2. Kinetik

- Im ruhenden Bezugssystem lautet das Newtonsche Grundgesetz für den Massenpunkt *P*:

$$m\,\boldsymbol{a}_P = m\left(\boldsymbol{a}_f + \boldsymbol{a}_r + \boldsymbol{a}_c\right) = \boldsymbol{F}$$

- Auflösen nach der Relativbeschleunigung $\boldsymbol{a}_r$ liefert die Bewegungsgleichung für im bewegten System:

$$m\,\boldsymbol{a}_r = \boldsymbol{F} - m\,\boldsymbol{a}_f - m\,\boldsymbol{a}_c$$

- Mit der
  - Führungskraft

$$\boldsymbol{F}_f = -m\,\boldsymbol{a}_f$$

  - und der Corioliskraft

$$\boldsymbol{F}_c = -m\,\boldsymbol{a}_c$$

  folgt:

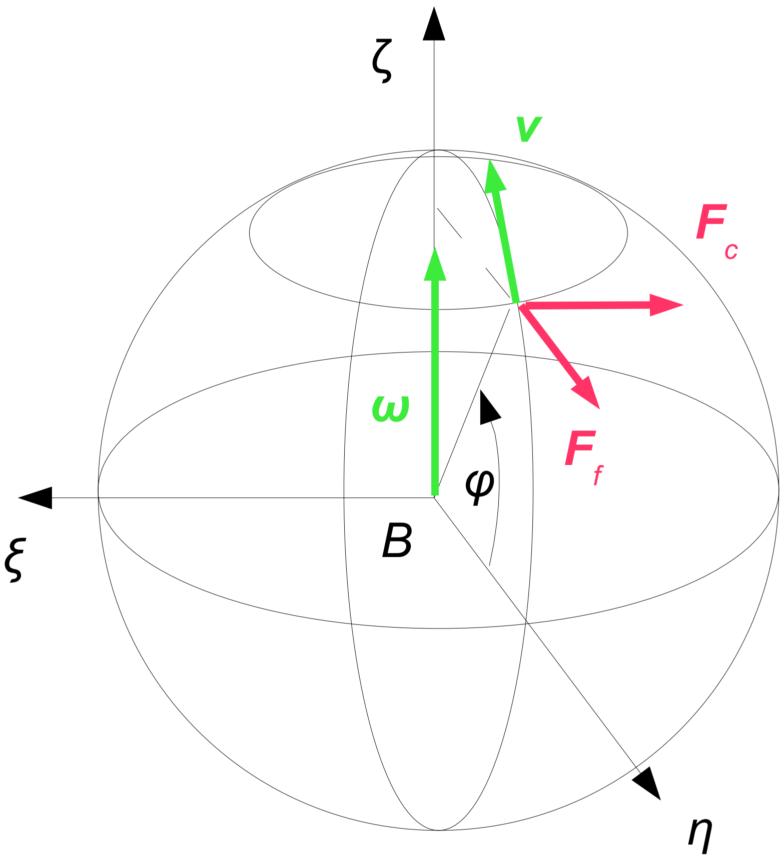
$$\boxed{m\,\boldsymbol{a}_r = \boldsymbol{F} + \boldsymbol{F}_f + \boldsymbol{F}_c}$$

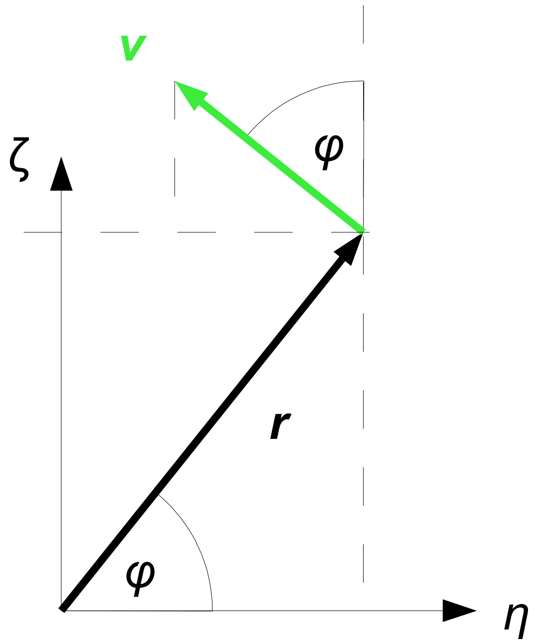
2. Kinetik

- Im bewegten System müssen neben der tatsächlichen Kraft $\boldsymbol{F}$ die Führungskraft $\boldsymbol{F}_f$ und die Corioliskraft $\boldsymbol{F}_c$ als Scheinkräfte berücksichtigt werden.
- Wenn das bewegte System eine reine Translation mit konstanter Geschwindigkeit ausführt (gleichförmige Bewegung), sind Führungskraft und Corioliskraft null.
- Ruhende oder gleichförmig bewegte Systeme werden als Inertialsysteme bezeichnet.
- In Inertialsystemen treten keine Scheinkräfte auf:

$$m\,\boldsymbol{a}_r = \boldsymbol{F}$$

- Beispiel:
  - Die Erde (Radius R = 6371km) ist ein rotierendes Bezugs-system.
  - Wie groß sind Führungskraft und Corioliskraft, verglichen mit der Gewichtskraft G, für einen Körper, der sich mit einer Geschwindigkeit von 100km/h auf einem Großkreis nach Norden bewegt?
  - Die Bewegung der Erde um die Sonne kann dabei vernach-lässigt werden.


ζ
v
F c
ω
φ
F f
ξ
B
η


v
φ
ζ
r
φ
η

2. Kinetik

- Die Winkelgeschwindigkeit beträgt

$$\omega = \frac{2\pi}{24 \cdot 3600\, s} = 7{,}27 \cdot 10^{-5}\, s^{-1}$$

- Vektoren im erdfesten System *Bξηζ* :
  - Winkelgeschwindigkeit: $\boldsymbol{\omega} = \omega\, \boldsymbol{b}_\zeta$
  - Ortsvektor: $\boldsymbol{r} = R\left(\cos(\phi)\, \boldsymbol{b}_\eta + \sin(\phi)\, \boldsymbol{b}_\zeta\right)$
  - Geschwindigkeitsvektor: $\boldsymbol{v} = v\left(-\sin(\phi)\, \boldsymbol{b}_\eta + \cos(\phi)\, \boldsymbol{b}_\zeta\right)$
- Die Führungsbeschleunigung $\boldsymbol{a}_f$ ist gleich der Zentripetalbeschleunigung:

$$\boldsymbol{a}_f = \boldsymbol{\omega} \times (\boldsymbol{\omega} \times \boldsymbol{r}) = \omega^2 R\, \boldsymbol{b}_\zeta \times \left[\boldsymbol{b}_\zeta \times \left(\cos(\phi)\, \boldsymbol{b}_\eta + \sin(\phi)\, \boldsymbol{b}_\zeta\right)\right]$$

$$= -\omega^2 R\, \boldsymbol{b}_\zeta \times \cos(\phi)\, \boldsymbol{b}_\xi = -\omega^2 R \cos(\phi)\, \boldsymbol{b}_\eta$$

- Für die Coriolisbeschleunigung gilt:

$$\boldsymbol{a}_c = 2\,\boldsymbol{\omega} \times \boldsymbol{v} = 2\,\omega\,\boldsymbol{b}_\zeta \times v\left(-\sin(\phi)\,\boldsymbol{b}_\eta + \cos(\phi)\,\boldsymbol{b}_\zeta\right) = 2\,\omega\,v\,\sin(\phi)\,\boldsymbol{b}_\xi$$

- Für die Führungskraft folgt:

$$\boldsymbol{F}_f = -m\,\boldsymbol{a}_f = m\,\omega^2\,R\cos(\phi)\,\boldsymbol{b}_\eta = \frac{\omega^2\,R}{g}\cos(\phi)\,G\,\boldsymbol{b}_\eta$$

Zahlenwert: $$\frac{F_f}{G} = 3{,}435 \cdot 10^{-3}\cos(\phi)$$

- Die Führungskraft hat ihr Maximum am Äquator. Sie steht senkrecht auf der Drehachse der Erde und ist von der Erdachse weg gerichtet.

- Für die Corioliskraft folgt:

$$\boldsymbol{F}_c = -m\,\boldsymbol{a}_c = -2\,m\,\omega\,v\sin(\phi)\,\boldsymbol{b}_\xi = -\frac{2\,\omega\,v}{g}\sin(\phi)\,G\,\boldsymbol{b}_\xi$$

