

Hammerwerfen - die Situation beim Abwurf

1. Problemstellungen und Zielsetzung

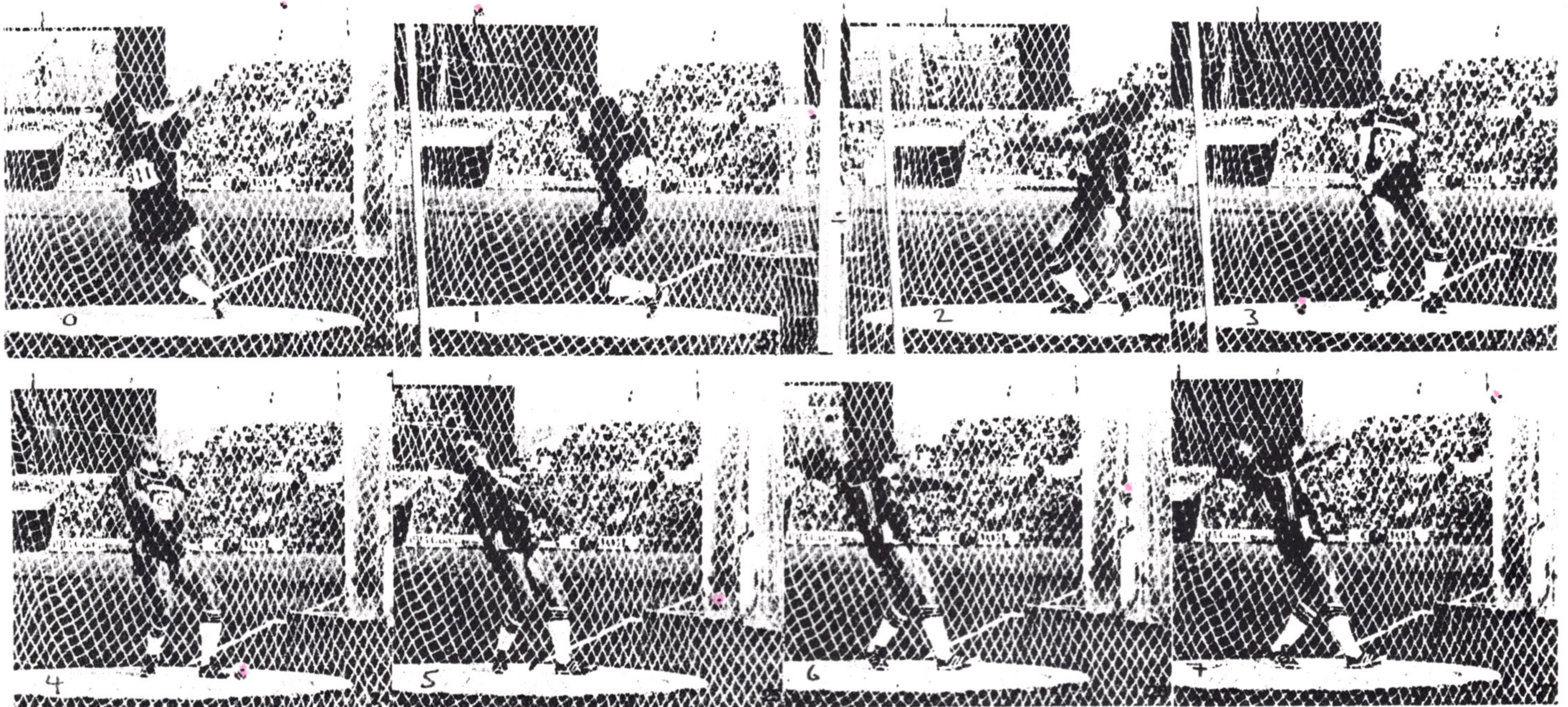
Das Hammerwerfen hat in den vergangenen zehn Jahren eine rasante Leistungsentwicklung erlebt. Dabei wurde die Bedeutung der einzelnen Drehungen von den Spitzenwerfern unterschiedlich interpretiert und daraus die finale, maximale Beschleunigung des Hammers vor dem Abwurf mit individuellen Lösungen vollzogen.

