

Die Frau, die **Wie** ein Computer rechnet

Katherine Johnson, eine afroamerikanische Nasa-Mathematikerin, trug in den 50er- und 60er-Jahren maßgeblich dazu bei, dass die USA nach Juri Gagarins erster Erdumrundung im Wettlauf der Supermächte in der Raumfahrt mit der Sowjetunion zumindest gleichziehen konnte. Am 26. August 2018 feiert die Pionierin ihren 100. Geburtstag

Von Kristina Vaillant



Am 5. Mai 1961 startete der erste bemannte Weltraumflug der USA, die Freedom-7-Mission (linkes Bild). Die Afroamerikanerin Katherine Johnson (Foto unten rechts) hat mit ihren mathematischen Berechnungen entscheidend dazu beigetragen. Damals mussten noch die Menschen rechnen. Es gab lediglich erste, wenig effiziente Computer wie den IBM 704 auf dem Foto rechts, aufgenommen im Jet Propulsion Laboratory der Nasa 1958. Das Foto im Hintergrund zeigt den Blick auf die Erde aus der Kapsel der Freedom-7-Mission.

Als Katherine Johnson im Sommer 1953 beim Langley Research Center, der amerikanischen Raumfahrtbehörde in Hampton im Bundesstaat Virginia, anfang, war sie eine von mehreren Hundert meist weiblichen Mathematikerinnen. Computers nannte man sie. In drei Schichten an sechs Tagen in der Woche rund um die Uhr liefen sie mit ihren mechanischen Rechenmaschinen Daten für die Aerodynamik-Experimente der Ingenieure im Windkanal.

Weil während des Zweiten Weltkriegs viele Männer in den Krieg gezogen waren und es an Arbeitskräften mangelte, warb die Forschungseinrichtung seit 1943 gezielt Frauen an, auch schwarze. Separiert von der weißen Computers-Gruppe, in der einzelne Frauen bereits seit den 30er-Jahren tätig waren, arbeiteten die Afroamerikanerinnen in einem Neubau, der auf dem westlichen Teil des Geländes lag. Sie waren die West Computers.

waren, aber weder über das notwendige Geld noch über die gesellschaftlichen Verbindungen verfügten, um Karriere zu machen. Neben Afroamerikanern hätten daher auch Juden und irische Einwanderer, Körperbehinderte und generell Menschen aus prekären Verhältnissen als Rechenassistenten gearbeitet. Eine wissenschaftliche Karriere blieb den meisten versagt. Frauen stellten erst mit dem Anbruch der 40er-Jahre die größte Gruppe unter den Computers.

Dem 2016 erschienenen und noch im gleichen Jahr veröffentlichten Buch „Hidden Figures“ von Margot Lee Shatterly ist es zu verdanken, dass Katherine Johnsons beeindruckende Geschichte nicht unerzählt blieb. Die 1918 geborene Mathematikerin hat den späteren Ruhm sogar noch miterlebt. Und genießt ihn vermutlich noch immer: Diesen Sonntag wird sie 100 Jahre alt.

„WIR BEKAMEN RIESIGE DATENBÖGEN mit vielleicht 15 oder 20 Spalten und 25 Zeilen. Du hast deine Variable eingesetzt und musstest dann die Gleichungen durchrechnen, das dauerte mehrere Tage“, berichtete Johnson vor einigen Jahren in einem Interview.

Für die Ingenieure, die beim National Advisory Committee for Aeronautics, kurz Naca, der Vorgängerorganisation der Nasa, die wissenschaftlichen Grundlagen für die Luftfahrt erarbeiteten, waren Johnson und ihre Kolleginnen namenlose Hilfskräfte. Die Frauen erledigten die zeitraubenden Berechnungen, damit die Männer ihre wissenschaftlichen Experimente vornehmen und Berichte darüber veröffentlichen konnten. Katherine Johnson jedoch unterschied sich von den anderen. Im Jahr 1960 lieferte sie in Langley den ersten Forschungsbericht ab, unter dem der Name einer schwarzen Frau stand.

