

# **„Neues zur Frühgeschichte der deutschen Sprache und der Entwicklung des Germanenbildes zwischen Politik und Wissenschaft“ von Konrad Badenheuer**

*Der folgende Text ist die etwas modifizierte Fassung des Vortrags, den der Publizist Konrad Badenheuer am 9. Juni 2023 in Ingolstadt auf der Frühjahrstagung der Zeitgeschichtlichen Forschungsstelle in Ingolstadt gehalten hat.*

In Europa gibt es drei große Sprachfamilien: Die germanischen Sprachen in Nord-, West- und Mitteleuropa, die romanischen Sprachen im Süden und die slawischen Sprachen im Osten. Die Sprachen dieser Gruppen sind jeweils eng miteinander verwandt, weil sie einen gemeinsamen Ursprung haben – bei den romanischen Sprachen ist das die genau überlieferte lateinische Sprache. Die beiden anderen Vorläufersprachen, also Protogermanisch und Protoslawisch, sind nicht direkt überliefert, können aber durch Vergleich der aus ihnen hervorgegangenen Sprachen recht gut rekonstruiert werden.

Dieser Vortrag handelt unter anderem über frühe Formen des Germanischen, also über Vorformen von Deutsch und Englisch. Dabei geht es auch um nationale Identitäten und so ist die erste Frage, ob man Sprachgemeinschaften und Nationen miteinander gleichsetzen kann – immerhin werden Sprachen genau wie nationale Identitäten überwiegend von den Eltern an die Kinder weitergegeben. Nun, eine direkte Gleichsetzung kann es schon deswegen nicht geben, weil in jeweils mehreren Ländern der Welt Englisch oder Spanisch gesprochen wird, ohne dass sie eine gemeinsame Nation bilden. Umgekehrt bilden die Schweizer ohne gemeinsame Sprache dennoch eine Nation. Während also Sprachgemeinschaften und Nationen keineswegs gleichgesetzt werden können, ist diese Übereinstimmung doch die Regel, wie schon der Blick auf die europäische Landkarte zeigt.

Nun haben auch die frühen Germanen zweifellos eine gemeinsame Sprache gesprochen, die man trotz fehlender direkter Überlieferung immer besser versteht und deren Entwicklung im Laufe von kaum weniger als etwa 2500 Jahren man immer genauer beschreiben kann. Dennoch wird schon seit etlichen Jahrzehnten seitens der Geschichtswissenschaft der naheliegende Schluss teilweise bestritten und teilweise ignoriert, dass die Sprecher dieser Sprache sich doch wohl der Tatsache bewusst waren, dass sie eine Sprachgemeinschaft gebildet haben. Erst recht wird ausgeblendet, dass sie wohl irgend ein Zusammengehörigkeitsgefühl hatten, dass sich an ihrer gemeinsamen Sprache festgemacht hat.

In der Spätantike und erst recht in der Völkerwanderungszeit hatten sich die germanischen Dialekte schon so weit auseinander entwickelt, dass ein Gote (also ein Ostgermane) und ein Franke (also ein Westgermane) nicht mehr fließend miteinander hätten reden können. Die verschiedenen westgermanischen Stämme sprachen damals aber sehr wohl noch eine gemeinsame Sprache, wenn auch mit regionalen Unterschieden, und sie hatten für diese Sprache sogar ein gemeinsames Wort. Im Altenglischen gab es deutliche Dialektunterschiede, aber es gab ein gemeinsames Wort für alle germanischen Dialekte Englands und das hieß *thēodisc*. Im heutigen Englisch ist *Dutch* das Wort für die niederländische Sprache. Noch vor 200 Jahren bezeichnete *Dutch* auch die niederdeutschen Dialekte, was nur naheliegend ist, weil es zwischen holländisch und plattdeutsch keine Sprachgrenze gibt, sondern nur kontinuierliche Übergänge. Weitere 200 Jahre früher, um 1600, bezeichnete das Wort *Dutch* im Englischen noch alle Varianten des Deutschen und Niederländischen, erst danach kam das Wort *German* für die deutsche Sprache auf. Natürlich entspricht *Dutch* dem deutschen Wort *deutsch*, das selbst auf

