

Als Bibliothek bietet NLM Zugang zu wissenschaftlicher Literatur. Die Aufnahme in eine NLM-Datenbank bedeutet nicht die Billigung oder Zustimmung zu Die Inhalte von NLM oder den National Institutes of Health.

Erfahren Sie mehr: [PMC-Haftungsausschluss](#) | [Copyright-Hinweis von PMC](#)



Rambam Maimonides Med J. 29. Januar 2015;6(1):e0008. doi: [10.5041/RMMJ.10183](https://doi.org/10.5041/RMMJ.10183)

Dr. Otto Heinrich Warburg—Überlebender ethischer Stürme

[George M Weisz](#)^{1,*}

[Autoreninformationen](#) [Artikelhinweise](#) [Copyright- und Lizenzinformationen](#)

PMCID: PMC4327324 PMID: [25717390](#)

Zusammenfassung

Otto Heinrich Warburg (1883–1970; nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen Zionisten) war Mitglied einer berühmten jüdischen Familie, die seit etwa fünf Jahrhunderten bekannt war. Aus bescheidenen Anfängen heraus erlangte die Familie weltweit Bekanntheit durch ihren Beitrag zu allen Aspekten der Gesellschaft. Als Sohn einer deutschen Mutter und eines

jüdischen (konvertierten) Vaters leistete Otto H. Warburg einen wichtigen Beitrag zur medizinischen Wissenschaft auf dem Gebiet der Krebsforschung. Er wurde mehr als einmal für den Nobelpreis in Betracht gezogen und erhielt ihn schließlich 1931 für seine Entdeckung der Natur und Wirkungsweise des zellulären Atmungszyklus. Warburgs Persönlichkeit war umstritten: Er war intolerant gegenüber gegensätzlichen wissenschaftlichen Ansichten, aber tolerant gegenüber den Missbräuchen der Nazis. Otto H. wird der Kollaboration unter dem Nazi-Regime beschuldigt. Dennoch wurde Warburg nach dem Zweiten Weltkrieg wieder in die globale Wissenschaftsgemeinschaft aufgenommen. Sein Beitrag zur Krebsforschung ist bis heute einflussreich und wurde durch Entdeckungen ersetzt, die auf seiner Arbeit aufbauen.

Schlüsselwörter: Nobel, Otto Heinrich Warburg, Warburg-Effekt

EINFÜHRUNG

Ich glaube, dass der Lauf der Zeit Warburgs Status als Wissenschaftler steigern wird.

(Hans Krebs, Nobelpreisträger¹)

Wer war Otto Heinrich Warburg ([Abbildung 1](#))? Er war ein “exzentrisches Genie ... das sein ganzes Leben der Wissenschaft widmete.”¹ Sein Privatleben war umstritten, er hielt Abstand zu seiner Großfamilie und hatte keinen Kontakt zur jüdischen Gemeinde. Er konnte sarkastisch und rachsüchtig sowie höflich und großzügig sein, wenn auch recht anspruchsvoll gegenüber seinen Assistenten. Er führte ein einsames Leben und lebte mit seinem Begleiter zusammen, einem Freund, der schließlich Organisator des Kaiser-Wilhelm-Instituts wurde.

Abbildung 1.



[In einem neuen Tab öffnen](#)

Otto Heinrich Warburg.

FAMILIÄRER HINTERGRUND

Die Familie del Banco (Delbanco) waren jüdische Flüchtlinge aus Portugal, die im 16. Jahrhundert in Venedig ankamen. Nach der Gründung des jüdischen Ghettos in Venedig zog die Familie nach Deutschland. 1559 ließen sie sich in der Stadt Warburg (Westfalen, an der Grenze zu Holland) nieder. Im siebzehnten Jahrhundert wurden Juden vom Fürstbischof ermutigt, sich in Warburg niederzulassen, wo Simon von Cassel, der Vertreter der jüdischen Gemeinde, bestimmte Arbeitsrechte erhielt, sofern sie den Namen der Stadt als Familiennamen annahmen—daher der Familienname Warburg. Anschließend lehnte Simon Warburgs Enkel Jacob Samuel die Forderung nach einer Konvertierung ab und die Familie ließ sich in Altona in der Nähe von Hamburg nieder, allerdings unter dänischer Krone.

