

Mitteilung aus dem Pharmazeutischen Institut der Kaiserlichen Universität Tokio und der Pharmazeutischen Fachschule Tokio

Molekülverbindungen von Harnstoffderivaten

Von Eiji Ochiai und Sodi Kuroyanagi

Mit 9 Abbildungen

(Eingegangen am 28. Januar 1941)

Bekanntlich haben die Molekülverbindungen, die aus den Komponenten: Barbitursäurederivat und Phenylmethylpyrazolonderivat gebildet werden¹⁾, als Medikament große Erfolge zu verzeichnen. Weiter sind verschiedene Molekülverbindungen aus Harnstoff mit Phenolen schon bekannt.²⁾ Von den Harnstoffderivaten hat Kremann³⁾ nachgewiesen, daß Monomethylharnstoff, symm.- sowie asymm.-Dimethylharnstoff mit Phenol Molekülverbindungen bilden.

Zur Erweiterung der Kenntnis dieser Produkte haben wir untersucht⁴⁾, ob sich Molekülverbindungen des binären Systems aus Methylharnstoff, Phenylharnstoff oder Butyrylharnstoff mit Phenolen, Carbonsäuren, Pyramidon usw. bilden oder nicht. Hiernach bildet Butyrylharnstoff keine Verbindung, während Methylharnstoff mit p-Nitrophenol im Verhältnis 1:1 und Phenylharnstoff mit p-Nitrophenol im Verhältnis 1:1, mit Resorcin im Verhältnis 1:1, sowie 1:5 Molekülverbindungen bilden. Ferner haben wir das binäre System aus Propionylharnstoff

¹⁾ P. Pfeiffer, Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 146, 98 (1925); P. Pfeiffer u. O. Angern, Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 154, 276 (1926); R. (Sédél), Seydel, Inaugural-Dissertation der Universität Bonn (1928); Pfeiffer u. E. Ochiai, J. pr. Chem. [2] 136, 129 (1933).

²⁾ P. Pfeiffer, Organische Molekülverbindungen (1927) 313, 114; A. S. Wetrow, C. 1938, II, 1755; K. Hrynakowski u. F. Adamanis, C. 1940, II, 1121.

³⁾ Mh. Chem. 31, 843 (1910).

⁴⁾ J. pharmac. Soc. Japan 58, 851 (1938).

mit p-Nitrophenol bzw. 2-Mercapto-4-methylthiazol untersucht, mit dem Ergebnis, daß hierbei ebenfalls keine Molekülverbindung entsteht.

Hiernach können die Alkyl- bzw. Aryl-harnstoffe, wie der Harnstoff selbst, Molekülverbindungen bilden, dagegen scheint das Monoureid*) diese Eigenschaft verloren zu haben. Das ist merkwürdig, weil sich die Barbitursäure, die ein Diureid*) ist, an Sarkosinanhidrid bzw. Pyrazolonderivaten⁵⁾ anlagern kann.

Um das Verhalten an kettenartigen Diureiden zu prüfen, haben wir das binäre System aus N,N'-Dipropionylharnstoff mit den unten angegebenen 13 Verbindungen untersucht.

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Resorcin | 8. Diäthylbarbitursäure |
| 2. p-Nitrophenol | 9. m-Nitrobenzaldehyd |
| 3. 2-Mercapto-4-methylthiazol | 10. Sulfanylamid ⁶⁾ |
| 4. Phenylharnstoff | 11. p-Sulfanylamidobenzolsulfodimethylamid ⁶⁾ |
| 5. Phenylthioharnstoff | 12. Sulfapyridin ⁶⁾ |
| 6. Diphenylamin | 13. Sulfathiazol. |
| 7. Pyramidon | |

7—13 bilden keine Verbindungen, während 1 und 6 je im Verhältnis 2:1 und 2—5 je im Verhältnis 1:1 Molekülverbindungen bilden.

