



## Diskretisierung der Kinematik

Position, Geschwindigkeit und Beschleunigung eines Punktes P in diskretisierter Form

$$\mathbf{r}_{IP} = \mathbf{r}_{IR} + \mathbf{R}_{RP} + \Phi_P \cdot \mathbf{q}$$

$$\mathbf{v}_{IP} = \underbrace{\begin{bmatrix} \mathbf{E} & -\tilde{\mathbf{r}}_{RP} & \Phi_P \end{bmatrix}}_{\mathbf{T}_{RP}^t} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{v}_{IR} \\ \boldsymbol{\omega}_{IR} \\ \dot{\mathbf{q}} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{a}_{IP} = \underbrace{\begin{bmatrix} \mathbf{E} & -\tilde{\mathbf{r}}_{RP} & \Phi_P \end{bmatrix}}_{\mathbf{T}_{RP}^t} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{a}_{IR} \\ \boldsymbol{\alpha}_{IR} \\ \ddot{\mathbf{q}} \end{bmatrix} + \underbrace{\tilde{\boldsymbol{\omega}}_{IR} \cdot \tilde{\boldsymbol{\omega}}_{IR} \cdot \mathbf{r}_{RP} + 2\tilde{\boldsymbol{\omega}}_{IR} \cdot \dot{\mathbf{r}}_{RP}}_{\boldsymbol{\zeta}_{RP}^t}$$

Verdrehung, Winkelgeschwindigkeit und Winkelbeschleunigung eines am Punkt P fixierten Koordinatensystems

$$\mathbf{s}_{IP} = \mathbf{s}_{IR} \cdot (\hat{\mathbf{S}}_{RP} \cdot (\mathbf{E} + (\widetilde{\Psi_P \cdot \mathbf{q}})))$$

$$\boldsymbol{\omega}_{IP} = \underbrace{\begin{bmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{E} & \Psi_P \end{bmatrix}}_{\mathbf{T}_{RP}^r} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{v}_{IR} \\ \boldsymbol{\omega}_{IR} \\ \dot{\mathbf{q}} \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{\alpha}_{IP} = \underbrace{\begin{bmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{E} & \Psi_P \end{bmatrix}}_{\mathbf{T}_{RP}^r} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{a}_{IR} \\ \boldsymbol{\alpha}_{IR} \\ \ddot{\mathbf{q}} \end{bmatrix} + \underbrace{\tilde{\boldsymbol{\omega}}_{IR} \cdot \boldsymbol{\omega}_{RP}}_{\boldsymbol{\zeta}_{RP}^r}$$

Lage, Geschwindigkeit und Beschleunigung jedes einzelnen Punktes eines freien elastischen Körpers kann eindeutig mit folgenden Variablen beschrieben werden:

$$\mathbf{z}_I = \begin{bmatrix} \mathbf{r}_{IR} \\ \boldsymbol{\beta}_{IR} \\ \mathbf{q} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{z}_{II} = \begin{bmatrix} \mathbf{v}_{IR} \\ \boldsymbol{\omega}_{IR} \\ \dot{\mathbf{q}} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{z}_{III} = \begin{bmatrix} \mathbf{a}_{IR} \\ \boldsymbol{\alpha}_{IR} \\ \ddot{\mathbf{q}} \end{bmatrix}$$