordinator“

Auch wenn ein Studium für Sie nicht infrage kommt, steht Ihnen die Tür zur IT-Sicherheit offen: über die Weiterbildung zum IT-Sicherheitskoordinatoren. Ist gut machbar, aber ein bisschen komplizierter. Voraussetzung ist nämlich eine abgeschlossene IT-Berufsausbildung oder aber mehrjährige branchenrelevante Berufserfahrung.

Wenn Sie über einen IT-Beruf einsteigen wollen, kommen vor allem die folgenden Berufe infrage:

1. Fachinformatiker/-in der Fachrichtungen „Anwendungsentwicklung“ oder „Systemintegration“. 2008 gibt es 85 Ausbildungsbetriebe im mittleren Ruhrgebiet. Die Berufskollegs sind in Bochum und Witten.
2. IT-Systemelektroniker/-in. Berufskollegs gibt es in Bochum und Witten.
3. IT-Systemkaufleute. Hier besuchen Sie das Berufskolleg in Witten.
4. Informatikkaufleute. Berufskolleg in Witten. 2008 gibt es 24 Ausbildungsbetriebe im mittleren Ruhrgebiet.

Darauf können Sie dann die Weiterbildung „IT-Sicherheitskoordinator“ aufsetzen. Es handelt sich um ein Selbststudium plus abschließendes Zertifizierungsverfahren. Anbieter ist die IHK Bochum, das Ganze findet samstags statt und kostet 1.000 EUR für 90 Unterrichtsstunden. Sie brauchen Ausdauer und

durchschnittlich etwa ein Jahr, bis Sie den Abschluss „IT Security Coordinator (IHK)“ in der Tasche haben.

Das machen Sie als IT-Sicherheitskoordinator bzw.

IT-Sicherheitskoordinatorin:

1. Angemessene IT-Sicherheitslösungen konzipieren, deren Umsetzung begleiten und aktuellen Gegebenheiten anpassen – immer entsprechend den geltenden technischen Standards, Gesetzen und Vorschriften.
2. Arbeiten in Firmen der IT-Branche, aber auch in den unterschiedlichsten Handwerks-, Industrie- oder Handelsbetrieben, im Dienstleistungsbereich oder in der öffentlichen Verwaltung.

Hier ein paar konkrete Aufgabenfelder für IT-Sicherheitskoordinatoren

- Beratung bei Sicherheitszielen und Sicherheitsrichtlinien
- Mitwirkung bei Verträgen im IT-Umfeld
- Durchführung von IT-Strukturanalysen
- Bestandsaufnahme von IT-Sicherheitsvorkehrungen
- Beratung der Fachabteilungen
- Projektmanagement
- Unterstützung der Fachabteilungen bei der Durchführung von Soll/Ist-Vergleichen
- Erstellung und Überprüfung von Maßnahmeplänen
- Auswahl von Sicherheitslösungen



Bochumer Erfolgsgeschichten:

„Wir arbeiten nicht wie Hacker.“



Dr.-Ing. Jan Pelzl, Geschäftsführer der escript GmbH

Im Interview:

**Dr.-Ing. Jan Pelzl,
Geschäftsführer der escript GmbH**

Bochum2015: Warum sind Sie Ingenieur geworden?

Ich war immer schon an technischen Basteleien interessiert und habe als Schüler alles Mögliche zusammengelötet. Nach dem Abitur habe ich eine Kommunikationselektronikerlehre gemacht. Mit dem Studium habe ich erst mit 22 angefangen – Elektrotechnik an der Ruhr-Uni Bochum.

Bochum2015: Wie sind Sie an das Berufsfeld „Datensicherheit“ gekommen?

Über Umwege: Bei meinem Auslandsstudium in den USA bin ich mit Signalverarbeitung und Stochastik in Berührung gekommen, also der Frage, wie man das Rauschen aus Signalen filtert. Ich bekam im Studienverlauf ein starkes Interesse an Forschung und Entwicklung. Zurück in Bochum habe ich am gerade eingerichteten Horst Görtz Institut die Datensicherheit und Kryptografie kennengelernt. Da konnte ich alle Themen vertiefen, die mich interessierten – Mathematik, Informatik und Elektrotechnik.

Bochum2015: Worin sehen Sie denn die Stärke Ihres Studiums?

Das HGI arbeitet interdisziplinär. Gerade weil Studierende hier die gesamte Breite vermittelt bekommen, haben sie später im Beruf in der sich rasant verändernden ITS-Branche das Rüstzeug, um auf Trends zu reagieren und sich zu spezialisieren. Und Spezialisierung ist angesichts der unglaublichen Komplexität der ITS heute ein Muss.

