

ORDEN POUR LE MÉRITE
FÜR WISSENSCHAFTEN UND KÜNSTE

REDEN UND GEDENKWORTE

ZWÖLFTER BAND
1974/75

VERLAG LAMBERT SCHNEIDER · HEIDELBERG

ARTTURI ILMARI VIRTANEN

15. 1. 1895–11. 11. 1973



A. I. Virtanen

Gedenkworte für

ARTTURI ILMARI VIRTANEN

von

Adolf Butenandt

Wer ihm auch nur einmal begegnet ist, wird seine hohe reckenhafte Gestalt, das markante Gesicht mit den hellen freundlichen Augen nicht vergessen: Der Biochemiker ARTTURI ILMARI VIRTANEN, der uns am 11. November 1973 im Alter von 78 Jahren für immer verlassen hat, war in seiner äußeren Erscheinung und in seinem Wesen, ja selbst in der Thematik seiner Forschungen, geprägt durch die Geschichte und den Charakter seines Volkes. Er war Finne und bekannte sich stolz zu seiner Heimat und ihren Menschen. In der ganzen wissenschaftlichen Welt hoch geachtet und verehrt, warb er, allein durch sein Wesen und die schlichte Art seines Auftretens, für sein liebenswertes Volk. Seine vielen wissenschaftlichen Freunde lud er regelmäßig zu Vorträgen nach Helsinki, förderte die menschlichen Kontakte und die wissenschaftliche

Zusammenarbeit, vermittelte ihnen Einblicke in den hohen Stand der biologischen Forschungen, der kulturellen Leistungen und musischen Äußerungen seines kleinen Volkes und vermochte in ihnen eine bleibende Sehnsucht nach den einmaligen Schönheiten seiner Heimat, den weiten Wäldern und Seen und den hellen Sommernächten zu wecken.

Artturi Virtanen wurde am 15. Januar 1895 in Helsinki als Sohn eines Lokomotivführers geboren, besuchte das humanistische Gymnasium in Viborg und studierte Chemie, Physik und Biologie an der Universität Helsinki. 1919 schloß er seine Studien unter der Anleitung des Professors der organischen Chemie O. Aschan mit einer Dissertation auf dem Naturstoffgebiet durch die Promotion zum Doctor philosophiae ab. Unmittelbar anschließend trat er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter in das Laboratorium des Zentralverbandes der Finnischen Molkereigenossenschaften Valio ein. Hier wurde Virtanen zum Biochemiker, hier fand er den Weg zu seiner wissenschaftlichen Lebensarbeit, die immer durch eine enge Verknüpfung von Grundlagenforschung und deren praktischer Anwendung ausgezeichnet war. Um sein Wissen auf Grenzgebieten zu erweitern, arbeitete Virtanen 1920 bei C. Wiegner an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich über Probleme der Kolloidchemie, erlernte anschließend bei A. Böhmers in Münster die Methoden der Lipidforschung und studierte Bakteriologie bei C. Barthel in Stockholm.

Schon 1921 wurde Virtanen Leiter des Laboratoriums des Zentralverbandes der Finnischen Molkereigenossenschaften Valio, konnte aber 1923/24 noch als Schüler Hans von Eulers an Stockholms Höögskola die biochemischen Methoden der Enzymforschung erlernen. Virtanen bekundete in einer kurzen autobiographischen Notiz, daß diese Studienaufenthalte im Aus-

land – in der Schweiz, in Deutschland und in Schweden – von entscheidender Bedeutung für seinen künftigen Weg als Forscher gewesen seien; sie vermittelten ihm eine breite Grundlage an Wissen und experimentellen Fertigkeiten.

