VDE Positionspapier

Nachwuchsmangel in der Elektro- und Informationstechnik?

– Wir packen es an! –

VDE

Herausgeber
VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.
Merianstraße 28
63069 Offenbach am Main
https://www.vde.com/itg

Bildnachweis:
Titelseite: © HQUALITY/stock.adobe.com, S. 15: © jeson/stock.adobe.com und © vegefox.com/stock.adobe.com, S. 16: © aapsky/stock.adobe.com, © DP/stock.adobe.com und © psdesign1/Fotolia, S. 17: © arsdigital/Fotolia und © niroworld/stock.adobe.com

Design: Schaper Kommunikation, Bad Nauheim

Juni 2023

Autorenschaft und Unterstützende

1. **Dr.-Ing. Damian Dudek,** VDE e.V., Frankfurt
2. **Dr.-Ing. Michael Schanz,** VDE e.V., Frankfurt
3. **Dr. rer. nat. Ulf Saballus,** Friedrich Ebert Gymnasium, Hamburg
4. **Prof. Renato Negra,** RWTH-Aachen
5. **Prof. Alexander Kölpin,** TUHH, Hamburg
6. **Prof. Gerhard Fettweis,** TU Dresden
7. **Prof. Andreas Timm-Giel,** TUHH, Hamburg
8. **Prof. Ingo Wolff,** Universität Duisburg-Essen
9. **Prof. Reiner Thomä,** TU Ilmenau
10. **Dr.-Ing. Martin Hieber,** VDE e.V., Frankfurt
11. **Dr.-Ing. habil. Wilhelm Kusian,** Ebersberg
12. **Prof. Stefan Tappertzhofen,** TU Dortmund
13. **Prof. Gerald Urban,** Uni Freiburg
14. **Prof. Max Lemme,** RWTH-Aachen
15. **Prof. Antonia Wachter-Zeh,** TUM, München
16. **Prof. Jürgen Czarske,** TU Dresden
17. **Prof. Rudolf Mathar,** Universität zu Köln
18. **Prof. Oliver Ambacher,** Universität Freiburg
19. **Prof. Norman Franchi,** FAU Erlangen-Nürnberg
20. **Prof. Hans D. Schotten,** TU Kaiserslautern
21. **Prof. Marco Rahm,** TU Kaiserslautern
22. **Prof. Christian Rehtanz,** TU Dortmund
23. **Prof. Peter Krummrich,** TU Dortmund
24. **Prof. Klaus Mainzer,** TUM, München
25. **Prof. Werner Wiesbeck,** KIT, Karlsruhe
26. **Prof. Timm Faulwasser,** TU Dortmund
27. **Prof. Dirk Schulz,** TU Dortmund
28. **Prof. Martin Bossert,** Universität Ulm
29. **Prof. Friedrich K. Jondral,** KIT, Karlsruhe
30. **Prof. Josef A. Nossek,** TUM, München
31. **Prof. Manfred Thumm,** KIT, Karlsruhe
32. **Prof. Thomas Mikolajick,** TU Dresden
33. **Prof. Selma Saidi,** TU Dortmund
34. **Prof. Martin Ziegler,** TU Ilmenau
35. **Prof. Thomas Zwick,** KIT, Karlsruhe
36. **Prof. Sebastian Schöps,** TU Darmstadt
37. **Prof. Ralph Kennel,** TUM, München
38. **Prof. Gerd Griepentrog,** TU Darmstadt
39. **Prof. Martin Doppelbauer,** KIT, Karlsruhe
40. **Prof. Anke Schmeink,** RWTH-Aachen
41. **Prof. Peter Zacharias,** Universität Kassel
42. **Prof. Regina Dittmann,** RWTH-Aachen
43. **Prof. Friedel Gerfers,** TU Berlin
44. **Prof. Nando Kaminski,** Universität Bremen
45. **Prof. Johanna Myrzik,** Universität Bremen
46. **Prof. Markus Henke,** TU Braunschweig
47. **Prof. Falko Dressler,** TU Berlin
48. **Prof. Stephan Frei,** TU Dortmund
49. **Prof. Frank Ellinger,** TU Dresden
50. **Prof. Karlheinz Bock,** TU Dresden
51. **Prof. Romanus Dyczij-Edlinger,** Universität Saarbrücken
52. **Prof. Andreas Schütze,** Universität Saarland, Saarbrücken
53. **Prof. Robert Schober,** FAU Erlangen-Nürnberg
54. **Prof. Peter A. Höher,** Universität Kiel
55. **Prof. Georg Möhlenkamp,** BTU, Cottbus-Senftenberg
56. **Dr. Roland Krumm,** ELMOS GmbH, Dortmund
57. **Dipl.-Ing. Albert Dorneich,** Balluff GmbH, Neuhausen
58. **Prof. Ralf Steinmetz,** TU Darmstadt
59. **Prof. Hannes Toepfer,** TU Ilmenau
60. **Prof. Klaus Petermann,** TU Berlin
61. **Prof. Wolfgang Mathis,** Universität Hannover
62. **Prof. Rainer Waser,** RWTH-Aachen
63. **Prof. Sibylle Dieckerhoff,** TU Berlin
64. **Prof. Jan Hesselbarth,** Universität Stuttgart
65. **Prof. Nejila Parspour,** Universität Stuttgart
66. **Prof. Mark-M. Bakran,** Universität Bayreuth
67. **Prof. Axel Mertens,** Universität Hannover
68. **Prof. Georg Möhlenkamp,** BTU, Cottbus-Senftenberg
69. **Prof. Ralf Werner,** TU Chemnitz
70. **Prof. Inga Fischer,** BTU, Cottbus-Senftenberg
71. **Prof. Ingmar Kallfass,** Universität Stuttgart
72. **Prof. Norbert Wehn,** Universität Kaiserslautern
73. **Prof. Franz X. Kärtner,** Universität Hamburg
74. **Prof. Uli Lemmer,** KIT, Karlsruhe
75. **Prof. Ullrich Pfeiffer,** Universität Wuppertal
76. **Prof. Benedikt Schmülling,** Universität Wuppertal
77. **Prof. Andreas Richter,** TU Dresden
78. **Prof. Hermann Schumacher,** Universität Ulm
79. **Prof. Jens Anders,** Universität Stuttgart
80. **Dr. Andre Kretschmann,** Robert Bosch GmbH, Stuttgart
81. **Prof. Martin Hoffmann,** RUB, Bochum
82. **Prof. Gerhard Wunder,** Freie Universität Berlin
83. **Prof. Heyno Garbe,** Universität Hannover
84. **Prof. Herbert De Gersem,** TU Darmstadt
85. **Prof. Kristina Reiss,** TU München
86. **Prof. Jutta Hanson,** TU Darmstadt
87. **Prof. Georg Rademacher,** Universität Stuttgart
88. **Prof. Klaus Hofmann,** TU Darmstadt
89. **Prof. Peter Russer,** TU München
90. **Prof. Rafael Schaefer,** TU Dresden
91. **Prof. Robert Weigel,** FAU Erlangen-Nürnberg
92. **Prof. Amelie Hagelauer,** TUM, München
93. **Prof. Gerhard Fischerauer,** Universität Bayreuth
94. **Prof. Rolf Kraemer,** BTU, Cottbus-Senftenberg
95. **Prof. Norbert Wehn,** Universität Kaiserslautern
96. **Prof. Hoc Khiem Trieu,** TUHH, Hamburg
97. **Corinne Schindlbeck,** Markt & Technik, Haar
98. **Roland Bach,** Technische Akademie Esslingen e.V., Esslingen
99. **Prof. Oberschmidt,** DH BW Karlsruhe
100. **Prof. Benjamin Kormann,** HS München
101. **Prof. Sven Kuhn,** HS Frankfurt
102. **Prof. Christine Schwaegerl,** HS Augsburg
103. **Prof. Stefan-Alexander Arlt,** HS Landshut
104. **Prof. Christoph Rapp,** HS München
105. **Prof. Dennis-Kenji Kipker,** HS Bremen
106. **Prof. Tamara Bechtold-Myr,** JADE Hochschule, Wilhelmshaven
107. **Prof. Wolfgang Rehm,** HS München
108. **Prof. Petra Tippmann-Krayer,** HS Landshut
109. **Prof. Frank Pöhlau,** HS Nürnberg
110. **Prof. Markus H. Zink,** HS Würzburg-Schweinfurt
111. **Prof. Jörg Eberspächer,** TUM, München
112. **Prof. Dorothea Kolossa,** TU Berlin
113. **Dr.-Ing. Volker Ziegler,** Nokia-Bell-Labs, München
114. **Dipl.-Ing. Sigurd Schuster,** Nokia, München
115. **Prof. Hans-Joachim Grallert,** TU Berlin
116. **Dr.-Ing. Yvonne Weitsch,** Rohde & Schwarz, München
117. **Prof. Gerhard Bauch,** TUHH, Hamburg
118. **Prof. Hans-Joachim Grallert,** TU Berlin
119. **Dr.-Ing. Jörg-Peter Elbers,** Adtran Networks SE, München
120. **Dr.-Ing. Martin Konermann,** Netze BW GmbH, Stuttgart
121. **Dr.-Ing. Britta Buchholz,** Hitachi Energy Germany AG, Mannheim
122. **Dr.-Ing. Volker Schanz,** VDE e.V., Frankfurt