Die Familie Warburg blühte auf und bewahrte ihre jüdische Identität mit Nachkommen namens Samuel, Isaak, Moritz, Moses und Jakob. In späteren Jahren wurden jedoch nichtjüdische Namen wie Karl, Johann, Pius, Felix, Aby, August, Adolph, Emil und Otto verwendet.²⁻⁴ Durch die Emanzipation im neunzehnten und zwanzigsten Jahrhundert wurde die Großfamilie in rund 32 Berufen aktiv. Die Familie teilte sich in zwei Hauptfilialen auf: eine amerikanische Filiale, die hauptsächlich in der Finanzbranche in New York tätig war, und eine europäische Filiale, die die Warburg Bank in Hamburg und London gründete. Die Familie war auch in der Kunst aktiv, baute die große “Bibliothek” in Hamburg auf, die später als “Warburg Institute” nach London verlegt wurde, und gründete eine große Druckerei.

Es gibt keine Aufzeichnungen über Ärzte im Laufe der Jahrhunderte; Drei wurden jedoch während des Zweiten Weltkriegs erwähnt. Der erste Erwähnte war Professor Carl Warburg; er wurde von der Gestapo verhaftet und anschließend auf Drängen seines treuen Patienten, König Christian von Dänemark, freigelassen. Die zweite war Dr. Betty Warburg, eine Allgemeinmedizinerin mit Wohnsitz in Altona bei Hamburg.^{4,5} Der dritte war Otto Heinrich Warburg.

LEBEN UND WISSENSCHAFTLICHES ERBE VON OTTO H. WARBURG

Das Privatleben und das wissenschaftliche Erbe Otto H. Warburgs lassen sich nur schwer trennen. Tatsächlich scheint es, dass ihn nur sehr wenig von seiner Forschung trennen könnte.

Persönliches Leben

Otto Heinrich Warburg wurde 1883 in Freiburg im Bresgau, nahe der Schweizer Grenze, als Sohn einer protestantischen Mutter geboren. Sein Vater Emil war als Erwachsener zum Protestantismus konvertiert, obwohl Emils Eltern orthodoxe Juden waren. Emil war ein angesehener Professor für Physik in Freiburg. Die Familie Warburg war nach Emils Ernennung zum Leiter der Physikabteilung der Kaiserlichen Hochschule für Physik und Technik (Physikalisch-Technische Reichsanstalt) nach Berlin gezogen.

Daher wuchs Warburg in einem akademischen Umfeld auf, inspiriert von der Exzellenz seines Vaters. In späteren Jahren wurden seine ersten Experimente zum Quantenbedarf der Photosynthese im Labor seines Vaters durchgeführt.⁶

Als er älter wurde, wurde die Suche nach einem Heilmittel gegen Krebs zu Warburgs vorrangigem Ziel. Er promovierte 1906 in Biochemie an der Universität Berlin und erhielt 1911 seinen Dokortitel von der Universität Heidelberg. Warburgs Aufbaustudium führte ihn wiederholt an die Stazione Zoologica Anton Dohrn in Neapel, Italien, um Seeigeleier und den Atmungsprozess in normalen und wachsenden Zellen zu untersuchen. Der Einfluss dieser frühen Studien auf seine zukünftige Krebsforschung erwies sich als äußerst bedeutsam. Seine Arbeit war zeitweise umstritten und wurde schließlich vom Nobelkomitee gewürdigt.

