

Adolphis Astronomie-Abend

Nachdenken über wundersame
astronomische Beobachtungen und
über Modelle für Galaxien

Teil 1: Entwicklung des Naturverständnisses am Beispiel der Astronomie:
Beobachten, Ordnen, Messen, Berechnen, Verstehen
am Beispiel der Geschwindigkeitsverteilung in Galaxien

Ziel: Beantwortung zweier grundsätzlicher Fragen:

- 1. Welche Bedeutung haben Hypothesen bei der Erkennung der Welt? Ist das Erkennen eines Musters schon eine Hypothese? Welche Muster standen in der Astronomie am Anfang?**
- 2. Gibt es ein Ende der astronomischen Erkenntnis? Wie kann man den jetzigen Stand einordnen? Was sind gesicherte Erkenntnisse und ihre Konsequenzen in konkreten Denk-Schritten vom Einfachen zum Komplexen?**

1.1 Nonverbale Hypothesen: Erwartung

Jedes autark bewegliche Lebewesen („Tier“) trifft Entscheidungen auf Grund einer strukturierten Erwartung („Erwartungsbaum“) und greift dabei auf ein Muster zurück, das eine Mischung aus vorgegebenen („Instinkt“, Gene) und erworbenen („Erfahrung“) Handlungen als Reaktion auf Umweltwahrnehmungen darstellt.

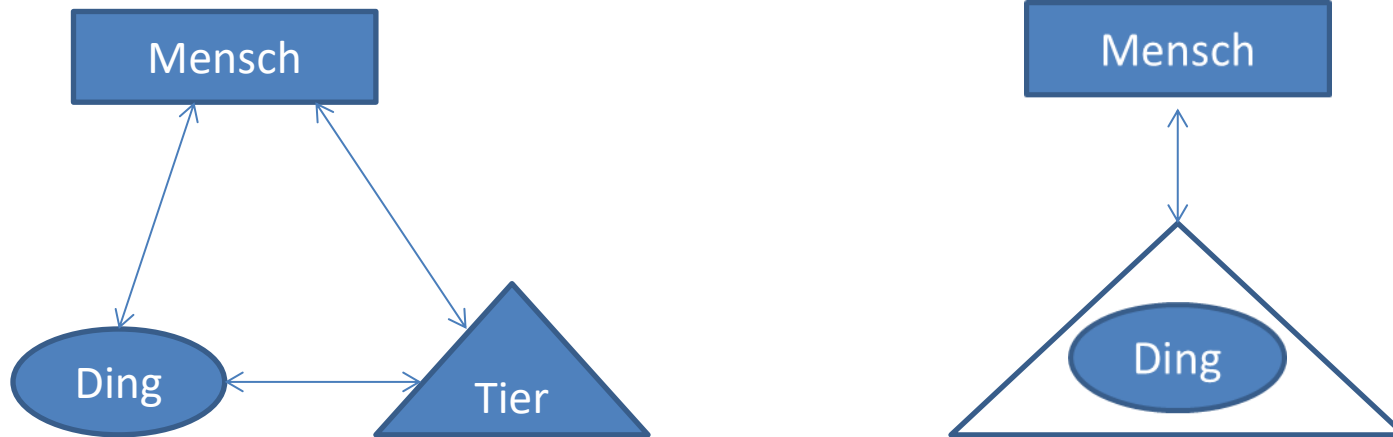
(Z.B. Fluchtverhalten von Krähen...)

Der Mensch fügt diesem Muster

- eine abstrakte „Draufsicht“ als Über-Muster
 - den Wunsch nach „Kausalität“
- hinzu.

1.1 Nonverbale und verbale Hypothesen: Erwartung

„Jetzt“ -> Variante von erwartetem „Dann“



Die menschliche Reaktion hängt zusätzlich von eigenen „Zielen“ ab und kann deshalb individuell sehr unterschiedlich sein:

- Gleichgültigkeit
- Flucht
- Eingriff (z.B. Angriff)

Dabei entsteht dann neue „Erfahrung“ als Grundlage für zukünftiges Handeln!

(Geordnete Erfahrung: „Verständnis“ oder „Wissen“ als Hypothese)

1.1 Nonverbale und verbale Hypothesen: Erwartung

MENSCHLICH typische Beispiele komplexer Erwartung:

Nonverbale Synchronisierung des inneren Ablaufs mit dem äußeren:

Musik-Hören mit Hilfe des Rhythmus und mit Hilfe des harmonischen Erwartungbaumes (Spannung durch Dissonanz-Konsonanz)

Verbale Synchronisierung des inneren Ablaufs mit dem äußeren:

Sprache hören (i. U. zum Lesen!) mit Hilfe des inhaltlichen Erwartungsbaumes (Spannung durch Rhetorik!)

1.2 Abstrakte Hypothesen: Ordnung (Muster)?

MENSCH:

Findet oder sucht:

„Ähnlichkeit“ vergleichbarer Vorgänge oder Zustände oder
Muster in Raum oder Zeit

(Sammler von und Jäger nach weiteren Beispielen, um
Hypothese zu untermauern.)

TIER: Ist an Tag-Nacht-Wechsel gewöhnt und fertig.

MENSCH: Woher kommt das „wirklich“?

(Mensch hat das Bewusstsein von scheinbaren und echten
Zusammenhängen UND das Kausalitäts-Bedürfnis!)

(Aber: Auch Tiere sind punktuell neugierig!)

1.2 Abstrakte Hypothesen: Ordnung (Muster)?

TIER:

Kann einzelne Artgenossen unterscheiden, aber nicht
„beschreiben“.

MENSCH:

Kann einzelne Sterne unterscheiden, weil er ihren Bezug zu
anderen Sternen beschreiben kann: Sternbilder.

Dann kann er ihnen auch Namen geben:

„ASTRO-NOMIE“

ist geboren.

1.2 Abstrakte Hypothesen: Ordnung (Muster)?

MENSCH:

Erlebt

- Tag-Nacht-Wechsel wie Tiere als zuverlässige Ordnung
- Mondphasen als Ordnung
- Jahreszyklus als Ordnung

Benötigt für landwirtschaftliche Erfolge genaueres Wissen um Jahreszeit (Voraussetzung: Übertragung von Erfahrungen mittels Sprache und Speicher)

- Himmelscheibe von Nebra
- Steinkreise

Himmel „gibt Zeichen“ für irdischen Erfolg!

1.2 Abstrakte Hypothesen: Ordnung (Muster)?

MENSCH:

Erlebt neugierig neben Sonne und Mond unterschiedliche Sterne: Fixe und wandelnde

Mit viel Akribie lassen sich Grundmuster der Bewegung aller Planeten ermitteln.

Mit noch mehr Akribie lassen sich Muster der Abweichungen vom Grundmuster ermitteln.

Da keine Einflussmöglichkeit durch den Menschen erkannt wird, ist alles unmittelbar „göttlich“.

1.2 Abstrakte Hypothesen: Ordnung (Muster)?

Beispiel Mond:

- wandelbare Phase (eigener Rhythmus)
- wandelbare Höhe über dem Horizont
(Phasen- UND Jahresrhythmus)

Beispiel Wandelsterne:

- Mars: Ringsum-Bewegung vor der Himmelskugel mit rhythmischen Schleifen
- Venus: Pendelbewegung um die Sonne

Versuch der mechanischen Konstruktion der Bewegung aus Rotationen auf Kreisen („astronomische Uhren“)

Hypothese des heliozentrischen Weltbildes (Antike!)

1.3 Exakte Messung

Erkenntnis, dass man exakte Messungen benötigt, um Hypothesen zu prüfen.

Was ist messbar?

Winkel über Horizont und Winkel zur Nordrichtung (räumliche Polarkoordinaten auf der Himmelskugel)

Was kann man daraus berechnen?

