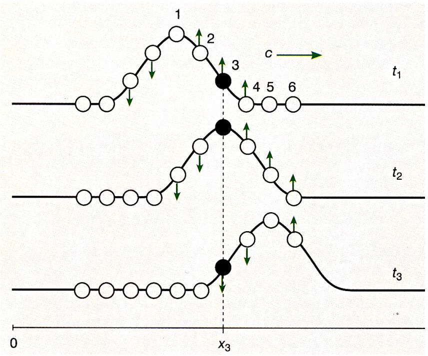
III. Mechanische Wellen

1. Wellengeschwindigkeit c

Lenkt man ein elastisches Medium, z.B. ein Seil, kurzzeitig aus, dann breitet sich diese „Störung" längs des Seiles aus. Die Ausbuchtung behält bei der Ausbreitung ihre Form nahezu bei.
Beobachtet man die sich ausbreitende Auslenkung zu zwei verschiedenen Zeitpunkten t_1 und t_2 und misst den räumlichen Abstand Δx, den die Störung dabei zurückgelegt hat, so erhält man für die Ausbreitungsgeschwindigkeit (= Wellengeschwindigkeit c) dieser sog. Transversalwelle:

$$\boxed{c = \frac{\Delta x}{\Delta t}}$$



Die Teilchen des Seils führen dabei nacheinander alle die selbe Schwingungsbewegung aus.
In Ausbreitungsrichtung erreichen die Teilchen einen bestimmten Schwingungszustand (= Phase) allerdings erst später.
Deshalb nennt man die Wellengeschwindigkeit c auch <u>Phasengeschwindigkeit</u>.

ACHTUNG:
Die Phasengeschwindigkeit c hat nichts mit der Teilchengeschwindigkeit v zu tun.

2. Sinusförmige Transversalwellen

Erregt man ein Ende des Seiles sinusförmig, dann breitet sich aufgrund der elastischen Kopplung im Seil eine Sinuswelle aus. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist charakteristisch für ein Medium. Wenn man die Spannung eines Seiles erhöht, dann vergrößert sich z. B. diese Geschwindigkeit.

Der kürzeste Abstand zweier Teilchen im selben Schwingungszustand (Phase) nennt man <u>Wellenlänge λ</u>.

Es dauert gerade eine Schwingungsdauer T, bis sich die Phase um eine Wellenlänge λ ausgebreitet hat.
In der obigen Gleichung erhält man dann :

$\boxed{c = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T}}$ Mit der Frequenz f und $f = \frac{1}{T}$ ergibt sich: $\boxed{c = \lambda \cdot f}$ (FoSa S.28)

3. Wellengleichung

Wenn man die Momentanaufnahme einer in die positive Richtung laufenden Welle betrachtet, dann stimmen die Phasenlagen im Abstand λ überein.
Der Phasenunterschied beträgt dann gerade -2π, ein Teilchen in diesem Abstand (vom Erreger) hinkt um eine komplette Schwingung hinterher.
Bei den Teilchen dazwischen verringert sich dieses Hinterherhinken um -2π im Verhältnis zum Abstand vom Erreger.

Also ergibt sich für die Wellengleichung:
(FoSa S. 28)

$$\boxed{y(t;x) = A \cdot \sin\left(2\pi \cdot \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right)}$$