

Werner Heisenberg 1901-1976

Für die Schule

Für die Schule 1

- „Wissenschaft wird von Menschen gemacht“
 - Kennt die jemand?
 - Kennt jemand ihren historischen Weg?
 - Das Angebot der allgemeinverständlichen Schriften

Für die Schule 2

Wenn Wissenschaft von Menschen gemacht wird, dann man keine der menschlichen Kräfte bei dieser Tätigkeit ausschließen, wie es bei Goethe heißt. Er meint „die Abgründe der Ahndung, ein sicheres Anschauen der Gegenwart, mathematische Tiefe, physische Genauigkeit, Höhe der Vernunft, Schärfe des Verstandes, bewegliche sehnsuchtsvolle Phantasie, liebevolle Freude am Sinnlichen, nichts kann entbehrt werden zum lebhaften Ergreifen des Augenblicks“.

Adolf Portmann, 1949

Biologisches zur ästhetischen Erziehung

„Die Einsicht in die Notwendigkeit einer Stärkung der ästhetischen Position ist nicht gerade weit verbreitet - allzu viele machen noch immer die bloße Entwicklung der logischen Seite des Denkens zur wichtigsten Aufgabe unserer Menschenerziehung. Wer so denkt, vergißt, daß das wirklich produktive Denken selbst in den exaktesten Forschungsgebieten der intuitiven, spontanen Schöpferarbeit und damit der ästhetischen Funktion überall bedarf; daß das Träumen und Wachträumen, wie jedes Erleben der Sinne, unschätzbare Möglichkeiten öffnet.“

Für die Schule 3

- Heisenberg und der große Goethe
 - Als kreativer Knabe:
„Dieses: Stirb und werde“
 - Als gebildeter Physiker:

Die Doppelhelix als Urpflanze

Die Farbenlehre im Vergleich

Für die Schule 4

- Moderne Physik: Werner Heisenberg
- „Die Bahn des Elektrons entsteht erst dadurch, daß wir sie beobachten.“
 - Moderne Kunst: Willi Baumeister
- „Es ist fraglich, ob die Natur überhaupt aussieht. ... Es könnte sein, daß die Augen ein Netzwerk ins Dunkel auswerfen, das eine dem Menschen faßbare Welt durch den Menschen selbst entstehen läßt.“

„Das Naturbild Goethes und die technisch-naturwissenschaftliche Welt“

- In Heisenbergs Verständnis ist die Urpflanze „die Urform, die Grundform, das gestaltende Prinzip der Pflanze, das man freilich nicht nur mit dem Verstand konstruieren, sondern dessen man im Anschauen unmittelbar gewiß werden kann“. Mit der Urpflanze hat man den Bau der Pflanze verstanden, und „verstehen“ heißt dabei, man hat das Wachsen der Pflanze auf ein einheitliches Prinzip zurückgeführt.

„Das Naturbild Goethes und die technisch-naturwissenschaftliche Welt“

Dies aber ist der Molekularbiologie in den fünfziger Jahren gelungen. Gemeint die berühmte Struktur der Erbmaterials, die Doppelhelix aus DNA. Dieses Molekül erfüllt in der Genetik die gleiche Funktion, die Goethes Urpflanze in der Botanik erfüllen soll. Heisenberg: „Es handelt sich in beiden Fällen um das Verständnis der gestaltenden, formgebenden Kräfte der belebten Natur, um ihre Zurückführung auf etwas Einfaches, allen lebendigen Gestalten Gemeinsames. Das eben leistet das Urgebilde der heutigen Molekularbiologie, das noch etwas zu primitiv ist, um schon ein Urlebewesen genannt zu werden.“