1924 wird Artturi Virtanen Dozent für Chemie an der Universität Helsinki, folgt 1931 einem Ruf als Professor für Biochemie an die Finnische Technische Hochschule, Helsinki, und übernimmt 1939 das Ordinariat für Biochemie an seiner alten Universität am gleichen Ort. Die experimentelle Arbeit wird bis zum Jahre 1931 noch im Laboratorium von Valio durchgeführt; sie wendet sich immer stärker allgemeineren biochemischen Problemen zu und lockt durch ihre Thematik immer mehr junge Studenten als Mitarbeiter an, die kaum noch Raum in dem kleinen Laboratorium finden. Doch jetzt wird die Bedeutung des hier sich entwickelnden neuen Forschungszweiges für Finnland offenbar; staatliche und privatwirtschaftliche Initiativen führen 1929 zur Gründung einer »Stiftung für die chemische Forschung«, deren erste Aktivität in der Förderung der Biochemie durch den Bau eines »Biochemischen Forschungsinstitutes« in Helsinki liegt, in das die von Virtanen geführte Arbeitsgruppe 1931 einzieht. Aus diesem Institut, das mit Virtanens Namen für immer verknüpft sein wird, gehen alle seine weiteren Arbeiten hervor, aus ihm verbreitet sich sein Ruhm in der Welt. Etwa 1400 Originalpublikationen von Virtanen und seinen Schülern sind erschienen. Die Leitung des Laboratoriums von Valio gab er im Jahre 1970 auf, blieb aber Leiter des Laboratoriums der Stiftung für Chemische Forschung bis zu seinem Tod.

Aus der großen Fülle der bearbeiteten Probleme und der erzielten neuen Erkenntnisse können wir nur einige besonders charakteristische und bedeutungsvolle herausgreifen. In den

frühen zwanziger Jahren nahm Virtanen teil an der Aufklärung von Gärungsmechanismen. Unter Gärung versteht man den Abbau organischer Stoffe in Abwesenheit von Sauerstoff durch Mikroorganismen unter Gewinnung von Energie. Je nach dem Endprodukt der Gärung unterscheidet man verschiedene Gärungstypen; am bekanntesten ist die Vergärung von Zucker durch die Enzyme der Hefe zu Alkohol, die sog. »Alkoholische Gärung«. Milchsäure-Bakterien bewirken die »Milchsäure-Gärung«, auf ihr beruht das Sauerwerden der Milch, sie ist für das Einsäuern von Grünfütter, Kohl und Gemüse wichtig; aber auch die für die Muskelkontraktion bei Tier und Mensch benötigte Energie wird durch Abbau von Kohlenhydratreserven zu Milchsäure nach dem gleichen Prozeß gewonnen. Propionsäurebakterien, die organische Stoffe zu Propionsäure vergären, findet man im Pansen und Darm der Wiederkäuer. Virtanen hat sich besonders mit dem biochemischen Ablauf der Milchsäure- und der Propionsäure-Gärung beschäftigt und die Mitwirkung von Phosphorsäure sowie die Unentbehrlichkeit des Cozymase genannten Enzymbestandteiles bei diesen Gärungsabläufen festgestellt. Es war die Zeit, da in vielen europäischen Laboratorien das Wesen und der Ablauf von Gärungsvorgängen studiert wurde. Virtanens Forschungen fügten sich ein in die epochalen Erkenntnisse, die man vor allem Otto Meyerhof in Kiel, Dahlem und Heidelberg, Carl Neuberg in Dahlem, Hans v. Euler in Stockholm verdankte. Man erkannte, daß alle Gärungen über eine große Zahl von Reaktionsstufen ablaufen und daß – ganz unabhängig vom Endprodukt der einzelnen Gärungstypen – die ersten Schritte dieser Reaktionsabläufe und die Grundvorgänge der Energiegewinnung identisch sind. Auch die Vergärung von Dioxyaceton zu Glycerin und Glycerinsäure in Anwesenheit

von Phosphaten durch Coli-Bakterien, die erste Zuckervergärung, die 1929 von Anfang bis Ende in allen ihren Stufen durch Virtanen aufgeklärt wurde, fügt sich dem für alle Gärungsprozesse gültigen allgemeinen Schema ein.

Die Gärungsexperimente führten Virtanen zum Studium der quantitativen Biosynthese von Bakterienenzymen, sowohl jener Fermente, die stets in der Zelle vorhanden sind, als auch derer, die sich erst unter dem Reiz eines neu angebotenen Stoffes in der Nahrung als sogen. »adaptive Fermente« bilden.

Von Virtanen stammt das allgemein anerkannte Konzept, daß fast alles Eiweiß der Bakterienzelle aus Enzymproteinen besteht. Er entwarf das Bild von einer molekularen Struktur des Zellplasmas, die durch die räumliche Anordnung und Zuordnung der Enzymmoleküle nach deren Funktion geprägt ist.

