

DIE WEIBLICHE SEITE DER INFORMATIK

Bachelorarbeit

Eidesstaatliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die wörtlich oder sinngemäß entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Die vorliegende Bachelorarbeit ist mit dem elektronisch übermittelten Textdokument identisch.

Ort, Datum

Unterschrift

Kurzfassung

In der Informatik gab es in den letzten Jahrzehnten rasante Fortschritte und Entwicklungen. Die meisten Errungenschaften werden Männern zugeschrieben. Doch wenn man einen genaueren Blick auf die Personen wirft, erkennt man, dass auch zahlreiche Frauen an den Entwicklungen beteiligt waren und nach wie vor daran beteiligt sind. Leider wurden jenen Forscherinnen in der Vergangenheit wenig Anerkennung geschenkt und bis heute ist vielen Menschen nicht bewusst, welchen wertvollen Beitrag Frauen in der Technik geleistet haben. Aus diesem Grund soll diese Arbeit eine repräsentative Auswahl dieser Frauen vor den Vorhang holen und ihre Pionierarbeit in der Informatik beleuchten. Dabei wird das Leben der Frauen und die Errungenschaft bzw. die Errungenschaften näher beschrieben. Außerdem wird darauf eingegangen, wie sich ihre bedeutenden Forschungsarbeiten auf die Informatik und auf die Gegenwart ausgewirkt haben bzw. nach wie vor auswirken.

Abstract

In the field of computer science, there have been rapid advancements and developments in recent decades. Most of these achievements are attributed to men. However, when one takes a closer look at the individuals involved, it becomes evident that numerous women have been involved and continue to be actively engaged in these developments. Unfortunately, these female researchers have received little recognition in the past, and to this day, many people are unaware of the valuable contributions women have made to the field of technology. For this reason, this work aims to show a representative selection of these women and shed light on their pioneering efforts in computer science. This will involve providing a closer description of the lives of these women and their accomplishments or achievements. Additionally, it will delve into how their significant research has impacted and continues to impact the field of computer science and the present day.

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	7
2. BERÜHMTE INFORMATIKERINNEN.....	9
2.1. ADA LOVELACE (1815-1852).....	9
2.2. HEDY LAMARR (1914-2000).....	13
2.3. JOAN CLARKE (1917-1996).....	16
2.4. ENIAC-FRAUEN (20. JAHRHUNDERT).....	20
2.5. KATHLEEN BOOTH (1922-2022)	24
2.6. GRACE HOPPER (1906-1992)	27
2.7. MARGARET HAMILTON (1936 –)	30
2.8. HEUTIGE ERFOLGREICHE FRAUEN IN DER INFORMATIK	34
3. ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT.....	38
4. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	41
5. ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	42
6. LITERATURVERZEICHNIS	43

1. Einleitung

In der Technikbranche, speziell in der Informatik, gab es in den letzten Jahrzehnten bahnbrechende Entdeckungen und Erfindungen. Die Informatik hat tiefgreifend unser Leben und unsere Gesellschaft beeinflusst und viel dazu beigetragen, dass nahezu alle Bereiche des Lebens – beginnend in unserem Alltag, der Kommunikation, der Wissenschaft bis hin zur Wirtschaft – so modern sind, wie wir sie heute kennen (Löw, 2017). Bei der Literaturrecherche zu dieser Thematik dominiert meist das männliche Geschlecht (Bruderer, 2014; Kranz, 2018; Naumann, 2015). Errungenschaften von Frauen sind hingegen wenig bekannt und werden meist auch wenig gewürdigt, die Früchte dieser Arbeiten ernteten fast ausschließlich die Männer. Obwohl Frauen bereits seit den Anfängen der Informatik in diesem Bereich bedeutende Beiträge geleistet haben und maßgeblich an der Entwicklung und dem Fortschritt dieser Branche beteiligt waren (D. Gürer, 2002; D. W. Gürer, 1995; Potthast, 2023; Streib, 2011) und nach wie vor sind, sind die weiblichen Errungenschaften in dieser Männerdomäne eher unbekannt. Aus diesem Grund beschäftigt sich diese Bachelorarbeit mit der weiblichen Seite der Informatik und soll bedeutende Frauen in der Welt der Informatik und deren Erfindungen beleuchten.

Obwohl die Anerkennung der Frauen in der Technikbranche in den letzten Jahren mehr in den Vordergrund gerückt ist, teilweise auch posthum Frauen ausgezeichnet werden, und zahlreiche Errungenschaften von Frauen ans Licht kommen, ist der Forschungsstand hinsichtlich weiblicher Errungenschaften noch lange nicht auf einem angemessenen Niveau. Nach wie vor gibt es noch Lücken in diesem Bereich der Forschung und im allgemeinen Bewusstsein der Menschheit über die Arbeit, die Frauen geleistet haben. Diese sollen nun durch diese Bachelor-Arbeit geschlossen werden.

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es die weibliche Seite der Informatik näher zu betrachten und zu zeigen, welche wichtigen Errungenschaften in der Informatikbranche von den Anfängen bis zur Gegenwart von Frauen erfunden bzw. entdeckt wurden und wie diese den Fortschritt der Informatik beeinflusst haben.

Daraus ergibt sich folgende Forschungsfrage, die im Zuge dieser Arbeit beantwortet werden soll: Welche bedeutenden Beiträge und Errungenschaften haben Frauen in der Geschichte der Informatik geleistet und wie haben diese die Entwicklung der Informatik beeinflusst?

In der heutigen Zeit gibt es nach wie vor einen sehr geringen Frauenanteil im naturwissenschaftlichen Bereich (STANDARD Verlagsgesellschaft mbH, 2019). Es ist wichtig, dass junge Mädchen weibliche Vorbilder haben, um ihnen aufzuzeigen, dass diese Branche nicht nur für Männer Karrierechancen und Erfolgsmöglichkeiten bietet, sondern dass sich auch Frauen durchsetzen und bahnbrechende Errungenschaften entwickeln konnten (STANDARD Verlagsgesellschaft mbH, 2017). Allerdings ist die Pionierarbeit, die von Frauen in der Informatik geleistet worden ist, Großteils unbekannt (Baumgartner, 2023). Aus diesem Grund und um junge Mädchen zu ermutigen als Informatikerinnen tätig zu werden, soll in dieser Arbeit der Fokus auf Frauen in der Informatik gelegt werden. Im Zuge dessen werden auch historische Ungenauigkeiten hinsichtlich der verantwortlichen Personen korrigiert, da oftmals nur männliche Beteiligte angeführt wurden.

Die vorliegende Arbeit ist eine Literaturarbeit und ist grob in drei Teile gegliedert: Einleitung, Hauptteil und Conclusio. In der Einleitung wird vor allem auf die Relevanz und Bedeutung des Themas sowie auf die Zielsetzung näher eingegangen. Der Hauptteil beleuchtet sechs Frauen und zwei Frauengruppen, unter anderem Frauen in der Gegenwart, die in der Informatik wertvolle Pionierarbeit geleistet haben. Dabei wird auf deren Leben, Errungenschaften und auf deren Einfluss auf die Entwicklung der Informatikbranche eingegangen. Im dritten und letzten Teil der Arbeit werden die wichtigsten Erkenntnisse zusammengefasst und eine Übersicht über die vorgestellten Frauen und deren Errungenschaften gegeben. Außerdem wird ein kurzer Ausblick bzw. ein Fazit angeführt.

2. Berühmte Informatikerinnen

In diesem Kapitel werden nun einige Frauen, von Beginn der Informatik bis hin zur Gegenwart, vorgestellt. Es wird auf deren Leben, deren Errungenschaften und auf die Auswirkungen dieser eingegangen.

Folgende Frauen werden in dieser Arbeit in chronologischer Reihenfolge beleuchtet:

- Ada Lovelace
- Hedy Lamarr
- Joan Clarke
- ENIAC-Frauen
- Kathleen Booth
- Grace Hopper
- Margaret Hamilton
- Heutige erfolgreiche Frauen in der Informatik

Warum diese Frauen ausgewählt worden sind, hat mehrere Gründe. Einerseits wurde Wert daraufgelegt, eine breit gefächerte Auswahl sowohl historisch gesehen – von den Anfängen bis zur Gegenwart – als auch in Bezug auf die Pionierarbeit zu haben. Andererseits waren die Errungenschaften von großer Bedeutung und hatten viele Auswirkungen auf die moderne Informatik.

2.1. Ada Lovelace (1815-1852)

Die erste Dame, die im Zuge dieser Arbeit näher beleuchtet werden soll, ist Ada Lovelace (siehe Abbildung 1). Sie gilt als die erste Programmiererin.



Abbildung 1 Porträt von Ada Lovelace (Carpenter, 1836)

2.1.1. Frühe Kindheit und Werdegang

Augusta Ada King-Noel, Herzogin von Lovelace, kurz auch unter Ada Lovelace bekannt, wurde am 10. Dezember 1815 in London geboren und kam aus einem adeligen Elternhaus. Ihr Vater, Lord Byron, war ein britischer Dichter, die Mutter war die Baronin Anne Isabella Noel-Byron. Ada wuchs als einziges eheliches Kind auf. Die Ehe der Eltern zerbrach, da der Vater mehrere Affären und regelmäßige Wutausbrüche hatte. Ada Lovelace wuchs nach der Trennung bei ihrer Mutter auf, ihren Vater sah sie danach nie wieder (Jahreis, 2020).

Aufgrund der negativen Erfahrungen der Mutter mit ihrem Ehemann Lord Byron und um zu vermeiden, dass die Tochter dieselben Züge ihres Vaters annahm, hat ihre Mutter ihr verboten dessen Bücher zu lesen. Vielmehr wollte sie ihre Tochter in anderen Bereichen wie den Naturwissenschaften und der Mathematik fördern. Wie in der damaligen Zeit üblich, erhielten Mädchen aus wohlhabenden Familien privaten Hausunterricht. Unter anderem wurde Ada Lovelace vom Logiker Augustus De Morgan unterrichtet, der in den MINT-Fächern für die De Morganschen Regeln bekannt ist. Das junge Mädchen zeigte in diesem Alter bereits reges Interesse für die Naturwissenschaften und für die Mathematik. Aufgrund des Kontrollwahns der Mutter wollte sie bald von ihrem Zuhause fliehen und entwickelte dafür kreative Ideen. Mit zwölf Jahren baute sie sich beispielsweise eine dampfgetriebene Flugmaschine, allerdings brachte ihr Konstrukt nicht den gewünschten Erfolg (Jahreis, 2020).

Es folgte eine langjährige Krankheit, aufgrund derer sie bis zu ihrem 16. Lebensjahr mit Lähmungserscheinungen zu kämpfen hatte. Mit 17 Jahren lernte sie bei einem Empfang Charles Babbage kennen, der zu einem langjährigen Freund wurde und für ihren späteren Erfolg mitverantwortlich war. Ein erneuter Fluchtversuch, den sie mithilfe ihres Hauslehrers durchführte, misslang (Jahreis, 2020).

Um der mütterlichen Kontrolle dennoch zu entfliehen, heiratete sie am 8. Juli 1835 mit 19 Jahren William Lord King, mit dem sie die drei Kinder Byron, Anne Isabella und Ralph zeugte (Hollings et al., 2018). Doch die Ehe verlief unglücklich. King zwang sie, in Bibliotheken wissenschaftliche Werke abzuschreiben. Um dem betrübnen Familienalltag zu entfliehen, begab sie sich in eine Liebesaffäre mit dem Hauslehrer ihrer Kinder. Erst Jahre später, 1843, widmete sich die fast 30-jährige Ada, aufgrund der Motivation ihres Freundes Charles Babbage, wieder der Mathematik (Jahreis, 2020).

