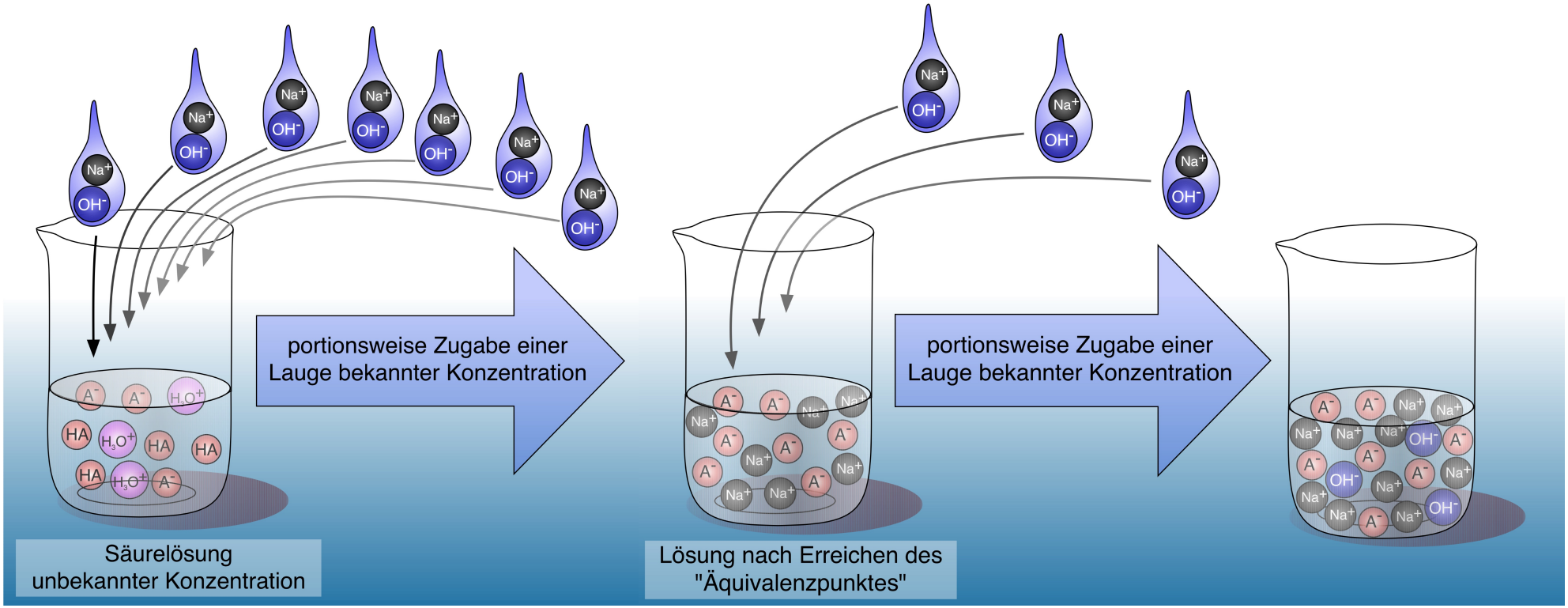
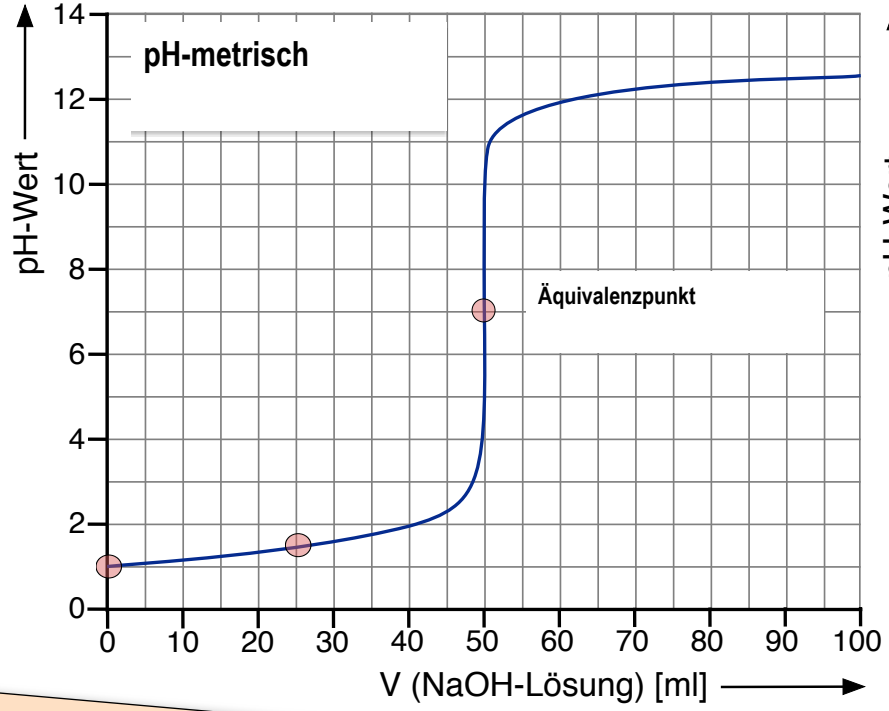
# Prinzip von Säure-Base-Titrationen