„When computers wore skirts“ („Als die Computer Kleider trugen“), heißt es oft über die Zeit, in der wissenschaftliche Berechnungen nicht per Computer, sondern noch per Hand von Assistenten ausgeführt wurden. Dabei war diese Tätigkeit bis zum Zweiten Weltkrieg fast ausschließlich Männer Sache gewesen. Der amerikanische Wissenschaftshistoriker David Allen Grier schreibt in seinem Buch „When Computers were human“, es sei ein Beruf für diejenigen gewesen, die zwar in Mathematik gut ausgebildet

waren, aber weder über das notwendige Geld noch über die gesellschaftlichen Verbindungen verfügten, um Karriere zu machen. Neben Afroamerikanern hätten daher auch Juden und irische Einwanderer, Körperbehinderte und generell Menschen aus prekären Verhältnissen als Rechenassistenten gearbeitet. Eine wissenschaftliche Karriere blieb den meisten versagt. Frauen stellten erst mit dem Anbruch der 40er-Jahre die größte Gruppe unter den Computers.

Das Langley Research Center war 1958, fünf Jahre nach Johnsons Eintritt in die Behörde, Teil des ersten Programms der Nasa für die bemannte Raumfahrt geworden. Damit hofften die USA nach dem Sputnik-

Schock den Wettlauf um den technologischen Vorsprung der Supermächte zu gewinnen. Die Sowjetunion hatte schon im Oktober 1957 mit Sputnik 1 den ersten Satelliten in die Erdumlaufbahn geschossen und damit die Raumfahrt begründet.

Die Space Task Group, in die Johnson aufgestiegen war, sollte die Flugbahnen für die bemannten Missionen ins Weltall berechnen: vom Moment des Abstusses am Boden über die Umrundung der Erde in der Umlaufbahn bis zur Landung der Raumkapsel im Atlantik.

Die Berechnung der Flugbahn für die erste bemannte Raumkapsel der Nasa. Die Mission – ein sogenanntes ballistischer Weltumflug – ist erfolgreich. Der Astronaut Alan Shepard wird am 5. Mai 1961 in den Weltraum katapultiert, erreicht eine Höhe von 187 Kilometern und landet nach 15 Minuten und 22 Sekunden sicher in den Wellen des Atlantiks. Damit war er der erste Amerikaner im Weltall. Aber: Wenige Wochen zuvor, am 12. April, hatte der sowjetische Kosmonaut Juri Gagarin als erster Mensch die Erde in 106 Minuten umkreist.

Die USA planten daraufhin ebenfalls eine bemannte Raumfahrtmission mit Erdumrundung. Katherine Johnson und ihre Kollegen wurden mit den Berechnungen für die Flugbahn betraut. Und wieder wird im Film eine dramaturgische Schlüsselzene vor der großen Tafel inszeniert. „Problematisch wird es, wenn die Kapsel von einer elliptischen Umlaufbahn in eine parabolische übergeht, es gibt keine mathematische Formel dafür“, sagt Katherine Johnson und stellt damit unter Beweis, wie schnell und präzise sie rechnen kann.

Die größte Herausforderung bei der Berechnung der Flugbahnen war, den Astronauten wieder sicher auf die Erde zu bringen. Neben der Berechnung der Umlaufbahn um die Erde war eine zentrale Frage, wann die Bremsraketen vor dem Eintritt in die Erdatmosphäre gezündet werden sollten, damit die Raumkapsel sicher in der vorgesehenen Zone landet.

„BEI DEN ERSTEN RAUMFLÜGEN“ musste man Sicherheitskorridore für den Eintritt in die Erdatmosphäre festlegen“, erläutert Michael Kirschner, Experte für flugdynamische Berechnung am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in München. „Wenn die Abbremsung durch die Zündung der Bremsraketen zu stark ist, tritt die Kapsel in einem zu spitzen Winkel in die Erdatmosphäre ein, und es besteht die Gefahr, dass die Kapsel verglüht.“ Bei einem zu schwachen Bremsmanöver wiederum pralle die Kapsel an der Erdatmosphäre ab – und flog von der Erde weg.

Katherine Johnson nutzte altes Wissen, um das Problem zu lösen: das Euler-Verfahren. Es war von dem Schweizer Mathematiker und Physiker Leonard Euler zueinander Jahr zuvor in seinem Buch „Institutiones Calculi Integralis“ beschrieben worden

und wird als Methode der kleinen Schritte bezeichnet. Es ist ein sogenanntes iteratives Verfahren, das häufig bei Problemen angewendet wird, die nicht exakt gelöst werden können, weil es zu viele Variablen gibt.