2.1.2. Ada Lovelace geht als erste Programmiererin in die Geschichte ein

Charles Babbage war ein englischer Mathematiker, der in den 1830er Jahren begann, an einem Projekt namens *Analytical Engine* zu arbeiten. Das Grundkonzept dieser Maschine wird im Kapitel 2.1.4 näher beschrieben. Die *Analytical Engine* wurde nie gebaut, allerdings erlangte sie viel Anerkennung und Aufsehen in den Fachkreisen. 1840 präsentierte Babbage seine Ideen in Italien, wo er unter anderem Bekanntschaft mit dem Italiener Luigi Federico Menabrea machte. Charles Babbage bat Ada Lovelace einen von Menabrea geschriebenen französischen Artikel zu übersetzen. Während ihrer Übersetzungstätigkeit bemerkte Lovelace, dass die *Analytical Engine* noch größeres Potenzial besaß, als im Artikel beschrieben wird. Sie ließ ihre Anmerkungen in die Übersetzung des Artikels miteinfließen, welcher dadurch doppelt so lang wie die Ursprungsversion wurde (Jahreis, 2020).

Nach mehrmonatiger Übersetzungsarbeit wurde das 66-seitige Werk – davon umfassten 41 Seiten ihre eigenen Notizen – im August 1843 im „Taylor’s Scientific Memoirs“ veröffentlicht (Martin, 2018). Ada Lovelace erkannte in der Maschine einen Computer, der ihrer Meinung nach nicht nur Zahlen, sondern auch andere Objekte mittels Operationen verarbeiten kann. Sie entwickelte einen Algorithmus zur Berechnung der Bernoulli-Zahlen, welchen sie in ihren Notizen unter dem berühmten Punkt *Note G* beschrieb. Diese Anleitung zur Berechnung der Bernoulli-Zahlen gilt als erstes Computerprogramm der Welt. In diesem Algorithmus sind nicht nur die arithmetischen Befehle, sondern auch die Speicherorte der Zwischenergebnisse notiert (Jahreis, 2020). Der Ablauf ist mithilfe einer Tabelle beschrieben, in dessen Spalten die Datenwerte, die Variablen und die Zwischenergebnisse abgebildet sind. Heutzutage würde man dieses Programm bzw. die Tabelle auch als eine genaue Ausführungsverfolgung bezeichnen (Martin, 2018). Dementsprechend gilt Ada Lovelace als erste Programmiererin der Welt.

2.1.3. Weitere Laufbahn von Lovelace

Lovelace und Babbage tauschten per Brief Versionen der Bernoulli-Tabelle aus, bei der die berühmte *Note G* kurzerhand nicht mehr auffindbar war. Diese entstandene Frustration zwischen Babbage, Lovelace sowie den Mitwirkenden, war ein Mitgrund für die Beendigung der beruflichen Zusammenarbeit. Ada Lovelace verbot Babbage, dem Werk in ihrem Namen eine große Kritik an die britische Regierung hinzuzufügen – Babbage wollte dies, da die Regierung keine finanziellen Mittel als Unterstützung zur Verfügung stellte. Babbage wiederum verbot Lovelace eine weiterführende Tätigkeit bei dem Projekt *Analytical Engine*. Obwohl die beiden nicht mehr zusammen arbeiteten, blieben sie ein Leben lang in Freundschaft verbunden (Martin, 2018).

Im Frühjahr 1851 wurde bei Ada Lovelace Gebärmutterhalskrebs diagnostiziert, woran sie im Alter von nur 36 Jahren am 27. November 1852 verstarb (Hurt, 2017). Sie wurde neben ihrem Vater in der Kirche von St. Maria-Magdalene, nördlich von Leicester in England, beerdigt (Hollings et al., 2018).

2.1.4. Hintergründe zur Analytical Engine

Die Grundidee der Analytical Engine ist eine Allzweckmaschine, die Kalkulationen während der Laufzeit des Rechners bearbeiten kann (Martin, 2018). Die Analytical Engine sollte dementsprechend eine drei Meter hohe Rechenmaschine werden, die mit Lochkarten gesteuert und mittels einer Dampfmaschine angetrieben wird. Zusätzlich gab Babbage an, dass die Maschine über 55 000 Bestandteile haben sollte. Wie allerdings bereits erwähnt, wurde die Analytical Engine nie gebaut (Jahreis, 2020).

1985 wurde von Forscher:innen versucht, eine andere Maschine von Charles Babbage, die *Difference Engine*, zu bauen, was ihnen schließlich mit einer Projektzeit von 17 Jahren gelang. Nachdem dies gelungen war, sollte 2016 die Analytical Engine nachgebaut werden, die im Vergleich zur Difference Engine dampfbetrieben war. Der Bau gestaltete sich jedoch schwieriger, da für die Analytical Engine zum Teil nur unvollständige Zeichnungen vorlagen. Für das Projekt wurden mindestens drei Jahre veranschlagt. Bis heute ist die Analytical Engine noch nicht fertig gebaut (Hurt, 2017).

2.1.5. Auswirkungen des Erfolgs von Lovelace

Aufgrund dieser herausragenden Leistung von Ada Lovelace wurde in den 1980er Jahren eine Programmiersprache nach ihr benannt, „Ada“. Ada Lovelace gilt als großes weibliches Vorbild für die Bereiche Wissenschaft, Technologie, Mathematik und Ingenieurwesen. Ihre Arbeit im männerdominierten Technikbereich führte zur Anerkennung technisch versierter Frauen in der Gesellschaft. Lovelace versuchte, der Wissenschaft mithilfe von Poesie zu begegnen und baute eine Brücke zwischen dem analytischen Denken und der künstlerischen Kreativität, was bis heute zu einem besseren Verständnis über die verschiedenen Möglichkeiten in der Informatik führte. Durch ihre Mitarbeit an der Analytical Engine legte Ada Lovelace die Grundlage für die moderne Programmierung und zeigte früh das Potential, was Maschinen leisten können (Carlucci Aiello, 2016).

2.2. Hedy Lamarr (1914-2000)

Als zweite Frau wird die Österreicherin Hedy Lamarr (siehe Abbildung 2) beleuchtet, die die Informatikwelt durch ein Frequenzsprungverfahren, welches ein Vorläufer von Bluetooth und WLAN darstellt, bereichert hat.



Abbildung 2 Hedy Lamarr (Los Angeles Times, 1939)
Creative Commons — Attribution 4.0 International — CC BY 4.0

2.2.1. Werdegang und Schauspielkarriere

Hedy Lamarr wurde am 9. November 1914 als Hedwig Eva Maria Kiesler in Wien geboren. Ihr Vater Emil Kiesler stammte aus einem jüdischen Elternhaus in der Ukraine und war Banker, ihre ungarische Mutter Gertrude gab für ihre Tochter ihre Karriere als Pianistin auf. Hedy Lamarr wuchs in einer wohlhabenden Familie auf und ihre Eltern erfüllten ihr jeden Wunsch. Als sie das Sprechen erlernte, war ihr der Name Hedwig zu schwer und sie nannte sich selbst Hedy. Dieser Spitzname sollte später zu ihrem Vornamen werden (Jahreis, 2020).

Zu Beginn ihrer Kindheit interessierte sie sich mehr für Mode und Kosmetik als für die Naturwissenschaften, wobei sie auch eine Affinität zu diesen und zur Technologie entwickelte. Ihre Mutter meldete sie bei Klavier- und Ballettstunden an, zusätzlich bekam sie Unterricht in Deutsch, Französisch und Italienisch (Jahreis, 2020).

1929 wurde sie in eine Schule in der Schweiz geschickt, wo sie Disziplin und gesellschaftliche Umgangsformen lernen sollte. Allerdings war Hedy dort unglücklich, weshalb sie zurück nach Wien flüchtete, um ihre Eltern davon zu überzeugen, sie von dieser Schule abzumelden. Ab diesem Zeitpunkt entwickelte sie den Traum für die Schauspielerei. Vorrangig interessierte sie Mode und Musik aus Amerika sowie das für die Unterhaltungsbranche bekannte Hollywood. Sie nahm ohne Wissen der Eltern an einem Schönheitswettbewerb teil und gewann diesen (Jahreis, 2020).

Die Eltern waren nicht begeistert von ihren Karriereabsichten als Schauspielerin, doch Hedy Lamarr setzte ihren Traum durch und begann als Schauspielerin zu arbeiten (Shearer, 2013). Mit dem Film Ekstase aus dem Jahr 1933 wurde sie schlagartig berühmt, vorrangig durch den Skandal, der durch die erste in einem Spielfilm zu sehende Nacktszene ausgelöst wurde (Jahreis, 2020).

Im selben Jahr 1933 heiratete sie den Rüstungsfabrikanten Fritz Mandl. Aus Eifersucht verbot er Hedy Lamarr die Schauspielerei. Mandl pflegte außerdem geschäftliche Kontakte zum nationalsozialistischen Deutschland. 1937 verließ sie ihn und zog nach Hollywood, wo sie für internationale Zwecke den Künstlernamen Hedy Lamarr annahm. Es folgten weitere Erfolge. Ihr Vertragsstudio vermarktete sie beispielsweise als schönste Frau der Welt. Den Höhepunkt ihrer Schauspielerkarriere erlangte sie während des Zweiten Weltkriegs, doch sie wollte einen Beitrag gegen den Krieg leisten (Potthast, 2023).

2.2.2. Die Idee zur Torpedo-Steuerung

Es gibt verschiedene Versionen, wie es zur Idee der Torpedo-Steuerung kam. Die folgende gilt aber als die Plausibelste. Georg Antheil, ein US-amerikanischer Komponist, welcher durch sein Werk *Ballet Mécanique* berühmt wurde, war dabei eine Schlüsselperson. Bei diesem Werk war der Plan von Antheil, dass 16 mechanische Klaviere mit einem Film synchronisiert eingesetzt werden sollen. Aus technischen Gründen funktionierte dies allerdings zu damaligen Zeiten nicht. Diese Problematik in Bezug auf die Synchronisierung führte zu einer Diskussion zwischen Antheil und Lamarr (Potthast, 2023).

Mithilfe von gleichzeitig ablaufenden Lochkartenstreifen versuchten Lamarr und Antheil die Klaviere und den Film zu synchronisieren. Dieselbe Technik wollten sie schließlich auch für den Zweiten Weltkrieg einsetzen (Jahreis, 2020). In Zusammenarbeit mit dem California Institute of Technology meldeten die beiden am 10. Juni 1941 in den USA das Patent für das Secret Communication System an (US 2292387A) (Potthast, 2023).

2.2.3. Das Frequenzsprungverfahren

Das Ziel des Vorhabens von Lamarr und Antheil war es, die Funkfernsteuerung für Torpedos zu synchronisieren, damit verhindert werden kann, dass die Funkverbindung zwischen den Schiffen und den Torpedos gestört wird. Zusätzlich wollten sie mit dieser Technik die Zielgenauigkeit erhöhen (Jahreis, 2020).

Die grundlegende Idee sieht wie folgt aus: Die Frequenzen zwischen Sender und Empfänger sollten sich synchron ändern, sodass es für die Feinde unmöglich ist, die Funkverbindung zu stören bzw. zu orten. Dadurch, dass die Frequenzen bei der Änderung synchron springen, ist das Verfahren auch als *frequency hopping* bekannt (Potthast, 2023).

Aufgrund der Komplexität wurde das Frequenzsprungverfahren, so wie sie es damals entwickelt hatten, im Krieg nicht eingesetzt (Jahreis, 2020). Allerdings wurde das weiterentwickelte Verfahren von der US-Marine bei der Entwicklung einer Sono-Boje, die U-Boote entdecken sollte, übernommen. Circa 20 Jahre später wurden in der Kubakrise die mit Torpedos ausgestatteten US-Schiffe mit dem Frequenzsprungverfahren gesteuert (Potthast, 2023). Das Frequenzsprungverfahren gilt als Vorläufer für die WLAN- und Bluetooth-Technologie, weshalb Hedy Lamarr oftmals als *Lady Bluetooth* bezeichnet wird (Jahreis, 2020).