Bochum2015: Was macht in Ihrer praktischen Arbeit für Sie denn den Reiz der IT-Sicherheit aus?

Unsere Aufgabe ist es, Konzepte dafür zu entwickeln, Sicherheitslücken zu schließen. Dafür muss ich die Schwächen im System genauestens erkunden. Das passiert über gezielte Angriffe.

Bochum2015: Sind Sie dann nicht selbst ein Hacker – im Auftrag der Guten?

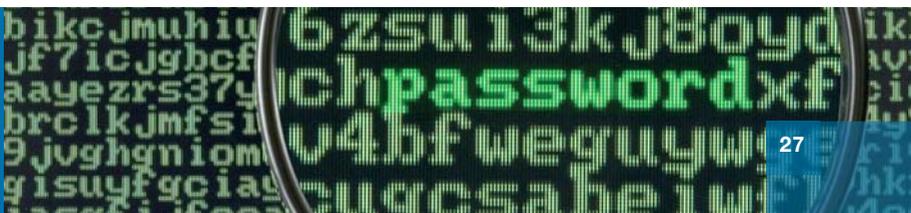
Nein, denn wir arbeiten nicht wie Hacker. Wir gehen wissenschaftlich vor und fahren Angriffe nur, um im Kundenauftrag nachzuweisen, wie anfällig Produkte und Verfahren sind. Dabei arbeitet die Firma escrypt zum Beispiel eng zusammen mit dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. Aufgrund der breiten Ausbildung sind HGI-Absolventen klassischen Hackern klar überlegen.

Bochum2015: Warum greifen Behörden auf Dienstleister wie escrypt zurück? Das ist ja wie bei 007...

In der Tat. Die Bundesbehörden schalten uns ein, um abzuschätzen, welche Daten vor externen Dritten – z. B. Geheimdiensten – sicher sind. Das ist seit Langem ein Katz-und-Maus-Spiel zwischen Analysten und Anwendern. Der Arbeitsalltag sieht aber weniger spektakulär aus: Meist treten Kunden mit einem Produkt, z. B. einem Steuergerät für Automobil-Elektronik, vor Produktstart an uns heran mit der Frage, wie es gegen Manipulation abzusichern ist. Wir entwickeln daraufhin Konzepte und bauen häufig gleich Prototypen, programmieren die Software und testen die Serie.

Bochum2015: Wie kommt es, dass Ihr Unternehmen von Bochum aus arbeitet?

Für Firmen wie escrypt ist die Nähe zur Ruhr-Universität wichtig, um qualifizierte Mitarbeiter zu gewinnen. Zusammen mit der Uni setzt escrypt Forschungsprojekte um. Weil die Arbeit sehr beratungslastig ist, bauen wir neue Standorte mit Mitarbeitenden vor allem im Vertrieb auf, z. B. in den USA. Insbesondere mit dem Bereich der in Systemen eingebetteten Sicherheit, der sogenannten „Embedded Security“, stellt Bochum einen international angesehenen Technologietreiber dar. Durch die Vernetzung mit der Bochumer Wirtschaft können Forschungsergebnisse aus dem HGI rasch wirtschaftlich nutzbar gemacht werden.



Bochumer Erfolgsstorys:

„Ich konnte mich vor Angeboten kaum retten.“



Alexander Kaiser,
Pricewaterhouse-
Coopers (PwC)

Im Interview:

Alexander Kaiser, PricewaterhouseCoopers (PwC)

Bochum2015: Herr Kaiser, Sie sind IT-Prüfer bei der Wirtschaftsprüfungs- und Steuerberatungsgesellschaft PricewaterhouseCoopers. Was machen Sie in Ihrem Job?

Ich prüfe in Unternehmen, ob die Systeme, aus denen die Zahlen und Daten für die Finanzbuchhaltung und damit letztlich für die Bilanzen erzeugt werden, technisch sicher und zuverlässig sind und ob wirklich nur die Berechtigten Zugriff darauf haben. Das ist ein bisschen wie Detektivarbeit: Man lernt die Unternehmen von innen

kennen. Ich arbeite selbstverantwortlich und werde von den Unternehmen auch sofort ernst genommen. Die Prüfungen dauern in der Regel zwei bis drei Monate, dann geht's ins nächste Unternehmen oder man geht ein langfristiges Engagement mit dem Mandanten ein – in diesem Fall werden die Mandanten dann meist über Jahre hinweg betreut. Daher bin ich viel unterwegs – teilweise auch weltweit. Ich habe zeitweise 5 Firmenausweise im Rucksack, darunter auch die von DAX-Unternehmen.