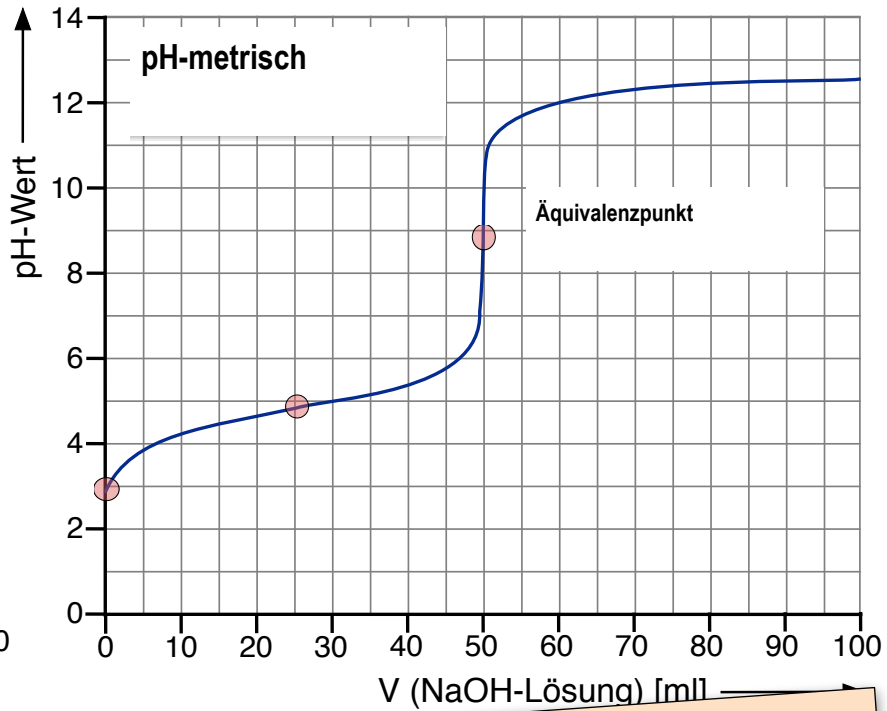



*Team LNCU / A. Böhm; Stand 2018 ; Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-NC-SA*

Titration von
50 ml 0,1 molarer Salzsäure
mit 0,1 molarer Natronlauge




Titration von
50 ml 0,1 molarer Essigsäure-Lösung
mit 0,1 molarer Natronlauge




**Vorschlag A:**

$HCl + NaOH \rightleftharpoons H_2O + NaCl$

$HAc + NaOH \rightleftharpoons H_2O + NaAc$

**Vorschlag B:**

$H_3O^+ + Cl^- + Na^+ + OH^- \rightleftharpoons 2\ H_2O + Na^+ + Cl^-$

$H_3O^+ + Ac^- + Na^+ + OH^- \rightleftharpoons 2\ H_2O + Na^+ + Ac^-$

**Vorschlag C:**

$HCl + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Cl^-$

$H_3O^+ + Cl^- + Na^+ + OH^- \rightleftharpoons 2\ H_2O + Na^+ + Cl^-$

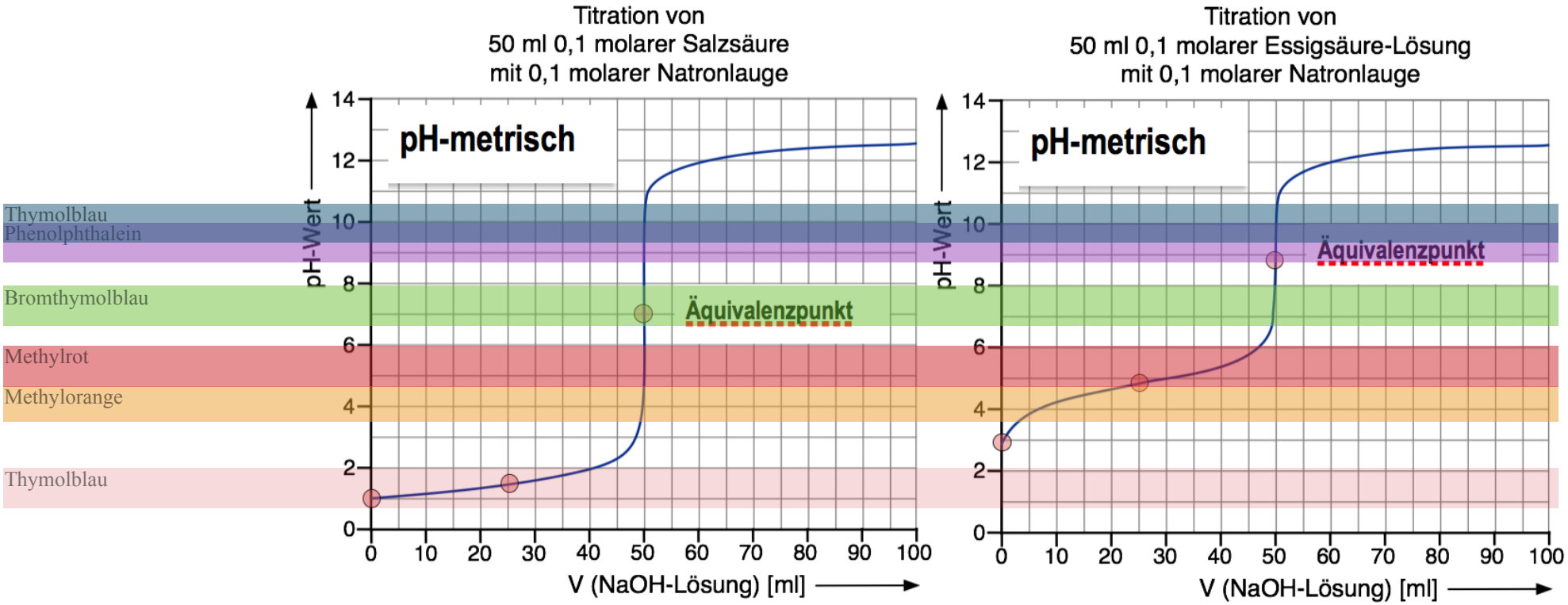
$HAc + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Ac^-$

$H_3O^+ + Ac^- + Na^+ + OH^- \rightleftharpoons 2\ H_2O + Na^+ + Ac^-$

LNCU.de

*Team LNCU / A. Böhm; Stand 2018 ; Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-NC-SA*