Ferner wurden die binären Systeme aus Phenylthioharnstoff, Benzylthioharnstoff, Acetylthioharnstoff, sowie die ihnen verwandten heterocyclischen Verbindungen, 2-Mercapto-4-methylimidazol-5-carbonsäureäthylester und 2-Mercapto-4-methylthiazol, mit p-Nitrophenol bzw. Resorcin untersucht. Phenylthioharnstoff, Benzylthioharnstoff, Acetylthioharnstoff und 2-Mercapto-4-methylimidazol-5-carbonsäureäthylester bilden keine Molekülverbindung; nur 2-Mercapto-4-methylthiazol bindet p-Nitrophenol bzw. Resorcin im Verhältnis 1:1 bzw. 3:1. Hieraus folgt, daß Thioharnstoffderivate im Vergleich zu den entsprechenden Harnstoffderivaten weniger Neigung besitzen,

*) Anmerkung des Herausgebers: Der Verfasser bezeichnet als Monoureide die mit einem Säurerest substituierten Harnstoffderivate; als Diureide solche, die an zwei Gruppen substituierte Säurereste enthalten.

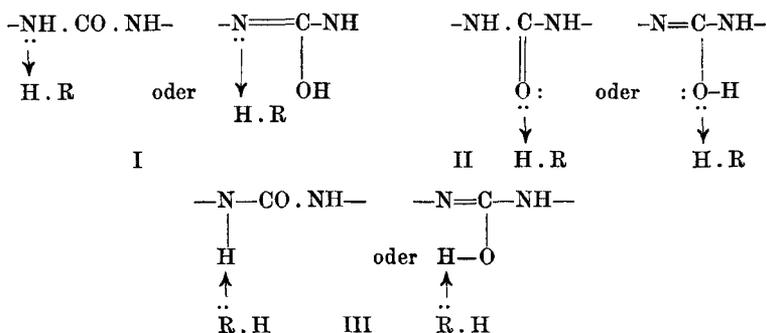
⁶⁾ R. Seydel, Inaugural-Dissertation der Universität Bonn (1928), 24, 63.

⁵⁾ S. Kuroyanagi, J. pharmaz. Soc. Japan 60, 301—03 (1940).

sich an Phenole anzulagern. Ferner wurde das System Phenylthioharnstoff-Phenylharnstoff untersucht. Es gab ebenfalls keine Molekülverbindung.

Aus diesen Ergebnissen kann man entnehmen, daß Harnstoff, Alkyl- bzw. Arylharnstoff und Diureide oftmals fähig sind, Molekülverbindung zu bilden, und zwar mit den Verbindungen, die ein aktives Wasserstoffatom oder eine Säureimid-Gruppe enthalten.

Danach nehmen wir an, daß Harnstoff und seine Derivate durch Wasserstoff-Bindung (Hydrogen Bond) Molekülverbindungen bilden können. Sie geben Molekülverbindung, wenn sie mit einem anderen Molekül eine stabile Wasserstoff-Bindung eingehen. Hierbei sind drei Bindungsarten: I, II und III möglich, weil das Wasserstoffatom, sowie das Sauerstoff- bzw. Stickstoffatom in ihrem gemeinsamen Grundskelett imstande ist, sich an der Bildung einer Wasserstoff-Bindung zu beteiligen.



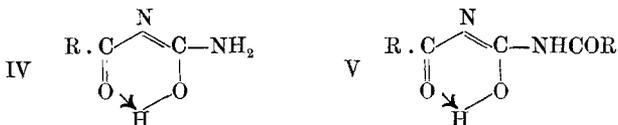
Die Formel I stimmt mit der Ansicht von Hrynakowski und Adamanis⁷⁾ überein, die sie bei der Anlagerung von Harnstoff an Phenole annahmen. Das ist zwar nicht ausgeschlossen; man kann aber damit nicht erklären, warum Thioharnstoffderivate im Gegensatz zu den entsprechenden Harnstoffderivaten mit Phenolen keine Molekülverbindung bilden. Erst auf Grund der Formel II ist das verständlich. Bekanntlich sollte die Stabilität der Wasserstoff-Bindung des Phenolwasserstoffs beim Carbonyl viel größer sein als beim Thiocarbonyl⁸⁾, so daß

⁷⁾ C. 1940, II, 1121.

