

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin der Universität Heidelberg
(Vorstand: Prof. Dr. BERTHOLD MUELLER).

Die gerichtsmedizinische Bedeutung der Geschmacksdifferenz für Phenylthiocarbamid.

Grundlagen, Probleme, Erfahrungen.

Von

H. KLEIN.

Die Geschmacksdifferenz für Phenylthiocarbamid, bitter oder geschmacklos, ist seit längerer Zeit als Erbmerkmal bekannt und wird in erbbiologischen Gutachten immer häufiger angewandt. Da es sich um ein einfaches MENDELSches Merkmal handelt, wird die Frage nach einer breiteren gerichtsmedizinischen Anwendung und Auswertung sich nicht mehr umgehen lassen. Deshalb soll in der nachstehenden Übersicht über Grundlagen und Probleme — unter Berücksichtigung der wichtigsten Arbeiten — sowie über eigene Erfahrungen berichtet werden.

I. Das Merkmal.

Entdeckung. Der amerikanische Chemiker FOX bemerkte 1931 zufällig, daß Phenylthiocarbamid (PTC) von der größten Zahl seiner Mitarbeiter als bitter, von ihm selbst als geschmacklos empfunden wurde. Diese zufällige Beobachtung führte zur Entdeckung eines neuen Erbmerkmals. Die ersten Reihenuntersuchungen führte BLAKESLEE (1932) durch. Neben PTC benutzte er noch andere bitter- oder süßschmeckende Substanzen in der Absicht, eine genauere Differenzierung des Geschmacks für PTC zu erhalten. Er stellte Lösungen der Substanzen und des PTC in verschiedenen Konzentrationen her und untersuchte bei jeder Versuchsperson gleichzeitig das p_H des Speichels. Keine seiner Versuchspersonen war ausgesprochen empfindlich für alle Stoffe. Zwischen den Substanzen, die eine bittere Geschmacksempfindung auslösten, bestanden keine Beziehungen. Eine der wesentlichen Feststellungen, die bereits bei diesen ersten Untersuchungen geklärt wurden, war die Beobachtung, daß Personen, die gegen Chinin ausgesprochen geschmacksempfindlich waren, sich gegen PTC als unempfindlich erwiesen. Unter allen untersuchten Substanzen, bei denen die verschiedensten Geschmacksempfindungen geäußert wurden, lagen bei PTC die Schwellenwerte am weitesten auseinander. Aber nur bei PTC konnte BLAKESLEE beobachten, daß eine Trennung der Versuchspersonen in 2 Gruppen möglich war: Die erste Gruppe, mit einer ausgesprochenen Empfindlichkeit gegen PTC, wurde als Schmecker, die zweite Gruppe, weniger empfindlich, wurde als Nichtschmecker bezeichnet.

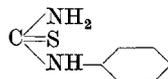
Phenylthioharnstoff ist eine verhältnismäßig einfache vom Harnstoff ableitbare Substanz. Die eigentümliche Geschmackswirkung soll in der C-S-Bindung zu suchen sein.



Harnstoff
Carbamid



Thioharnstoff
Thiocarbamid



Phenylthioharnstoff
Phenylthiocarbamid

Die Entdeckung des PTC wurde von allgemeiner Bedeutung für die Sinnesphysiologie. Hier kann auf die kurze Zusammenfassung, die SKRAMLIK (1948) über den gegenwärtigen Stand der Physiologie des Geschmackes gegeben hat, hingewiesen werden.

Die Technik des Testes. Bei den ersten Untersuchungen wurde PTC als Substanz getestet. Gewöhnlich wurden einige Krystalle auf die Zunge gebracht. Manche unklaren Geschmacksempfindungen, über die in den ersten Mitteilungen berichtet wird — vor allem über den Stärkegrad, der für die bittere Geschmacksempfindung angegeben wird — lassen sich dadurch erklären, daß mit der krystallischen Substanz eine sichere quantitative Abstufung nicht möglich ist. Deshalb wurden zwei Standardmethoden herausgearbeitet. Die erste benutzt mit PTC abgestufter Konzentrationen getränkte Filtrierpapierstückchen: Kleine Streifen werden auf die Zunge gelegt; es besteht gleichzeitig die Möglichkeit, den Ort der Geschmacksempfindung zu lokalisieren. Die zweite Methode ist, PTC in verschiedenen Konzentrationen als Lösung auszutesten; am gebräuchlichsten ist die auch von WEBER (1942) benutzte Konzentrationsreihe:

Tabelle 1.

A	B	C	D	E
0,25 %	0,0625 %	0,0156 %	0,00391 %	0,000975 %

Seitdem der Test mit diesen Standardmethoden durchgeführt wird, werden im Schrifttum kaum noch Differenzen erwähnt. Neben den praktischen Vorteilen bei der Durchführung besteht gleichzeitig die Möglichkeit, genau angeben zu können, bei welcher Konzentration der Geschmack eintritt. Wenn eine Versuchsperson die Konzentrationen E, D, C nicht schmeckt, so ist sie Nichtschmecker. Gewöhnlich schmeckt sie dann auch nicht die Konzentration B und A. Eine Person, die E schmeckt, ist Schmecker; sie ist es auch, wenn sie D oder C als bitter empfindet.