Keplers Hypothesen:

- Kreise? NEIN
- exzentrische Kreise? Kreis-Überlagerungen? NEIN
- Ellipse mit konstanter Geschwindigkeit? NEIN
- Ellipse mit ganz konkretem Geschwindigkeits-Mittelpunktabstands-Gesetz? NEIN
- **Ellipse mit ganz konkretem Geschwindigkeits-Brennpunktabstands-Gesetz! JAAAAAAA**

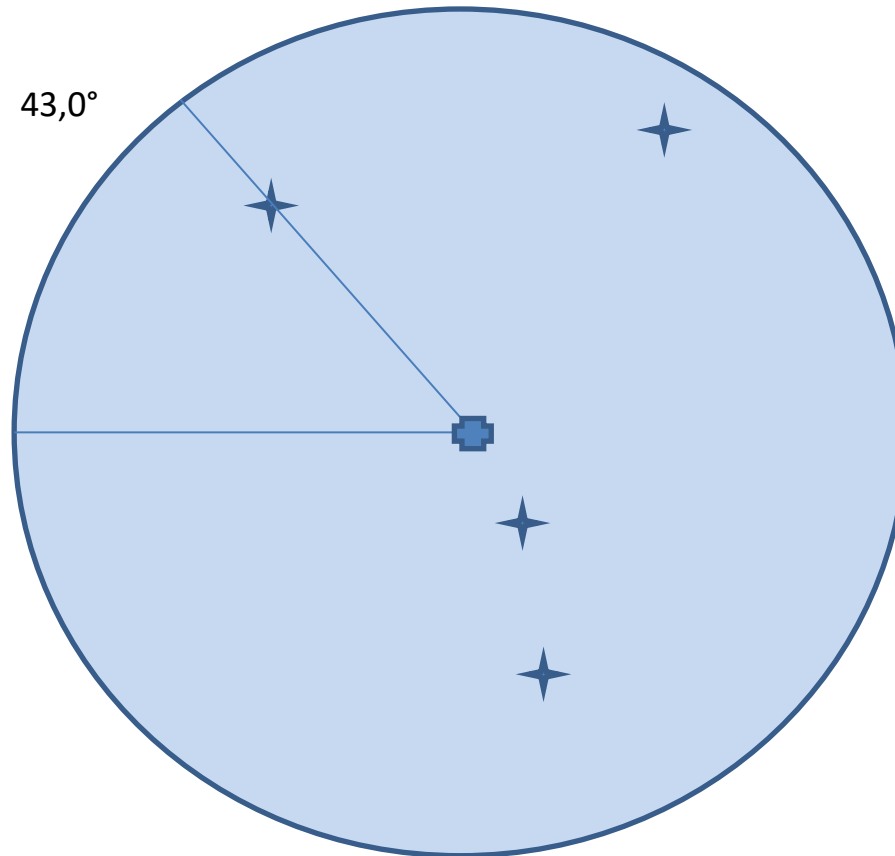
1.3 Exakte Messung der relativen Koordinaten

räumliche Polarkoordinaten auf der Himmelskugel mit Zeit:

Zeit Höhe Azimut

6.4.23 23,5° 44,5°
22:34:15

7.4.23 23,0° 43,0°
22:20:45



Daraus sind die absoluten Winkel-Koordinaten bestimmbar, aber NICHT die Raumkoordinaten einer „Bahn“!

1.4 Struktur-Hypothese für gemessene Daten und Rechnungen

Keplers jahrelange Rechnerei: Daten von Tycho Brahe als räumliche Polarkoordinaten zu bestimmten Zeitpunkten

Diese Daten müssen interpretiert werden als

- Projektionen eines beweglichen Objektes aus der Sicht eines bewegten Objektes auf einen festen Hintergrund
- Da beide Bewegungen unbekannt sind, muss man Hypothesen aufstellen, berechnen und mit den bekannten Daten vergleichen
- Als Nebenbedingungen müssen alle bekannten Rhythmen erfüllt werden
- Je **7 geometrische Freiheitsgrade** beider Ellipsen müssen iterativ genähert werden:

(3 Ortskoord. MP, gr. u. kl. HA, Neigung gegen Ebene, Drehung um Achse (dynamisch: SP-Brennpunkt))

1.5 Keplers Rechen-Ergebnisse als Struktur-Hypothese für allgemeine Planeten-Bewegungen

- absolute Bahnorte von Erde und Mars liegen auf Ellipsen
- Sonne befindet sich in einem Brennpunkt jeder Ellipse (enthält indirekt den Satz der Impulserhaltung)
- Geschwindigkeitsgesetz jeder Ellipse als Flächensatz (enthält direkt den Satz der Drehimpulserhaltung)
- Umlaufzeit-gr. HA-Gesetz (enthält indirekt zweimal Newton: Äquivalenz von träger und schwerer Masse in Trägheits- und Gravitationsgesetz)

Keplers Hypothesen für die Ursache dieser Bewegungsmuster sind mystischer Art.

Keplers Hypothesen für die Abstandsreihe der Planeten ist ebenfalls esoterisch begründet.

KEPLER hat also die richtigen MUSTER gefunden, nicht aber deren URSACHE angeben können.

1.6 Theoretische Hypothese für Ursache-Wirkungs-Gesetz

Mit **Galileis** Arbeiten zu

- Fallgesetz (Artillerie)
- Schwingungen

war der geometrische Gedanke der Zerlegung in Komponenten auf die Physik bewegter Objekte übertragen worden.

Newton konnte mit den physikalischen Ergebnissen von **Galilei** und den mathematischen von **Kepler** seinen hypothetischen Gravitationsansatz prüfen. Mit seinem Verständnis der Differential- und Integral-Rechnung war er in der Lage, auf einer höheren Abstraktionsstufe zu arbeiten und die Ergebnisse seiner Vordenker als **Spezialfälle** unter der Vielfalt der Lösungen zu erkennen.

Ziel: Beantwortung zweier grundsätzlicher Fragen:

1. Welche Bedeutung haben Hypothesen bei der Erkennung der Welt? Ist das Erkennen eines Musters schon eine Hypothese? Welche Muster standen in der Astronomie am Anfang?
2. **Gibt es ein Ende der astronomischen Erkenntnis? Wie kann man den jetzigen Stand einordnen? Was sind gesicherte Erkenntnisse und ihre Konsequenzen in konkreten Denk-Schritten vom Einfachen zum Komplexen?**

2.1 Was kam nach Newton?

Messung einer endlichen Lichtgeschwindigkeit

- Problem der „Gleichzeitigkeit“ erkannt
- Transformationen in einer „Raum-Zeit“ betreffen auch die Masse

Messung der Rotverschiebung

Unklarheit der Hintergrundstrahlung, Schwarze Löcher

Neue kosmologische Modelle wurden erarbeitet und werden ständig über Kreuz auf Widerspruchsfreiheit überprüft. (Kein Labor...)

ZIEL dieser Vortragsreihe:

Verständnis der rein klassisch-mechanischen WW in Galaxien auf Basis der Newton-Dynamik:

- ***Geschwindigkeits-Profile (heute)***
- ***Statistische Ansätze (nächstes Mal!)***

2.2 Geschwindigkeits-Profile

Verständnis-Frage 1: Wo liegen Schwerpunkt und Kraft-GG-Punkt bei zwei Massen (z.B. im Verhältnis 3:1)?



2.2 Geschwindigkeits-Profile

Verständnis-Frage 1: Wo liegen Schwerpunkt und Kraft-GG-Punkt bei Massen (3:1)?