Inhaltsverzeichnis

1. „Mut machen“ als Motivation **6**
2. Ausgangslage **7**
3. Gute Gründe für die Wahl des Ausbildungsberufes bzw. des Studienfaches **8**
4. Das Studium **9**
4.1. Zustand 9
4.2. Ziel 9
4.3. Fazit 10
5. Paradigmenwechsel **10**
6. Beispiele aus der Praxis **12**
7. Elektro- und Informationstechnik in Gesellschaft und Alltag **15**
7.1. Mit Elektrotechnik die Welt gestalten 15
7.2. Darauf fahren wir ab! 15
7.3. Ob ICT oder ICE in beiden versteckt sich die ET 16
7.4. Quantentechnologie ist überwiegend Elektrotechnik 16
7.5. Wir haben Energie 16
7.6. Die richtigen Materialien 17
7.7. Internationale Brückenbauer 17
8. Zentrale Aussagen und abgeleitete Handlungsempfehlungen **17**
9. Vorschlag zur Erarbeitung eines mehrstufigen Aktionsplans **19**

- Die Herausforderung als Chance nutzen -

Das wollen wir mit diesem VDE Positionspapier angehen und richten uns damit primär an Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger in den Ministerien des Bundes und der Länder. Mit Beispielen aus der Praxis möchten wir Wege aufzeigen, die dazu dienen könnten, dem Fachkräftemangel in der Elektro- und Informationstechnik entgegenzuwirken. Zudem zeigen wir auf, welche Themenvielfalt sich hinter dem Fach verbirgt, und motivieren mit konkreten Handlungsempfehlungen, wie Nachwuchs gewonnen werden kann. Dabei bauen wir eine Brücke zwischen der Schulbildung, der beruflichen sowie akademischen Ausbildung. Nicht zuletzt schlagen wir um das Thema Nachwuchsgewinnung einen klar positiven Ton an und möchten so die Selbstwahrnehmung aber auch das Bild der Berufe in den Bereichen der Elektro- und Informationstechnik richtigstellen, ja sogar aktualisieren.

1. „Mut machen“ als Motivation

Das Fach **Elektro- und Informationstechnik** ist ein wesentliches Zugpferd des technischen Fortschritts in fast allen industriellen Bereichen. Die Ingenieurinnen und Ingenieure der **Elektro- und Informationstechnik** entwickeln moderne Technologieplattformen für die Digitalisierung, Elektrifizierung und Vernetzung, und stellen damit Innovationen für eine nachhaltige, ressourcenschonende Gesellschaft sicher. Gerade die Anwendungen der elektrischen Energietechnik stehen in direkter Relation zur Energiewende und hierfür ebnen kluge sowie engagierte Köpfe den Weg der Transformation von konventioneller Energieerzeugung und Übertragung zu regenerativen Energiesystemen. Ein Großteil der heutigen Beschäftigungen im industriellen Umfeld ist entweder direkt mit dem Fach **Elektro- und Informationstechnik** oder mittelbar damit verbunden. Daher ist die **Elektro- und Informationstechnik** auch das Fundament des wirtschaftlichen Erfolges der Industrienation Deutschland und Garant für soziale Stabilität sowie sichere Arbeitsplätze innerhalb der Europäischen Union. Vom internationalen Großunternehmen bis zum kleinen und mittleren Unternehmen in Deutschland ist der Bedarf an Fachkräften enorm hoch und wachsend – und nimmt angesichts der demografischen Entwicklung fast schon existentielle Dimensionen an. Den Ingenieurinnen und Ingenieuren der **Elektro- und Informationstechnik** bieten sich schon seit geraumer Zeit beste Jobangebote in Industrie und Wissenschaft. Daher verwundert es, dass dem Fach zunehmend der benötigte Nachwuchs fehlt, allgemein unpassende Inhalte der Tätigkeiten mit dem Fach seitens des Nachwuchses assoziiert werden und somit die hohe Bedeutung und Attraktivität des Fachs insbesondere bei der jungen Generation nicht bekannt ist. Der Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (VDE) hat gemeinsam mit Partnern hierzu aktuell Untersuchungen – die größte Studie Ihrer Art (auch international) – unter anderem zum Image der **Elektro- und Informationstechnik** durchgeführt und dabei die Problematik tiefer beleuchtet. Die Ergebnisse werden bei den anstehenden Maßnahmen zur Verbesserung der Sichtbarkeit und des „Image“ wichtige Orientierung geben[1].

Bisher wurden eher die *Probleme* um das Thema Nachwuchs im Fach **Elektro- und Informationstechnik** in den Vordergrund gestellt und diese bieten nach wie vor eine Diskussionsgrundlage für negative Prognosen und Interpretationen in unterschiedlichen Foren. Besonders gefährlich wirkt sich diese „Schwarzmalerei“ in Entscheidungsträgerkreisen aus, da voreilig Schlüsse gezogen werden, die sich unter Umständen nachteilig auf unsere Gesellschaft und den Industriestandort auswirken könnten. Ein Beispiel dafür ist die fehlende Unterstützung des letzten verbliebenen Herstellers, der noch an der Spitze der Skalierung tätig war im Jahr 2009.

Nun schauen wir, die Autorinnen und Autoren dieses Positionspapiers, aus einer anderen Perspektive auf das Thema Nachwuchsmangel und möchten Sie, die Leserin und Leser, dazu ermutigen, diese Sichtweise zu übernehmen und mit nach außen zu vertreten. Wir sind überzeugt davon, dass die **Elektro- und Informationstechnik** eine Vielzahl an gesellschaftlich hochrelevanten Themen adressiert und damit nicht nur für jüngere Generationen spannend, sondern auch von zentraler Bedeutung für die Lösung von Zukunftsherausforderungen ist. Geeignete Methoden und Formate sind bereits an Schulen, Hochschulen und der Industrie vorhanden, jetzt liegt es an uns, die nötigen Strukturen auf Bundesebene auszubauen, um nachhaltig die Begeisterung für die **Elektro- und Informationstechnik** zu wecken, aufrechtzuhalten und zu steigern. Dies betrifft nicht nur Schülerinnen und Schüler, sondern ist ein Auftrag an uns alle im System.

Daher schlagen wir vor, einen mehrstufigen Aktionsplan aufzusetzen, um so zur Stärkung der Sichtbarkeit des Faches, Richtigstellung der aktuellen Tätigkeitsbereiche[2], Auflistung des Inhaltspektrums, Darlegung der Zukunftsperspektiven in der Öffentlichkeit, gesellschaftlichen Stellenwert und Vermittlung von Inhalten beizutragen. Wir regen an, dies nicht nur administrativ umzusetzen, sondern vielmehr von einem interdisziplinären Expertengremium aus Industrie, Wissenschaft und schulischer Ausbildung unter Einbeziehung unterschiedlicher Ministerien zu gestalten. Die genannten Akteure greifen auf bestehende Konzepte zurück, verifizieren diese und planen aufbauend auf deren gemessenem Erfolg nachhaltige Strukturen. Damit sollen Fördermaßnahmen mit gemeinsam erarbeiteten Strukturen zeitlich zusammenfließen, um möglichst schnell und effizient eine Brücke zwischen Schule, Hochschule, Ausbildung und Industrie zu schaffen.

1 Maya Götz et al. (März 2023): „Elektroingenieure installieren Lampen“ – Das Image der Elektrotechnik, VDE, IZI, FBTEI, FTEI
2 VDE-Thesenpapier „Was leisten Ingenieurinnen und Ingenieure der Elektro- und Informationstechnik?“

Ein Paradigmenwechsel in der Wahrnehmung kann nur dann erfolgen, wenn Persönlichkeiten aus unterschiedlichen gesellschaftlichen Bereichen unter Berücksichtigung der Geschlechter und Altersgruppen eingebunden werden und gemeinschaftlich ein deutschlandweiter Strukturplan aufgestellt wird. Die Autoren dieses Positionspapiers sind davon überzeugt, dass durchdachte und abgestimmte Anreize auf allen Ebenen der allgemeinen Schulbildung, der Ansprache der Jugend, der beruflichen Ausbildung und der Hochschulformation auf Bundesländerebene, aber auch der deutschlandweite Zusammenschluss dieser Aktivitäten wichtige Bestandteile des Paradigmenwechsels sind. Im Einzelnen listen wir konkrete Handlungsempfehlungen auf, benennen praktische Beispiele, die erfolgreich durchgeführt wurden und wagen einen optimistischen sowie Mut machenden Ausblick in die Zukunft des Faches. Diese Empfehlungen sind Bausteine einer umfassenden Aktivität, die zu einer größeren Sichtbarkeit sowie positiv behafteten Wahrnehmung des Faches **Elektro- und Informationstechnik** innerhalb der Gesellschaft beitragen soll.