Untersuchungen an verschiedenen Populationen. BLAKESLEE und FOX führten in der Absicht, die Anzahl der Nichtschmecker festzustellen, anlässlich einer Ausstellung der amerikanischen Gesellschaft für wissenschaftlichen Fortschritt (New Orleans, 1931) öffentlich Untersuchungen durch. Die Erfahrungen von BLAKESLEE aus seinen gemeinsam mit SALMON (1931) durchgeführten Geschmacksuntersuchungen konnten be-

reits ausgenutzt werden, außerdem lagen zu dieser Zeit schon die ersten Untersuchungen von L. H. SNYDER vor (1931). Bei dieser Ausstellung wurden Formblätter verteilt und die Bevölkerung aufgefordert, für die amerikanische Gesellschaft für Genetik die Geschmacksempfindlichkeit für PTC in das Formblatt einzutragen. Bei dem großen Interesse der amerikanischen Bevölkerung war zu erwarten, daß eine große Zahl verschiedener Familien ihr Geschmacks-Familienbild eintragen würde. Wie viele Familien tatsächlich auf diese Weise in ihrer Geschmacksempfindung für PTC erfaßt wurden, geht aus den späteren Schrifttumsangaben nicht eindeutig hervor. In den noch zu berücksichtigenden Familienuntersuchungen werden aber nicht diese, sondern nur die Familienuntersuchungen zugrunde gelegt, die von verschiedenen Untersuchern persönlich untersucht wurden. Bei der Untersuchung großer Bevölkerungsgruppen wurde regelmäßig festgestellt, daß die Nichtschmecker eine kleinere Gruppe darstellen als die Schmecker. In allen Untersuchungen bewegt sich die Zahl der Schmecker zwischen 67—74%, die der Nichtschmecker zwischen 26—33%. Manche Untersucher unterscheiden noch in der Gruppe der Schmecker die schwachen Schmecker. Auf dieses Problem ist noch näher einzugehen.

W. C. BOYD und L. G. BOYD (1937) untersuchten den Zusammenhang zwischen Rasse, Geschlecht und Geschmacksempfindlichkeit. Der Test wurde mit PTC und mit p-Äthoxyphenylthiocarbamid imprägniertem Papier in Dublin, Wales, Zargorsk, Charkow, Tiflis, Kairo, Assiut und San Sebastian durchgeführt. Die Zahl der Schmecker schwankte, ähnlich wie die Blutgruppen in den einzelnen Rassen. Kaukasier und Afrikaner stellen einen höheren Prozentsatz an Schmeckern, Kelten einen besonders niedrigen. Die Ergebnisse von PARR (1934) werden bestätigt. Dieser hatte festgestellt, daß die östlichen Völker einen allgemein höheren Prozentsatz an Schmeckern haben. Die meisten Schmecker sollen bei den Chinesen vorkommen. Fast im Prozentsatz übereinstimmend mit den Chinesen werden die amerikanischen Indianer bezeichnet. Diese Übereinstimmung wird auf den gemeinsamen rassischen Ursprung zurückgeführt. Der niedrige Prozentsatz an Schmeckern bei den Basken ist bemerkenswert, bestätigt aber lediglich die Erfahrung, daß die Basken eine besondere Volksgruppe darstellen. Die Basken besitzen nach den Untersuchungen von N. A. ETCHEVERRY (1945) auch die bisher höchste Zahl rhnegativer Personen (33,6 bzw. 35,6%). Die Unterschiede in der Geschmacksempfindung gegenüber PTC bei einzelnen Rassen scheinen dasselbe Problem darzustellen wie die rassische Gruppierung in den Blutgruppen. BOYD und BOYD (1937) heben die unterschiedliche Geschmacksempfindung zwischen PTC und p-Äthoxyphenylthiocarbamid hervor. Mit PTC soll eine größere Zahl von Schmeckern erfaßt werden als mit p-Äthoxyphenylthiocarbamid. Einzelne Personen sollen nur dieses, nicht aber PTC schmecken. Weitere Untersuchungen hierüber liegen offenbar noch nicht vor. Bei überschläglicher Berechnung — vor allem nach ihrer Tabelle 2 — kann ein besonderer Geschlechtsunterschied in der Geschmacksempfindung für PTC nicht festgestellt werden im Gegensatz zu den Autoren („Confirming the results of FISHER and BRANDT, a sex difference in tasting ability for these substances was found, with the males showing fewer tasters, and more borderline cases“). Wenn tatsächlich ein Geschlechtsunterschied bestehen würde, so könnte die Geschmacksempfindung für PTC kaum auf einem einfachen recessiven Gen beruhen.

Familienuntersuchungen. Bereits BLAKESLEE (1932) untersuchte 103 Familien. Unter diesen fanden sich 10 Nichtschmecker \times Nichtschmecker-Elternpaare. Die Kinder waren alle Nichtschmecker. Durch die Familienuntersuchungen von SNYDER, HARTMANN (1939) und GOTTSCHICK (1937) wurden die Angaben von BLAKESLEE bestätigt. Die größte Gruppe der bisher von einem Untersucher bearbeiteten Familien stammt von CHAS. W. COTTERMANN und L. H. SNYDER (1939). Aus noch ausführlicher zu berücksichtigenden Gründen soll hier die Familientabelle dieser Autoren angeführt werden (ohne die statistischen Ziffern):

Tabelle 2. Zahlen für PTC-Geschmacksempfindlichkeit bei 800 Familien nach COTTERMANN-SNYDER.

Familientypus und untersuchte Familienzahl	Gesamtzahl der Kinder und Verteilung der Schmecker bzw. Nichtschmecker
I Beide Eltern Nichtschmecker (86)	Schmecker 5 Nichtschmecker 218
II Ein Elternpaar Nichtschmecker, das andere Schmecker (289)	Schmecker 483 Nichtschmecker 278
III Beide Eltern Schmecker. . (425)	Schmecker 929 Nichtschmecker 130
	2043