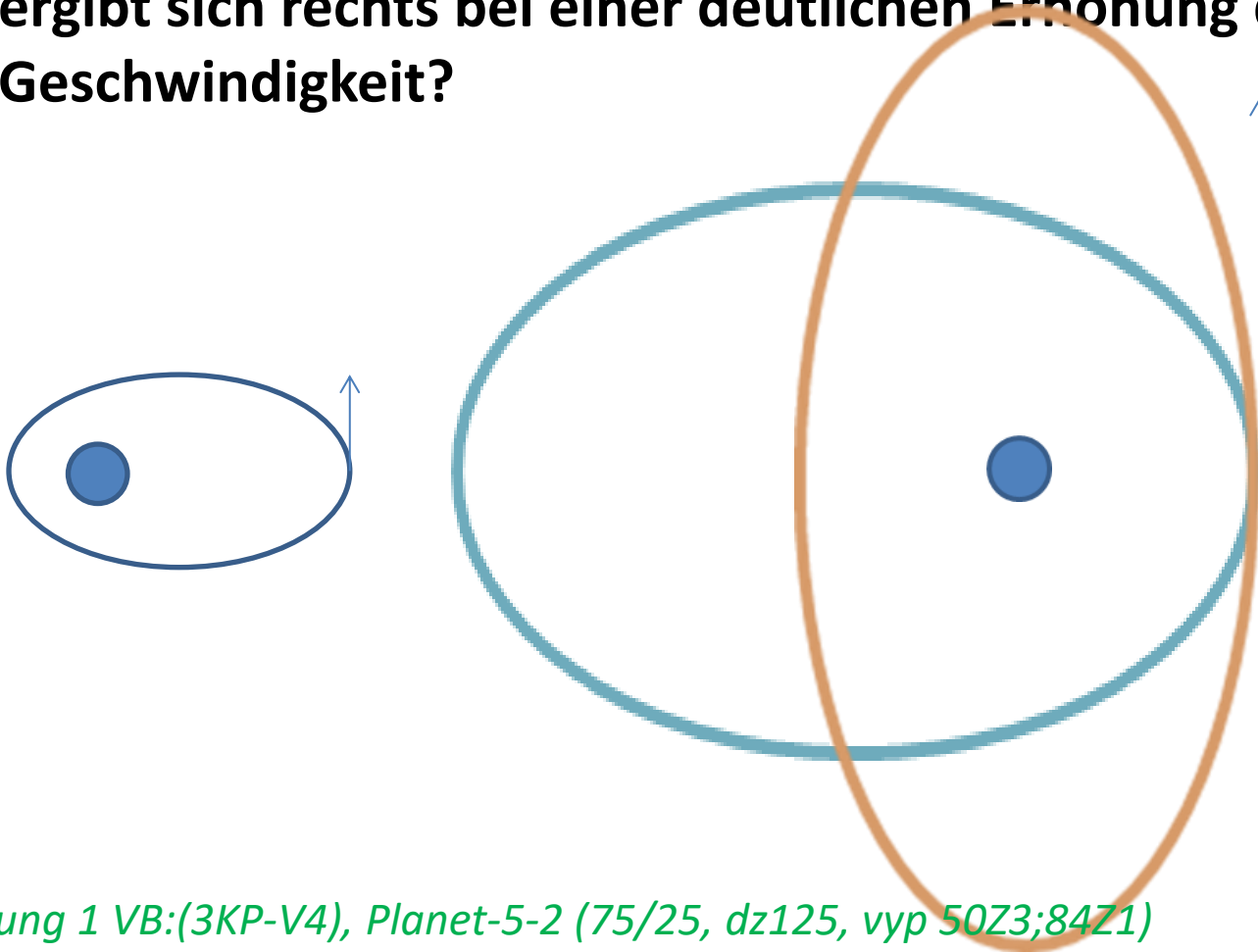


$$x_{GG} = x_1 - d_1 = x_1 - (x_1 - x_2) * (1 / (1 - m_2 / m_1) + w_u (1 / (1 - m_2 / m_1)^2 - 1 / (1 - m_2 / m_1))) = 63,4\% * (x_1 - x_2)$$

$$x_{SP} = m_2 / (m_1 + m_2) * (x_1 - x_2) = 25\% * (x_1 - x_2)$$

2.2 Geschwindigkeits-Profile

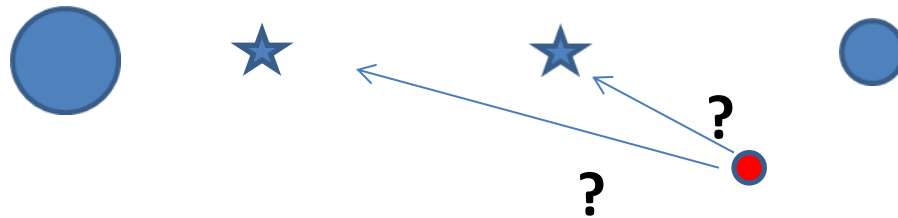
Verständnis-Frage 2: Welche der beiden Bahnen ergibt sich rechts bei einer deutlichen Erhöhung der Geschwindigkeit?



Vorführung 1 VB:(3KP-V4), Planet-5-2 (75/25, dz125, vvp 50Z3;84Z1)

2.2 Geschwindigkeits-Profile

Verständnis-Frage 3: Wohin zeigt die Kraft eines dritten Körpers in der gleichen Anordnung der beiden 3:1-Massen?



2.2 Geschwindigkeits-Profile

Verständnis-Frage 3: Wohin zeigt die Kraft eines dritten Körpers in der gleichen Anordnung der beiden 3:1-Massen?



Das Ergebnis hat NICHTS mit den beiden vorigen Überlegungen zu tun, die 3. Masse „weiß“ NICHTS von ihnen!

2.2 Geschwindigkeits-Profile

Verständnis-Frage 4: Welche Bahn ergibt sich um mehr als eine Masse?

- a) Ellipse um den gemeinsamen Schwerpunkt**
- b) chaotische Bahn**

Zur Beantwortung: Experiment im „warmen Stübchen“!

Zwei spezielle Startpunkte wählen:

- Schwerpunkt (ruhend!)
- Kraft-GG-Punkt (auf Doppelstern-Verbindungsline bewegt)

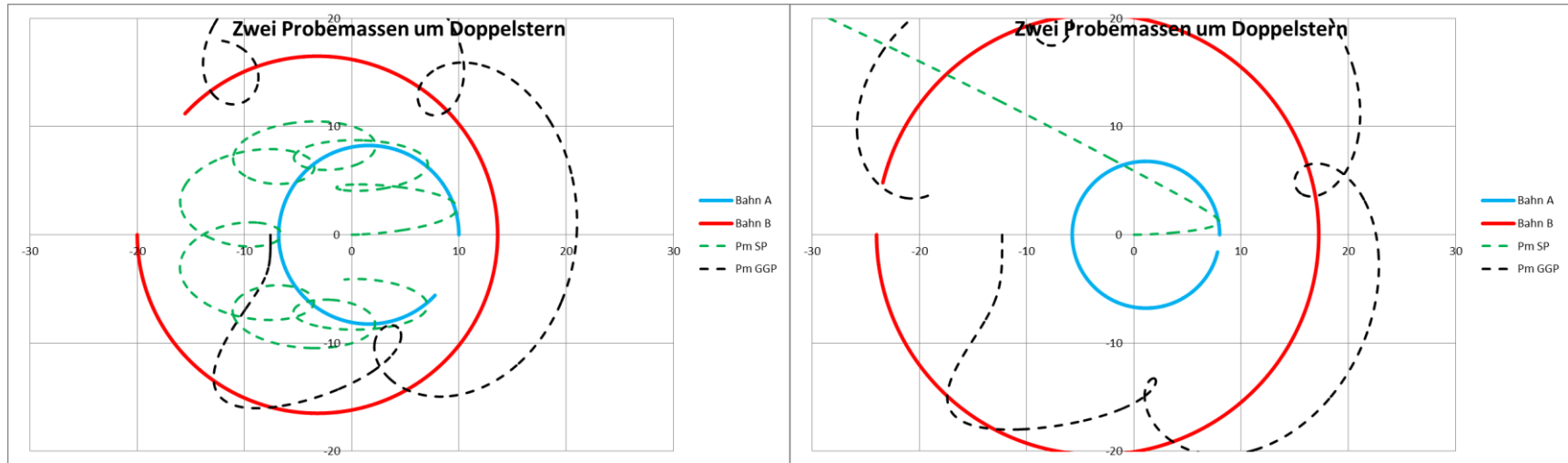
und Bahn aufzeichnen

Vorführung 2 EXCEL: 3-K-eben (3/1), 3-K-eben-Standard (2/1)

2.2 Geschwindigkeits-Profile

Verständnis-Frage 4: Welche Bahn ergibt sich um mehr als eine Masse?

- a) Ellipse um den gemeinsamen Schwerpunkt?
- b) chaotische Bahn?



Masseverhältnis 2:1

3:1

(Startgeschwindigkeit der Hauptmassen zusätzlich variabel!)

2.2 Geschwindigkeits-Profile

FRAGE: Welche Bahn ergibt sich um mehr als eine Masse?

ANTWORT: Auf den ersten Blick chaotische Bahnen, die analytisch nicht beschreibbar sind. (Sonderfälle wie Zykluszykloide sind *möglich!*)

FOLGERUNG: Schrittweise vorgehen:

- **BERECHNUNG** idealisierter Kreisbahn-Geschwindigkeits-Profile in *stetigen Masseverteilungen (heute)*
- **ABSCHÄTZUNG** statistischer Verfahren unter Berücksichtigung *diskreter Stern-Stern-Wechselwirkungen (nächstes Mal)*

2.2 Geschwindigkeits-Profile

FRAGE: Welche Bahngeschwindigkeiten ergeben sich „außen“ um und „innen“ in Masse-Verteilungen (Galaxien)?

- a) Kreisbahnen als Sonderfall (oder statistisches Mittel!)**
- b) chaotische Bahnen (kriegen wir später!!)**

Zur Beantwortung: Berechnungen im „warmen Stübchen“!