1914 wechselte Warburg an das renommierte Kaiser-Wilhelm-Institut der Universität Berlin. Bald wurde er Leiter des Forschungslabors für Zellphysiologie, das von der Rockefeller Foundation gegründet und finanziert wurde. Von dort aus entwickelte Warburg in den nächsten 50 Jahren seine zahlreichen Theorien und veröffentlichte 508 Artikel und fünf Bücher.

Seine langjährige Forschung wurde während des Ersten Weltkriegs zunächst für vier Jahre unterbrochen. Warburg meldete sich freiwillig zur Armee und arbeitete zunächst als Arzt und später im Armeehauptquartier. Er wurde verletzt und mit dem Eisernen Kreuz der Klasse I ausgezeichnet. Er diente bis Mitte 1918, als Warburg auf Betreiben einer Gruppe von Akademikern (unter der Leitung von Albert Einstein) seine Arbeit in der Krebsforschung wieder aufnahm.²⁻⁵ _ _

Warburg blickte mit Stolz auf seine vier Dienstjahre für Deutschland im Ersten Weltkrieg zurück. Obwohl er seine jüdische Herkunft nicht leugnete, betrachtete er sich als deutschen Patrioten.^{4,5} _ _ Seine Arbeit wurde fortgesetzt und während des Zweiten Weltkriegs nur kurz unterbrochen. Im Sommer 1945 beschlagnahmten die Russen seine Ausrüstung; Warburg selbst wurde jedoch respektiert. Sein Institut wurde später in Berlins amerikanischer Zone Dahlem wieder aufgebaut.

Warburg blieb Junggeselle und lebte mit seinem treuen Begleiter Jacob Heiss, einem persönlichen Freund und Sekretär und Leiter des Kaiser-Wilhelm-Instituts, im Institut.² _ Warburg setzte seine Forschungen bis zu seinem 87. Lebensjahr fort. 1968 erlitt er einen Oberschenkelbruch, der durch eine tiefe Venenthrombose kompliziert wurde, und 1970 starb Otto Heinrich Warburg an einer Lungenembolie und wurde auf einem christlichen Friedhof beigesetzt.

Wissenschaftliches Erbe

Otto Heinrich Warburgs Forschung zwischen 1911 und 1970 konzentrierte sich auf die Photosynthese und die Chemie der Enzyme bei der Zellatmung (Redoxreaktion, d. h. Reduktion und Sauerstoffanreicherung) in normalen Zellen und Krebszellen.^{1,2}

Warburg führte technische Fortschritte im Experimentieren ein, die seitdem zu Standardwerkzeugen geworden sind, die noch heute verwendet werden. Er verbesserte die Methodik zur Gasanalyse in Prozessen wie Zellatmung und Photosynthese und erfand ein Manometer namens Warburg-Apparat; Er erfand auch das Spektrophotometer und entwickelte eine Gewebeschnitttechnik zur Messung des Zellstoffwechsels. Er entdeckte die zellulären Atmungsenzyme und versuchte, die Energiequelle für Zellwachstum und Sauerstoffversorgung in normalen Zellen im Vergleich zu Krebszellen zu finden. Er führte auch eine Theorie für die “Hauptursache für Krebs” ein, nämlich die abnormale Zellatmung, die als “Warburg-Effekt” bezeichnet wird.⁷

Warburg stellte fest, dass die “sekundäre Krebsquelle” exogene Reizstoffe wie Nikotin, Lebensmittelzusatzstoffe, Luftverschmutzung und Abgase von Kraftfahrzeugen waren.^{2,7}

Seine Theorie bezüglich der primären Krebsquelle, nämlich Fermentation (Glykolyse) unter Niederdruck O_2 , wurde von zukünftigen Forschern nur teilweise akzeptiert. Warburgs Arbeit ergänzte die bekannte Theorie, dass genetische Faktoren zum Tumorwachstum beitragen.