„Das Naturbild Goethes und die technisch-naturwissenschaftliche Welt“

- „Dieses Urgebilde hat auch dies mit der Goetheschen Urpflanze gemeinsam, daß es nicht nur eine Grundstruktur, eine Idee, eine Vorstellung, eine formgebende Kraft, sondern auch ein Objekt, eine Erscheinung ist, wenn es gleich nicht mit unseren gewöhnlichen Augen gesehen, sondern nur indirekt erschlossen werden kann. Es kann mit Mikroskopen und mit dem Mittel der rationalen Analyse erkannt werden, ist also durchaus wirklich und nicht etwa nur ein Gedankengebilde. Insofern genügt es fast allen von Goethe an das Urphänomen gestellten Forderungen. Ob wir es allerdings im Goetheschen Sinne 'schauen, fühlen, ahnen' können, ... das mag zweifelhaft erscheinen. Normalerweise wird das biologische Urgebilde jedenfalls nicht so gesehen. Man könnte sich nur vorstellen, daß es den Entdeckern vielleicht zum ersten Mal so erschienen ist.“

Heisenbergs Humboldt 1

„In dem Moment, in dem die Naturforscher beginnen, sich ernstlich mit der Physik der Atome zu befassen und zu versuchen, die chemischen Erscheinungen aus den Naturgesetzen im atomaren Bereich zu deuten, tritt auch die Morphologie, die Lehre von den Gestalten, wieder in ihre Rechte ein. Niels Bohr war der erste, der erkannte, daß mit jener Auffassung von Kausalität und Determinismus, die seit Newton als Grundlage jeder exakten objektiven Naturwissenschaft galt, das Verhalten der Atome nicht verstanden werden kann.“

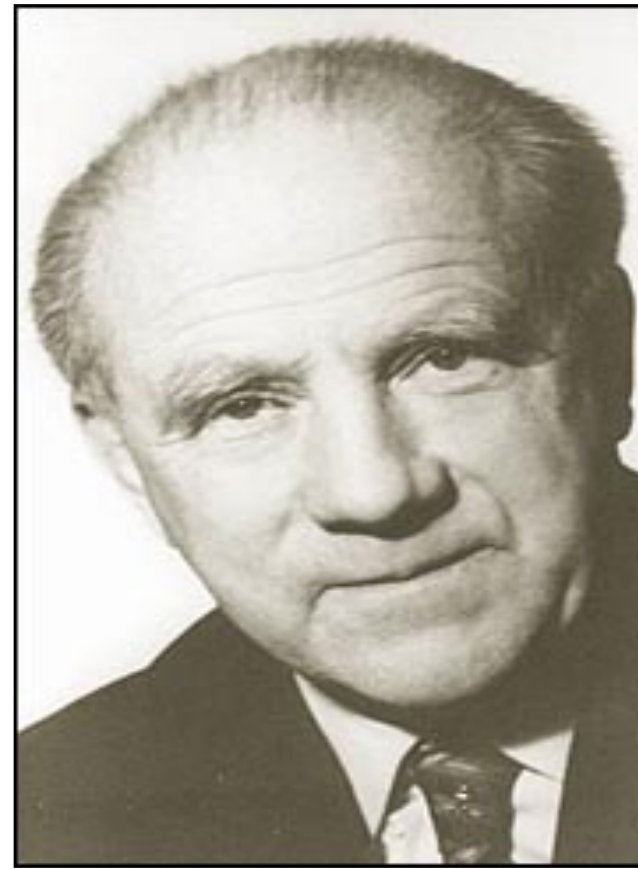
Heisenbergs Humboldt 2

- „Die Stabilität der Atome, die sich z.B. darin äußert, daß ein chemisches Element nach allen möglichen chemischen oder physikalischen Prozessen schließlich immer wieder das gleiche Element bleibt und die gleichen Eigenschaften aufweist, diese Stabilität könnte in der Newtonschen Physik nicht gedeutet werden. Hier braucht man die Persistenz von Gestalten, die Bohr mit seiner These von der Existenz stationärer Zustände postuliert hat.“