2.2 Geschwindigkeits-Profile

Vorgehensweise:

- 1. Kraftprofile von Masseverteilungen berechnen**
- 2. Schwere-Trägheits-Äquivalenz für Kreisbahnen einsetzen**
- 3. Geschwindigkeitsprofil ableiten**

Zusammenstellung aller Modell-Geometrien analytisch:

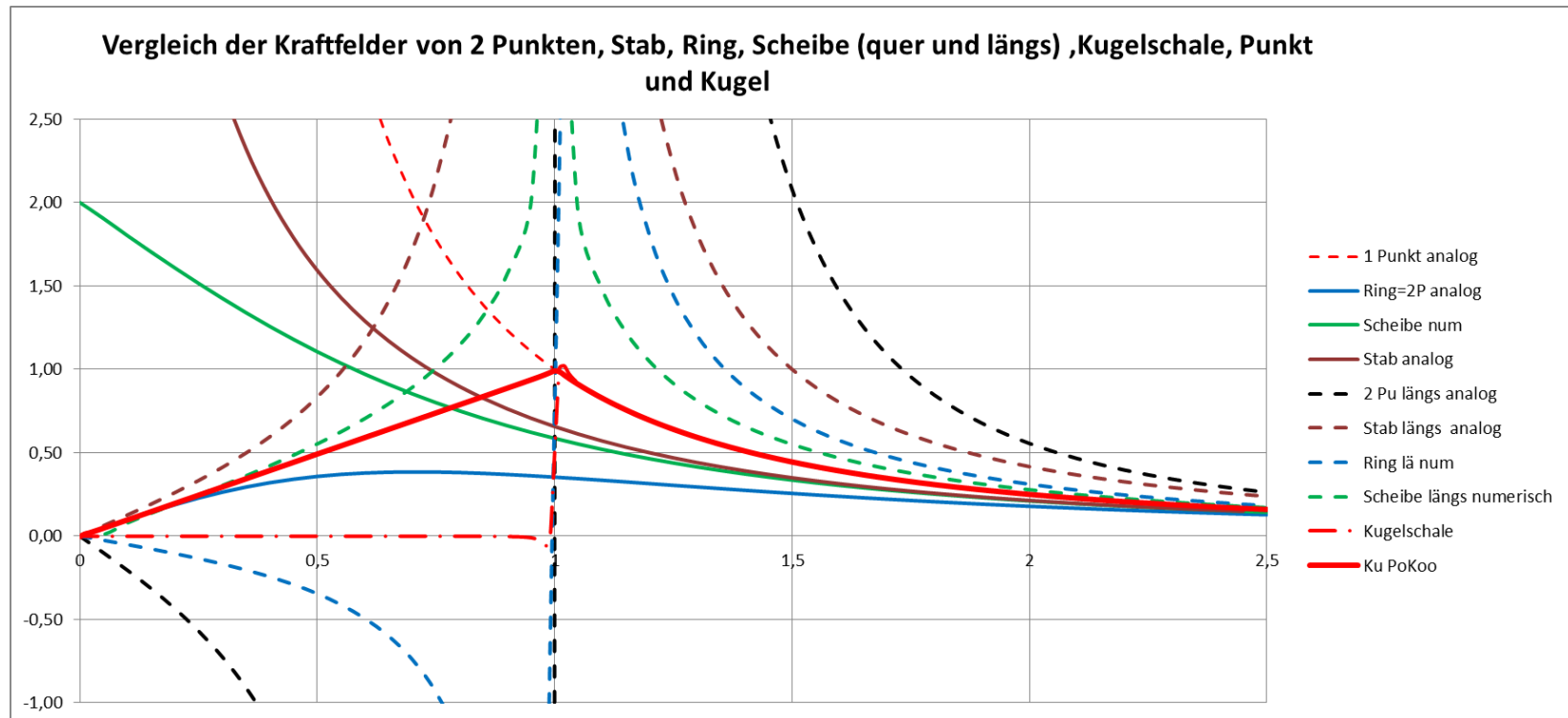
Es werden alle Symmetrie-Eigenschaften der Masseverteilungen genutzt, um die Integration zu vereinfachen: Spiegel- oder Rotationssymmetrie bzgl. der Verbindungslinie von Probemasse und Masse-Verteilungs-Schwerpunkt. Durch die entsprechende Wahl der Verteilung heben sich sämtliche Kraftkomponenten außer jener parallel zu dieser Verbindungslinie (x-Achse) gegenseitig auf, was die Rechnung enorm vereinfacht:

(+a: halbe Länge in x oder rmax; r: Abstand von x-Achse; d: Schwerpunkt-Lage auf x)

1 Punkt	$F(d)$	$= -1/d^2$	
2 Punkte lä	$F(d,a)$	$= -1/2 * (1/(d+a)^2 + 1/(d-a)^2)$	
2 Punkte qu	$F(d,a)$	$= -d/(d^2+a^2)^{3/2}$	
Stab längs	$F(d,a)$	$= -1/2a * \int 1/(d+x)^2 dx = 1/(2a) * (1/(x+a) - 1/(x-a))$	$[-a; +a]$
Stab quer	$F(d,a)$	$= -1/a * \int d/(d^2+r^2)^{3/2} dr = -1/d * 1/\sqrt{d^2+a^2}$	$[0; a]$
Ring längs	$F(d,a)$	$= -1/(\pi * a) * \int (d-a * \cos\varphi) / ((d-a * \cos\varphi)^2 + (a * \sin\varphi)^2)^{3/2} d\varphi$	$[0; \pi]$
Ring quer	$F(d,a)$	$= -d/(d^2+a^2)^{2/3}$	
Scheibe lä	$F(d,a)$	$= -2/(\pi a^2) * \iint (d-r * \cos\varphi) / ((d-r * \cos\varphi)^2 + (r * \sin\varphi)^2)^{3/2} * r * d\varphi * dr$	$[0; \pi; 0; a]$
Scheibe qu	$F(d,a)$	$= -1/(\pi a^2) * \int r^2 / (d^2+r^2)^{2/3} * dr$	$[0; a]$
Kugelschale	$F(d,a)$	$= -1/(2a^2) * \int a * \sin\varphi * (d-a * \cos\varphi) / ((d-a * \cos\varphi)^2 + (a * \sin\varphi)^2)^{3/2} * d\varphi$ $= -1/(4d^2a) * \int (1+(d^2-a^2)/s^2) ds \quad [d-a; d+a] = -1/d^2$	$[0; \pi]$
Kugel	$F(d,a)$	$= -1(2/3 * a^3) * \iint (r * \sin\varphi)^2 * (d-r * \cos\varphi) / ((d-r * \cos\varphi)^2 + (r * \sin\varphi)^2)^{3/2} * r * d\varphi * dr$ $= -1/d^2$	$[0; \pi; 0; a]$

Für einige der Integrale gibt es analytische Lösungen, alle können aber numerisch berechnet werden.

Zusammenstellung aller Modell-Geometrien grafisch



Alle berechneten Felder zusammengefasst. Insgesamt sind 10 verschiedene Abstandsgesetze zu erkennen, davon 8 verschiedene im Außenbereich. Daraus folgt zwangsläufig, dass es 6 unterschiedliche Trajektorien-Grund-Typen geben muss. Außerdem ist zu erkennen, dass eine Punktmasse die gleiche Außenwirkung hat wie eine Kugelschale oder eine Vollkugel. Im Umkehrschluss darf man eine kugelsymmetrische Masseverteilung durch ihren Schwerpunkt ersetzen (und NUR diese!).