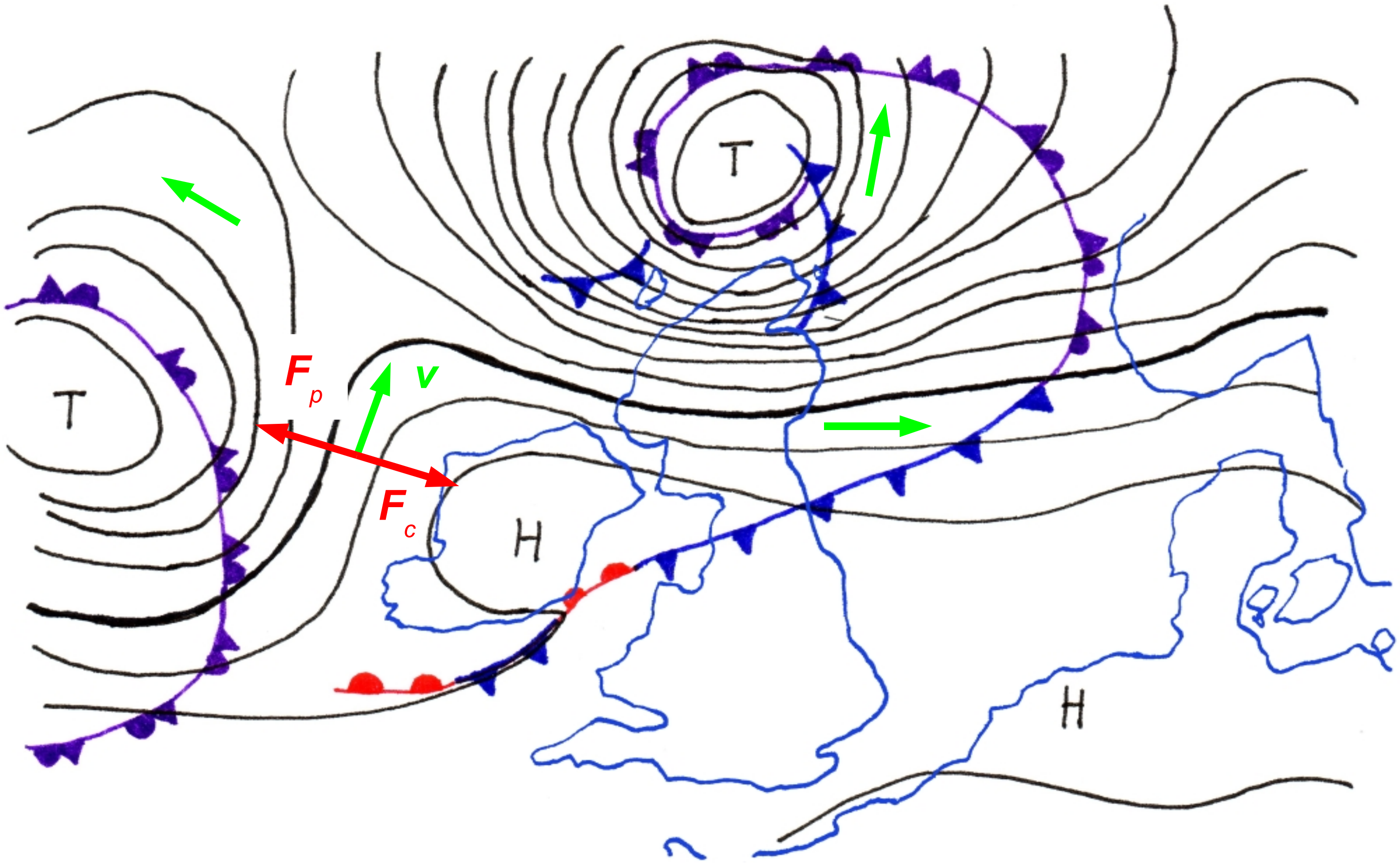
Zahlenwert: $$\frac{F_c}{G} = 4{,}117 \cdot 10^{-4}\sin(\phi)$$

- Die Corioliskraft hat ihr Maximum am Pol (φ = 90°). Sie zeigt auf der nördlichen Halbkugel nach rechts und auf der südlichen Halbkugel nach links.

2. Kinetik

- Für kurzzeitige und kleinräumige Vorgänge ist die Erde in guter Näherung ein Inertialsystem.
- Bei Vorgängen, die über lange Zeiten oder große Entfernungen ablaufen, spielt die Corioliskraft eine große Rolle.
- Beispiele:
  - Luftströmungen
  - Meeresströmungen

2. Kinetik



2. Kinetik

- Der Wind weht parallel zu den Isobaren.
- Die Druckkraft ist im Gleichgewicht mit der Corioliskraft.
- Daher strömt die Luft auf der Nordhalbkugel im Gegenuhrzeigersinn um ein Tief und im Uhrzeigersinn um ein Hoch.
- Auf der Nordhalbkugel drehen Hurrikane im Gegenuhrzeigersinn und auf der Südhalbkugel im Uhrzeigersinn.

2. Kinetik

Hurrikan Wilma,
Oktober 2005