Meine Aufgabe als Trainer besteht im technischen Bereich darin, die Struktur des Bewegungs- und Kräftesystems Hammerwerfen zu erkennen und die ihr zu Grunde liegenden Eigenschaften bei den Athleten - auf die individuellen Eigenheiten bezogen - zu fördern.

Am Beispiel des Abwurfs von Juri Sedych¹ versuche ich aufzuzeigen, mit welchen Bewegungsmitteln (Rotation, Translation, Hub) er versucht, die Trägheitskräfte und -momente zu beeinflussen.

2. Methode

An Hand des Weltrekordwurfes² von Sedych bestimme und diskutiere ich die obgenannten Einflussgrössen und deren Auswirkungen.



¹ Juri Sedich, UdSSR, geboren am 11. 6. '55, Körpergrösse 1,85 m, Gewicht 110 kg; ua. zweifacher Olympiasieger.

² Im Bild der Sieges-Wurf von 86,74 m anlässlich der EM 1986 in Stuttgart/BRD.

Die für uns interessanten Bilder 1 bis 6 vergrößert; Legende:

Bild 1 Kurz vor Beendigung der dritten Einbeindrehphase;

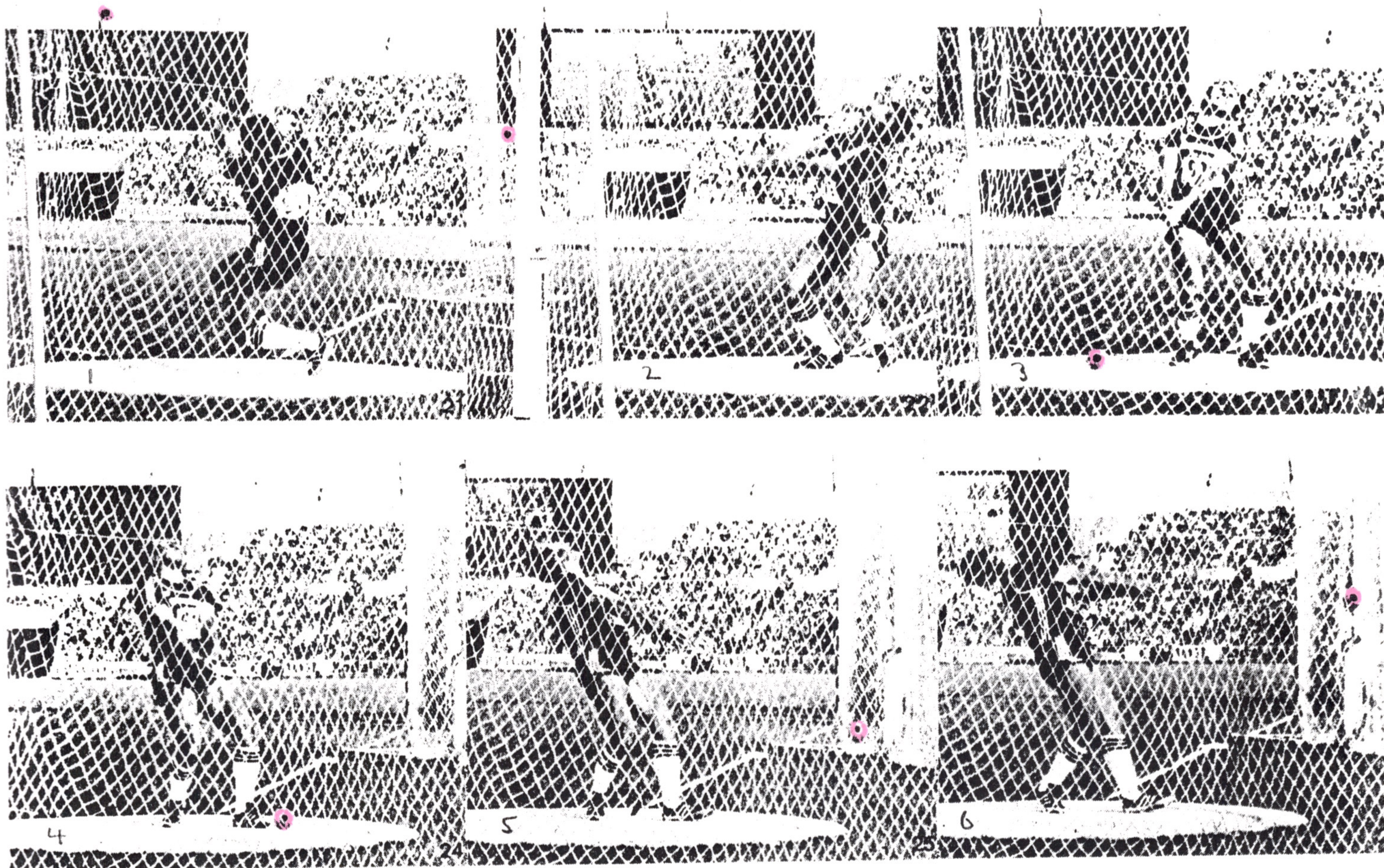
Bild 2 Bodenfassen mit rechtem Fuss und Beginn Zweibeinstützphase;

