

Inhaltsverzeichnis

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Einführung | 1 |
| Teil I | |
| Empirisch-geometrische Untersuchungen des Kniegelenks. | |
| Historischer Überblick, Problemstellung, Bandstrukturen, Beuge- und | |
| Streckbewegung sowie Transversalbewegung | |
| 1 Historischer Überblick und Problemstellung | 7 |
| 2 Klassische und relativistische Denkweise in der Physik | 13 |
| 3 Grundsätzliches zur Analyse unbekannter Bewegungssysteme | 20 |
| 3.1 Die nicht zielführende Analyse eines unbekannten Bewegungssystems | 20 |
| 3.2 Die zielführende Analyse eines „unbekannten“ technischen Bewegungssystems | 24 |
| 3.2.1 Untersuchung aus der Bewegung heraus | 28 |
| 3.2.2 Untersuchung von Bewegungssystemen in Ruhelage | 29 |
| 3.3 Die zielführende Analyse eines unbekannten, vom menschlichen Geist nicht erfundenen biologischen Bewegungssystems (Kniegelenk) | 29 |
| 4 Kinematik der Beuge- und Streckbewegung des Kniegelenks | 32 |
| 4.1 Kinematik der Kreuzbänder | 32 |
| 4.2 Achsen des Kniegelenks und Krümmungsmittelpunkte der Oberschenkelkondylen (Koppelhüllkurven und Hüllflächen) | 36 |
| 4.3 Kondylenformen | 37 |
| 4.4 Dach der Fossa intercondylaris | 38 |
| 4.5 Retroposition des Condylus femoris und des Tibiaplateaus | 39 |
| 4.6 Abroll- und Gleitbewegung von Ober- und Unterschenkelkondylen | 40 |
| 5 Die orthogonale Kraftübertragung an den Berührungsstellen der Gelenkflächen | 45 |
| 6 Die Geschwindigkeitsverteilung bei der Bewegung des Unterschenkels | 47 |
| 7 Das Kniegelenk – ein stufenloses Getriebe | 52 |
| 8 Die Schlußrotation und die sekundäre Verformung der Oberschenkelkondylen | 53 |
| 8.1 Schlußrotation | 56 |
| 8.2 Condylus lateralis femoris | 59 |
| 8.3 Condylus medialis femoris | 61 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9 Die kinematische Beziehung der Kreuzbänder (Steuersystem) zu den Kollateralbändern – Scheitel- und Angelkubik | 64 |
| 9.1 Lig. collaterale mediale | 64 |
| 9.2 Das Lig. collaterale laterale | 70 |
| 9.3 Der Ball-Punkt | 80 |
| 9.4 Definition der Scheitel- und Angelkubik | 81 |
| 9.5 Zur Konstruktion der Scheitel- und Angelkubik | 83 |
| 9.6 Symmetrische Winkelschleife | 85 |
| 10 Das Kniegelenk – ein Vierstabgetriebe | 90 |
| 11 Die Synoviapumpe des Kniegelenks | 93 |
| 11.1 Die Gelenkkapsel | 93 |
| 12 Pro- und Supination des Unterschenkels und die Gegenbewegung des Oberschenkels | 96 |
| 12.1 Das „nichtdurchschlagende Gelenkviereck“ | 98 |
| 12.2 Die Drehachsen für die Transversalbewegung (Polkurven des nichtdurchschlagenden Gelenkvierecks“) | 103 |
| 12.3 Der „Nachlauf“ des Kniegelenks | 107 |
| 12.4 Die Asymptoten des „nichtdurchschlagenden Gelenkvierecks“ . . | 107 |
| Teil II | |
| Inversion $r \cdot \bar{r} = \pm c^2$, die grundsätzliche Beziehung des ruhenden zum bewegten System. Elementargeometrie mit Anwendungsbeispielen aus der Physik | |
| 13 Die inverse Transformation, das Ordnungsprinzip, der Algorithmus der Vertebraten | 115 |
| 13.1 Reproduzierbare ebene Bewegung und Inversion | 118 |
| 13.1.1 Ableitung der Euler-Savary-Gleichung | 119 |
| 13.2 Die Inversion – das Plücker-Rechenverfahren (1834) | 122 |
| 13.3 Antiparallele | 122 |
| 13.4 Der Inversionskreis „i“ | 122 |
| 13.5 Polarität | 123 |
| 13.6 Potenz | 124 |
| 13.7 Inversion einer Geraden | 124 |
| 13.8 Winkeltreue der Inversion | 124 |
| 13.9 Winkel- und Längenverhältnisse am Einheitskreis | 125 |
| 13.10 Abteilung der 2. Elementargleichung | 126 |
| 13.11 Das Abstandslängenverhältnis inverser Punktpaare P und \bar{P} . | 127 |
| 13.12 Das Längenverhältnis $r : \bar{r}$ | 127 |
| 13.13 Die duale Bedeutung von „ λ “ | 128 |
| 13.14 Inversion eines Punktes mit dem Zirkel | 130 |
| 13.15 Symmetrische Teilung einer Strecke AB mit dem Zirkel . . . | 131 |
| 13.16 Inversion einer Geraden mit dem Zirkel | 131 |
| 13.17 Inversion eines Kreises mit dem Zirkel | 131 |
| 13.18 Die Verhältniszahl λ vom Punkt „S“ aus betrachtet | 132 |
| 13.18.1 Konstruktion der Leitlinien der Parabel mit dem Zirkel . | 135 |
| 13.19 Das Längenverhältnis λ und die Ellipse | 137 |
| 14 Fokalkegelschnitt | 141 |
| 14.1 Die Beziehung der Parameter der Ellipse und Hyperbel eines Fokalkegelschnitts | 143 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 14.2 Die inversen Beziehungen der Parameter eines Fokalkegelschnitts | 143 |
| 14.3 Scheitelkreise | 144 |
| 14.4 Die Beziehung der Halbparameter p_h und p_e | 145 |
| 14.5 Inversion der Kegelschnitte | 149 |
| 15 Inversion und Influenz | 153 |
| 16 Inversion und Ohm-Widerstand | 154 |
| 17 Der „goldene Schnitt“ – ein Spezialfall der Inversion | 155 |
| Teil III | |
| Konstruktion des Steuersystems des Kniegelenks (windschiefes Gelenkviereck) – kinetostatische Untersuchung | |
| 18 Das Steuersystem der Beuge- und Streckbewegung | 159 |
| 19 Die konstruktive Entwicklung des Steuersystems im Aufriss (überschlagenes Gelenkviereck) | 162 |
| 19.1 Das Längenverhältnis λ des vorderen und hinteren Kreuzbandes und seine damit bestimmten Winkel α, β, γ | 162 |
| 19.2 Der Abstand f des Tibiaplateaus vom Dach der Fossa intercondylaris | 164 |
| 19.3 Das Tibiaplateau p ist das inverse Abbild der Scheitelkubik des inversen Steuersystems | 166 |
| 19.4 Die Wälznormale n_0 und Wälztangente η_0 | 168 |
| 19.5 Konstruktion des Parameters h | 169 |
| 19.6 Entwicklung des kleinen Steuersystems ABA^*B^* | 169 |
| 19.7 Die Radien der zerfallenen Scheitel- und Angelkubik | 169 |
| 19.8 Die Radien der Scheitelkubik r_s und der Angelkubik r_A durch λ und h_k ausgedrückt | 171 |
| 19.9 Der Winkel ϵ durch λ ausgedrückt | 171 |
| 19.10 Der Wendekreis w und sein Durchmesser α | 172 |
| 19.11 Tibiaplateau und Dach der Fossa intercondylaris | 173 |
| 19.12 Der Proportionalitätsfaktor κ | 173 |
| 19.13 Der Proportionalitätsfaktor κ durch λ ausgedrückt | 175 |
| 19.14 Der Durchmesser $2r_A$ der zerfallenen Angelkubik A_k des kleinen Steuersystems und der Wendekreisdurchmesser α_0 des großen Steuersystems | 176 |
| 19.15 Das Verhältnis der Konstanten s_v und s_{hk} und die entsprechenden Winkel φ_1 und φ_2 | 176 |
| 19.16 Die Retroversion des Tibiaplateaus | 178 |
| 20 Das Steuersystem der Transversalbewegung. | |
| Ableitung des Grundrisses – „nichtdurchschlagendes Gelenkviereck“ – aus dem Aufriss – „überschlagenes Gelenkviereck“ | 183 |
| 21.1 Konstruktion der Wälztangente nach Bobillier | 183 |
| 20.2 Die Beziehung von r_v und r_{h_k} bzw. r_{v_d} und $r_{h_kd_0}$ im Aufriss | 185 |
| 20.3 Entwicklung des nichtdurchschlagenden Gelenkvierecks (Grundriss des Steuersystems) | 187 |
| 20.4 Darstellung der räumlich versetzten Kreuzbandursprünge und Ansätze (Abstandslängen a' und b') | 187 |
| 20.5 Die Beziehung von d_0 und d'_0 | 187 |

