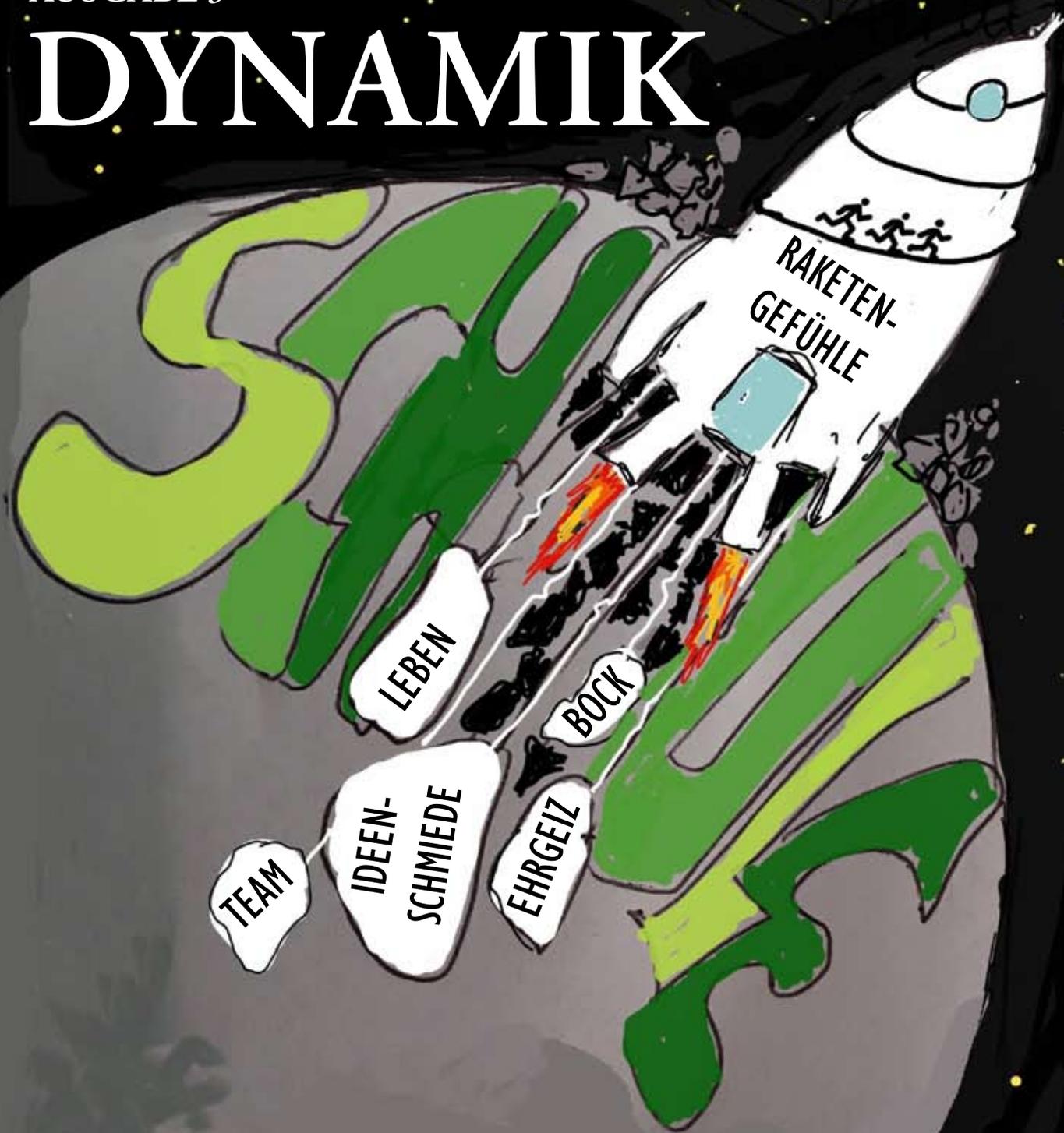


AUSGABE 3

DYNAMIK

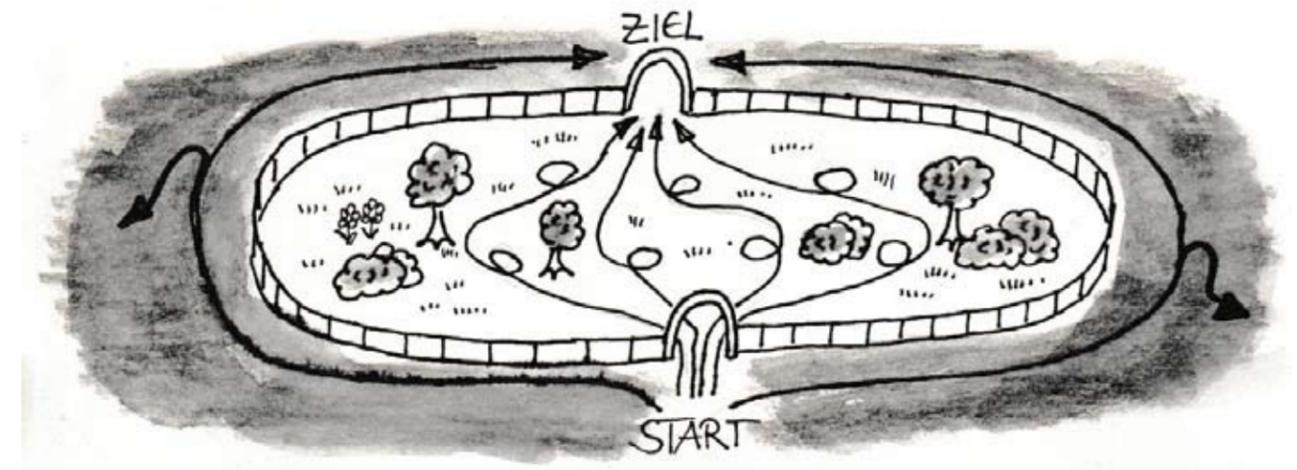


DEN PLANET SCHULE
MIT PHYSIK SCHON
VOR DEM ABITUR
VERLASSEN

OTTO KRAZ

Dynamik

im physikalisch kollaborativen Improvisationsgarten



schneller - sicherer - effektiver

Das Heft mit dem



INHALT

HATTIE
& VORWORT

3-6

7

WELTFORMEL
VORBEREITEN

WELTFORMEL
MESSEN 8

WELTFORMEL
DAS ERGEBNIS 9

FREIER
FALL 11

DIE EINHEIT
NEWTON 12

DIE
WELTFORMEL 14

15 AUFGABEN
BASTELN

ANWENDUNGEN
DER WELTFORMEL 17

DAS PRINZIP
DES AUFGABEN-
BASTELNS 19

KRÄFTE ZERLEGEN
DAS EXPERIMENT 21

KRÄFTE PARALLELOGRAMM 25

ACTIO = REACTIO 27

KRAFTSTOSS ① 29

KRAFTSTOSS ② 30

KRAFTSTOSS ③
TÜFTELEIEN 31

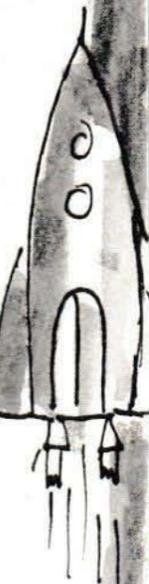
KREISBEWEGUNG 33

WINKELGESCHWINDIGKEIT 34

KREISBEWEGUNG
AUFGABEN 35

AUFGABEN-
BASTELEIEN 37

EIGENER INHALT



QR-Codes in diesem Heft

Dieses Heft besitzt zwei Ebenen.

Erstens die Zeichnungen, Beschreibungen und die Idee des Heftes als echtes Workbook.

Zweitens meine Erläuterungen als früherem Physikschulmeister an einem Gymnasium, der fast 40 Jahre lang junge Menschen wie euch durch alle Klassen bis zum Physikabitur begleitet hat. Diese Erläuterungen habe ich auf meinen Soundcloud-Account

hochgeladen. <https://soundcloud.com/krazondemand>

Die richtigen Audio-Dateien für die entsprechenden Seiten dort zu finden wäre aber sehr umständlich. Deshalb sind die Seiten im Heft mit einem QR-Code verknüpft, hinter der sich die Adresse der richtigen Audiodatei auf Soundcloud versteckt.

Heinz Bayer alias Otto Kraz (mein pädagogischer Künstlername)

Wichtig: Der richtige QR-Code Scanner:

Wer im App Store oder bei Google Play „QR Scanner“ eingibt, der bekommt eine riesige Menge von kostenlosen Scannern vorgeschlagen. Darunter sind leider sehr viele, die einen beim Scannen lieber auf Werbeseiten leiten als auf die im Code hinterlegte Webseite.

Hier deshalb eine kleine Anleitung:

Auf den meisten neueren Smartphones und Tablets versteckt sich hinter der Kamera auch ein integrierter QR-Scanner, der beim Richten der Linse auf den QR-Code die Adresse angibt, auf die

man dann einfach klicken muss.

Gute QR-Scanner Apps leiten sofort auf die Seite weiter.

Ein Klick weniger

Mein Tipp: Mit der Kamera ausprobieren. Und wenn du einen QR Scanner auf dem Smartphone hast, dann probiere hier unten auf der Seite einmal aus, ob du direkt zu der Audiodatei kommst. Sie heißt „Dynamik3“. Wenn nicht, dann empfehle ich den QR Scanner von Kaspersky.

Der warnt dich gleich noch vor gefährlichen QR Codes.

Das physikalische Kritzelmagazin

Der Grund, warum du und dein Team dieses Heft zum „furchtlosen“ Hineinschreiben, -malen und -skizzieren benutzen solltet, liegt am Ziel, das ihr verfolgt.

Das Ziel: **Physik blicken**

also bei diesem Heft: **Dynamik blicken.**

Und wenn man sich die weltweit größte Bildungsstudie anschaut, die Hattie-Studie, dann kann euch solch ein wild vollgekritzeltes Physikmagazin sehr viel Aufschluss über euren eigenen Leistungsstand geben und euch als Team stärken. Nehmt dieses Heft als kreatives Forschungstagebuch ... es dient als Rahmen. Die wesentlichen Erkenntnisse entwickelt ihr dabei selbst. Dieses gemeinsame zielgerichtete Arbeiten hat für dich und dein Team einen riesigen Nebeneffekt:

Ihr nutzt dabei wissenschaftliche Erkenntnisse, wie man am effektivsten lernt.

Und lernt damit auch einfach sehr effektiv.

Es könnte ein Out-of-School-Feeling von Profis entstehen.

Hier in aller Kürze die Erklärung der Effektstärken in der Hattie-Studie: Das Team von John Hattie hat inzwischen rund 300 Faktoren untersucht, die Lernen in Schulen ausmachen - und das bei fast 300 Millionen Schüler:innen. Die allermeisten bringen Lerneffekte ... aber nur wenige bringen wirklich heftige Lerneffekte. Für Lehrpersonen oft schwierig umzusetzen. Für euch

aber, die ihr hier frei arbeiten dürft und sollt, ein Leichtes. Weil ihr zumindest für dieses Kapitel eigenständig forschen könnt, ohne auf Schule und Noten starren zu müssen.