Die 2. und 3. Gruppe stimmt mit der Annahme eines recessiven Gens überein. In der 1. Gruppe entsprechen bei einer Elternkombination von Nichtschmecker \times Nichtschmecker bei 86 untersuchten Familien mit insgesamt 223 Kindern 218 Kinder der Erwartung, 5 Kinder aber nicht. Eine ähnliche Unstimmigkeit wurde bisher nicht berichtet. Deshalb wird zu den 5 *nicht* der Erwartung entsprechenden Kindern kurz Stellung genommen und erklärt, daß bei allen Familienuntersuchungen derartige Unstimmigkeiten auftreten, weil entweder ein Irrtum in der Diagnose, eine illegitime Abstammung oder eine Mutation möglich ist. Die zwei ersten Möglichkeiten sind bisher immer in ausreichender Weise berücksichtigt worden. Bei forensischen Begutachtungen, etwa im Blutgruppengutachten, ist überhaupt nur die erste Möglichkeit von Bedeutung, die zweite soll ja gerade entschieden werden. Die dritte Möglichkeit würde aber, wenn sie allgemein als gültig angesehen würde, praktisch die Ausschlußsicherheit jedes Gutachtens, das sich nur auf ein Merkmal, wie bei den Blutgruppen, bezieht, unmöglich machen. SNYDER scheint tatsächlich damit zu rechnen, daß regelmäßig, wenn größere Familienuntersuchungen durchgeführt werden, auch Mutationen erfaßt werden, weshalb er einfach offen läßt, welche Erklärung vorzuziehen ist für die Tatsache, daß 5 PTC schmeckende Kinder einer Nichtschmecker-Nichtschmecker-Kombination entstammen sollen.

M. T. FLIEGELMANN, CH. F. WILKINSON und E. H. HAND untersuchten nicht direkt die Geschmacksempfindung für PTC, sondern den

genetischen Zusammenhang zwischen *Adenoma tuberosum* und anderen Erbmerkmalen. In mehreren Familien mit 270 Personen wurden neben einer Reihe verschiedener Erbmerkmale einschließlich der Blutgruppen- und Faktoren auch der Geschmackstest bestimmt. Wie zu erwarten war, fand sich keine Koppelung der Merkmale. Bei sämtlichen Mitgliedern entsprach der Geschmackstest hinsichtlich seiner Erbweise den gestellten Erwartungen. In 3 Fällen wird dagegen festgestellt, daß die BERNSTEINSche Regel nicht zutrifft. Auch in dieser Arbeit wird festgestellt, daß, abgesehen von illegitimer Abstammung (die Möglichkeit einer Fehlbestimmung konnte unberücksichtigt bleiben) eine Mutation vorliegen könnte.

Wenn allein die Zahlen der beiden zuletzt erwähnten Arbeiten berücksichtigt werden, so liegen bereits mehr Familienuntersuchungen über den Erbgang der PTC-Geschmacksempfindung vor als etwa über den Erbgang in der klassischen Blutgruppenkombination $A_1B:A_2B$. Dabei sind die Arbeiten von SNYDER, HARTMANN und GOTTSCHICK sowie die ersten Familienuntersuchungen von BLAKESLEE nicht einmal berücksichtigt. Obwohl diese in ihren Ergebnissen mit den beiden letzt-erwähnten Arbeiten übereinstimmen, werden sie hier nicht eingehender berücksichtigt. Es könnte etwa bei der Arbeit von BLAKESLEE, ebenso auch bei der ersten Arbeit von SNYDER (1932), der Einwand gemacht werden, daß die Untersuchung damals nicht mit den heute üblichen abgestuften Konzentrationen durchgeführt wurde.

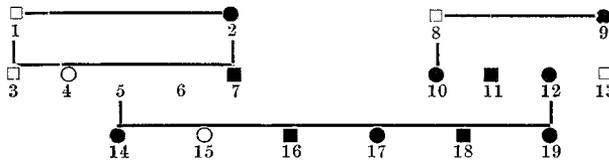
Zwillingsuntersuchungen. Die ersten Zwillingsuntersuchungen scheinen S. N. ARDASHNIKOV und Mitarbeiter (1936) in Moskau bei 137 eineiigen Zwillingen durchgeführt zu haben, nicht, um die Erblichkeit der Geschmacksempfindung für PTC festzustellen, sondern mit dem Ziel, verschiedene Erbmerkmale zu prüfen und festzustellen, welches Merkmal das sicherste für die Diagnose der Eizigkeit wäre. Bei 3 Paaren wurde eine Diskordanz des PTC-Testes festgestellt („The gene for (R) PTC seems to be phenotypically variable in some case“). Die 3 Paare werden abgebildet. Das dritte Paar ist nach der Abbildung wahrscheinlich, das zweite Paar ganz sicher eineiig. Das erste Paar zeigt auf der (sehr guten) Abbildung auf den ersten Blick nicht die sonst bei eineiigen Zwillingen augenfällige Ähnlichkeit. In der Arbeit finden sich keine Angaben über die Testtechnik. Da die Untersuchungen vor denen von HARTMANN (1939) liegen, so kann mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß sie nicht mit in der Konzentration abgestuften Lösungen durchgeführt wurden. Die Diskordanz der 3 von 137 Fällen könnte somit auf einen technischen Untersuchungsfehler zurückgeführt werden; sie ist kaum anders zu erklären. Dies geht besonders aus den Zwillingsuntersuchungen von WEBER (1942) hervor, der 70 eineiige Zwillinge untersuchte. Mit den Lösungen A—E erwiesen sich die eineiigen

Zwillinge konkordant. Die 70 gleich- oder verschieden- geschlechtigen zweieiigen Zwillingspaare waren in je 14 Fällen diskordant. Bei der Testung mit abgestuften Konzentrationen wichen eineiige Zwillinge bis zu einer, höchstens bis zu zwei Konzentrationsstufen voneinander ab. Auf die von WEBER aufgeworfene Frage — die Diskordanz zweieiiger Zwillingspaare als Ausdruck eines Unterschiedes in dem Hauptgen für Geschmacksempfindungen anzusehen — wäre noch einzugehen, ebenso auf seine Vermutung, daß bei der Manifestierung des Merkmals noch Modifikationsgene von Bedeutung sind. SKRAMLICK (1948) scheint diese Auffassung ohne nähere Nachprüfung übernommen zu haben. Die Zwillingsuntersuchungen von GOTTSCHICK (1937) liegen vor denen von WEBER (1942) und wurden mit p-Äthoxyphenylthioharnstoff durchgeführt. Deshalb können sie nicht unmittelbar mit denen von ARDASHIKOV (1936) verglichen werden. Hier ist lediglich die Konkordanz der 11 eineiigen Zwillinge hervorzuheben.