2. Ausgangslage

Der Fachkräftemangel ist ein generelles Problem, mit dem nicht nur Deutschland in Europa vor einer großen Herausforderung steht. Laut dem Institut der Deutschen Wirtschaft (IW)-Köln verzeichnen aktuell die energie- und elektrotechnischen Berufe im Vergleich zu allen anderen Berufsgruppen sogar die größten Engpässe auf dem deutschen Arbeitsmarkt[3]. Aus dem bereits oben angeführten aktuellen VDE Report zum Arbeitsmarkt 2022 wird folgendes Fazit gezogen: „Im Jahr 2022 und darüber hinaus muss Deutschland voraussichtlich nicht nur die 13.200 in den Ruhestand Eintretenden, sondern den gesamten Bedarf von voraussichtlich 19.400 Personen mit jungen Elektroingenieurinnen und -ingenieuren ersetzen. Das ist aus eigener Kraft durch die Hochschulen in unserem Lande nicht zu leisten“.[4]

Vor allem der Trend der stetig abnehmenden Anzahl der Erstsemesterstudierenden der letzten zehn Jahre ist alarmierend. Betrachtet man den prozentualen Anteil eines Jahrganges, der sich im Bereich der **Elektro- und Informationstechnik** immatrikuliert, fällt auf, dass dieser über die letzten neun Jahre um 35 % gesunken ist. Im Bereich Maschinenbau sieht es mit einem Schwund von 38 % ähnlich dramatisch aus, während die Informatik einen Zugewinn um 27 % verzeichnen kann (vgl. Schanz, M. 2022: 25). Aus dieser Betrachtung sind strukturelle Effekte wie doppelte Abiturjahrgänge, deren Wegfall, die Einschränkungen verursacht durch die Corona-Pandemie oder hohe Studierendenquoten herausgerechnet. Interpretationen, wie es zu dieser Entwicklung gekommen ist, welche Folgen diese für den Industriestandort Deutschland hat und die Einschätzung der schulischen Leistungen jüngerer Generationen sind häufig Themen in den Schlagzeilen der Presse und unter Expertinnen und Experten in fachlichen Gesellschaften, Gremien und weiteren Kreisen. Nicht selten werden Desinteresse an technischen Inhalten, mangelndes Verständnis von physikalischen Zusammenhängen und nicht zuletzt Schwächen im Rechnen sowie allgemein in Mathematik der Absolventinnen und Absolventen allgemeinbildender Schulen als Hemmschwellen genannt. Auch wenn diese Kritik stellenweise ihre Berechtigung hat, so wird sie an anderen Stellen eher pauschal geübt und führt letztendlich zu einer Demoralisierung oder zu einer Kultur der Verneinung bzw. zur gesellschaftlichen Akzeptanz von Technikferne. An dieser Stelle sei angemerkt, dass Schülerinnen und Schüler, die auf dem Weg ins Berufsleben durch die allgemeinbildenden Schulen vorbereitet werden, weder als dumm oder faul diffamiert werden sollten. Mit diesem Papier möchten wir vehement für das aktive Einbinden jüngerer Menschen und deren Perspektiven in Entscheidungsprozesse gerade in der technischen Weiterentwicklung und neuer Produktgenerationen sowie der Gestaltung von Ausbildungsinhalten werben. Die heutigen digitalen Technologien bieten für diese Mitbestimmung einen großen Raum, der unbedingt geöffnet werden sollte. Die bisher hochgehaltene Tugend des Fachwissens in technischen Bereichen schwindet ebenso zunehmend, wie die Komplexität der Sachverhalte zunimmt. Allein aus dieser Entwicklung heraus sollte der Schluss gezogen werden, dass Wissensträgerinnen und -träger zunehmend jünger werden müssen und dass dafür Multiplikatoren benötigt werden, die das Wissen in die Breite der Gesellschaft tragen und damit die nachkommenden Generationen prägen.

Insbesondere Deutschlands Industrie ist im europäischen Vergleich stark auf den eigenen Nachwuchs angewiesen und hat mit der „dualen Ausbildung“ ein Alleinstellungsmerkmal neben der akademischen

3 IW Köln; MINT-Frühjahrsreport 2023
4 Schanz, M. (2022): Arbeitsmarkt 2022 – Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure: Zahlen, Fakten, Schlussfolgerungen. Offenbach am Main: VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.

Formation geschaffen, um das wir von vielen in anderen Ländern beneidet werden. Die aktuellen geowirtschaftspolitischen Entwicklungen sorgen dafür, dass die Themen wie Fachkräftemangel, Ausbildung in technischen Berufen, technologische Souveränität und stärkere Resilienz gegenüber der globalen Abhängigkeit von Hochtechnologien überaus präsent in der Gesellschaft sind, da diese direkte Auswirkungen auf unsere Volkswirtschaft haben. Beispielsweise steht der European Chips Act in diesem Kontext, mit dem nicht nur auf die Schwierigkeiten in den Lieferketten Bezug genommen wird, sondern auch gezielt der Bedarf an Fachkräften benannt wird. Globale Größen der Halbleiterindustrie wie Intel (USA), Infineon (Deutschland), TSMC (Taiwan) oder Anbieter in hochinnovativen Nischen wie Wolfspeed (USA) überlegen derzeit, in Halbleiterwerke am Standort Deutschland zu investieren. Ein wichtiger Wegbereiter in diesem Kontext waren die VDE Positionspapiere „Hidden Electronics I-III“[5].

Der aktuelle Fachkräftemangel ist auch eine Chance, um das Themenspektrum der **Elektro- und Informationstechnik** in die Schulen zu tragen. Dabei sei angemerkt, dass von der in Ausbildung befindlichen jungen Generationen nicht erwartet werden sollte, dass sie beispielsweise die neusten Entwicklungen in der Halbleiterindustrie vollständig durchdringen muss. Vielmehr gilt es, Nachwuchs vor allem für kommende Technologien, offene Fragestellungen, wirtschaftliche Zusammenhänge und eben auch für die praktische Relevanz von Technik zu begeistern.

Innerhalb der Ingenieurdisziplinen hat gerade die **Elektro- und Informationstechnik** häufig einen schweren Stand, da in der Regel damit falsche Inhalte und Arbeitsgebiete assoziiert werden und allgemein in der deutschen Gesellschaft ein veraltetes Bild verbunden wird, wie das Installieren von Kabeln oder Geräten. Nicht zuletzt wird das Fach in einem veralteten Denkschema als Männerdomäne verstanden, in dem sich Frauen durch den eher geringen Frauenanteil unwohl fühlen könnten. Bemerkenswert und bezeichnend ist, dass dieses Ungleichgewicht der Geschlechter im Gegensatz zu vielen europäischen und außereuropäischen Ländern gerade in Deutschland besonders stark ausgeprägt ist. Auch diese Tatsache hält viele davon ab – z. B. durch Erwägungen, dass das Umfeld negative Bemerkungen macht – sich für ein Studium der **Elektro- und Informationstechnik** zu entscheiden. Die **Elektro- und Informationstechnik** ist bisher mit Abstand das Fach mit den wenigsten Frauen in Ausbildungsberufen und Studiengängen. Der Anteil an Elektroingenieurinnen am Arbeitsmarkt liegt bei nur 8 % (vgl. Schanz, M. 2022: 9).

3. Gute Gründe für die Wahl des Ausbildungsberufes bzw. des Studienfaches

Wir müssen dem Nachwuchs die guten Gründe vermitteln, eine Ausbildung oder ein Studium der **Elektro- und Informationstechnik** aufzunehmen: Exquisite Ausbildung, hervorragende Infrastruktur und beste Arbeitsumgebungen, international renommiertes Lehrpersonal, weltweit angesehene Abschlüsse und vor allem ein solides Fachwissen, das den aktuellen technischen Entwicklungen angepasst ist; dies sind die wichtigen Voraussetzungen für eine lebenslange und erfolgreiche Karriere in einem technischen Beruf. Damit ist der in Deutschland ausgebildete Nachwuchs weltweit sehr gefragt und übernimmt nicht selten wichtige Funktionen in Industrie, Wirtschaft, Wissenschaft, aber auch in der Politik.

5 https://www.vde.com/de/itg/publikationen/vde-positionspapier-hidden-electronics-ii

4. Das Studium

4.1. Zustand

Das Studienfach **Elektro- und Informationstechnik** ist ein Grundpfeiler jeder Technischen Universität, aber eben auch vieler allgemeiner Universitäten sowie Hochschulen für Angewandte Wissenschaften. Während die Kooperation zwischen den Fächern Informatik und **Elektro- und Informationstechnik** im Studium stark ausgeprägt ist, so wird diese Kooperation nach außen hin nur selten wahrgenommen. Daher ist es wichtig, bereits vor Anfang der Studienaufnahme Schulabgängerinnen und Schulabgänger mit dem vielfältigen Spektrum an Inhalten der **Elektro- und Informationstechnik** zu konfrontieren bzw. sie an dieses heranzuführen. Dies kann durchaus gelingen, wenn wir häufiger die praktischen Anwendungen des täglichen Lebens in den Vordergrund stellen, bei denen die **Elektro- und Informationstechnik** eine wesentliche Rolle spielen. Täglich verwendete Systeme sind vielfältig und reichen vom Elektrofahrzeug über das Mobiltelefon oder von der Robotik bis zum elektrischen Energienetz, die ein fester Bestandteil unserer Wirtschaft sind und von denen wir in unserem täglichen Leben profitieren. Wenn wir weiterhin die Verbesserungen und Innovationen der **Elektro- und Informationstechnik** genießen wollen, so müssen wir das entsprechende Studienfach attraktiver gestalten.