Bochum2015: Wie sind Sie darauf gekommen, den Studiengang „Sicherheit in der Informationstechnik“ zu studieren?

Ich habe mich in der Schule für Computer und Technik interessiert, war und bin aber kein Hacker. Nach dem Abi habe ich an der FH Karlsruhe einen Bachelor in Wirtschaftsinformatik gemacht und Grundlagen im Programmieren und



betriebswirtschaftliche Zusammenhänge erlernt. Weil mir die Auslandserfahrung fehlte und weil der Arbeitsmarkt für Wirtschaftsinformatiker damals stagnierte, hat es mich erst einmal nach London verschlagen. In der FAZ habe ich dann von den Bochumer Plänen gelesen, ab 2004 ein spezielles Angebot für IT-Sicherheit aufzubauen. Da habe ich mich dazu entschlossen, wieder nach Deutschland zurückzukommen und mich darauf zu spezialisieren – mit einem Master-Studium an der Ruhr-Uni in Bochum. Der Studiengang „Sicherheit in der Informationstechnik“ war auch deshalb interessant, weil er vom bekannten Horst Görtz Institut (HGI) unterstützt wird.

Bochum2015: Was bietet das HGI Studierenden?

Es gibt nur eine Universität in Deutschland, die zum Thema „IT-Sicherheit“ so ein umfassendes und hochkarätiges Programm zu bieten hat. Die Professoren sind international bekannt und verfügen über jahrelange praktische Erfahrung und geben dies auch in den Vorlesungen und Seminaren – aber vor allem in den Praktika – an die Studenten weiter, z. B. das Hackerpraktikum bei Prof. Dr. Paar: Da knacken Studierende im Laufe eines Projekts Smartcards wie z. B. Versicherungskarten. Das „Hacken“ ist aber nur ein Teil der Ausbildung – es macht erheblich mehr Spaß, Anwendungen abzusichern und sichere Applikationen zu programmieren, als sie nur zu hacken. Ein Highlight für mich war auch die Möglichkeit, ein Seminar mit juristischem Fokus bei Prof. Dr. Borges zu absolvieren. Meine Master-Arbeit habe ich dann auch in diesem Umfeld bei Prof. Dr. Schwenk zum Thema „Elektronische Signaturen“ geschrieben – das war und ist mein Steckenpferd.

Der Master-Studiengang ist der einzige, der dieses spezialisierte und zugleich sehr breite Programm in IT-Sicherheit anbietet. Es gibt dort keine Vorlesungen, die für den späteren Arbeitsbereich irrelevant sind. Von Mathematik über Softwaretechnik bis Kryptografie – alles ist auf IT-Sicherheit ausgerichtet. Man lernt die ganze Palette der Werkzeuge, Techniken und Methoden – jeweils in Theorie und Praxis, z. B. mit Papier und Stift Sicherheitskonzepte zu analysieren oder Algorithmen auf ihre Sicherheit zu evaluieren. Das Studium ist definitiv kein Spaziergang. Der Inhalt der Oberstufenmathematik wird in zwei Wochen eingetrichtert – und in dem Tempo geht's weiter. Das ist hart, aber machbar.

Bochum2015: Wie ging es dann weiter?

Um später als Berater oder Prüfer arbeiten zu können, ist ein erfolgreicher Studienabschluss notwendig – dabei muss man nicht Betriebswirtschaft studiert haben. Die Unternehmen suchen die gesamte Bandbreite der Absolventen. Zu Beginn des Studiums hieß es: „Nach dem Studium werdet ihr keinen Job suchen – ihr werdet einen aussuchen.“ Und das stimmte. Mit dem „Master of Science“ konnte ich mich vor Angeboten kaum retten. Zu den Nachfragern zählen neben Softwareentwicklern und großen Industrieunternehmen auch Banken und Beraterfirmen. Ich habe mich für PricewaterhouseCoopers entschieden. Als IT-Prüfer/IT-Berater bin ich Teil eines tollen Teams, bekomme eine attraktive Vergütung, engagiere mich in abwechslungsreichen Aufträgen und bin international tätig.

Bochum2015: Ist ITS eine Branche mit Perspektive?