So ist es auch bei der Berechnung der Flugbahn von Objekten wie der Raumkapsel im All. Auf sie wirken verschiedene Kräfte gleichzeitig. Bei den flugdynamischen Berechnungen für den Moment des Eintritts in die Erdatmosphäre muss nicht nur die Rotation der Erde berücksichtigt werden, sondern auch ihr Gravitationsfeld, das je nach Standort variiert. Darüber hinaus ist die Anziehungskraft des Mondes zu beachten. Beim Euler-Verfahren wird ein erster Wert berechnet und in die nächste Gleichung eingesetzt. Indem man so fortfährt, nähert man sich einer Lösung an. Am Ende dieser Kette von Gleichungen steht zwar kein exaktes Ergebnis, aber die Abweichung davon wird von Gleichung zu Gleichung geringer.

„INGENIEURE KANNTEN DIE GLEICHUNGEN, um das Problem zu beschreiben, aber eben nicht die Verfahren, um sie zu lösen. Dieses mathematische Wissen, das jemand wie Katherine Johnson hatte, bekommt man nicht zur Ingenieurausbildung nicht unbedingt vermittelt“, erläutert DLR-Experte Kirschner. Um die Erzählung dramaturgisch zuzuspitzen, wird im Film der Eindruck erweckt, es sei allein Johnsons Verdienst gewesen, das explizite Eulerverfahren als Methode für die numerische Lösung von Differentialgleichungen eingebracht zu haben. Tatsächlich hat mit ihr wohl das gesamte Team an der Kette von Differentialgleichungen gearbeitet. Das jedenfalls gab der mathematische Berater der Filmproduktion im Magazin der American Institute of Physics zu Protokoll.

Was 1962 gewiss allein in Katherine Johnsons Hand lag, war die Überprüfung der Berechnungen für die Flugbahn der ersten Erdumrundung. Erstmals hatte die Nasa dafür einen elektronischen Computer eingesetzt, ein Großrechner vom Typ IBM 7090, der erst kurz zuvor installiert worden war. Bei einer Leistung von 24 000 Multiplikationen pro Sekunde konnten Rechenoperationen, die per Hand Stunden dauerten, nun innerhalb von Sekundenbruchteilen ausgeführt werden.

Doch offenbar gab es bei der Nasa Wissenschaftler, die den Rechenkünsten des elektronischen Computers nicht trauten. „Sie baten uns recht häufig, die Berechnun-

gen zu prüfen, bis sie sich ihrer Sache sicher waren“, berichtete Johnson später. Es sei eine Zeit gewesen, in der man sich habe versichern wollen, dass die Computerberechnungen korrekt waren. „Wenn sie meint, dass es stimmt, dann stimmt es, so sagen sie“, erinnert sich die Mathematikerin.

„DIE MISSION WAR EIN ENTSCHEIDENDE ERFOLG für die USA. Schließlich galt der technologische Vorsprung, den die Sowjetunion in der Raumfahrt bewiesen hatte, in Zeiten des Kalten Krieges als Bedrohung der nationalen Sicherheit. Der Astronaut John Glenn wurde am 20. Februar 1962 in seiner Raumkapsel Friendship 7 von Cape Canaveral in Florida mit der Atlas-Rakete in den Weltraum geschossen. Innerhalb der nächsten 4 Stunden und 56 Minuten umrundete er die Erde mit einer Geschwindigkeit von 17 000 Meilen pro Stunde, bevor er 800 Meilen südlich der Inselgruppe Bermuda sicher im Atlantik geborgen wurde. Den Start verfolgte die ganze Nation voller Spannung vor dem Fernseher, und John Glenn wurde nach seiner Rückkehr als Nationalheld gefeiert.“

Glenn, Johnson und alle anderen, die den ersten bemannten Orbitalfahrt der Nasa vorbereitet hatten, hatten den Beweis erbracht, dass die USA im Wettlauf um die Raumfahrt mit der Sowjetunion mithalten konnten. Die erfolgreiche Raumfahrtmission machte auch Katherine Johnson bekannt. Zumindest in der afroamerikanischen Presse wurde über ihren Anteil daran berichtet.