⁸⁾ L. Pauling, The Nature of Chemical Bond, 271, (1939).

die Bindung zwischen Thioharnstoffderivaten und Phenolen labil sein müßte.

Das Monoureid, das bis jetzt keine Molekülverbindung bildete, würde in seiner Pseudoharnstoff-Form durch Chelation des Enolwasserstoffes am Carbonyl einen stabilen Ring (IV)⁹⁾ bilden, so daß es schwierig scheint, es an andere Moleküle anzulagern. Das Diureid (V) enthält dagegen noch 1 Atom Carbonylsauerstoff mehr, welches am aktiven Wasserstoff anlagern kann, wie z. B. bei der Molekülverbindung des Dipropionylharnstoff-Phenylthioharnstoff-Systems.



Beim Diureid ist auch die Formel III möglich, welche mit der Ansicht von Pfeiffer und seinen Mitarbeitern¹⁰⁾ übereinstimmt, die sie bei den Molekülverbindungen von Barbitursäurederivaten mit Pyrazolonderivaten bzw. Sarkosinanhidrid annehmen. Sein Imidwasserstoff zwischen zwei Carbonylen sollte viel aktiver sein als beim Aryl- bzw. Alkylharnstoff. Danach sollte sich der Imidwasserstoff nicht an Stickstoff, sondern an Carbonylsauerstoff anlagern, wie bei der Formel II.

Um die Annahme zu kontrollieren, haben wir das binäre System aus Harnstoff mit Phenylharnstoff, Monopropionylharnstoff bzw. Dipropionylharnstoff untersucht. Hierbei bildet nur das System Harnstoff-Dipropionylharnstoff im Verhältnis 1:1 eine Molekülverbindung, in Übereinstimmung mit der obigen Ansicht.

Beschreibung der Versuche

Die thermische Analyse der binären Systeme wurde nach der Methode von H. Rheinboldt¹¹⁾ durchgeführt, und die so aufgenommenen Auftau-Schmelzkurven wurden kritisiert. Das Kurvenbild wurde nur von denjenigen Systemen gegeben, die Molekülverbindungen bilden.

⁹⁾ Seinen relativ höheren Schmelzpunkt können wir aber noch nicht erklären.

¹⁰⁾ R. Seydel, Inaugural-Dissertation der Universität Bonn (1928), 15.

¹¹⁾ J. prakt. Chem. [2] 111, 242 (1925).

A. Versuche mit Monopropionylharnstoff

Monopropionylharnstoff wurde aus Harnstoff und Propionylchlorid hergestellt. Weiße Nadeln aus Methanol. Trotz wiederholtem Umkrystallisieren konnten wir seinen Schmelzpunkt nicht höher als 204° steigern¹²⁾.

3,2850 mg Subst.: 4,950 mg CO₂, 2,090 mg H₂O.

C₄H₈O₂N₂ Ber. C 41,38 H 6,90 Gef. C 41,10 H 7,12

Daten für die Auftauschmelzkurven

System mit p-Nitrophenol											
% p-Nitrophenol	0	10,4	27,3	31,0	40,6	50	60	70	80	90	100
Auftaupunkte in °	202	130	93	93	93	93	93	93	93	93	111
Schmelzpunkte in °	204	200	191	188,5	181	170,5	158	135	106	105	113

Resultat: Keine Molekülverbindung

System mit 2-Mercapto-4-methylthiazol											
% 2-Mercapto-4-methylthiazol	0	5,05	10,5	15,7	20,8	25,8	31,6	36,7	41,5	50,9	60
Auftaupunkte in °	70	80	90	98	100	78	78	78	79,5	82	82
Schmelzpunkte in °	202	150	118	95	79	82	82	82	79,5	82	82
	82	82	82	82	86						
	204	202,5	200,5	198,5	197	195	192	190	187	179	171,5
	159	146	116	86	88						