Bild 3 Aufrichten der Drehachse und Beginn der maximalen Endbeschleunigung;

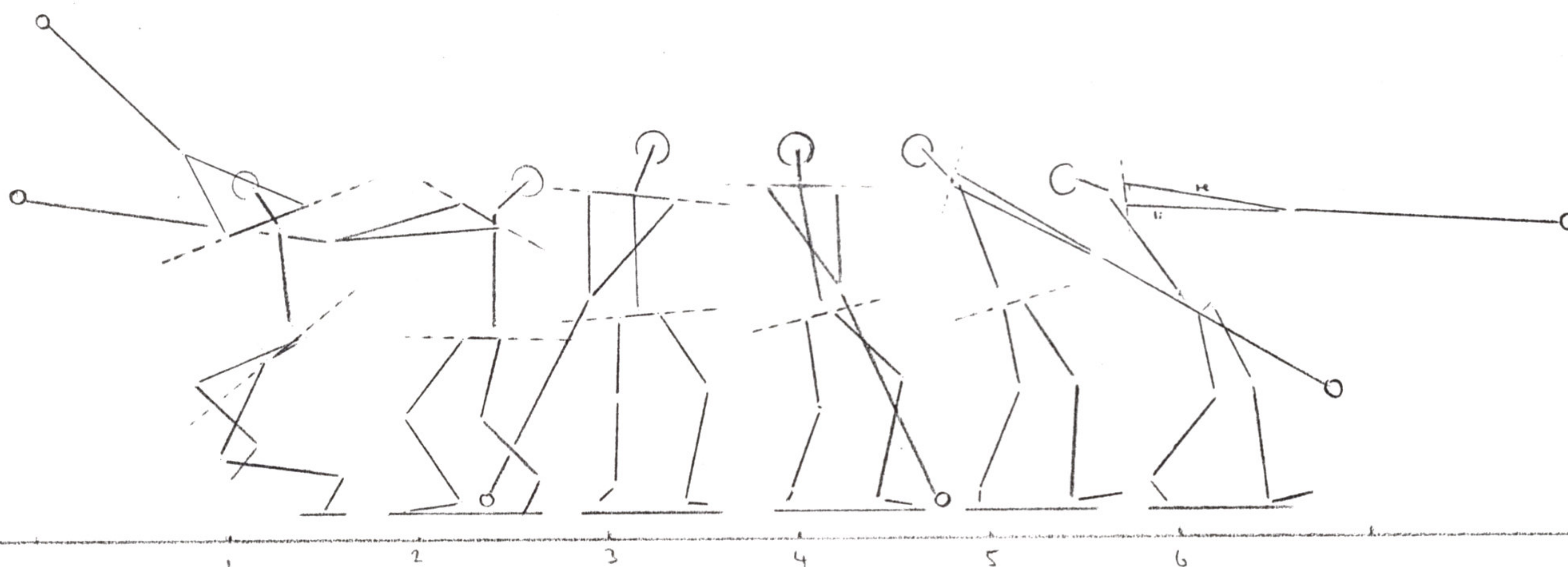
Bild 4 Drücken der Drehachse auf linke Körperseite und Einleiten des Abwurfes mittels maximaler Endbeschleunigung durch Hub;