2.2 Geschwindigkeits-Profile

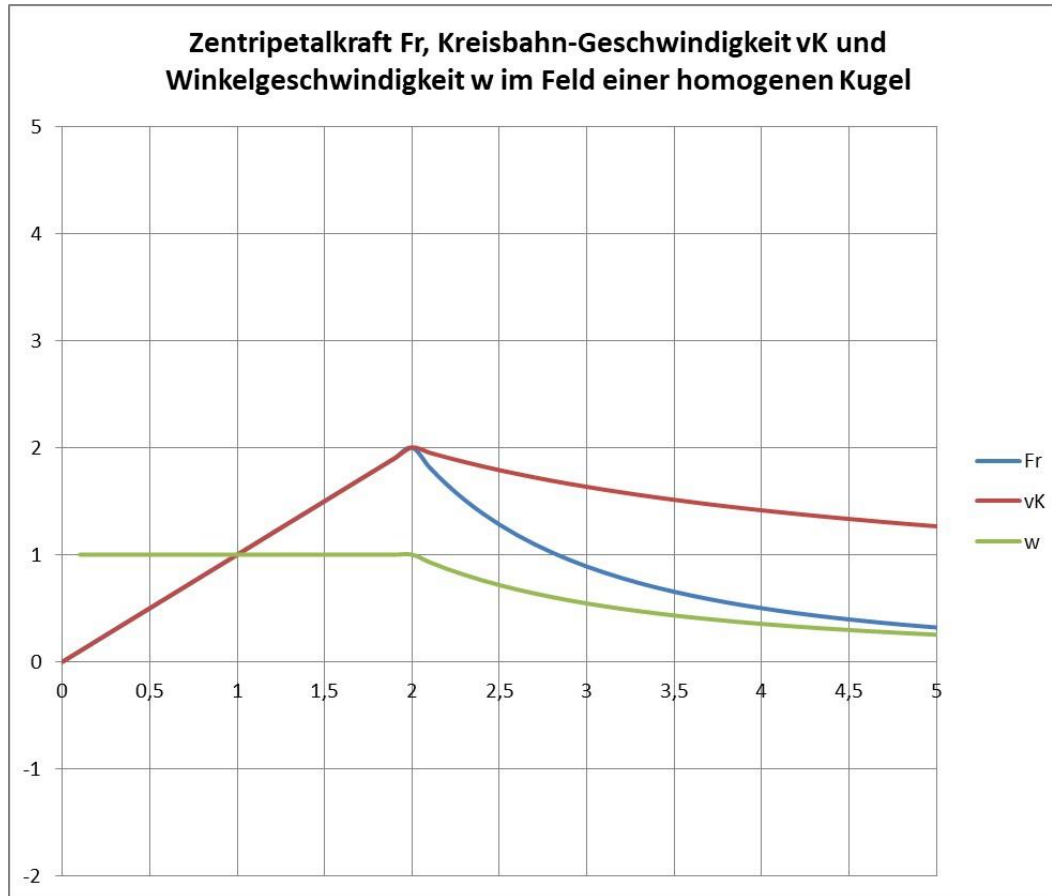
PLAN:

- Berechnung der Kraftverläufe aller drei Komponenten
- Vektor-Addition
- Berechnung der Geschwindigkeiten $v = \sqrt{F \cdot r / m}$
kürzer: $v = \sqrt{a \cdot r}$
(mit $a(r)$ als sog. „Beschleunigungs-Potential“)

(ausgewählte ERGEBNISSE detailliert auf den Folgeseiten)

2.2 Geschwindigkeits-Profile

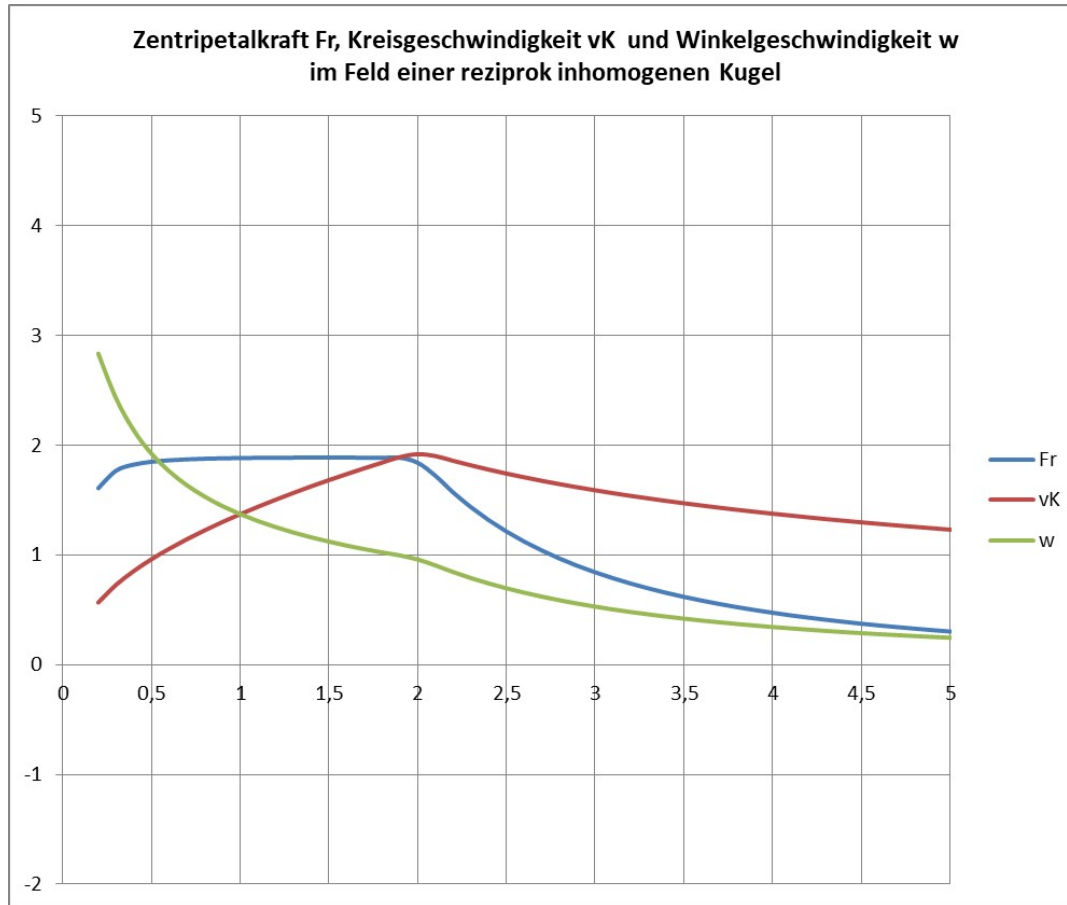
ERGEBNIS für: Kugel homogen



Hochinteressant ist die konstante Winkelgeschwindigkeit aller frei beweglichen Punkte im Inneren!!! (Nicht zu verwechseln mit einer festen Kugel!)

2.2 Geschwindigkeits-Profile

ERGEBNIS für: Kugel reziprok inhomogen: $\rho \sim 1/r$

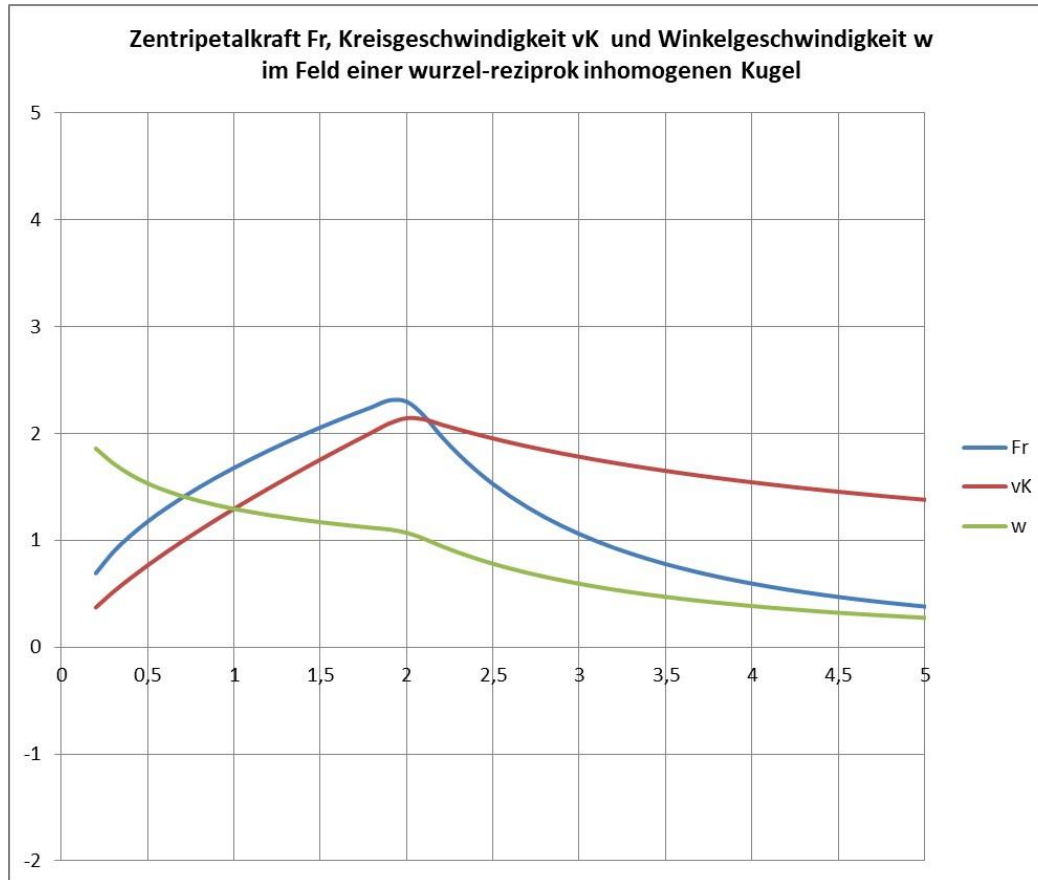


Hochinteressant sind das breite Plateau der Kraft und das Maximum der Kreisbahngeschwindigkeit am – willkürlich gewählten! – Rand