Virtanen bereicherte unsere Kenntnisse über die Biosynthese der Vitamine und über deren Bedeutung für Wachstum und Entwicklung der Pflanze. Er bewies, daß Pflanzen in gewissem Umfang auch organische Stickstoffverbindungen aufnehmen und als Stickstoffquelle verwerten können. Wir verdanken ihm die Entdeckung einer großen Zahl neuer pflanzlicher Inhaltsstoffe, vor allem freier Aminosäuren und organischer Schwefelverbindungen, deren Bedeutung für die Ernährung von Mensch und Nutztier diskutiert wurde.

Schon ab 1925 wendet Virtanen sich dem Problem der Stickstoffbindung durch Leguminosen (Hülsenfrüchte, Kleearten, Lupine, Seradella) zu, einem Prozeß, der neben der Kohlen säure-Assimilation grüner Pflanzen von fundamentaler Bedeutung für das gesamte Leben auf unserer Erde ist.

Bekanntlich können die mit sog. Knöllchenbakterien in Symbiose lebenden Leguminosen den reaktionsträgen Stickstoff der Luft binden und ihn nicht nur für die eigene Ernährung – zum

Aufbau von Eiweißstoffen – nutzen, sondern den Boden mit Stickstoffverbindungen anreichern, die anderen Pflanzen, so den Nutzpflanzen unserer Äcker, als Nahrung dienen. »Stickstoffsammler« hat man daher diese Leguminosen genannt; auf ihrer biologischen Aktivität beruht auch ihre Verwendung für die Gründüngung von Ackerland.

Die Bedeutung der Stickstoffbindung für unser Leben geht aus folgenden Zahlen hervor: Die Stickstoffsammler assimilieren jährlich 80–200 kg Stickstoff je Hektar; gute Kleefelder können bis zu 700 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr assimilieren. Die Stickstoff-Menge der in Europa durchschnittlich verwendeten Stickstoff-Düngemittel beträgt demgegenüber nur etwa 25 kg je Hektar und Jahr, also einen nur kleinen Bruchteil des natürlich gebundenen Stickstoffs.

Durch welchen chemischen Prozeß binden und verwerten die Leguminosen in Symbiose mit Knöllchenbakterien den atmosphärischen Stickstoff? Welche Vorgänge spielen sich ab, um den assimilierten Stickstoff für die Synthese von Eiweißbausteinen (den Aminosäuren) und von Proteinen zu verwerten? Diese theoretisch hochinteressanten und für die Ernährung bedeutsamen Fragen wurden von Virtanens Schule durch vielseitige langjährige Untersuchungen unter Verwendung einer neu entwickelten speziellen Versuchsmethodik beantwortet. In seinem Vortrag nach Empfang des Nobelpreises 1945 hat Virtanen die chemischen Reaktionsschritte erläutert, die zur Ionisierung des atmosphärischen Stickstoffs und zu seiner Bindung durch die Symbiose der Knöllchenbakterien mit Leguminosen führen und die experimentellen Beweise für die Mitwirkung eines roten eisenhaltigen Pigments in den aktiven Wurzelknöllchen, des mit dem foetalen menschlichen Blutfarbstoff nahe verwandten Leghaemoglobins, bei der Stickstoff-Fixie-

rung veröffentlicht. Weder die Pflanzen noch die Bakterien allein können den Stickstoff binden, sondern nur die in den Wurzelknöllchen vorhandene symbiotische Vergesellschaftung von Bakterien und Pflanzen verfügt über das insgesamt für die Stickstoffbindung benötigte biokatalytisch wirksame System.

Die Arbeiten über die Bindung atmosphärischen Stickstoffs wurden von Virtanen bereits mit dem Blick auf die Lösung praktischer Probleme der Ernährung durchgeführt. Die Bodenfruchtbarkeit in den skandinavischen Ländern ist durch Mangel an Stickstoffverbindungen begrenzt. Eine erfolgreiche Lösung des Stickstoffproblems würde von großer ökonomischer Bedeutung sein. Um diesem Ziel zu dienen, arbeitete Virtanen in zwei Richtungen. Die erste – soeben besprochene – Arbeitsrichtung sollte dazu beitragen, während des Sommers, der in Finnland nur $3\frac{1}{2}$ Monate dauert, durch vermehrten und besseren Anbau und reichere Ernten von Leguminosen hoch eiweißreiches Grünfutter zu erzeugen. Durch die besondere klimatische Situation Finnlands war auch die zweite Arbeitsrichtung vorgezeichnet. Sie führte zu einer Methode, mit deren Hilfe man das im Sommer geerntete Grünfutter ohne Verlust an Nährstoffen, Eiweiß und Vitaminen für den langen Winter konservieren und als Kraftfutter verwenden konnte. Die Erfahrung hatte gelehrt, daß die alleinige Fütterung mit Heu nicht ausreichte, um Nutzvieh leistungsfähig zu erhalten, und daß die seit langem übliche Ergänzung des Trockenfutters durch Ölkuchen aus warmen Ländern eine große finanzielle Belastung für das Land bedeutete.