Auf Seite 4 habe ich die Idee der Hattie-Effektstärken visualisiert. Ich denke, für ein grobes Verständnis reicht es. Auf Seite 5 sind die stärksten Faktoren abgebildet.

Der Rest geht per MP3 auf die Ohren.

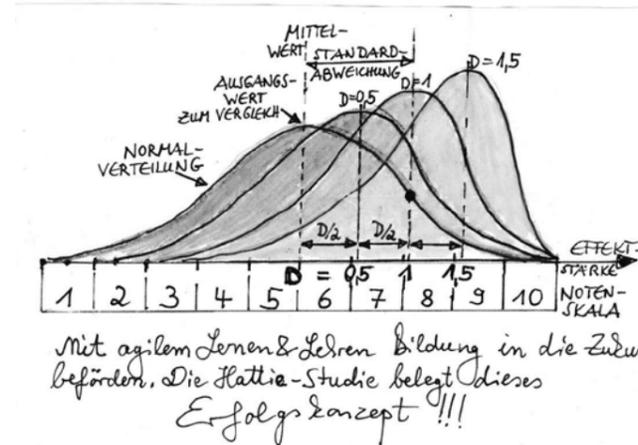
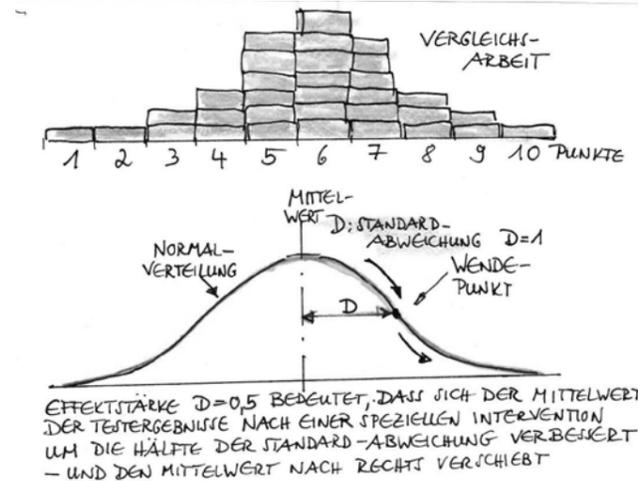
Wichtig für euch als Lernende ist, mit welchen Faktoren ihr eure Leistungen besonders gut steigern könnt.

Und das sind eben in erster Linie starke Zusammenarbeit im Team und sich immer dabei klar machen, wo man steht. Samt gemeinsam Berge versetzen wollen.

Das ist moderne Lern-Raketentechnik. :-)

Gruß Otto Kraz

Hochschule für agile Bildung Zürich



Ein sehr effektiver Faktor beim Lernen ist die Wirksamkeitserwartung. Wer selbstbewusst ist und an sich glaubt, dessen Hirn leistet mehr. Eine scheinbar einfache Sache, aber wie erreicht man Selbstbewusstsein? Und erst recht: Wie den Glauben an sich selbst? Die Studie zeigt es: Ausprobieren und hinschauen. Genau hinschauen. Reflektieren. Feedback geben und Feedback bekommen. Aus Fehlern lernen. Fehler zulassen. Probieren, probieren, probieren. Geduld haben. Aber immer angreifen. Nicht zurücklehnen. Loslegen. Austauschen. Optimieren. Die eigene Strategie entwickeln, bei der sich der - nennen wir es doch einfach - „Raketenfaktor“ unaufhaltsam nach oben verschiebt. Versuche mit diesem R-Faktor auf der letzten Seite „im Kopf“ zu „arbeiten“. Aus der Gehirnforschung weiß man in der Zwischenzeit recht genau, dass du mit einem hohen Raketenfaktor viel effektiver und intensiver lernst und wesentlich besser abspeichern kannst. Und damit auch viel Zeit sparst. Wenn du nun schon selbstständig in deinem Team Dynamik lernst und nicht von der Tafel, dann kannst du ja auch gleich dein eigener Gehirnforscher sein und mit deiner eigenen Mentalstärke experimentieren. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse über dich und dein Gehirn kannst du vielleicht auch in anderen Fächern zur Effektivitätssteigerung einsetzen. Und je mehr du dann noch den starren Blick auf die Noten lockern kannst, umso lebenswerter wird Schule. Und so ganz nebenbei: Umso besser werden die Noten.

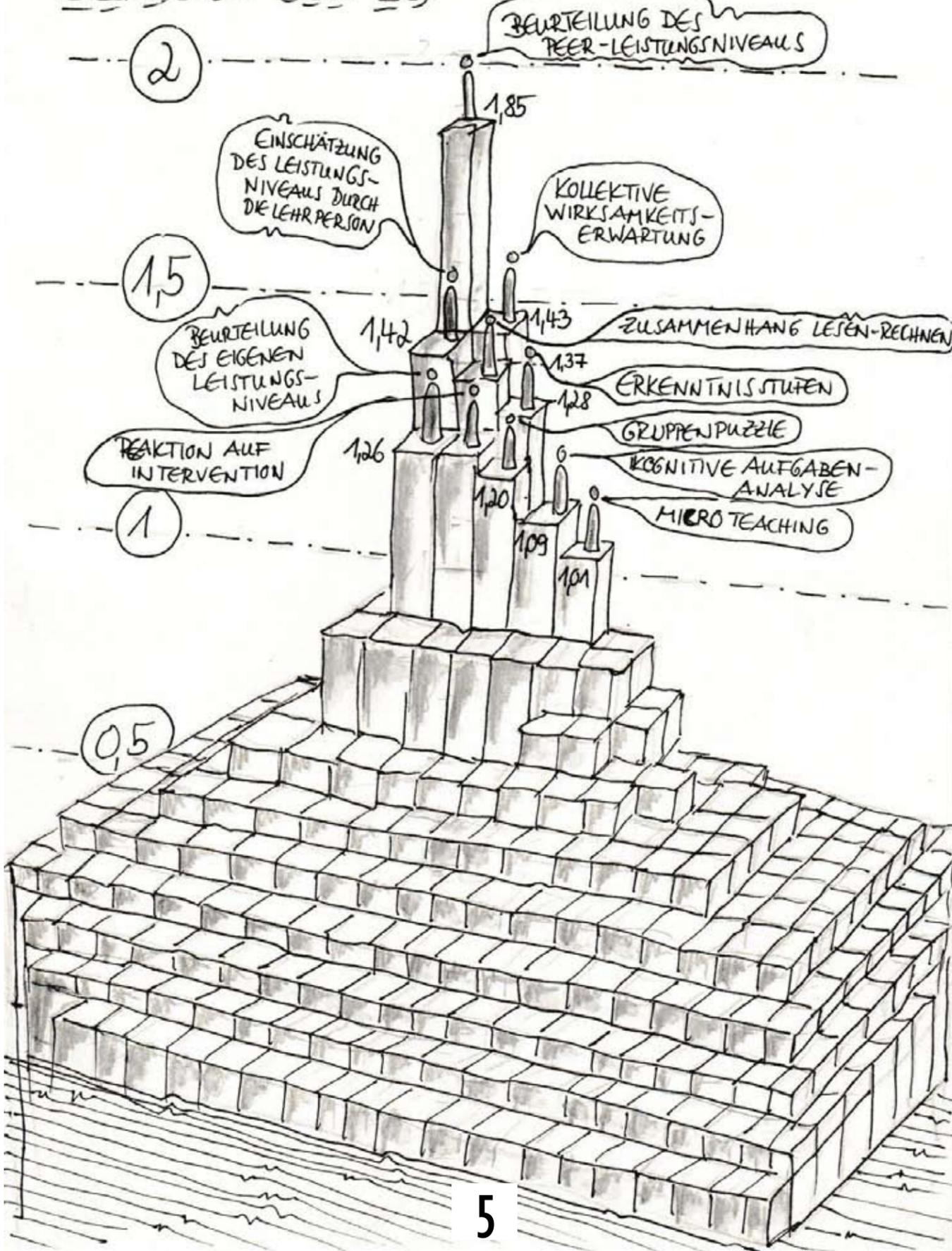
Das Buch zur Hattie-Studie lautet:

Lernen sichtbar machen.

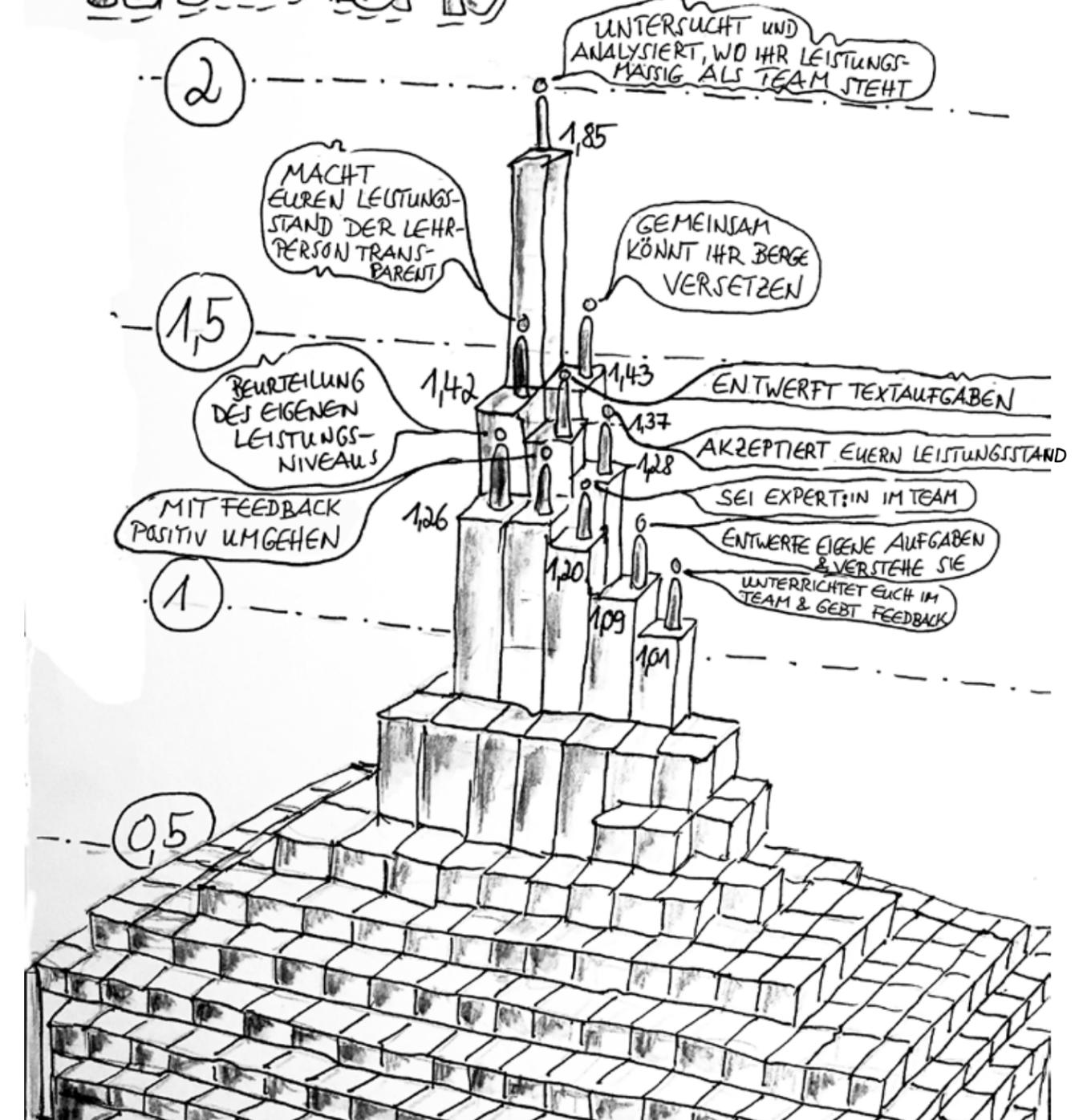
Und mit den Effektstärken macht Hattie sichtbar, welche Faktoren, die beim Prozess des Lernens auftauchen - von Hausaufgaben bis zur Computerunterstützung, von der Klassengröße bis zum Feedback ... insgesamt fast 300 Faktoren - den Lernerfolg positiv verschieben. Manche mehr, mache weniger. Und wenige ganz heftig. Und damit übertragen auf die Benotung - siehe links - den Durchschnittserfolg einer ganze Klasse.