Im Bereich IT-Sicherheit ist nicht mal der unterste Bereich der Nachfrage nach Fachleuten gedeckt. Nach oben ist noch viel Luft. Ich erlebe immer wieder eine unglaubliche Nachfrage nach Spezialwissen in diesem Bereich, zum Beispiel nach Programmierern für sichere Web-Applikationen oder nach Spezialisten für Protokoll-Analyse. Das Längste bei der Jobsuche ist dabei das Filtern der Angebote.



Serviceeteil – Infos und Adressen

In Bochum IT-Sicherheit studieren



Ruhr-Universität Bochum

Universitätsstraße 150
44801 Bochum
www.ruhr-uni-bochum.de

Zentrale Studienberatung:

Studierenden-Haus
Ebene 2, Raum 206
Telefon: +49 (0)234 32-22435
E-Mail: zsb@rub.de



Horst Görtz Institut
für IT-Sicherheit

Studienberatung IT-Sicherheit (HGI):

Dr.-Ing. Robert Grosche
Gebäude IC, Ebene 02, Raum 134
Telefon: +49 (0)234 32-25666
E-Mail: dekanat-ei@ruhr-uni-bochum.de

Dipl.-Ing. Sven Schäge
Gebäude IC, Ebene 4, Raum 151
Telefon: +49 (0)234 32-27351
E-Mail: sven.schaege@nds.rub.de



International School
of IT Security

International School of IT Security (isits)

Gesellschaft für IT-Sicherheit AG
Lise-Meitner-Allee 4
44801 Bochum
www.is-its.org

Kontakt:

Freecall: 0800 TO-ISITS
(0800 86-47487)
Telefon: +49 (0)234 438702-00
Telefax: +49 (0)234 438702-22
E-Mail: info@is-its.org



TFH Georg Agricola zu Bochum

Herner Straße 45
44787 Bochum
www.tfh-bochum.de

Studienberatung:

Gebäude 2, Raum 007
Telefon: +49 (0)234 968-3366
E-Mail: aust@tfh-bochum.de

Hochschule Bochum

Lennershofstraße 140
44801 Bochum
www.hochschule-bochum.de

Studienberatung:

Raum C 0-12
Telefon: +49 (0)234 32-10096
Telefax: +49 (0)234 32-14408
E-Mail:
studienberatung@hs-bochum.de

Fachhochschule Gelsenkirchen

Neidenburger Straße 43
45877 Gelsenkirchen
www.fh-gelsenkirchen.de

Studienberatung:

Gebäudeteil O,
Raum O 1.12 (I. OG)
E-Mail:
studienberatung@fh-gelsenkirchen.de

Informationen zu IT-Ausbildungsberufen erhalten Sie bei der IHK



Industrie- und Handelskammer im mittleren Ruhrgebiet zu Bochum

Ostring 30-32
44787 Bochum
Telefon: +49 (0)234 9113-0
E-Mail: ihk@bochum.ihk.de
www.bochum.ihk.de

Ausbildungsberater:

Thomas Gdanietz
Telefon: +49 (0)234 9113-173
E-Mail: gdanietz@bochum.ihk.de
(Fachinformatiker/in und
Systemelektroniker/in)

Achim Kickert
Telefon: +49 (0)234 9113-164
E-Mail: kickert@bochum.ihk.de
(Informatikkaufleute, IT-Systemkauf-
leute)

Frank Schramm
Telefon: +49 (0)234 9113-127
E-Mail: schramm@bochum.ihk.de
(Informatikkaufleute, IT-Systemkauf-
leute)



ITS-Arbeitgeber in Bochum

Hier finden Sie eine Liste von Bochumer Unternehmen der IT-Sicherheitsbranche. Die Arbeitsgebiete der Unternehmen sind jeweils kurz skizziert. Nehmen Sie Kontakt auf – evtl. bietet sich Ihnen die Möglichkeit, dort vor oder während des Studiums ein Praktikum zu absolvieren. Vielleicht lernen Sie so bereits Ihren zukünftigen Arbeitgeber kennen!



escrypt

Lise-Meitner-Allee 4
44801 Bochum
Telefon: +49 (0)234 438702-09
E-Mail: info@escrypt.com
www.escrypt.com

Haupttätigkeit: Kryptografie

Alle Aspekte der Sicherheit in eingebetteten Anwendungen



G DATA Software AG

Königsallee 178b
44799 Bochum
Telefon: +49 (0)234 9762-0
E-Mail: personal@gdata.de
www.gdata.de