Althochdeutsch *diutisk* zurückgeht, ein Wort, das alle deutschen Dialekte bezeichnete und oft auch ihre Sprecher. Beide Worte gehen direkt zurück auf westgermanisch *\*thiudiska* – das Sternchen besagt, dass das Wort in keinem Text belegt ist, sondern rekonstruiert wurde. Und so war *\*thiudiska* nichts anderes als das westgermanische Wort für die westgermanische Sprache, die ungefähr vom 2. bis zum 6. Jahrhundert nach Christus gesprochen wurde. Zuerst nur etwa im Gebiet des heutigen Deutschlands nördlich der Donau und östlich des Rheins sowie im Benelux-Gebiet, ab dem 5. Jahrhundert dann auch in weiten Teilen Nordfrankreichs und wachsenden Teilen Englands.

Dass es ein solches gemeinsames Wort für diese Sprache gab, ist schon ein starker Hinweis, dass auch ein Bewusstsein für diese Sprachgemeinschaft existiert hat. Aber außerdem gab es noch ein zusammenfassendes Wort für die romanischen Sprachen – das heute im Deutschen veraltete Wort *welsch* geht darauf zurück. In der späten Völkerwanderungszeit kam noch ein Sammelbegriff für die slawischen Sprachen dazu, unser heutiges Wort *wendisch*, das jetzt eigentlich nur noch die niedersorbische Sprache bezeichnet. Diese beiden – linguistisch genau stimmigen – Sammelbegriffe für die benachbarten Sprachfamilien im Süden und im Osten zeigen, dass die Sprecher des Germanischen über die sprachlichen Verhältnisse in den angrenzenden Teilen Europa sehr wohl Bescheid wussten. Für ihre eigene Sprache kann man das erst recht annehmen.

Dabei spricht vieles dafür, dass sich die Germanen östlich und nördlich des Limes je nach Stammeszugehörigkeit primär etwa als Semnonen, Markomannen oder Chatten verstanden haben und nur in zweiter Linie als Angehörige der größeren Gemeinschaft derjenigen, die die Römer „Germanen“ nannten. Es spricht aber noch mehr dagegen, dass es ein solches Zusammengehörigkeitsgefühl gar nicht gegeben hat. Zehntausende Germanen haben in römischen Hilfstruppen Militärdienst geleistet, in römischen Firmen und Privathaushalten gearbeitet und auf den Märkten grenznaher Städten wie Mainz und Köln ihre Waren angeboten. Die damaligen engen Kontakte, die über 450 Jahre lang andauerten, haben bis heute in der deutschen Sprache ihre Spuren hinterlassen, Worte wie *Mauer, Meile, Ziegel, Kaiser, Pfund, Pfanne, Esel, Trichter, Kiste, Käse, Butter, Essig, Öl* und viele weitere wurden damals aus dem Lateinischen entlehnt. Es kann den Germanen, die diese Worte in ihre westgermanisch-vordeutsche Sprache eingeführt haben, schlechterdings nicht entgangen sein, dass sie von den Römern als Nation, eben als Germanen, wahrgenommen worden sind. Und es ist äußerst unwahrscheinlich, dass diese Außenwahrnehmung durch die damalige Weltmacht Nr. 1 ohne Folgen für ihre Selbstwahrnehmung, eben ihre Identität, geblieben ist.

Diesen Punkt habe ich ein wenig ausführlicher behandelt, weil diese erkennbare (Teil-)Identität der meisten Germanen und das sehr hohe Maß an Kontinuität zwischen der germanischen Sprache und ihren Nachfolgern Englisch, Deutsch und Niederländisch heute eine Art blinder Fleck ist. Selbst die historisch Interessierten wissen wenig davon, weil Medien und Schulbücher fast nichts dazu sagen. Und die Geschichtswissenschaft? Das wäre ein eigener Vortrag, aber wer hier tiefer einsteigen möchte, der kann das Buch „Zur Geschichte der Gleichung ‚germanisch-deutsch‘“ aus dem Jahre 2004 zur Hand nehmen. Es ist das Resultat einer Tagung zum selben Thema im Jahre 2000. 21 führende Archäologen, Germanisten und Historiker haben darin auf 711 Seiten in allen Facetten ausgeleuchtet, wie sich das Verhältnis der Begriffe „germanisch“ und „deutsch“ (wissenschafts-)geschichtlich entwickelt hat. Eine verdienstvolle Dokumentation von Missverständnissen und Kurzschlüssen, ideologischen Voreingenommenheiten und Missbräuchen – nicht nur in der Zeit des Nationalsozialismus und generell nicht nur in Deutschland.

