

Wittig und sein Werk

- über den 100. Geburtstag hinaus von Bedeutung -

Thomas Ströhlein, SS 04; Felicitas Dankwärt, SS 18

Gliederung

1	Arbeitsgebiete	2
2	Wittig-Reaktion	2
3	Wittig-Ether-Umlagerung	4
4	Bedeutung seiner Arbeit	4

Einstieg 1: Vitamine und Vitamin-Präparate sind heute alltäglich und sogar im Supermarkt erhältlich. Keiner macht sich darüber Gedanken wie man zu den Vitaminen gekommen ist und wie man sie synthetisieren konnte. Wittig hatte einen großen Anteil daran, dass die Vitamin-Synthese heutzutage relativ einfach ist.

Dem Auditorium werden zur Demonstration einige im Supermarkt gekaufte Vitamin-Präparate zur Ansicht gegeben.

Einstieg 2: Jeder von uns hat schon einmal gehört, dass Karotten gut für die Augen seien. Dies liegt an dem darin enthaltenen Vitamin A. Um den Bedarf an Vitamin A zu decken müsst man pro Tag 118 g Karotten essen. Für die gesamte deutsche Bevölkerung benötigt man täglich ca. 9,6 Mio. und jährlich 3,5 Mrd. Kilogramm Karotten. Da diese Menge unmöglich zu erwirtschaften ist – auch nicht durch internationale Landwirtschaft – hat man sich Gedanken über eine chemische Synthese gemacht. Die dafür benötigte Reaktion trägt den Namen ihres Entdeckers: Wittig

Lebenslauf

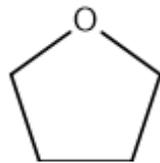
1897	geboren in Berlin
1916	Beginn des Chemie-Studiums in Tübingen
1916 – 1919	Kriegs-Teilnahme und Gefangenschaft
1919 – 1923	Chemie-Studium in Marburg
1923 – 1926	Habilitation in Marburg
1926 – 1932	Privat-Dozent in Marburg
1932 – 1937	Professor in Braunschweig
1935	Entdeckung des Dehydrobenzols
1937 – 1944	Professor in Freiburg
1942	Entdeckung der Wittig-Ether-Umlagerung
1944 – 1956	Professor in Tübingen
1949	Entdeckung der Wittig-Reaktion

1956 – 1967	Professor in Heidelberg
1957	Ehren-Doktor der Sorbonne
1967	Emeritierung
1967	Otto-Hahn-Preis
1979	Nobel-Preis für Chemie
1987	gestorben in Heidelberg

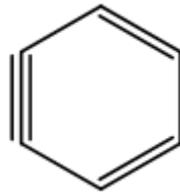
1 Arbeitsgebiete

Wittig hatte folgende Haupt-Arbeitsgebiete:

- theoretische und präparative metall-organische Chemie
- freie Radikale
- Heterocyclen