2.2.4. Weitere Laufbahn von Lamarr

Es sind zwar keine anderen Patentanmeldungen von Hedy Lamarr bekannt, allerdings soll sie nach dieser Erfindung an anderen Projekten gearbeitet haben. Weder Antheil noch Lamarr verdienten etwas an ihrer Erfindung. Auch die Anerkennung kam spät. Ausgezeichnet wurde sie erst drei Jahre vor ihrem Tod, da für das Komitee die Schauspielkarriere und ihre Forschungskarriere zu gegensätzlich waren. Dennoch bekam sie den „Electronic Frontier Foundation Pioneer Award“ verliehen. Erst 2014 wurde sie posthum Teil der „National Inventors Hall of Fame“ (Potthast, 2023).

Hedy Lamarr heiratete insgesamt sechsmal und bekam drei Kinder. 1960 erhielt sie für ihre Schauspielkarriere einen Stern auf dem berühmten Walk of Fame in Los Angeles (Jahreis, 2020).

An ihrem Geburtstag, den 9. November, wird in Österreich, der Schweiz und in Deutschland ihr zu Ehren der Tag der Erfinder gefeiert. Hedy Lamarr starb am 19. Jänner 2000 weitgehend vergessen in Florida (Potthast, 2023). Sie erhielt ein Ehrengrab am Wiener Zentralfriedhof (Verein Österreich Werbung, 2023).

2.2.5. Auswirkungen auf heute

Das Frequenzsprungverfahren war eine Erfindung, die den Grundstein zur weiteren Entwicklung der Telekommunikation gelegt hat. In unserem Alltag nicht mehr wegzudenkende Technologien

wie WLAN, Bluetooth, GPS oder Smartphones gäbe es ohne diese Errungenschaft nicht in dieser Form. In heutigen drahtlosen Kommunikationssystemen ermöglichen diese Frequenzsprünge eine störungsarme und parallele Kommunikation, wobei mehrere Signale dieselbe Frequenz nutzen können. Bei einer Blockade oder Störung einer Frequenz kann dieses zu einer anderen Frequenz springen. Das intelligente Verfahren wird heutzutage von Bluetooth-Sendern genutzt, die über verschiedene Funkkanäle hinweg kommunizieren. Diese Technik wird als Frequenzsprung-Spreizbandtechnik bzw. Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) bezeichnet. Durch die Technologie wird eine effiziente und zuverlässige drahtlose Kommunikation gewährleistet (Pothast, 2023).

Zudem wird seit 2018 wird von der Stadt Wien der Hedy-Lamarr-Preis vergeben – eine Auszeichnung für Frauen, die die digitale Welt prägen (Verein Österreich Werbung, 2023).

2.3. Joan Clarke (1917-1996)

Wie auch Hedy Lamarr leistete Joan Clarke (siehe Abbildung 3) wertvolle Arbeit und wurde durch ihren Einsatz im Zweiten Weltkrieg bekannt, da sie gemeinsam mit Alan Turing und einem Forschungsteam an der Entschlüsselung der Enigma-Codes der deutschen Kriegsmarine beteiligt war.



Abbildung 3 Joan Clarke in den 1940er Jahren (Theo's Little Bot, 2017)

2.3.1. Kindheit und Werdegang

Als Tochter von William Kemp Lowther Clarke und Dorothy Elisabeth Clarke kam Joan Elisabeth Lowther Clarke am 24. Juni 1917 in London zur Welt. Sie war das Jüngste von fünf Kindern. Joan besuchte die Dulwich High School und inskribierte 1936 im Newnham College in Cambridge in Mathematik. Drei Jahre später, 1939, beendete sie das Studium mit Auszeichnung. Im selben Jahr wurde Joan Clarke mit dem „Philippa Fawcett Price“ ausgezeichnet und bekam ein Stipendium (Lord, 2008).

1939 wurde Gordon Welchman, einer der vier besten Mathematiker dieser Zeit, angeworben, um in Blechtley Park Forschung zur Entschlüsselung zu betreiben. Da Welchman Clarke im Fach Geometrie unterrichtete, wollte er sie für die „Government Code and Cypher School“ (GCCS) anwerben. Die GCCS wurde im August 1939 unter strengster Geheimhaltung von der Regierung Winston Churchills mit dem einzigen Ziel gegründet, den Enigma-Code zu knacken (Lord, 2008).

2.3.2. Enigma

Die Enigma, im griechischen „Rätsel“, ist eine 1918 erfundene mechanische Rotor-Chiffriermaschine, die im Zweiten Weltkrieg zu Verschlüsselungs- bzw. Entschlüsselungszwecken von den Nationalsozialisten eingesetzt worden ist. Sie wurde von dem Ingenieur Arthur Scherbius entwickelt, der verschiedene Versionen der Enigma mit unterschiedlich vielen Rotoren baute. Nach dem Ersten Weltkrieg versuchte Scherbius seine Maschine zu vermarkten, jedoch hatten die Unternehmen und Behörden wenig Interesse an einem Kauf. Große Begeisterung zeigte hingegen das deutsche Militär. Deswegen verwendete die deutsche Marine ab 1926 die Enigma, später folgte auch das deutsche Heer (Schmeh, 2022).

Die Enigma, die vorwiegend im Zweiten Weltkrieg verwendet wurde, besaß drei Rotoren. Scherbius entwickelte einen vierten Rotor, der als Umkehrrotor bzw. Reflektor diente, damit die Sicherheit der Verschlüsselung gewährleistet war (siehe Abbildung 4). Genau dies entpuppte sich dann als Schwachstelle im System. Die ersten drei Rotoren bewegten sich vergleichbar mit einem Tachometerzähler. Durch den Reflektor konnten diese drei Rotoren doppelt verwendet werden. Dabei war auch die Anfangsstellung der Rotoren von Bedeutung, wofür es 17 576 Möglichkeiten gab. Diese Anfangsstellung änderten die Deutschen während des Krieges täglich und wurde Tagesschlüssel genannt (Schmeh, 2022).



Abbildung 4 M4-Enigma mit vier Rotoren (Manske, 2005)

[Creative Commons — Attribution-ShareAlike 3.0 Unported — CC BY-SA 3.0](#)

Bereits in den Zwanzigerjahren begann Polen, die damals manuellen Verschlüsselungsverfahren der Deutschen zu entschlüsseln. Die Enigma-Funksprüche stellten die Polen allerdings vor ein neues Problem und sie engagierten drei Mathematiker, die den Enigma-Code knacken sollten. Ab 1934 schafften sie es, die Funksprüche zu entschlüsseln, allerdings benötigten sie dazu viele Tage und über 100 Personen. Zusätzlich erhöhten die Nationalsozialisten die Anzahl der Rotoren, wodurch die Komplexität der Entschlüsselung stieg, weshalb sich Polen dazu entschied, die Geheimdienste von Frankreich und Großbritannien einzuweihen (Schmeh, 2022).

2.3.3. Clarkes Karriere in Hütte 8

Im Juni 1940 begann Joan Clarke in der Hütte 8 zu arbeiten – zu Beginn als Bürokraft mit einem Verdienst von £ 2 pro Woche. Hütte 8 hieß das Gebäude, in welchem an der Entzifferung des Enigma-Codes geforscht wurde. Die meisten Frauen erledigten Büroarbeiten, nur die wenigsten waren bei den Forschungen involviert. Schnell konnte sich Clarke mit ihren Fähigkeiten beweisen und kam ins Team, in welchem unter anderem Alan Turing an der Entschlüsselung der im Zweiten Weltkrieg eingesetzten Marine-Enigma forschte. Codename dieser Operation war *Dolphin* (Lord, 2008).

Diese Enigma zu knacken gestaltete sich als sehr komplex. Die Deutschen fügten zwei zusätzliche Rotoren hinzu, sodass es eine Auswahl von drei aus fünf Walzen gab. Weiters wurde ein anderes Anzeigesystem von den Deutschen angewendet, wodurch die Anzeigen zusätzlich mit Bigramm-Tabellen verschlüsselt waren, um eine noch höhere Sicherheit zu gewährleisten (Lord, 2008).

Anfang Mai 1940 konnten die Briten eine Enigma und Schlüsselbücher durch Kaperung eines deutschen Patrouillenboots in Beschlag nehmen. Clarkes entwickelte daraufhin ein Hilfsmittel, um wiederhergestellte Daten zu entschlüsseln. Dadurch gelang es ihr mit einem Aufwand von drei Monaten die Nachrichten von sechs Tagen vom April 1940 zu dechiffrieren (Lord, 2008). Sie konnten ihr Wissen über die Marine Enigma weiter aufbauen, wodurch es nun möglich war, einige Monate den Funkverkehr auf See mit wenig Aufwand mitzulesen. Nachdem das Schlüsselbuch allerdings abgelaufen war, mussten sie die Tagesschlüssel mit hohem Aufwand wieder einzeln bestimmen (Schmeh, 2022).

Ab 1942 setzten die Deutschen in der Marine eine sehr starke Enigma-Version namens M4 ein und ab 1943 erhielten die Briten auch Unterstützung von Kolleg:innen aus den USA. Clarke und ihr Team bauten gemeinsam eine eigene Version der Turing-Bombe (Erklärung siehe Kapitel 2.3.4),

um auch die Marine-Enigma zu knacken. Sie schafften es und konnten somit viele alliierte Schiffe, die Truppen und Vorräte von den USA nach Europa transportierten, vor dem Abschuss bewahren (Schmeh, 2022).

2.3.4. Turing-Bombe

Parallel zu dem Projekt der Marine-Enigma wurde die kleiderschrankgroße Turing-Bombe, auch Turing-Maschine genannt, von dem Kryptoanalytiker Alan Turing entwickelt, die alle unterschiedlichen Versionen der Enigma dechiffrieren sollte. Die Funktionsweise sah wie folgt aus: Die Turing-Bombe suchte nach Wörtern, die die Briten in den Funksprüchen erwarteten. Ein oft verwendetes Wort war beispielsweise „Wettervorhersage“. Die Bombe prüfte im Anschluss alle möglichen Walzeneinstellungen durch, bis die passende gefunden wurde. Durch diese Maschine konnte der Tagesschlüssel in circa einer Stunde herausgefunden werden. Über 200 Turing-Bomben wurden im Zweiten Weltkrieg zur Entschlüsselung verwendet - die Deutschen verwendeten hingegen bis zu 50 verschiedene Enigma-Versionen (Schmeh, 2022).

2.3.5. Weitere Laufbahn von Clarke

Während ihrer Arbeit in der Hütte 8 entwickelte Joan Clarke eine enge Freundschaft mit Alan Turing. Sie verliebten sich ineinander und es kam zur Verlobung. Einige Tage nach Turings Antrag, gestand er ihr jedoch, dass er homosexuell sei. Die Verlobung wurde gelöst, allerdings blieben die beiden ein Leben lang gute Freunde (Lord, 2008).

Nach dem Krieg wurde Clarke aufgrund ihrer Pionierarbeit zum „Member of the British Empire“ ernannt. Ihre Arbeit blieb jahrelang aufgrund des „Official Secret Act“, ein Gesetz, welches die Geheimhaltung staatlicher Informationen regelt, vertraulich. Später war sie im Nachfolgezentrum des GCCS in Eastcote tätig, wo sie ihren späteren Ehemann Jock K.R. Murray, kennenlernte. Sie heirateten 1952 und blieben kinderlos. Erst 1974, nachdem die Beschränkungen des Official Secrets Act aufgehoben waren, wurde ihre herausragende Arbeit bekannt. 1987 erhielt sie die Auszeichnung „Sanford Saltus Medal“. Aufgrund der fortlaufenden Geheimhaltung unter Kryptoanalytikerinnen und Kryptoanalytikern bleibt das volle Ausmaß von Joan Clarkes mathematischen Beiträgen und Leistungen in Bletchley Park bis heute unbekannt. Joan Clarke starb am 4. September 1996 in England (Lord, 2008).