Resultat: Keine Molekülverbindung

B. Versuche mit N, N'-Dipropionylharnstoff

N, N'-Dipropionylharnstoff wurde nach der Vorschrift von R. W. Stoughton¹³⁾ hergestellt. Schmp. $104-105,5^{\circ}$

Daten für die Auftauschmelzkurven

System mit Resorcin											
% Resorcin	0	5	10	15,3	20,3	25,1	30,4	35,1	40,3	45	50
Auftaupunkte in °	55	60	65,3	70,1	75	80,1	85	89,9	100		
Schmelzpunkte in °	104	89,5	82	81	81	81	67	56,5	56	56	56
	56	56	56	56	56	56	65	75	108		
	105,5	101,5	97	90,5	83	83	82	79,5	73,5	67	60
	63	68	75	82	88	94	98	102,5	110		

Resultat: Eine Molekülverbindung (Resorcin: Dipropionylharnstoff = 1:2)¹³⁾

¹²⁾ R. W. Stoughton gaben für den Schmelzpunkt $210-211^{\circ}$.
Vgl. C. 1939, I, 397.

¹³⁾ Vgl. Abb. 1.

System mit p-Nitrophenol												
% p-Nitrophenol	{	0	10,3	15,4	20	26,6	30	35	40	45	50,4	55
		60,1	63	65,4	70	75,2	80	85	89,9	95	100	
Auftaupunkte in °	{	104	82	76	75	75	75	75	76	78	73	70
		70	70	70	70	70	71,5	74	82	94	111	
Schmelzpunkte in °	{	105,5	98,5	94	90,5	84	78,5	79	80,5	81	80,5	78,5
		75	72	78	88	95	101	106	109	111,5	113	

Resultat: Eine Molekülverbindg. (p-Nitrophenol : Dipropionylharnstoff = 1:1) ¹⁴⁾

System mit 2-Mercapto-4-methylthiazol												
% 2-Mercapto- 4-methylthiazol	{	0	10	20	30	35	40	42	43	47	50	55
		60	64	70	73	80	90	100				
Auftaupunkte in °	{	104	71	71	71	71	71	71	69	66,5	65	65
		65	65	65	65	65	65	86				
Schmelzpunkte in °	{	105,5	100,5	94,5	88	84	80	78	77,5	76	76	75
		73	71	68,5	69	74	82	88				

Resultat: Eine unter Zersetzung schmelzende Molekülverbindung
(2-Mercapto-4-methylthiazol : Dipropionylharnstoff = 1:1) ¹⁵⁾

System mit Phenylharnstoff												
% Phenylharn- stoff	{	0	2	4	5	10	15	20,2	25,3	30,2	35,1	40
		44	45	50	55	60	65	70	75	78	80,1	85
		90,2	95	100								
Auftaupunkte in °	{	104	102	101,5	101,5	101,5	101,5	101,5	101,5	101,5	102	117
		142	136	127	127	127	127	127	127	127	127	127
		127	127,5	145								
Schmelzpunkte in °	{	105,5	105	104,5	106,5	125	133	137	140	142,5	144	144,5
		145	145	144	143,5	141,5	139	137	133	130,5	132,5	135,5
		139	143	147								

Resultat: Eine Molekülverbindung (Phenylharnstoff : Dipropionylharnstoff = 1:1) ¹⁶⁾

System mit Phenylthioharnstoff												
% Phenylthio- harnstoff	{	0	5	10	15	20	25	30	35	40	42	45
		47	50	55,1	60	65	70,1	75	80	90	100	
Auftaupunkte in °	{	104	91,5	89	89	89	89	89	89	89	89	93
		94,5	94	94	94	94	94	94	95	112	152	
Schmelzpunkte in °	{	105,5	103	100	97	93,5	92	95	97	99	106	111
		112,5	115,5	120,5	125	129	134	137	141,5	148	154	

Resultat: Eine unter Zersetzung schmelzende Molekülverbindung
(Phenylthioharnstoff : Dipropionylharnstoff = 1:1) ¹⁷⁾

¹⁴⁾ Vgl. Abb. 2.