Beide Arbeitsrichtungen – Steigerung der Stickstoff-Assimilation und Gewinnung eiweißreichen Grünfutters während des Sommers und dessen möglichst verlustlose Konservierung für den Winter – dienten also der Verbesserung der Nahrungs-

grundlage im eigenen Lande. Virtanen hat sich mit bewundernswerter Ausdauer und Geduld der Lösung dieser Aufgaben gewidmet.

Wie kann man ein an Nährstoffen, Eiweiß und Vitaminen reiches Grünfutter aus den Sommermonaten ohne nennenswerten Verlust an Nährwert für den Winter konservieren?

Es ist seit langem bekannt, daß man die durch zelluläre Atmungs- und bakterielle Gärungsprozesse gekennzeichnete allmähliche Verrottung gestapelten Grünfutters durch Zusatz von organischen oder mineralischen Säuren unterbinden kann. Seit dem Altertum hat man dieses Wissen genutzt, um auf rein empirischer Basis sogen. »Gärfutter« oder »Silage« herzustellen. Es ist in hohem Maße überraschend, daß Virtanen der erste war, der die seit Jahrtausenden geübte reine Empirie bei der Darstellung von Silage durch ein systematisches Studium der optimalen Bedingungen für eine verlustlose Herstellung von haltbarem, bekömmlichem, an Proteinen und Vitaminen reichem Gärfutter ersetzte.

In recht mühsamen, über viele Jahre ausgedehnten Untersuchungen hat er gefunden, daß Salzsäure mit einem Zusatz von Schwefelsäure unter genau einzuhaltenden Konzentrationsverhältnissen ein einfaches Mittel für optimale Konservierung ist. Durch Einstellen eines bestimmten Säuregrads (zwischen pH 4 und pH 5) kann man gleichzeitig alle Wirkungen erzielen, die man erzielen möchte: Die Atmung der Pflanzenzellen, die zum Verbrauch, also Verlust, von Kohlehydraten führt, wird bei gleichzeitig geeigneter Stapelung des Grünfutters in Silos auf ein Minimum reduziert; die Milchsäuregärung wird gestoppt; die Bildung von Buttersäure, die dem Gärfutter einen schlechten Geschmack verleiht und die Qualität von Kuhmilch vermindert, wird völlig unterbunden; der

Abbau von Eiweiß unterbleibt; der Gehalt an Vitaminen wird nicht beeinträchtigt.

Die in Laboratoriumsversuchen *in vitro* ermittelten und gesicherten Resultate werden in der Praxis bestätigt. Virtanen kauft 1933 eine eigene Farm und macht sie zu einem landwirtschaftlichen Versuchsgut unter persönlicher Kontrolle. Zwei bis drei Wochen nach Beginn der Behandlung des Futters nach Virtanens Konservierungsmethode in Silos erweisen sich die hinzugesetzten Mineralsäuren bereits als neutralisiert und durch freigesetzte natürliche organische Säuren ersetzt. Die Kühe fressen das konservierte Futter mit Appetit, sie gedeihen vorzüglich, ihre Milchproduktion steigt, Milch und Butter sind reich an Vitaminen – besonders an Vitamin A und Carotin –, was für die Gesundheit der Bevölkerung von großer Bedeutung wird. Die neue Konservierungsart wird unter der Bezeichnung »AIV-Methode« – nach den Initialen ihres Entdeckers Artturi Ilmari Virtanen – offiziell in Finnland eingeführt und zum wirksamen Mittel, den Vitaminbedarf der Bevölkerung auch in den langen Wintermonaten zu decken, denn nun kann man »Sommer-Milch während des ganzen Jahres produzieren«. – Die Einfuhr von Zusatzkraftfutter kann erheblich eingeschränkt werden, und es ist ökonomisch außerdem von Bedeutung, daß man auch die Herbsternte an Gräsern und Leguminosen, die zur Gewinnung von Heu meist ungeeignet ist, der AIV-Methode zuführen kann; dadurch wird die Ernährungsbasis wesentlich erweitert. Kein Wunder, daß die Methode sich ausbreitet; sie wurde nach den Erfolgen in Finnland in allen skandinavischen Ländern, in Holland und Großbritannien aufgenommen und in den Vereinigten Staaten und in Deutschland sind Varianten der AIV-Methode entwickelt worden.

