

TYPOLOGIE

Da es sich bei diesem Forschungsprojekt um die erste möglichst vollständige Zusammenstellung sowie Auswertung von Handdrehmühlen zwischen den Produktionsstätten Mayen im Westen und Oparno bei Lovosice im Osten handelt, wurde versucht, eine eigenständige Typologie für diese Region aufzustellen. Bis auf die von H.-J. Staubitz für das Heidetränk-Oppidum erstellte Drehmühlen-Typologie³¹¹ beziehen sich die übrigen bisher veröffentlichten entweder auf Fundstücke aus anderen, teilweise benachbarten Regionen Europas und konnten aufgrund dieser räumlichen Diskrepanz nicht als Grundlage herangezogen werden, oder sind solche, die sich vor allem auf jünger datierte Drehmühlen beziehen. Dennoch wurden die einzelnen bisher publizierten Typologien von E. C. Curwen für Großbritannien³¹², von H. Lies für den Mittelgebirgsraum Thüringens und Sachsen-Anhalts³¹³, von M. Beranová für die ehemalige Tschechoslowakei³¹⁴ sowie von J. Waldhauser für Böhmen³¹⁵ berücksichtigt, um Kriterien zur Erstellung einer eigenen Typologie festzulegen. Als sinnvoll wurden solche erachtet, die einen Rückschluss auf die Intention der Steinmetze zulassen und durch weitere Attribute wie Gesteinsart, Herkunft sowie regionale Verbreitung unterstützt werden; denn es ist zu berücksichtigen, dass zunächst als sinnvoll erachtete Kriterien (siehe unten) lediglich Abnutzungsspuren oder Lagerungsbedingungen widerspiegeln können.

Die Gliederung von Unterliegern durch M. Beranová in solche mit einem durchgängigen oder nicht durchgängigen Loch für eine Zentrierachse scheint für das Arbeitsgebiet ein zu einseitiges und spezifisches Kriterium zu sein und wurde daher nicht auf die aufgenommenen Unterlieger angewandt³¹⁶. Die Unterteilung der Läufer zunächst nach der Oberseiten- und daraufhin nach der Augengestaltung scheint für das Arbeitsgebiet wiederum zu differenziert (**Abb. 13**). Aus einer derartigen Untergliederung ergibt sich eine Fülle von Typen, die eine Auswertung undurchsichtig und kompliziert gestalten würde³¹⁷.

H. Lies zieht drei Kriterien zur Erstellung einer Typologie heran: »1. die äußere Gestalt der Steine, 2. die Form der Mahlfläche, ob konkav-konvex oder horizontal, und 3. die Herausbildung des Schluckes«³¹⁸. Da die Form der Mahlfläche sowie die Schluckherausbildung allerdings nutzungs- bzw. wartungsbedingt sind, werden sie als nicht relevant für eine typologische Einteilung angesehen. Bei einer Auswertung der daraus resultierenden Typologie würden individuelle Merkmale der Hersteller und Nutzer vermischt und eine Interpretation erschwert oder sogar unmöglich gemacht.

Die von J. Waldhauser erstmals vorgenommene typologische Einteilung der böhmischen Läufer lediglich nach ihrer Oberseitengestaltung scheint allgemein sinnvoll³¹⁹. Er kann insgesamt sechs Typen herausstellen. Seine Gliederung der Unterlieger nach der Seitenflächengestaltung in ebenfalls insgesamt sechs Typen scheint hingegen generell nicht sinnvoll, da je nach Gesteinsart und Lagerungsbedingungen eine starke Erosion die Kantengestaltung verwischen kann; ob eine eher gerundete Seitenfläche also gewollt war oder aber erst im Laufe der Zeit durch erosive Prozesse entstanden ist, kann nicht mehr nachvollzogen werden. Eine Interpretation derart untergliederter Unterlieger würde im Endeffekt die geologischen Unterschiede der verwendeten Gesteine und nicht mögliche Intentionen der Steinmetze offenbaren.

E. C. Curwen stellt eine Typologie ausschließlich für Läufer auf und setzt diese in Relation zur ethnischen Beeinflussung der einheimischen Bevölkerung der Britischen Insel durch die Römer; eine Benennung der

³¹¹ Staubitz 2007, 33-36.

³¹² Curwen 1937, 140-148; 1941, 16-22.

³¹³ Lies 1963, 318-321.

³¹⁴ Beranová 1963, 214-217.

³¹⁵ Waldhauser 1981, 181-184 mit Abb. 14.

³¹⁶ Siehe dazu auch das Kapitel »Produktanalyse«.

³¹⁷ Beranová 1963, 214-217.

³¹⁸ Lies 1963, 319.

³¹⁹ Waldhauser 1981, 182 Abb. 14.