Heisenbergs Humboldt 3

- „Man kann die Stabilität der Atome nur verstehen, wenn man annimmt, daß immer wieder dieselben symmetrischen Gestalten der kleinsten Teile aus physikalischen Prozessen hervorgehen. Aus diesem Grundgedanken hat sich dann die Theorie der Atomhülle, der Atomkerne und schließlich die noch unfertige Theorie der Elementarteilchen entwickelt.“

Die Nacht auf Helgoland



Helgoland 1924 - 1

- „Einige Tage genügten, um den am Anfang in solchen Fällen immer auftretenden mathematischen Ballast abzuwerfen und eine einfache Formulierung meiner Frage zu finden. In einigen weiteren Tagen wurde mit klar, was in einer Physik, in der nur die beobachtbaren Größen eine Rolle spielen sollten, an die Stelle der [alten] Quantenbedingungen zu treten hätte. Es war auch deutlich zu spüren, daß mit dieser Zusatzbedingung ein zentraler Punkt der Theorie formuliert war, daß von da ab keine weitere Freiheit mehr blieb.“

Helgoland 1924 - 2

- „Dann aber bemerkte ich, daß es ja keine Gewähr dafür gäbe, daß das so entstehende mathematische Schema überhaupt widerspruchsfrei durchgeführt werden könnte. Insbesondere war es völlig ungewiß, ob in diesem Schema der Erhaltungssatz der Energie noch gelte, und ich durfte mir nicht verheimlichen, daß ohne den Energiesatz das ganze Schema wertlos wäre.“

Helgoland 1924 - 3

- „Ich hatte das Gefühl, durch die Oberfläche der atomaren Erscheinungen hindurch auf einen tief darunter liegenden Grund von merkwürdiger innerer Schönheit zu schauen, und es wurde mir fast schwindlig bei dem Gedanken, daß ich nun dieser Fülle von mathematischen Strukturen nachgehen sollte, die die Natur dort unten vor mir ausgebreitet hatte.“

Heisenberg auf Helgoland

- Was Heisenberg hier beschreibt, kann sicher als mystisches Einheitserlebnis verstanden werden, das durch mathematische Symbole vermittelt wird. Wir lesen von der unmittelbaren Erfahrung einer anderen Wirklichkeit, die allerdings nicht – als etwas Göttliches – höher, sondern – als etwas Ästhetisches - tiefer liegt und somit der humanen Sphäre verhaftet bleibt. Das visionäre Erleben läßt Heisenberg erglühen und erzeugt in ihm eine Hochstimmung, die ihn sein Leben riskieren läßt.