HATTIE TOP 10 ODER „LERN DICH IN DEINE WELT!“



HATTIE TOP 10 ODER „LERN DICH IN DEINE WELT!“



Ja klar, die Hattie-Studie ist in erster Linie eine Profi-Studie für Profi-Lehrkräfte. Immerhin leben wir in einer Welt der Optimierung und die Probleme dieser Welt werden nicht durch Laissez faire gelöst werden können, sondern durch sehr viel klugen Einsatz vieler kluger Köpfe. Nun habt ihr im Moment die Möglichkeit, selbstständig physikalisches Wissen zu erarbeiten. Seid also eure eigenen Lehrkräfte. Könnt euch also auch an der Hattie-Studie orientieren. Und als Leistungsträger:innen der Zukunft setzt ihr natürlich auf wissenschaftliche Studien, um euer Tun zu optimieren. Also den Lernprozess in Sachen Physik. Haut rein, glaubt an euch und eure vielfältigen Talente. Denkt nicht mehr über Noten nach

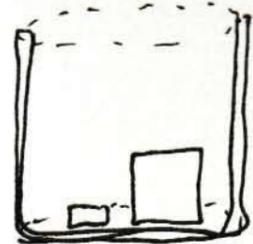
sondern über Zielerreichungen und die Lust, euch hirnmäßig zu verausgaben.
Denn das tut richtig gut.
 Links seht ihr eine Visualisierung der Hattie-Studie mit den Originalfaktoren - rechts habe ich die Top Ten so umgeschrieben, dass ihr merkt, dass es sehr viel mit eurer aktuellen Arbeit zu tun hat, wenn ihr selbstständig im Team loslegt. Genießt die Energie, die ihr bei euch selbst freisetzen könnt. Die oft im normalen Schulbetrieb in Fesseln liegt. Auf einen Berg zu klettern ist sehr anstrengend. **Auf dem Gipfel zu stehen ist einfach großartig.**

LADIES & GENTLEMEN
WE PRESENT

SR BAC NEWTON'S WELTFORMEL



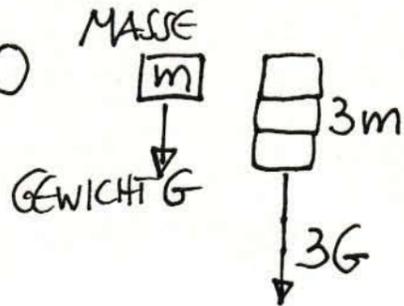
WAS ER SCHON WUSSTE



FALLEN LASSEN

ALLE KÖRPER
FALLEN EXAKT GLEICH
(WENN MAN DEN LUFTWIDERSTAND
WEGNIMMT)

ALSO



FREIER FALL

GLEICHE
BESCHLEUNIGUNG
 $a = g = 9,81 \dots \frac{m}{s^2} \approx 10 \frac{m}{s^2}$

UND DANN

$$v(t) = a \cdot t$$

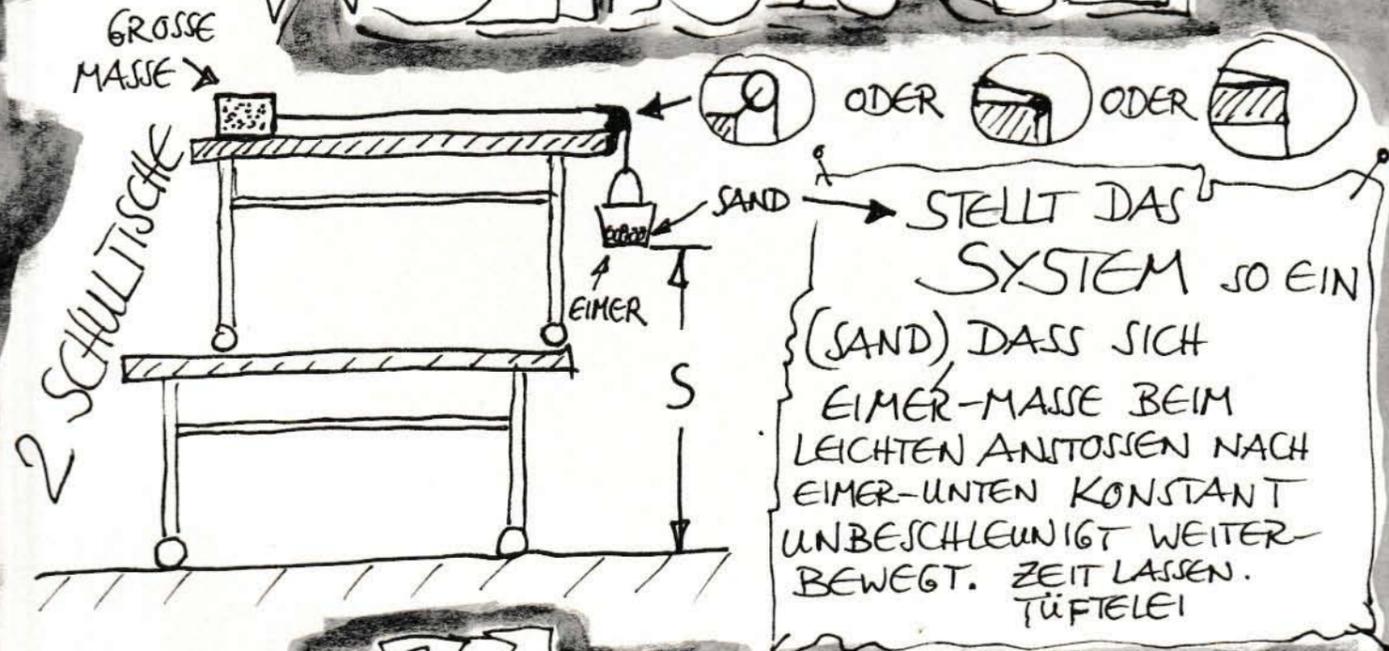
$$s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

7

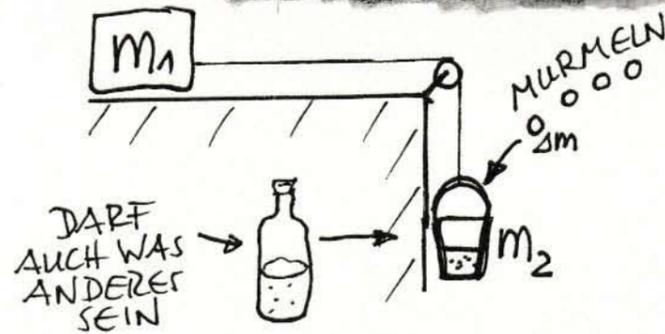


FINDE SELBST DIE

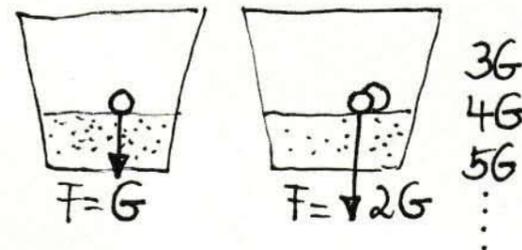
WELTFORMEL



JETZ MESSEN



DIE GESAMTMASSE
 $M_{ges} = M_1 + m_2$ WIRD
JETZT BESCHLEUNIGT DURCH
DAS GEWICHT VON 1 MURMEL...
2 MURMELN, 3 MURMELN, ...



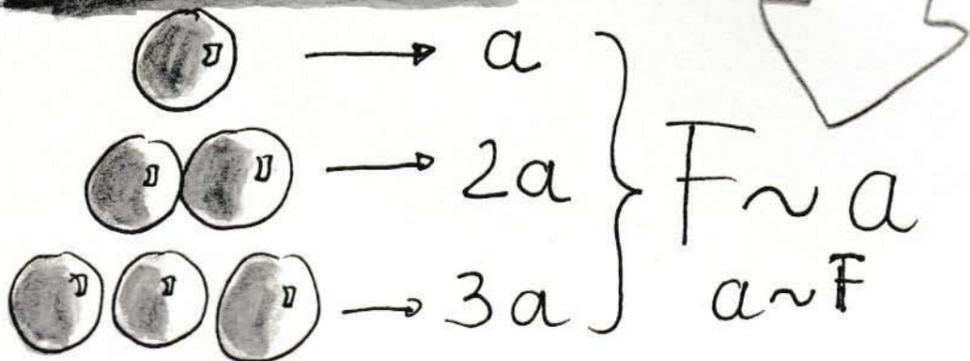
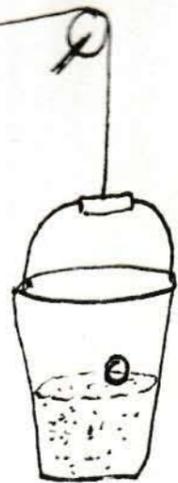
8

$$s = \frac{1}{2} a t^2 \quad a = \frac{2s}{t^2}$$

t messen
a berechnen



ERGÄNZUNG



ALSO

$$F \sim m$$

UM SELBE BESCHLEUNIGUNG ZU ERREICHEN

$$F \sim a$$

BEI DENSELBEN BESCHLEUNIGUNGEN

$$F \sim m \cdot a$$

$$F = G \cdot m \cdot a$$

PROPORTIONALITÄTSFAKTOR?