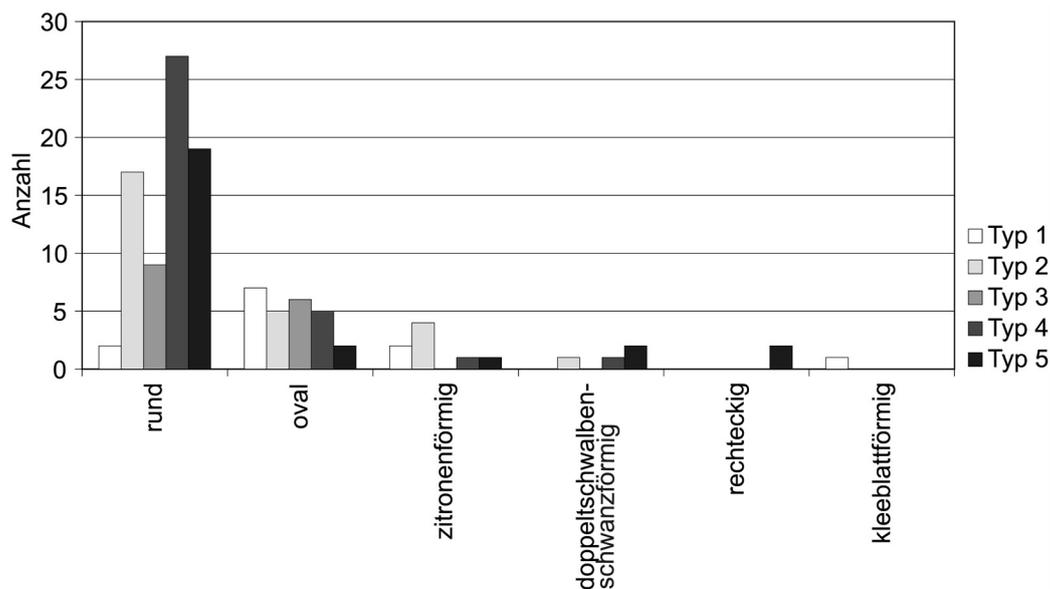


Abb. 13 Balkendiagramm der Läufer Typen in Abhängigkeit von den Augenformen (n = 114).

Handdrehmühlen erfolgt daher in vorrömische und romano-britische Typen. Typologische Kriterien sind dabei ebenso wie bei J. Waldhauser lediglich Merkmale der Läuferoberseite, also der Seite, die der individuellen Gestaltung des Steinmetzes offen stand³²⁰.

Wichtig bei der Erstellung einer Typologie für das untersuchte Gebiet ist, lediglich Merkmale zu verwenden, die durch den Steinmetz entstanden sind. Dies ist vor allen Dingen unter dem Aspekt bedeutsam, verschiedene Hersteller voneinander abzugrenzen und somit Steinbruchreviere herauszustellen. Denn möglicherweise sind bestimmte Herstellergruppen nicht lediglich durch geologische Gesteinsanalysen nachzuvollziehen, sondern zusätzlich durch typologische Kriterien. Die durch den individuellen Nutzer verursachten Merkmale, die sich auf der Mahlfäche widerspiegeln, müssen daher separat untersucht werden. Ihre weiträumige Analyse könnte z.B. Regionen mit ortsansässigen Spezialisten für die Herstellung von Handdrehmühlen von solchen ohne Spezialisten abgrenzen³²¹.

Zur Erstellung der Typologie stehen insgesamt 512 Drehmühlen sowie Drehmühlenbruchstücke, 16 Drehmühlenhalbfabrikate³²² und 43 Bruchstücke ohne eindeutige Bearbeitungsflächen³²³ zur Verfügung. Die insgesamt 43 Bruchstücke können Fundorten zugeordnet werden, von denen eine große Anzahl an Drehmühlen vorliegt³²⁴, und ihre Zugehörigkeit zu solchen ist aufgrund ihrer Fundvergesellschaftung mit eindeutigen Bruchstücken äußerst wahrscheinlich. Insgesamt konnten so 573 Objekte aufgenommen werden und stehen zur Auswertung zur Verfügung. Davon lassen sich 231 als Unterlieger und 281 Exemplare als Läufer identifizieren. Jedoch liegen nicht alle Drehmühlen derart vollständig vor, dass sie für die Erstel-

³²⁰ Curwen 1937, 140-148; 1941, 16-22.

³²¹ Siehe dazu auch das Kapitel »Abnutzungsspuren an der Mahlfäche«.

³²² Kat.-Nr. 3. 52. 140-151. 230. 538.

³²³ Kat.-Nr. 84. 102-104. 125-127. 133-134. 164. 206-207. 223. 255. 258. 275-276. 288-289. 309. 331. 347-350. 383-387. 401-411. 418. 507.

³²⁴ Kat.-Nr. 84: Bad Neustadt-Brendlorenzen. – Kat.-Nr. 102-104. 125-127. 133-134: Biebertal-Fellingshausen, Dünsberg. – Kat.-Nr. 164: Dillenburg, Heunstein. – Kat.-Nr. 206-207: Haiger, Kalteiche. – Kat.-Nr. 223: Kronberg i. Ts. – Kat.-Nr. 255. 258. 275-276. 288-289. 309. 331. 347-350. 383-387. 401-411. 418: Oberursel-Oberstedten, Heidetränk-Oppidum. – Kat.-Nr. 488. 507: Steinsburg bei Römhild.

lung einer Typologie herangezogen werden können: Lediglich 347 Exemplare, d.h. 67,78% (n = 512³²⁵), weisen genügend Parameter auf. Das hängt mit dem stark variierenden Erhaltungszustand der aufgenommenen Stücke zusammen – liegen doch 84,4% bruchstückhaft und nur 15,2% komplett vor (n = 571³²⁶)³²⁷.