Für die Nasa war der Eintritt von Johnson und ihren Kolleginnen in die Dienste der amerikanischen Raumfahrtbehörde ein historischer Glücksfall. Die jungen Frauen brachten Talent mit und dazu eine gehörige Portion Mut. Im Film „Hidden Figures“ sind es, neben der entschlossen-ersthafte Katherine Johnson, ihre eher kokette Kollegin Mary Jackson, die später die erste schwarze Nasa-Ingenieurin werden sollte, und die Leiterin der West-Computers-Group Dorothy Vaughan. Als die Abteilung 1958 aufgelöst wurde, hatte sich Vaughan längst zur Expertin für die Programmiersprache Fortran fortgebildet und auch dafür gesorgt, dass „ihre“ Computers den Übergang ins Computerzeitalter überstehen.

Dass diese Frauen in den 40er- und 50er-Jahren ihre Talente und Persönlichkeiten entfalten konnten, war außergewöhnlich. Schließlich war es eine Zeit, in der Afroame-

rikaner in den Südstaaten der USA durch die sogenannten Jim-Crow-Gesetze vom öffentlichen Leben praktisch ausgeschlossen wurden. Im Bus durften sie nur in den hinteren Reihen sitzen, die meisten Schulen und Universitäten waren Weißen vorbehalten.

Schwarzen war es untersagt, Mitglied in Vereinen zu werden, und in der Bibliothek durften sie, wenn sie überhaupt einen Ausweis bekamen, nur die wenigen Bücher in den für die Schwarzen vorgesehen Regalen ausleihen. In der von weißen Männern dominierten Ingenieurwelt der Luftfahrt mussten sie doppelte Barrieren überwinden – als Frauen und als Schwarze in einer segregierten Gesellschaft.

Katherine Johnson, die als begabte Schülerin Stipendien erhalten und mehrere Klassen übersprungen hatte, war 18 Jahre alt, als sie 1937 das West Virginia State College, das ursprünglich ausschließlich für afroamerikanische Studenten gegründet worden war, mit einem Abschluss in Mathematik und Französisch verließ. Zu dieser Zeit stand ihr in ihrem Heimatstaat West Virginia im Süden der USA allenfalls eine Stelle als Lehrerin offen – an einer der Schulen, die ausschließlich für Kinder von Afroamerikanern eingerichtet worden waren, weil sie die der Weißen nicht besuchen durften.

Auch Johnsons Mutter war Lehrerin gewesen, ihr Vater selbstständiger Landwirt und Handwerker. Damit gehörte ihre Familie zur kleinen Mittelschicht, die sich unter den Nachfahren der Sklaven im Süden der USA entwickelt hatte. Die Bildung ihrer vier Kinder lag Johnsons Eltern am Herzen. „Mein Vater wollte, dass ich etwas Besseres werde als Grundschullehrerin“, erzählte Katherine Johnson. Wer als Afroamerikaner nicht zur gut ausgebildeten Mittelschicht gehörte, pflegte die Gärten der weißen Oberschicht, kümmerte sich als Nanny um deren Kinder, war Zuschaffner oder Hausmeister.

„IN DER SCHULE UND AUCH AM COLLEGE“ wurde Katherine Johnson von Lehrerinnen und Lehrern unterrichtet, die sie inspirierten und förderten. Sie bewunderte ihre Mathelernin in der Grundschule, und auch in der Highschool war es wiederum eine Lehrerin, die sie überzeugte, Mathematik zu studieren und nicht, wie es ursprünglich ihr Plan war, ausschließlich Sprachen. Auch am College erkannte man ihre Begabung und förderte sie. Der Mathematikprofessor versicherte

ihren Berufsleben ein. Arbeitskräfte, vor allem qualifizierte, waren nach dem Ende der Wirtschaftskrise Anfang der 40er-Jahre in den USA Mangelware. Die aufblühende Luftfahrtindustrie, dazu gehörte auch das Forschungszentrum in Langley, war als kriegswichtig erklärt worden. Die USA rüsteten auf, Fabriken und Farmen stellten wieder ein. Die Arbeitslosigkeit sank in atemberaubendem Tempo: 1940 zählten die Behörden 7,7 Millionen Arbeitslose, zweieinhalb Jahre später, im Herbst 1942, war die Zahl auf 1,5 Millionen geschrumpft.