BIS ZU SIR ISAAC $\rightarrow k_p$

$$\frac{k_p \cdot s^2}{kg \cdot m}$$

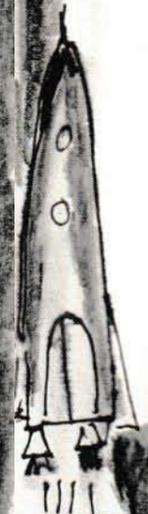
DOOF... MUSS EINFACHER SEIN

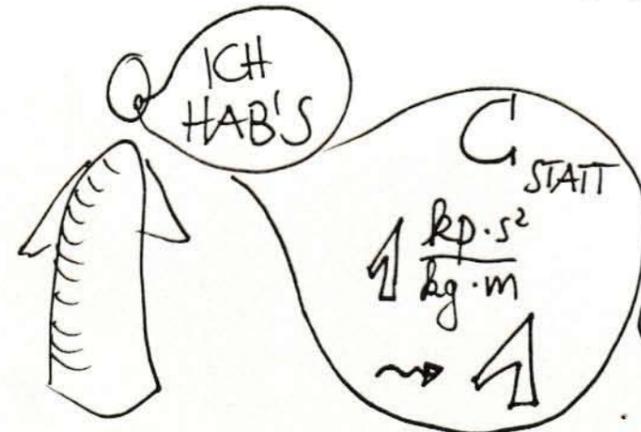


WE NEED WELTFORMEL

MEIN AHA

VERTIEFUNG





$$F = C \cdot m \cdot a$$

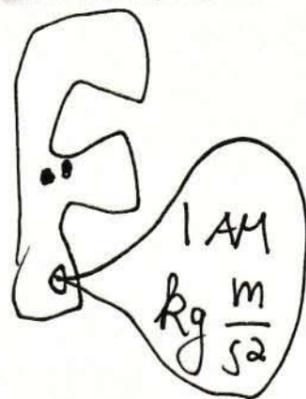
$$= 1 \cdot m \cdot a$$

WER BIN ICH
AHA

$$F = m \cdot a$$

$$F = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

DIE EINHEIT



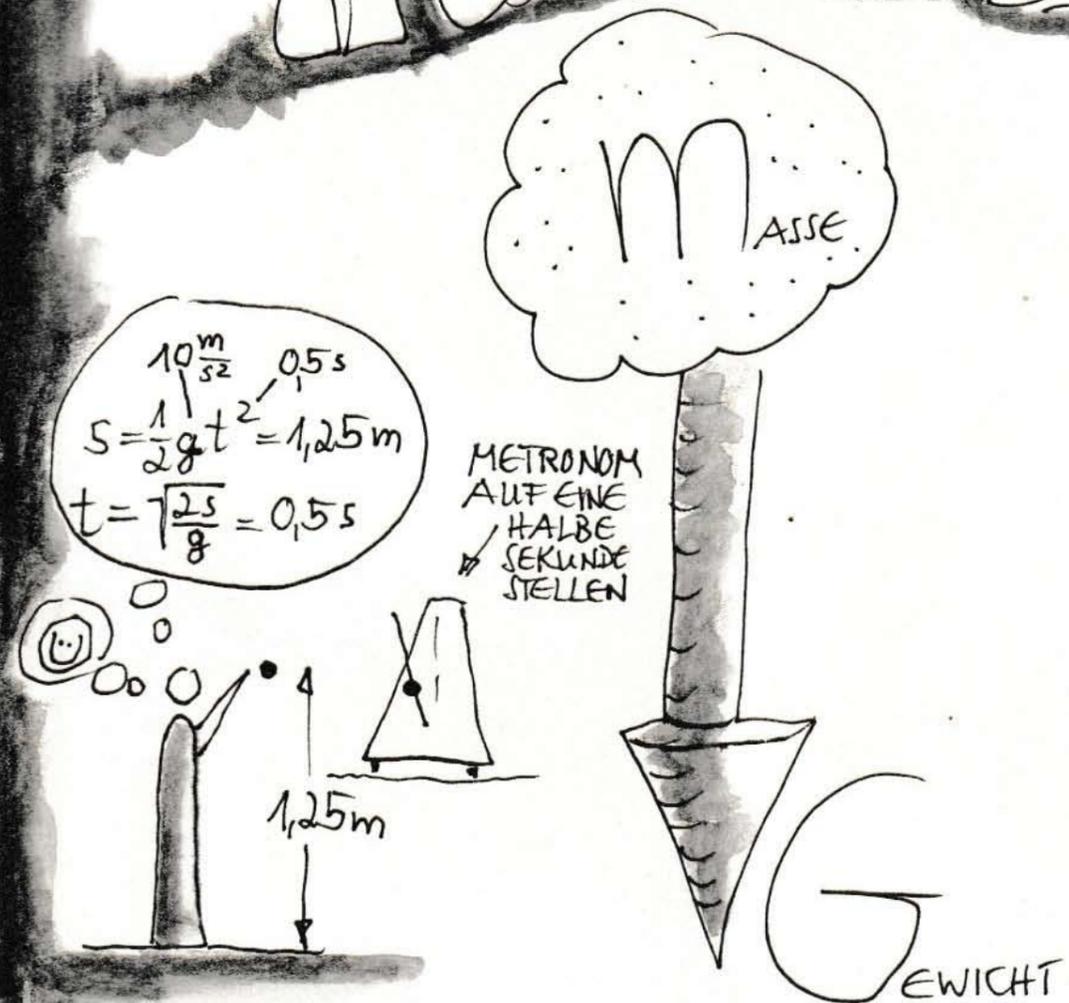
UM EINE MASSE VON 1 KILOGRAMM MIT $1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ZU BESCHLEUNIGEN, MUSS DIE BESCHLEUN. KRAFT $F = 1 \text{ N}$ BETRAGEN

$$F = m \cdot a$$

I AM THE WELTFORMEL

DENN MIT $v = a \cdot t$ UND $s = \frac{1}{2} a t^2$ BERECHNE ICH EINFACH **ALLES**

FREIER FALL



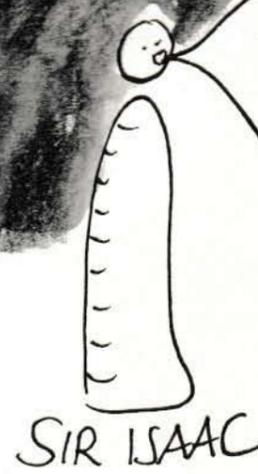
MIT $F = m \cdot a$

$$G = m \cdot g$$

$$g = \frac{G}{m} = \frac{9,81 \text{ N}}{1 \text{ kg}} = 9,81 \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\text{kg}} = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



LEG LOS



YOU UNDERSTAND?
WORLD IS VERY SIMPLE

$$F = m \cdot a$$

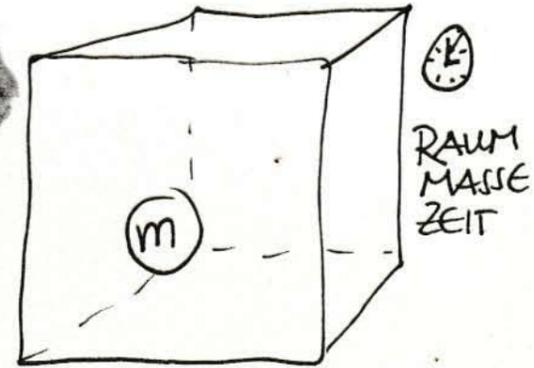
$$v = a \cdot t$$

$$s = \frac{1}{2} a t^2$$

$$a = 0 \rightsquigarrow v = \text{const.}$$

$$s = v \cdot t$$

DIE WELT



- WIRKT AUF (m) EINE KRAFT (m) \xrightarrow{F} , DANN BESCHLEUNIGT DIESE MIT $a = \frac{F}{m}$

WARUM? WEL

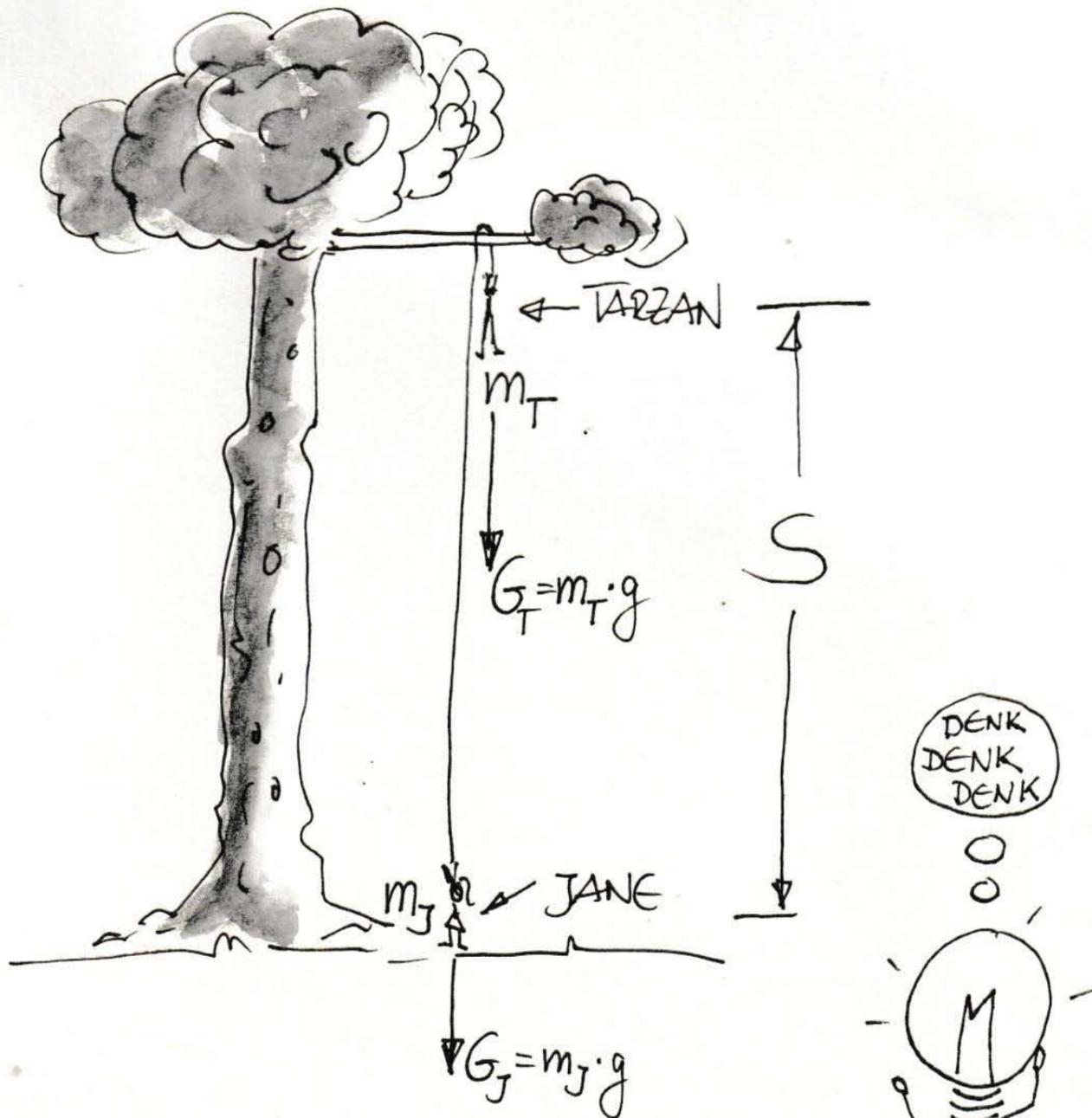
ABER IST SUPER EINFACH GELÖST.