Mithilfe der über 500 aufgenommenen Mühlen konnte auf Basis einer durch die Verfasserin bereits für das nordmainische Hessen entwickelten Typologie diese auf die Mühlen des erweiterten Arbeitsgebiets angewendet werden³²⁸. Aufgrund nur weniger zusammengehöriger Handdrehmühlenpaare³²⁹ sind Läufer sowie Unterlieger getrennt voneinander zu betrachten. Relevante Kriterien sind lediglich solche Merkmale, die vom Steinmetz bei der Herstellung herausgearbeitet wurden; Abnutzungsspuren fließen nicht als Kriterien in die Typologie mit ein. Die von H.-J. Staubitz für das Heidetränk-Oppidum vorgelegte Typologie³³⁰ deckt sich weitgehend mit der eigens erstellten³³¹, wobei eine Unterteilung in Läufer mit schrägem (Staubitz Typ B) bzw. waagrechtem Randwulst (Staubitz Typ C) nicht als derart eindeutig nachvollzogen werden konnte, als dass dieses Kriterium eine zusätzliche Unterteilung des Läufer Typs 2 rechtfertigen würde. Die Erhaltungsbedingungen – einerseits die geringe Größe der häufig in Bruchstücken vorliegenden Exemplare, andererseits aber auch die verwitterungsbedingte schlechte Erhaltung des Randbereichs – erschweren teilweise eine eindeutige Beurteilung der Randausformung, und unter Hinzuziehung der über Dünnschliffanalyse erfolgten petrographischen Zuordnung zeigt sich, dass sowohl Läufer des Typs 2 mit waagrechtem (Staubitz Typ C)³³² als auch solche mit schrägem Randwulst (Staubitz Typ B)³³³ zu in etwa gleichen Anteilen aus regionalem bzw. Eifeler Vulkanit bestehen. Aus diesem Grund wurde von einer weiteren Unterteilung des Läufer Typs 2 abgesehen.

Die Gestaltung des Auges wie die der Befestigung der Handhabe scheint sich für die Erstellung einer Typologie zu eignen. Es gibt sechs verschiedene Augenformen, die wie folgt umschrieben werden können: rund, oval, rechteckig, zitronen-, doppelt schwalbenschwanz- und kleeblattförmig. Sie konnten bei 140 von insgesamt 281 aufgenommenen Läufern dokumentiert werden. Dabei ist bei 63,6% (n = 140) das Auge

³²⁵ Von der Gesamtanzahl 573 wurden die zwei Olynthischen Mühlen, die 43 Bruchstücke ohne eindeutige Bearbeitungsflächen sowie die 16 Halbfabrikate abgezogen, so dass sich n ergibt.

³²⁶ Die beiden Olynthischen Mühlen (Kat.-Nr. 195. 527) sind aus dieser Berechnung ausgeschlossen.

³²⁷ Die beiden verschollenen Exemplare von Meisdorf und Grabow (Kat.-Nr. 197. 232) stellen hier die verbleibenden 0,4 % dar – ihr Erhaltungszustand konnte nicht nachvollzogen werden.

³²⁸ Wefers 2004, 39-42; 2006a, 68-69.

³²⁹ Kat.-Nr. 154 / 155 (Taf. 27). 160 / 161 (Taf. 29). 177 / 178 (Taf. 32). 186 / 187 (Taf. 34. 35). 191 / 192 (Taf. 36). 227 / 228 (Taf. 44). 233 / 234 (Taf. 46). 423 / 424 (Taf. 66). 573 / 574 (Taf. 107-108).

³³⁰ Staubitz 2004, 68-74; 2007, 33-36.

³³¹ Wefers 2004, 39-42; 2006a, 68-69.

³³² Läufer Typ 2 mit geradem Randwulst: 2 Exemplare bestehen aus Eifeler Vulkanit (Kat.-Nr. 274 [Staubitz 2007, 66 Nr. 40] kann aufgrund der nicht erhaltenen Randpartie keinem bestimmten Läufer Typ zugeordnet werden; Kat.-Nr. 278 [ebenda 66 Nr. 38]. 299 [ebenda 66 Nr. 34]) und vier aus regionalem Vulkanit (Kat.-Nr. 277 [ebenda 66 Nr. 37]. 339 [ebenda 66 Nr. 42]. 342 [ebenda 66 Nr. 41]. 361 [ebenda 66 Nr. 35]). Bei den drei weiteren von Staubitz dem Läufer Typ 2 mit geradem Randwulst zugeordneten Stücken handelt es sich um durch Verwitterung stark verrundete Exemplare, wodurch

sie im Rahmen der Neuaufnahme durch die Verfasserin teilweise sogar einem anderen Läufer Typ zugeordnet wurden (Kat.-Nr. 264 [ebenda 66 Nr. 39] wird hier Typ 1 zugeordnet, Kat.-Nr. 362 [ebenda 66 Nr. 36] Typ 3).

³³³ Läufer Typ 2 mit schrägem Randwulst: Elf Exemplare bestehen aus Eifeler Vulkanit (Kat.-Nr. 250 [Staubitz 2007, 66 Nr. 32]. 260 [ebenda 64 Nr. 13]. 262 [ebenda 64 Nr. 12]. 272 (Farbtaf. 2, 1) [ebenda 65 Nr. 25]. 279 [ebenda 65 Nr. 27]. 282 [ebenda 65 Nr. 28]. 296 [ebenda 65 Nr. 15]. 352 [ebenda 64 Nr. 5]. 354 [ebenda 64 Nr. 9]. 356 [ebenda 65 Nr. 18]. 357 [ebenda 65 Nr. 17]), zehn aus regionalem Vulkanit (Kat.-Nr. 259 [ebenda 64 Nr. 11]. 280 (Farbtaf. 2, 3) [ebenda 65 Nr. 29]. 283 [ebenda 65 Nr. 30]. 295 [ebenda 65 Nr. 16]. 297 [ebenda 64-65 Nr. 14]. 298 [ebenda 66 Nr. 33]. 353 [ebenda 64 Nr. 10]. 355 [ebenda 65 Nr. 19]. 358 [ebenda 65 Nr. 22]. 390 [ebenda 65-66 Nr. 31]). Bei den sechs weiteren von Staubitz dem Läufer Typ 2 mit schrägem Randwulst zugeordneten Exemplaren handelt es sich entweder um stark verrundete Stücke, die daher bei der Neuaufnahme keinem Typ zugewiesen wurden, oder um andere Typen (Kat.-Nr. 322 [ebenda 65 Nr. 24] wird hier Typ 1 zugewiesen, Kat.-Nr. 359 [ebenda 65 Nr. 23] Typ 3, Kat.-Nr. 360 [ebenda 65 Nr. 21] Typ 1, Kat.-Nr. 273 [ebenda 65 Nr. 26] konnte im Zuge der Neubearbeitung als Bruchstück des Läufers mit der Kat.-Nr. 272 [ebenda 65 Nr. 25] identifiziert werden, Kat.-Nr. 382 [ebenda 65 Nr. 20] ist lediglich als stark verrundetes Bruchstück erhalten und wird von der Verfasserin sogar eher als Unterlieger eingeschätzt).