Aber es brauchte noch mehr als die Eltern, die für ihre Tochter mehr wollten, und Lehrer, die der jungen Frau etwas zutrauten. Denn die Hürden auf dem Weg zur Nasa-Mathematikerin waren hoch. Die Jahre nach dem Ende der Wirtschaftskrise in den USA, die die schwarze Bevölkerung als erste und am heftigsten getroffen hatte, waren eine Zeit der Hoffnung und des Aufbruchs.

Viele Afroamerikaner hatten bei den Präsidentschaftswahlen 1932 mit Franklin D. Roosevelt erstmals einen Kandidaten der demokratischen Partei zum Präsidenten gewählt. Nach dem Asa Philip Randolph, der Gründer des „March on Washington“ und des „Civil Rights Act“ von 1964, der jegliche Diskriminierung aufgrund von Rasse, Hautfarbe, Religion oder Nationalität verboten sollte, war es noch ein weiter Weg.

Katherine Johnson, die junge College-Absolventin aus der schwarzen Mittelschicht, trat in einem historisch günstigen Moment

ein. Die Autorin des Buchs „Hidden Figures“ weiß, wovon sie schreibt: Margot Lee Shatterly, 49, ist selbst Afroamerikanerin und Tochter eines Ingenieurs, der ebenfalls bei der Nasa arbeitete. 2016 in den USA erschienen, schaffte es das Sachbuch, das ausführlicher als der Film über die historischen Umstände berichtet, rasch auf die Bestsellerliste. Inzwischen ist es in 16 Sprachen übersetzt. 2015 hatte Präsident Barack Obama die Nasa-Mathematikerin Katherine Johnson mit der Presidential Medal of Freedom gewürdigt, der höchsten zivilen Auszeichnung der Vereinigten Staaten.

Dass fast sechs Jahrzehnte verstreichen mussten, ehe ihre Leistungen gewürdigt wurden, zeigt, dass der historische Moment, der sie möglich machte, eine Dynamik in Gang setzte, auf die die Gesellschaft noch gar nicht vorbereitet war. Frauen wie Katherine Johnson waren es schon.



Katherine Johnson an ihrem Schreibtisch im Langley Research Center im Jahr 1962. NASA

öffentlichem Dienst erleichtert worden, unter anderem weil fortan Bewerbungen kein Foto mehr beigelegt werden musste. Der Mangel an Arbeitskräften und der Kampf der Bürgerrechtsbewegung Anfang der 40er-Jahre hatte die Barrieren für Afroamerikaner ein Stück abgetragen. Davon profitierten alle: Staat, Wirtschaft und Bevölkerung. Die Emanzipation der Schwarzen bekam einen Schub – und das junge Mathematiktalent aus White Sulphur Springs in West Virginia mit der Einstellung als Computer in Langley die Chance ihres Lebens.

Dieser Sog hatte der Bürgerrechtsbewegung in den Vereinigten Staaten, die unter dem Motto „Jobs for all“ für ökonomische Teilhabe kämpfte, Rückenwind verschafft. Nach dem Asa Philip Randolph, der Gründer und Anführer der ersten schwarzen Gewerkschaft, mit einem Marsch nach Washington gedroht hatte, hob Präsident Franklin D. Roosevelt am 25. Juni 1941 mit Erlass 8802 die Rassentrennung in der Rüstungsindustrie auf. Darunter fiel auch das Forschungszentrum der Raumfahrtbehörde in Langley. Und weil dort dringend Verstärkung bei den Computers gebraucht wurde, ergriff man in der Personalabteilung die Gelegenheit und warb 1943, zwei Jahre nach dem Erlass, in großen Zeitungsanzeigen erstmals gezielt Afroamerikanerinnen. Etlliche fanden in dieser Zeit auch Arbeit in Industriebetrieben.

Unter Roosevelts Präsidentschaft war Afroamerikanern auch der Zugang zum