Und doch liefert dieses Buch dann selbst genug Belege dafür, dass die so eindrucksvoll beschriebenen Irrwege von Wissenschaft und Geschichtsschreibung bis heute nicht ganz überwunden sind, sondern manchmal eher die eine ideologische Verzerrung durch die andere ersetzt wurde. Heute eben in der Form, dass die direkte Entwicklung des Deutschen und Englischen aus der (ur)germanischen und dann westgermanischen

Sprache und die hohe Wahrscheinlichkeit einer schon vor 2000 Jahren bestehenden, zumindest ansatzweisen gemeinsamen Identität der Germanen ausgeblendet, verdrängt und immer wieder explizit bestritten werden.

Allerdings sind gerade in den vergangenen 20 Jahren enorme Erkenntnisfortschritte über die Vor- und Frühgeschichte der germanischen Sprache(n) und ihrer Sprecher gelungen. Das erwähnte Buch würde heute wahrscheinlich schon deswegen in manchen Punkten anders geschrieben werden. Die Quellen der neuen Erkenntnisse waren die Archäologie mit ihrem immer feineren Instrumentarium, die Linguistik einschließlich der Ortsnamenforschung und – immer wichtiger – die Humangenetik. Im Folgenden werden die wichtigsten dieser neuen Einsichten thesenartig aufgelistet. Dies soll zur Klarheit beitragen, ist aber auch aus Zeit- bzw. Platzgründen notwendig. Auch nur halbwegs genaue Begründungen würden Bücher füllen. Wer sich dafür näher interessiert, dem seien die unten genannten Bücher und Internetquellen empfohlen.

1. Die Frühgeschichte der germanischen Sprache begann nicht erst mit der Ersten Lautverschiebung um 500 v. Christus wie man lange glaubte, sondern viel früher, mit der Ausgliederung des frühesten Germanischen aus einem Kontinuum westlich-indogermanischer Sprachen ungefähr um 2000 v. Christus.

2. Die Erste Lautverschiebung selbst fand nicht schon um 500 v. Christus statt, sondern erst zwischen dem 5. und 2. Jahrhundert vor Christus, also in der La-Tène-Zeit. Im Westen des germanischen Sprachgebiets kam dieser Prozess sogar wohl erst im ersten Jahrhundert v. Chr. zum Abschluss.

3. In den rund 1800 Jahren dazwischen haben sich die germanischen Dialekte in Mittel- und Nordeuropa weitgehend unbeeinflusst von außen entwickelt. Größere Einflüsse von außen hätten in Form von Lehnwörtern Spuren hinterlassen (wie die oben genannten lateinischen Lehnwörter), die nicht vorliegen. Die älteste nachweisbare Lehnwortschicht im Germanischen kann man sicher in die La-Tène-Zeit datieren, es sind eine gute Handvoll Wörter keltischer Herkunft wie *Amt*, *Eid*, *Geisel*, *Reich* und ein altes Wort für Hose (vgl. niederländisch *broek*, englisch *breeches* aus keltisch *\*braka*). Auch das Wort *Eisen* stammt aus dem Keltischen, kann aber schon etwas früher entlehnt worden sein.

4. So wie schon seit dem 19. Jahrhundert das (späte) Urgermanische *nach* der ersten Lautverschiebung rekonstruiert wurde, so konnte auch das frühe Urgermanische *vor* dieser Lautverschiebung rekonstruiert werden. Zwei Linguisten haben es getan, der Amerikaner Donald A. Ringe und Wolfram Euler. Die beiden Bücher aus den Jahren 2006 bzw. 2009 sind weitestgehend unabhängig voneinander entstanden und kamen dennoch zu sehr ähnlichen Ergebnissen, was zeigt, wie gut gesichert diese sind.

5. Ob diese frühesten Germanen schon eine Selbstwahrnehmung als Gruppe, sprich eine gemeinsame Identität hatten, ist mangels Schriftquellen nicht sicher zu belegen, aber aus den bereits genannten Gründen überaus wahrscheinlich. Natürlich war eine solche Selbstwahrnehmung als Gruppe (eben zumindest als Sprachgemeinschaft) noch keine „nationale Identität“ im Sinne des 19. und 20. Jahrhunderts.

