

Der Einfluss von Phosphaten auf die Wasserbindung des Fleisches

1. Messung der Wasserbindung

Der Einfluss des Kochsalzes und der Phosphate auf die Wasserbindung des Fleisches ist bei wechselndem pH untersucht worden.

Die Wasserbindung in der Kälte ist gemessen worden nach Abzentrifugieren des nicht-gebundenen Wassers nach 16-stündiger Quellung bei + 3 °C. Die Wasserbindung nach Erhitzen ist gemessen worden durch Dekantieren der nicht-gebundenen Flüssigkeit vom Fleisch nach 16-stündiger Quellung bei + 3 °C und nachherigem halbstündigen Erhitzen auf 80 °C im Wasserbad.

In jedem Versuch wurden 10 Fleischproben auf verschiedene pH-Werte eingestellt. Die Wasserbindung jeder Probe, d.h. das Fleischgewicht nach der Behandlung als Prozentsatz des Ausgangsgewichtes des Fleisches wurde nachher graphisch dargestellt in Abhängigkeit des pH. Jede Kurve ergibt somit die funktionelle Abhängigkeit der Wasserbindung des pH. Sind zwei oder mehr Kurven in einer Abbildung zusammengestellt, dann haben die Versuche mit demselben Fleisch in Parallelversuchen stattgefunden und können somit mit einander verglichen werden.

Trotz Einhaltung der Versuchsbedingungen wechseln die Absolutwerte von einem Versuch zum anderen. Die Kurven der unterschiedlichen Abbildungen dürfen daher nur in ihrem Gesamtverlauf aber nicht in ihren Absolutwerten mit einander verglichen werden.

Für jede Probe wurden 2 Gewichtsteile Fleisch auf 1 Teil Quellflüssigkeit genommen. Die auf den Abbildungen angegebenen Salzkonzentrationen sind auf das Fleisch bezogen worden.

Die meisten Versuche sind gemacht worden mit magerem Rindfleisch. Nachher ist auch mageres Schweinefleisch untersucht worden.

2. Versuche mit Rindfleisch

Der Zusatz von 0.5 % $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ oder $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ zum Quellwasser ergibt eine geringe Erhöhung der Wasserbindung in dem interessierenden Gebiet von pH 6 bis 6.5 (Abbildungen 1 und 2). Die Ionenkonzentration ist durch diese Zugabe aber auch erhöht worden, nämlich von 0.18 auf 0.26. Für diese Berechnung ist vorausgesetzt, dass die Ionenkonzentration im Fleisch 0.27 beträgt und die molare Ionenkonzentration bei pH \approx 6 von Pyrophosphat 5.0 und von Tripolyphosphat 9.0 beträgt.

Einen besseren Eindruck von der Wirksamkeit des Pyrophosphates vermitteln die Abbildungen 3 und 4. Daraus ergibt sich, dass die Wirksamkeit des Pyrophosphates in unerhitztem Fleisch in Kombination mit Kochsalz niedriger ist als die einer Salzzugabe ungefähr gleicher Ionenkonzentration. Für die Praxis empfiehlt es sich daher bei der Kalbfleischverwertung Kochsalz ohne Phosphat zu verwenden.

Die Wirksamkeit des Pyrophosphates und des Tripolyphosphates in Kombination mit Kochsalz bei höheren Ionenkonzentrationen in erhitztem Fleisch erläutern die Abbildungen 5 und 6. Die Wasserbindung ist in diesem Fall ganz wesentlich durch die Phosphatzusätze erhöht worden.

Abbildung 7 zeigt den Einfluss des Pyrophosphates in einem Versuch bei erhitztem und unerhitztem Fleisch. Nur beim Erhitzen übt also das Phosphat eine spezifische Wirkung auf die Wasserbindung aus.

Die weiteren Versuche haben nur mit erhitztem Fleisch stattgefunden.

Den grossen Einfluss der Kochsalzzugabe auf die Wirksamkeit des Pyrophosphates zeigt Abbildung 8. Bei Ionenkonzentrationen unter 0.40 wirkt eine Pyrophosphatzugabe kaum erhöhend auf die Wasserbindung. Nur bei höheren Ionenkonzentrationen macht sich die spezifische Wirkung des Pyrophosphates ganz bedeutend bemerkbar.

Orthophosphat hat bei der hohen Ionenkonzentration von 0.51 einen schwach positiven Einfluss (sich Abbildungen 9 und 10).

Grahamsches Salz ist in der gewählten Konzentration kaum wirksam (Abbildung 11). Wenn das dissoziierte Phosphation als einwertig betrachtet wird sind die Ionenkonzentrationen der Versuche etwas niedriger als die Vergleichsversuche mit Kochsalz. Da dieses Phosphatsalz einen grösseren Prozentanteil niedriger Phosphate enthielt ist noch ein zweiter Versuch gemacht worden mit einem Grahamschen Salz hochpolymerer Struktur (sich Abbildung 12). Die Verhältnisse haben sich dadurch aber kaum geändert. Dieses Phosphat ist nicht wirksamer als Kochsalz in derselben Konzentration. Da Grahamsches Salz ein guter Komplexbildner für Kalzium- (und Magnesium-) Ionen ist, so hätte man hier - wenn Bindung mehr-

wertiger Kationen durch das Phosphat eine bedeutende Rolle spielen würde - eine deutlich positive Wirkung erwarten können. Deshalb sind auch noch zwei Versuche gemacht worden mit dem Dinatrium Salz des EDTA (molekulare Ionenkonzentration $\mu = 4.5$ bei $\text{pH} \approx 6$). Die Abbildung 13 zeigt, dass mit diesem Salz sogar eine Depression der Wasserbindung eintritt. Mit einer dreifachen EDTA-Konzentration bleibt die Depression erhalten (Abbildung 14). Es sind hier gewiss andere Faktoren mit im Spiel als nur die Komplexbindung mehrwertiger Kationen.

Versuche mit magerem Schweinefleisch

Einige Versuche mit magerem Schweinefleisch über die Wirkung der Phosphate zeigten Ergebnisse wie beim Rindfleisch.

Abbildung 15 lässt den grossen Einfluss des Erhitzens erkennen auf die Wasserbindung und auf die Lage des isoelektrischen Punktes nach der Behandlung mit Kochsalz.

Bei ungefähr gleichhoher Ionenkonzentration zeigt die Kombination von Pyrophosphat mit NaCl beim unerhitzten Fleisch eine Wasserbindung die unterhalb derjenigen des reinen Kochsalzes liegt (Abbildung 16). Wird bei einem ähnlichen Versuch das Fleisch mit den Salzen erwärmt, so ergibt sich eine deutliche Überlegenheit des Phosphates (Abbildung 17).