Weiter wären die 6 eineiigen von H. R. SCHINZ (1942) untersuchten Zwillinge zu erwähnen, die nicht nur in der Geschmacksempfindung überhaupt, sondern auch in der Konzentration, bei der die Geschmacksempfindung eintrat, konkordant waren. Demnach wurden 221 eineiige Zwillinge in der Geschmacksempfindung gegen PTC als konkordant befunden.

Das Gen für PTC-Geschmacksempfindung. Schon die ersten größeren Zahlen über die Häufigkeit der Schmecker und Nichtschmecker unter den 2550 von BLAKESLEE und FOX (1932) untersuchten Personen legten die Annahme eines recessiven Gens nahe. Es waren 1670 (65,5%) Schmecker und 715 (28,0%) Nichtschmecker. Die übrigen 165 (6,5%) konnten damals noch nicht sicher beurteilt werden. Sowohl nach SNYDER (1932), BLAKESLEES Reihen- und Familienuntersuchungen, den späteren Familienuntersuchungen SNYDERS (1939), den Zahlen von BOYD und BOYD (1937), GOTTSCHICK (1937) und HARTMANN (1939) und schließlich nach den Zwillingsuntersuchungen ist anzunehmen, daß die Eigenart des Nichtschmeckens recessiv, die des Schmeckens dominant vererbt wird. Wie bei einem Genpaar Gg mit den 3 möglichen Formen GG, Gg und gg müßte demnach bei vorausgesetzter völliger Durchmischung der Bevölkerung die Formel $D = \frac{1}{4} Gg - GG \cdot gg = 0$ zutreffen. CHAS. W. COTTERMANN und L. H. SNYDER (1939) führten diese Berechnung durch, indem sie ein Zahlenmaterial von 2557 untersuchten Personen mit 1086 Nichtschmeckern zugrunde legten. Das Ergebnis wurde mit der x_2 -Methode kontrolliert, wobei 214 Geschwisterschaften mit je 2, 3 und 4 Mitgliedern getestet werden konnten. Auf Grund dieser auf ausreichende Zahlen gestützten und statistisch einwandfreien Untersuchung ist demnach ein recessives Gen anzunehmen: Dies bedeutet, praktisch gesprochen, daß Kinder nichtschmeckender Eltern alle Nichtschmecker sein müssen.

Hier ist noch kurz einzugehen auf die Ansicht von H. R. SCHINZ (1942), der Geschmackstüchtigkeit, Geschmacksschwäche und Geschmacksblindheit als Polyallele zu deuten versuchte. Bei 544 in Zürich untersuchten Personen waren 70% geschmackstüchtig, 30% geschmacksuntüchtig. Die Zwischengruppe, die Geschmacksschwachen, wird dadurch definiert, daß sie zwar die Stammlösung (0,25% PTC), nicht aber die Lösung 1:6400 bitter schmecken. Dadurch wird die Gruppe der Nichtschmecker, ursprünglich 30% — diese Zahl entspricht dem Prozentsatz der von allen anderen Untersuchern angegebenen Zahlen für Nichtschmecker — in 10% Geschmacksblinde und 20% Geschmacksschwache aufgeteilt. Die Aufteilung der Nichtschmeckergruppe in Geschmacksblinde und Geschmacksschwache ist aber ebenso willkürlich wie die Festsetzung der Konzentrationsgrenze bei 1:6400. Die Beziehung zwischen Geschmack und Geschlecht, heller und dunkler Augen- und Haarfarbe ist hinfällig, da der Unterschied zwischen männlich und weiblich ebenso wie der zwischen hell und dunkel von H. R. SCHINZ statistisch nicht gesichert werden konnte. Die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen wird betont, die amerikanischen Zahlenangaben nicht berücksichtigt, lediglich BLAKESLEE und FOX wird erwähnt, weiteres Schrifttum nicht angeben. Wieviel Familien untersucht wurden, ist nicht eindeutig zu ersehen. Aus den 6 abgebildeten Familientafeln, alle nur wenige Mitglieder enthaltend, ist die Familie 2 (Abb. 3 bei H. R. SCHINZ) bemerkenswert.



Hier sind 1 und 2, 8, 9 und 14 nicht geprüft. Aus der Elternverbindung 5 und 12 sind nur geschmacksblinde Kinder zu erwarten. Dies trifft nicht zu, denn 15 ist Schmecker. Zunächst wird die Möglichkeit der Illegitimität berücksichtigt. Da hierfür keine Anhaltspunkte gegeben sind, ist SCHINZ geneigt, eine Rückmutation anzunehmen, wobei er nicht nur mehrere allele, sondern gleichzeitig labile Gene für Geschmackstüchtigkeit, Geschmacksschwäche und Geschmacksblindheit voraussetzt. Nach der Theorie von H. R. SCHINZ gibt es ein Standardgen für Geschmackstüchtigkeit (G), dessen Mutation (g = Geschmacksblindheit) gegenüber dem Standardgen (G) recessiv ist. Geschmacksblindheit und Geschmacksschwäche sind nur Schwankungen in der Expressivität durch exogene Faktoren oder Modifikationsgene. Die Erfahrungen bei eineiigen Zwillingen sprechen gegen diese Annahme, wie SCHINZ selbst anfügt.

Zusammengefaßt ergibt sich folgendes geno- und phänotypische Reihenbild für die PTC-Geschmacksempfindung:

Tabelle 3.