rund ausgeformt³³⁴, gefolgt von einem ovalen Aussehen bei 22,8%³³⁵. Nur wenige Läuferaugen sind hingegen zitronenförmig (6,4%)³³⁶, doppelt schwalbenschwanzförmig (4,3%)³³⁷, rechteckig (2,1%)³³⁸ oder kleeblattförmig (0,7%)³³⁹. Eine Fixierung der Handhabe kann ebenfalls auf unterschiedliche Weise erfolgen, wobei es aufgrund der teilweise nur bruchstückhaften Läufererhaltung nicht immer möglich ist, eine Befestigungsvorrichtung zu erfassen. Dies gelang bei 85 von insgesamt 281 Exemplaren. Eine genügend große Zahl dokumentierter Läufer³⁴⁰ (29%, n = 86) beweist jedoch, dass nicht unbedingt eine Befestigungsvorrichtung für eine Handhabe direkt am Läuferstein für eine funktionstaugliche Drehmühle notwendig ist. Konstruktionsvorschläge für eine Handhabenbefestigung ohne eine Aussparung an der Seitenfläche oder Oberseite des Läufers wurden bereits in dem Kapitel »Handhabe« angesprochen, so dass an dieser Stelle keine weitere Diskussion erfolgen muss. Direkt am Läufer eingelassene Handhaben können auf drei verschiedene Möglichkeiten fixiert werden: 25,6% (n = 86) der Läufer³⁴¹ zeigen eine Befestigung der Handhabe in einer rechteckigen oder trapezförmigen Aussparung, die in die Oberseite eingelassen ist, 31,4% der Läufer weisen in der Seitenfläche ein Loch auf³⁴², und 14% der Läufer haben von einem derartigen Loch ausgehend zusätzlich einen Durchbruch zur Oberseite³⁴³. Für die Erstellung einer Typologie wurden die zuletzt erläuterten beiden Kriterien nicht verwendet, da dadurch die Anzahl der Läufer Typen stark erhöht und eine Auswertung unnötig kompliziert gestalten würde (**Abb. 13**). Bei Läufern wurde nur die Formgebung der Oberseite sowie Seitenfläche beachtet.

Von insgesamt 230 Unterliegern lassen 153 Exemplare (66,5%) Rückschlüsse auf die Konstruktionsweise der Zentrierachse zu. Es gibt zwei Möglichkeiten, einen Läufer über einem Unterlieger einerseits zu fixieren und andererseits weiterhin eine Drehbewegung zu ermöglichen: entweder mithilfe einer separaten Zentrierachse, die entweder in einem eingetieften Loch oder in einem durch den gesamten Unterlieger reichenden Loch fixiert wird, oder durch einen auf der Mahlfläche des Unterliegert stehen gelassenen »Konus«, wie er, bisher nur singular, an einem Unterlieger von Bad Nauheim dokumentiert werden konnte³⁴⁴. Bei insgesamt 37,0% (n = 154) der Unterlieger wurde die Zentrierachse in einem eingetieften Loch befestigt³⁴⁵, bei 62,3% reichte diese durch den ganzen Unterlieger hindurch³⁴⁶, und bei lediglich einem Exemplar (0,7%) musste keine Zentrierachse verwendet werden, da diese aus dem Unterliegerstein herausgearbeitet ist. Etwa zwei Drittel der Unterlieger sind nach dieser Statistik vollständig durchlocht. Der Durchmesser der Durchlochungen bzw. Eintiefungen schwankt zwischen 1,6 und 6,6 cm. Die Seitenfläche der meisten Unterlieger ist entweder gerade (44,8%; n = 183) oder leicht nach unten einziehend (54,1%) und nur äußerst selten nach oben hin einziehend (1,1%). Für die Erstellung einer Typologie wurden die hier genannten Kriterien nicht verwendet, da es sich um solche handelt, die durch Erosionsprozesse beeinflusst

³³⁴ Kat.-Nr. 2. 10. 14. 16. 36. 50. 63. 78-79. 82. 98. 105. 107. 129. 138. 153. 158-159. 165. 174. 179-181. 183. 208. 216. 218. 226. 229. 236-237. 239. 242-243. 249-250. 252. 271. 273-274. 297-299. 363. 369. 420. 425. 427. 429-432. 442. 458-459. 463-465. 467-472. 474-475. 477-479. 509. 511-512. 515. 528-529. 544. 546. 548-549. 552. 554-555. 560-562. 564. 568. 571. 576.

³³⁵ Kat.-Nr. 20. 25. 29. 47. 86. 118. 156. 177. 182. 186. 217. 227. 233. 235. 241. 295. 322. 336. 340. 357. 365. 433. 450. 456-457. 476. 539-540. 543. 553. 558. 573.

³³⁶ Kat.-Nr. 23-24. 26. 58. 191. 231. 238. 293. 419. 454.

³³⁷ Kat.-Nr. 8. 87. 136. 188. 200. 481.