Wir schauen optimistisch in die Zukunft und wenn alles gut geht, haben wir durch Impulse wie eben dieses Positionspapier bald genügend motivierte Studierende in dem Fach **Elektrotechnik und Informationstechnik.** Um hier den Erwartungen dieser jungen Generationen von Studierenden an Universitäten und Hochschulen für Angewandte Wissenschaften zu genügen, müssen wir die Lehrformen und -Inhalte entsprechend den Bedürfnissen in Forschung, Entwicklung und industrieller Umsetzung anpassen sowie einer Prüfung unterziehen. Tradierte Lehrpläne mit Pflichtfächern, die früher wichtig waren, die aber heutige Ingenieurinnen und Ingenieure in der Praxis selten nutzen, finden sich allzu oft und könnten u.U. zur Demotivation und dann in letzter Konsequenz zur Exmatrikulation führen. Es liegt an den Lehrenden, praxisnahe, intellektuell anspruchsvolle, aber vor allem aktuelle Inhalte mit den Grundlagen bereits im Grundstudium miteinander zu verknüpfen, um so den Studierenden die relevanten Anwendungen dieser Inhalte näherzubringen als auch ihnen genügend Raum zu bieten diese selbst zu erweitern. Außerdem sind Prüfungsmodalitäten so zu überarbeiten, dass Leistungen nach Möglichkeit herleitungsorientiert statt ergebnisorientiert bewertet werden. Auf diesem Weg möchten wir im Schwerpunkt weniger auf konventionelle Lehrformate, die auch an aktuelle Online-Lehrformate gekoppelt sind, setzen. Vielmehr benötigen wir vielseitige, auf Individual- und Teamarbeit-gestützte interaktive Vermittlungsmethoden, die gemeinsam mit den Studierenden sukzessive erarbeitet und interaktiv optimiert werden, so dass sich ein hoher und effizienter Lehrerfolg auf beiden Seiten, der lehrenden-, aber auch auf der studierenden Seite einstellt.

4.2. Ziel

Das Studium muss attraktiv und bedarfsgerechter werden. Beispielorientierte „Case Studies“ bereits ab dem ersten Semester[6], wie beispielsweise ein automatisiert fahrendes Fahrzeug, könnten anschaulich in verschiedene Gebiete der **Elektro- und Informationstechnik** einführen und motivieren, das Studium erfolgreich fortzusetzen. Anhand dieser „Case Studies“ wären die Themengebiete der Schaltungstechnik, Kommunikationstechnik, Robotik, Antriebstechnik und Mikroelektronik leichter zu veranschaulichen und könnten einfacher mit den Grundlagen verknüpft werden. Auch wenn dies den Einsatz zusätzlichen Personals erfordert, so wird sich damit die Problematik des Studienabbruchs entschärfen.

Auch haben sich die Art und die Inhalte der Wissensvermittlung nicht an die neuen Curricula der Schulen angepasst. So sind Studierende oft mit Lehrenden konfrontiert, die von ihrer eigenen Schulausbildung Voraussetzungen verlangen, die nicht mehr in Schulen gelehrt werden, während neue Inhalte der Schulcurricula den Lehrenden unbekannt sind. Aus diesem Grund ist ein Austausch zwischen Hochschulen und Schulen zwingend notwendig, um die Studienanfängerinnen und Studienanfänger adäquat vorzubereiten.

Wer heute **Elektro- und Informationstechnik** studiert, traut sich etwas. Es ist mathematisch anspruchsvoll und die Fähigkeit für das Erwerben von theoretischem Können wird vorausgesetzt. Obwohl dies den

6 Aktuelle Untersuchungen des VDE, IZI, FBTEI und FTEI zeigen, dass die Entscheidung des Studienabbruchs schwerpunktmäßig im ersten Semester getroffen wird.

meisten Studierenden bewusst ist, sind hohe Durchfallquoten in Prüfungen an den Hochschulen keine Seltenheit. Ein pauschaler Vorwurf an die Studierenden, dass diese schlecht vorbereitet sind, hilft uns nicht weiter. Vielmehr bedarf es einer Analyse des Tatbestandes und dann der folgerichtigen Konsequenzen, die im besten Fall die Optimierung der Lehrinhalte, die Abstimmung der Lehrenden an Hochschulen und Schulen und die Form der Vermittlung zwingend notwendig machen. Dafür benötigt man Offenheit, aber eben auch Mut zu Anpassungen und Veränderungen. Wir alle in diesem System sind gefragt, einen Beitrag zu leisten aus den unterschiedlichen Positionen, die wir in dem Fach **Elektro- und Informationstechnik** oder in der Vorbereitung auf das Studium einnehmen.

4.3. Fazit

Nach gut 30 Jahren Internet und „Digitalisierung" mit einhergehender Virtualisierung des Konsumverhaltens, stehen wir heute vor dem Beginn einer Zeit, in der Robotik und Kommunikationstechnik einen weiterhin zunehmenden Einfluss auf unsere Lebensweise haben werden. Neben Staubsaugern und Rasenmähern werden bald viele praktische robotische Helfer unser Leben vereinfachen und es beschleunigen. Haptische bzw. anfassbare Werkzeuge des alltäglichen Lebens sind hierfür notwendig, ausgehend von Innovationen der **Elektro- und Informationstechnik.**

Viele neue Unternehmensgründungen werden durch den Vorschritt der **Elektro- und Informationstechnik** möglich sein und mit ihren Innovationen wird sich der Lebensstandard dramatisch verbessern. Der technische Fortschritt begleitet die Demokratie und festigt diese. Um den europäischen Geist und das ethische Verständnis weiterhin aufrecht zu erhalten, benötigen wir einen motivierten, international kompetitiven Nachwuchs, der ökologisch verantwortungsvoll handelt, sich aber wiederrum auf die demokratische Gesellschaftsordnung verlassen kann.

Ziel muss es sein, dass Studium insbesondere durch „Case Studies" so attraktiv zu machen, dass Studierende gern die Grundlagen lernen, um diese dann adäquat anwenden zu können. Dies ist ein Garant für die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und Europas.

5. Paradigmenwechsel

Gerade die Herausforderung, den Mangel an Nachwuchs im Fach **Elektro- und Informationstechnik** zu überwinden, birgt ebenso eine Chance: Wir können Veränderungen an der Außenwahrnehmung vornehmen, junge Menschen für die Inhalte des Faches begeistern und vor allem dazu motivieren, die Welt, in der wir leben, sowie die Alltagsgegenstände, die wir nutzen, zu gestalten. **Elektro- und Informationstechnik** sollte mit dem Anliegen der Fridays-for-Future Bewegung eng verbunden sein und diese jungen Menschen dazu motivieren, konstruktiv etwas dafür zu tun. Denn technische Systeme mit dem Potential einer Reduzierung von Klimafolgen basieren häufig auf elektronischen Bauelementen und integrierten Schaltungen. Wenn es also gelingt, diese Zusammenhänge in weite Teile der Gesellschaft zu tragen, so wird sich auch die Wahrnehmung und Sichtweise auf die **Elektro- und Informationstechnik** ändern und daraus resultiert ein höherer Stellenwert für dieses Berufsfeld.

Einschlägige aktuelle Fragestellungen, die derzeit häufig im gesellschaftlichen Diskurs zu finden sind wie die folgenden, haben ihren Ursprung in der **Elektro- und Informationstechnik:**

- Wie kann man die Nachhaltigkeit in und durch die **Elektro- und Informationstechnik** erhöhen und Ressourcen sparen?
- Wieviel Heizungsenergie können wir durch personalisierte Sensorik bei gleicher Behaglichkeit einsparen?
- Können wir durch 3D-Video-Konferenzsysteme massiv Energie aufgrund von Reisen einsparen?
- Wie können wir die Energieaufnahme von integrierten Schaltungen im Betrieb und in der Herstellung senken und Systeme entwickeln, die weniger Material und keine umweltschädliche Stoffe benötigen sowie ein besseres Recycling erlauben?
- Welche Arten regenerativer Gewinnung elektrischer Energie gibt es, wie funktionieren diese, welche nutzen wir und welche können noch kommen?

- Wieso ist die elektrische Energieversorgung so verlässlich, warum fällt uns nicht auf, welcher technische Aufwand für diese Zuverlässigkeit getrieben wird, und welche Herausforderungen ergeben sich diesbezüglich durch den Wechsel zu regenerativen Energien?

- Wie erhöhen wir z.B. die Effizienz von mobilen Kommunikationssystemen, die wir alle von Jahr zu Jahr immer intensiver nutzen?

- Was versteckt sich hinter dem Begriff „Digitalisierung“ und ist diese vorwiegend die Disziplin der Informatik? Welche entscheidende Rolle spielt hier die **Elektro- und Informationstechnik**? Ist es nicht eher so, dass die Informatik immer nur so gut sein kann wie die Hardware und Systemtechnik, welche durch die **Elektro- und Informationstechnik** entwickelt wird? Wird dabei verkannt, dass die analoge Schaltungstechnik für die «Digitalisierung» weiterhin zentraler Innovator ist und oft die Performanz bestimmt, u.a. im Zusammenhang mit Schnittstellen, Sensoren, Aktoren und Antennen?

- Stellen „Digitalisierung“ und neuartige Anwendungen der Künstlichen Intelligenz eine Bedrohung für die Gesellschaft durch den möglichen Verlust von Arbeitsplätzen dar oder bieten sie nicht vielmehr neue, weitreichende Chancen - auch für die Entwicklung der Gesellschaft?