¹⁵⁾ Vgl. Abb. 3.

¹⁶⁾ Vgl. Abb. 4.

¹⁷⁾ Vgl. Abb. 5.

System mit Diphenylamin											
% Diphenylamin	0	10	20	30	33	35	38	40	50	60	70
	80	90	95	100							
Auftaupunkte in °	104	77,5	77	77	77,2	65	56,5	53	48	48	48
	48	48	48	52							
Schmelzpunkte in °	105,5	101	96	89	86	80	80,5	81	79	76	70
	62	52	51,5	54							

Resultat: Eine unter Zersetzung schmelzende Molekülverbindung
(Diphenylamin : Dipropionylharnstoff = 1 : 2)¹⁸⁾

System mit Pyramidon											
% Pyramidon	0	7,03	10,45	15	20	25	30,6	35,1	40	45,2	50,5
	55	60,3	65,3	70	75,1	80	85	90	95	100	
Auftaupunkte in °	104	83	76	69	64	63	63	63	63	63	63
	63	63	63	63	63	66	70,5	78	85	104	
Schmelzpunkte in °	105,5	101	99,5	98	95,5	92,5	89	85,5	82	77	70,5
	67	69	77	82	87	92	96	100	104	106	

Resultat: Keine Molekülverbindung

System mit Veronal											
% Veronal	0	5	10	15	18	20	25	30	40	50	57
	60	63	65	68	70	73	75	77	80	85	100
Auftaupunkte in °	104	95,5	95	95	95	95	95	95	95	95	95
	95	95	95	95	95	95	95	95	96	113	187
Schmelzpunkte in °	105,5	104	102	99,5	97	97	109	119	137,5	150	158
	162	166	163,5	171	172,5	174	175	176,6	178	180	189

Resultat: Keine Molekülverbindung

System mit m-Nitrobenzaldehyd											
% m-Nitrobenz- aldehyd	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	104	71	48	47	47	47	47	47	47	48	56
Schmelzpunkte in °	105,5	100	96	90	84,5	79	69	58	49,5	54	58

Resultat: Keine Molekülverbindung

System mit Sulfathiazol											
% Sulfathiazol	0	5	10	18	20	30	40	45	50	55	60
	70	75	80	90	100						
Auftaupunkte in °	104	95	95	95	95	95	95	94	93	91	88
	85	86	88	137	194						
Schmelzpunkte in °	105,5	105	103	110	115	132	142,5	146	150,5	154	157
	163	165	170	182	196						

Resultat: Keine Molekülverbindung

¹⁸⁾ Vgl. Abb. 6.