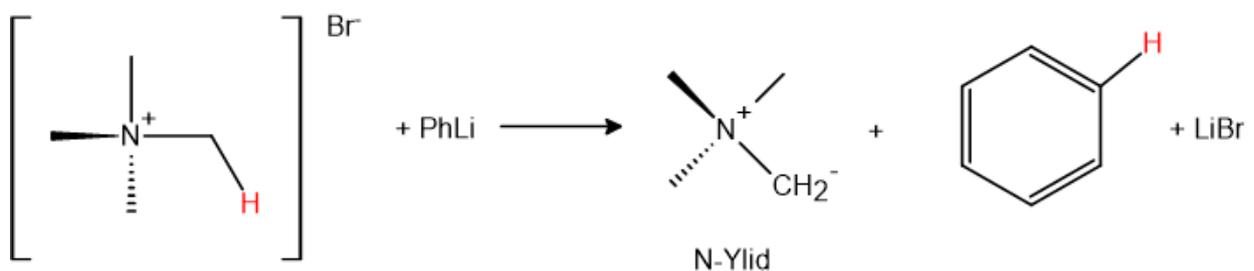
- Dehydrobenzol



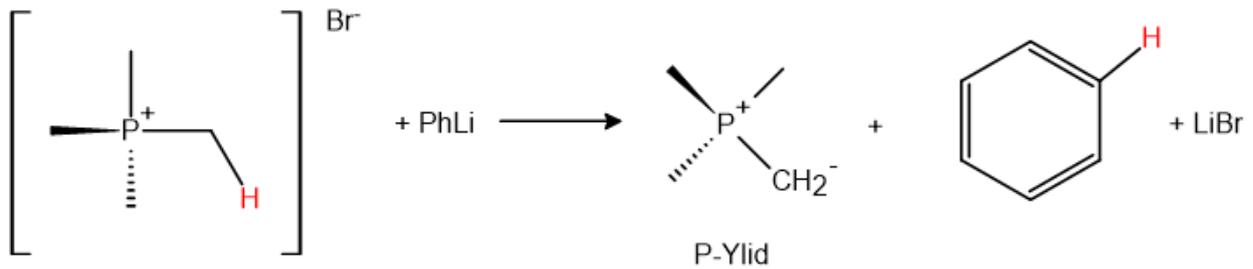
- Carb-Anionen
- Phenyl-Lithium
- Ylide

2 Wittig-Reaktion

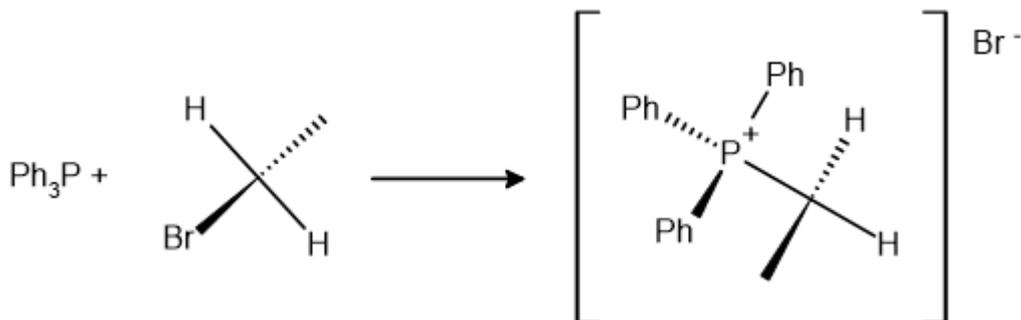
Wittig war von seiner Arbeitsweise her schon immer ein Quer-Denker. So wollte er gewisse Dogmen widerlegen. Als Beispiel hierfür soll nun der Stickstoff dienen. Er hatte es sich zum Ziel gesetzt 5-bändige Stickstoff-Verbindungen zu generieren. Bei einem Blick ins Periodensystem der Elemente fällt einem sicher auf, dass der Stickstoff in der 2. Periode steht. Hier gilt die Oktett-Regel streng und folglich sollte es Wittig auch nicht gelingen 5-bändige Stickstoff-Verbindungen zu entdecken. Er erhielt stattdessen eine Stickstoff-Verbindung, die er als Stickstoff-Ylid bezeichnete.



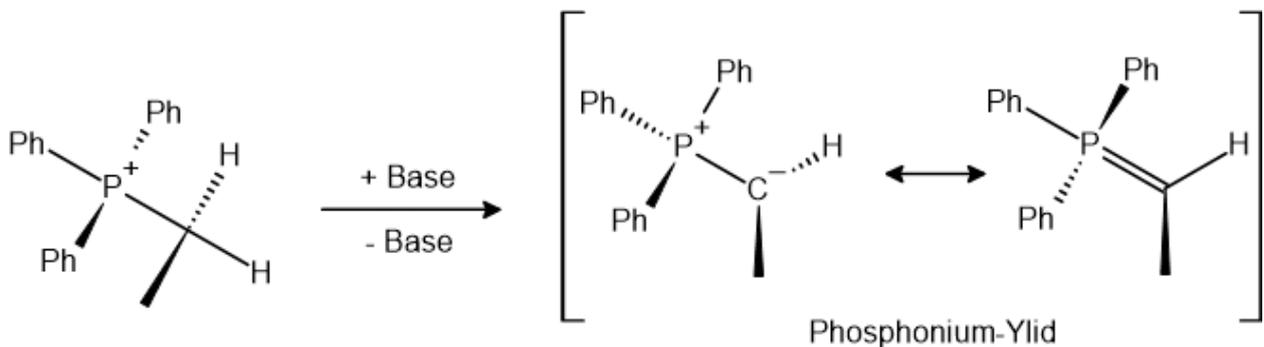
Um sein Ergebnis zu überprüfen wiederholte er diesen Versuch mit „Phosphor“. Aber auch hier erhielt er lediglich Phosphor-Ylide, die in seinen weiteren Arbeiten noch eine große Rolle spielen sollten.