Eine ähnliche positive Wirkung, obwohl nur bei den höheren pH-Werten, übt auch Tripolyphosphat auf die Wasserbindung des erhitzten Fleisches aus (Abbildung 18).

Wasserbindung
in %

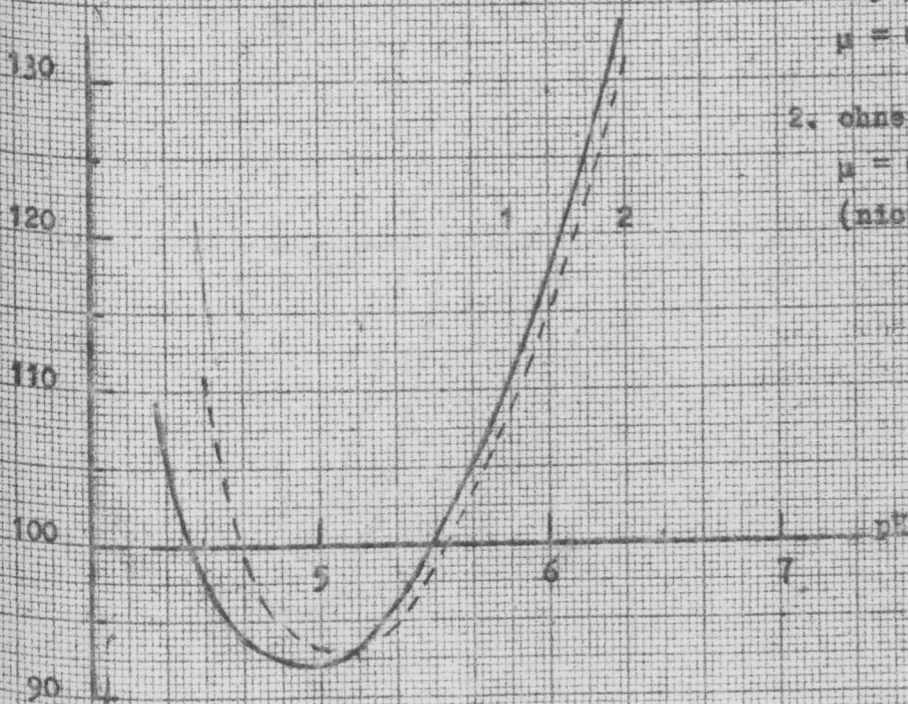


Abb. 1

- 1. 0.5 % Pyrophosphat
 $\mu = 0.26$
- 2. ohne Zusatz
 $\mu = 0.18$
(nicht erhitzt)

Wasserbindung
in %

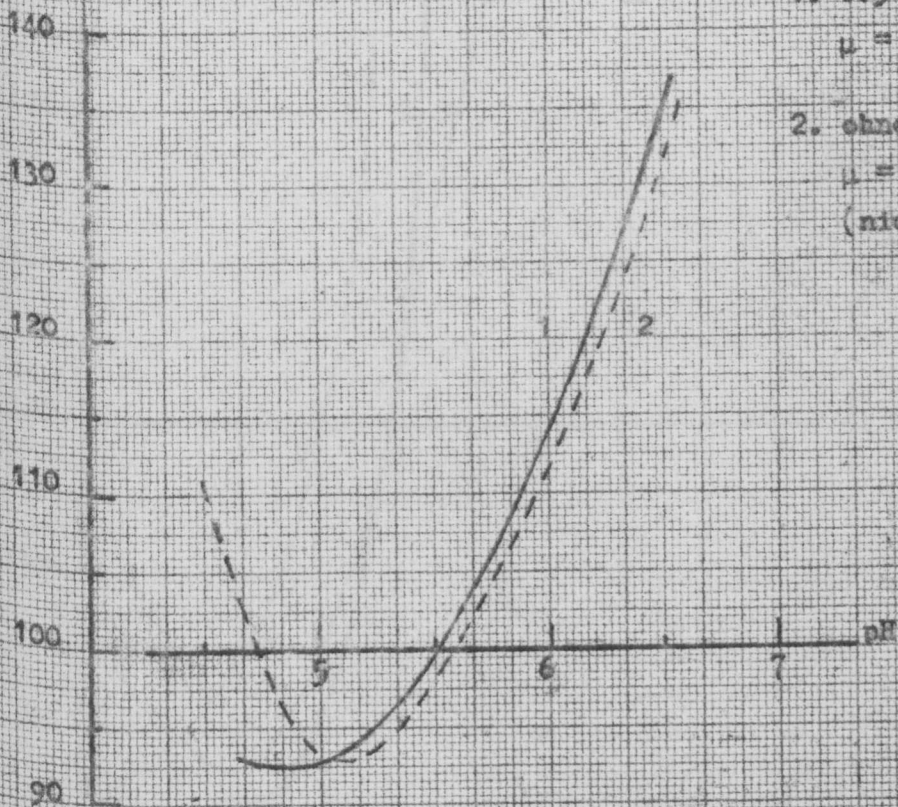


Abb. 2

- 1. 0.5 % Tripolyphosphat
 $\mu = 0.26$
- 2. ohne Zusatz
 $\mu = 0.18$
(nicht erhitzt)