I		II	
Genotypus	PTC-Geschmack	Genotypus	PTC-Geschmack
GG	+ +	GG	+ +
Gg	+ +	Gg ₁	+ +
gg	— —	Gg ₂	+ +
		g ₁ g ₂	+ (+)
		g ₁ g ₂	(+) —
		g ₂ g ₂	— —

} starke Schmecker
 } schwache Schmecker
 } Nichtschmecker

Wie bereits erwähnt, setzt die unter II angegebene Kombination eine Polyallelie voraus, die unbewiesen ist; sie wird hier nur erwähnt, weil sie die empirisch feststellbaren Konzentrationsunterschiede in der Geschmacksempfindung erklären könnte.

II. Gerichtsmedizinische Anwendung.

Durchführung und Bewertung des PTC-Testes. Bei einem im gerichtlichen Gutachten anzuwendenden Erbmerkmal ist eine sichere Bestimmung des Merkmals die erste unumgängliche Voraussetzung.

Bei der Bestimmung der Geschmacksempfindung zu gerichtsmedizinischen Zwecken empfiehlt es sich, folgendermaßen vorzugehen: Es ist nicht nur PTC, sondern gleichzeitig Chinin und Saccharin so auszutesten, daß alle 3 Substanzen in folgender Konzentrationsabstufung geprüft werden:

Tabelle 4.

Substanz	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)	E (%)
PTC	0,25	0,0625	0,0156	0,00391	0,000975
Chinin	0,25	0,0125	0,006	0,0015	0,000975
Saccharin	0,25	0,0125	0,006	0,0016	0,000975

Jede Person soll allein, nicht in Gegenwart anderer zu untersuchender Personen getestet werden, indem sie langsam („schmeckend, wie bei der Weinprobe“) etwa 3,0 cm³ der PTC-Lösung möglichst mit dem Zungengrund abschmeckt. Die Testung beginnt zweckmäßigerweise mit der Konzentration E und ist so durchzuführen, daß die zu untersuchende Person nicht weiß, welche Substanz getestet wird, am besten also kreuzweise im Wechsel zwischen PTC, Chinin und Saccharin. Auf diese Weise ist es möglich, auch eine Person, die bereits über das Wesen des Testes und seine Bedeutung unterrichtet ist, in ihrer Schmeckereigenschaft sicher zu bestimmen. Zwischen den einzelnen Bestimmungen, vor allem zwischen Chinin und PTC, sind kleine Pausen einzulegen, gegebenenfalls ausreichende Mundspülung, um Nachwirkungen auszuschalten. Da Chinin meistens ausgesprochen bitter empfunden wird, läßt sich vergleichend festlegen, wie sicher die Angaben der Versuchspersonen über die Geschmacksempfindung bei PTC zu bewerten ist. Der Grad der Reaktion gegen PTC ist so einzutragen, daß eine Person, die bereits die Konzentration E schmeckt, mit + bezeichnet wird. Dieselbe Person wird D und C natürlich noch bitterer schmecken, gewöhnlich sich sogar weigern, B und A zu versuchen. D und C werden dann als ++ bzw. +++ eingetragen. In diesem Falle kann dann B und A entfallen. Eine Person, die E nicht schmeckt, ist, wie erwähnt, im gekreuzten Test mit Chinin und Saccharin in der aufsteigenden Konzentrationsreihe auszutesten. Gewöhnlich ergibt sich dann, umgekehrt wie bei einem Schmecker, etwa folgende Abstufung:

Tabelle 5. Beispiel 1.

	A	B	C	D	E
1. Person	++++	+++	++	+	
2. Person	—	—	—	—	—

Es gibt auch folgende — oder ähnliche — Abstufungen:

Tabelle 6. *Beispiel 2.*

	A	B	C	D	E
1. Person	++++	+++	++	+	—
2. Person	+++	++	+	—	—

In Beispiel 1 ist die 1. Person ein Schmecker, die 2. Person ein Nichtschmecker. In Beispiel 2 sind beide Personen als Schmecker zu bezeichnen, obwohl die 1. bei D, die 2. erst bei C zu schmecken beginnt. Die Unterschiede wurden bereits kurz begründet; sie beruhen bekanntlich darauf, daß die Empfindlichkeit gegen bestimmte Konzentrationsstufen bei einzelnen Nichtschmeckern nicht einheitlich ist, wahrscheinlich ist sie, vielleicht durch Modifikationsgene, ebenfalls erblich festgelegt, worauf die Ergebnisse der Zwillinguntersuchungen hinzuweisen scheinen. Bei einem Nichtschmecker müssen mindestens mehr als 3 Konzentrationen zwischen denen eines Schmeckers liegen. Im Gegensatz zu Person 2 in Beispiel 1 ergibt sich bei Nichtschmeckern häufig folgendes:

Tabelle 7.

	Konzentration				
	A	B	C	D	E
1. Person	(+)	—	—	—	—
2. Person	(+)	—	—	—	—

Die Reaktion (+) in diesem Beispiel ist nicht immer eine echte Geschmacksempfindung. Bei dieser Konzentration macht sich oft eine adstringierende Wirkung der PTC-Lösung bemerkbar. Die Geschmacksempfindung muß aber wirklich als bitter angegeben werden, nicht, wie bei manchen Personen, die Nichtschmecker sind, etwa mit „nach Medizin“ oder „wie abgestandenes Wasser“ schmeckend. Deshalb ist die Kontrolle mit Chinin wichtig. Es gibt natürlich auch Menschen, die Chinin *nicht* bitter schmecken, doch kann auf diese Frage in diesem Zusammenhang nicht eingegangen werden. Hier 2 Beispiele aus erbbiologischen Begutachtungen:

Tabelle 8. *Beispiel a.*

	Konzentration				
	A	B	C	D	E
1. Kind	—	—	—	—	—
2. Kind	+	+	+	+	+
Kindesmutter	+	+	+	+	+
Beklagter	+++	++	+	—	—
Zeuge	(+)	—	—	—	—

In diesem Falle ist ein Ausschluß natürlich nicht möglich.

