



## Lagerung von Körpern

Lagerungen verbinden technische Konstruktionen (Punkte, Körper) untereinander und mit ihrer Umgebung. Sie beschränken (binden geometrisch) die Bewegungsmöglichkeit und rufen Lagerreaktionen hervor. Die Lagerungen übertragen Kräfte und Momente. Es werden ideale Lagerungen vorausgesetzt, d.h. die Lagerungen sollen reibungsfrei und starr sein.

Die Art der Lagerung eines mechanischen Systems wird bestimmt durch die Summe  $p$  aller **Gleichgewichtsbedingungen**, die Summe  $q$  aller **Lagerwertigkeiten** und die Zahl  $r$  der **unabhängigen Lagerwertigkeiten**. Die Zahl der Gleichgewichtsbedingungen je Körper des betrachteten mechanischen Systems folgt aus der Tabelle auf dem Merkblatt M 3. Die Wertigkeit eines einzelnen Lagers des mechanischen Systems ist durch die maximal mögliche Anzahl der Lagerreaktionen bestimmt, siehe untenstehende Tabelle. Die ebenen (parallelen) Systeme sind dabei durch ebene (parallele) Kräftesysteme und Bewegungen gekennzeichnet.

Lagertyp	Symbol 	Wertigkeit (Lagerreaktionen)							
		räumlich	eben $F_y = 0, y_i = 0$	eben, parallel $F_x = 0, F_y = 0, y_i = 0$					
feste Einspannung		6 ( $F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$ )	3 ( $F_x, F_z, M_y$ )	2 ( $F_z, M_y$ )					
Scharniergelenk		5 ( $F_x, F_y, F_z, M_x, M_z$ )	2 ( $F_x, F_z$ )	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">1 (<math>F_z</math>)</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">G e l e n k</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 (<math>F_z</math>)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 (<math>F_z</math>)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 (<math>F_z</math>)</td> </tr> </table>	1 ( $F_z$ )	G e l e n k	1 ( $F_z$ )	1 ( $F_z$ )	1 ( $F_z$ )
1 ( $F_z$ )	G e l e n k								
1 ( $F_z$ )									
1 ( $F_z$ )									
1 ( $F_z$ )									
Kardangelenk		4 ( $F_x, F_y, F_z, M_x$ )	2 ( $F_x, F_z$ )						
Kugelgelenk		3 ( $F_x, F_y, F_z$ )	2 ( $F_x, F_z$ )						
Kugelgelenk Parallelführung		2 ( $F_x, F_z$ )	2 ( $F_x, F_z$ )	1 ( $F_z$ )					
Kugelgelenk Vertikalführung		1 ( $F_x$ )	1 ( $F_x$ )	0					

Die Wertigkeit bleibt unverändert, wenn sich das Lager nicht gegen die Umgebung, sondern gegen andere Körper des Systems abstützt. Mehrfache Lager sind auf einfache Lager zurückzuführen. Die Zahl  $r$  der unabhängigen Lagerwertigkeiten entspricht der Zahl der linearen unabhängigen Gleichungen zwischen den Lagerreaktionen.

**Statisch unbestimmte Lagerung:** Ein mechanisches System heißt  $n$ -fach statisch unbestimmt, wenn es  $n$  überzählige Lagerreaktionen hat:  $n = q - r > 0$ .

**Statisch bestimmte Lagerung:** Ein mechanisches System heißt statisch bestimmt, wenn es keine überzähligen Lagerreaktionen hat:  $n = 0$ .

**Kinematisch unbestimmte Lagerung:** Ein mechanisches System heißt  $f$ -fach kinematisch unbestimmt, wenn es  $f$  Freiheitsgrade hat:  $f = p - r > 0$ .

**Kinematisch bestimmte Lagerung:** Ein mechanisches System heißt kinematisch bestimmt, wenn es keinen Freiheitsgrad hat:  $f = 0$ .

**Bestimmte Lagerung:** Ein mechanisches System heißt (kinematisch und statisch) bestimmt, wenn es weder überzählige Lagerreaktionen noch einen Freiheitsgrad hat:  $n = 0$  und  $f = 0$ . Die Lagerreaktionen bestimmter mechanischer Systeme lassen sich eindeutig und vollständig aus den Gleichgewichtsbedingungen berechnen.

Art des mechanischen Systems	Hilfsmittel zur Berechnung
$n = 0, f = 0$	Stereostatik
$n = 0, f > 0$	Stereostatik + Erstarrungsprinzip
$n = 0, f > 0$	Stereokinetik
$n > 0, f = 0$	Elastostatik
$n > 0, f > 0$	Elastokinetik

**Hinweis:** Für kinematisch bestimmt gelagerte Systeme, d.h. für Systeme ohne Bewegungsmöglichkeit, gilt wegen  $f = 0$  die vereinfachte Beziehung für die Zahl der überzähligen Lagerreaktionen:  $n = q - p$ .