Wasserbindung
in %

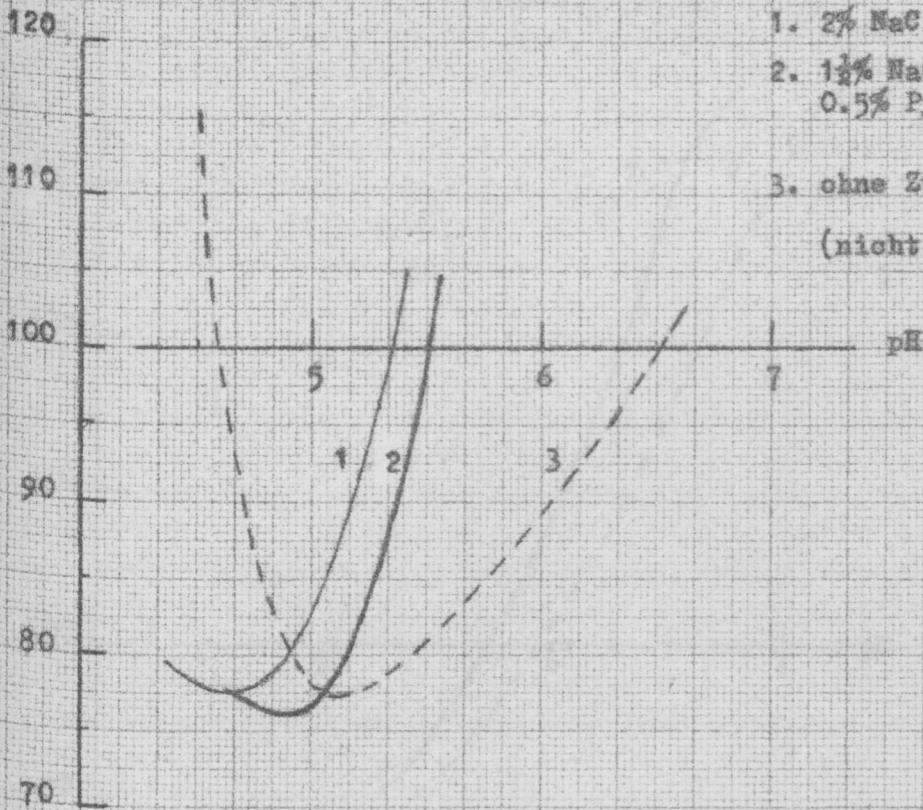


Abb. 3

1. 2% NaCl $\mu = 0.41$
 2. 1½% NaCl +
0.5% Pyrophosphat $\mu = 0.42$
 3. ohne Zusatz $\mu = 0.18$
- (nicht erhitzt)

335

Wasserbindung
in %

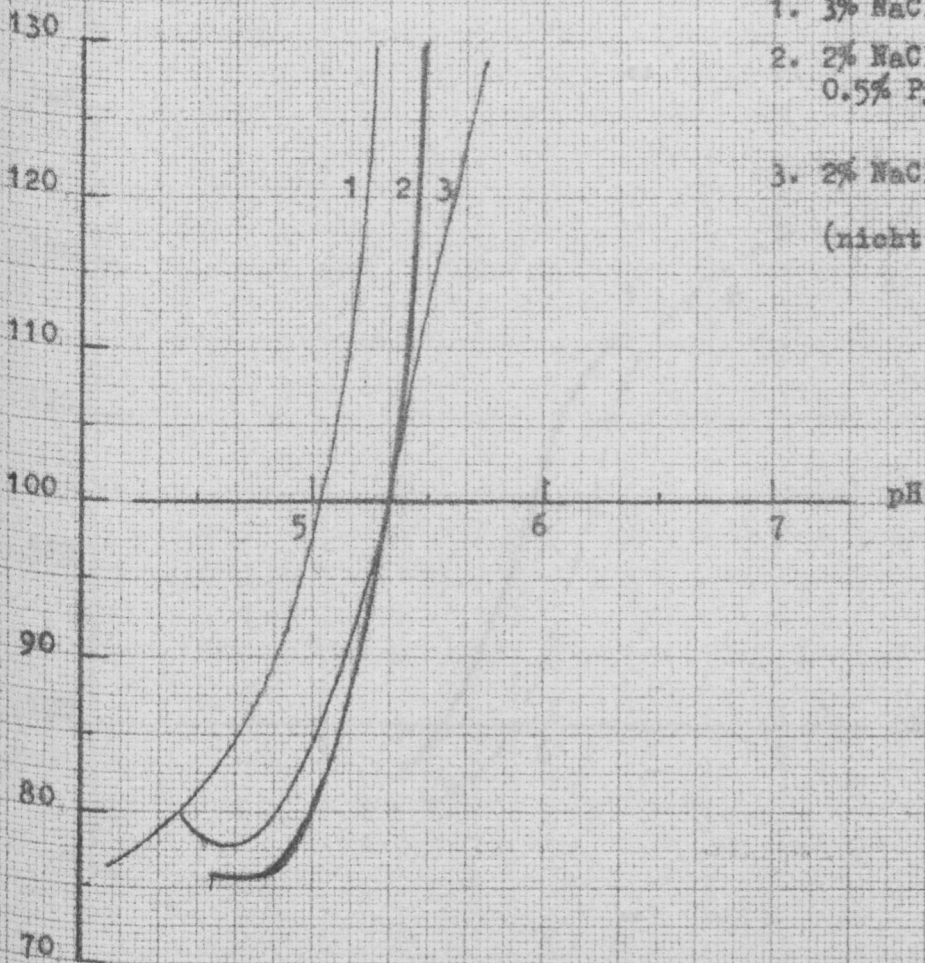


Abb. 4

1. 3% NaCl $\mu = 0.51$
 2. 2% NaCl +
0.5% Pyrophosphat $\mu = 0.48$
 3. 2% NaCl $\mu = 0.41$
- (nicht erhitzt)

Wasserbindung
in %

140

130

120

110

100

90

pH

Abb. 5

- 1. 2 % NaCl +
0.5 % Pyrophosphat
 $\mu = 0.48$
- 2. 3 % NaCl
 $\mu = 0.51$
(erhitzt)

1

2

Wasserbindung
in %

140

130

120

110

100

90

pH

Abb. 6

- 1. 2 % NaCl +
0.5 % Tripolyphosphat
 $\mu = 0.49$
- 2. 3 % NaCl
 $\mu = 0.51$
(erhitzt)