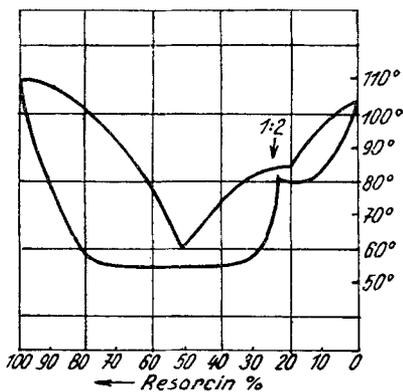


Abb. 1. N-N'-Dipropionylharnstoff
+ Resorcin

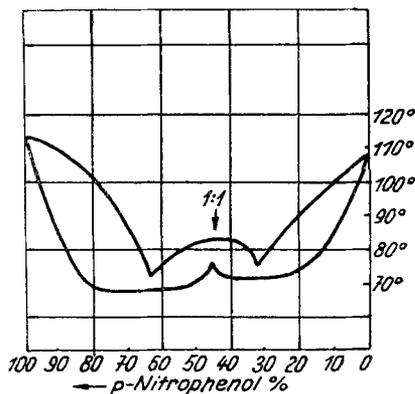


Abb. 2. N-N'-Dipropionylharnstoff
+ p-Nitrophenol

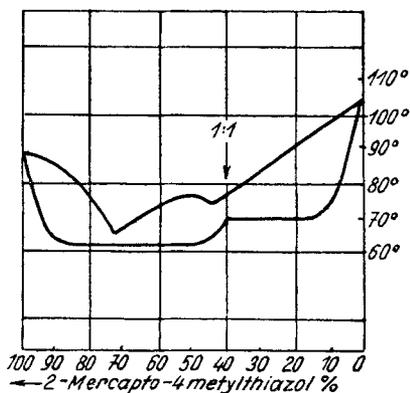


Abb. 3. N-N'-Dipropionylharnstoff
+ 2-Mercapto-4-methylthiazol

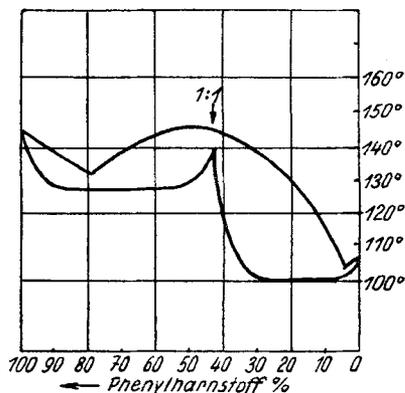


Abb. 4. N-N'-Dipropionylharnstoff
+ Phenylharnstoff

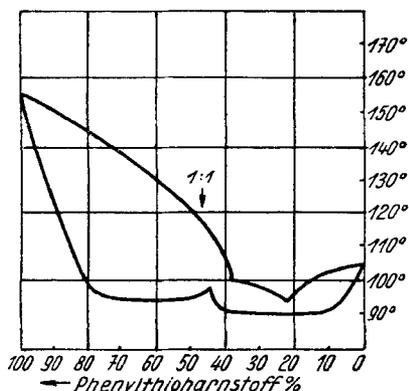


Abb. 5. N-N'-Dipropionylharnstoff
+ Phenylthioharnstoff

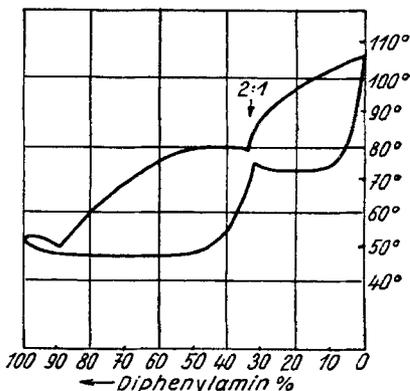


Abb. 6. N-N'-Dipropionylharnstoff
+ Diphenylamin

C. Versuche mit Thioharnstoffderivaten bzw. ihren Verwandten

1. Mit Phenylthioharnstoff

Daten für die Auftauschmelzkurven

System mit Phenylharnstoff											
% Phenylharnstoff	{ 0	10	20	30	40	45	50	55	60	65	70
	{ 75	80	90	100							
Auftaupunkte in °	{ 152	111	102	101	101	101	101	101	101	101	101
	{ 101	101	115	145							
Schmelzpunkte in °	{ 154	146	136	125	115	109	106,5	111	118	122	125
	{ 128	133	139	147							

Resultat: Keine Molekülverbindung

System mit Resorcin											
% Resorcin	{ 0	10,3	17	19	23,3	30,9	33	35,5	38,1	43,3	47,6
	{ 49	55,5	58	59,6	65,9	70,3	82	88,3	95,3	100	
Auftaupunkte in °	{ 152	86	72	71	71	71	71	71	71	71	71
	{ 71	71	71	71	71	71	71	81,5	98	108	71
Schmelzpunkte in °	{ 154	146,5	139	137	134	119	115	109	102	92	85,5
	{ 83	75,5	73	78	89	94	104	106	108	110	