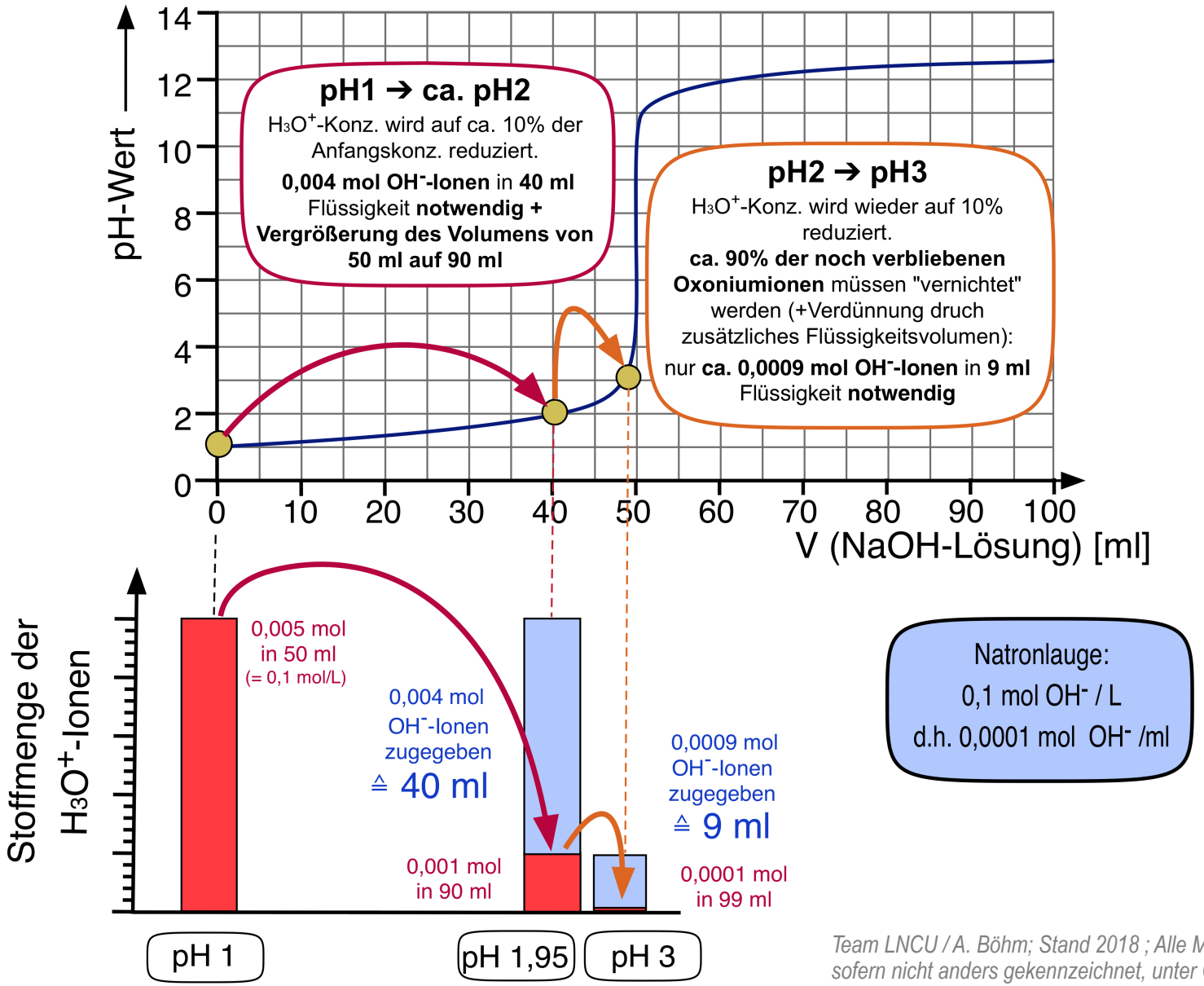
# Welcher Indikator ist für welche Titration geeignet?




*Team LNCU / A. Böhm; Stand 2018 ; Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-NC-SA*

# Titration von Salzsäure mit Natronlauge

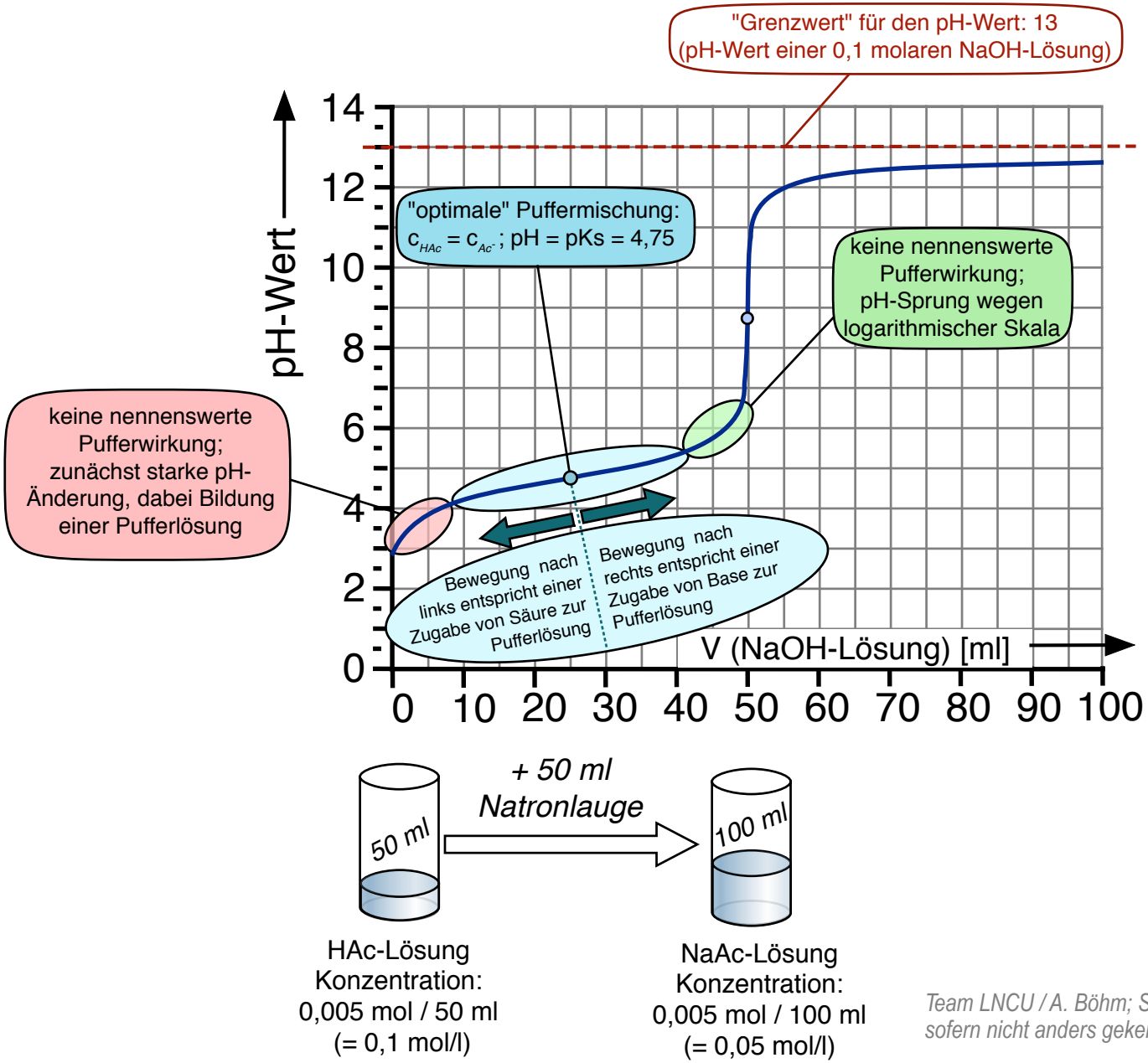
## Wie kommt es zum pH-Sprung?