1

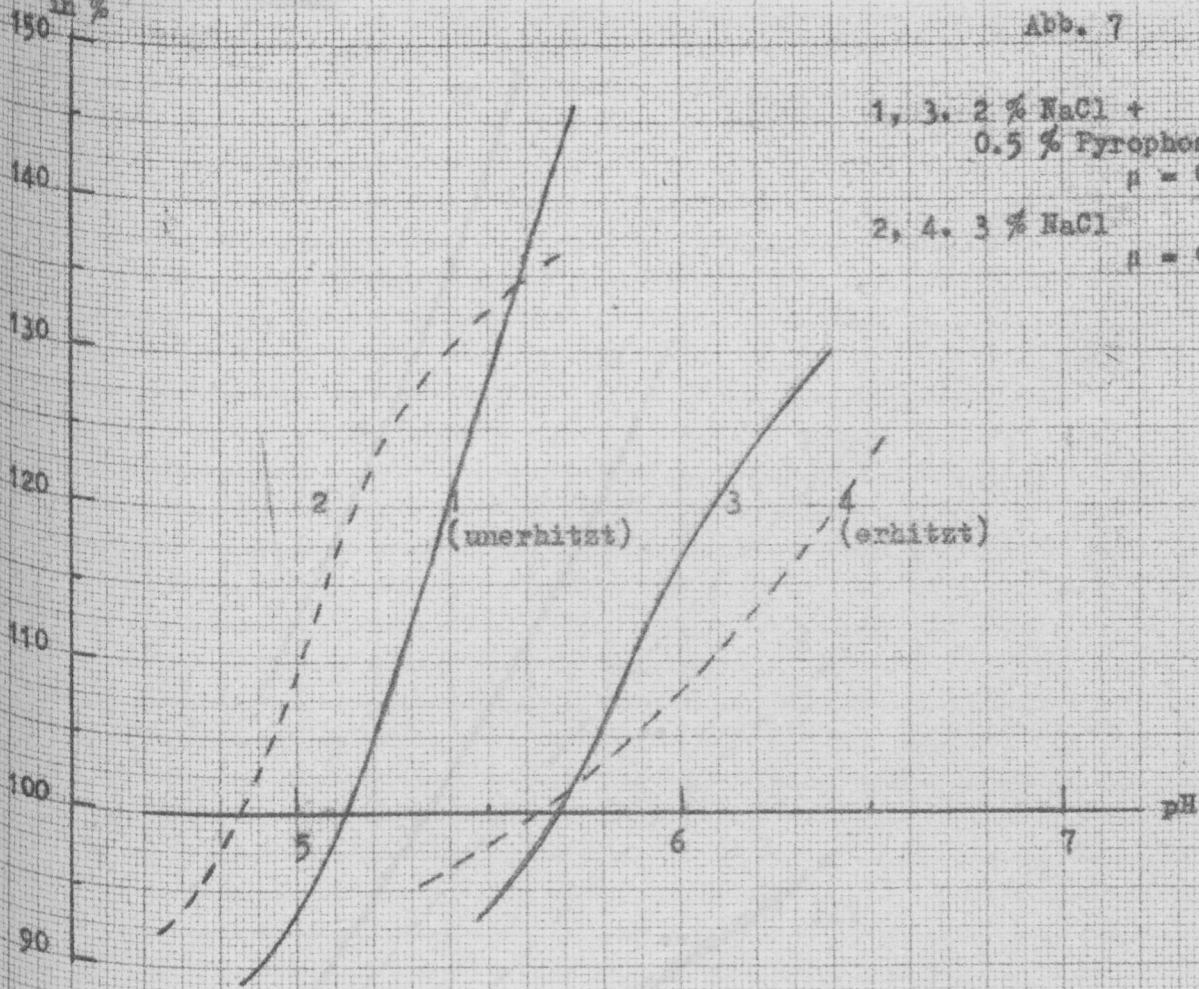
2

Wasserbindung
in %

Abb. 7

1, 3. 2 % NaCl +
0.5 % Pyrophosphat
 $\mu = 0.48$
2, 4. 3 % NaCl
 $\mu = 0.51$

332



Wasserbindung
in %

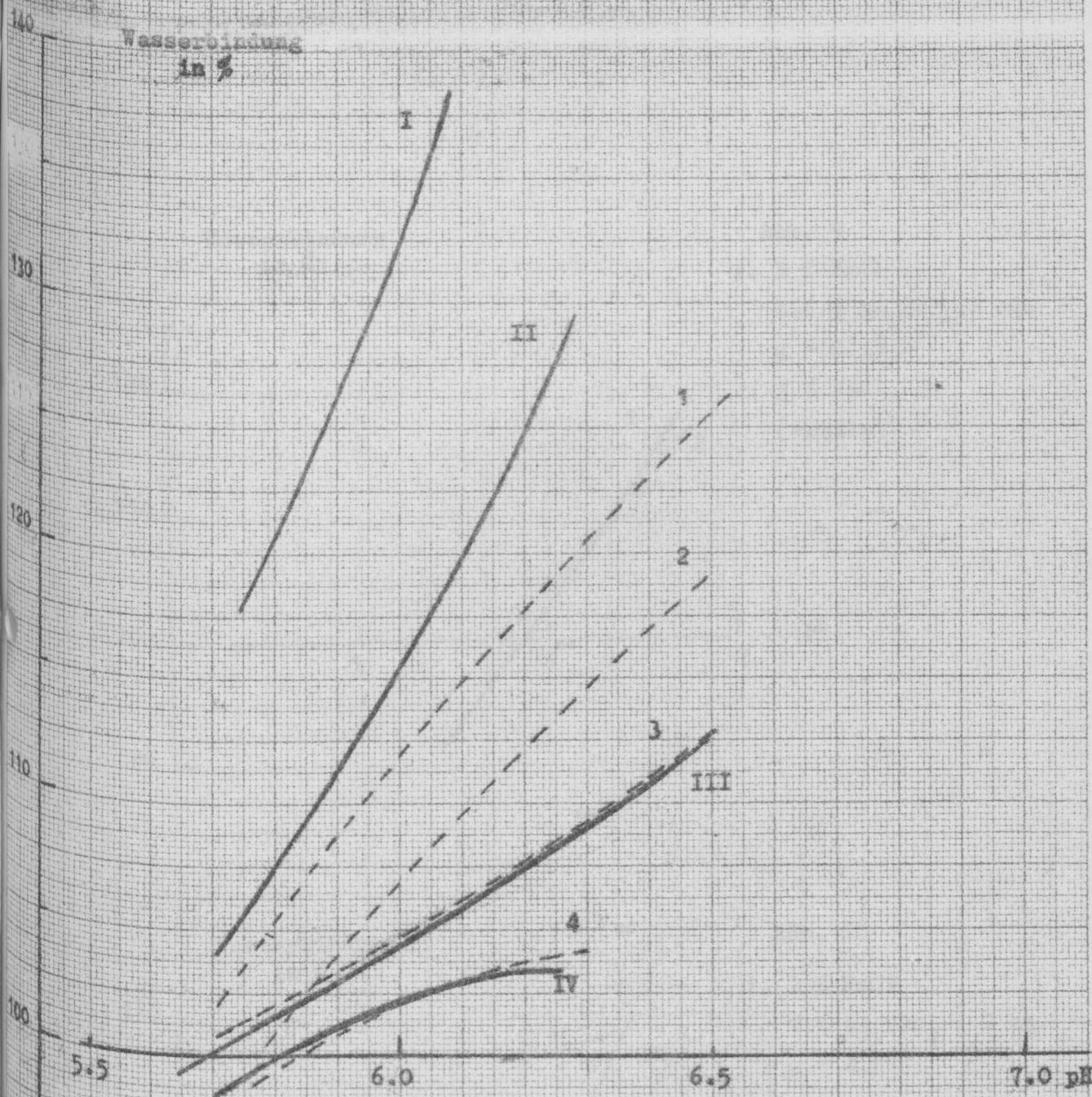


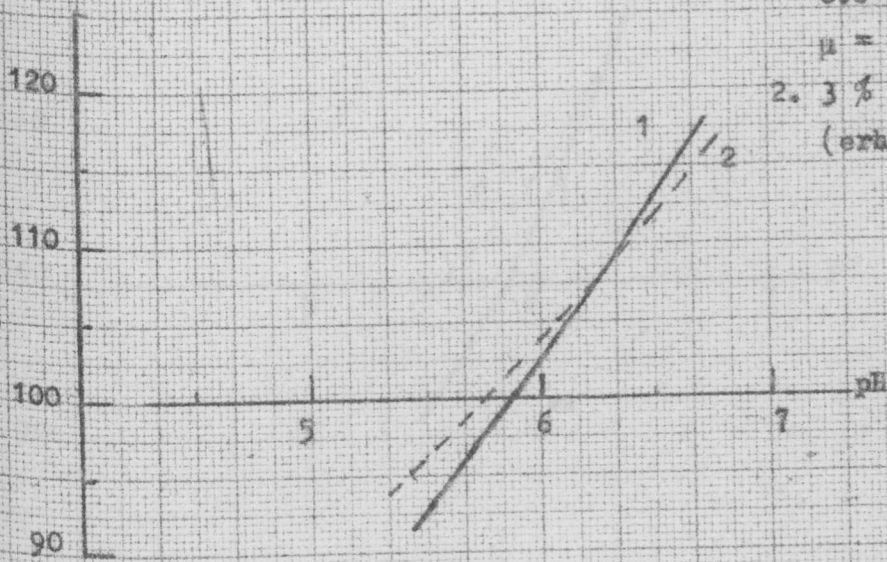
Abb. 8

- | | | |
|------|------------------------------|--------------|
| 1. | 4% NaCl | $\mu = 0.64$ |
| I. | 3% NaCl + 0.5 % Pyrophosphat | $\mu = 0.60$ |
| 2. | 3% NaCl | $\mu = 0.52$ |
| II. | 2% NaCl + 5 % Pyrophosphat | $\mu = 0.48$ |
| 3. | 2% NaCl | $\mu = 0.40$ |