Es war Warburgs Entdeckung von “Zellatmungsenzymen” im Jahr 1924, die dazu führte, dass er 1927 für den Nobelpreis in Betracht gezogen wurde. Es wurde jedoch an jemand anderen

verliehen.¹ Warburg erhielt schließlich 1931 den Nobelpreis für seine Studien zur Zellverbrennung, genauer gesagt “Sauerstofftransfer durch Enzyme”^{8,9} __

Der Kern des Warburg-Effekts bestand darin, dass bösartige Zellen, denen Sauerstoff fehlte, auf eine primitive Form der Fermentation als Energiequelle, nämlich die Glykolyse, übergangen, was zu einer Azidose im Körper (pH 6) führte.^{9,10} Warburg fand heraus, dass kultivierte Leberkrebszellen parallel zu ihrem Malignitätsgrad mehr Fermentation benötigen.^{10,11} Er wurde dafür kritisiert, dass er die Wirkung von Genen und Viren leugnete, nur weil “keine Beweise vorlagen”

1940 äußerte Warburg seine Hoffnung auf eine dritte Nominierung innerhalb von zwei Jahren “wenn das Krebsproblem gelöst sein wird”² _

Er setzte diese Forschungsrichtung fort und 1944 erhielt seine Studie über “Wasserstofftransfer von Zellenzymen” eine dritte Nobelnominierung, die stark politisiert wurde. Warburg wurde von einem anderen Nobelpreisträger, Szent-Gyorgyi, für die Entdeckung von Nicotinamid (das später von anderen zur Heilung von Pellagra verwendet wurde) und Flavinen (gelben Enzymen) nominiert. Gerüchten zufolge verlieh das Nobelkomitee Warburg den Preis tatsächlich, widerrief ihn dann aber als Reaktion auf die Weigerung Deutschlands, seinen Staatsangehörigen die Annahme internationaler Preise zu gestatten. Warburg hätte das Land jedenfalls nicht verlassen dürfen.^{1,7} Dieses Gerücht über den Preis von 1944 ist nur eine der ungelösten Kontroversen in Warburgs Leben. Offiziell ging der Preis jedenfalls an jemand anderen.^{2,5} __

In späteren Jahren tauchten Warburgs Theorien, die viele Jahre lang ruhten, wieder auf und es folgten mehrere neue Studien.¹²⁻¹⁶ Warburgs Theorien wurden 1966 auf einer Nobelpreisträgerkonferenz im bayerischen Lindau wiederbelebt, wo er “Die Hauptursache und Prävention von Krebs” vorstellte.⁹

Warburgs langjährige Theorie des veränderten Glukosestoffwechsels in Krebszellen wurde schließlich durch Positronenemission verifiziert; diese Theorie führte zur heutigen Verwendung von 2-18F-2-Desoxyglucose (FDG) für PET-Scans von Metastasenformationen.¹⁴ Kürzlich wurde ein “umgekehrter Warburg-Effekt” mit der Pathogenese der Alzheimer-Krankheit in Verbindung gebracht.¹⁷

Die Nazi-Kontroverse

Hinter den Kulissen der Beiträge Otto Heinrich Warburgs zur Wissenschaft und unter der Oberfläche seiner familiären Beziehungen verbirgt sich eine Kontroverse mit möglichen ethischen Implikationen.

Der Großteil der Großfamilie Warburg entkam während des Zweiten Weltkriegs der Verfolgung durch die Nazis. Dr. Betty Warburg und ihre Mutter Gerta kamen jedoch in Sobibor ums Leben; eine Cousine, Helen, kam in Auschwitz ums Leben und eine weitere Cousine, Maria, verließ das Brandenburgische Sterbehilfzentrum nie.¹⁸ Ottos drei Schwestern überlebten, indem sie Mitglieder der deutschen High Society heirateten und zum Christentum konvertierten.