WELTFORMEL \rightsquigarrow

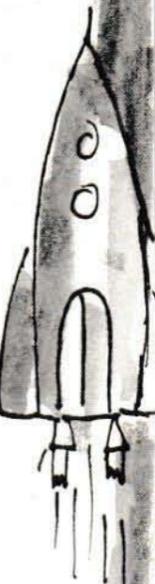
$$F = m \cdot a$$

AUFGABEN

BASTELN



$$F = (G_T - G_J) = (m_T + m_J) \cdot a$$



ANWENDEN

DER WELTFORMEL

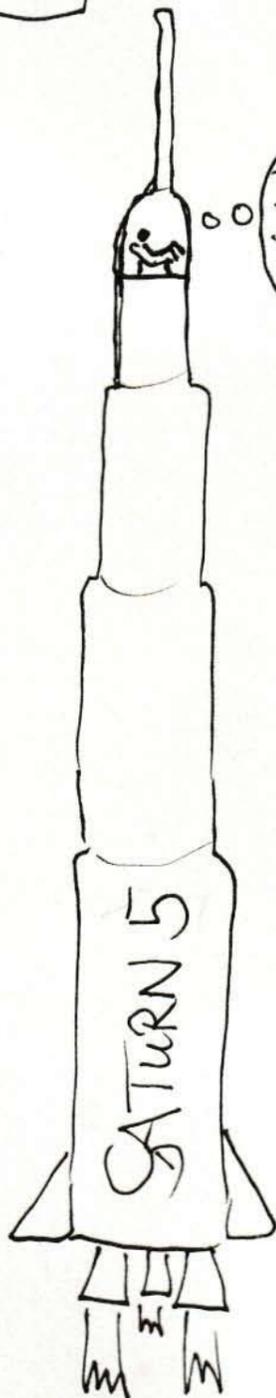
SPÄTER

SCHWERELOS



BALD SCHWERELOS

WIR HATTEN DAS SCHON



STARTBESCHLEUNIGUNG

$$a_{st} = \frac{F}{m} - g (*)$$

UND?

WOW
SATURN 5
2712 t STARTMASSE
35 000 kN STARTSCHUB

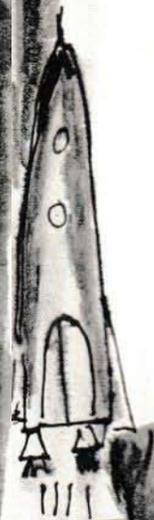
BRECHNE

(*) DIE ERD BESCHLEUNIGUNG ÜBERWINDEN



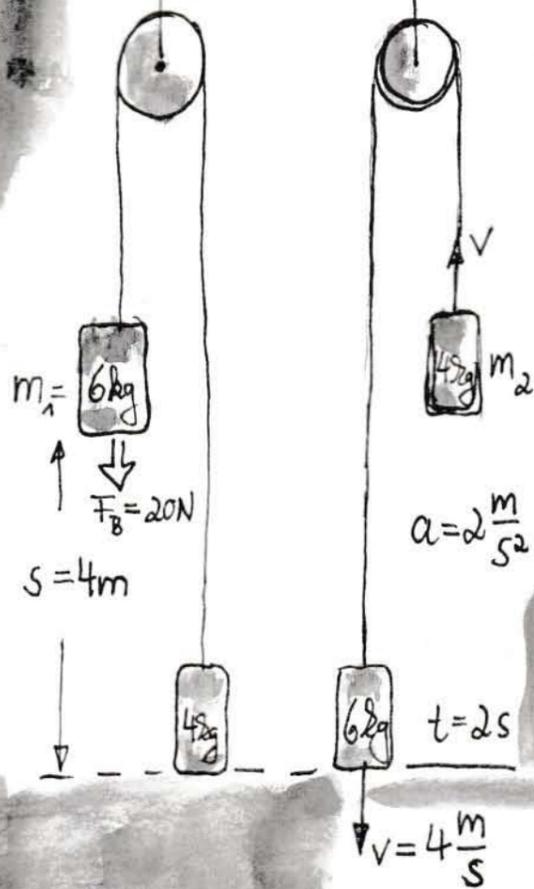
RECHNEN

VERSTEHEN



AUFGABEN BAUEN

NEWTON & CO



KONSTANT BESCHLEUNIGTE BEWEGUNG ...

$$v = a \cdot t$$

$$s = \frac{1}{2} a t^2$$

$$G = m \cdot g$$

$$F = m \cdot a$$

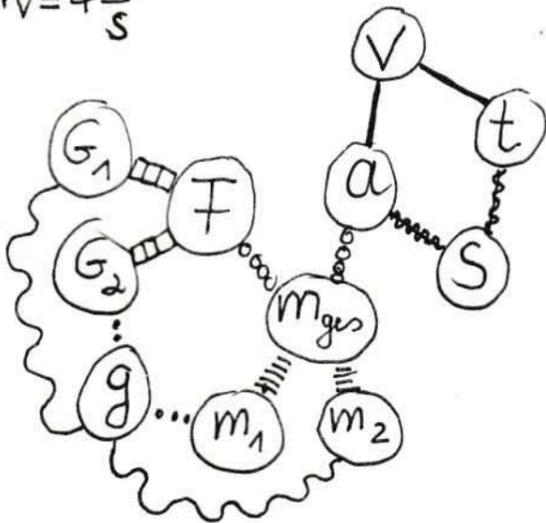
$$m_1 g - m_2 g$$

$$m_1 + m_2 = m_{\text{ges}}$$

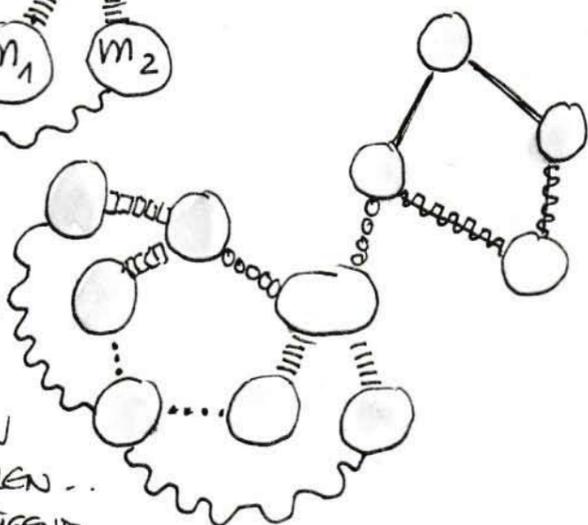
$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{\text{BESCHL}} = G_1 - G_2$$

TOOL
FÜR
AUFGABEN-
VIELFALT



VORGEHEN
ZUM AUFGABEN-
ERSTELLEN
EINER SCHLÜSSIGEN
AUFGABE:



FANGE MIT EINEM
BELIEBIGEN PARAMETER
AN, FÜLLE DANN NOCH EIN
FELD DER 3ERBEZIEHUNG, DANN
LÄSST SICH DAS DRITTE JA
BERECHNEN... DIESES DRITTE
IST AUCH WIEDER MIT 2 ANDEREN
VERKNÜPFT WIEDER EINE WÄHLEN...
USW. BIS ALLE "BECKE" GENÜGEN
"BESETZT" ...