| III. | 1% NaCl + 0.5 % Pyrophosphat | $\mu = 0.37$ |
| 4. | 1% NaCl | $\mu = 0.29$ |
| IV. | 0.5 % Pyrophosphat (erhitzt) | $\mu = 0.26$ |

Wasserbindung
in %

Abb. 9

- 1. 2 % NaCl +
0.6 % $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{ aq.}$
 $\mu = 0.48$
- 2. 3 % NaCl
(erhitzt)



Wasserbindung
in %

Abb. 10

- 1. 2 % NaCl +
1 % $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{ aq.}$
 $\mu = 0.51$
- 2. 3 % NaCl
 $\mu = 0.51$

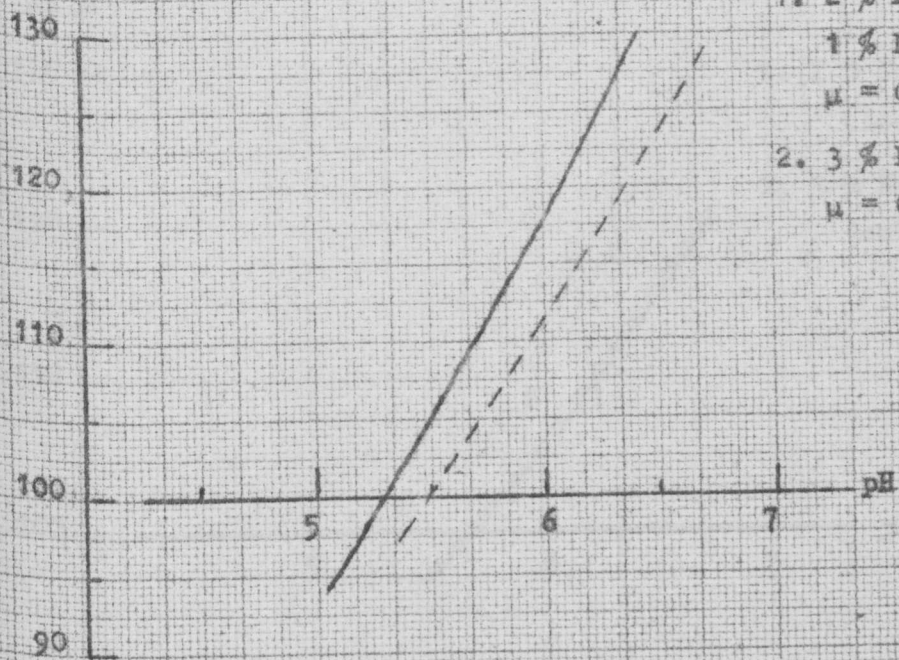
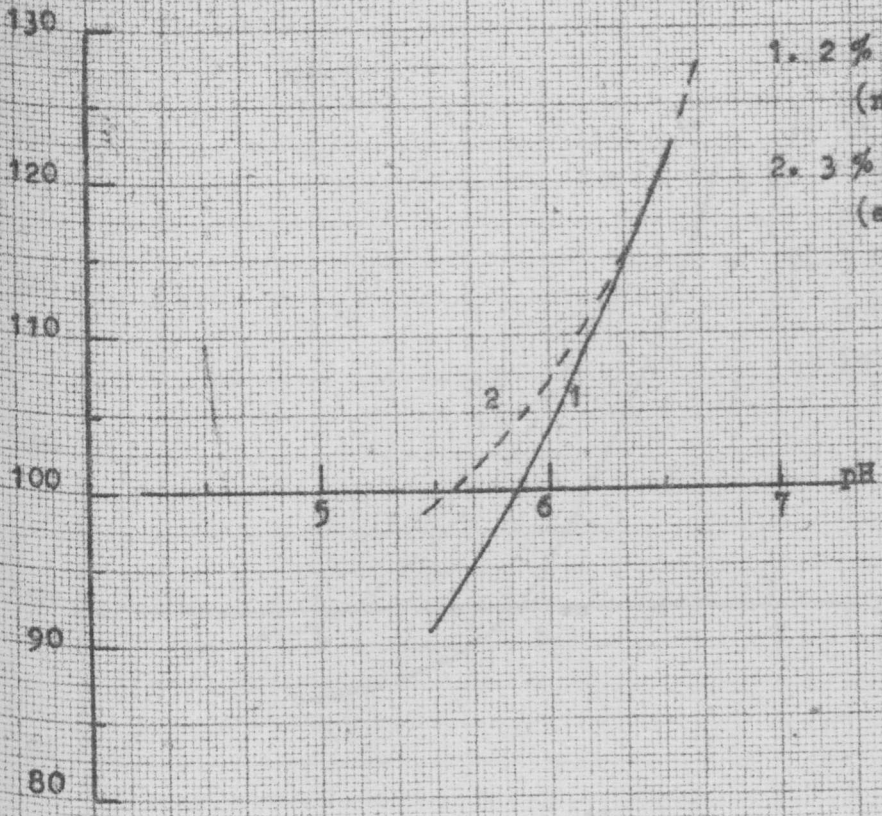