6. Die Region, in der sich die früheste Form der germanischen Sprache herausgebildet hat (Linguisten verwenden dafür den Begriff der „Urheimat“, es ist sogar ein wissenschaftlicher Fachbegriff in der englischsprachigen Literatur), kann heute mit recht hoher Wahrscheinlichkeit in Raum und Zeit bestimmt werden. Es geschah im späten 3. oder frühen 2. Jahrtausend vor Christus und zwar mit hoher Wahrscheinlichkeit in den schon früh dicht besiedelten, fruchtbaren Lößgebieten rund 150 Kilometer rund um den Harz herum, im heutigen südlichen Niedersachsen südlich der Aller, in Sachsen-Anhalt, Thüringen und im westlichen Sachsen. Das weiß man vor allem durch die Flussnamenforschungen von Jürgen Udolph, und weitere (vor allem archäologische) Argumente bestätigen es. Die lange vertretene Auffassung, die germanische Sprache hätte

sich ursprünglich vom südlichen Skandinavien, allenfalls vom Ostseeraum her nach Süden verbreitet, ist aus mehreren Gründen extrem unwahrscheinlich. Künftige humangenetische Forschungen könnten dieses Bild absichern und sicher auch noch präzisieren.

7. Zu den Verirrungen des Nationalsozialismus mit Blick auf die Germanen gehört, dass diese Ideologie sehr entschieden die Theorie der skandinavischen Herkunft der Germanen vertrat, obwohl dies schon beim damaligen Forschungsstand sehr unplausibel war. Auch andere historische Fakten hinsichtlich der Germanen hat die NS-Geschichtspolitik massiv verzeichnet, insbesondere den Umstand, dass die Germanen so bedeutende Kulturtechniken wie die breite Nutzung von Geld und Schrift, das Bauen mit Stein und Mörtel, ein anspruchsvolles Bauen mit Holz und viele weitere kulturelle Errungenschaften über Jahrhunderte hinweg schlicht nicht beherrscht haben, geschweige denn dass sie sie selbst erfunden hätten. Sie haben diese Techniken selbst dann sehr lange nicht übernommen, wenn sie ihren Nutzen gleichsam vor ihrer Haustüre – auf den anderen Seite von Rhein, Limes und Donau – bestaunen und eingehend prüfen konnten.

8. Einige besonders interessante neue Erkenntnisse der vergangenen etwa 20 Jahre betreffen die Besiedlung Englands durch germanische Stämme im 5. Jahrhundert. Die geringe historische Überlieferung der Besiedelung Englands durch Angeln, Sachsen und Jüten um das Jahr 450 n. Chr. wurde ab den 1960er Jahren vor allem in England selbst „kleingeredet“. Behauptet wurde die Migration einer kleinen Oberschicht von womöglich nur etwa 20.000 Personen, die in der Folge der keltoromanische Vorbevölkerung Englands ihre Sprache gleichsam übergestülpt hätte. (Dass die ab dem 7. Jahrhundert überlieferte altenglische Sprache ohne keltische Einflüsse lupenrein germanisch ist, war nicht zu bestreiten.) Durch humangenetische Forschungen der vergangenen etwa 10 Jahre weiß man heute aber sicher, und zwar mit einigen verblüffenden Facetten, dass in fast ganz England die germanischen Siedler die Vorbevölkerung eben doch fast komplett verdrängt haben. Ob dies durch Flucht und Vertreibung, durch weitgehende Entrechtung mit Verhinderung von Geburten oder womöglich mit noch brutaleren Methoden geschehen ist, ist unklar.