Vorführung 3: EXCEL: Galaxis-Elli-inhom-variabel (b: 3,0 -> 3,2)

2.2 Geschwindigkeits-Profile

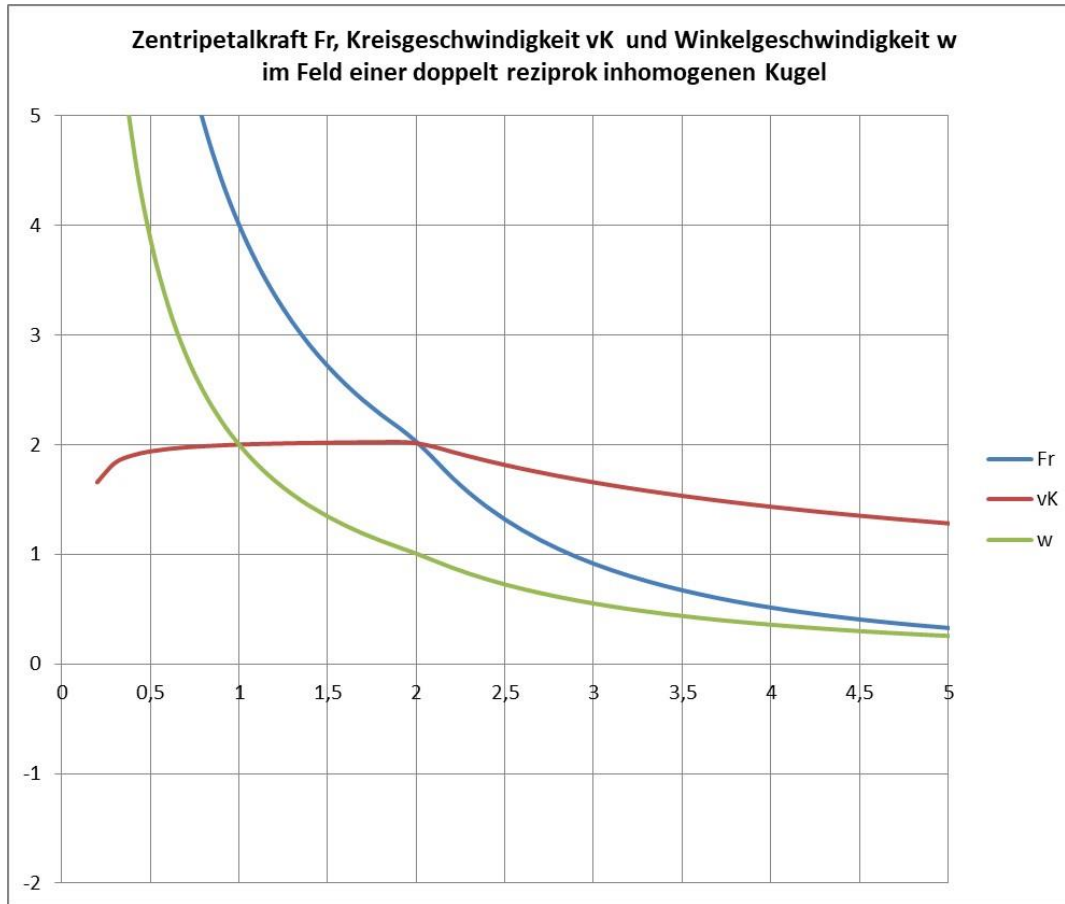
ERGEBNIS für: Kugel wurzelreziprok inhomogen: $\rho \sim \sqrt{1/r}$



2.2 Geschwindigkeits-Profile

ERGEBNIS für: Kugel doppelt rez. inhom.: $\rho \sim (1/r^2)$

d.h. Kugelschalen gleicher Masse (bei gleicher Dicke)!

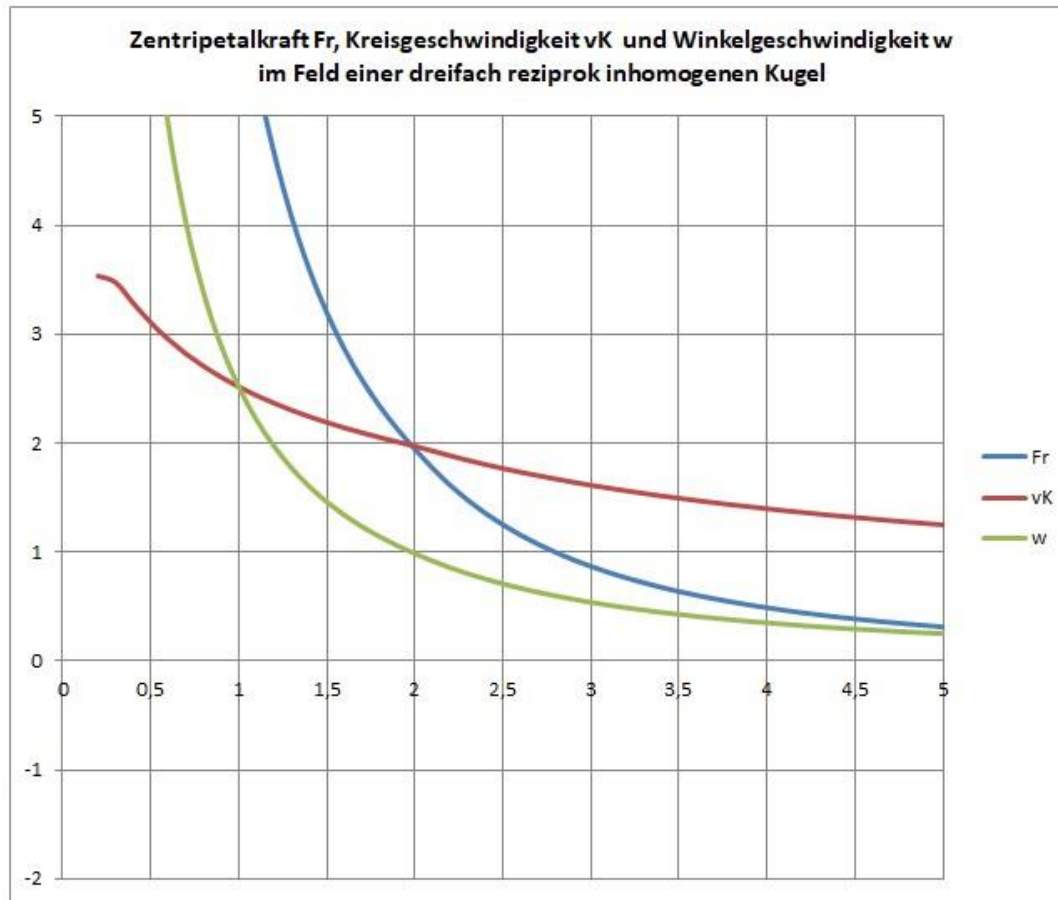


In manchen
Publikationen wird
aus konstanter
Geschwindigkeit auf
konstante Kraft
geschlossen und
daraus „dunkle
Materie“ abgeleitet...

Hochinteressant sind das breite Plateau der Kreisbahngeschwindigkeit!