| | | |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 20.6 | Lage der Wälztangenten $t(A_s)$ (der Winkel α) | 188 |
| 20.7 | Die Länge des vorderen und hinteren Kreuzbandes im Grundriß | 188 |
| 20.8 | Die Beziehung der Koppel p_0 im Aufriß zum Steg d'_0 im Grundriß | 189 |
| 20.9 | Die Beziehung zwischen λ und v | 189 |
| 20.10 | Die Projektion der Asymptotenflächen $t(As)$ des Grundrisses im Auf- und Seitenriß | 190 |
| 20.10.1 | Der Winkel ϑ im Aufriß | 191 |
| 20.11 | Der Winkel τ im Seitenriß | 191 |
| 20.12 | Die Krümmungsverwandtschaft $X \rightarrow X^*$ des „nichtdurchschlagenden Gelenkvierecks“ | 192 |
| 20.13 | Das räumliche Steuersystem | 193 |
| 20.13.1 | Die wahre Länge des vorderen Kreuzbandes v^* und des hinteren Kreuzbandes h_k^* | 193 |
| 20.13.2 | Darstellung der Kreuzungswinkel Φ zwischen dem vorderen Kreuzband v_0^* und dem hinteren Kreuzband $h_{k_0}^*$ durch die entsprechenden Richtungskosinusse | 197 |