- Wie kann der Wechsel vom Verbrennungsmotor zum Elektromotor ohne weiteren qualitativ hohen Ausbau der **Elektro- und Informationstechnik** im Land gelingen und welche Rolle spielt er zukünftig im Individualverkehr und beim autonomen Fahren?

Diese Beispielfragen stehen nicht nur im Zentrum unserer Gesellschaft, sondern sie motivieren Menschen, an diesen zu arbeiten und sollten zum Allgemeinwissen erhoben werden. Wie wir die Nachhaltigkeit von Technik erhöhen sowie mit Energiewandlung und -speicherung umgehen, sind häufig Fragen, die von Technikerinnen und Technikern sowie Ingenieurinnen und Ingenieuren der **Elektro- und Informationstechnik** beantwortet werden können. Zudem liefert sie praktische Lösungsansätze für die Umsetzung dieser Fragestellungen. Die Begriffsdefinition „Bit“ als Digitalspeichereinheit wurde 1948 von dem Elektrotechniker und Mathematiker Claude Shannon eingeführt und ist heute ein international verwendetes Fachwort für die Digitalisierung. Digitalisierung besteht nicht nur aus Software, sondern basiert in hohem Maße auf digitalen sowie analogen Schaltungen und Systemen der Elektronik, dem Kerngebiet der **Elektro- und Informationstechnik**.

Es ist an der Zeit, der **Elektro- und Informationstechnik** das „Image“ wiederzugeben, das sie auch hinsichtlich ihrer Reichweite verdient (vgl. Schanz, M. 2022). Damit sollten auch die Errungenschaften wieder stärker gewürdigt werden, die seit 150 Jahren klar mit ihr verbunden sind.

Um nicht nur das Image allgemein in der Öffentlichkeit zu verändern, sondern vor allem für Nachwuchs in den Schulen zu werben, bedarf es nach Ansicht der Autorinnen und Autoren weiterer Maßnahmen neben einer breit angelegten Imagekampagne: Schülerinnen und Schüler sowie zukünftige Fachkräfte brauchen Berührungspunkte zu den Arbeitsweisen und Aufgaben in der **Elektro- und Informationstechnik.** Vergleichbar zur naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweise benötigen wir zusätzlich die Vermittlung der ingenieurtechnischen Perspektive, um Sachverhalte zu durchdringen. An vielen Standorten der Republik werden bereits erfolgreich Programme zur Gewinnung von Nachwuchs umgesetzt. Doch leider bleiben diese unter der gesellschaftlichen Wahrnehmungsgrenze, da sie nicht medienwirksam aufgearbeitet werden oder als insignifikant, teilweise sogar despektierlich behandelt werden. Zudem können Maßnahmen oft nur punktuell eingesetzt werden, so dass kurzzeitige Begeisterung im Sinne eines Strohfeuereffekts gelingt, aber ohne nachhaltige Wirkung. Diese missliche Lage motivierte die Autorinnen und Autoren dieses Papiers dazu, einige praktische Beispiele heranzuführen, um neue Wege in der Nachwuchsgewinnung für die **Elektro- und Informationstechnik** in einem deutschlandweiten Netzwerk mit unterschiedlichen Modellen zu beschreiten. In dem nächsten Abschnitt folgen Ansätze aus der Praxis, die optimistisch stimmen sollen, um daraus nachhaltige Strukturveränderungen entstehen zu lassen. Wir wollen Mut machen für Veränderungen in der Vermittlung der Inhalte der **Elektro- und Informationstechnik** an allgemeinbildenden Schulen und möchten damit auch die existierenden Barrieren hin zur akademischen Ausbildung in diesem Fach auf praktischem Weg abbauen, so dass Interessierte ungehindert einen für sie adäquaten, persönlich gestalteten Weg wählen können. Nach dem Motto: Wir vermitteln die **Elektro- und Informationstechnik** von heute, lassen uns morgen von den Errungenschaften der jüngeren Generation des Faches begeistern und lernen wiederum von ihnen.

6. Beispiele aus der Praxis

6.1. TUHH und FEG Hamburg

Grundlagenforschung in der weiterführenden Schule: Ein Quantensprung?

2017 entwickelten Vertreter des Friedrich-Ebert-Gymnasiums in Hamburg, die Universitätsleitung sowie Institutsleitungen der Technischen Universität Hamburg und der Sprecher des Fachkollegiums Elektro- und Informationstechnik der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), vom damaligen DFG-Programmdirektor des Faches Elektro- und Informationstechnik initiiert, ein Konzept zur Einbindung von Schülerinnen und Schülern in Forschungsprojekte mit elektro- und informationstechnischem Schwerpunkt. Hierbei werden Kohorten von Schülerinnen und Schülern ab Klassenstufe acht zusammengestellt, um dann in ausgewählten Forschungsprojekten mitzuarbeiten. Der Anreiz für die Schülerinnen und Schüler ist in erster Linie die aktive Tätigkeit in diesen Forschungsprojekten an der TU Hamburg. Im Budget des Fördervorhabens ist sogar noch eine finanzielle Entlohnung vorgesehen.

6.2. RWTH-Aachen und Grundschule

Elektro- und Informationstechnik für die Grundschule? Ja, das geht.

Bereits in der dritten und vierten Jahrgangsstufe ist das Induzieren von elektro- und informationstechnischen Grundlagen und eine Affinität zum Fachgebiet zu schaffen sehr gut möglich. Es konnte gezeigt werden, dass die Inhalte überaus spannend sind. So war es gerade bei diesen jungen Kindern kein Kunststück, Begeisterung dafür zu wecken, Widerstandsgrößen umzurechnen, einen Maschenumlauf in einer Schaltung vorzunehmen oder die Knotenregeln anzuwenden. Es zeigte sich, dass die Begeisterung der Kinder unterschiedlich gelagert ist, sei es praktisch oder abstrakt, doch diese ist unabhängig vom Geschlecht, der Herkunft oder der Denkweise. Elektro- und Informationstechnik ist Rechnen und Basteln zum Mitmachen. Gerade in der Grundschule legt man einen Grundstein für die Begeisterung der Kinder und hat an dieser Stelle praktisch die Möglichkeit, ein positiv behaftetes Bild der Elektro- und Informationstechnik zu setzen, da in diesen jungen Jahren in der Regel keine Hürden abzubauen sind und auch keine Vorurteile existieren. An dieser Stelle ist mit einem Kulturwandel anzusetzen. Die RWTH-Aachen geht hier als eine der exzellenten Universitäten Deutschlands voran und bringt die Elektro- und Informationstechnik mit gezielten Programmen in Nordrhein-Westfalens Grundschulen.

6.3. Vor der Grundschule kommt der Kindergarten

Kinder mögen es, wenn man sich für sie Zeit nimmt und Ihnen zum Beispiel etwas vorliest. Es ist nicht notwendig, vollkommen neue Wege zu gehen, denn illustriere Kurzbüchlein für Vorschulkinder zum Vorlesen gibt es bereits für unterschiedliche Themen. Der VDE hat dieses Format aufgegriffen und in Zusammenarbeit mit einem Illustrator sowie Fachexpertinnen und- experten Themen der Elektro- und Informationstechnik altersgerecht aufgearbeitet. Auf diesem Weg können Kinder unter sechs Jahren mit den Inhalten der Elektro- und Informationstechnik in Berührung kommen und assoziieren diese mit dem Fach. Ob Zwischendurchlektüre, im Elternhaus oder im Kindergarten, diese kleinformatigen Büchlein sind optisch ansprechend und bereiten Freude beim Lesen. Die Auflage ist bisher noch klein, doch Ziel ist, der Resonanz entsprechend, die Anzahl der Exemplare stetig zu erhöhen und damit auf die Ladentheke in dem „Mainstream“ Buchhandel zu gelangen.

6.4. Vorsicht „Mathematik“ kann ansteckend sein und süchtig machen

In Ulm und um Ulm und um Ulm herum

Die Informationstheorie ist eine wesentliche Säule der Kommunikationstechnik, denn ohne dieses intellektuelle Fundament wären die heutigen Errungenschaften in der Mobilkommunikation, der Verschlüsselung von Daten und sicheren Kommunikationstechnik nicht möglich. Zur Informationstheorie gehört jedoch ein großer Werkzeugkasten voller interessanter mathematischer Grundlagen, vor denen man keine Angst haben sollte. Bereits in der Schule kommt nicht selten Verdrossenheit gegenüber

dem Fach Mathematik auf. Während in Deutschland die Schwäche in mathematischen Grundlagen eine zunehmende Akzeptanz in der Gesellschaft erfährt, wird in anderen europäischen Ländern wie beispielsweise in Frankreich diese Schwäche als kulturelle Wissenslücke bewertet. Um diesen schleichenden Prozess der Akzeptanz in der Gesellschaft zu überwinden und umzukehren, wird ein Umdenken benötigt. Als Wegbereiter hierfür stehen der Elektrotechnikprofessor Martin Bossert und sein Sohn, der Mathematiker Sebastian Bossert. Beide haben eine hervorragende Einleitung in die „Mathematik der Digitalen Medien" für allgemeinbildende Schulen geschrieben. Sie fassen ihr prägnantes Buch wie folgt zusammen: *„Die Mathematik ist eine trockene abstrakte Angelegenheit, und ein gebildeter Mensch muss sich darin nicht auskennen, behaupten einige Autoren. Weit gefehlt, denn Mathematik lebt! Das Gedankengebäude der Wissenschaft Mathematik sucht in seiner Schönheit und Eleganz seinesgleichen. Vieles, was wir täglich ohne Scheu und Angst benutzen, enthält Mathematik, vor der viele Scheu und Angst zeigen. Dies sollte nicht so sein, denn es existieren viele elegante und wunderschöne praktische Konzepte, die das Erlernen von Mathematik von selbst motivieren. Durch dieses Buch sollen die spannenden mathematischen Lösungen von einigen bedeutenden Konzepten in alltäglichen Anwendungen der Telekommunikationstechnik und der Informationstheorie einem technisch und mathematisch interessierten Personenkreis zugänglich gemacht werden."*[7]