2.3.6. Auswirkungen der Arbeit von Clarke

Durch den mühevollen und ausdauernden Einsatz von Joan Clarke im Bletchley Park für die Entschlüsselung der Marine-Enigma konnte der Krieg und das entstehende Leid um einige Jahre verkürzt werden. Außerdem verhinderten Clarke und ihr Team durch ihre Leistungen vermutlich auch einen Atomangriff auf Deutschland im Jahr 1945 (Schmeh, 2022).

2.4. ENIAC-Frauen (20. Jahrhundert)

Als nächstes werden die ENIAC-Frauen vorgestellt, also jene Frauen, welche an der ENIAC mitgearbeitet haben. Zuerst wird auf den Begriff ENIAC, seine Funktionsweise und dessen Einfluss auf die Weltgeschichte näher eingegangen, bevor die detaillierte Beschreibung folgt, was Frauen mit dieser Rechenmaschine zu tun hatten.

2.4.1. ENIAC – historischer Hintergrund

Das Wort ENIAC I ist eine englische Abkürzung und steht für „Electronic Numerical Integrator and Computer“. Er gilt als erster elektronischer Universalcomputer und wurde am 15. Februar 1946 in den USA der Öffentlichkeit präsentiert (Dernbach, 2016).

Die Gründe für dessen Erfindung, so wie bei den meisten technischen Errungenschaften zu dieser Zeit, waren kriegerischer Natur. Erst später wurde der Computereinsatz für den Heimgebrauch populär. Die USA befand sich zu dieser Zeit mitten im Zweiten Weltkrieg und es wurde nach technischen Hilfsmitteln gesucht, um die Artillerie der US-Army im Kampf gegen Deutschland und Japan zu unterstützen. Konkret wollten die Alliierten eine Maschine, die ihnen bei der komplexen Berechnung von Flugbahnen auf elektronischem Weg helfen sollte. Für dieses Projekt wurden zwei US-Wissenschaftler beauftragt - der Physiker John William Mauchly und der Ingenieur John Presper Eckert. Erste Pläne gab es 1942. Im Zweiten Weltkrieg, für dessen Zweck die Maschine eigentlich entwickelt worden war, kam sie allerdings nie zum Einsatz, da der Krieg 1945 ein Ende fand und der ENIAC erst 1946 vorgestellt wurde (Dernbach, 2016).

Allerdings folgte wenig später ein erneuter Machtkampf, der Kalte Krieg, zwischen den USA und der Sowjetunion, der mehr als 40 Jahre andauerte (Wolf, 2023). Bei diesem wurde der ENIAC I in Mexico von US-Fachleuten zur Berechnung der Zerstörungskraft der ersten Wasserstoffbombe eingesetzt (Dernbach, 2016).

Bis 1955 wurde der Rechner verwendet. Im Anschluss wurde er in seine Einzelteile zerlegt, welche in verschiedenen Museen und Institutionen ausgestellt werden, darunter auch das American History Museum in Washington oder das Heinz Nixdorf Museums-Forum in Deutschland (Dernbach, 2016).

2.4.2. ENIAC – technische Details

Allgemein lässt sich sagen, dass der ENIAC eine gewaltige Maschine mit immensem Stromverbrauch war. Die Größe betrug ungefähr die Größe einer 170 m² Wohnung und der ENIAC I war über 27 Tonnen schwer. Er besaß über 17 000 Elektronenröhren und über 700 Dioden, wodurch über 150 Kilowatt elektrischer Leistung verbraucht wurden. Der ENIAC I war eine Dezimalmaschine und wurde mit Außenluft gekühlt. Er besaß als Festwertspeicher (ROM) drei Funktionentabellen und einen statischen Speicher. Zusätzlich hatte er Input- und Output-Karten von IBM (Bergin, 2000).

Der ENIAC galt als eher unzuverlässig, weil es öfters zum Ausfall einzelner Elektronenröhren kam. Hinsichtlich seiner Leistung war er um ein Vielfaches schneller als seine mechanischen Vorläufer. Der ENIAC konnte circa 5000 Rechenoperationen pro Sekunde durchführen, die mechanischen Rechner schafften fünf Rechenoperationen in einer Sekunde. Ein heutiges neues Smartphone (Stand 2023) bewältigt vergleichsweise ca. 15,8 Billionen Operationen pro Sekunde (Apple, 2023).

2.4.3. ENIAC-Frauen als Programmiererinnen

Der Physiker John William Mauchly und der Ingenieur John Presper Eckert entwarfen zwar den ENIAC I, für die komplizierte Programmierung waren aber sechs Frauen verantwortlich, die sogenannten ENIAC-Frauen: Francis Betty Snyder Holberton, Ruth Lichterman Teitelbaum, Marlyn Wescoff Meltzer, Frances Bilas Spence, Kathleen McNulty Mauchly Antonelli und Betty Jean Jennings Bartik (Dernbach, 2016). In der Abbildung 5 sind zwei dieser sechs Frauen zu sehen, wie sie gerade Verkabelungen am ENIAC durchführen.

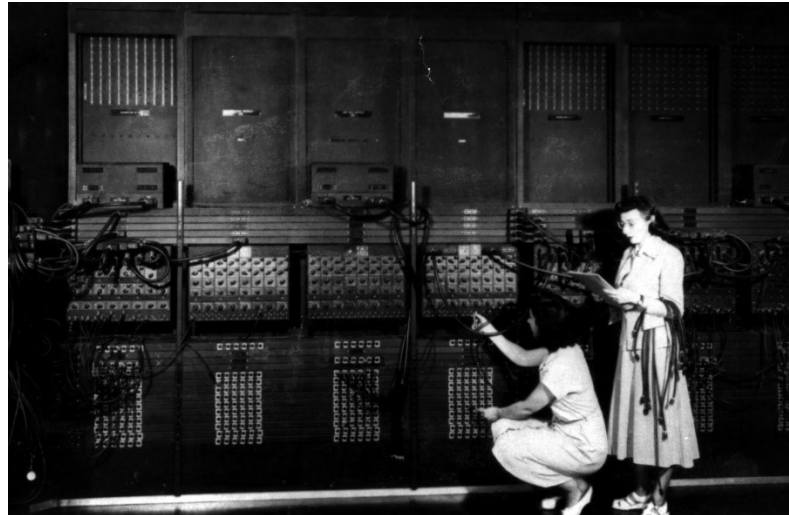


Abbildung 5 Ruth Lichterman Teitelbaum und Marlyn Wescoff Meltzer beim Arbeiten an der ENIAC-Maschine (ENIAC-Programmiererinnen, 1946)

Die Programmierung wurde von dem „Ballistic Research Laboratory“ in Auftrag gegeben und galt deswegen als sehr anspruchsvolle und komplizierte Tätigkeit, da bei jeder Programmänderung eine neue Verkabelung der beteiligten technischen Komponenten notwendig war (Haigh et al., 2016). Zu dieser Zeit hatte noch niemand zuvor einen Computer programmiert. Das einzige Werkzeug, das den ENIAC-Frauen zur Verfügung stand, waren Logikblockdiagramme des ENIAC (D. Gürer, 2002). Die Verkabelung konnte bis zu einigen Tagen andauern. Historisch gesehen war diese Arbeit die erste Form des Programmierens (Stevens, 2009). Lange Zeit bekamen die ENIAC-Frauen das Image der „Refrigerator Ladies“ zugewiesen, womit junge Frauen bezeichnet wurden, die vor technischen Geräten auf Werbefotos posierten, um diese zu vermarkten (Dernbach, 2016).

Zu dieser Zeit waren hauptsächlich Frauen „Computer“, eine damalige Berufsbezeichnung für Menschen, die Kalkulationen tätigten. Francis Betty Snyder aus Pennsylvania war mit 28 Jahren die Älteste der ENIAC-Frauen. Die Amerikanerinnen Marlyn Wescoff Meltzer und Ruth Lichterman Teitelbaum kamen aus einem jüdischen Elternhaus, Frances Bilas Spence wuchs einer Techniker-Familie auf, Kathleen McNulty Mauchly Antonelli war Irin und Betty Jean Jennings Bartik stammte aus Missouri (Schulz, 2015).

Anerkennung erhielten die ENIAC-Frauen zu dieser Zeit wenig. Sie fielen in die Kategorie *subprofessionelle weibliche Angestellte* und bekamen nicht denselben Lohn wie Männer. In den Zeitungsberichten wurde die Maschine und seine männlichen Erfinder hoch gelobt, von der Pionierarbeit der ENIAC-Frauen war allerdings nie die Rede. Bei der öffentlichen Feierlichkeit waren die sechs Programmiererrinnen weder zur Präsentation noch zum Pressedinner eingeladen

worden. Es kam sogar so weit, dass die US-Army nach dem Triumph des ENIAC beim Anwerben für neue Mitarbeitende mit Bildern des Projekts, die Fotos so zugeschnitten wurden, sodass keine Frauen zu sehen waren (Schulz, 2015).

Die ENIAC-Frauen arbeiteten noch an dem Projekt mit, bis die Maschine auf ein Testgelände verlegt wurde, danach trennten sich ihre Wege. Einige Frauen gingen nach der Familiengründung keiner Arbeit mehr nach und ihr wertvoller Beitrag geriet in Vergessenheit (Schulz, 2015).

2.4.4. Späte Anerkennung für die ENIAC-Frauen

Erst viele Jahre später wurde die Pionierarbeit dieser sechs Frauen bemerkt und gewürdigt (Schulz, 2015).

Die Informatikstudentin Kathy Kleiman aus Harvard sah sich in den 1980er Jahren Fotos des ENIAC-Projekts an, bei denen die sechs Frauen zu sehen waren. Sie glaubte nicht, dass es sich dabei „nur“ um Models handelte und stellte Nachforschungen an. Die Studentin machte sich auf die Suche nach den sechs Frauen und sprach mit ihnen. Im Anschluss ging sie mit dieser Geschichte über die Pionierinnen an die Öffentlichkeit. Für die ENIAC-Frauen gab es im Juni 1997 eine Feier, bei denen sie ausgezeichnet wurden. Kleiman recherchierte weiter und stellte fest, dass sehr viele Frauen an den Fortschritten in der Computerbranche beteiligt waren. Sie gründete deshalb das Projekt *Eniac Programmers Project* (Hagen, 2016).

Die sechs ENIAC-Frauen erhielten nach ihrer Wiederentdeckung weitere Auszeichnungen. In den 1990er-Jahren bekam Jean Jennings Bartik beispielsweise den Ehrendoktor verliehen, sie starb 2011 (Hagen, 2016). Ein bekannter Rat von Bartik, den sie gerne jungen Frauen gab, die Karriere machen wollten, lautet:

„Look like a girl, act like a lady, work like a dog and think like a man“ (Hagen, 2016).

2.4.5. Auswirkungen der Pionierarbeit der ENIAC-Frauen

Wie bereits erwähnt, galt die Arbeit der ENIAC-Frauen als erste Form der Programmierung und legte einen wichtigen Grundstein für das Verständnis von Computerarchitektur. Durch das erstmalige Programmieren eines Rechners wurde die Bedeutung von Software in den Vordergrund gerückt und wirkte sich auch auf die spätere Weiterentwicklung von Computern aus (D. Gürer, 2002; Stevens, 2009).

2.5. Kathleen Booth (1922-2022)

Kathleen Booth (siehe Abbildung 6) wurde für die Entwicklung der ersten Assemblersprache berühmt. Was eine Assemblersprache ist, wie es zu dieser Entwicklung kam und wie ihr Werdegang aussah, wird in den folgenden Unterkapiteln näher beschrieben.