Resultat: Keine Molekülverbindung

System mit p-Nitrophenol											
% p-Nitrophenol	{ 0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Auftaupunkte in °	{ 152	85	77	77	79	80	80	80	81	93	111
Schmelzpunkte in °	{ 154	142	136	126	117	102	88	89,5	101	109	113

Resultat: Keine Molekülverbindung

2. Mit Benzylthioharnstoff

Daten für die Auftauschmelzkurven

System mit Resorcin											
% Resorcin	{ 0	9,2	14,6	20	25,2	28,4	35,1	39,5	44,2	50	54,8
	{ 59,5	62	63,7	68	76	79,7	84,3	91	95,8	100	
Auftaupunkte in °	{ 157	122	102	88	84	84	84	84	84	84	84
	{ 84	84	84	84	84	84	86	93	100	108	84
Schmelzpunkte in °	{ 159	157	152	146	140	137	129	122	115	107	99
	{ 91	86	88	92	102	104	105,5	108	109	110	

Resultat: Keine Molekülverbindung

System mit p-Nitrophenol

% p-Nitrophenol	{	0	20	25,8	29,2	35,2	39,6	49,6	50,2	56	59,9	64,9
		70	72	75	80	85	90	100				
Auftaupunkte in °	{	157	88	84	84	84	84	84	84	85	86	87
		87	87	87	88	89,5	90	108				
Schmelzpunkte in °	{	159	146,5	142,5	139	134	130,5	120,5	120	112	107	99
		90	92	96	100,5	104	108	110				

Resultat: Keine Molekülverbindung

3. Mit Acetylthioharnstoff

Daten für die Auftauschmelzkurven

System mit Resorcin

% Resorcin . . .	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Auftaupunkte in °	163	98	79	79	79	79	79	79	79	79	108
Schmelzpunkte in °	165	159	149	138	123,5	110	90	87	98	105	110

Resultat: Keine Molekülverbindung

System mit p-Nitrophenol

% p-Nitrophenol	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Auftaupunkte in °	163	111	88	88	88	88	88	88	88	88	111
Schmelzpunkte in °	165	161	154	144	134	123	108	92	99	106,5	113

Resultat: Keine Molekülverbindung

4. Mit 2-Mercapto-4-methylimidazol-5-carbonsäureäthylester

Daten für die Auftauschmelzkurven

System mit Resorcin

% Resorcin	0	10	20	30	39,9	49,8	59,6	70	79,8	89,9	100
Auftaupunkte in °	227	Zers.	Zers.	78	78	78	78	78	78	88	108
Schmelzpunkte in °	229	Zers.	Zers.	197	178	153,5	123	86	94	105	110

Resultat: Keine Molekülverbindung

System mit p-Nitrophenol

% p-Nitrophenol	0	10	20	30	40	49,8	59,8	69,7	79,6	89,5	100
Auftaupunkte in °	227	Zers.	Zers.	Zers.	Zers.	92	99	99	99	99	111
Schmelzpunkte in °	229	Zers.	Zers.	Zers.	Zers.	185	154	131	101	108	113

Resultat: Keine Molekülverbindung

5. Mit 2-Mercapto-4-methylthiazol. Daten für die Auftauschmelzkurven

		System mit Resorcin										
% Resorcin	{	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50	55
		60	70	80,5	85	90	95	100				
Auftaupunkte in °	{	87	82	82	84	89	73	64	62	62	62	62
		62	62	62	63	71	91	108				
Schmelzpunkte in °	{	89	84	93	94	94,5	93,5	91	88,5	82	69	66
		72	85	96	100	103	107	110				

Resultat: Eine Molekülverbindung (Resorcin: 2-Mercapto-4-methylthiazol = 1:3)¹⁹⁾

		System mit p-Nitrophenol										
% p-Nitrophenol	{	0	5,2	10	15	20	25	30	35	40,2	45,2	50
		51,4	55	60	65	70	75	80	85,1	90	95	100
Auftaupunkte in °	{	87	71	70	70	70	70	70	70	74	84	92
		93,5	88,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	86,5	87	90	111
Schmelzpunkte in °	{	89	84	79,5	74	78	84	88,5	91	93	94,5	95,2
		95,5	95	94	92,2	89,5	91,5	97	102	106	110	113