AUSPROBIEREN



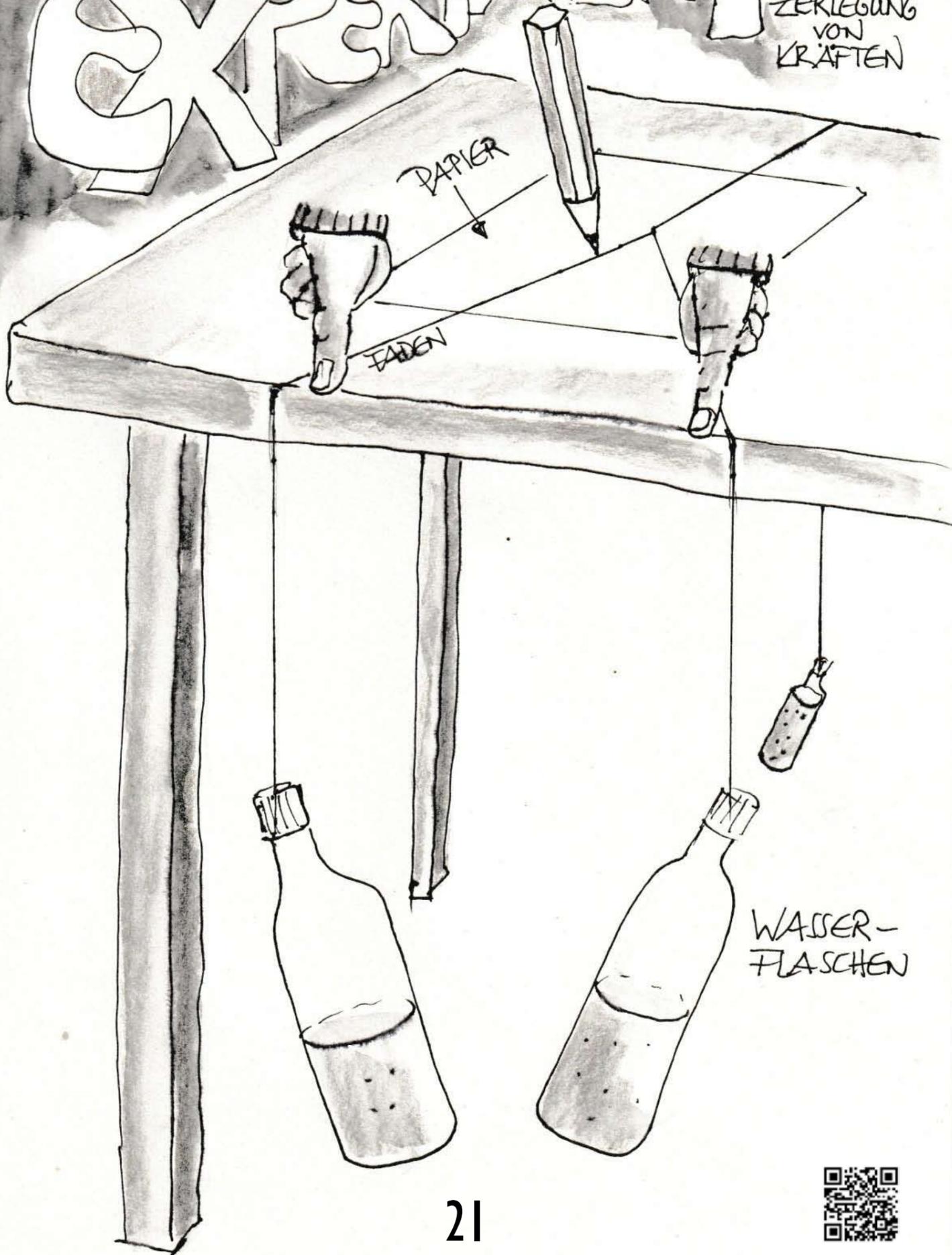
MEIN DURCHBLICK

TESTEN



EXPERIMENT

ZERLEGUNG
VON
KRÄFTEN



PLÄNE SCHMIEDEN

TOOO

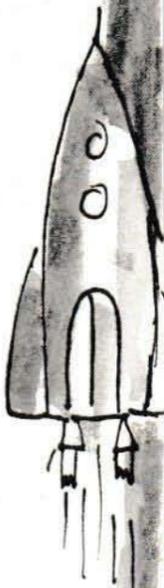
DOO

DONE

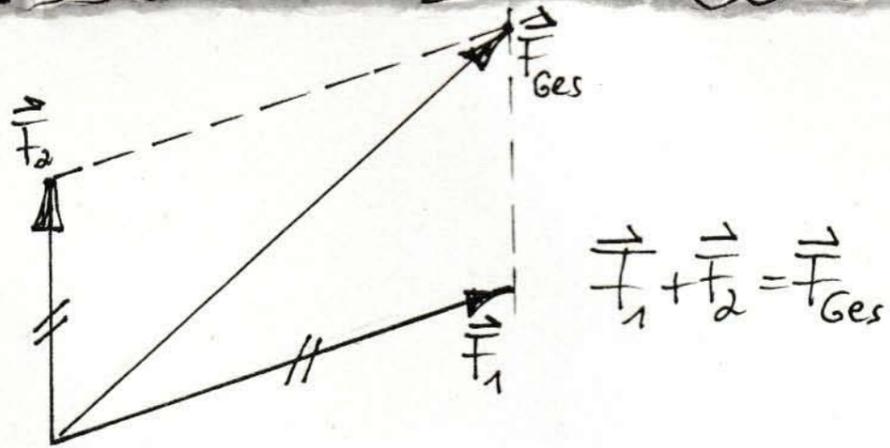


ZEICHNEN

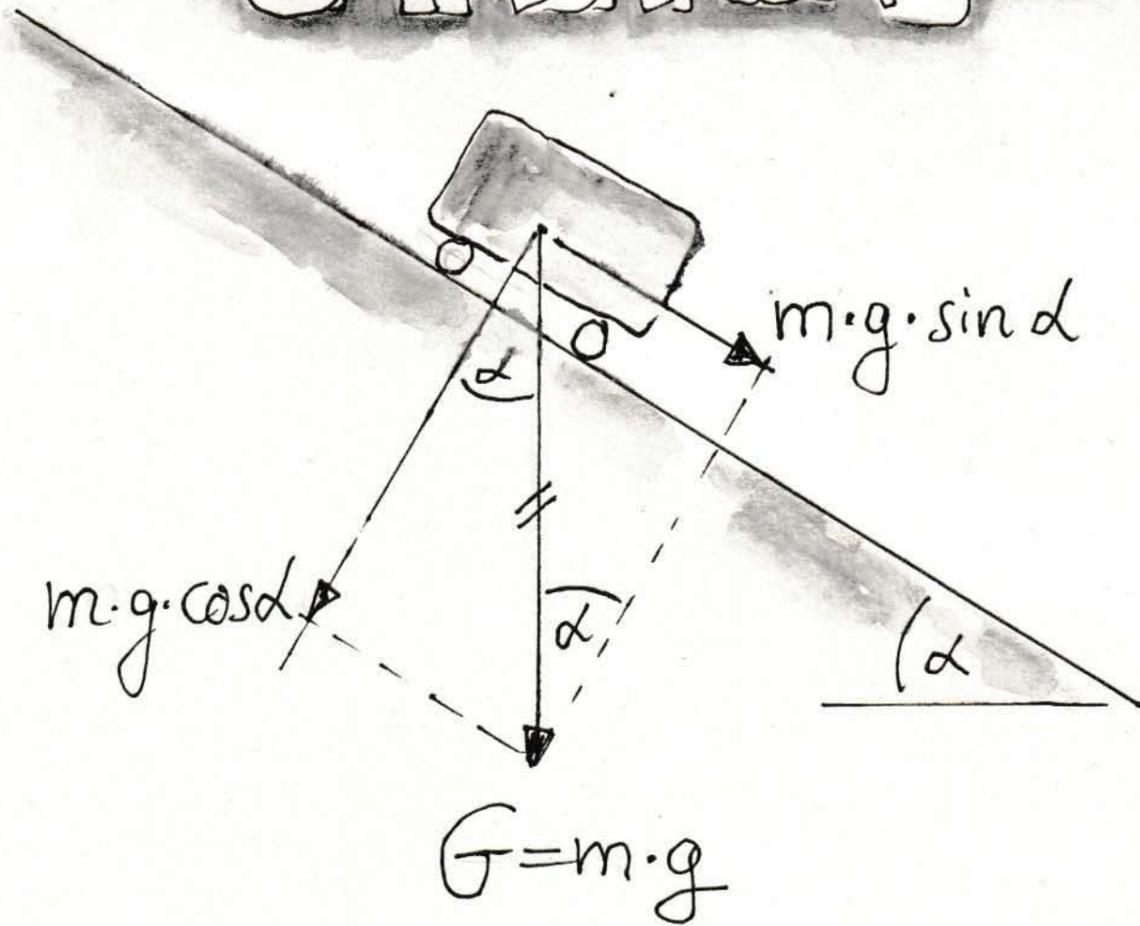
KONTRUIEREN



KRÄFTEPARALLELOGRAMM



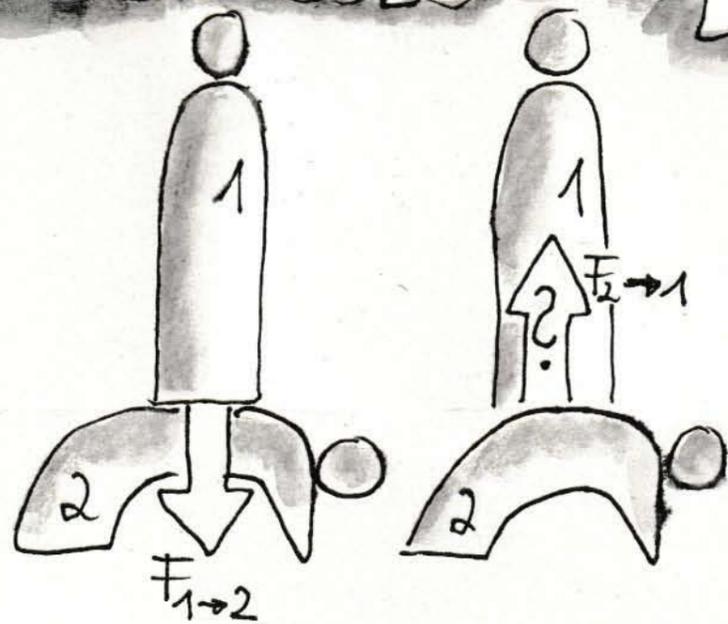
UMKEHRUNG



UMSETZEN



ACTIO MEETS REACTIO



WAS WÜRD E PASSIEREN,

WENN $F_{2 \rightarrow 1} > F_{1 \rightarrow 2}$ WÄRE ?

WENN $F_{2 \rightarrow 1} < F_{1 \rightarrow 2}$ WÄRE ?

ALSO KANN NUR GELTEN:

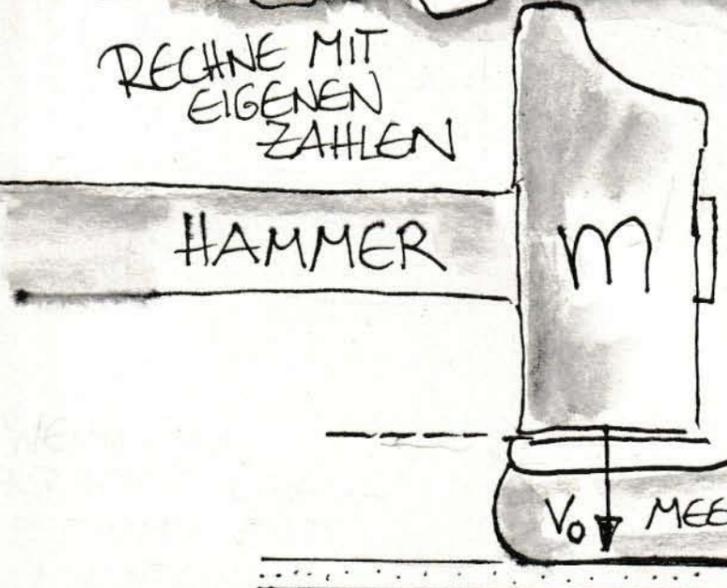
MEINE BEISPIELE

MEIN AHA

DER HAMMER-

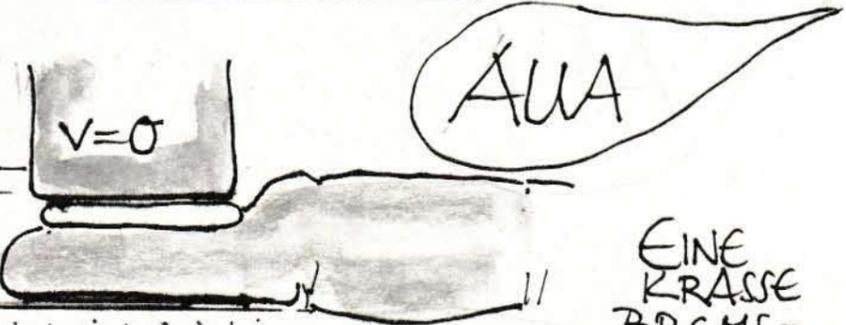
KRAFTSTOSS

RECHNE MIT EIGENEN ZAHLEN



v_0 z.B. WIE FALL AUS 1 ODER 2 METER HÖHE

$$v_0 = g \cdot t = \sqrt{2s} \cdot g$$



EINE KRASSE BREMS-BEWEGUNG

WIE SENKRECHTER WURF

$$v(t) = 0 = v_0 - a \cdot t \quad t = \frac{v_0}{a}$$

BREMS- WEG $\rightarrow \Delta s = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} a t^2$

$$\Delta s = v_0 \cdot \frac{v_0}{a} - \frac{1}{2} a \frac{v_0^2}{a^2} = \frac{v_0^2}{2a}$$

$$a = \frac{v_0^2}{2\Delta s}$$

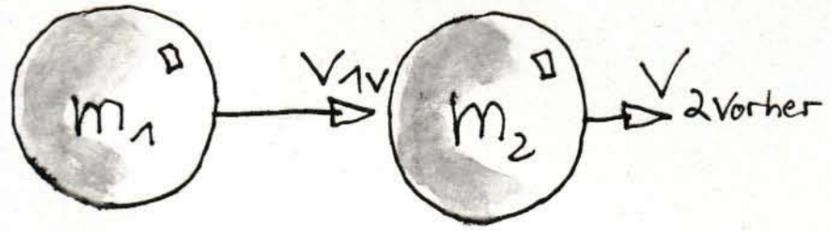
actio = reactio

FINGER AUF HAMMER = $m \cdot \frac{v_0^2}{2\Delta s}$ (BREMS)

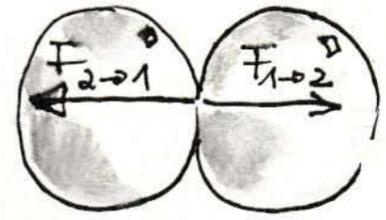
FHAMMER AUF FINGER = $m \cdot \frac{v_0^2}{2\Delta s}$ (AUA)