Abbildung 6 Kathleen Booth (Mooncatwwi, o.D.)
Creative Commons — Attribution-ShareAlike 4.0 International — CC BY-SA 4.0

2.5.1. Kindheit und Werdegang

Kathleen Booth wurde am 9. Juli 1922 als Kathleen Hylda Valerie Britten in Stourbridge in England als Tochter von Frederick John Britten, der beruflich ein Steuerprüfer war, und Gladys May Kitchen geboren. Sie hatte zwei Geschwister. Von 1929 bis 1932 besuchte sie das St. Paul's Convent in Sutton Coldfield, ab 1932 die Sutton Coldfield High School. Nach einem Jahr wechselte sie jedoch zur West Bromwich Secondary School. In dieser blieb sie wiederum nur ein Jahr und war ab 1934 Schülerin der King Edward VI's High School für Mädchen. Diese Schule förderte die Mädchen, um später auf die Universität zu gehen. Aufgrund des Krieges musste die gesamte Schule 1939 geräumt werden und Kathleen Booth schloss ihre Schullaufbahn in Cheltenham in der Pates Grammar School ab (O'Connor & Robertson, 2023).

Am 2. Oktober 1941 begann sie am Royal Holloway College in London Mathematik und Chemie zu studieren. Letzteres brach sie später ab. 1944 bekam sie den Bachelor of Science in Mathematik verliehen und gewann sogar einen Universitätspreis. Zu dieser Zeit herrschte noch der Zweite Weltkrieg und sie bekam eine Anstellung als wissenschaftliche Mitarbeiterin beim Royal Aircraft Establishment in Farnborough. Ihre Arbeit umfasste Strukturtests von Materialien, die in der Flugzeugherstellung im Krieg eingesetzt wurden (O'Connor & Robertson, 2023).

2.5.2. Karriere und Erfindung der Assemblersprache

Nach dem Zweiten Weltkrieg begann sie in einer Forschungsgruppe für Röntgenkristallographie am Birkbeck College mitzuarbeiten, die von John Desmond Bernal und Andrew Donald Booth – ihren späteren Ehemann – geleitet wurden. Die Erfolge dieser Forschungsgruppe waren ausschlaggebend für die spätere Entdeckung der Doppelhelixstruktur der DNA (O'Connor & Robertson, 2023).

Im Februar 1947 zogen Kathleen Booth und Andrew Booth für mehrere Monate nach Amerika, wo sie an einem Institut in Princeton für Computerprojekte forschten. Unter anderem arbeitete sie dort mit John von Neumann, der für die von-Neumann-Architektur bekannt ist, zusammen (O'Connor & Robertson, 2023).

Ein großes Ziel der Booths war es, den „Automatic Relay Calculator“ (ARC) zu bauen, weswegen sich Kathleen während der Zeit in den USA in ihr Spezialgebiet Programmieren und Andrew im Computerdesign vertiefte. Im Herbst 1947 kamen sie zurück nach England und begannen mit dem Bau des ARC, woran auch Kathleens Kollegin Xenia Sweeting beteiligt war (Campbell-Kelly, 2022).

Kathleen Booth entwickelte eine Sprache für den ARC und erfand damit die erste Assemblersprache. Später folgten noch weitere Assemblersprachen (Heise Medien, 2023). Laut Kathleen Booth funktionierte die Maschine erstmalig am 12. Mai 1948. Der ARC war nicht elektronisch, verwendete allerdings bereits elektromechanische Relais und keine Vakuumröhren (Campbell-Kelly, 2022).

Booth und ihr Team forschten weiter und entwickelten eine bessere elektronische Version, den Simple Electronic Computer (SEC). Später wurde dieser durch den „All Purpose Electronic X-ray Computer“, kurz APE(X)C, abgelöst (Campbell-Kelly, 2022).

Ab 1947 inskribierte sich Kathleen Booth parallel zu ihrer Arbeit für einen PhD im Fach Angewandte Mathematik am King's College in London. 1950 schloss sie dieses Studium ab und heiratete Andrew Booth, wodurch sich ihr Nachname von Britten auf Booth änderte. Die beiden bekamen zwei Kinder, Ian J. und Amanda Booth (O'Connor & Robertson, 2023).

2.5.3. Assemblersprache

Kathleen Booth ist bekannt für die Erfindung der ersten Assemblersprache. Grundsätzlich unterscheidet man in der Informatik zwischen höheren und niedrigeren Programmiersprachen. Beispiele für eine Hochsprache wären Java oder C, die den Vorteil haben, dass sie für die Programmiererin bzw. den Programmierer leichter zu schreiben und zu lesen sind, weil sie sich mehr an der menschlichen Sprache orientieren. Damit der Rechner diesen Quellcode versteht, muss die Hochsprache mittels Übersetzer (Compiler, Interpreter) in einfachere Befehle umgewandelt werden, da der Computer nur die sogenannte Maschinensprache, die aus 0 und 1 besteht (Binärsystem), versteht. Bei der Assemblersprache übernimmt diese Übersetzung der Assembler. Die Assemblersprache zählt zu den maschinenorientierten Sprachen und ist daher auf die Architektur des Rechners ausgerichtet (Streib, 2011).

In Tabelle 1 ist eine Übersicht über Vor- und Nachteile der Assemblersprache dargestellt.

Vorteile	Nachteile
Es können sehr effiziente Programme geschrieben werden, da direkt auf die Computerarchitektur ausgerichtet	Programm ist auf bestimmten Prozessor gebunden
Oftmals schnellere Ausführung	Großes Programm zu schreiben, dauert länger
Geringerer Speicherbedarf	Längerer Quellcode
Code ist leichter zu verstehen (da kleinteiligere Befehle)	Quellcode schlechter lesbar

Tabelle 1 Vor- und Nachteile der Assemblersprache (Steppan, 2023)

Ein großer Vorteil der Assemblersprache ist die Eigenschaft, direkt auf die Prozessorarchitektur angepasst zu sein, weshalb Befehle gezielt für den jeweiligen Computer programmiert werden können. Als Nachteil ist die Länge des Codes anzuführen, wodurch sich der Schreibaufwand beim Programmieren erhöht. Aus diesem Grund entwickelten sich aus der Assemblersprache die Hochsprachen, wie beispielsweise COBOL (Steppan, 2023).

2.5.4. Weitere Laufbahn von Booth

Durch die enge Zusammenarbeit zwischen Kathleen Booth und ihrem Mann ist es oft schwierig zu beurteilen, welche Errungenschaften wen von den beiden zugeschrieben werden kann. Da sie aber

eher im Hintergrund arbeitete, werden viele Erfolge ihrem Mann zugewiesen. Kathleen Booth verstarb einige Wochen nach ihrem 100. Geburtstag am 29. September 2022 in Sooke in Kanada (O'Connor & Robertson, 2023).

2.5.5. Auswirkungen Booths Erfindung

Die Erfindung der Assemblersprache hat bis heute Auswirkungen auf die Arbeit in der Informatik. Wie im vorherigen Kapitel dargestellt, konnte durch die Assemblersprache eine effiziente Programmierung mit wenig Speicherbedarf gewährleistet werden. Dies war vor allem in den frühen Jahren der Informatik wesentlich, da weniger Speicherkapazität zur Verfügung stand. Dies führte zu zahlreichen Fortschritten in der Technik. Weiters bot die Assemblersprache wichtige Grundlagen für die Entwicklung der Hochsprachen. Da die Assemblersprache hardwareorientiert arbeitet, ist es nach wie vor für Programmiererinnen und Programmierer von Bedeutung, diese zu lernen, um die Computerarchitektur, die Organisation und das Computersystem besser zu verstehen und um dieses Wissen in den Code einfließen zu lassen. Obwohl die Verwendung der Assemblersprache in der Informatikbranche nachlässt, ist das Wissen und das Verstehen dieser Sprache nach wie vor von großer Bedeutung (Streib, 2011).

2.6. Grace Hopper (1906-1992)

Grace Hopper (siehe Abbildung 7) wurde durch ihre Erfindung des ersten Compilers bekannt und gilt als Erfinderin der Programmiersprache COBOL.



Abbildung 7 Grace Hopper (Davis, 1984)

2.6.1. Kindheit und Studium

Grace Hopper kam am 9. Dezember 1906 in New York zur Welt. Bereits als Kind wurde ihr Interesse für Technik und Naturwissenschaft deutlich. Sie besuchte zwei private Mädchenschulen und wollte im Anschluss am Vassar College in Poughkeepsie das Studium der Mathematik und Physik beginnen. Aufgrund einer negativen Prüfung verschob sich ihr Studienstart um ein Jahr, 1934 schloss sie ihr Studium schließlich mit Auszeichnung als Doktorin der Mathematik ab. Parallel dazu unterrichtete sie seit 1931 an diesem College (Jahreis, 2020).

2.6.2. Berufliche Erfolge und Errungenschaften für die Informatik

Als der Zweite Weltkrieg ausbrach, wollte Grace Hopper zum Militär. Es folgte eine Absage, doch sie blieb ihrem Wunsch treu und schaffte es 1944 in die US Navy. Parallel arbeitete sie an der Harvard Universität mit Howard H. Aiken und programmierte den weltweit ersten Computer, den MARK I. Dieser war mehrere Tonnen schwer und hatte eine Länge von 16 Metern. Im Anschluss daran war sie auch bei der Entwicklung der Nachfolger, MARK II und MARK III, beteiligt (Jahreis, 2020).

1949 begann Grace Hopper eine Tätigkeit bei der neu gegründeten Ecker-Mauchly Corporation, wo sie die ersten kommerziellen elektronischen Computer Binac und UNIVAC I mitentwickelte. 1952 entwickelte sie in diesem Unternehmen den ersten Compiler „A-0“, später folgte der Compiler „A-2“. Sie präsentierte ihre Arbeit für den ersten Compiler unter dem Namen *Die Erziehung eines Computers*. Vor ihrer Erfindung wurden zuvor binäre Codes verwendet (Rom, 2022). Der Compiler war der Grundstein für benutzerfreundlichere Computer. Hopper setzte sich auch dafür ein, dass Computer nicht nur für militärische, sondern auch für kaufmännische oder kommerzielle Zwecke genutzt werden (Rom, 2022).

In den 1950er Jahren war sie an der Forschung der FLOW-MATIC Programmiersprache beteiligt, welche eine Vorläuferin für die „Common Business-Oriented Language“ (COBOL) - Programmiersprache darstellte. Später entwickelte sie COBOL, so wie wir sie heute kennen. Hopper ist deswegen auch als *Grandmother of COBOL* bekannt. COBOL war eine der ersten Sprachen, die speziell für Geschäftsanwendungen entworfen wurde und noch heute eingesetzt wird (D. W. Gürer, 1995).

Bei dieser Programmierung unterlief Grace Hopper jedoch ein Fehler, der erst um die Jahrtausendwende bemerkt wurde. Um Arbeitsspeicher zu sparen, wurde das Jahr nur mit zwei Ziffern angegeben. Bei der Jahrtausendwende hatte dadurch diese Einstellung einen kostspieligen Nachteil und ging mit dem Namen „Millennium-Bug“ in die Geschichte ein (Jahreis, 2020).

2.6.3. Weitere Laufbahn von Hopper

Aufgrund ihres Alters wurde Hopper ab 1966 in den Ruhestand entlassen. Allerdings musste sie ein Jahr später wieder ins Militär zurückkehren, da es bei der US Navy gravierende Computerprobleme gab. Erst 1986 ging sie dann endgültig in den Ruhestand. Sie hatte den hochrangigen Dienstgrad eines Flottenadmirals und war beim Militär auch unter dem Spitznamen „Amazing Grace“ bekannt. Von 1986 bis 1988 fungierte sie noch als Beraterin für die „Digital Equipment Corporation“ (Jahreis, 2020).