Natronlauge:
0,1 mol $OH^-$ / L
d.h. 0,0001 mol $OH^-$ /ml

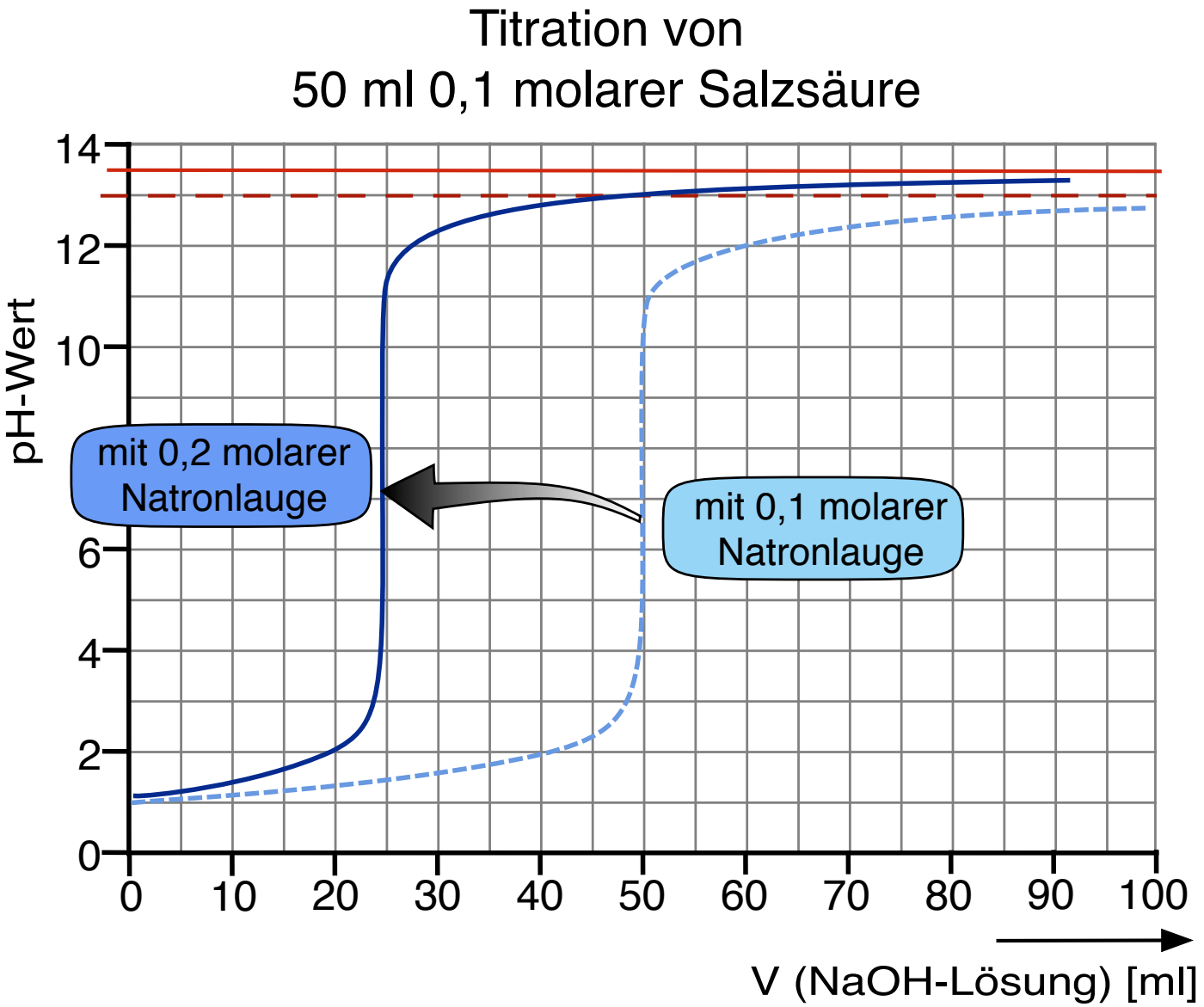
*Team LNCU / A. Böhm; Stand 2018 ; Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-NC-SA*