Abb. 11

335

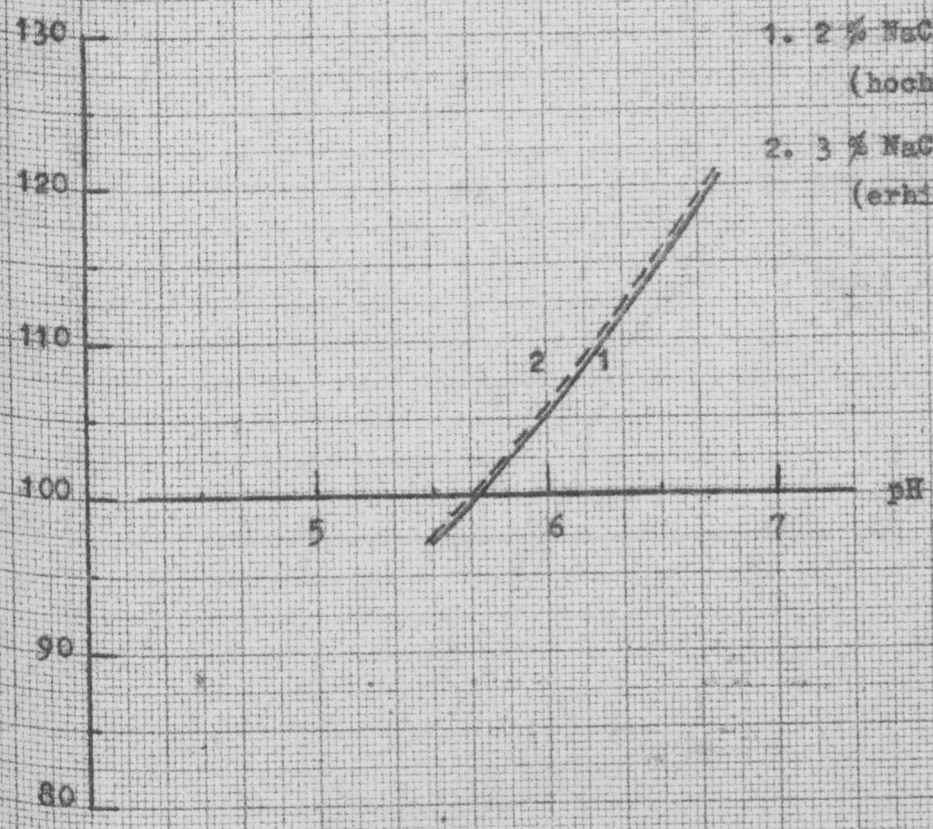
Wasserbindung
in %



- 1. 2 % NaCl + 0.5 % "Hexa"
(niedrig-molekular)
- 2. 3 % NaCl $\mu = 0.51$
(erhitzt)

Abb. 12

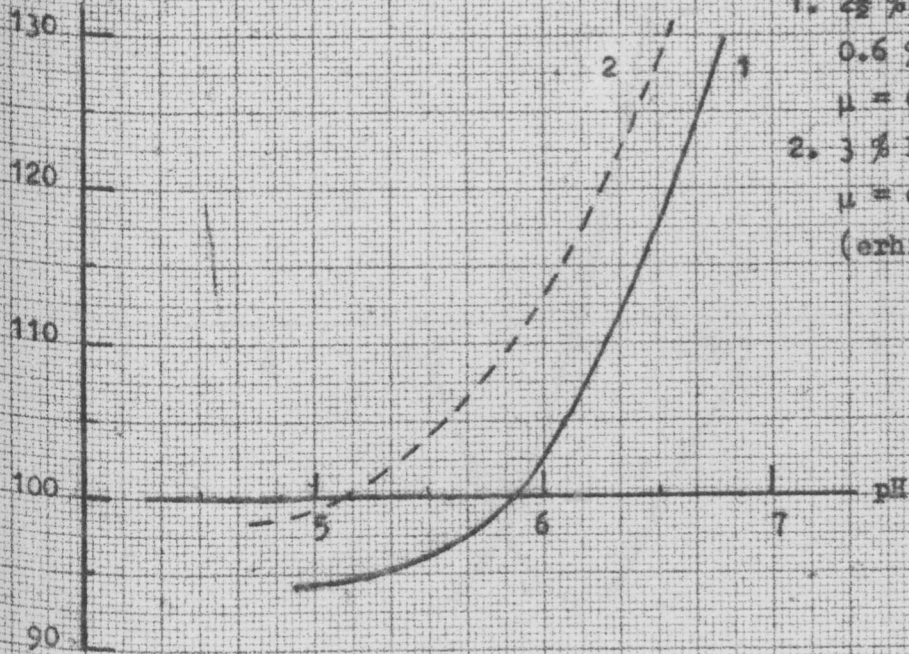
Wasserbindung
in %



- 1. 2 % NaCl + 0.5 % "Hexa"
(hoch-molekular)
- 2. 3 % NaCl $\mu = 0.51$
(erhitzt)

