

It's in
our
hands.



Wissenschaftliches Arbeiten

Wissenschaft ist nicht nur eine Ansammlung an Fakten. Sie ist vielmehr eine Methode, wie man zu Wissen über unser Universum und seiner Funktion gelangt. Diese Methode wird nicht in allen Fällen gleich angewandt, es finden sich aber in den meisten Fällen gewisse Grundzüge wieder.

Ablauf einer wissenschaftlichen Arbeit anhand des Beispiels der Entdeckung der DNA-Struktur

STEP
01

Anhand des vorhandenen Wissens wird eine Frage formuliert.

Vor der Entdeckung der Struktur der DNA waren schon andere Eigenschaften bekannt, unter anderem die chemische Zusammensetzung und, dass DNA genetische Information speichert. Aber niemand wusste genau, wie ein DNA-Molekül aufgebaut war.

STEP
02

Eine mögliche Antwort auf eine Frage wird formuliert bzw. „eine Hypothese wird aufgestellt“.

Die Forscher Francis Crick, James Watson und Linus Pauling vermuteten, dass DNA die Struktur einer Helix hat.

STEP
03

Eine logische Konsequenz dieser Hypothese wird so formuliert, dass sie durch ein Experiment überprüft werden kann.

Wenn die DNA die Struktur einer Helix hätte, dann würde es bei der Röntgenbeugung X-förmige Muster erzeugen. Diese Eigenschaft hatte nichts mit der biologischen Fragestellung an sich zu tun, sondern ist eine rein mathematische Konsequenz der Helix-Struktur.

STEP
04

Das Experiment wird durchgeführt

Rosalind Franklin führte an purer DNA die Röntgenbeugung durch. Es entstand ein X-förmiges Muster, zu sehen im berühmten Foto 51.

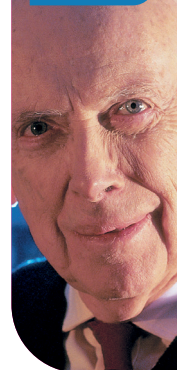
STEP
05

Das Ergebnis wird analysiert:

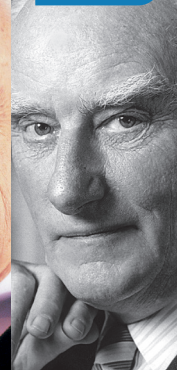
Weil ein X-förmiges Muster entstand, wurde die Vermutung von Watson und Crick bestätigt, dass DNA die Struktur einer Helix hat. Sie erstellten daraufhin ihr Modell.

Diese Entdeckung diente als Grundlage für die weitere Forschung, insbesondere auf dem Gebiet der Molekulargenetik. Watson und Crick wurden dafür 1962 mit dem Nobelpreis in Biologie ausgezeichnet.

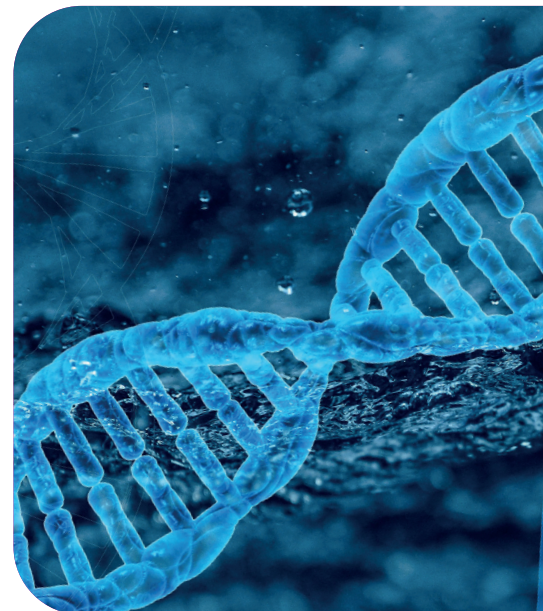
James D. Watson



Francis Crick



Linus Pauling



Rosalind Franklin





Zusätzlich zu der angeführten grundsätzlichen Vorgangsweise für wissenschaftliches Arbeiten, kommt noch anderen Faktoren eine wesentliche Bedeutung zu.

Wiederholbarkeit

Ein einmaliges Ergebnis könnte durch Zufall entstehen. Erst, wenn ein Experiment nach wiederholtem Durchführen (annähernd) das gleiche Ergebnis liefert, ist das Ergebnis plausibel.