# Titration von Essigsäure mit Natronlauge



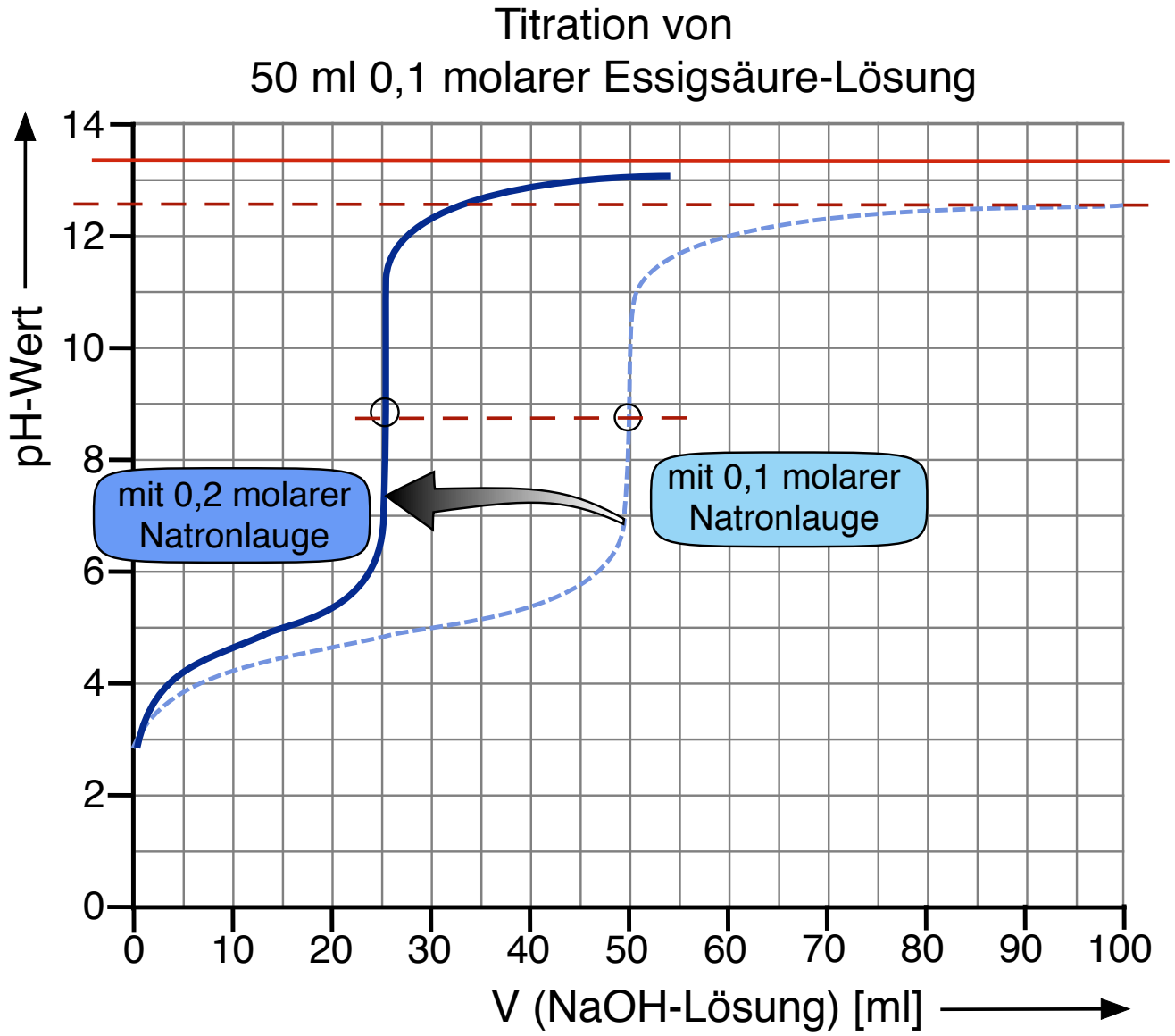

*Team LNCU / A. Böhm; Stand 2018 ; Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-NC-SA*

# Wie verändert sich der Kurvenverlauf, wenn……



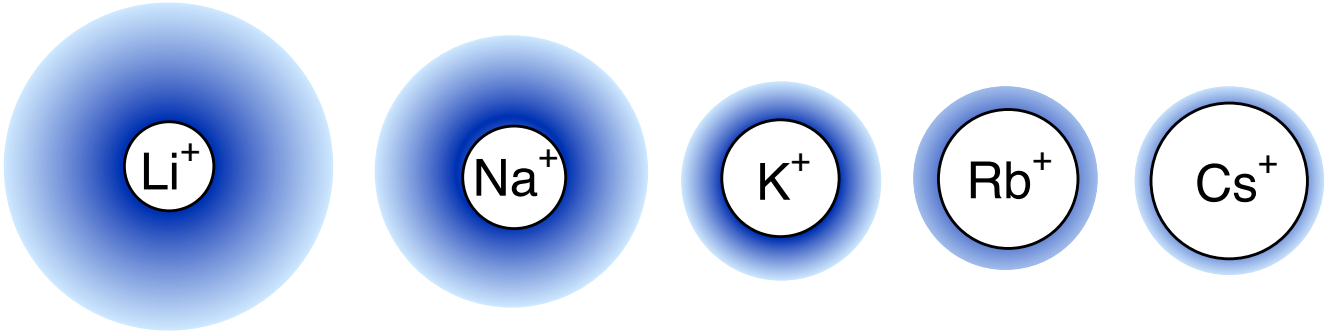

*Team LNCU / A. Böhm; Stand 2018 ; Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-NC-SA*

# Wie verändert sich der Kurvenverlauf, wenn……




*Team LNCU / A. Böhm; Stand 2018 ; Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-NC-SA*

| Molare Ionenleitfähigkeiten in wässriger Lösung bei 25°C (in $cm^2\ \Omega^{-1}mol^{-1}$) | | | |
|---|---|---|---|
| $H^+/H_3O^+$ | 349,8 | $OH^-$ | 198,6 |
| $Li^+$ | 38,7 | $F^-$ | 55,4 |
| $Na^+$ | 50,1 | $Cl^-$ | 76,35 |
| $K^+$ | 73,5 | $Br^-$ | 78,14 |
| $Ag^+$ | 61,9 | $CH_3COO^-$ | 40,9 |
| $Mg^{2+}$ | 106,0 | $ClO_4^-$ | 67,3 |
| $Ca^{2+}$ | 119,2 | $NO_3^-$ | 71,5 |