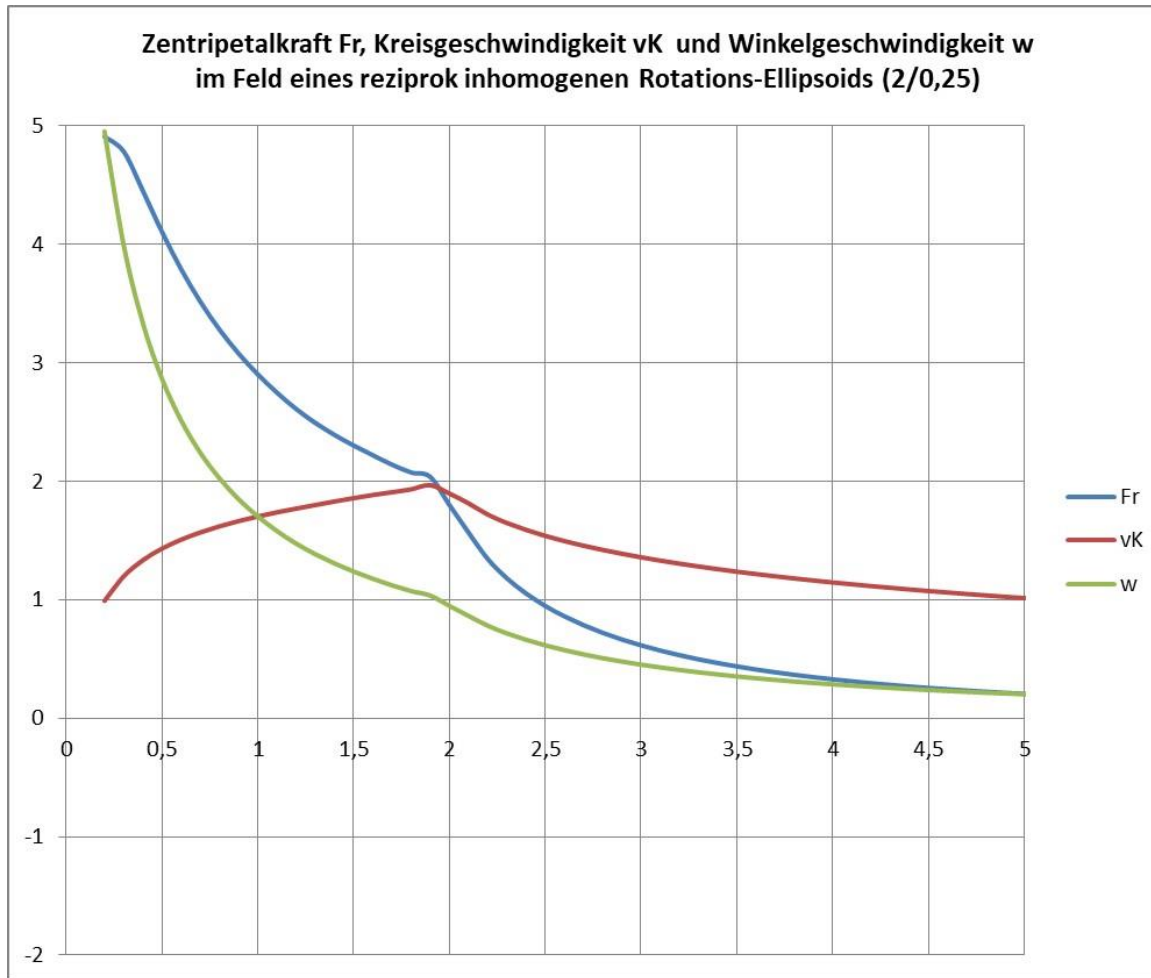
2.2 Geschwindigkeits-Profile

ERGEBNIS für: Kugel dreifach rez. inhom.: $\rho \sim (1/r^3)$



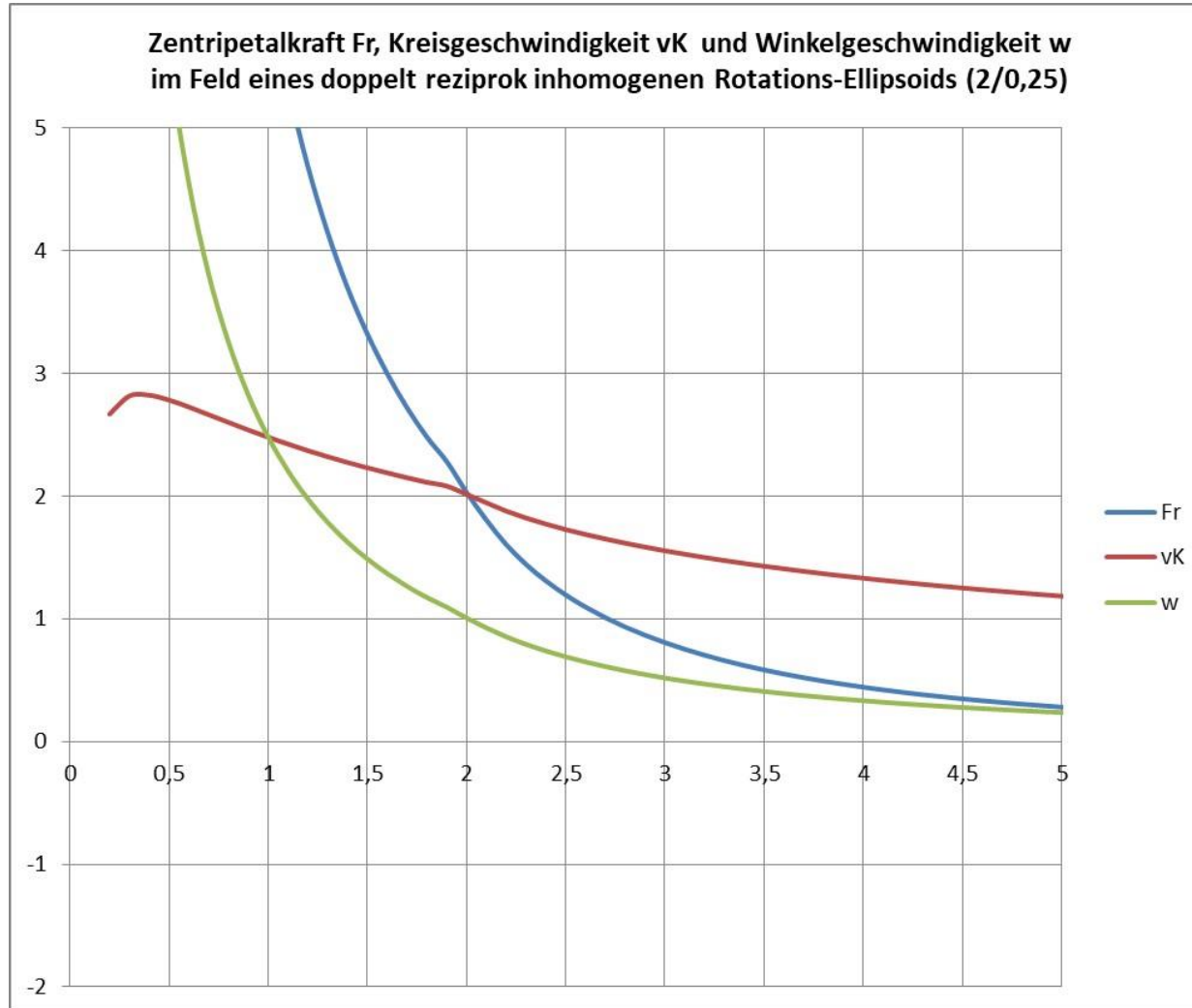
2.2 Geschwindigkeits-Profile

ERGEBNIS für: ELLI (8/1) rez. inhom.: $\rho \sim (1/r)$



2.2 Geschwindigkeits-Profile

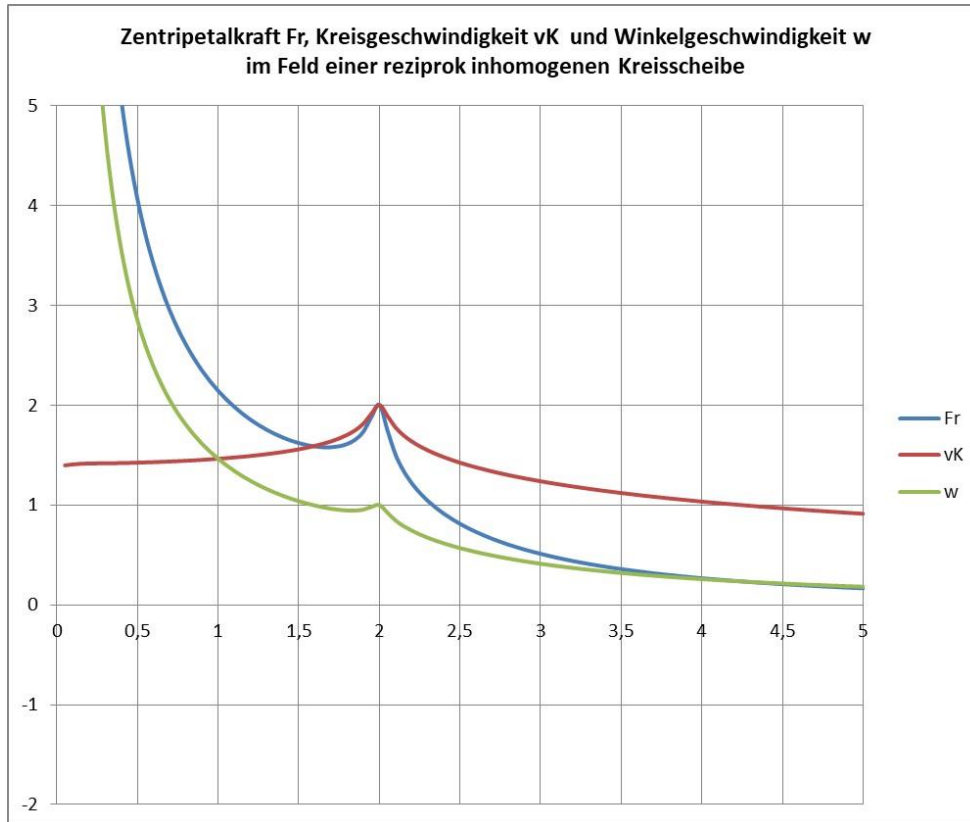
ERGEBNIS für: ELLI (8/1) dopp. rez. inhom.: $\rho \sim (1/r^2)$