³³⁸ Kat.-Nr. 154. 193. 423.

³³⁹ Kat.-Nr. 482.

³⁴⁰ Kat.-Nr. 47. 87. 136. 154. 156. 160. 179. 193. 208. 226-227. 233. 236. 239. 420. 423. 427. 529. 544-545. 549. 554-555. 568. 571.

³⁴¹ Kat.-Nr. 82. 177. 186. 217-218. 231. 238. 241-242. 251. 363. 391. 454. 457. 464. 475. 477. 481. 509. 514-515. 564.

³⁴² Kat.-Nr. 7. 10. 14. 26. 93. 129. 181. 191. 249. 259. 271-272. 274. 278-279. 295. 306. 344. 355. 365. 389. 419. 433. 528. 540. 543. 558.

³⁴³ Kat.-Nr. 8. 18. 29. 50. 62. 86. 229. 235. 277. 322. 548. 573.

³⁴⁴ Kat.-Nr. 67.

³⁴⁵ Kat.-Nr. 1. 27. 80-81. 139. 155. 192. 197. 219-221. 228. 234. 265. 421. 424. 428. 434-436. 438. 444-445. 447-449. 451. 453. 455. 460-461. 486. 489-495. 498-500. 502. 504-505. 508. 516-519. 521-524. 526. 566. 572.

³⁴⁶ Kat.-Nr. 5. 11-13. 15. 17. 28. 32. 34-35. 48-49. 51. 53. 73. 88-89. 91. 100. 113-114. 152. 157. 161-162. 171-172. 175-176. 178. 184-185. 187. 190. 194. 198-199. 209. 211-213. 215. 222. 225. 240. 244-246. 257. 269-270. 301-304. 316. 337. 341. 375. 394-395. 397. 415. 422. 426. 440. 443. 484. 485 (**Farbtaf. 13**). 488. 497. 501. 503. 520. 525. 530 / 531-537. 541-542. 547. 550-551. 556-557. 559. 565. 567. 569. 574-575.

worden sein können und somit keine signifikanten Übereinstimmungen erbrachten. Es wurde lediglich die Ausformung der Unterseite betrachtet.

Nach Festlegung dieser Kriterien war es möglich, insgesamt fünf Läufer- sowie drei Unterliegertypen zu unterscheiden. Zwei weitere Exemplare³⁴⁷ werden als Sonderform bezeichnet, da aufgrund ihrer Singularität eine Benennung zweier weiterer Unterliegertypen nicht gerechtfertigt scheint.

UNTERLIEGER

Insgesamt 178 der 230 aufgenommenen Unterliegerexemplare (77,4%) sind so gut erhalten, dass drei eindeutige Typen sowie zwei Sonderformen herausgearbeitet werden können.

Typ A

Kat.-Nr. 1 (Taf. 1). 5 (Taf. 2). 11 (Taf. 3; Farbtaf. 5). 13 (Taf. 3; Farbtaf. 5). 15 (Taf. 4). 17 (Taf. 4). 19 (Taf. 5). 27 (Taf. 6; Farbtaf. 6). 32 (Taf. 7). 33-34 (Taf. 8). 74 (Taf. 14). 80-81 (Taf. 15). 155 (Taf. 27). 175 (Taf. 31). 176 (Taf. 32; Farbtaf. 8). 185 (Taf. 34). 187 (Taf. 35). 190 (Taf. 35). 192 (Taf. 36). 198 (Taf. 37). 211-212 (Taf. 40). 213 (Taf. 40; Farbtaf. 10). 219-220 (Taf. 42). 221-222 (Taf. 43). 224-225 (Taf. 43). 228 (Taf. 44). 234 (Taf. 46). 240 (Taf. 48). 244 (Taf. 49). 265 (Taf. 52). 304 (Taf. 56). 375 (Taf. 63). 424 (Taf. 66). 426 (Taf. 67). 428 (Taf. 67). 434-436 (Taf. 69). 437-438 (Taf. 70). 440 (Taf. 70). 443-444 (Taf. 71). 445 (Taf. 72). 447-448 (Taf. 72). 449 (Taf. 73). 451-452 (Taf. 73). 453 (Taf. 74). 455 (Taf. 74). 460 (Taf. 75). 461 (Taf. 76). 485 (Taf. 81; Farbtaf. 13). 486 (Taf. 82; Farbtaf. 14). 487 (Taf. 82). 489 (Taf. 82). 490-491 (Taf. 83). 492-493 (Taf. 84). 494-495 (Taf. 85). 497 (Taf. 85). 498-500 (Taf. 86). 501-502 (Taf. 87). 504-505 (Taf. 88). 508 (Taf. 89). 516 (Taf. 91). 517-518 (Taf. 92). 519-522 (Taf. 93). 523-524 (Taf. 94). 525-526 (Taf. 95). 533 (Taf. 98). 541 (Taf. 100). 550-551 (Taf. 103). 556-557. 565 (Taf. 105; Farbtaf. 12). 566 (Taf. 106). 572 (Taf. 107).

Die Unterlieger des Typs A weisen alle eine plane, nicht ausgehöhlte Unterseite auf. Das Loch für die Zentrierachse kann sowohl durchgängig³⁴⁸ (41,3%; n = 92³⁴⁹) als auch nicht durchgängig³⁵⁰ (58,7%) sein (Abb. 14).

³⁴⁷ Kat.-Nr. 9 (Taf. 2). 67 (Taf. 13).