Bild 5 Hier weist der Hammer die höchste Beschleunigung auf, völlige Streckung gegen den Hammer kurz vor Auflösung der Spannung;

Bild 6 Moment des Loslassens des Hammers.



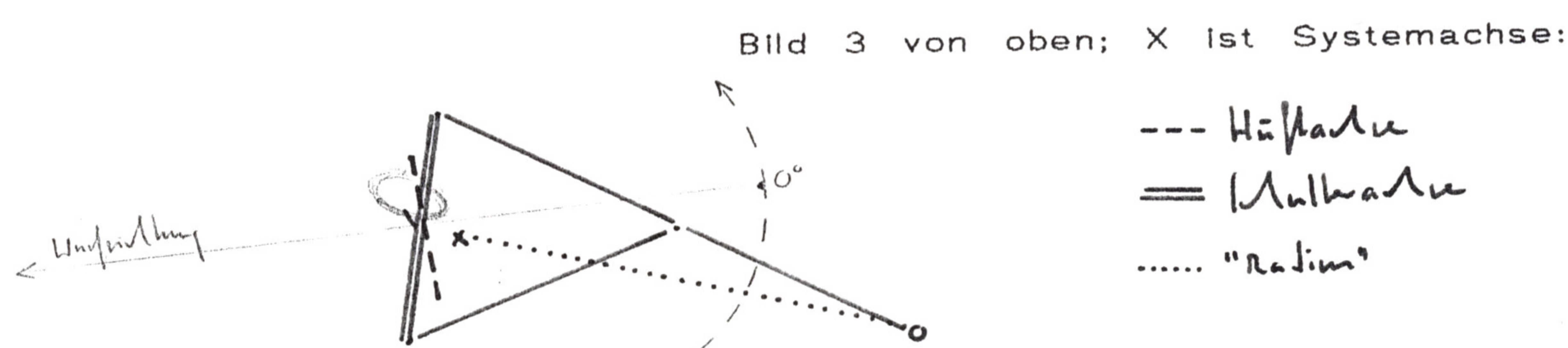
Den Bildern entnommene, vereinfachte Bewegungselemente:



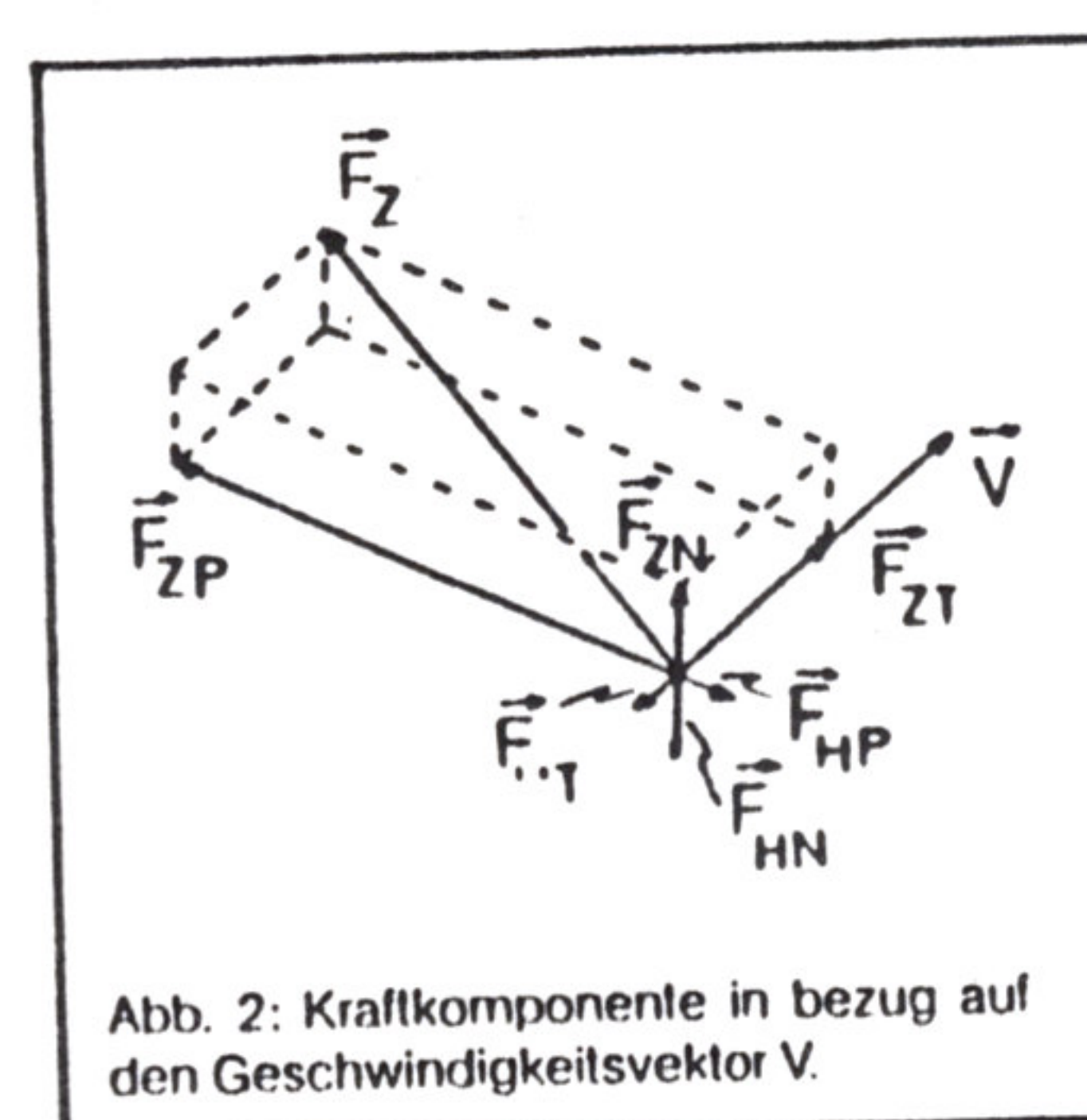