6.5. Songs und Videos, um junge Generationen anzusprechen

Die Professur für Schaltungstechnik an der TU-Dresden zeigt medienwirksam, dass die Elektrotechnik und Schaltungstechnik von zentraler Bedeutung für die Innovationen der Zukunft ist und kreative, attraktive, sichere sowie gut bezahlte Arbeitsplätze bietet. Um auch die junge Generation zu begeistern, werden innovative Formate eingesetzt. So wurden z.B. Songs inklusive Texte komponiert, Musikvideos produziert, einfach verständliche Comics publiziert, und Musikkonzerte im Bereich Rockmusik, Rap und Jazz gegeben. Beispiele sind:

Circuit Song, siehe https://www.youtube.com/watch?v=SwPGxwBZw6I

Der Circuit Song fasst die Grundlagen der Grundschaltungstechniken in drei Strophen zusammen, so dass man sich die Inhalte durch die Reimform besser merken kann. Der Refrain verweist auf ein gutes Leben nach Abschluss eines Studiums der Elektro- und Informationstechnik: „If you know circuit design, your life will be so fine".

Viva la Electronica, siehe https://www.youtube.com/watch?v=ekkJlQf-K4I

Mit diesem „Song" wird die Welt der Elektro- und Informationstechnik revolutioniert. Die Göttin „Viva la Electronica" wählt ihren Propheten, einen Studenten dieses Fachs, aus und lässt so den Glauben an die Technik in die Allgemeinheit weitergeben. Mit diesem Glauben überwindet man die Barrieren der Technikverdrossenheit sowie der Intoleranz gegenüber anderen Kulturen und eröffnet vollkommen neue Wege der internationalen Kooperation. „¡Que via La Electronica!

5G Song, siehe https://www.youtube.com/watch?v=AC6GalBrI9k

Im 5G Song werden Anwendungsfelder der 5G-Kommunikationstechnik per RAP-Song promotet.
Echtzeit-Improvisationskonzert: Hier wurden dem improvisierenden Pianisten spontan Comic-Bilder im Bereich Echtzeitsysteme gezeigt, welcher er dann spontan „in Echtzeit" musikalisch interpretierte.

6.6. "Invent a Chip" Begeisterung für die Mikroelektronik wecken durch einen vom VDE und BMBF geförderten Wettbewerb

In Rahmen einer bundesweiten Ausschreibung können interessierte Schülerinnen und Schüler in einem ersten Schritt ihre Ideen für neue technische Anwendungen, die in einer integrierten Elektronik umgesetzt werden kann, einreichen. In einem weiteren Schritt erhalten diese Schülerinnen und Schüler Schulungen zur Programmierung in einer Hardware-Beschreibungssprache. Mit diesem Wissen und den eigenen Ideen wird ein FPGA-Baustein (Field Programmable Gate Array) programmiert, mit dem die Anwendung umgesetzt wird. Teilnehmen können Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 8 bis 13 aller allgemeinbildenden, aber auch berufsbildenden Schulen. Auf diesem Weg kommt sogar der Schaltungsentwurf in die Schulen.

7 Bossert, Martin; Bossert, Sebastian „Mathematik der digitalen Medien" VDE Verlag, 2017

6.7. „Türen auf mit der Maus“ und “Girls‘Day“ im VDE Prüfinstitut und VDE e.V.

Schülerinnen und Schüler lernen an einem Tag die Arbeiten des VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitutes kennen. Hier werden elektrische und elektronische Gerätschaften getestet, um diese nicht nur im Jetzt sondern auch in der Zukunft sicher in die Anwendung für Jedermann zu bringen. Von der Chemie über Kühlkammern bis hin in den leisesten Raum Deutschlands ist alles dabei. Nach der Tour durchs Institut wartet dann noch ein Bausatz zum Löten. Im Rahmen eines parallel laufenden Workshops können die Schülerinnen und Schüler zusammen mit VDE Expertinnen die Energieversorgung der Zukunft erarbeiten.

6.8. “Tag der Technik@School – Ingenieurwissenschaften kommen in die Schule” von VDE Bezirksverein Saar und Fraunhofer Institut

Ein exklusiver Tag der Technik an der eigenen Schule – das ist das neueste Schülerangebot der Ingenieurwissenschaften im Saarland. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler kommen vor Ort und eröffnen einen Schultag lang spannende Einblicke in Forschung und Studium. Mit einem umfangreichen Programm wie Science Rallye, Kurzvorträgen, Experimentierworkshops und Hightech zum Staunen lief im Frühjahr 2023 die Pilotveranstaltung.

6.9. “VDE Bayern Schülerforum - Schüler präsentieren vor Schülern!”

Wie viel Spaß Technik machen kann, können Schülerinnen und Schüler beim VDE Bayern Schülerforum an der Technischen Fakultät an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, erleben. Für Schülerinnen und Schüler ist es ab der 5. Jahrgangsstufe bayerischer Mittel- und Realschulen, Gymnasien und Fach-/Berufsoberschulen möglich, sich mit einem Vortrag zu einem selbstgewählten technisch-wissenschaftlichen Thema über ihre Lehrkraft um die Teilnahme zu bewerben. Mitschülerinnen und Mitschüler sind zudem eingeladen, als Zuschauer am VDE Bayern Schülerforum teilzunehmen, um sich von der Bandbreite der spannenden technischen Themen begeistern zu lassen.

6.10. “Girls‘Day” mit VDE Young Net

Für eine Berufsorientierung frei von Geschlechterklischees setzt man auf die Initiativen Girls‘ Day – Mädchen-Zukunftstag und Boys‘ Day – Jungen-Zukunftstag. Vor allem die Wirkungsstudie zum Girls‘ Day zeigt das große Potenzial dieser Initiative: Handwerksberufe, technische und IT-Berufe gewinnen an Attraktivität und zunehmend mehr Teilnehmerinnen können sich eine Ausbildung oder ein Studium in diesen Bereichen vorstellen. Obwohl es hier noch an einer Schwerpunktlegung auf die Elektro- und Informationstechnik fehlt, so sind diese bereits in der vorbereitenden Planung und sollen bald angeboten werden. Ein neues inhaltliches Konzept entwickelt vom Internationalen Zentralinstitut (IZI) mit Unterstützung des VDE Young Net zeigt, wie es geht. Bei einer Umfrage im Anschluss an die Pilotveranstaltung sagten 48 % der jungen Teilnehmerinnen „Ich könnte mir vorstellen, in den Bereich Elektro- und Informationstechnik zu gehen“. Im Vergleich dazu sprachen sich gerade einmal 18 % der Teilnehmerinnen im Vorhinein für die Elektro- und Informationstechnik aus.

6.11. „*letsgo*ING“ - Eine Initiative der HS Reutlingen

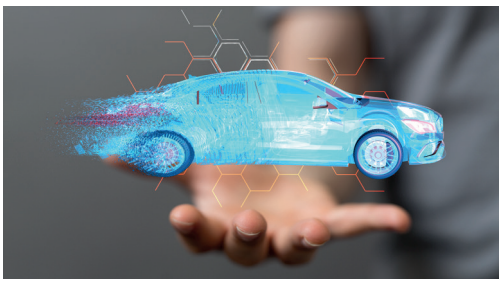
Die Entwicklung sogenannter Eingebetteter Systeme – ein Zusammenspiel von elektrotechnischen Komponenten (Sensoren/Aktoren/Steuerung) und hardwarenaher Programmierung – ist Inhalt eines Wahlpflicht-Angebotes für die Mittelstufe an Gymnasien in der Region um Reutlingen. Die Projekte sind im Detail vorbereitet und Lehrerinnen und Lehrer werden durch Studierende der Hochschule Reutlingen unterstützt. Die Benotung erscheint auf dem Schulzeugnis. Das Angebot wird vom VDE Ausschuss „Studium, Beruf und Gesellschaft“ ausdrücklich empfohlen und als alleinstehend eingestuft.