Resultat: Eine Molekülverbindung (p-Nitrophenol: 2-Mercapto-4-methylthiazol = 1:1)²⁰⁾

D. Versuche mit Harnstoff. Daten für die Auftauschmelzkurven

		System mit N,N'-Dipropionylharnstoff										
% N,N'-Dipro- pionylharnstoff	{	0	10	20	30	40	50	60	70	74,3	80	90
		94	95	96	97	98	99	100				
Auftaupunkte in °	{	130	118	118	118	118	118	119	123	125	98	97
		97	97	97	97	97	98	104				
Schmelzpunkte in °	{	132	129	126	121,5	126	128	129,5	130,5	130,5	130	123
		113	110	102	101	103	105	105,5				

Resultat: Eine Molekülverbindung (N,N'-Dipropionylharnstoff: Harnstoff = 1:1)²¹⁾

		System mit Monopropionylharnstoff										
% Monopro- pionylharnstoff	{	0	5	10	15	20	30	40	50	58,2	66,5	79,6
		89	100									
Auftaupunkte in °	{	130	119	119	119	119	119	119	119	124	129	145
		168	202									
Schmelzpunkte in °	{	132	120	130	139	145,5	155	164	172	176,5	183	192
		196	204									

Resultat: Keine Molekülverbindung

		System mit Phenylharnstoff										
% Phenylharnstoff	{	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Auftaupunkte in °	{	130	119	106	106	106	106	106	106	106	108	145
Schmelzpunkte in °	{	132	130	127	122	118,5	115	111	116	126	135	147

Resultat: Keine Molekülverbindung

¹⁹⁾ Vgl. Abb. 7.

²⁰⁾ Vgl. Abb. 8.

²¹⁾ Vgl. Abb. 9.

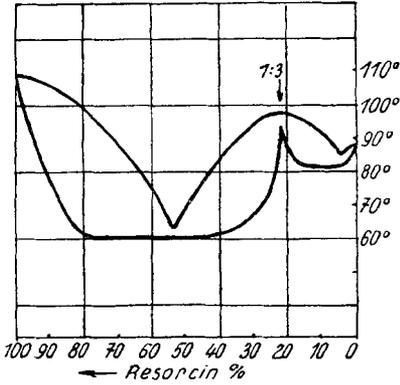


Abb. 7. 2-Mercapto-4-methylthiazol + Resorcin

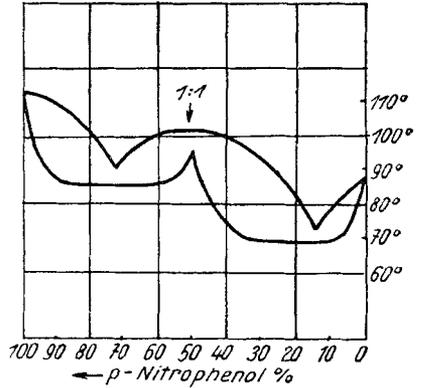


Abb. 8. 2-Mercapto-4-methylthiazol + p-Nitrophenol

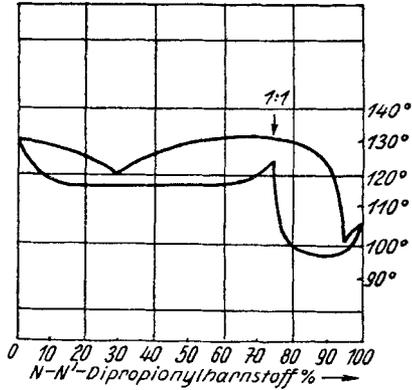


Abb. 9. Harnstoff + N-N'-Dipropionylharnstoff