Peer-review

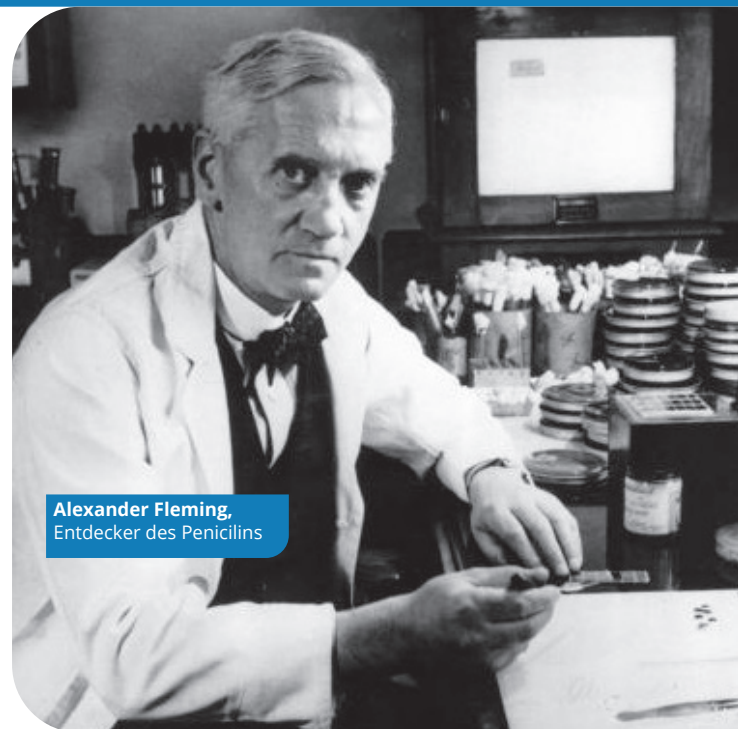
Wenn WissenschaftlerInnen ihre Ergebnisse veröffentlichen, dann beschreiben sie in ihren Publikationen jeden Schritt ihrer Arbeit, von der Formulierung der Fragestellung bis zur Auswertung und Analyse der Resultate. Diese Schritte werden dann anonym von anderen WissenschaftlerInnen begutachtet. Erst wenn, nach der Meinung der BegutachterInnen, die notwendigen Standards erfüllt wurden, wird die Arbeit veröffentlicht.

Die Schönheit des Zufalls

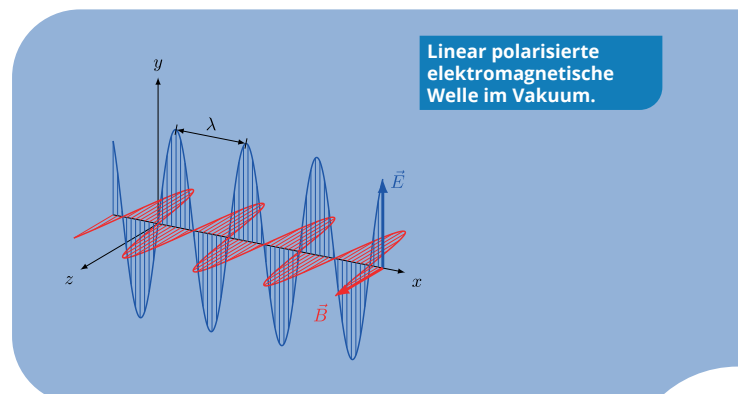
Nicht jede wissenschaftliche Erkenntnis kommt aber durch ein absichtlich durchgeführtes Experiment zustande. Einige Durchbrüche gelangen einfach durch Zufall. Berühmte Beispiele dafür sind die Entdeckung des Antibiotikums Penicillin oder die Erfindung der Mikrowelle.

Was passiert, wenn das Experiment kein Ergebnis liefert?

Es kann auch sein, dass ein negatives Ergebnis einen wertvollen Beitrag leistet. So führten am Ende des 19. Jahrhunderts die Wissenschaftler Michelson und Morley ein Experiment durch, um die Existenz eines sogenannten „lichttragenden Äthers“ nachzuweisen. Nach damaligen Wissensstand dachte man, dass Licht eine reine Welle sei und somit ein Trägermedium vorhanden sein müsste, so wie Meereswellen nur im Wasser existieren können. Michelson und Morley konnten aber letztendlich keinen Effekt dieses Äthers nachweisen. Heute wissen wir durch Forschungsergebnisse, dass dieser vermutete Äther nicht existiert. Die Theorie der beiden Forscher wurde aufgrund des „negativen“ Ergebnisses verworfen.



Alexander Fleming,
Entdecker des Penicillins



Linear polarisierte
elektromagnetische
Welle im Vakuum.