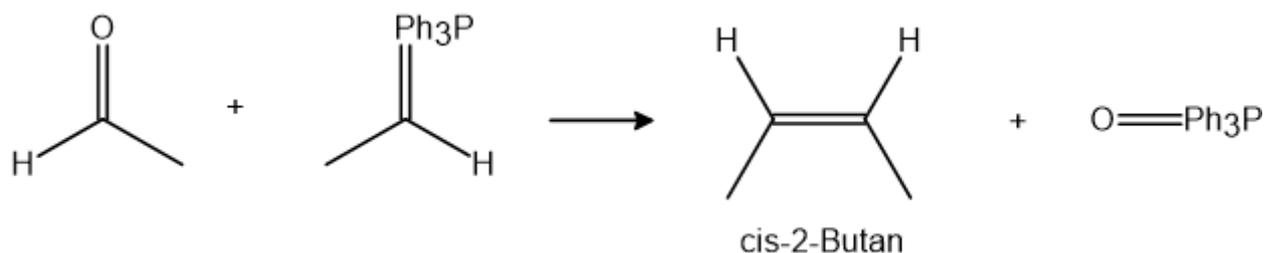
Mit diesen Yliden wurde nämlich die nach ihm benannte Wittig-Reaktion erst möglich. Bei dieser Reaktion wird ein Phosphonium-Ylid mit einem Carbonyl umgesetzt und man erhält dadurch ein Olefin. Allerdings muss das für diese Reaktion benötigte Phosphonium-Ylid erst hergestellt werden. Hierzu wird Triphenylphosphin mit einem Alkylhalogenid im ersten Schritt zu einem Phosphonium-Salz umgesetzt.



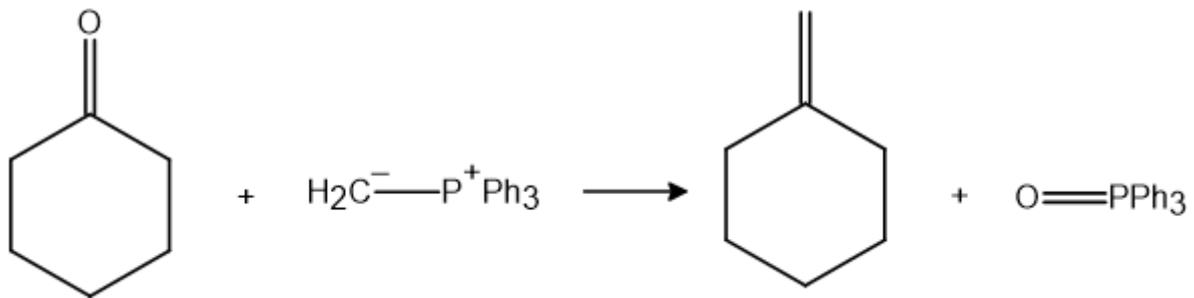
Nachdem man dieses Salz mit einer Base behandelt, erhält man schließlich das Phosphonium-Ylid.



Bei der Umsetzung des Ylides mit dem Carbonyl erhält man ein cis-Olefin und Triphenylphosphinoxid.



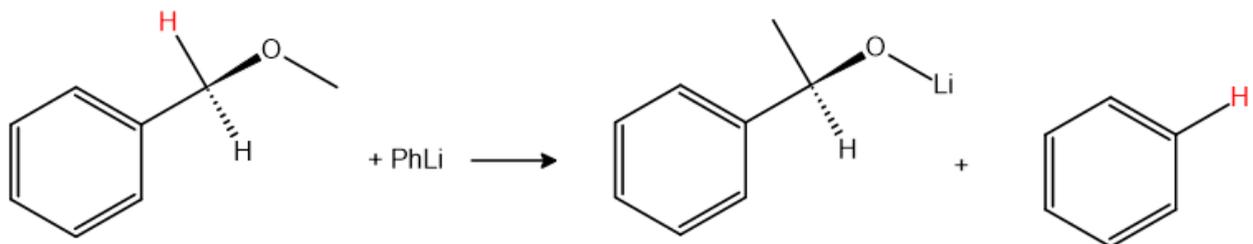
Die Bedeutung der Wittig-Reaktion liegt zum einen darin, dass man zu ca. 80% cis-Produkte erhält. Zudem kann man hier recht einfach neue C-C-Doppel-Bindungen erzeugen, was in der Naturstoff- und Vitamin-Synthese ausgenutzt wird.



Will man statt cis- überwiegend trans-Produkte, so bieten sich hierfür zwei Varianten an. Entweder die Horner-Wittig-Reaktion oder die Schlosser-Variante. Bei beiden Reaktionen erhält man zu ca. 80% trans-Produkte.

3 Wittig-Ether-Umlagerung

Eine weitere Reaktion, die Wittig eigentlich nur durch Zufall entdeckte, ist die Wittig-Ether-Umlagerung. Eigentlich wollte er Benzylether in ein Carb-Anion überführen. Als Resultat erhielt er allerdings einen Alkohol.