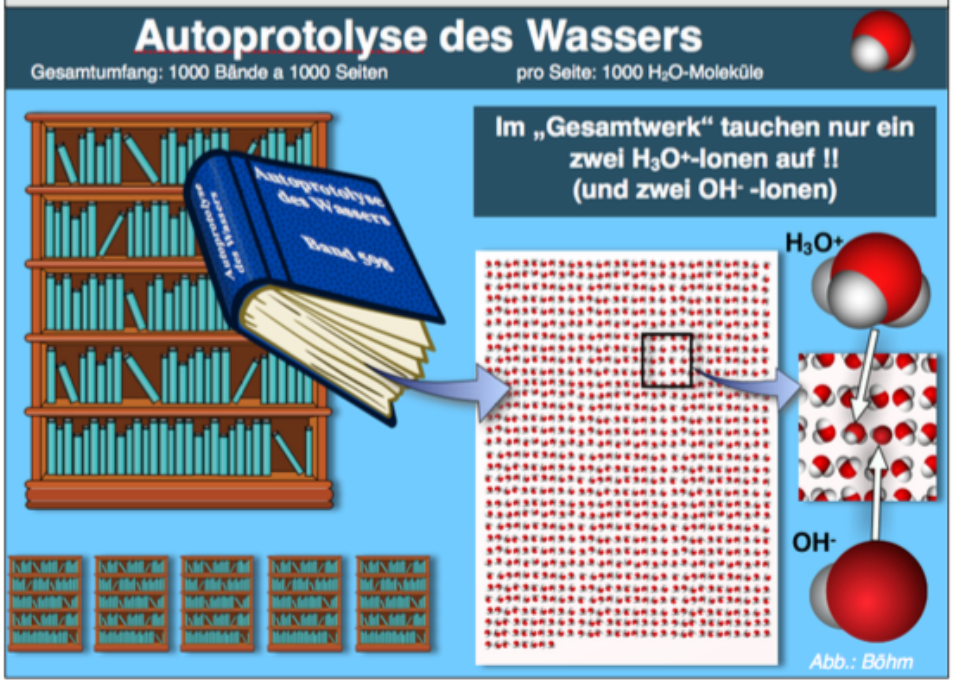



Vergleich der Größe der Alkalimetall-Ionen mit und ohne Hydrathüllen

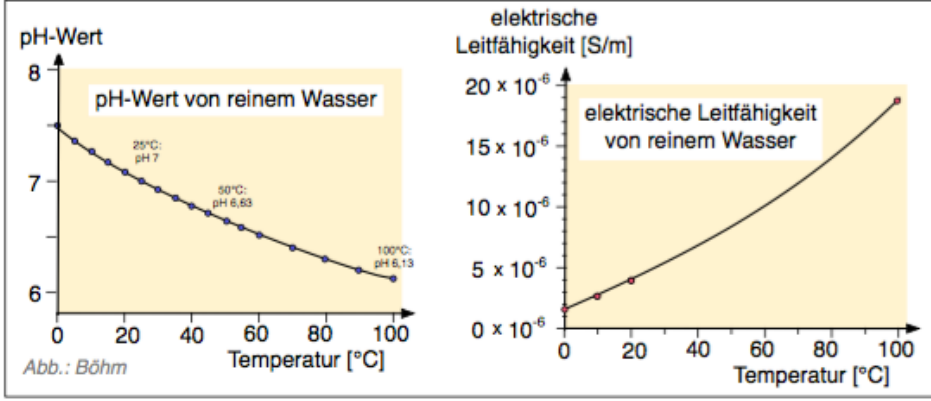
*Team LNCU / A. Böhm; Stand 2018 ; Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-NC-SA*

# Autoprotolyse des Wassers

## M1 | Veranschaulichung des Ausmaßes der Autoprotolyse des Wassers




## M2 | Temperaturabhängigkeit des pH-Werts und der elektrischen Leitfähigkeit von Wasser




## M3 | Vergleich der elektr. Leitfähigkeiten verschiedener Flüssigkeiten

| | Elektrische Leitfähigkeit bei 25°C |
|---|---|
| Reinstes Wasser | 5,5 x $10^{-6}$ S/m |
| Regenwasser | 5 x $10^{-3}$ S/m |
| Trinkwasser | 5 x $10^{-2}$ S/m |
| NaCl-Lösung (1mol/L) | 8,5 S/m |
| HCl-Lösung (1mol/L) | 33,2 S/m |

## M4 | Mechanismus des Ladungstransports durch $H_3O^+$- (und $OH^-$ -) Ionen

Die Lebensdauer des $H_3O^+$- ist sehr kurz (etwa $10^{-13}$ Sekunden), da das angelagerte Proton sehr leicht an ein anderes Wassermolekül weitergegeben wird. Dieser Prozess ist hauptverantwortlich für die sehr hohe elektrische Leitfähigkeit von $H_3O^+$-Ionen. Diese Art des Transports elektrischer Ladung wird als Grotthuß-Mechanismus bezeichnet (nach Theodor Grotthuß, 1785-1822)