Sie erhielt in ihrem Leben mehr als 90 Auszeichnungen, zum Beispiel 1969 den „Man of the Year Award“ von der Data Processing Management Association. 1992 bekam sie als erste Frau die „National Medal of Technology and Innovation“ verliehen (Rom, 2022). Im Frühjahr 1994 wurde eine internationale Konferenz, die nach ihrem Nachnamen benannt wurde, abgehalten (D. W. Gürer, 1995).

Grace Hopper starb am 1. Jänner 1992 in den USA und wurde am Nationalfriedhof Arlington beerdigt (Jahreis, 2020).

2.6.4. Der Begriff *Bug*

Grace Hopper war dafür maßgeblich verantwortlich, dass der Begriff *Bug* in der heutigen Informatikbranche als Synonym für Softwarefehler üblicherweise eingesetzt wird. Während sie den MARK II im Sommer 1945 entwickelte, kam es aufgrund einer Motte beim Arbeiten zu einem Ausfall des Relais (Jahreis, 2020).

Grace Hopper klebte die Motte in ihr Logbuch und schrieb neben dem tierischen Exemplar in das Buch „*First actual case of bug being found*“ (D. W. Gürer, 1995, S. 46).

Diesen Eintrag kann man heute im Naval Museum in Dahlgren besichtigen, in Abbildung 8 ist ein Foto des Logbucheintrages zu sehen. Aus dem Begriff *Bug* als Softwarefehler entstand das Wort *Debugging*, welches den Prozess der Fehlersuche bezeichnet (D. W. Gürer, 1995).

2.7.1. Kindheit und Werdegang

Am 17. August 1936 erblickte Margaret Hamilton in den USA das Licht der Welt. Ihre Bildung erlangte sie in der Hancock High School sowie am Earlham College, an welchem sie 1958 den Bachelor der Mathematik absolvierte. Da ihr Mann, den sie nach dem Studium heiratete und mit dem sie eine Tochter hatte, noch studierte, musste sie ihre Familie finanziell versorgen (Jahreis, 2020).

Sie bewarb sich bei Edward Norton Lorenz, der zu dieser Zeit an einer Software für Wettervorhersagen am Lincoln Laboratory des Massachusetts Institute of Technology forschte. Da zu jener Zeit noch keine Kurse für Softwareentwicklung angeboten wurden, erlernte sie diese Fähigkeiten von Lorenz. Später forschte sie an einer Software zur Bestimmung feindlicher Flugzeuge für das US-Luftverteidigungssystem. Margaret Hamilton strebte ein Masterstudium in Mathematik an und wollte deswegen ihren Job am Institut aufgeben. Dann entdeckte sie in einer Zeitung eine Jobanzeige des Instrumentation Laboratory des Massachusetts Institute of Technology: Für die NASA soll eine Software programmiert werden, um die Menschen zum Mond „schießen“ zu können. Hamilton packte die Neugierde und das Interesse und sie bewarb sich für die Stelle, die sie auch im Jahr 1959 erhielt (Jahreis, 2020).

2.7.2. NASA-Projekt

Das Forschungsteam für dieses großangelegte NASA-Projekt bestand aus circa 100 Software-Ingenieurinnen und Ingenieuren. 1966 übernahm Margaret Hamilton die Leitung des Projekts. Ziel war es, eine On-Board-Flugsoftware zu programmieren, die gewährleisten sollte, dass die Insassen sicher zum Mond und wieder zurück auf die Erde fliegen können. Sie sollte – wie jede Software – vollständig funktionieren, bei auftretenden Problemen Alarm schlagen und wichtige Befehle priorisieren (Jahreis, 2020). Zusätzlich sollte eine kontinuierliche Kommunikation zwischen Software, Hardware und Mensch stattfinden (Krichmayr, 2019).

Durch Zufall ist Hamilton auf einen Fehler in der Software aufmerksam geworden. Ihre Tochter Lauren begleitete sie öfter bei ihrer Arbeit. Während eines Simulationsflugs drückte ihre Tochter unabsichtlich einen Knopf, der für die Startvorbereitungen vorgesehen war. Es kam zum Systemabsturz und führte zum Absturz des Simulationsflugzeugs. In der Realität hätte dies simultan zum Absturz der Rakete geführt. Hamilton wollte diesen Fehler beheben und setzte die Verantwortlichen am Institut bzw. bei der NASA darüber in Kenntnis. Diese beschwichtigten

Hamilton und sprachen sich gegen die Änderung in der Software aus, da ihrer Meinung nach die Astronauten bestens ausgebildet seien und ohnehin keine Fehler begehen (Jahreis, 2020).

Bei der Apollo-8-Mission, die 1968 zum Mond (ohne Landung) aufbrach, kam es zu einem ähnlichen Zwischenfall, wodurch die Verantwortlichen schlussendlich Hamilton Recht gaben und sie die Systemänderung durchführen konnte. Die Software wurde so programmiert, dass sich das System bei auftretender Überlastung auf die zentralen Aufgaben konzentriert und andere unwichtige Befehle ignoriert (Jahreis, 2020).

Dass diese Systemänderung essenziell für die erfolgreiche Apollo-11-Mission und die Mondlandung war, wurde am 20. Juli 1969 deutlich. Drei Minuten vor der geplanten Landung zeigte die Systemanzeige auf der Mondfähre „Eagle“ plötzlich Warnsignale aufgrund eines Hardwarefehlers. Ein Schalter des Rendezvous-Radars war auf einer falschen Position und schickte massenhaft Daten an das Steuerungssystem. Es kam zur Überlastung des Systems und die Mission stand kurz vor ihrem Abbruch. Doch aufgrund der Softwareänderung von Hamilton wurden die Kernaufgaben priorisiert und der Bordcomputer schaltete in einen Notfallmodus, sodass Neil Armstrong und sein Team sicher am Mond landen konnten (Krichmayr, 2019).

2.7.3. Hintergründe zur Flugsoftware

Die Flugsoftware war sowohl für die Navigation, als auch für die sichere Landung am Mond verantwortlich.

Zur Zeit von Margaret Hamiltons Einsatz bei der NASA steckte die Informatik bzw. die Programmierung noch in den Anfängen und war nicht mit dem heutigen Standard vergleichbar. Programmieren hieß zu dieser Zeit, raumhohe Maschinen mit Papierlochkarten, die verwendet wurden, um Computer mit Informationen zu versorgen, zu bestücken. Bei der Flugsoftware setzte man nicht auf die Lochkarten als Speicherform, sondern Hamiltons Programm wurde in Binärcode von Näherinnen auf Seilen angebracht. Dafür wurden kleine Eisenringe wie Perlen an einer Schnur auf einen Kupferdraht aufgezogen. Diese mit dem Code bestückten Seile nannte man „Codeseile“. Sie waren schwer und sehr robust gegen Hitze sowie Beschleunigung. Margaret Hamilton wird dementsprechend auch als Seilmutter bezeichnet (Deutsches Patent- und Markenamt, 2023).

Ein bekanntes Bild (siehe Abbildung 9) zeigt, dass die Flugsoftware ausgedruckt in aufgestapelten Papierseiten ungefähr so hoch wie Margaret Hamilton selbst war. Nur 72 Kilobyte Speicher

konnten damals von den Astronauten an Bord belegt werden (Deutsches Patent- und Markenamt, 2023).



Abbildung 9 Margaret Hamilton (IneseSniegs, 1969)
Creative Commons — Attribution-ShareAlike 4.0 International — CC BY-SA 4.0

2.7.4. Weitere Laufbahn von Hamilton

Hamilton blieb dem Massachusetts Institute of Technology bis 1976 erhalten und wechselte danach in die Selbstständigkeit. Sie gründete zwei Software-Firmen und verschwand aus der Öffentlichkeit (Krichmayr, 2019).

Margaret Hamilton erhielt für ihren Verdienst zahlreiche Auszeichnungen. 2003 wurde ihre Pionierarbeit beispielsweise von der NASA mit dem Exceptional Space Act Award gewürdigt. 2016 wurde ihr die Presidential Medal of Freedom vom damaligen US-Präsidenten Barack Obama verliehen. 2018 erhielt sie die Ehrendoktorwürde der Polytechnischen Universität von Katalonien (Krichmayr, 2019).

Heute lebt Margaret Hamilton in den USA (Jahreis, 2020).

2.7.5. Auswirkungen durch Hamiltons Entwicklungen

Durch Hamiltons Engagement bekam der Begriff Software-Engineering mehr Aufmerksamkeit. Außerdem legte sie mit ihrer Arbeit der prioritätsgesteuerten Aufgabenführung den Grundstein für die Forschung von besonders zuverlässiger Softwarearchitektur (Krichmayr, 2019).

Hamiltons Konzept der kontinuierlichen Kommunikation zwischen Software, Hardware und Mensch, bei der die Nutzerinnen und Nutzer das automatische System auch individuell steuern konnten, galt als revolutionär und ist heute bekannt als *Man-in-the-loop* (Deutsches Patent- und Markenamt, 2023).

2.8. Heutige erfolgreiche Frauen in der Informatik

In diesem Kapitel werden nun einige Frauen vorgestellt, die in der Gegenwart (Stand 2023) in der Informatik tätig sind und großartige Arbeit in diesem Bereich geleistet haben bzw. nach wie vor leisten. Nach umfassender Literaturrecherche musste allerdings festgestellt werden, dass die Fachliteratur hierfür nur beschränkt Informationen liefert aufgrund der Tatsache, dass die Frauen erst in den 1970er Jahren geboren wurden.

2.8.1. Constanze Kurz (1974 –)

Constanze Kurz (siehe Abbildung 10) wurde 1974 in Berlin geboren und studierte Informatik sowie Volkswirtschaftslehre. Von 2005 bis 2011 war sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Humboldt-Universität in Berlin tätig. Ab 2010 war sie zwei Jahre lang Sachverständige für das Bundesverfassungsgericht für Vorratsdatenspeicherung und Antiterrordatei. Von 2011 bis 2014 arbeitete sie als Projektleiterin an der Berliner Hochschule für Technik und Wirtschaft. Außerdem war sie drei Jahre lang Mitglied der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestags *Internet und digitale Gesellschaft*. Constanze Kurz ist auch als Autorin tätig und veröffentlicht Bücher, die informatische Themen, wie beispielsweise Überwachungstechnologien oder Gefahren aus dem Netz, behandeln (Bayerischer Rundfunk, 2014).



Abbildung 10 Constanze Kurz (Huslage-Koch, 2018)
Creative Commons — Attribution-ShareAlike 4.0 International — CC BY-SA 4.0

Im Laufe ihrer Karriere entwickelte sie sich zu einer der meist gefragtesten Expertinnen hinsichtlich der Themen Datenschutz, Datensicherheit und Netzpolitik in Deutschland. Zurzeit forscht und lehrt sie an der Berliner Humboldt-Universität. Außerdem ist sie Aktivistin und Sprecherin des „Chaos Computer Clubs“, einer der größten europäischen Hackervereinigungen (Bayerischer Rundfunk, 2014).

Bei ihren Vorträgen weist sie immer wieder auf Problematiken wie Fake News hin und geht auf ethische Fragestellungen, wie zum Beispiel die Ethik bei Algorithmen, ein. Kurz erhielt mehrere Auszeichnungen für ihr gesellschaftspolitisches Engagement, unter anderem die Theodor-Heuss-Medaille für vorbildliches demokratisches Verhalten (Penguin Random House Verlagsgruppe GmbH, 2023).