7. Elektro- und Informationstechnik in Gesellschaft und Alltag

7.1. Mit Elektro- und Informationstechnik die Welt gestalten

Die im Alltagsleben eingesetzte Technik ist nicht nur Hilfsmittel, sondern sie schafft neue Arbeitswelten und damit interessante und zukunftsorientierte Beschäftigung. Die Optimierung dieser technischen Hilfsmittel obliegt vorrangig Ingenieurinnen und Ingenieuren bzw. Technikerinnen und Technikern. Sei es das elektrische Kochen, die elektrische Fortbewegung, die elektrische Blutdruckmessung, elektrische Beleuchtung oder Kommunikation, um nur einen kleinen Auszug aus dem Gesamtportfolio zu nennen; bei allen diesen in unserer Umgebung schon fast nicht mehr wegzudenkenden Alltagshilfsmitteln fließt elektrischer Strom. Dabei ist die Stromaufnahme eines Gerätes, gemessen an dessen nutzbarer Arbeit, ein wesentliches Merkmal für die Effizienz und damit ein Maß für die Belastung der Umwelt – unter Berücksichtigung dessen, wie der Strom erzeugt wurde. Nur zum Vergleich: Ein Verbrennungsmotor hat einen maximalen Wirkungsgrad von ca. 50 %, wobei dieser bei einem elektrischen Motor selten schlechter als 90 % ist. Um die hochgesteckten Klimaziele zu erreichen, benötigen wir Menschen, die diese neuen Technologien vor allem in der Elektro- und Informationstechnik ausgestalten und die Systeme auf ihre Energieeffizienz hin optimieren. Damit ist der Beruf der Elektroingenieurinnen bzw. der Elektroingenieure an vielen Stellen aktive Mitarbeit an Umweltschutz und Verbesserung der Lebensqualität. Gerade in den Bereichen Digitalisierung, Informationstechnik, autonomes Fahren aber auch Recycling von elektronischen Systemen benötigen wir kreative Köpfe, die nicht nur neue Geschäftsmodelle entwickeln, sondern diese nachhaltig gestalten. Ganze bislang unerschlossene Märkte und Tätigkeitsfelder für Gestalterinnen und Gestalter der Zukunft liegen hier unangetastet und warten auf Nachwuchs.

7.2. Darauf fahren wir ab!

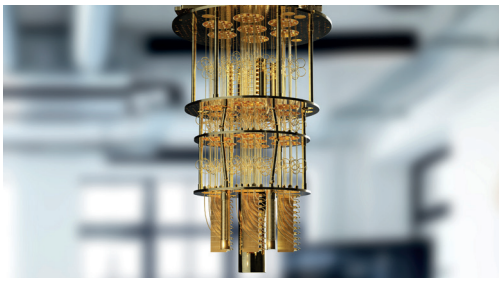


Das Auto vor der Tür, der Verbrennungsmotor gezündet, in den Stau gefahren, mit wenig körperlicher Bewegungsaktivität in die Arbeit gestürzt. So sieht der Alltag bei vielen schon lange nicht mehr aus. Mit modernster Antriebstechnik und Leistungselektronik werden die heutigen Elektroautos betrieben und ihre Entwicklung liegt in der Hand von Elektroingenieurinnen und Elektroingenieuren. Doch dies ist nur ein Teil der Transformation in der Elektromobilität, denn für den Paradigmenwechsel wird auch die Entwicklung eines wachsenden Gesamtsystems aus Kommunikationstechnik, Sensorik, Datenverarbeitung und Automatisierungstechnik benötigt. Gerade bei der Elektromobilität wirken Maschinenbau und Elektro- und Informationstechnik im interdisziplinären Einklang zusammen. Viel zu häufig wird die Frage gestellt: „Wie wollen wir zukünftig fahren?“ Doch es wird bisher vergessen zu fragen: „Wer gestaltet die Mobilitätstransformation?“

7.3. Ob ICT oder ICE: in beiden versteckt sich die ET

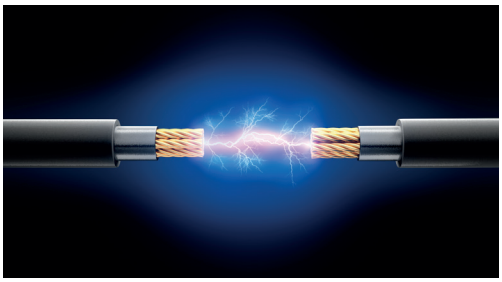
Der Antrieb der modernen Züge sowie ihre Steuerung und Sicherheitstechnik sind elektrisch. Das mobile Arbeiten im Zug ist nicht nur eine Trenderscheinung, sondern ermöglich es vielen, die pendeln oder sich auf Arbeitsreise befinden, die Zeit effizient zu nutzen. Kein Verlust von Arbeitskraft und gleichzeitig eine besonders effiziente Weise, Treibhausemissionen bei der Fortbewegung deutlich zu reduzieren. Der Einsatz von moderner mobiler Kommunikationstechnik eröffnet (nicht nur) hier vollkommen neue Möglichkeiten und ist eine neue Infrastruktur, die durch die junge Generation von Ingenieurinnen und Ingenieuren ausgebaut werden wird. Klimafreundliches und effizientes modernes Reisen ist eine Errungenschaft der **Elektro- und Informationstechnik.**

7.4. Quantentechnologie ist überwiegend Elektro- und Informationstechnik



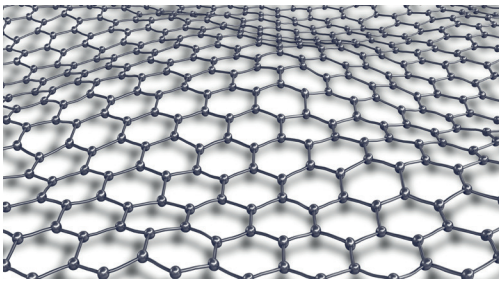
Wer hätte gedacht, dass man Quantentechnologien nutzen kann, um Kommunikationssysteme energetisch effizienter, sicherer und schneller zu gestalten? Wir in der **Elektro- und Informationstechnik** denken nicht nur daran, sondern arbeiten aktiv in der Forschung an Konzepten zur Implementierung dieser neuartigen Systeme in der Praxis. Obwohl die Lösung noch nicht auf der Hand liegt, so sind bereits große Fortschritte gerade im Bereich der Quantensensorik erzielt worden. Nun benötigen wir in der **Elektro- und Informationstechnik** mit Hilfe des Nachwuchses frische Ideen und Enthusiasmus, um den Funken zwischen den Naturwissenschaften und den Anwendungen in der Praxis überspringen zu lassen und andere Anwendungen z.B. in der Computertechnik, der Sicherheit und der Kommunikationstechnik zu realisieren.

7.5. Wir haben Energie



Elektrische Energie ist deshalb so wertvoll, weil sie in unterschiedliche andere Energieformen umgesetzt werden kann. Erst diese Eigenschaft hat es möglich gemacht, dass einschlägige Werkzeuge aus unserem alltäglichen Leben nicht mehr wegzudenken sind. Von A wie Akkuschrauber bis Z wie Zentralverriegelung finden sich überall elektronische und elektrische Elemente und Werkzeuge, die mit elektrischer Energie betrieben werden. Umso wichtiger ist es, dass uns in Zukunft nicht die Energie ausgeht und wir nicht den Hitzetod durch die konventionelle Energiegewinnung sterben. Wind, Sonne, Geothermie sind natürliche Energiequellen und wir benötigen viel mehr dieser neuen Wege in der regenerativen Energiegewinnung, um Elektrizität zu generieren. Doch dies fällt nicht vom Himmel, sondern wird müssen sie entwickeln und auch hierfür benötigen wir einen Nachwuchs, der den Fusionsreaktor von morgen ans Netz gehen lässt. Die Zukunft wird wunderbar elektrisch und die **Elektro- und Informationstechnik** ist dabei unser Lebenselixier, da auch junge Menschen sich den Herausforderungen stellen müssen und wir gemeinsam Lösungen finden werden.

7.6. Die richtigen Materialien



Wenn (wie das in Deutschland sehr oft der Fall ist) geglaubt wird, dass **Elektro- und Informationstechnik** nichts mit Materialwissenschaften zu tun hat, dann ist dies grundfalsch. Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure bauen Festkörper-Energiespeicher zum Mitnehmen, nutzen das Material Graphen für neuartige energieeffiziente elektronische Bauelemente, integrieren Millionen von Transistoren auf engsten Raum auf Materialien wie Silizium, Silizium-Germanium, Gallium-Arsenid und Gallium-Nitrid für Computerchips und viele andere Schaltungen. Sie finden Lösungen für schnelle drahtlose Kommunikationstechniken und können unter Hochspannung mittels Isolatoren aus dielektrischen Materialien arbeiten. Der Übergang von den Materialwissenschaften in die Anwendungen führt nicht selten über die **Elektro- und Informationstechnik** und welche Schülerin oder welcher Schüler träumt nicht davon, einmal einen Nobelpreis zu bekommen, wie beispielsweise Peter Grünberg, der (als Physiker) im Bereich der dünnen magnetischen Schichten und ihrer Anwendung in magnetischen Speicherplatten arbeitete.