³⁴⁸ Kat.-Nr. 5 (Taf. 2). 11 (Taf. 3). 13 (Taf. 3). 15 (Taf. 4). 17 (Taf. 4). 32 (Taf. 7). 33-34 (Taf. 8). 175 (Taf. 31). 176 (Taf. 32). 185 (Taf. 34). 187 (Taf. 35). 190 (Taf. 35). 198 (Taf. 37). 211-213 (Taf. 40). 222 (Taf. 43). 225 (Taf. 43). 240 (Taf. 48). 244 (Taf. 49). 304 (Taf. 56). 375 (Taf. 63). 426 (Taf. 67). 440 (Taf. 70). 443 (Taf. 71). 485 (Taf. 81; Farbtaf. 13). 497 (Taf. 85). 501 (Taf. 87). 520 (Taf. 93). 525 (Taf. 95). 533 (Taf. 98). 541 (Taf. 100). 550-551 (Taf. 103). 556-557. 565 (Taf. 105).

³⁴⁹ Insgesamt sechs Exemplare werden in dieser Berechnung nicht berücksichtigt, da das Zentrierloch nicht erhalten ist: Kat.-Nr. 19 (Taf. 5). 74 (Taf. 14). 224 (Taf. 43). 437 (Taf. 70). 452 (Taf. 73). 487 (Taf. 82).

³⁵⁰ Kat.-Nr. 1 (Taf. 1). 27 (Taf. 6). 80-81 (Taf. 15). 155 (Taf. 27). 192 (Taf. 36). 219-220 (Taf. 42). 221 (Taf. 43). 228 (Taf. 44). 234 (Taf. 46). 265 (Taf. 52). 424 (Taf. 66). 428 (Taf. 67). 434-436 (Taf. 69). 438 (Taf. 70). 444 (Taf. 71). 445 (Taf. 72). 447-448 (Taf. 72). 449 (Taf. 73). 451 (Taf. 73). 453 (Taf. 74). 455 (Taf. 74). 460 (Taf. 75). 461 (Taf. 76). 486 (Taf. 82). 489 (Taf. 82). 490-491 (Taf. 83). 492-493 (Taf. 84). 494-495 (Taf. 85). 498-500 (Taf. 86). 502 (Taf. 87). 504-505 (Taf. 88). 508 (Taf. 89). 516 (Taf. 91). 517-518 (Taf. 92). 519 (Taf. 93). 521-522 (Taf. 93). 523 (Taf. 94). 524 (Taf. 94). 526 (Taf. 95). 566 (Taf. 106). 572 (Taf. 107).

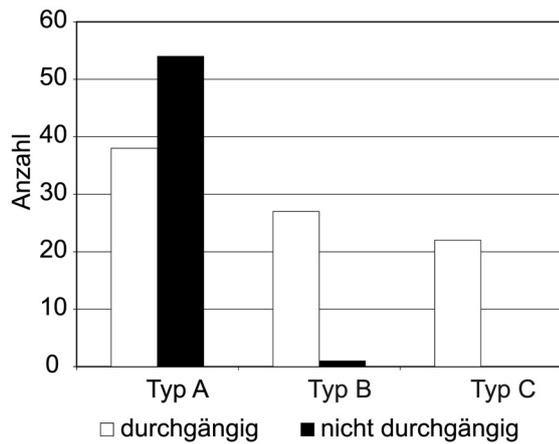


Abb. 14 Balkendiagramm der Unterliegertypen in Abhängigkeit von der Ausführung der Achshalterung (n = 142).

= 28³⁵¹) dieser Unterlieger³⁵² haben ein nicht durchgängiges Loch, die restlichen 97,5% weisen ein durchgängiges Loch³⁵³ zur Fixierung einer Zentrierachse auf (**Abb. 14**).

Typ C

Kat.-Nr. 49 (Taf. 11). 88 (Taf. 16). 128 (Taf. 20). 135 (Taf. 20; Farbtaf. 6). 157 (Taf. 28; Farbtaf. 7). 161. (Taf. 29). 162 (Taf. 29; Farbtaf. 8). 170 / 172 (Taf. 30; Farbtaf. 8). 171 (Taf. 31). 184 (Taf. 34). 246 (Taf. 50). 248 (Taf. 50). 254 (Taf. 51). 257 (Taf. 51). 270 (Taf. 52). 301-303 (Taf. 56). 316 (Taf. 57; Farbtaf. 12). 317 (Taf. 57). 320 (Taf. 58). 327 (Taf. 58). 377-378 (Taf. 63). 397 (Taf. 64). 399 (Taf. 64). 414-416 (Taf. 65). 506 (Taf. 88). 536 (Taf. 98). 537 (Taf. 99). 542 (Taf. 100). 567 (Taf. 106). 574 (Taf. 108).

Das eindeutige Merkmal der 35 als Typ C zusammengefassten Unterlieger ist eine stark ausgehöhlte und damit konkave Unterseite sowie ein stets durchgängiges Loch für die Zentrierachse (**Abb. 14**³⁵⁴).

Sonderform D

Kat.-Nr. 67 (Taf. 13; Farbtaf. 6).

Für den im Folgenden beschriebenen Unterlieger konnten keine Vergleichsexemplare in benachbarten Regionen ausfindig gemacht werden, so dass es sich bisher um ein Einzelstück handelt. Aufgrund dieser Quellenbasis wurde davon abgesehen, einen neuen Typ zu definieren. Dennoch soll dieses Exemplar nicht

³⁵¹ Insgesamt elf Bruchstücke können aufgrund eines fehlenden Zentrierlochs nicht in die Statistik mit einfließen: Kat.-Nr. 43 (Taf. 9). 44 (Taf. 10). 69 (Taf. 14). 169 (Taf. 30). 315 (Taf. 57). 323 (Taf. 58). 330 (Taf. 59). 376 (Taf. 63). 393 (Taf. 64). 396 (Taf. 64). 462 (Taf. 76).