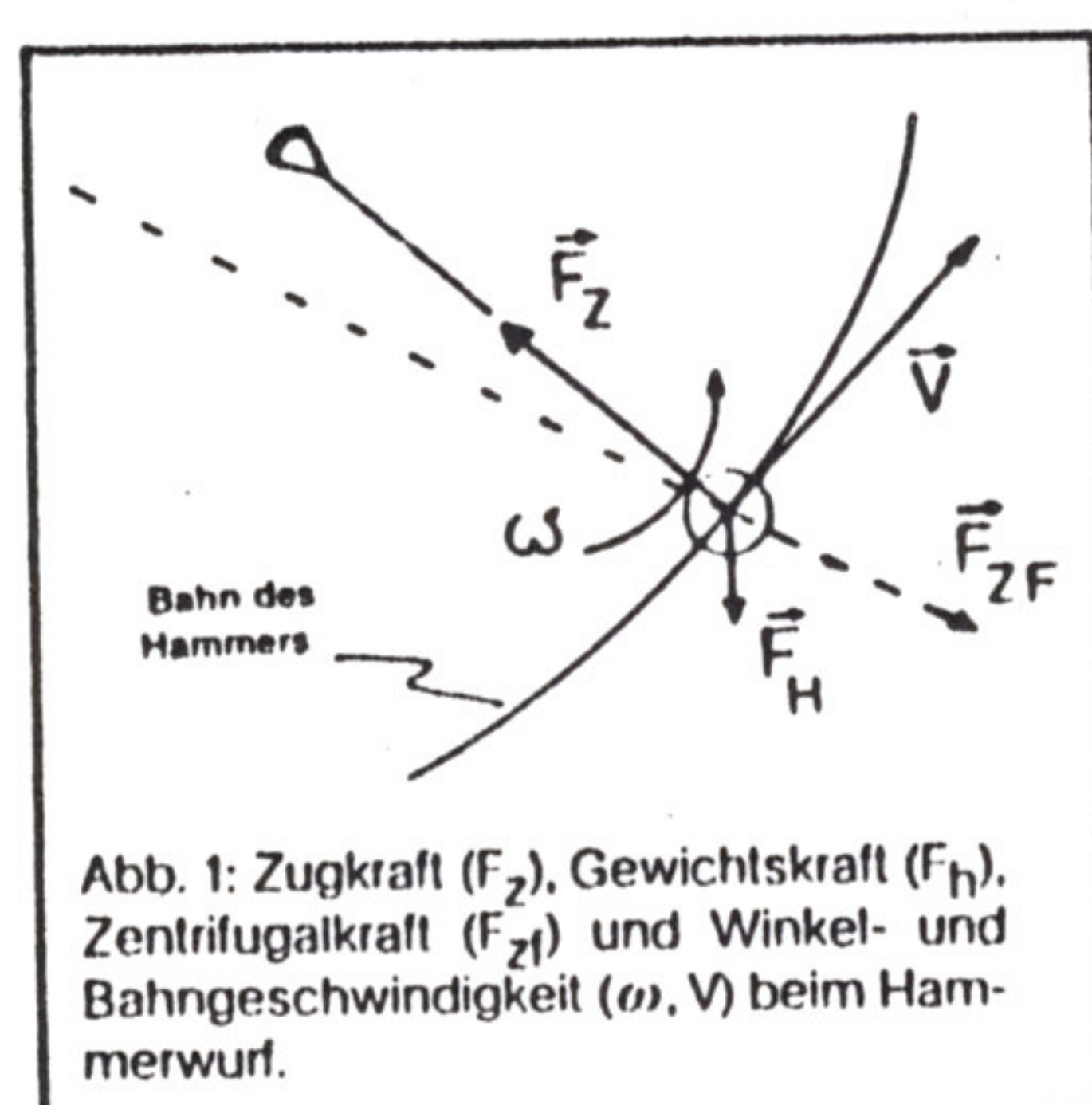
3. Erkenntnisse und Diskussion