Warburgs Überleben im nationalsozialistischen Deutschland hat erhebliche Kontroversen ausgelöst. Es wurde die Frage aufgeworfen, warum Warburg während der zwölf Jahre des

Dritten Reiches in Berlin unbehelligt bleiben konnte. Warburg war der Enkel orthodoxer Juden (Daniel Marcus Warburg und Ida Cohen) und der Sohn von Emil Warburg —wenn auch zum Protestantismus konvertiert. Obwohl Warburg nach jüdischem Recht nicht als Jude galt, hätte er unter den Nazis deportiert werden müssen. Tatsächlich wäre sein Status gemäß den Rassengesetzen der Nazis ein “gewesener *Mischling*”—50 % Jude.

1941 wurde Otto Warburgs Forschungsarbeit unterbrochen, allerdings nur für drei Wochen. Er wurde von seinem Amt als Leiter des Kaiser-Wilhelm-Instituts entlassen und durfte weder lehren noch eine akademische Stelle antreten. Anschließend wurde er auf Anordnung von Hitlers Kanzleramt (Bouhler) wieder eingesetzt, und Goring ordnete an, dass Warburgs Genealogie gemäß der Erklärung auf 25% Judenstatus neu bewertet werden sollte, “ich werde^{4,8,19} entscheiden, wer Jude ist.” Es gibt vereinzelte Hinweise auf eine Onkophobie des Führers nach der Entfernung eines Kehlkopfpolypen. Obwohl das Gerücht unbewiesen ist, könnte es mit der Neubewertung des jüdischen Status Warburgs zusammenhängen. Warburgs anhaltende Beschäftigung trotz des Beamtengesetzes von 1933, das Juden die Arbeit untersagte, könnte auch auf die Abhängigkeit des Institute of Cell Research von Mitteln der amerikanischen Rockefeller- und britischen Gradenwitz-Organisationen zurückzuführen sein —zumindest bis zum Beginn des Zweiten Weltkriegs. Zu diesem Zeitpunkt war die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft (später umbenannt in Max-Planck-Institut) von Juden gesäubert worden, Otto Warburg wurde jedoch “für die Welt gerettet” durch seine Verbindungen zur Reichwehr und insbesondere zu Viktor Brack und Phillip Bouhler, die beide hochrangige Positionen in der SS und der Regierung^{11,20,21} innehatten.

Warburg war inoffiziell zitiert worden, als er einige Fragen im Zusammenhang mit den Nazis kritisierte, aber im Allgemeinen blieb er unpolitisch—ein strenger Wissenschaftler. Er lebte im Kaiser-Wilhelm-Institut, arbeitete sechs Tage die Woche, und obwohl viele andere

Wissenschaftler das Institut verließen oder entlassen wurden, blieb Warburg in Berlin. Er wurde von ausländischen Wissenschaftlern gemieden, weil er stillschweigend antijüdische Maßnahmen gegen seine Kollegen und den Rest des jüdischen Volkes akzeptierte.^{1,8} Warburgs Erklärung für seinen Verbleib in Berlin war das hervorragende Forschungsteam, für dessen Zusammenstellung er Jahre gebraucht hatte.

Warburgs Schüler und Biograf, Nobelpreisträger Hans Krebs, schrieb: “Warburgs Bereitschaft, sein jüdisches Blut auf diese Weise verwässern zu lassen und damit einen Pakt mit den Nazis zu schließen, erzürnte Kollegen außerhalb Deutschlands.”¹ Tatsächlich stießen Warburgs Versuche, nach dem Krieg nach Amerika umzusiedeln, auf kühle Resonanz. Dennoch schien Warburg weiterhin ungestört und unberührt von der “Identitätskrise” gelebt zu haben, die seine gesamte Familie nach 1933 aufgrund mangelnder Gegenseitigkeit und des Verrats an ihrem Patriotismus, der während des Ersten Weltkriegs und unter der Weimarer Republik zum Ausdruck kam, beunruhigte.⁸

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde Warburg wieder in die internationale Wissenschaftsgemeinschaft aufgenommen. Im Jahr 1952 wurde er aufgrund zahlreicher Auszeichnungen häufig zu Vorträgen nach Europa und in die USA eingeladen. Auch seine Mitgliedschaft in der Royal Society (seit 1934) wurde trotz internationaler Kritik während des Krieges nicht aufgehoben. Tatsächlich erhielt Warburg 1965 die Ehrendoktorwürde der Universität Oxford und wurde 1966 zur Teilnahme an der Lindauer Konferenz eingeladen.