³⁵² Kat.-Nr. 139 (Taf. 21).

³⁵³ Kat.-Nr. 12 (Taf. 3). 28 (Taf. 7). 35 (Taf. 8). 48 (Taf. 10). 51 (Taf. 11). 53 (Taf. 12). 91 (Taf. 17). 152 (Taf. 27). 178 (Taf. 32). 194 (Taf. 37). 199 (Taf. 38). 209 (Taf. 39). 245 (Taf. 50). 269 (Taf. 52). 337 (Taf. 59). 341 (Taf. 60). 394-395

Typ B

Kat.-Nr. 12 (Taf. 3; Farbtaf. 5). 28 (Taf. 7; Farbtaf. 6). 35 (Taf. 8). 43 (Taf. 9). 44 (Taf. 10). 48 (Taf. 10). 51 (Taf. 11). 53 (Taf. 12). 69 (Taf. 14). 91 (Taf. 17). 139 (Taf. 21). 152 (Taf. 27). 169 (Taf. 30). 178 (Taf. 32; Farbtaf. 9). 194 (Taf. 37). 199 (Taf. 38). 209 (Taf. 39). 245 (Taf. 50). 269 (Taf. 52). 315 (Taf. 57). 323 (Taf. 58). 330 (Taf. 59). 337 (Taf. 59). 341 (Taf. 60). 376 (Taf. 63). 393-396 (Taf. 64). 462 (Taf. 76). 503 (Taf. 88). 530 / 531 (Taf. 97; Farbtaf. 13). 532 (Taf. 97). 534-535 (Taf. 98). 547 (Taf. 102). 559 (Taf. 104). 569 (Taf. 106). 575 (Taf. 108).

Diesem Typ werden alle Unterlieger zugeordnet, die eine leicht konkave Unterseite aufweisen. Nur 2,5% (n

(Taf. 64). 503 (Taf. 88). 530 / 531-532 (Taf. 97). 534-535 (Taf. 98). 547 (Taf. 102). 559 (Taf. 104). 569 (Taf. 106). 575 (Taf. 108).

³⁵⁴ Bei insgesamt 13 Exemplaren des Typs C ist die Zentrierachse nicht erhalten. Diese werden deshalb nicht im Diagramm berücksichtigt: Kat.-Nr. 135 (Taf. 20). 248 (Taf. 50). 254 (Taf. 51). 317 (Taf. 57). 320 (Taf. 58). 327 (Taf. 58). 377-378 (Taf. 63). 397 (Taf. 64). 399 (Taf. 64). 414 (Taf. 65). 416 (Taf. 65). 506 (Taf. 88).

in der Masse der aufgenommenen Unterlieger untergehen und wird deshalb getrennt unter der Bezeichnung »Sonderform D« vorgestellt.

Bei diesem Unterlieger aus Bad Nauheim handelt es sich streng genommen um ein Exemplar des Typs A, da die Unterseite vollkommen plan gestaltet ist. Jedoch weist dieses Stück im Gegensatz zu allen anderen bisher aufgenommenen und in der Literatur gesichteten Unterliegern keine Eintiefung oder durchgängige Durchlochung zur Fixierung einer Zentrierachse auf. Vielmehr wurde ein beweglicher Läufer durch eine halbkugelförmig spitz zulaufende, mittig platzierte Erhebung über dem Unterlieger fixiert.

Sonderform E

Kat.-Nr. 9 (Taf. 2).

Ebenso wie die »Sonderform D« stellt auch dieser Unterlieger im Arbeitsgebiet ein Einzelstück dar. Auch dieses Exemplar muss streng genommen den Unterliegern des Typs A mit einem wahrscheinlich durchgängigen Zentrierloch zugeordnet werden³⁵⁵, weist aber als eine Besonderheit sowohl auf der Ober- als auch auf der Unterseite eine Mahlfäche auf. Vergleichbare Unterlieger liegen bisher nur aus der Verfüllung des Objekts 1 von Regensburg-Harting sowie aus Els Vilars (Arbeca, Lleida, Spanien) vor. Beide Stücke weisen ebenfalls auf Ober- sowie Unterseite eine Mahlfäche auf, wobei der Unterlieger von Regensburg-Harting auf beiden Seiten ein nicht durchgängiges Zentrierloch, der Unterlieger von Els Vilars hingegen ein durchgängiges konisches Achsloch aufweist³⁵⁶.

LÄUFER

Von den insgesamt 281 aufgenommenen Läufern ist bei 173 Exemplaren (61,6%) die Oberseite und Seitenfläche so gut erhalten, dass eine Einteilung in fünf verschiedene Typen möglich ist.

Typ 1

Kat.-Nr. 25 (Taf. 6). 29 (Taf. 7). 191 (Taf. 36; Farbtaf. 9). 226 (Taf. 44; Farbtaf. 11). 235 (Taf. 46; Farbtaf. 11). 264 (Taf. 51). 293 (Taf. 54). 322 (Taf. 58). 360 (Taf. 61). 433 (Taf. 68). 441 (Taf. 71). 482 (Taf. 81). 510 (Taf. 89). 540 (Taf. 100). 543 (Taf. 101). 558 (Taf. 104; Farbtaf. 13).

Die als Typ 1 bezeichnete Gruppe von Läufern zeichnet sich durch eine konkave Oberseite und eine nach oben einziehende Seitenfläche aus, die in einem erhöhten, unterschiedlich breiten Rand endet. Eine Vorrichtung zur Fixierung einer Handhabe ist, soweit erhalten, bisher stets lateral in die Seitenfläche eingelassen und

³⁵⁵ Dieser Unterlieger wurde im Rahmen der 1997er-Grabung an der Parkstraße in Bad Nauheim geborgen und bisher nicht gründlich gereinigt, so dass das Zentrierloch noch vollständig mit Erde zugesetzt ist. Um einen Verlust möglicherweise wichtigen Fundmaterials, das im Zentrierloch festgesetzt sein könnte, zu vermeiden, wurde davon abgesehen, den Stein zu säubern. So sind zukünftig möglicherweise noch archäobotanische sowie chemische Untersuchungen möglich.