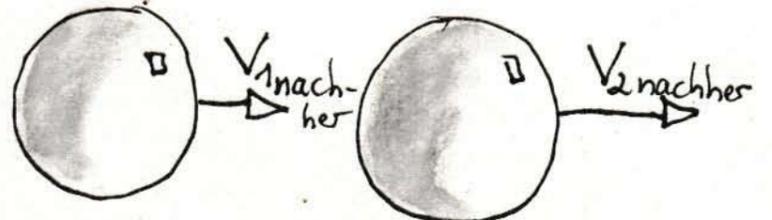
KRAFTSTOSS



ACTIO = REACTIO



KUGEL 1 STÖßT AUF KUGEL 2 UND DIESE STÖßT GENAU SO ZURÜCK



$$F_{1 \rightarrow 2} = m_2 \cdot a_2 = m_2 \frac{v_{2n} - v_{2v}}{\Delta t} = m_2 \frac{\Delta v_2}{\Delta t}$$

↑
BERÜHR-ZEIT

$$F_{1 \rightarrow 2} \cdot \Delta t = m_2 \Delta v_2$$

NENNT MAN

KRAFT-STOSS (DEFINITION)

$$= m_2 v_{2n} - m_2 v_{2v}$$

ÄNDERUNG VON $m \cdot v$

NENNT MAN IMPULS (DEFINITION)

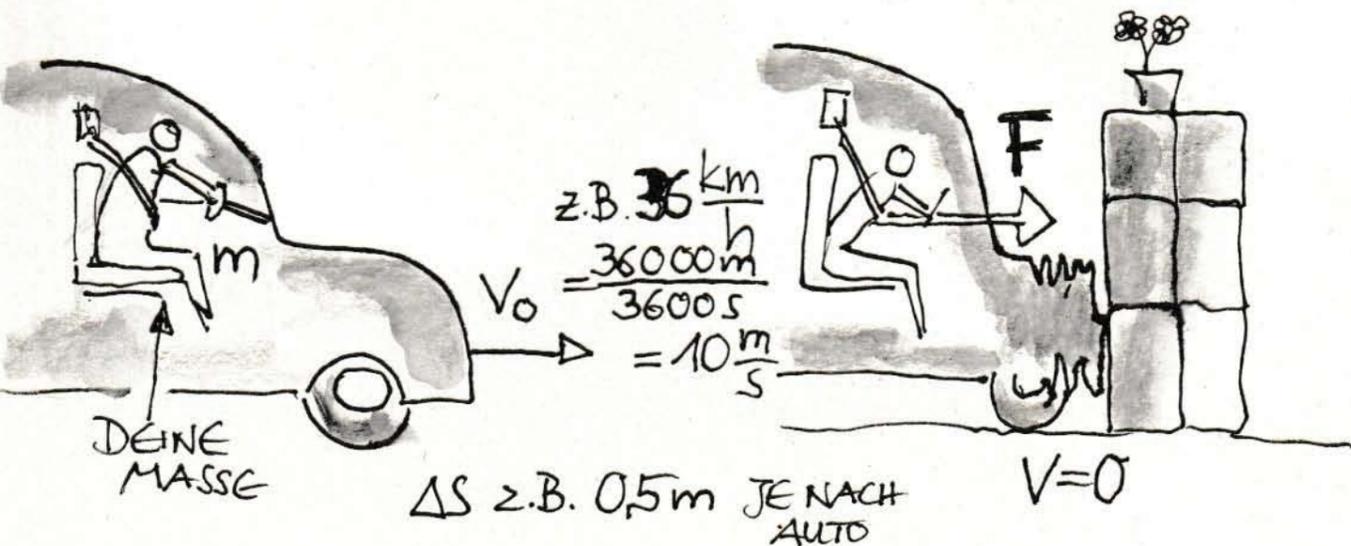
KRAFTSTOSS = IMPULSÄNDERUNG



KRAFTSTOSS



MEETS KNAUTSCHZONE



WAGEN "BREMST" - "BREMSWEG" $\Delta s =$
 BREMSZEIT $T = \frac{v}{a}$ $a = \frac{v^2}{2\Delta s}$

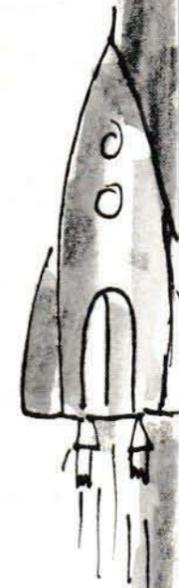
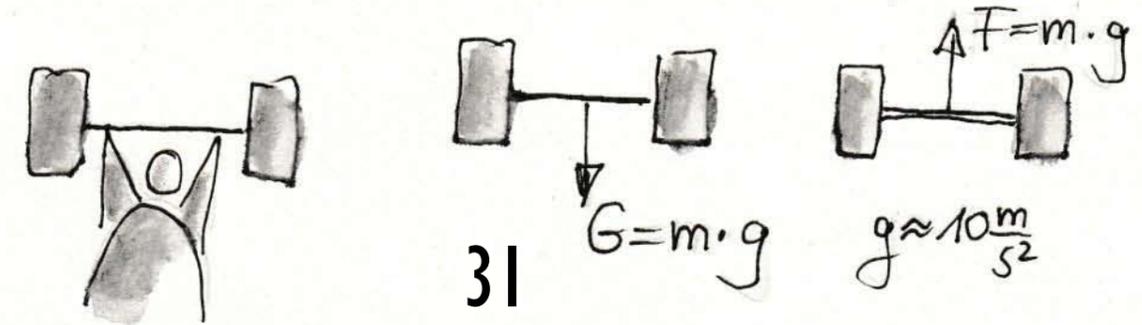
BREMS-BESCHLEUNIGUNG

KRAFT AUF GURT

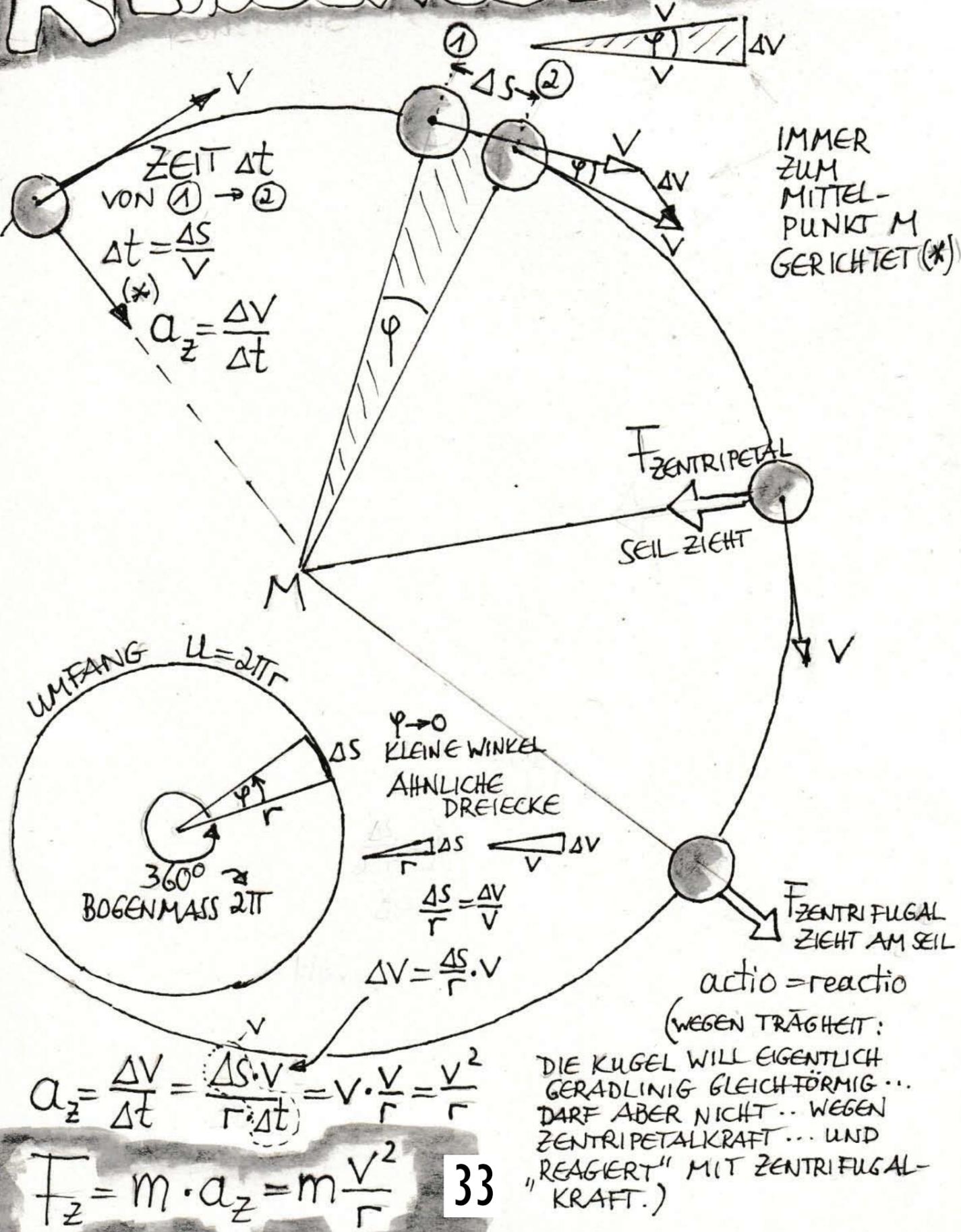
$$F = m \cdot a$$

BERECHNE VARIIERE ÜBERLEGE

KÖNNTEST DU DIE KRAFT MIT DEN ARMEN ABFANGEN ?