9. Zu dem Facetten, die dazu inzwischen bekannt sind, gehört, dass in genau vier Gebieten Englands die vorgermanische Bevölkerung überlebt hat: In größeren Teilen Nordenglands, in einem Streifen Englands zur walisischen Grenze hin, in Devon und in Cornwall. Nun wurde in Cornwall bis in die frühe Neuzeit noch eine keltische Sprache gesprochen (Kornisch), in Devon noch im hohen Mittelalter. Auch in den beiden anderen genannten Gebieten war das im frühen Mittelalter noch der Fall und eben dort unterscheidet sich bis heute die alteingesessene Bevölkerung genetisch klar von der restlichen Bevölkerung Englands. Diese Mehrheit der Engländer hingegen ist nur nicht in sich genetisch ausgesprochen homogen, sondern ähnelt zugleich auch der Bevölkerung Norddeutschlands, der Niederlande, Flanderns und Nordfrankreichs in hohem Maße – während umgekehrt schon die Bevölkerungen von Devon und Cornwall sich klar von einander unterscheiden. Innerhalb von Wales können die Humangenetiker heute sogar drei Gruppen klar unterscheiden – eine im Norden und zwei im Süden. Diese Unterschiede müssen weit älter als 1500 Jahre sein. Sie setzen voraus, dass diese ländlichen Bevölkerungen über sehr lange Zeiten hinweg wenig mobil waren und meistens Menschen aus der näheren Umgebung einander geheiratet haben.

10. Übrigens entspricht das in dieser Untersuchung von 2015 festgestellte Gebiet Englands, das auch im Sinne der Genetik germanisiert wurde, ungefähr dem altenglischen Sprachgebiet um das Jahr 600. Danach hat sich die englische Sprache in Großbritannien noch weiter ausgebreitet, aber nun durch Assimilation und nicht mehr durch Verdrängung der Vorbevölkerung. Diese Veränderung fällt interessanterweise zeitlich in etwa zusammen mit der Christianisierung Englands.

11. Für die Linguisten sind einige dieser neuen Ergebnisse weit weniger überraschend als für die Genetiker. Beispielsweise hat der erwähnte Ortsnamenforscher Jürgen Udolph bereits in den 1990er Jahren darauf hingewiesen, dass in England einige sonst fast nur im südlichen Niedersachsen und Westfalen vorkommende Ortsnamentypen recht häufig sind. Das sei nur dadurch zu erklären, dass an der Besiedlung Englands in der späten Völkerwanderungszeit auch viele Menschen aus diesen Gebieten beteiligt waren. Mit dem selben Argument vertrat Udolph die Beteiligung von Franken aus dem nördlichen Gallien an dieser Besiedlung, auch wenn keine einzige Schriftquelle davon berichtet. Beides wird nun durch eine ganz neue, im Herbst 2022 publizierte humangenetische Untersuchung genau bestätigt. Außerdem gab es schon vor längerer Zeit Untersuchungen darüber, dass im Osten Englands nur ziemlich wenige Flussnamen mit keltischer Etymologie nachweisbar sind, deutlich weniger jedenfalls als weiter westlich. Dies galt schon damals als ein Hinweis auf einen radikalen Bevölkerungsaustausch, was zu begründen hier zu weit führen würde, was aber nun wie gesagt mit den Methoden der Humangenetik bestätigt wurde.

12. Wie erwähnt, ist in den Jahren 2006 und 2009 erstmals das früheste Germanisch der Bronzezeit zusammenfassend untersucht und beschrieben worden. Eine ähnlich große Forschungslücke wurde erst im Jahr 2013 geschlossen mit dem Buch „Das Westgermanische“ von Wolfram Euler. Er analysiert und beschreibt darin genau die letzte gemeinsame Vorstufe von der deutschen, niederländischen und englischen Sprache, die etwa vom 3. bis zum 6. Jahrhundert gesprochen wurde.

13. Solche linguistischen Forschungen sind eine Sache für Spezialisten, die Argumentation ist hoch abstrakt. Die Resultate sind dann aber oft erstaunlich anschaulich und konkret. Beispielsweise kann man heute das Vaterunser in der westgermanischen Sprache des 4./5. Jahrhunderts rekonstruieren oder auch das Taufgelöbnis, das der Frankenkönig Chlodwig bei seiner Taufe in Reims um das Jahr 496 n. Chr. zu sprechen hatte. Ein weiteres Beispiel: Um das Jahr 580 hat eine fränkische Prinzessin namens Berta den noch heidnischen König Aethelberht von Kent geheiratet. Berta durfte dabei ihren christlichen Glauben weiter ausüben, zu diesem Zweck wurde in Canterbury eigens eine kleine Kirche gebaut, die bis heute steht und inzwischen zum Weltkulturerbe der UNESCO gehört. Nun beginnt die Überlieferung des Altenglischen leider erst im 7. Jahrhundert und die des Althochdeutschen erst im 8. Jahrhundert. Wir wissen also nicht, wie Berta und Aethelberht genau geredet haben. Durch die Forschungen der letzten Jahre ist jetzt aber klar, dass die beiden Eheleute eigentlich noch Dialekte der selben Sprache redeten und dass die fränkisch-kentische Hochzeitsgesellschaft des späten 6. Jahrhunderts keine Übersetzer benötigte. Das Interesse an solchen vielleicht doch nicht ganz unwichtigen Fakten aus der Frühgeschichte Englands und Deutschlands ist, um es vorsichtig auszudrücken, überschaubar.