Teil IV

Die konstruktive Entwicklung der Beinlänge und Körpergröße aus dem Längenverhältnis λ der Kreuzbänder

| | | |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 21 | Die Beinlänge und das Bewegungssystem Oberschenkel-Unterschenkel | 201 |
| 21.1 | Ober- und Unterschenkellänge | 208 |
| 21.2 | Der „Einbau“ des Steuersystems des Kniegelenks (kleines System) in das Bewegungssystem OSCH-USCH (großes System) | 209 |
| 21.3 | Überstreckbarkeit des Bewegungssystems OSCH-USCH | 212 |
| 21.4 | Das hinfällige „Nußknackerprinzip“ des Kniegelenks | 213 |
| 21.5 | Die Fußhöhe und die Bewegungssysteme des Beines | 213 |
| 21.6 | Körpergröße | 214 |

Teil V

Entwicklung des proximalen Femurendes aus den Parametern des Kniegelenks

| | | |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 22 | Entwicklung des Hüftgelenks aus dem Steuersystem des Kniegelenks | 221 |
| 22.1 | Das geometrische Grundkonzept des Hüftkopfes und der Hüftpfanne | 222 |
| 22.2 | Die individuelle Form des Hüftkopfes und der Hüftpfanne | 226 |
| 22.3 | Die Pascal-Schnecke als meridiane Schnittfigur der Kugelkonchoide und der Rotationskugelkonchoide | 232 |
| 22.4 | Kugelkonchoide | 233 |
| 22.5 | Rotationskugelkonchoide | 235 |
| 22.6 | Die Beziehung von Hüftkopf und Hüftpfanne | 236 |
| 22.7 | Der Drehpunkt des Hüftgelenks bei Schwingbewegungen | 238 |
| 22.8 | Berechnung der Scheitelkreisradien der Hüftpfanne und des Hüftkopfes | 241 |
| 22.9 | Inversion in der Gauß-Zahlenebene | 243 |
| 22.10 | Hyperbolische Inversion | 247 |
| 22.11 | Elliptische Inversion | 249 |
| 22.12 | Warum ist der Hüftkopf von Masse (Zellmasse) erfüllt? | 251 |
| 22.13 | Warum bildet die Hüftpfanne einen Hohlraum, an dem sich die Zellmassen außen anlagern? | 252 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 22.14 Fovea capitis femoris | 254 |
| 22.15 Antetorsion des proximalen Femurendes | 258 |
| 22.16 Die konstruktive Lösung der Anlenkung des Hüftkopfes an den Schenkelhals und seine Beziehung zur Oberschenkelschaftachse . | 259 |
| 22.17 Die analytische Lösung der Anlenkung des Hüftkopfes an den Schenkelhals und seine Beziehung zum Oberschenkelschaft (Die Beziehung von CCD-Winkel und AT-Winkel) | 264 |
| 22.17.1 Zentralprojektion | 264 |
| 22.17.2 Die konstruktive Entwicklung des AT-Winkels und die Länge des Schenkelhalses im Grundriß aus den Parametern a_h (Kehlkreis) und ϑ_1 (Öffnungswinkel des Richtkegels) | 266 |
| 22.17.3 Entwicklung des CCD-Winkels und die Schenkelhalslänge im Aufriß | 270 |
| 22.17.4 Konstruktive Entwicklung des CCD- und AT-Winkels und die Schenkelhalslänge aus dem Längenverhältnis der Kreuzbänder λ und dem Hüftkopfparameter a_h | 273 |
| 22.17.5 Der AT-Winkel und die Ursache der verschiedenen Meßwerte | 277 |
| 22.18 Schwankungsbreite der Winkelwerte der reellen CCD-Winkel . | 283 |
| 22.18.1 Mittelwert des CCD-Winkels | 283 |
| 22.18.2 Obere Grenze der mittleren Schwankungsbreite des CCD-Winkels | 284 |
| 22.18.3 Untere Grenze der mittleren Schwankungsbreite des CCD-Winkels | 285 |
| 22.18.4 Oberer Extremwert des CCD-Winkels | 286 |
| 22.18.5 Unterer Extremwert des CCD-Winkels | 287 |
| Schlußwort und Zusammenfassung | 288 |
| Literaturverzeichnis | 292 |
| Glossar | 297 |
| Sachverzeichnis | 301 |