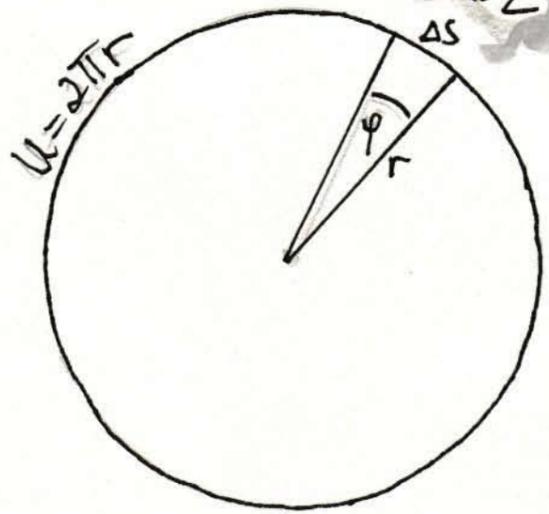


KONSTANTE KREISBEWEGUNG



WINKELGESCHWINDIGKEIT

$$F_z = m \frac{v^2}{r}$$



$$\frac{\Delta s}{2\pi r} = \frac{\varphi}{360^\circ} = \frac{\varphi}{2\pi} \quad \varphi = \frac{\Delta s}{r}$$

WINKELMASS
 BOGENMASS

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2\pi r}{T} = \left(\frac{2\pi}{T}\right) \cdot r = \omega \cdot r$$

$$F_z = m \frac{\omega^2 \cdot r^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r$$



$$\frac{2\pi}{T} = \text{Winkelgeschwindigkeit}$$

DAS KLEINE OMEGA
 ω

$$\Omega \omega$$



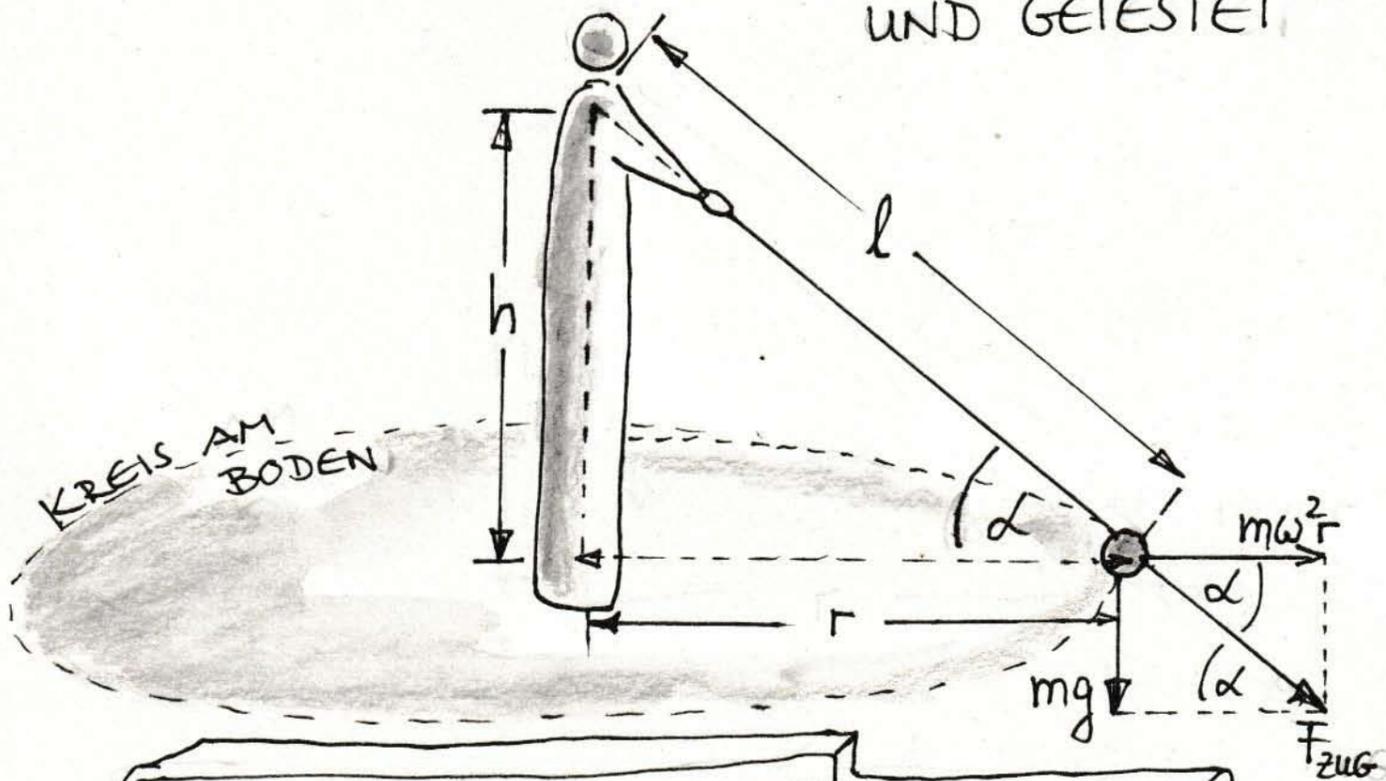
LADIES & GENTLEMEN
ES DARF



GERECHNET

WERDEN

UND GETESTET



$$\frac{h}{l} = \sin \alpha \quad \frac{r}{l} = \cos \alpha \quad \frac{h}{r} = \tan \alpha$$

$$\frac{mg}{m\omega^2 r} = \sin \alpha \quad \sqrt{(m\omega^2 r)^2 + (mg)^2} = F_{\text{zug}}$$

$$v_{\text{BAHN}} = \frac{2\pi r}{T} = \omega \cdot r$$

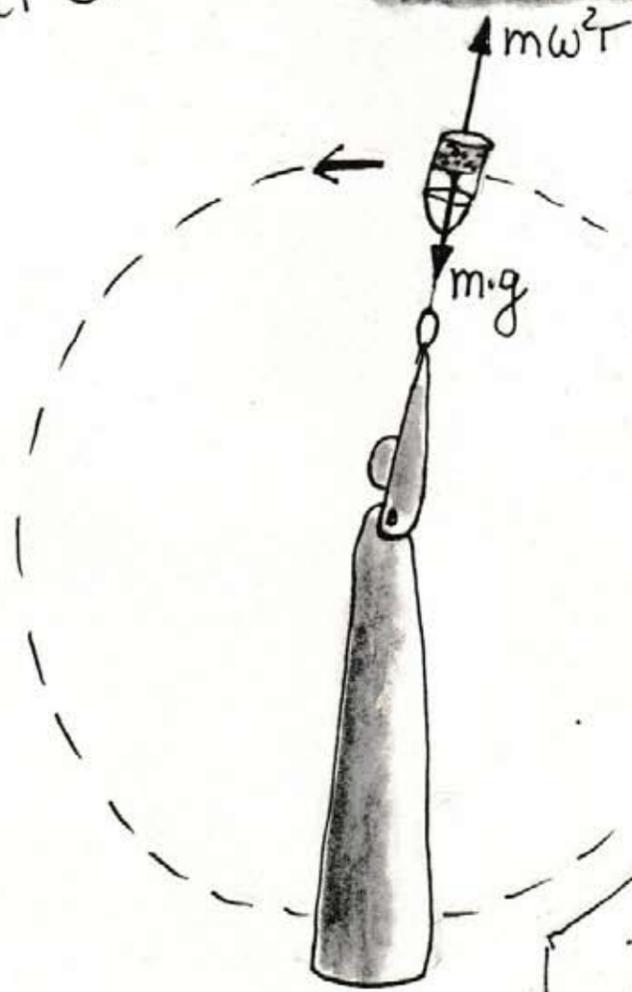
ENTWICKLE EIGENE AUFGABEN

MEIN AHA

AUFGABEN



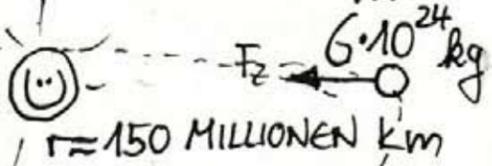
AUFGABEN - SELBST - WEITER ERFINDEN



AB WELCHER UMDREHUNGSZAHL $\frac{t}{T} = n$ BLEIBT DAS WASSER IM TOPF

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

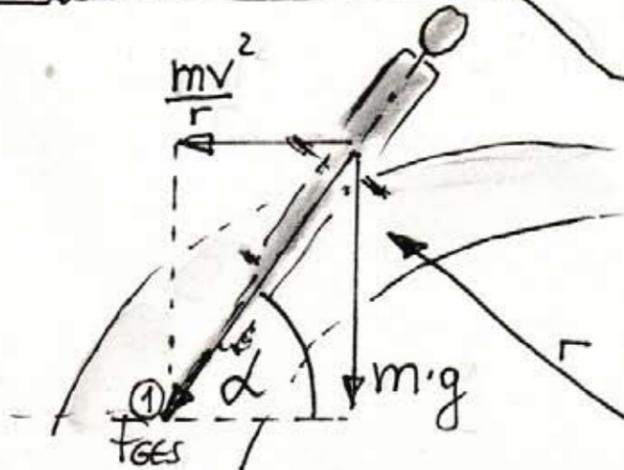
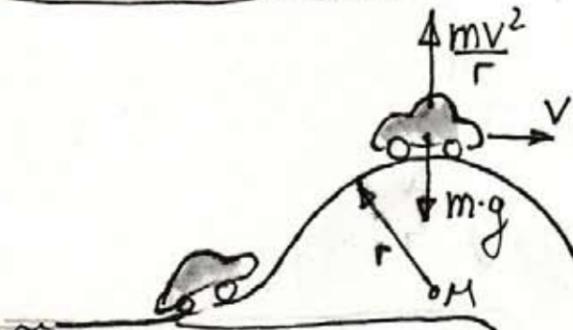
MIT WELCHER KRAFT ZIEHT EIGENTLICH DIE SONNE AN UNSEREM PLANETEN $m \approx$



WOHLGEMERKT actio = reactio:

BEI WELCHER GESCHWINDIGKEIT HEBT DER WAGEN AB?

WIR ZIEHEN ZURÜCK

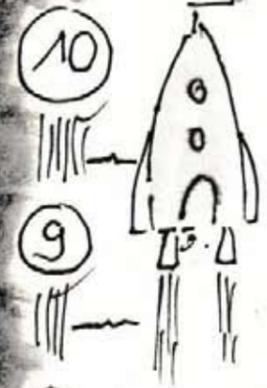


DAMIT EIN FAHRRADFAHRER IN DER KURVE NICHT UMFÄLLT, MUSS F_{ges} AUF DEN BERÜHRUNGSPUNKT MIT DER STRASSE

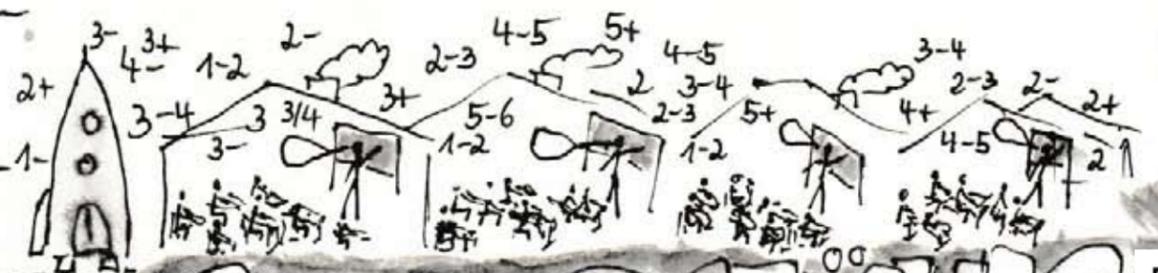
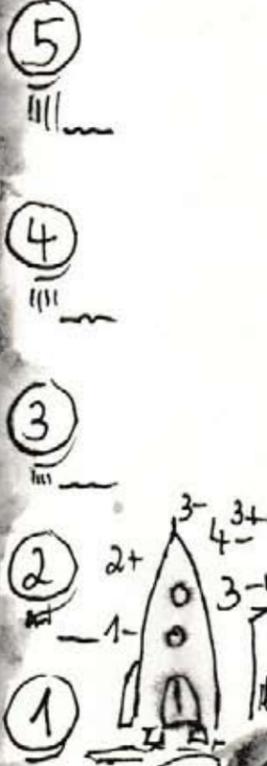
TÜFTELEIEN



RAKETEINGEFÜHLE



NOTEN-FIXIERUNG ZONE VERLASSEN



SCHULGEFÜHLE



Das sprechende Physikmagazin zur kollaborativen Improvisation

Für ein schnelles, spannendes und effektives Erreichen selbst gesteckter Ziele



Der physikalisch kollaborative Improvisationsgarten



cc by ottokraz