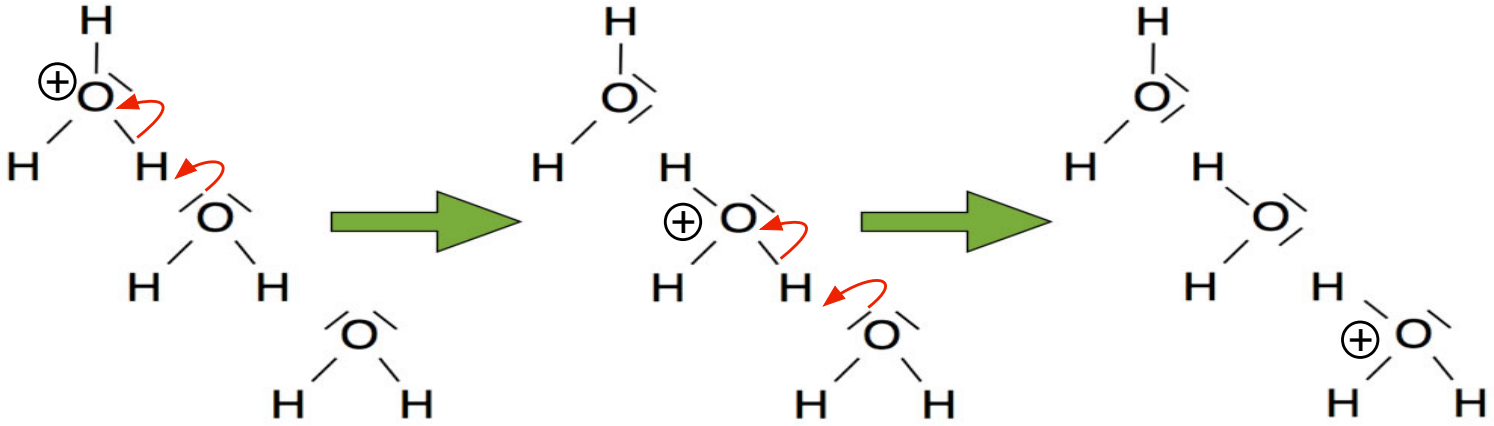
*Bildquelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Theodor_Grotthuß#/media/File:Theodor_Grotthuß_01.jpg: Lizenz: gemeinfrei*

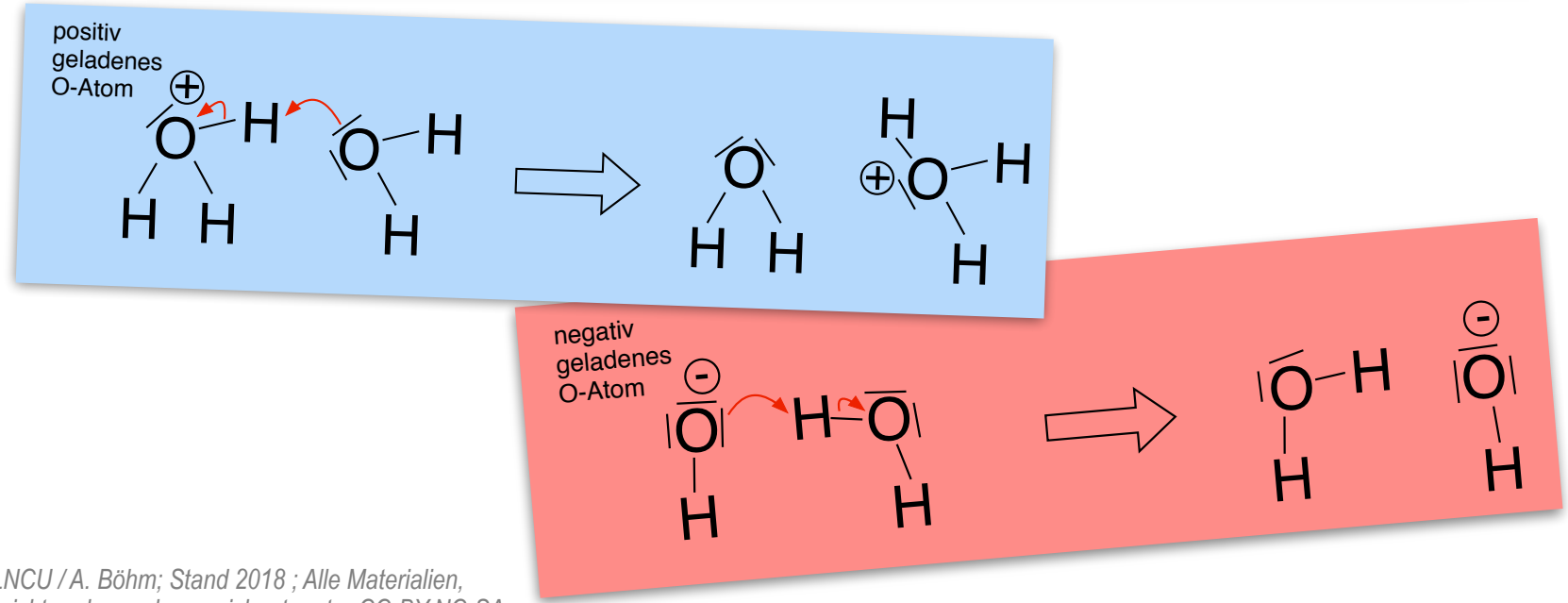


## Aufgabenstellung:

1. Erklären Sie die Veränderung des pH-Wertes von Wasser mit der Temperatur (**M2**) mit dem Prinzip von Le Chatelier.
2. Berechnen Sie den Wert des Ionenprodukts des Wassers für Temperaturen von 50°C und 100°C (**M2**).
3. Erklären Sie den Kurvenverlauf im rechten Diagramm in **M2**.
4. Formulieren Sie Erklärungsansätze für die Unterschiede zwischen den in **M3** aufgeführten Leitfähigkeitswerten. Beziehen Sie dabei auch M4 mit ein und fertigen Sie eine geeignete Skizze an, die den Grotthuß-Mechanismus veranschaulicht. (Als Hilfestellung kann eine Animation zum Grotthuß-Mechanismus genutzt werden.)