Tabelle 9. *Beispiel b.*

	Konzentration				
	A	B	C	D	E
1. Kind	+	+	+	+	(+)
2. Kind	+	+	+	+	+
Kindesmutter	—	—	—	—	—
Beklagter	—	—	—	—	—
Zeuge	+	+	+	+	+

In diesem Falle sind beide Kinder eindeutig Schmecker; sie können nicht aus einer Nichtschmecker-Nichtschmecker-Kombination hervorgehen, so daß der Belegte ausgeschlossen werden kann.

Die Voraussetzung, einen beanspruchten Mann auszuschließen, ist aber, wie erwähnt, die sichere Bestimmbarkeit des Merkmals bei allen untersuchten Personen.

Es kann nicht deutlich genug hervorgehoben werden, daß gerade hier große Schwierigkeiten bestehen.

Die erste Schwierigkeit ergibt sich schon bei der Berücksichtigung des Lebensalters. Es bedarf keiner Erwähnung, daß bei Kindern unter 2 Jahren die Geschmacksempfindung nicht bestimmt werden kann. Nach eigenen Erfahrungen — außerhalb praktischer Beurteilungen systematisch bei 136 Kindern zwischen dem 2.—8. Lebensjahre durchgeführt¹ — liegt die Grenze der Bestimmbarkeit überhaupt oberhalb von 3 Jahren. Doch ist auch in dieser Lebensperiode eine praktische Anwendung noch unsicher. So konnten 5 von 50 Kindern nicht bestimmt werden. Bei den übrigen 45 entsprechen 19 Nichtschmecker in keiner Weise der zu erwartenden Häufigkeit. Bei 55 Kindern zwischen dem 4. und 6. Lebensjahre dagegen konnten nur 2 nicht eingeordnet werden, 16 Nichtschmecker bei 37 schmeckenden Kindern entsprechen ebenfalls nicht der Erwartung. Nach dem 6. Lebensjahre ergeben sich gegenüber erwachsenen Personen keine Unterschiede. Die praktischen Erfahrungen stimmen mit diesen systematisch durchgeführten Untersuchungen überein. So dürfte eine Anwendung des Testes vor dem 6. Lebensjahre nicht möglich sein. Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich durch die Ermüdung mancher Kinder, die zunächst klare, später unbestimmte, bei fortlaufender Bestimmung schließlich nur noch negative Angaben auch bei Chinin machen, wahrscheinlich, um schneller mit der Prüfung fertig zu werden. Diese Schwierigkeit kann allerdings durch häufige und längere Unterbrechungen während der Untersuchung vermieden werden. Die Stärke eines Geschmacksreizes geht annähernd parallel der Häufigkeit der Papillen, die bei jüngeren Menschen sehr dicht stehen, bei älteren dagegen abnehmen. Dies gilt vor allem bei Menschen mit Brücken oder anderem Zahnersatz. Eine sichere Geschmacksbestimmung ist hier nicht möglich. Ebenso sollte bei einer frischen oder älteren Erkrankung der Mundhöhle oder bei einer bestehenden Nervenerkrankung, etwa einer Paralyse, selbst wenn keine weiteren Symptome nachweisbar sind, die Prüfung unterbleiben oder aus Sicherheitsgründen nicht ausgewertet werden.

Es ist darauf zu achten, daß die Lösung mit dem ganzen Zungengrund in Berührung kommt. Die Beobachtung, daß einzelne Personen bei den Konzentrationen D und E unterschiedliche Angaben machten, wenn sie auf der rechten und linken Seite des Zungengrundes ausgetestet wurden, veranlaßte die Bestimmung der Schwellenempfindlichkeit mit der Methode der Kettenreaktionen². Mit zunehmendem Alter, gewöhnlich über 40, nimmt die Geschmacksempfindlichkeit bei schwachen Konzentrationen ab. Dies gilt für alle Geschmacksstoffe. In der Reihe der bitteren Stoffe wurde PTC als Grundteststoff, Chininsulfat und Pikrinsäure als Kettenstoffe benutzt. Von 72 Personen haben 28 Personen PTC in einer 0,125 molaren Lösung auf der rechten Zungenseite, 19 auf der linken stärker geschmeckt. Nur 7 schmeckten PTC auf beiden Seiten gleichstark, 5 hatten eine besonders

¹ Einzelheiten bei: Über die Verwendbarkeit des Geschmackstestes PTC bei Kleinst- und Kleinkindern. Diss. Heidelberg, G. v. MOERS-MESSMER, 1951.

² Einzelheiten bei F. KLEIN: Die Rechts-Links-Differenz in der Geschmacksempfindung. Inaug.-Diss. Heidelberg 1951.

starke Bitterempfindung, Chininsulfat und Pikrinsäure wurden selbst in hohen Konzentrationen noch schwächer empfunden. PTC wurde nicht geschmeckt — auf beiden Zungenseiten — von 15 Personen.

Der Test sollte nicht durch unsichere Bestimmungen in Mißkredit kommen. Selbst bei kritischer Berücksichtigung aller in Betracht zu ziehender Umstände werden vereinzelt Personen vorkommen, bei denen nicht sicher bestimmt werden kann, ob sie sichere Nichtschmecker oder nur schwache Schmecker sind. Diese dürfen natürlich nicht begutachtet werden.

Ausnahmen in der Erbweise. Bei einem forensisch zu verwertenden Erbmerkmal dürfen Ausnahmen von der bekannten Erbweise nicht zu erwarten sein.