Wasserbindung
in %

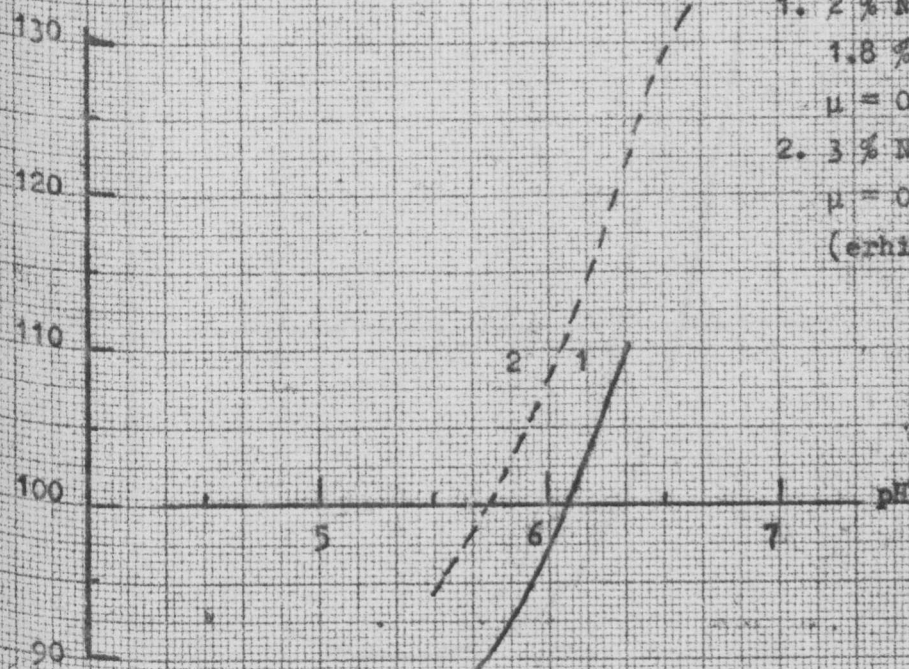
Abb. 13



- 1. 2.5 % NaCl +
0.6 % EDTA
 $\mu = 0.52$
- 2. 3 % NaCl
 $\mu = 0.51$
(erhitst)

Wasserbindung
in %

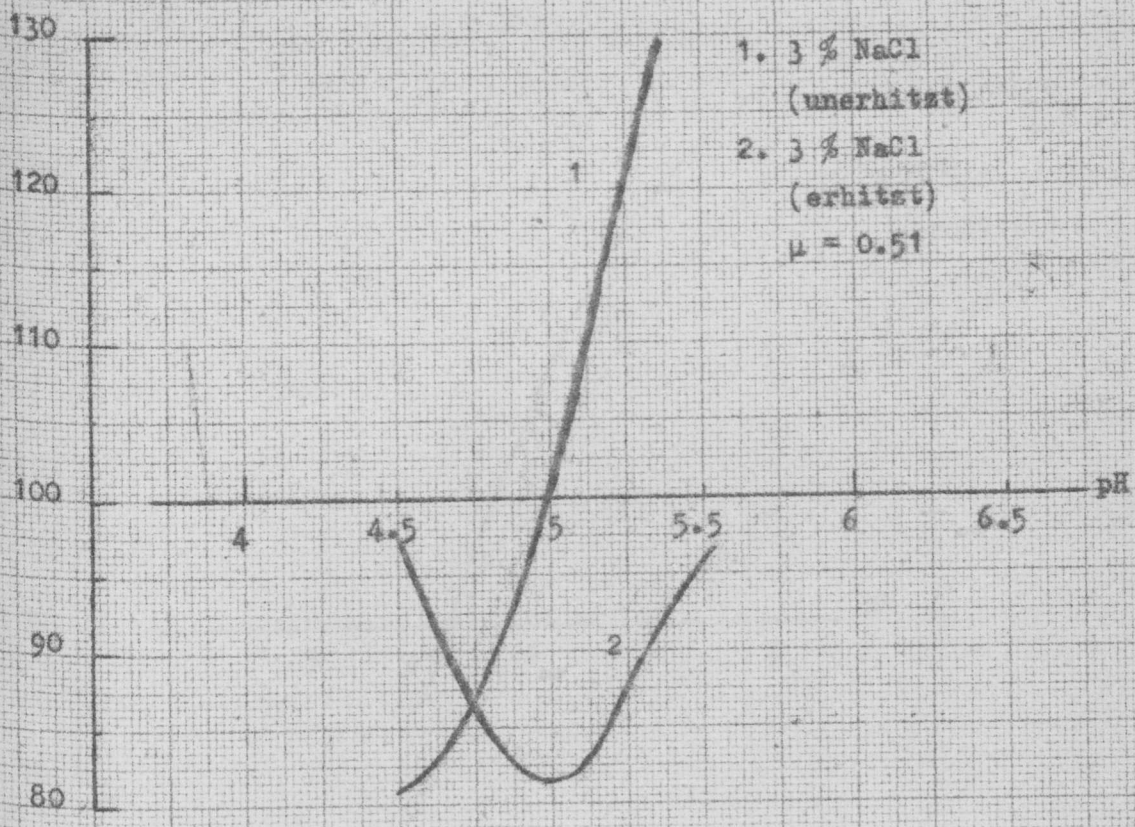
Abb. 14



- 1. 2 % NaCl +
1.8 % EDTA
 $\mu = 0.56$
- 2. 3 % NaCl
 $\mu = 0.51$
(erhitst)