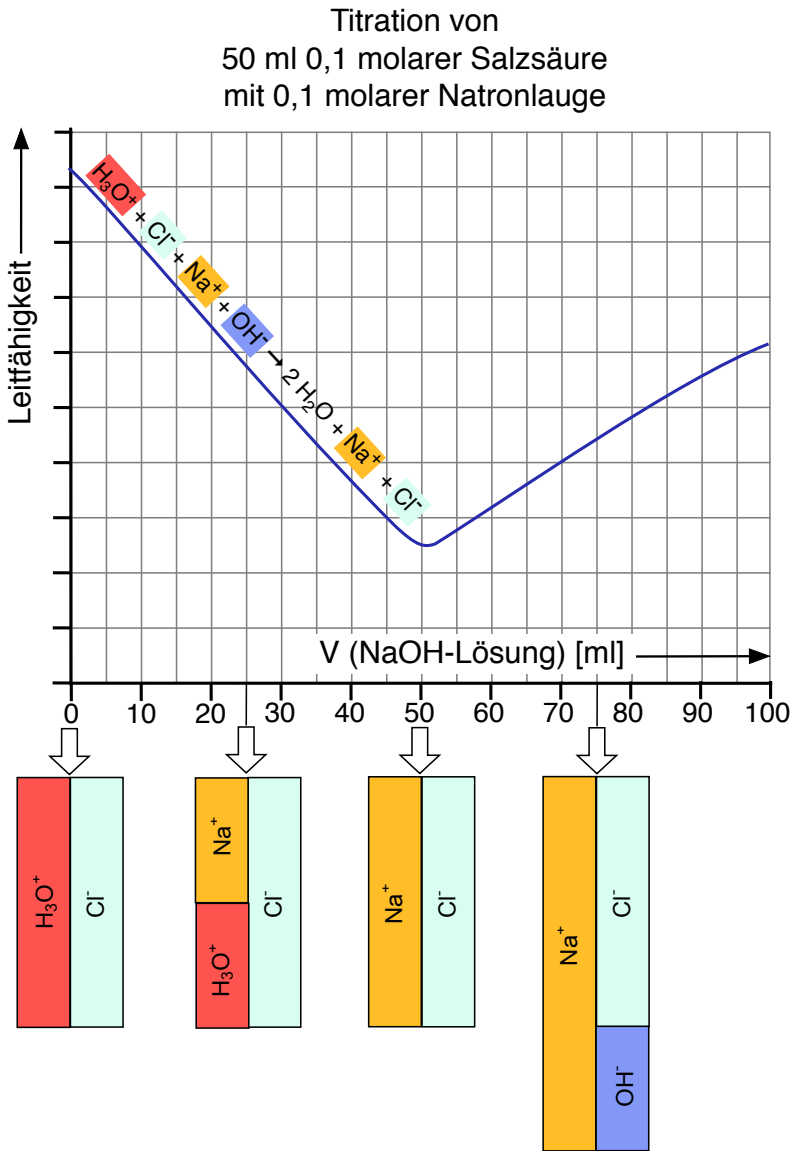
# Grotthuß-Mechanismus





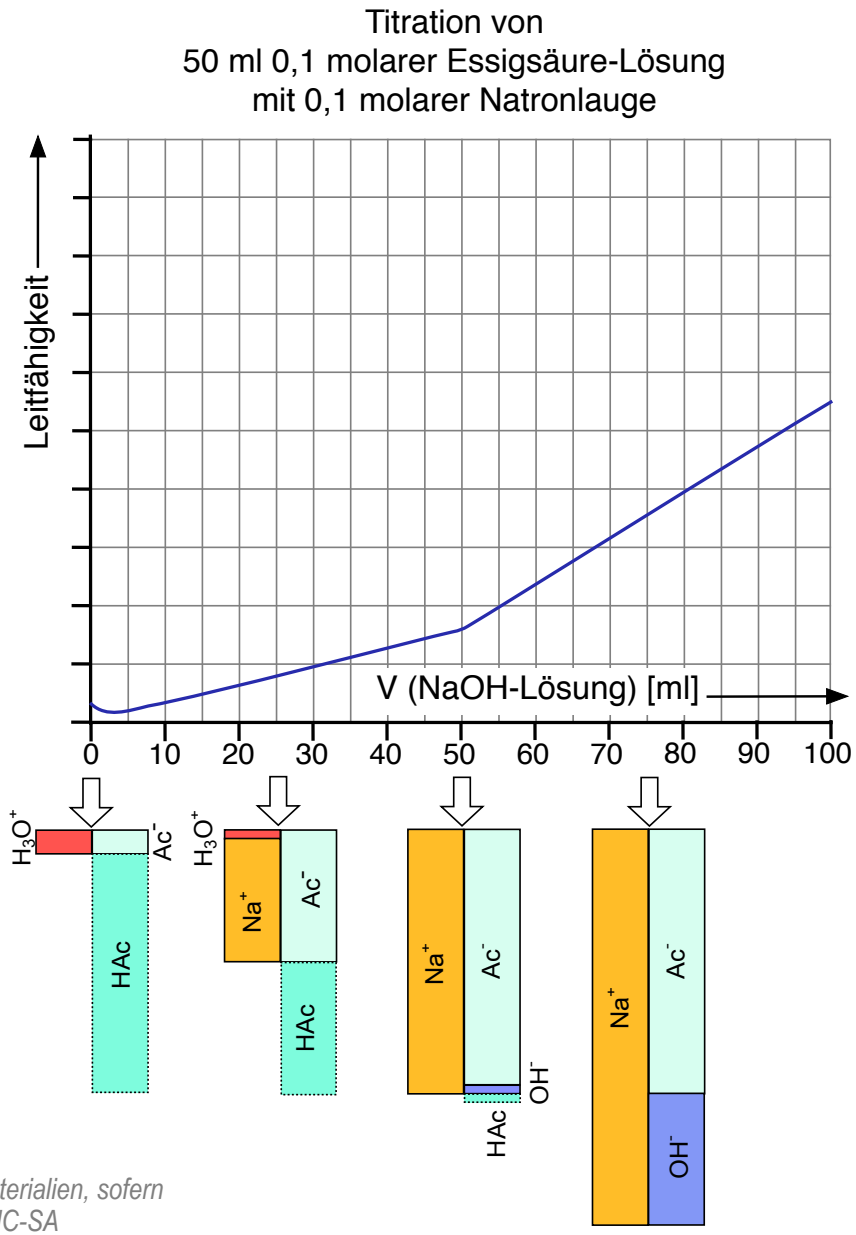

*Team LNCU / A. Böhm; Stand 2018 ; Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-NC-SA*

# Konduktometrische Titration




*Team LNCU / A. Böhm; Stand 2018 ; Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-NC-SA*

# Konduktometrische Titration




*Team LNCU / A. Böhm; Stand 2018 ; Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-NC-SA*