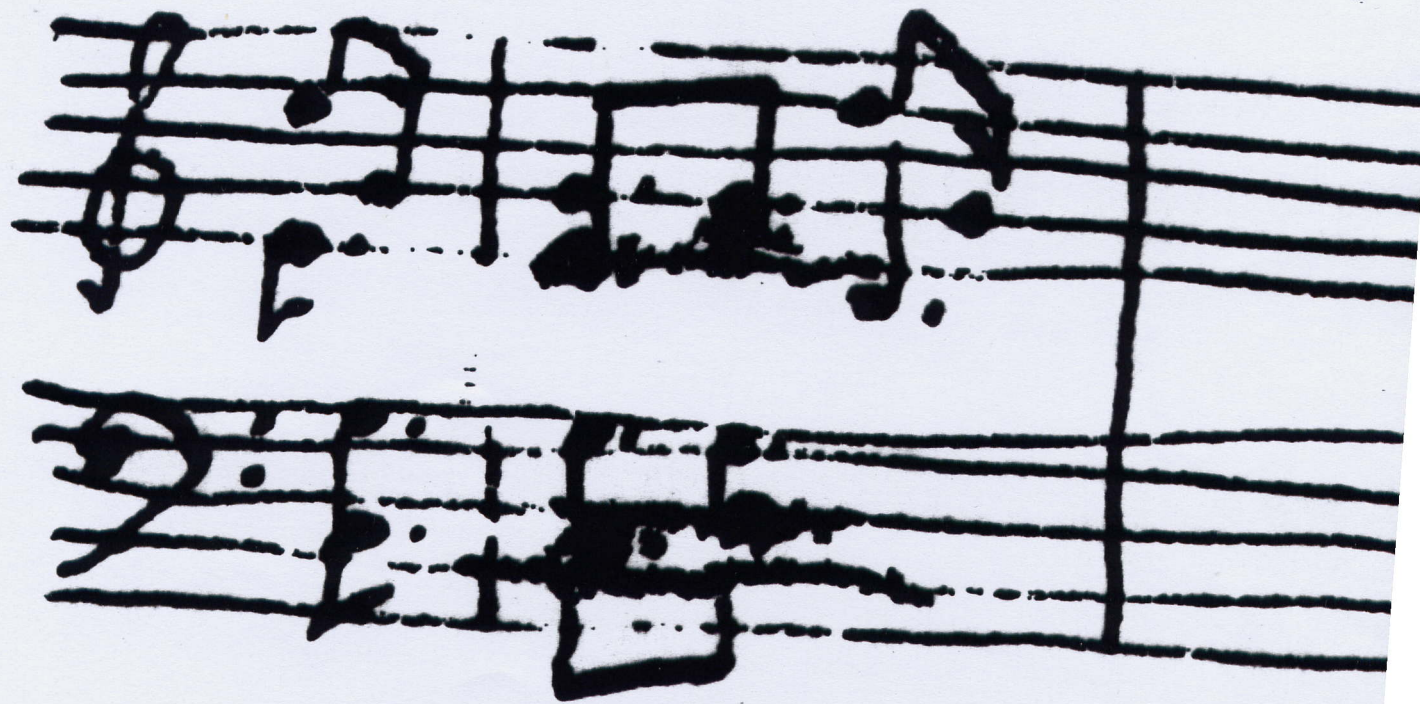
Heisenbergs Spätwerk

Der humanistische Gelehrte

- Goethe und Newton
- Alexander von Humboldt
- Der Begriff des Schönen
- Das Weltbild der Physik
- Das Vertrauen in eine zentrale Ordnung

Ordnung der Wirklichkeit

- „Nicht selten sprengen die Kräfte das Gefäß des Geistes, in dem sie wirksam sind, und beenden durch eine Katastrophe die einzelne geistige oder körperliche Existenz.“
- Natürlich gibt es „ganz wenige“, die „ein ganzes Leben hindurch ... der Last einer solchen Aufgabe gewachsen“ sind, und wenn dieser Glücksfall eintritt, so erhalten wir zuletzt „jene ganz reinen, von allem Irdischen abgelösten geistigen Gebilde, wie etwa der Schluß des 'Faust' oder die Takte“ ...



Ordnung der Wirklichkeit

- Klaviersonate, Opus 111, notiert in c-Moll, von Ludwig van Beethoven; Schlußsatz, Arietta-Motiv
- Thomas Mann, „Doktor Faustus“, d-g-g, skandiert wie „Lie-besleid“ oder „Hei-senberg“.
- Mit diesen Tönen vollzieht sich der Abschied von der „Sonate überhaupt, als Gattung, als überlieferte Kunstform, ... sie habe ihr Schicksal erfüllt, ihr Ziel erreicht, über das hinaus es nicht gehe“.

ARIETTA.

Adagio molto semplice e cantabile. ♪.

a)

p

(legato e sostenuto sempre)

Ped.

„Allgemeinverständliche Schriften“

Bei Heisenberg geht es nicht nur um Quantenmechanik und Neutronenstrahlung, bei ihm geht es unter anderem auch um die antike Naturphilosophie, er behandelt weiter die Erkenntnistheorie von Kant, er äußert sich zu dem Zusammenhang von Sprache und Wirklichkeit, er denkt über die Bedeutung des Schönen nach, er versucht vorsichtig zwischen der religiösen und der naturwissenschaftlichen Wahrheit zu unterscheiden.