7.7. Internationale Brückenbauer

Zwischen dem Kontinent Amerika und Europa liegen viele hundert Kilometer Wasser und trotzdem ist die Kommunikation fast in Echtzeit möglich. Dies ist durch die moderne Informationsübertragung und Ausbau der Kommunikationsnetze möglich geworden. Welch ein ingenieurtechnisches Wunderwerk, das uns heutzutage zur Selbstverständlichkeit geworden ist. **Elektro- und Informationstechnik** verbindet und schafft immer noch neue Verbindungen auf der Welt und darüber hinaus in den Weltraum. Die heutige Globalisierung der Weltwirtschaft wäre ohne Kommunikationstechnik und Informationsverarbeitung undenkbar. Doch welche neuen internationalen Netzwerke werden entstehen und wie werden „Bits und Bytes“ von morgen über Land und Weltmeere transportiert? Das alles liegt in unserer Hand. Internationalisierung ist eng an technischen Fortschritt geknüpft. Heranwachsende Generationen sind nicht selten weltoffen, reisen gern und es stehen ihnen eine Vielzahl an Möglichkeiten offen, internationale Verbindungen zu knüpfen. Mit Begeisterung nutzen diese die heutigen Kommunikationstechnologien und sind somit per se internationale Brückenbauer. Internationale Zusammenarbeit ist kein Novum in der **Elektro- und Informationstechnik**, sondern seit vielen Jahren gelebte Praxis und dies möchten wir an junge Menschen herantragen. Denn mit **Elektro- und Informationstechnik** öffnen wir praktisch die Türen zur Welt.

8. Zentrale Aussagen und abgeleitete Handlungsempfehlungen

- Die **Elektro- und Informationstechnik** braucht ein neues „Image“ und dies fängt mit dem Überdenken und Etablieren einer entsprechenden Kultur an. „Wir verändern die Welt und schaffen Zukunft“ sollte das Motto der kommenden Jahre sein.

- Das Image muss mit den entsprechenden Botschaften, auf den aktuellen Kanälen (insbesondere Social Media), von unterschiedlichen Menschen (Studierende, fachnahe Influencer) und in adäquaten, kreativen und zeitgemäßen Formaten (Reals, Videos, Serien, Comics) transportiert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Sinnstiftung stets im Vordergrund steht.

- Wir müssen jüngere Generationen bei der Ausgestaltung von Nachwuchs-Förderprogrammen aktiv einbeziehen und entsprechende Anreize mit ihnen gemeinsam formulieren. Denn die bisherigen Planungen wurden oft von Professorinnen und Professoren gemacht, die bereits lange in der Lehre tätig sind. Die Gesellschaft von morgen sollte jedoch generationsübergreifend gestaltet werden.

- Wir benötigen klare Definitionen dessen, was wir unter **Elektro- und Informationstechnik** verstehen und sollten die damit verbundenen Inhalte deutlich in den Vordergrund rücken.

- Die Hürde zum Hochschulstudium und zur Wissenschaft insbesondere für Schülerinnen und Schüler, die aus Nichtakademikerfamilien kommen, muss abgebaut werden.

- Wir benötigen mehr Preise und Auszeichnungen für herausragende Leistungen in unseren Disziplinen – und zwar nicht nur in der Wissenschaft.

- Lehrkräfte (Sachkunde, Physik) müssen mit den Inhalten der **Elektro- und Informationstechnik** weitergebildet und den Schulen sollten Ressourcen dafür zur Verfügung gestellt werden. Die Fachbereiche der Universitäten und Hochschulen für angewandte Wissenschaften müssen stärker in die Ausbildung von Lehrerinnen und Lehrern integriert werden. Den bereits unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrern sollten Fortbildungskontingente zur Weiterqualifizierung angeboten werden. Neben den Hochschulen steht hier vornehmlich die (Bildungs-)Politik in der Pflicht.

- Der Nachwuchs wird kommen, wenn dieser weiß, was sich hinter **Elektro- und Informationstechnik** verbirgt und dass sich damit Großes bewegen lässt. Daher müssen wir, die das System kennen, uns öffnen und das Wissen in weite Bereiche der Gesellschaft tragen.

- Silicon Valley war gestern, jetzt wird die Technologie in Asien gebaut. Doch Deutschland und Europa sind hier ebenfalls kompetitiv: Elektroingenieurinnen und Elektroingenieure gestalten „Made in Europe 2.0“ und setzen zukünftig Akzente z.B. in der Energieeffizienz von zukünftigen Computersystemen für KI-basierte Werkzeuge oder in der Robotik und Automatisierungstechnik.

- Die **Elektro- und Informationstechnik** ist so umfassend, bedeutend und gleichzeitig der Engpass am Arbeitsmarkt groß, so dass sie mehr aus dem Kontext der Mathematik-, Informatik-, Naturwissenschaften- und Technik-Fächer (MINT) herausgehoben werden muss.

- Imagekampagnen sind ein Anfang. Darüber hinaus muss die Nachwuchsgewinnung bereits in der Grundschule anfangen und wir müssen die Instrumente dafür ausbauen.

- Wir benötigen mehr Aufmerksamkeit auf elektro- und informationstechnische Inhalte im Schulunterricht. Die Errungenschaften und Zukunftstrends müssen in den Kontext der bestehenden Unterrichtsfächer einfließen. Gesellschaftlich wichtige Trends wie Klima, Mobilität, Künstliche Intelligenz und Kommunikation können hier wichtige Träger sein. Insbesondere mit der Einführung der Informatik als Schulpflichtfach in verschiedenen Bundesländern besteht die Chance, hier zeitnah und mit geringem Aufwand im Rahmen der Gestaltung der Curricula elektrotechnische und informationstechnische Grundlagen zu verankern und den Unterschied zwischen Informatik und **Elektro- und Informationstechnik** deutlich hervorzuheben.

- Schulen, Universitäten und Unternehmen müssen stärker vernetzt werden. Die zahlreichen Projekte, die über die Bundesländer verstreut sind, müssen als „best practice“ Beispiele bundesweit zur Verfügung gestellt und ausgebaut werden. Hierfür müssen koordinierende Stellen in den Universitäten und vor allem in den Schulen und in den Bildungsbehörden geschaffen werden, denn Lehrerinnen und Lehrer aus der alltäglichen Praxis wissen am besten, was benötigt wird und wie etwas an Schulen umgesetzt werden kann. Die Universitäten brauchen zusätzliche Ressourcen und fachliche Unterstützung, um den neuen Aufgaben im Bereich schulischer Bildung gerecht werden zu können. Die Zusammenarbeit zwischen Schulen und Universitäten muss nachhaltig gestaltet werden, um nur kurzfristige Begeisterung mit Strohfeuereffekt zu vermeiden.

- Damit Unternehmen einen ergänzenden Beitrag leisten können, müssen neben neuen Kooperationsmodellen auch neue unterstützende Finanzierungsmodelle geschaffen werden.

9. Vorschlag zur Erarbeitung eines mehrstufigen Aktionsplans

- Inhaltliche Ergänzungen und Ausgestaltung von spezifischen Inhalten zu Themenbereichen der **Elektro- und Informationstechnik** in Lehrplänen zur Strukturbildung an Grundschulen sowie weiterführenden Schulen werden zur Umsetzung der Handlungsempfehlungen dringend benötigt. Zusammenhänge zwischen Unterrichtsstoff und **Elektro- und Informationstechnik** müssen erarbeitet werden. Diese Inhalte sollten insbesondere in den Fächern Mathematik, Informatik und Physik hervorgehoben werden.

- Einbinden moderner Medien zur Vermittlung von Fachwissen auf unterschiedlichem intellektuellem Niveau.

- Den Ausbau von etablierten Methoden und „Best-Practice-Modellen“ auf Bundes- und Landesebene mithilfe von Anreizsystemen durch Koordinationsstellen fördern.

- Verifikation der Maßnahmen und Konzepte aus einer Pilotphase sowie das Überführen dieser Phase in reguläre Förderregelwerke bei Bund und Ländern.

- Spezifische Fortbildungs- und Stundenkontingente für Lehrerinnen und Lehrer sind eine Grundvoraussetzung zur Umsetzung der Handlungsempfehlungen.

- (Weiter-)Entwicklung von elektro- und informationstechnischen Unterrichtsbausteinen für den Wahlpflichtbereich.

Die Ausgestaltung dieses mehrstufigen Aktionsplanes sollte von dem geforderten, zu noch zu bildenden interdisziplinären Expertengremium, ausgearbeitet und nach Anwendung stetig verifiziert werden.

Über den VDE

Der VDE, eine der größten Technologie-Organisationen Europas, steht seit mehr als 130 Jahren für Innovation und technologischen Fortschritt. Als einzige Organisation weltweit vereint der VDE dabei Wissenschaft, Standardisierung, Prüfung, Zertifizierung und Anwendungsberatung unter einem Dach. Das VDE Zeichen gilt seit mehr als 100 Jahren als Synonym für höchste Sicherheitsstandards und Verbraucherschutz.

Wir setzen uns ein für die Forschungs- und Nachwuchsförderung und für das lebenslange Lernen mit Weiterbildungsangeboten „on the job". Im VDE Netzwerk engagieren sich über 2.000 Mitarbeiter*innen an über 60 Standorten weltweit, mehr als 100.000 ehrenamtliche Expert*innen und rund 1.500 Unternehmen gestalten im Netzwerk VDE eine lebenswerte Zukunft: vernetzt, digital, elektrisch.

Wir gestalten die e-diale Zukunft.

Sitz des VDE (VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik und Informationstechnik e.V.) ist Frankfurt am Main.

Mehr Informationen unter www.vde.com

NOTIZEN

VDE Verband der Elektrotechnik
Elektronik Informationstechnik e.V.

Merianstraße 28
63069 Offenbach am Main
Tel. +49 69 6308-0
service@vde.com

VDE