Die Geschmacksdifferenz gegen PTC ist erblich. Daran ist nicht zu zweifeln. Dies belegt nicht nur die Konkordanz eineiiger Zwillinge. Die Geschwister- und Familienuntersuchungen beweisen die regelmäßige Erbweise, die statistisch-analytischen Bevölkerungsuntersuchungen zeigen, daß die Häufigkeit des Geschmacksgens für PTC und seine Aufteilung in der Bevölkerung den Erwartungen entsprechen, die an ein einpaariges Gen zu stellen sind. Deshalb dürften bei richtiger Bestimmung und kritischer Beurteilung dieselben Ausschlußmöglichkeiten gegeben sein wie bei anderen ähnlichen Erbmerkmalen. Die wenigen festgestellten Ausnahmen können entweder überhaupt nicht oder auf die bekannte Weise — falsche Bestimmung, Illegitimität oder Mutation — erklärt werden. Dies gilt aber nicht nur für den PTC-Test. Bei Familienuntersuchungen sind bekanntlich auch bei den Blutgruppen Ausnahmen beobachtet worden. Die Beweiskraft der Familienstatistik wurde deshalb überhaupt in Frage gestellt, in der Blutgruppenstatistik nur noch die Mutter-Kind-Zahlen benutzt. Es ist eine erstaunliche, nicht eine selbstverständliche Tatsache, daß die Blutgruppengene so stabil sind, daß Ausnahmen als unmöglich erscheinen. Theoretisch ist bei den Blutgruppen ebenso wie bei anderen Erbmerkmalen mit Mutationen zu rechnen. Es liegt keine Veranlassung vor, gerade bei dem Geschmacksgen für PTC ein labiles Gen anzunehmen, wie es H. R. SCHINZ (1942) — übrigens er allein — annehmen wollte. Die Beobachtungen über labile Gene gehen bereits auf CORRENS (1919) zurück. Später berichteten LILIENFELD (1929), OEHLKERS (1935) und MALINOWSKI über ausschließlich bei Pflanzen beobachtete labile Gene. So vermutete ERNST (1936), ausgehend von seinen ebenfalls an Pflanzen durchgeführten genetischen Untersuchungen, daß auch beim Menschen labile Gene zu berücksichtigen wären. Bei der Pelger-Anomalie sollte ein labiles Gen vorkommen. Die Annahme erwies sich, wie NACHTSHEIM (1943) zeigen konnte, als unzutreffend. Bisher ist kein sicherer Fall bekannt geworden, daß, wie aus den Bemerkungen von E. GUYENOT (1940, 1948) hervorgeht, beim Menschen, soweit Normalgene in Betracht kommen, mit labilen Genen zu rechnen ist.

KUHN und ZILLIKEN (1950) konnten mit p. Acetaminobenzaldehyd-Thiosemicarbazon dieselbe Einteilung in Schmecker und Nichtschmecker wie mit Phenylthioharnstoff durchführen. Da die C-S-Bindung in beiden Substanzen vorkommt, so ist dies leicht verständlich. Bedeutsamer erscheinen die vom 4,4'-Diaminobenzil ausgehenden Untersuchungen von KUHN und Mitarbeitern (1951). Diese lassen erwarten, daß eine ähnliche Einteilung möglich ist wie mit Phenylthiocarbamid, aber mit

dem Unterschied, daß beide, die Geschmacksdifferenz für Thioharnstoff und für Dibromsalicyl, unabhängige Merkmale sind. Die Erforschung dieses neuen Erbmerkmals hat erst begonnen. Wenn durch umfangreiche Untersuchungen die Entdeckung von KUHN (1951) bestätigt wird, so ergeben sich ähnliche Möglichkeiten bei der praktischen Anwendung genabhängiger Geschmacksdifferenzen wie bei den Blutgruppen. Die Ausschlußmöglichkeiten würden zunehmen, gleichzeitig bestände bei gegenseitiger Kontrolle auch für Phenylthiocarbamid eine größere Sicherheit in der Geschmacksbestimmung. Solange nur ein Erbmerkmal der Geschmacksempfindung anwendbar ist, sollte allein auf Grund dieses einen Merkmals ein Ausschluß nicht ausgesprochen werden, selbst wenn er theoretisch so begründet werden kann wie beim Phenylthiocarbamid.

Zusammenfassung.

Die Geschmacksdifferenz für Phenylthiocarbamid, ein MENDELSCHES Merkmal, dessen Erbweise durch umfangreiche Untersuchungen größerer Bevölkerungsgruppen sowie durch Zwillings- und Familienuntersuchungen gesichert und bekannt ist, wird bedingt durch ein Genpaar Gg. Die Anwesenheit von G bedingt den bitteren Geschmack für Phenylthiocarbamid: Gg oder GG. Bei Abwesenheit von G wird Phenylthiocarbamid als geschmacklos empfunden: gg.

Die gerichtsmedizinische Bedeutung ergibt sich aus der Tatsache, daß aus einer Elternverbindung, in der beide Phenylthiocarbamid nicht schmecken, nur nichtschmeckende Kinder zu erwarten sind. Die wenigen bisher bekannten Ausnahmen lassen sich entweder durch Fehlbestimmungen oder bei Familienuntersuchungen durch Illegitimität erklären.

Bei der gerichtsmedizinischen Bestimmung der Geschmacksdifferenz für Phenylthiocarbamid ist zu berücksichtigen:

a) Es sollen gleichzeitig und kreuzweise Kontrollbestimmungen mit abgestuften Lösungen von Chininsulfat und Saccharin so durchgeführt werden, daß die zu untersuchende Person nicht weiß, welche Substanz geprüft wird. b) Eine Ermüdung ist durch längere Pausen während der Untersuchung zu vermeiden. c) Die Bestimmung ist vor dem 6. Lebensjahre unsicher und deshalb nicht auswertbar. d) Es bestehen Unterschiede in der Empfindlichkeit für Phenylthiocarbamid auf der rechten und linken Zungenseite. e) Es kann schwierig sein, schwache Schmecker sicher von Nichtschmeckern abzugrenzen. f) Bei lokalen Erkrankungen der Mundhöhle, Zahnlosigkeit, künstlichem Zahnersatz einschließlich großen Metallbrücken ist ebenso wie bei Allgemein- oder Nervenerkrankungen aus Sicherheitsgründen das Merkmal nicht verwertbar, vor allem, wenn es um die Bestimmung eines Nichtschmeckers geht.