Das Halten des Hammers in der Kreisbahn (das Erbringen der Zentripetalkraft), wie die Zunahme der Winkelgeschwindigkeit geschieht zur Hauptsache durch den gezielten, dynamischen Krafteinsatz (Schieben der rechten Hüftseite in Drehrichtung und in die Höhe) des rechten Beines bei Halten der Körperachse auf links. Gleichzeitig wird versucht, die Bahngeschwindigkeit zusätzlich durch die Maximierung des Rotationsradius (resp. des Hammerumlaufweges) zu erhöhen.

Wie wir den Bildern 2, 3 und 4 entnehmen, ist das "System" zwischen dem Athleten und dem Hammer keineswegs symmetrisch.



"Dadurch, dass der Draht keine unmittelbare tangentielle Wirkung auf das Gerät ermöglicht, kann diese nur erzeugt werden, wenn die Zugkraft einen Winkel mit dem momentanen Krümmungsradius bildet."¹ Im allgemeinen gelten zwischen der Bahngeschwindigkeit und der Zentrifugalkraft nachstehende physikalische Gesetzmässigkeiten:



Legende zu den Abb. 1 und 2		
$V = \omega \cdot r$	Bahngeschwindigkeit des Hammers	F_{ZP} : Zentripetalkraft (Radialkraft). Die ihr entgegengerichtete Reaktionskraft definiert man als Zentrifugalkraft (F_{ZF})
$r = \frac{V^2}{a_r}$	momentaner Krümmungsradius der Bahnkurve	F_{ZT} : Tangentialkraft. Sie bewirkt eine direkte Geschwindigkeitszunahme
$a_r = \frac{F_{ZP} + F_{HP}}{m}$	Radialbeschleunigung des Hammers	F_{ZN} : Normalkraft. Sie verläuft senkrecht zur F_{ZP} und F_{ZT} -Ebene
m	Masse des Hammers	F_H : Gewichtskraft des Hammers
F_Z	Zugkraft am Draht des Hammers. Wird mit Hilfe einer DMS-Dose ermittelt	F_{HP}, F_{HN}, F_{HN} : F_H -Komponenten. Sie verlaufen entsprechend den F_Z -Komponenten

Somit gilt auch: $a_r = V^2/r$ und: $F_{ZP} = (mV^2/r) - F_{HP}$

¹ Kommentar, Abbildungen und Legende entnommen einem Artikel von Renzo Pozzo aus "Leistungssport 3/87"

Allzu fixierte "Momentanbetrachtungen" - und um solche muss es sich zwangsläufig handeln, bewegt sich doch im Hammerwerfen das System Werfer-Gerät mit seiner komplexen Struktur im Raum - sind meiner Meinung nach nicht immer ideal beim Verstehen-Lernen der individuell angestrebten Lösung.

Lassen wir also die Bilder 1 bis 6 in ihrer Bewegungsstruktur wie einen Film vor uns ablaufen und ergänzen unsere Sicht durch die in Stuttgart getätigten Messungen¹:

- Die Geschwindigkeit des Hammers bei diesem Wurf betrug bei Bild 2: 23,8 m/s, bei Bild 6: 28,7 m/s. (Höhe des Hammers bei Bild zwischen 3/4: 11 cm, bei Bild 6/7: 180 cm.)
- Die Höhe des Hüftmittelpunktes betrug bei diesem Wurf bei Bild 1: 68 cm über Boden, bei Bild 6: 94 cm über Boden, was eine Hubdifferenz von 26 cm ausmacht (!).
- Der Beschleunigungsweg des Hammers betrug in diesem Wurf von Bild 2 bis 6: 6,64 m. Dafür benötigte Sedych 0,26 sec.
- Den rechten Fuss setzte Sedych auf, als sich der Hammer bei $224,9^\circ$ befand. Der Abwurf erfolgte bei einem Azimut des Hammers von $97,3^\circ$. Dabei betrug die Körperverschraubung maximal $+43^\circ$ (Bild 3), minimal -14° (Bild 6), was einer Differenz von 59° entspricht. Der Abwurfswinkel betrug $41,1^\circ$.

Daraus ergibt sich für mich folgende Erkenntnis:

Durch das extrem frühe Setzen mit dem rechten Fuss vermag Sedych durch Stabilisieren des Beckens (durch Drücken des rechten Beines) - damit richtet er die Systemachse wieder gegen den Drehpunkt (linke Ferse) auf - bei Aufrechterhaltung des "Systemeffektes" (möglichst geringe Abweichungen zwischen Hüft und Schulterachse, also grosser Radius von Systemachse zum Gerät) dem Hammer einen enorm langen Beschleunigungsweg zu verleihen und zusätzlich durch den fast unglaublichen Hub einen Drehimpuls zu initiieren, der das Gerät auf die 28,7 m/s beschleunigt.