Mit der Darstellung der Bedeutung, die man der AIV-Konservierungsmethode beimessen kann, sind wir inhaltlich den Ausführungen gefolgt, die A. Westgren als Vorsitzender des Nobelkomitees für Chemie am 10. Dezember 1945 anlässlich der Verleihung des Nobelpreises an Artturi Virtanen »für seine Untersuchungen und Entdeckungen auf dem Gebiet der Agrikulturchemie und Ernährungsforschung, insbesondere für seine Methode zur Konservierung von Futterpflanzen« in seiner Laudatio verlesen hat. Jene Laudatio Westgrens schließt mit dem Satz, er glaube sich nicht zu täuschen, wenn er sage, daß die Quelle der Inspiration und der Kraft zur Durchführung des großen wissenschaftlichen Werkes in Virtanens glühender Vaterlandsliebe zu suchen sei, und daß der erfolgreiche Weg des Laureaten erneut bestätige, wie Lauterkeit und Eifer im Dienst für die Seinen und sein Land – ohne an sich selbst und an persönlichen Vorteil zu denken – der ganzen Menschheit zugute komme.

Mit diesem Bekenntnis können wir wieder an die Gedanken anknüpfen, mit denen wir die Gedenkworte auf Artturi Ilmari Virtanen einleiteten. Der in seiner Heimat und in seinem Volke tief Verwurzelte wurde Beispiel und Vorbild für den rechten Gebrauch der dem Menschen verliehenen Gaben.

Seine Zukunftsperspektiven über den mutmaßlichen Weg der Menschheit und die ihr drohenden Gefahren waren im Grunde optimistisch. Er war davon überzeugt, daß man – wie in der Vergangenheit, so auch in der Zukunft – jede erkennbare oder neu auftretende Notsituation durch den Einsatz von Wissenschaft und Technik – durch neue Ideen, neue Erkenntnisse und neue Methoden – zu meistern imstande sei, und daß es höchstens am rechten Willen dazu, an Unternehmungsgeist fehlen könne. Er war davon überzeugt, daß das Bevölkerungs-

wachstum nicht mit steigender Geschwindigkeit die Menschheit dem Untergang zuführe, sondern in großen Zügen in Harmonie mit der Zunahme der Lebensmöglichkeiten erfolge. An genügend Nahrung brauche auf der Erde auch bei beständig zunehmender Bevölkerung kein Mangel zu herrschen; er selbst habe ein nur kleines Beispiel für die Möglichkeit zur Verbesserung der Ernährungsbasis gegeben. Man dürfe nicht vergessen, daß es außer den heutigen Anbaugebieten auf der Erde noch Milliarden Hektar für den Anbau geeigneter Flächen gäbe, daß in der Bewässerung und dem Fruchtbarmachen weiter Landstriche sowie in einer wesentlich besseren Ausnutzung der in den Weltmeeren vorhandenen Nahrungsreserven und in der Produktion neuartiger Nahrungsmittel (man erinnere sich an die Züchtung von Grünalgen) fast unerschöpfliche Möglichkeiten lägen. Aber auch neuartige technische Methoden für die Gewinnung von Nahrungsmitteln könnten zur Verbreiterung der Ernährungsbasis führen.

In diesem Zusammenhang muß noch ein Arbeitsgebiet Virtanens erwähnt werden, das ihn in den letzten zehn Jahren seines Lebens besonders beschäftigt hat. Er entdeckte, daß man Milchkühe vollwertig mit einem Futter ernähren kann, das völlig eiweißfrei ist, nur aus den gereinigten Kohlehydraten Cellulose, Stärke und Zucker als Energie-Nahrung sowie Mineralsalzen und den fettlöslichen Vitaminen A, D und E besteht, und dem Harnstoff und Ammoniumsalsalze als einzige Stickstoffquellen hinzugefügt werden. Nach kurzer Adaptionszeit gedeihen die Kühe mit diesem Futter in jeder Hinsicht ausgezeichnet. In mehreren Versuchsreihen, die über mehrere Graviditäten und Laktationsperioden ausgedehnt wurden, zeigten die völlig gesunden Versuchstiere eine hohe Milchleistung; die Milch unterschied sich in ihrer Zusammensetzung, ihrem