Wasserbindung
in %

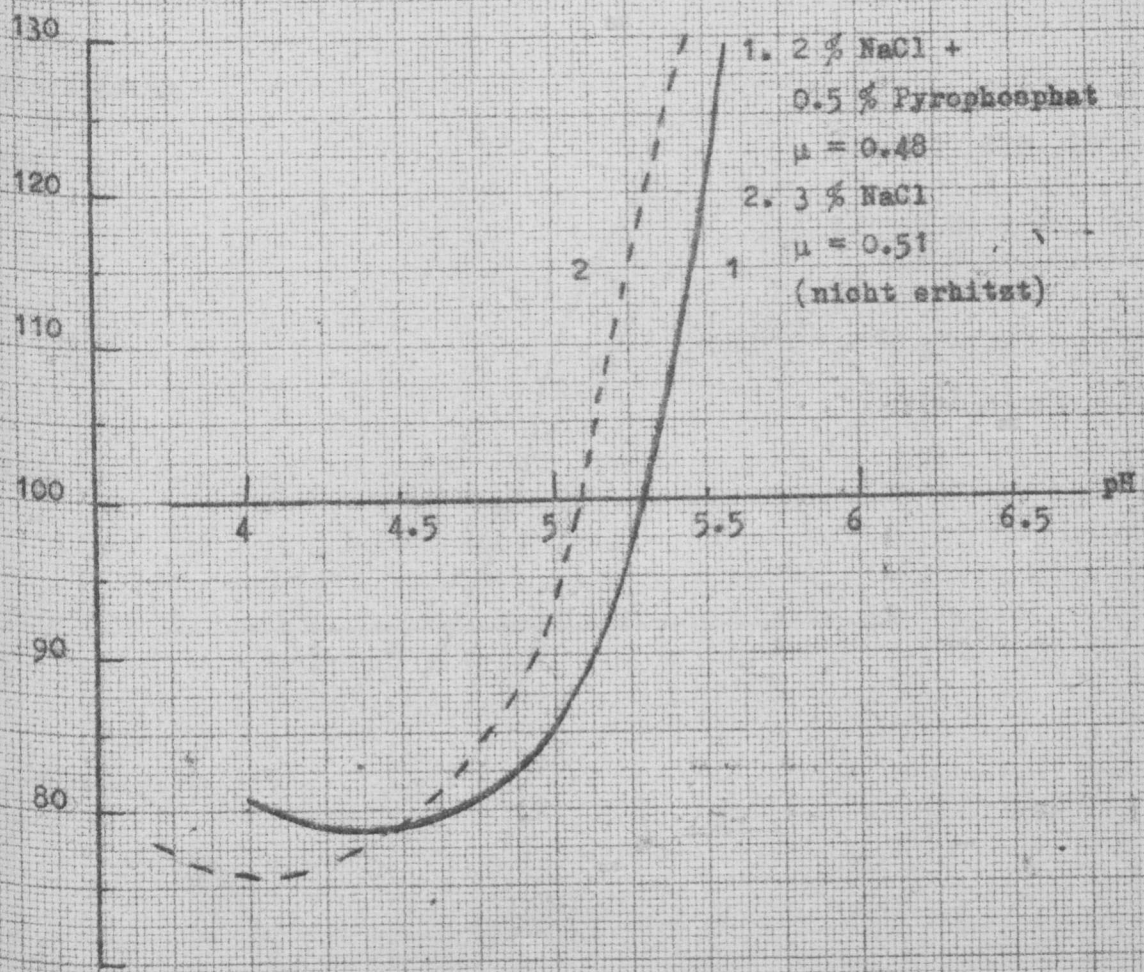
Abb. 15



- 1. 3 % NaCl
(unerhitzt)
- 2. 3 % NaCl
(erhitzt)
- $\mu = 0.51$

Wasserbindung
in %

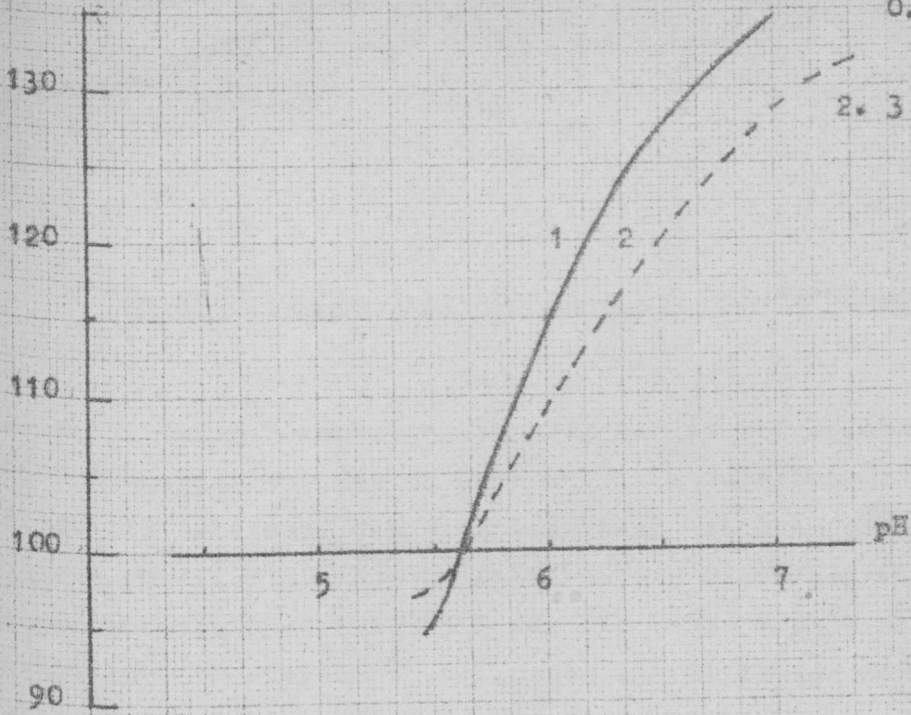
Abb. 16



- 1. 2 % NaCl +
0.5 % Pyrophosphat
 $\mu = 0.48$
- 2. 3 % NaCl
 $\mu = 0.51$
(nicht erhitzt)

Abb. 17

Wasserbindung
in %



- 1. 2 % NaCl +
0.5 % Pyrophosphat
 $\mu = 0.48$
- 2. 3 % NaCl $\mu = 0.51$
(erhitzt)

338

Wasserbindung
in %

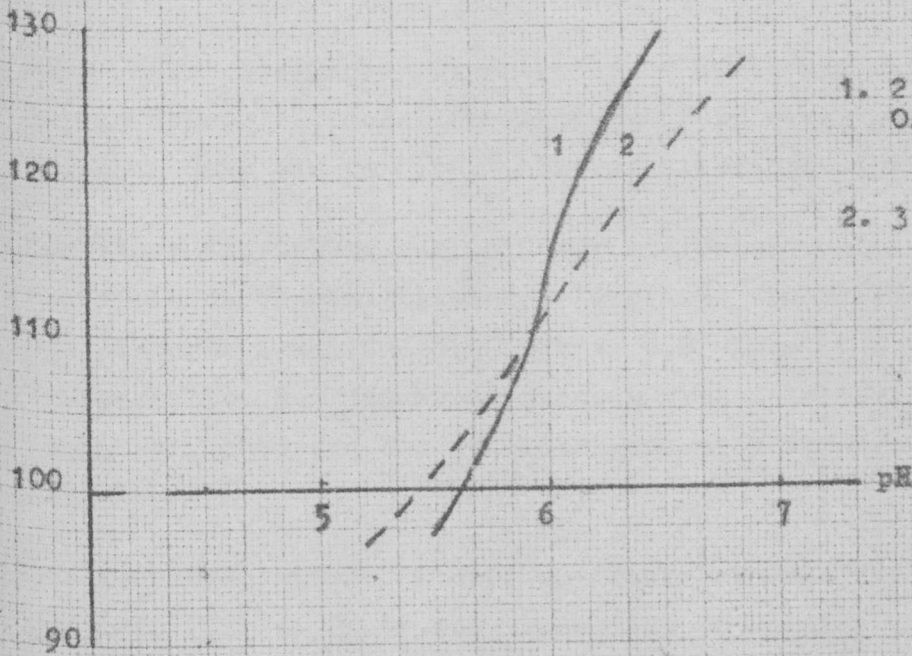


Abb. 18

- 1. 2 % NaCl +
0.5 % Tripolyphosphat
 $\mu = 0.49$
- 2. 3 % NaCl $\mu = 0.51$
(erhitzt)