War Warburgs Verhalten ein Zusammenleben oder eine Kollaboration mit dem NS-Regime? Diese Frage bleibt ein Rätsel, das einer persönlichen Interpretation unterliegt. Seine Haltung könnte als Zusammenarbeit betrachtet werden, da Deutschland von seinen Veröffentlichungen profitierte. Da Warburg jedoch keine bekannten unethischen Experimente am Menschen

durchführte, konnte davon ausgegangen werden, dass seine Forschungsergebnisse nicht unmoralisch erzielt wurden. Aus Warburgs Publikationsliste geht hervor, dass er vor dem Aufstieg des Nazi-Regimes im Jahr 1933 207 Artikel und zwei Bücher verfasste. Während seiner zwölf Jahre unter dem Dritten Reich veröffentlichte Warburg weitere 105 wissenschaftliche Artikel. Nach dem Krieg veröffentlichte er weitere 191 Artikel und drei Bücher.

OTTO HEINRICH WARBURG—EIN ÜBERLEBENDER

Es ist allgemein anerkannt, dass Warburg ein brillanter Forscher mit innovativen experimentellen Methoden war, pedantisch, forschungssüchtig, anspruchsvoll gegenüber seinem Team, zurückgezogen, autark, kritisch und kontrovers. Dennoch bleibt sein wissenschaftliches Erbe bis heute wichtig.

Seine dreifachen Sünden in der Nazi-Ideologie waren seine jüdische Abstammung, einige Kritik gegen die Nazis und seine wahrscheinliche sexuelle Orientierung. Alle drei wurden heuchlerisch übersehen und Warburg blieb unversehrt. Vielleicht ist es eine der zahlreichen unlogischen Theorien der Nazis. Oder war es vielmehr eine widerwillige Anerkennung eines brillanten Geistes, selbst innerhalb der verhassten Rasse?

Dieselbe heuchlerische Haltung vertrat auch die wissenschaftliche Welt: Während des Zweiten Weltkriegs wurde Warburg geächtet und nach dem Krieg zögerlich wieder in seinen Schoß aufgenommen. Am Ende seines Lebens waren Warburgs "Sünden" von allen vergeben worden. Dennoch stellen das Leben Otto Heinrich Warburgs und seine Überlebensfähigkeit eine interessante Fußnote zu seinen bleibenden Beiträgen zur Krebsforschung dar. Vielleicht werden, wie bei der Heilung aller Krankheiten, einige Fragen nie beantwortet.

REFERENZEN

1. Krebs H. Otto Warburg, Zellphysiologe, Biochemiker und Exzentriker. Oxford: Clarendon Press; 1981. [[Google Scholar](#)]
2. Farrer D. Die Warburgs. London: Michael Joseph; 1974. [[Google Scholar](#)]
3. Chernow R. Die Warburgs: Die Odyssee einer bemerkenswerten jüdischen Familie im 20. Jahrhundert. New York, NY: Random House; 1993. [[Google Scholar](#)]
4. Medawar J, Pyke D. Hitlers Geschenk: Die wahre Geschichte der vom Nazi-Regime vertriebenen Wissenschaftler. New York, NY: Arcade Publishing; 2013. [[Google Scholar](#)]
5. Rosenbaum E, Sherman AJ. MMWarburg & Co 1798–1938. London: C Hurst & Co Publishers; 1976. [[Google Scholar](#)]
6. Ghiretti F. Rezension von Otto Warburg. Zellphysiologe, Biochemiker und Exzentriker von Hans Krebs. Hist Philos Life Sci. 1983;5:221–4. [[Google Scholar](#)]
7. Warburg, OH. Über die Entstehung von Krebszellen. Wissenschaft. 1956;123:309–21. doi: 10.1126/science.123.3191.309. [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
8. Rede bei der Preisverleihung: Physiologie oder Medizin 1931 – Präsentationsrede. [Nobelpreis.org](#) . NobelMedia AB 2014. Verfügbar unter: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1931/press.html . Abgerufen am 6. November 2014.
9. Warburg, OH. Die Hauptursache und Prävention von Krebs. Vortrag beim Nobelpreisträgertreffen; 30. Juni 1966; Lindau, Bodensee, Deutschland. Verfügbar unter:

<http://healingtools.tripod.com/primecause1.html> . Abgerufen am 6. November 2014.

[[Google Scholar](#)]

10. Warburg, OH. Die chemische Zusammensetzung des Atmungsferments. Clin Orthop Relat Res. 2010;469:2833–9. doi: 10.1007/s11999-010-1534-y. [[DOI](#)] [[PMC-Freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

11. Koppenol WH, Bounds PL, Dang CV. Otto Warburgs Beiträge zu aktuellen Konzepten des Krebsstoffwechsels. Nat Rev Krebs. 2011;11:325–37. doi: 10.1038/nrc3038. [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

12. Frezza C, Pollard PJ, Gottlieb E. Angeborene und erworbene Stoffwechseldefekte bei Krebs. J Mol Med (Berl) 2011;89:213–30. doi: 10.1007/s00109-011-0728-4. [[DOI](#)] [[PMC-Freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

13. Upadhyay M, Samal J, Kandpal M, Singh OV, Vivekanandan P. Der Warburg-Effekt: Erkenntnisse aus dem letzten Jahrzehnt. Pharmacol Ther. 2013;137:318–30. doi: 10.1016/j.pharmthera.2012.11.003. [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

14. Dang CV, Hamaker M, Sun P, Le A, Gao P. Therapeutisches Targeting des Krebszellstoffwechsels. J Mol Med (Berl) 2011;89:205–12. doi: 10.1007/s00109-011-0730-x. [[DOI](#)] [[PMC-Freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

15. Najafov A, Alessi DR. Entkopplung des Warburg-Effekts von Krebs. Proc Natl Acad Sci USA 2010;107:19135–6. doi: 10.1073/pnas.1014047107. [[DOI](#)] [[PMC-Freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

16. Delgado T, Carroll PA, Punjabi AS, Margineantu D, Hockenbery DM, Lagunoff M. Induktion des Warburg-Effekts durch das Kaposi-Sarkom-Herpesvirus. Proc Natl Acad

Sci USA 2010;107:10696–701. doi: 10.1073/pnas.1004882107. [[DOI](#)] [[PMC-Freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

17. Demetrius LA, Simon DK. Ein inverser Warburg-Effekt und der Ursprung der Alzheimer-Krankheit. Biogerontologie. 2012;13:583–94. doi: 10.1007/s10522-012-9403-6. [[DOI](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

18. Website von Stolpersteine Hamburg [Stolpersteine in Hamburg]; Suche nach Namen, Orten und Biografien. Suche nach Maria oder Betty Warburg. Verfügbar unter: http://www.stolpersteine-hamburg.de/?MAIN_ID=7. Abgerufen am 10. Dezember 2014.

19. Frankel H, Manwell R. Hermann Goring. Hannover: Verlag für Literatur; 1964. S. 145. [[Google Scholar](#)]

20. Macrakis K. Das Hakenkreuz überleben: Wissenschaftliche Forschung im nationalsozialistischen Deutschland. London: Oxford University Press; 1993. [[Google Scholar](#)]

21. Proktor R. Der Nazi-Krieg gegen den Krebs. New York: Princeton University Press; 2000. [[Google Scholar](#)]

Artikel aus dem Rambam Maimonides Medical Journal finden Sie hier mit freundlicher
Genehmigung von **Rambam Gesundheitscampus**