Vitamingehalt und Aroma nicht von der Milch normal ernährter Tiere. Dieses Ergebnis ist nur deshalb verständlich, weil das Rind als Wiederkäuer in seinem Pansen eine Symbiose mit Mikroorganismen unterhält, die den Stickstoff aus Harnstoff und Ammoniak für die Synthese von Eiweißbausteinen und Proteinen ausnutzen und diese Produkte ihres Stoffwechsels dem Wirtstier für den Aufbau von Eiweiß verfügbar machen.

Die Bedeutung der eiweißfreien Fütterung von Milchkühen liegt einmal darin, daß für den Aufbau von tierischem Eiweiß auf dem Umweg über pflanzliche Proteine verzichtet wird, der stets mit hohen Verlusten verbunden ist. Zum anderen gestattet die proteinfreie Fütterung eine Milchtierhaltung in Gebieten ohne Weidewirtschaft, in denen geeignete Kohlehydrate verfügbar sind. In waldreichen Ländern könnten Abfallprodukte der Holzwirtschaft – Hemicellulosen und Cellulose von geringerer Qualität –, in tropischen Gegenden könnte Zuckerrohr als Futterbasis dienen. Da die Unterernährung auf der Erde verschwinden würde, wenn die vegetabile Nahrung der Menschen in Mangelgebieten pro Tag und Person durch Zugabe von $\frac{1}{2}$ l Milch vervollständigt würde, verdient der aufgezeigte Weg nach Virtanes Überzeugung Beachtung für die Lösung von Welternährungsproblemen.

Die einzig wirklich ernste Gefahr der starken Bevölkerungszunahme sah Virtanen in der sozialen Verhaltensweise der Menschen. »Wie verhält sich der Mensch als Individuum in dem Ameisenhaufen, zu dem die Erde zu werden droht? Kann er noch seine Individualität und seine geistige Freiheit bewahren?« Fragen dieser Art hat er oft gestellt und in Vorträgen behandelt, aber nur im persönlichen Gespräch offenbarte er, daß beim Suchen nach einer Antwort auf diese Fragen sein

wissenschaftlich begründeter Optimismus sich als nicht mehr tragfähig erweise, vor allem nicht in bezug auf die Möglichkeit, der Menschheit einen dauernden Frieden zu sichern. Dann vertrat er die These, der Mensch sei von Natur aus ein kriegerisches Wesen, ein Raubtier gegenüber seinesgleichen, man könne diese biologisch determinierte Natur nie ändern, und daher würden durch große Kriege immer wieder von Zeit zu Zeit große Wandlungen und ganz neue unvorhersehbare Anfänge gesetzt, die jedes Planen auf lange Zeiträume in das Reich nutzloser Utopien verweise. Wenn man ihm mit dem Argument widersprach, daß das menschliche Verhalten zwar biologisch determiniert, aber doch dem tierischen nicht gleichzusetzen sei, daß kulturelle und gesellschaftliche Faktoren, daß die Möglichkeit, ein mit Vernunft begabtes Wesen erziehen zu können, und daß vor allem ein nur dem Menschen eigenes, tradiertes Wissen von den Erfahrungen vergangener Generationen von ausschlaggebender Bedeutung für das künftige Verhalten der Menschen sein würden, so wehrte er wohl mit ernstem Lächeln ab durch das Schiller-Zitat aus der »Braut von Messina«: »Was sind Hoffnungen, was sind Entwürfe . . .?« Es gelte die Realitäten unserer Erfahrungen zu sehen, die uns ermahnen, in jeder Stunde bereit zu sein für unser Leben und unsere Freiheit unter Einsatz des Lebens zu kämpfen. Solange man in Freiheit leben darf, müsse man alles jeweils Mögliche tun, um unser und unserer Mitmenschen gegenwärtiges Dasein zu verbessern. Das war die einfache Philosophie des großen Forschers, unseres aufrechten, ehrlichen Freundes aus dem Norden Europas, dem Lüge und Geschwätz verhaßt waren. Seinem Lebenswerk hat ein jeder von uns – ob er es weiß oder nicht – sehr viel zu verdanken.