4 Bedeutung seiner Arbeit

Das seine Arbeit von großer Bedeutung gewesen sein muss, erkennt man schon allein daran, dass er 1979 den Nobel-Preis für Chemie erhalten hat. Diesen Preis erhielt er für seine Forschungen mit den Carb-Anionen, die dadurch entdeckten Ylide und die damit entwickelte Wittig-Reaktion. Seine Arbeit war auch so vielschichtig, dass seine Beobachtungen auch der heutigen Wissenschaft noch als große Fundgrube zur Verfügung steht. Zudem hat seine Wittig-Reaktion sehr schnell Einzug in die industrielle Synthese erhalten. Bereits ein Jahr nach ihrer Entdeckung erhielt sie eben hier Einzug, was eine enorm kurze Zeit ist. Man kann an Wittigs Werk sicher erkennen, dass wissenschaftliches Arbeiten und Forschen keine geradlinige Tätigkeit ist. Er hat zum Beispiel die Ylide nicht bewusst entdeckt. Sie waren lediglich ein unerwartetes „Abfall-Produkt“. Auch die Wittig-Ether-Umlagerung wurde quasi per Zufall entdeckt. Seine Arbeit war aber auch von praktischer Bedeutung. So wird die Wittig-Reaktion für die industrielle Vitamin-Synthese genutzt.

Zusammenfassung: Wissenschaftliches Arbeiten und Forschen ist oftmals keine geradlinige Tätigkeit. Viele Errungenschaften basieren auf zufälligen Entdeckungen, die nicht den Erwartungen entsprachen. Folglich sind solche Errungenschaften nicht planbar. Ein Beispiel hierfür ist die Entdeckung der Ylide und die daraus folgende Wittig-Reaktion. Georg Wittig arbeitete ursprünglich mit organischen Radikalen und stellte Hexaphenylethan her, bei dem er eine biradikale Struktur vermutete. Dies konnte jedoch nicht falsifiziert werden. Um eine Phenyl-Gruppe einzufügen nutzte Wittig Phenyl-Lithium, welches sich als starkes Reagenz zur Phenylierung erwies. So postulierte Wittig, dass Dehydrobenzol. Im Laufe seiner Forschungen und Experimente stieß er so auf einen Mechanismus zur Herstellung von Vitamin A ohne die Nutzung eines zuvor unumgänglichen Patents. Durch die vielfältigen Einsatz-Möglichkeiten ist sein Werk und sein Wirken für die Chemie sowohl damals als auch heute unverzichtbar.

Abschluss 1: *Somit sind durch Wittig heute Vitamine und Vitamin-Präparate sogar im Supermarkt erhältlich, da die Synthese von Naturstoffen und Vitaminen durch ihn wesentlich vereinfacht und verbilligt wurde. Wittig hatte einen großen Anteil daran, dass die Vitamin-Synthese heutzutage relativ einfach ist.*

Abschluss 2: *Dank der Wittig-Reaktion ist es heute sehr einfach, Vitamin-Präparate ohne aufwändigen Synthese-Weg und ohne zu Hilfenahme eines Patentes herzustellen. Somit muss man weder 118 g Karotten noch 147 g Butter täglich zu sich nehmen, um seinen Tages-Bedarf an Vitamin A zu decken. Nimmt man eine Vitamin A-Tablette, welche synthetisch hergestellt wurde, ist der Tages-Bedarf in einem Zug gedeckt.*

Quellen:

1. <http://www.uni-heidelberg.de/institute/fak12/texte/wittig.html>, 17.02.2019 (Quelle verschollen, 19.01.2021)
2. R. W. Hoffmann; Angew. Chemie; Wiley-VCH, Weinheim 2001
3. G. Wittig, M. Rieber; Justus Liebigs Ann. der Chemie, 1949 Bd. 562
4. G. Wittig, L. Löhrmann; Justus Liebigs. Ann der Chemie 1942 Bd. 550
5. T. Laue, A. Plagens; Namen- und Schlagwort-Reaktionen; Teubner, Stuttgart 1998
6. P. Sykes; Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie, VCH, Weinheim 1988
7. A. Wollrab; Organische Chemie; Springer, Heidelberg 2002
8. H. Becker, W. Berger, G. Domschke; Organikum; Wiley-VCH; Weinheim 2001
9. CD Römpp Chemie Lexikon Version 1.0, Thieme, Stuttgart 1995
10. P. Nuhn; L. Wessjohann; Naturstoffchemie: Mikrobielle, pflanzliche und tierische Naturstoffe; S. Hirzel Verlag, Stuttgart; 4. Auflage, 2006