Liegt bei einem Ellipsoid eine Masse-Verteilung vor, die zwischen einfach und doppelt reziprok liegt, kann also wieder eine konstante Kreisbahn-Geschwindigkeit auftreten!! (vgl. mit vorangegangenem Bild!)

2.2 Geschwindigkeits-Profile

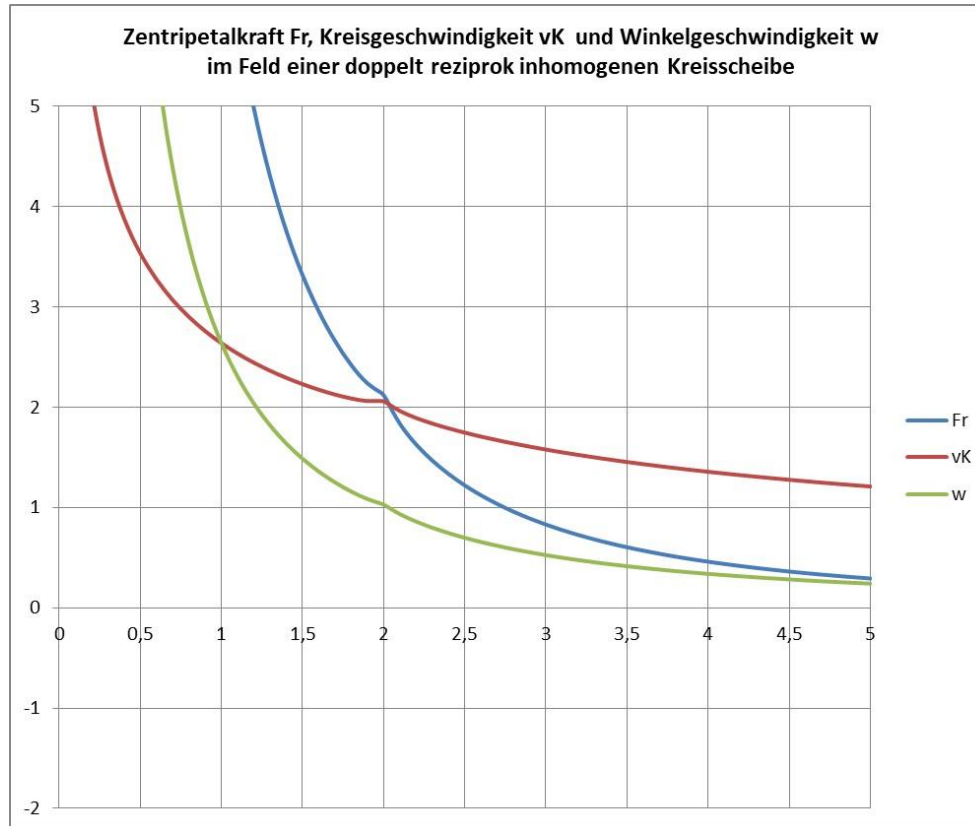
**ERGEBNIS für: SCHEIBE rez. inhom.: $\rho \sim (1/r)$
(konstante Ringmasse!!)**



Interessant, dass am (willkürlichen!!) Scheibenrand auch ein lokales Maximum der Winkelgeschwindigkeit auftreten kann

2.2 Geschwindigkeits-Profile

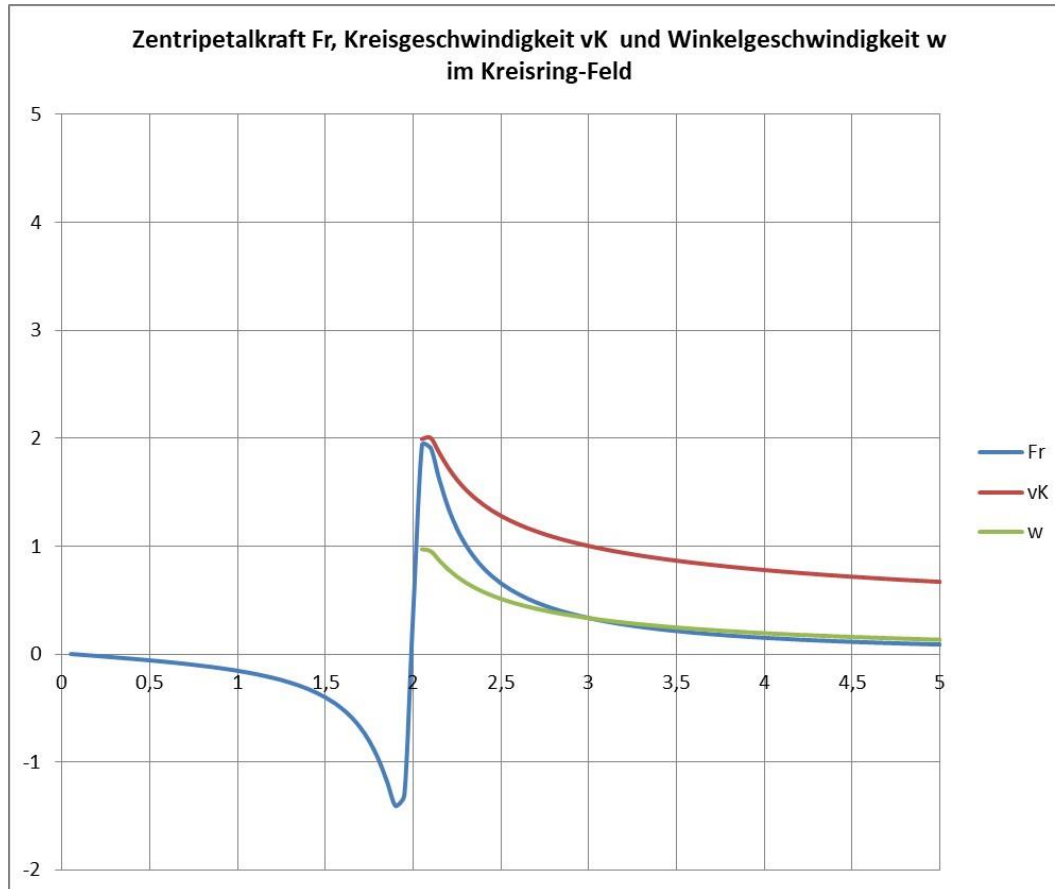
**ERGEBNIS für: SCHEIBE dopp. rez. inhom.: $\rho \sim (1/r^2)$
(reziprok sinkende Ringmasse!!)**



Interessant, dass am (willkürlichen!!) Scheibenrand auch ein lokales Maximum der Kreisbahngeschwindigkeit auftreten kann

2.2 Geschwindigkeits-Profile

ERGEBNIS für: RING



Die Polstelle weist auf große „individuelle“ Instabilität hin, sofern also eine Zentralmasse fehlt, aber auch auf eine stabilisierende Umkehr der Krafrichtung!

2.2 Geschwindigkeits-Profile

ERGEBNIS:

Durch Überlagerung von Dichte-Profilen lässt sich jede Geschwindigkeitsverteilung (nichtrelativistisch nach Newton) „bauen“, ohne dass man Zusatzannahmen über die Existenz weiterer Ursachen treffen muss.

**DANKE für die Aufmerksamkeit und
herzlich Willkommen zur Fortsetzung!**

**Dann wollen wir über die interne Wechselwirkung der
Einzelmassen einer Galaxis nachdenken und die
Anwendbarkeit statistischer Methoden hinterfragen**