Der Ausschluß eines bestimmten Mannes allein auf Grund der Geschmacksdifferenz gegen Phenylthiocarbamid, theoretisch möglich, sollte praktisch, wenigstens vorläufig, nicht ausgesprochen werden, außer wenn durch weitere Merkmale die Erzeugerschaft unwahrscheinlich ist.

Die Entdeckung weiterer genabhängiger Geschmacksdifferenzen eröffnet gerichtsmedizinisch neue Ausschlußmöglichkeiten.

Literatur.

- ARDASHNIKOV, S. N., E. A. LICHTENSTEIN, R. P. MARTYNOVA, G. V. SOBOLEVA and E. N. POSTNIKOVA: *J. Hered.* **27**, 465 (1936). — BOYD, W. C., and L. G. BOYD: *Ann. of Eugen.* **8**, 46 (1937). — BLAKESLEE, A. F.: *Proc. nat. Acad. Sci. U.S.A.* **18**, 120 (1932). — BLAKESLEE, A. F., and N. T. SALMON: *Eugen. News* **16**, 105 (1931). — *Proc. nat. Acad. Sci. U.S.A.* **21**, 78 (1935). — BLAKESLEE, A. F., and A. L. FOX: *J. Hered.* **23**, 97 (1932). — CORRENS, C.: *Sitzgsber. preuß. Akad. Wiss., Physik.-math. Kl.* **34**, 585 (1919). — COTTERMANN, CHAS. W., and L. H. SNYDER: *J. Amer. Statist. Assoc.* **34**, 511 (1939). — ERNST, A.: *Verh. schweiz. naturforsch. Ges.* **1936**, 186. — ETCHEVERRY, N. A.: *Diag. Med.* **17**, 1237 (1945). — FALCONER, D. S.: *Ann. of Eugen.* **13**, 211 (1947). — FISHER, R. A., u. A. E. BRANDT: *Persönl. Mitteilung bei BOYD u. BOYD 1937*. — FISHER, R. A., E. B. FORD and J. HUXLEY: *Nature (Lond.)* **144**, 750 (1939). — FLIEGELMANN, M. T., CH. F. WILKINSON and E. A. HAND: *Arch. of Dermat.* **58**, 409 (1948). — FOX, A. L.: *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* **18**, 115 (1932). — FUKUOKA, G.: *Eugen. News* **21**, 52 (1936). — GOTTSCHICK, J.: *Z. menschl. Vererb.- u. Konstit.lehre* **21**, 254 (1937). — GUYENOT, E.: *Verh. schweiz. naturforsch. Ges.* **1940**, 23. — L'hérédité. Paris 1948. — HARRIS, H., and H. KALMUS: *Ann. of Eugen.* **15**, 24 (1949). — *Nature (Lond.)* **163**, 878 (1949). — HARTMANN, GRETE: *Ann. of Eugen.* **9**, 123 (1939). — KLEIN, F.: *Die Rechts-Links-Differenz der Geschmacksempfindlichkeit der Zunge.* Diss. Heidelberg 1950. — KLEIN, H.: *Z. menschl. Vererb.- u. Konstit.lehre* **29**, 551 (1949). — KLOEFFER, H. W.: *Ann. of Eugen.* **13**, 35 (1946). — KUHN, R.: *Verh. Med.-Naturh.-Verein Heidelberg 1951*. — KUHN, R., u. FR. ZILLIKEN: *Naturwiss.* **37**, 167 (1950). — KUHN, R., FR. ZILLIKEN u. K. DURY: *Naturwiss.* **38**, 12 (1951). — LILIENFELD, F. A.: *Bibl. Genet.* **13** (1929). — MALINOVSKI, E.: *Genetics* **20**, 342 (1935). — MOCHIZUKI, Y.: *Fol. anat. jap.* **18**, 337 (1939). — NACHTSHEIM, H.: *Erbarzt* **10**, 175 (1942). — OEHLKERS, F.: *Z. Abstammgslehre* **28**, 161 (1935). — PARR, W. L.: *J. Hered.* **25**, 187 (1934). — RICHTER, C. P., u. K. K. CAMPBELL: *Amer. J. Physiol.* **128**, 291 (1949). — RIKIMARU, Y. K.: *Amer. J. Psychol.* **48**, 649 (1936). — SAUGHIRI, L. D., and V. R. KHANOLKAR: *Ann. of Eugen.* **15**, 52 (1949). — SCHINZ, H. R.: *Erbarzt* **10**, 171 (1942). — SHULL, A. FR.: *Heredity.* New York u. London 1948. — SKRAMLIK, E. v.: *Z. inn. Med.* **3**, 629 (1948). — SNYDER, L. H.: *Science (Lancaster, Pa.)* **74**, 151 (1931). — *Ohio J. Sci.* **32**, 436 (1932). — SNYDER, L. H., and D. F. DAVIDSON: *Eugen. News* **22**, 1 (1937). — STUBBE, H.: (a) *Bibliogr. genet.* **10**, 299 (1933). — (b) *Genmutation.* In *Handbuch der Vererbungswissenschaft*, Bd. 3, S. 29. Berlin 1938. — WEBER, W.: *Erbarzt* **10**, 154 (1942).

Dozent Dr. HANS KLEIN,

(17a) Heidelberg, Institut für gerichtliche Medizin der Universität.