14. Bei der Arbeit an diesen Themen stößt man laufend auf wissenschaftsgeschichtliche und wissenschaftspolitische Beschränkungen und Voreingenommenheiten. Es beginnt damit, dass etliche, absehbar sehr ertragreiche Forschungen über die Frühgeschichte der Germanen und ihrer Sprache schlicht nicht durchgeführt werden, sobald Ergebnisse absehbar sind, die quer zum Zeitgeist stehen. Dass Engländer und Norddeutsche hinsichtlich ihrer sprachlichen und sogar genetischen Herkunft im Grunde ein und das selbe Volk sind, ist ein Befund, der mit dem Welt- und Selbstbild vieler Engländer und Deutscher offenbar nur schwer zu vereinbaren ist. Dies ist merkwürdig, denn Folgen für die Gegenwart hätte es kaum.

Dennoch werden Forschungen, die solche Ergebnisse herbeiführen können, selten durchgeführt: In Deutschland gibt es kaum mehr eine breit angelegte Ortsnamenforschung, in England existiert sie zwar, vergleicht ihrer Ergebnisse aber nur ausnahmsweise mit den Daten in Kontinentaleuropa, so dass einige besonders interessante Schlüsse nicht erkennbar sind. In Deutschland werden mit dem immer

feineren Instrumentarium der Humangenetik zwar durchaus Friedhöfe der Bronzezeit untersucht, um festzustellen wie die Toten miteinander verwandt waren. Die naheliegende Frage, ob die Bestatteten denn auch die Vorfahren der heute in den Nachbardörfern lebenden Menschen sind, wird aber selten gestellt und in Deutschland kaum je untersucht, obwohl es leicht möglich wäre. Falls vergleichbare Untersuchungen in anderen Ländern dann doch zu Ergebnissen führen, die irgendwie auf Deutschland bezogen werden könnte, muss man in Fachzeitschriften oder kleinen Internetportalen danach suchen.

Dieser Vortrag sollte zumindest einen kleinen Teil der wichtigsten Ergebnisse dieser Forschungen zusammenstellen und einen Eindruck der politischen Deformationen in diesem Bereich geben.

### **Literatur und Quellen:**

Wolfram Euler: *Das Westgermanische – von der Herausbildung im 3. bis zur Aufgliederung im 7. Jahrhundert – Analyse und Rekonstruktion*, 268 Seiten, ISBN 978-3-945127-41-4. 2. Auflage 2022, Berlin: Inspiration Unlimited, 49,00 €.

Wolfram Euler und Konrad Badenheuer: *Sprache und Herkunft der Germanen – Rekonstruktion des Frühgermanischen vor der Ersten Lautverschiebung*. 372 Seiten, ISBN 978-3-945127-278. 2. Auflage 2021. Berlin / London: Inspiration Un Limited, 89,00 €.

Heiko Steuer (et al., Herausgeber): *Zur Geschichte der Gleichung "germanisch – deutsch"*, Band 34 der Reihe [Ergänzungsbände zum Reallexikon der Germanischen Altertumskunde](#), 711 S., de Gruyter, 2004, 229,-- €

Joscha Gretzinger, Duncan Sayer et al.: *The Anglo-Saxon migration and the formation of the early English gene pool*, in: Nature 610, S. 112–119 (2022), in englischer Sprache, <https://www.nature.com/articles/s41586-022-05247-2>.  
Zusammenfassung auf Deutsch: <https://www.archaeologie-online.de/nachrichten/von-kontinentaleuropa-nach-england-5412/>

Leslie, S., Winney, B., Hellenthal, G. et al.: *The fine-scale genetic structure of the British population*. In: Nature 519, S. 309–314 (2015).  
<https://doi.org/10.1038/nature14230>