2.8.2. Marissa Mayer (1975 -)

Die 1975 geborene Marissa Mayer (siehe Abbildung 11) wuchs in den USA auf und erreichte in Stanford zwei Universitätsabschlüsse in Künstlicher Intelligenz. Nach dem Studium war sie als Softwareentwicklerin tätig. Ihre große Karriere begann im Anschluss bei Google, wo sie über zehn Jahre arbeitete und sie die 20. Mitarbeiterin in der Hierarchie bildete. Mayer war maßgeblich dafür mitverantwortlich, dass Google sowie das Werbesystem Adwords so erfolgreich wurden. Marissa Mayer war unter anderem auch an der Einführung der weißen Google-Suchseite beteiligt. Schließlich ernannte man sie zur Vizepräsidentin im Google-Konzern (Stöcker, 2012).



Abbildung 11 Marissa Mayer (TechCrunch, 2014)
Creative Commons — Attribution 2.0 Generic — CC BY 2.0

Ab 2012 übernahm sie als Leiterin und Hoffnungsträgerin das geschwächte Technologieunternehmen Yahoo im Silicon Valley (Stöcker, 2012). Leider konnte sie das Unternehmen nicht wie erhofft retten und Yahoo wurde an Verizon verkauft. Marissa Mayer verließ 2017 das Unternehmen (DER SPIEGEL [online], 2017).

Mittlerweile ist Marissa Mayer selbstständige Unternehmerin und leitet zusammen mit einem ehemaligen Kollegen das neu gegründete Unternehmen Lumi Labs, welches junge Start-Up-Unternehmen unterstützt (Lindner, 2018). 2020 wurde Lumi Labs in Sunshine umbenannt (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, o.D.b).

Mayer wurde bereits mehrfach ausgezeichnet. Unter anderem erhielt sie 2009 den Ehrendokortitel vom Illinois Institute of Technology und war von 2012 bis 2014 auf der Liste der 100 mächtigsten Frauen der Welt (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, o.D.b).

2.8.3. Jade Raymond

Die 1975 geborene Jade Raymond (siehe Abbildung 12) ist eine kanadische Videospielproduzentin und Spielentwicklerin. 1998 schloss sie den Bachelor in Informatik auf der McGill Universität ab

und arbeitete bei Sony sowie EA. Später wechselte sie zu Ubisoft Montreal, wo sie die Leiterin für die Entwicklung des Videospiels Assassin's Creed wurde. Kurz darauf wurde sie Executive Producer und CEO des Unternehmens (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, o.D.a).



Abbildung 12 Jade Raymond (Gamerscore Blog, 2007)
Creative Commons — Attribution-ShareAlike 2.0 Generic — CC BY-SA 2.0

2010 baute sie ein Studio von Ubisoft in Toronto auf. Von 2019 bis 2021 arbeitete Jade Raymond in der Gaming Abteilung von Google. Nachdem die Abteilung geschlossen wurde, gründete sie ihr eigenes Unternehmen Heaven Studios (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, o.D.a).

Sie erhielt bereits mehrere Auszeichnungen für ihre Arbeit. Zum Beispiel kam sie 2018 und 2019 in die Liste der 500 einflussreichsten Wirtschaftsführenden, die die globale Unterhaltungsindustrie prägen (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, o.D.a).

Neben Assassin's Creed entwickelte sie auch Spiele wie Far Cry 4 und Watch Dogs (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, o.D.a).

3. Zusammenfassung und Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die vorgestellten Frauen zahlreiche prägende Erfindungen gemacht haben, die in Tabelle 2 aufgelistet sind. Die in der Arbeit genannten Frauen sind nur eine kleine repräsentative Auswahl all jener Frauen, die im Bereich der Informatik Wertvolles geleistet haben.

Name	Jahr	Errungenschaft(en), Erfolge
Ada Lovelace	1815 - 1852	Erstes Programm
Hedy Lamarr	1914 - 2000	Frequenzsprungverfahren
Joan Clarke	1917 - 1996	Entschlüsselung des ENIGMA-Codes
ENIAC-Frauen	20. Jahrhundert	Programmierung der ENIAC-Maschine
Kathleen Booth	1922 - 2022	Erste Assemblersprache
Grace Hopper	1906 - 1992	Erster Compiler, COBOL-Programmiersprache
Margaret Hamilton	1936 -	Softwareentwicklung für NASA-Missionen, Konzept Prioritätserhaltung
Constanze Kurz	1974 -	Expertin für Datenschutz, Datensicherheit und Netzpolitik
Marissa Mayer	1975 -	Vizepräsidentin bei Google, Chefin bei Yahoo
Jade Raymond	1975 -	Videospielentwicklerin

Tabelle 2 Überblick über die vorgestellten Frauen und deren Errungenschaften und Erfolge (eigene Darstellung, 2023)

Es zeigt sich, dass die Frauen vorrangig in der Softwareentwicklung Pionierarbeit geleistet haben, sei es bei der Programmierung der ENIAC-Maschine durch die ENIAC-Frauen, der Flugsoftware für die Mondmissionen von Margaret Hamilton oder den heutigen Videospielentwicklungen von Jade Raymond. Dass sich Frauen vermehrt in diesem Bereich profiliert haben, unterstreicht auch die Tatsache, dass früher hauptsächlich Frauen als „Computer“ (damalige Berufsbezeichnung) tätig waren.

Beim Verfassen dieser Arbeit wird deutlich, dass eigentlich Mathematikerinnen für das Entstehen und die Entwicklung der Informatik verantwortlich waren. Zu Lebzeiten von Ada Lovelace wurden Studiengänge wie Informatik noch nicht angeboten und es war für Frauen auch nicht selbstverständlich eine Universität besuchen zu können. Heutzutage wird das umfassende IT-Wissen im Informatikstudium erlangt. Die stellvertretenden Frauen der Gegenwart absolvierten

dementsprechend alle ein Informatikstudium (Bayerischer Rundfunk, 2014; Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, o.D.a, o.D.b; Stöcker, 2012).

Unabhängig von der Zeit, in der sie lebten, haben Frauen in der Informatik wichtige Funktionen übernommen und Pionierarbeit geleistet. Vor allem während bzw. auch aufgrund des Zweiten Weltkriegs kam es zu weitreichenden Errungenschaften wie die ENIAC-Programmierung, das Frequenzsprungverfahren oder die Entschlüsselung des Enigma-Codes. Ein Großteil der von Frauen bekannten Errungenschaften stammen aus der Zeit von 1900 bis 2000, da die Technik in dieser Zeit generell große Fortschritte machte – oftmals waren leider dafür die Kriege verantwortlich (Dernbach, 2016; Lord, 2008; Potthast, 2023).

Interessant ist, dass manche Ideen zwar entwickelt, aber nicht eingesetzt worden sind. Als Beispiele können hier die ENIAC-Maschine oder das Frequenzsprungverfahren von Hedy Lamarr angeführt werden (Dernbach, 2016; Jahreis, 2020).

Was bedauerlicherweise alle Frauen vor der Jahrtausendwende gemeinsam haben, ist der Fakt, dass die wertvolle Arbeit lange ungewürdigt und in der Öffentlichkeit unbekannt blieb. Erst Jahrzehnte später oder teilweise erst nach dem Tod dieser Frauen, wurde das Ausmaß ihrer Leistung deutlich, worauf Anerkennung und Auszeichnung folgen. Im Zuge der vorliegenden Arbeit wird außerdem deutlich, dass in den Bereichen Forschung, Technik und Informatik Frauen keinen gesellschaftlichen Wert erfuhren, wie das imposante Beispiel im Kapitel ENIAC-Frauen zeigt, bei welchem für das Anwerben von neuem Personal die Frauen bewusst aus den Bildern geschnitten wurden. Außerdem erhielten sie meistens viel weniger Gehalt als ihre männlichen Kollegen, obwohl sie dieselbe Arbeit verrichteten (Schulz, 2015). Leistungen und Erfolge dieser Art wurden von Frauen gar nicht erwartet. Die ENIAC-Frauen mussten sich beispielsweise während ihrer Programmierarbeit gegen das Image *Refrigerator Ladies* wehren (Dernbach, 2016).

Die fehlende Anerkennung und Würdigung der weiblichen Pionierarbeit ist unter anderem ausschlaggebend für den geringen Frauenanteil in der heutigen Informatikbranche. Diese Problematik kann auf das Fehlen von konkreten weiblichen Vorbildern zurückgeführt werden, da die wenigsten Mädchen wissen, dass auch Frauen in der Informatik Pionierarbeit geleistet haben. Ein weiterer Grund dafür ist die Unterrepräsentation der Frauen in dieser Branche, wie mehrere Untersuchungen zeigten (Adams & Morgan, 2021; Roberts et al., 2002). Diese Thematik könnte in weiteren Untersuchungen genauer behandelt werden.

Die Auswirkungen der Erfolge und Errungenschaften, die diese Frauen geleistet haben, sind weitreichend. Vor allem die Bereiche Softwareentwicklung und Softwareengineering bekamen durch die Arbeit der Frauen mehr Aufmerksamkeit und entwickelten sich in den letzten Jahrzehnten stark weiter. Die Frauen dienen auch als weibliche Vorbilder in der Informatikbranche und trugen sicherlich auch dazu bei, dass heute mehr darauf geachtet wird, Frauen in der Technik eine Chance zu geben und sie zu fördern. Um kurz ein paar konkrete Beispiele aus dieser Arbeit hervorzuheben: Durch Frauen wie Grace Hopper wurde der Einsatz von Computern im Alltag und in Unternehmen forciert und Begriffe wie Bug bzw. Debugging geprägt, die heute im Informatikumfeld nicht mehr wegzudenken wären (D. W. Gürer, 1995). Ohne Hedy Lamarr wäre die Telekommunikation nicht in diesem Ausmaß fortgeschritten wie wir sie heute kennen und ohne der mithilfe von Joan Clarke hätte der Zweite Weltkrieg vielleicht noch länger andauert (Jahreis, 2020; Lord, 2008). Das sind nur einige von vielen Beispielen für von Frauen erbrachte Leistungen.

Abschließend ist noch einmal hervorzuheben, dass die vorgestellten Frauen wertvolle Leistungen und Erfolge zu verzeichnen haben und dass ihre Errungenschaften weitgehenden Einfluss auf unsere heutige Informatik haben und noch haben werden.

4. Abkürzungsverzeichnis

APE(X)C	All Purpose Electronic X-ray Computer
ARC	Automatic Relay Calculator
COBOL	Common Business-Oriented Language
ENIAC	Electronic Numerical Integrator and Computer
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum
GCCS	Government Code and Cypher School
SEC	Simple Electronic Computer

5. Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1 Vor- und Nachteile der Assemblersprache (Steppan, 2023)	26
Tabelle 2 Überblick über die vorgestellten Frauen und deren Errungenschaften und Erfolge (eigene Darstellung, 2023)	38
Abbildung 1 Porträt von Ada Lovelace (Carpenter, 1836)	9
Abbildung 2 Hedy Lamarr (Los Angeles Times, 1939) Creative Commons — Attribution 4.0 International — CC BY 4.0	13
Abbildung 3 Joan Clarke in den 1940er Jahren (Theo's Little Bot, 2017)	16
Abbildung 4 M4-Enigma mit vier Rotoren (Manske, 2005) Creative Commons — Attribution- ShareAlike 3.0 Unported — CC BY-SA 3.0	17
Abbildung 5 Ruth Lichterman Teitelbaum und Marlyn Wescoff Meltzer beim Arbeiten an der ENIAC-Maschine (ENIAC-Programmiererinnen, 1946)	22
Abbildung 6 Kathleen Booth (Mooncatwwi, o.D.) Creative Commons — Attribution-ShareAlike 4.0 International — CC BY-SA 4.0	24
Abbildung 7 Grace Hopper (Davis, 1984)	27
Abbildung 8 Logbucheintrag von Hopper (Goldbach, 2008) Creative Commons — Attribution 2.0 Generic — CC BY 2.0	30
Abbildung 9 Margaret Hamilton (IneseSnies, 1969) Creative Commons — Attribution- ShareAlike 4.0 International — CC BY-SA 4.0	33
Abbildung 10 Constanze Kurz (Huslage-Koch, 2018) Creative Commons — Attribution- ShareAlike 4.0 International — CC BY-SA 4.0	35
Abbildung 11 Marissa Mayer (TechCrunch, 2014) Creative Commons — Attribution 2.0 Generic — CC BY 2.0	36
Abbildung 12 Jade Raymond (Gamerscore Blog, 2007) Creative Commons — Attribution- ShareAlike 2.0 Generic — CC BY-SA 2.0	37