Haupttätigkeit:
Hardwareberatung, Kryptografie, Netzwerksicherheit
Entwicklung, Produktion und Handel von IT-Produkten



isits AG

Lise-Meitner-Allee 4
44801 Bochum
Telefon: +49 (0)234 438702-00
E-Mail: info@is-its.org
www.is-its.org

Haupttätigkeit:

Forschung und Entwicklung

im Bereich Naturwissenschaften und Mathematik, Informations-, Kommunikations- und Systemsicherheit, Wissensvermittlung und Wissenstransfer



GLOBOLOG

Globolog – Gesellschaft für Softwareentwicklung und -vertrieb

Lise-Meitner-Allee 4
44801 Bochum
Telefon: +49 (0)234 438723-0
E-Mail: info@globolog.com
www.globolog.com

Haupttätigkeit: Telekommunikationsdienstleistungen
Technische Dienstleistungen im E-Commerce



**Herrmann DataTeam –
Ingenieurbüro für Datensysteme**

Koster Straße 35
44797 Bochum
Telefon: +49 (0)234 9791813
E-Mail: office@datateam.de
www.datateam.de

**Haupttätigkeit: Softwareentwick-
lung, Seminare, IT-Consulting**

Anwendungsentwicklung, IT-Sicher-
heitskonzeptionen, Lernsoftware



IMA GmbH

Bergmannstraße 32
44879 Bochum
Telefon: +49 (0)234 516990-0
E-Mail: info@imagmbh.de
www.imagmbh.de

**Haupttätigkeit:
EDV-Beratung, -Betreuung und
-Wartung für den Mittelstand**

Datensicherheit, Systeme zum
geschäftsprozessoptimierten
EDV-Einsatz



**Kuert Datenrettung
Deutschland GmbH**

Südring 23
44787 Bochum
Telefon: +49 (0)234 9233096
E-Mail: info@datenambulanz.de
www.datenambulanz.de

**Haupttätigkeit:
Wiederherstellung von Daten**

Datenrettung, Beratung in Sachen
Datensicherheit



Pronetics GmbH

Hüttenstraße 3
44795 Bochum
Telefon: +49 (0)234 94305-45
E-Mail: hohmeier@pronetics.de
www.pronetics.de

**Haupttätigkeit:
Projekte im Informations- und
Kommunikationsbereich**

Entwicklung datenbankgestützter
Anwendungen für Internet und
Netzwerke



R.iT-Solutions GmbH

Kortumstraße 76
44787 Bochum
Telefon: +49 (0)234 438800-23
E-Mail: info@rit-solutions.com
www.rit-solutions.com

Haupttätigkeit: IT Consulting, Seminare im EDV-Bereich

Netzwerksicherheit, Betriebssystem-
sicherheit, Kryptografie (Grundlagen)



Xionet empowering technologies AG

Massenbergstraße 15
44787 Bochum
Telefon: +49 (0)234 32486-0
E-Mail: info@xionet.de
www.xionet.de

Haupttätigkeit: Support Systems und Customer Self-Care

Management- und IT-Beratung,
Identity-Management-Lösungen (IDM)



sirrix AG security technologies

Lise-Meitner-Allee 4
44801 Bochum
Telefon: +49 (0)234 610071-0
E-Mail: info@sirrix.de
www.sirrix.de

Haupttätigkeit: Content-Security und Digital Rights Management

Innovative Sicherheitslösungen für
Kommunikationssysteme (VoIP) und
den Schutz sensibler digitaler Inhalte



Zynamics GmbH

Große Beckstraße 3
44787 Bochum
Telefon: +49 (0)234 6870786
E-Mail: info@zynamics.com
www.zynamics.com

Haupttätigkeit: Virenerkennung

Kontakt

Stadt Bochum Bochum2015

Junggesellenstraße 8
44777 Bochum

Telefon +49 (0)234 910-1815
Telefax +49 (0)234 910-2434
E-Mail info@bochum2015.de
Web www.bochum2015.de

Impressum

Herausgeber

Bochum2015

Redaktion

Ulrike Schierholt, Olaf Winter

Textkonzeption

die-schreibweisen.com

Gestaltung

dot.blue – communication & design
www.dbcd.de

Fotos

escrypt S. 8, 9 Mitte, 10 oben,
17; FH Gelsenkirchen S. 21 oben;
Stadt Bochum, Presseamt S. 4,
11, 15 oben, 16, 21, 24, 29;
www.fotolia.de S. 1, 2, 3, 5, 6, 9
oben, 9 unten, 10 unten, 12 oben,
13, 14, 15, 18, 19, 20, 23, 24, 25,
26 oben, 27, 28 oben, 32