„Erkenntnistheoretische Probleme in der modernen Physik“

- „Es wäre eine ungeheuer interessante, aber auch sehr schwere Aufgabe, [im Anschluß an die Entwicklungen der Relativitätstheorie und der Quantenmechanik] noch einmal das Kantsche Grundproblem der Erkenntnistheorie aufzurollen, sozusagen von vorne anzufangen und noch einmal die Scheidung zu versuchen, wieviel unserer Erkenntnis aus der Erfahrung stammt und wieviel aus dem Denkvermögen.“

„Erkenntnistheoretische Probleme in der modernen Physik“

- „Es liegt daher sehr nahe zu glauben, daß [die Kantschen *a priori* Begriffe] letzten Endes gar nicht der reinen Vernunft entstammen, sondern eben der alltäglichen Erfahrung. Die Naturwissenschaften glauben also, daß der Teil unseres Denkens, der von Kant 'reine Vernunft' genannt wird, doch geformt ist durch die täglichen Erfahrungen, daß also die Schlüsse, die *a priori* und synthetisch scheinen, in Wirklichkeit Schlüsse *a posteriori* waren.“

„Kausalgesetz und Quantenmechanik“

- „Die Unbestimmtheitsrelationen zeigen fürs erste, daß eine genaue Kenntnis der Bestimmungsstücke, die in der klassischen Theorie zur Festlegung eines Kausalzusammenhangs notwendig sind, in der Quantentheorie unmöglich ist. Die weitere Folge der Unbestimmtheit ist, daß auch das künftige Verhalten eines derart ungenau bekannten Systems nur ungenau, d.h. statistisch vorhergesagt werden kann. Es ist einleuchtend, daß durch die Unbestimmtheitsrelationen die Grundlage für das präzise Kausalgesetz der klassischen Physik verlorenght.“

Goethe, Humboldt und Heisenberg

Heisenberg malt Goethes Naturbild vor dem Hintergrund des wissenschaftlichen Fortschritts aus, indem er zum Beispiel die Doppelhelix der Molekularbiologie mit der Urpflanze Goethes vergleicht, und er bemüht sich, die moderne Biologie in die moderne wissenschaftliche Entwicklung einzuordnen. Heisenberg erinnert zusätzlich an die Einheit der Natur, wie sie zum Beispiel noch für Alexander von Humboldt selbstverständlich gewesen ist.

Der Sprung in die Neuzeit

- Nach Alexander von Humboldt konzentriert sich die Naturforschung auf die kausale Erfassung der Natur – Charles Darwin schlägt das evolutionäre Werden durch Mutation und Selektion in Humboldts Todesjahr vor.
- Die Physik und ihre Naturgesetze schienen zu triumphieren, bis bei den Atomen eine Grenze erreicht wurde. Erkannt haben dies vor allem Niels Bohr und Werner Heisenberg, der lange Zeit hindurch Präsident der Alexander-von-Humboldt-Stiftung gewesen ist.

Wovon man nicht reden kann, darüber muß man schweigen?

- „Wovon man nicht reden kann, darüber muß man sich verständigen, darüber muß man einen Dialog führen, und es ist die Aufgabe des Wissenschaftlers, damit zu beginnen, um den Weg zu der Welt zu bereiten, die zu finden er in der Lage und die zu kennen sein Privileg ist“.

Das Vertrauen in eine zentrale Ordnung

Werner Heisenberg behält bis zuletzt sein „*Vertrauen in die zentrale Ordnung*“, das sich „überall gegen Kleinmut und Müdigkeit durchsetzt“. Dabei entsteht in ihm „die Gewißheit, daß es, in menschlichen Zeitmaßen gemessen, immer wieder weitergehen wird, das Leben, die Musik und die Wissenschaft“.