6. Literaturverzeichnis

- Adams, M. & Morgan, K. (2021). Relational sensibilities and women's participation in computer science and information technology degrees: A cultural-historical approach. *Learning, Culture and Social Interaction*, 28, 100464. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2020.100464>
- Apple. (2023). *Gib dir Gelb. Apple stellt neues iPhone 14 und iPhone 14 Plus vor.* <https://www.apple.com/at/newsroom/2023/03/hello-yellow-apple-introduces-new-iphone-14-and-iphone-14-plus/>
- Baumgartner, N. (28. April 2023). Die vergessenen Frauen der Informatikgeschichte. *insideit*. <https://www.inside-it.ch/die-vergessenen-frauen-der-informatikgeschichte-20230428>
- Bayerischer Rundfunk. (2014). *Kurz, Constanze: Informatikerin, Chaos Computer Club.* <https://www.br.de/fernsehen/ard-alpha/sendungen/alpha-forum/constanze-kurz-sendung-100.html>
- Bergin, T. J. (2000). *50 Years of Army Computing From ENIAC to MSRC.* https://www.researchgate.net/publication/235174221_50_Years_of_Army_Computing_From_ENIAC_to_MSRC
- Bruderer, H. (2014). *DGRI Jahrbuch 2014 : Zur Geschichte der Mathematik und der Informatik: Zur Geschichte der Mathematik und der Informatik.* ottoschmidt. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=4338498>
- Campbell-Kelly, M. (2022). *Kathleen Booth obituary.* The Guardian. <https://www.theguardian.com/technology/2022/nov/10/kathleen-booth-obituary>
- Carlucci Aiello, L. (2016). The multifaceted impact of Ada Lovelace in the digital age. *Artificial Intelligence*, 235, 58–62. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2016.02.003>
- Carpenter, M. S. (1836). *Ada Lovelace.* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/87/Ada_Lovelace.jpg/378px-Ada_Lovelace.jpg?20151219223900
- Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. (o.D.a). *Jade Raymond.* <https://frauen.inf.uni-kiel.de/index.php/informatikerinnen/jade-raymond/>
- Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. (o.D.b). *Marissa Mayer.* <https://frauen.inf.uni-kiel.de/index.php/informatikerinnen/marissa-mayer/>
- Davis, J. S. (1984). *Grace Hopper.* https://de.wikipedia.org/wiki/Grace_Hopper#/media/Datei:Grace_Hopper.jpg
- Dernbach, C. (2016). *Als Eniac I die Wasserstoffbombe berechnete.* DER SPIEGEL (online). <https://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/70-jahre-eniac-der-erste-elektronische-universalcomputer-a-1076809.html>
- Deutsches Patent- und Markenamt. (2023). *Margaret Hamilton.* <https://www.dpma.de/dpma/veroeffentlichungen/aktuelles/patentefrauen/patentefrauen/apollosfrauen/margarethamilton/index.html>
- ENIAC-Programmiererinnen.* (1946). https://de.wikipedia.org/wiki/Ruth_Teitelbaum#/media/Datei:Reprogramming_ENIAC.png
- Gamerscore Blog. (2007). *Jade Raymond.* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/85/Jade_Raymond_-_E3_2007.jpg/800px-Jade_Raymond_-_E3_2007.jpg
- Goldbach, B. (2008). *Bug.* <https://www.flickr.com/photos/topgold/2842497804>
- Gürer, D. (2002). Women in computing history. *ACM SIGCSE Bulletin*, 34(2), 116–120. <https://doi.org/10.1145/543812.543843>

- Gürer, D. W. (1995). Pioneering women in computer science. *Communications of the ACM*, 38(1), 45–54. <https://doi.org/10.1145/204865.204875>
- Hagen, L. (2016). *Die vergessenen Wegbereiterinnen des Computers*. STANDARD Verlagsgesellschaft mbH. <https://www.derstandard.at/story/2000033996437/die-vergessenen-wegbereiterinnen-des-computers>
- Haigh, T., Priestley, M. & Rope, C. (2016). *ENIAC in action: Making and remaking the modern computer. History of computing*. The MIT Press. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=1365620> <https://doi.org/10.7551/mitpress/10131.001.0001?locatt=mode:legacy>
- Heise Medien. (2023). *Lovelace, Hopper, Hamilton & Co.: Wie kluge Frauen die Tech-Welt beeinfluss(t)en: Kathleen Booth: Schöpferin der ersten Assemblersprache*. <https://www.heise.de/hintergrund/Lovelace-Hopper-Hamilton-Co-Wie-kluge-Frauen-die-Tech-Welt-beinfluss-t-en-6535011.html?seite=6>
- Heller, M. (2023). *Was ist ein Compiler?* IDG Tech Media GmbH. <https://www.computerwoche.de/a/was-ist-ein-compiler,3613671>
- Hollings, C., Martin, U. & Rice, A. (2018). *Ada Lovelace and the Analytical Engine*. Bodleian Libraries - University of Oxford. <https://blogs.bodleian.ox.ac.uk/adalovelace/2018/07/26/ada-lovelace-and-the-analytical-engine/>
- Hurt, A. E. (2017). *Ada Lovelace: Computer Programmer and Mathematician. History Makers Ser.* Cavendish Square Publishing LLC. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=5404680>
- Huslage-Koch, H. (2018). *Constanze Kurz auf der Frankfurter Buchmesse 2018*. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Constanze_Kurz_Frankfurter_Buchmesse_2018_1.jpg
- IneseSniegs. (1969). *Margaret Hamilton*. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Margaret_Hamilton_Mit_museum.jpg
- Jahreis, M. (2020). *Rebel Minds: 44 Erfinderinnen, die unsere Welt verändert haben* (1st ed.). C.H. Beck. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6991814>
- Kranz, J.-D. (2018). *Die Geschichte der Informatik*. Talentzeit GmbH. <https://it-talents.de/it-wissen/die-geschichte-der-informatik/>
- Krichmayr, K. (2019). *Margaret Hamilton: Sie schoss die Männer auf den Mond*. STANDARD Verlagsgesellschaft mbH. <https://www.derstandard.at/story/2000104884076/margaret-hamilton-sie-schoss-die-maenner-auf-den-mond>
- Lindner, R. (21. April 2018). Ehemalige Yahoo-Chefin: Marissa Mayer meldet sich zurück. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*. <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/digitec/ehemalige-yahoo-chefin-mayer-meldet-sich-zurueck-15552294.html>
- Lord, L. A. (2008). *Joan Elisabeth Lowther Clarke Murray*. University of St. Andrews. https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Clarke_Joan/
- Los Angeles Times. (1939). *Hedy Lamarr*.
- Löw, M. (2017). *Informatik findet sich einfach überall*. Technische Universität Kaiserslautern. <https://www.unispectrum.de/leben/informatik-findet-sich-einfach-ueberall>
- Manske, M. (2005). *Enigma M4*. https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Joan_Clarke&oldid=234739572
- Martin, U. (2018). *Ada Lovelace: the Making of a Computer Scientist*. Bodleian Libraries - University of Oxford. <http://blogs.bodleian.ox.ac.uk/adalovelace/>

- Mooncatwwi. (o.D.). *Kathleen Booth*. <https://frauen.inf.uni-kiel.de/index.php/informatikerinnen/kathleen-booth/>
- Naumann, F. (2015). *Vom Abakus zum Internet: Die Geschichte der Informatik* (1. Auflage). E-Sights Publishing.
- O'Connor, J. & Robertson, E. (2023). *Kathleen Hylda Valerie Booth*. University of St. Andrews. https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Booth_Kathleen/
- Penguin Random House Verlagsgruppe GmbH. (2023). *Constanze Kurz: Rednerin - Expertin für Cybersicherheit*. https://www.referentenagentur-bertelsmann.de/redner/Constanze_Kurz/510633.html
- Potthast, J. B. (2023). *Hedy Lamarr - erfinderische femme fatale*. Deutsches Patent- und Markenamt. <https://www.dpma.de/dpma/veroeffentlichungen/aktuelles/patentefrauen/patentefrauen/hedylamarr/index.html>
- Roberts, E. S., Kassianidou, M. & Irani, L. (2002). Encouraging women in computer science. *ACM SIGCSE Bulletin*, 34(2), 84–88. <https://doi.org/10.1145/543812.543837>
- Rom, D. (2022). *Informatikerin Grace Hopper: Die Erzieherin der Computer*. STANDARD Verlagsgesellschaft mbH. <https://www.derstandard.at/story/2000134352181/informatikerin-grace-hopper-die-erzieherin-der-computer>
- Schmeh, K. (2022). *Codeknacker Gegen Codemacher: Die Faszinierende Geschichte der Verschlüsselung* (4th ed.). Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6904267>
- Schulz, R. (2015). *Als Computer weiblich waren*. Magazin Verlagsgesellschaft Süddeutsche Zeitung mbH. <https://sz-magazin.sueddeutsche.de/technik/frauen-programmieren-computer-81770>
- Shearer, S. M. (2013). *Beautiful: The life of Hedy Lamarr*. Thomas Dunne Books.
- DER SPIEGEL (online). (2017). *Marissa Mayer bekommt 23 Millionen Dollar Abfindung: Yahoo-Chefin*. <https://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/yahoo-marissa-mayer-bekommt-23-millionen-dollar-abfindung-a-1138588.html>
- STANDARD Verlagsgesellschaft mbH. (2017). *Studie: Mädchen fehlen weibliche Vorbilder für Technik-Interesse*. <https://www.derstandard.at/story/2000052539375/studie-maedchen-ehlen-weibliche-vorbilder-fuer-technik-interesse>
- STANDARD Verlagsgesellschaft mbH. (2019). *Frauen in Informatik-Studien unterrepräsentiert*. <https://www.derstandard.at/story/2000102030256/frauen-in-informatik-studien-unterrepraesentiert>
- Steppan, B. (2023). *Eine kleine Geschichte der Programmiersprachen*. IDG Tech Media GmbH. <https://www.computerwoche.de/a/eine-kleine-geschichte-der-programmiersprachen,3545761>
- Stevens, H. (2009). The professional fate of woman engineers in the computer sciences: Unexpected reversals. *Sociologie du Travail*, 51, e15-e33. <https://doi.org/10.1016/j.socotra.2009.01.001>
- Stöcker, C. (2012). *Flucht nach oben: neue Yahoo-Chefin Marissa Mayer*. DER SPIEGEL (online). <https://www.spiegel.de/netzwelt/web/marissa-mayer-wird-yahoo-chefin-google-managerin-steigt-um-a-844800.html>
- Streib, J. T. (2011). *Guide to assembly language: A concise introduction*. Springer.

TechCrunch. (2014). *Marissa Mayer*.

https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:TechCrunch_SF_2013_4S2A3709_Marissa_Mayer.jpg#filelinks

Theo's Little Bot. (2017). *Joan Clarke*.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/3/35/Joan_Clarke_%28cryptanalyst%29.jpg?20171217063346

Verein Österreich Werbung. (2023). *Hedy Lamarr, Filmdiva und Lady Bluetooth*.

<https://www.austria.info/de/inspiration/meister-und-meisterwerke/hedy-lamarr-filmdiva-und-lady-bluetooth>

Wolf, A. (2023). *Der Kalte Krieg*. Österreichischer Rundfunk.

<https://oe1.orf.at/programm/20230116/705918/Der-Kalte-Krieg>