Der Abwurfswinkel von $41,1^\circ$ scheint ungenügend. Betrachtet man allerdings das maximale Stemmen oder "Kontern" zum Hammer in Bild 6, das die finale Beschleunigung nicht zu früh abreißen lässt, so darf angenommen werden, dass dem Ausstemmen "über links / gegen links" eine grössere Bedeutung zuerkannt wird als einem allenfalls höheren Abwurfswinkel. Sedych versucht bis in den allerletzten Augenblick gegenüber der Trägheit des Hammers massiv Einfluss auszuüben (vergleiche Stellung der linken Schulter auf Bild 6!), und die Zentripetal- wie die Tangentialkraft dank seiner optimalen (auch "gesunden") Haltung zum Gerät zu maximieren.

¹ Entnommen einer nicht namentlich gezeichneten Studie des "Institut für Leichtathletik und Turnen" der Sporthochschule Köln.

4. Folgerungen für die Praxis

Während den Drehungen, und erst recht im Abwurf selbst, gilt es möglichst ruhig/gleichmässig den Hammer maximal zu beschleunigen. Das gelingt Sedych und lässt sich daran erkennen, dass das System aus Werfer und Gerät sich als Einheit aus den Beinen zu beschleunigen vermag. Das wiederum lässt auf eine stabile Drehachse schliessen und sorgt dafür, dass das Trägheitsmoment sich trotz der Erhöhung der Tangentialgeschwindigkeit nicht unnötig vergrössert.

Die maximale Hammer(abwurf)geschwindigkeit kommt also zustande, wenn:

- bereits während den Drehungen der Hammer auf einen weiten Weg um die linke Ferse nach 90° getrieben werden kann (grosser Radius)
- die Einbeindrehphase "auf links, über links aber gegen links" zeitlich wie räumlich harmonisch und relativ kurz erfolgen kann (Stabilität)
- das Setzen danach "rechts" aktiv erfolgt und die Drehachse weich aber druckvoll über links wieder aufgerichtet werden kann (!)
- der Abwurf nicht überhaspelt erfolgt, sondern wenn der Hammer wiederum über die linke Ferse weit nach 90° gehoben, getrieben und erst dann (mit den Schultern) weggerissen werden kann.

Ein optimaler Abwurf kommt also erst nach ruhigen und stabil beschleunigenden Drehungen zustande. Der Abwurf kann daher nicht isoliert trainiert werden. Es ist aber möglich, mit geeigneten Hilfsmitteln (leichte Kugel oder Stab) ein sicheres Gefühl für das Stehen und Drehen über der linken Ferse zu erarbeiten.

Allzuoft weigern sich die Athleten (unbewusst), ein instabiles Verhältnis zu ertragen - als solches muss der Einbeinstand mit Drehen in den nicht sichtbaren, "hinteren" Teil der Hammerumlaufbahn bezeichnet werden - und versuchen diesen Zustand raschestmöglich zu überwinden. Das führt zu einem Verkürzen des Radius und somit zu einer überschnellen Hammerumlaufbahn. Die Folge ist, dass sich der Drehpunkt der System- oder Rotationsachse auf den rechten Fuss verlagert. Und damit erfolgt der Versuch, mit dem Anziehen der Arme Einfluss zu nehmen auf die sich verlagernde Bahn des Hammers - was ein Zeichen dafür wäre, dass die Trägheit des Hammers (in tangentialer Richtung) den Athleten einen Streich gespielt hätte und sie zwingt, das "System" zu öffnen.

Lernt hingegen der Athlet den Hammer wirklich mit einem langen Radius auf 90° hinauszutreiben (beidbeinig), so spürt er, dass er sich ohne weiteres von ihm mittreiben lassen kann (einbeinig), ohne bei der Landung auf rechts zu fallen. Im Gegenteil: dann erst lässt sich der Hammer wie gesehen optimal beschleunigen und wieder links hinaustreiben (vortreibender Schub durch rechte Beckenseite); dann erst kann er "auf/über/gegen links" sich aufrichtend den Abwurf in dieser von Sedych gewählten Form vollziehen und ist in der Lage, stabil (frontal) gegen den fliehen-wollenden Hammer zu kontern und ihn gar noch auszureissen.