³⁵⁶ Koch 1991, 218. – Alonso Martínez 1995, 16 mit Abb. 2. – Die Umarbeitung zweier ehemaliger Läufer zu Unterliegern, die Staubitz (2007, 46) den Kat.-Nr. 323 (Taf. 58) und 400 (Taf. 64) zuschreibt, konnte bei der Aufnahme durch die Verfasserin nicht nachvollzogen werden. – Siehe dazu auch die Kapitel »Abnutzungsspuren an der Mahlfäche« und »Aufkommen von Drehmühlen in Europa nördlich der Alpen«.

kann einen runden³⁵⁷ oder rechteckigen Querschnitt³⁵⁸ sowie einen Durchbruch zur Oberseite³⁵⁹ aufweisen, der neben dem erhöhten Rand in der konkaven Oberseite austritt. Ob alle Läufer des Typs 1 eine laterale Vorrichtung zur Befestigung einer Handhabe haben, ist nicht nachzuvollziehen, da neben den acht oben aufgeführten teilweise bruchstückhaften Exemplaren die übrigen stets bruchstückhaften Läufer an ihren Bruch- oder Seitenflächen keine derartige Handhabenvorrichtung mehr erkennen lassen. Jedoch besitzen alle bislang bekannten kompletten Läufer des Typs 1 eine Vorrichtung für eine Handhabe (**Abb. 15**).

Typ 2

Kat.-Nr. 8 (Taf. 2). 10 (Taf. 3). 14 (Taf. 4). 16 (Taf. 4). 18 (Taf. 5). 22-23 (Taf. 5). 24 (Taf. 6). 36 (Taf. 8). 50 (Taf. 11). 54 (Taf. 12). 56 (Taf. 12). 58 (Taf. 12). 62 (Taf. 13). 86 (Taf. 16). 129 (Taf. 20; Farbtaf. 6). 130 (Taf. 20). 165 (Taf. 29). 180-181 (Taf. 33). 238 (Taf. 47; Farbtaf. 10). 250 (Taf. 50). 259-260 (Taf. 51). 262 (Taf. 51). 272 (Taf. 52). 277-280 (Taf. 53). 282 (Taf. 53). 283 (Taf. 54). 295-299 (Taf. 55). 306 (Taf. 56). 339-340 (Taf. 60). 342 (Taf. 60). 352-358 (Taf. 61). 361 (Taf. 61). 390 (Taf. 63). 419 (Taf. 65). 464 (Taf. 76; Farbtaf. 12). 472 (Taf. 78). 528 (Taf. 96). 548 (Taf. 102). 568 (Taf. 106). 573 (Taf. 107).

Unter der Bezeichnung »Typ 2« sind alle Läufer zusammengefasst, deren Oberseite konkav ausgeformt ist und die eine gerade Seitenfläche aufweisen, die wie bei Exemplaren des Typs 1 in einem erhöhten Rand endet. Eine Vorrichtung zur Fixierung einer Handhabe kann lateral in die Seitenfläche eingelassen sein³⁶⁰, ist jedoch nicht immer vorhanden³⁶¹. Zwei Exemplare bilden mit einer oberseitigen Vertiefung zur Fixierung einer Handhabe eine Ausnahme³⁶², so dass die Art der Aussparung für eine Handhabe kein weiteres Kriterium für diesen Typ ist (**Abb. 15**).

Typ 3

Kat.-Nr. 4 (Taf. 1). 20 (Taf. 5). 47 (Taf. 10). 64 (Taf. 13). 90 (Taf. 17). 160 (Taf. 29). 166 (Taf. 30). 182-183 (Taf. 33). 210 (Taf. 39). 216 (Taf. 41; Farbtaf. 10). 239 (Taf. 48). 252 (Taf. 51). 263 (Taf. 51). 271 (Taf. 52). 281 (Taf. 53). 294 (Taf. 54). 335-336 (Taf. 59). 359 (Taf. 61). 362 (Taf. 62). 388 (Taf. 63). 430 (Taf. 68). 439 (Taf. 70). 446 (Taf. 72). 471 (Taf. 78). 476 (Taf. 79). 539 (Taf. 99; Farbtaf. 13). 544-545 (Taf. 101). 570 (Taf. 107). 576 (Taf. 108).

Dem Typ 3 werden alle Läufer zugeordnet, die eine konkave Oberseite sowie eine gerade Seitenfläche aufweisen, d.h. im Unterschied zu Typ 2 keinen erhöhten, breiten Rand haben. Nur drei der insgesamt 31 Läufer dieses Typs sind komplett erhalten; sie besitzen keine Vorrichtung zur Anbringung einer Handhabe. Weiterhin lassen lediglich zwei der übrigen bruchstückhaft erhaltenen Exemplare eine Vorrichtung für eine Handhabensfixierung erkennen. Es handelt sich zum einen um ein rundes, in die Seitenfläche eingelassenes Loch³⁶³, zum anderen um eine um die Seitenfläche herum laufende schwach erkennbare Rille³⁶⁴. Sie diente zum besseren Halt eines um den Läufer geschlagenen organischen oder metallenen Bandes, das eine senk-

³⁵⁷ Kat.-Nr. 29 (Taf. 7). 235 (Taf. 46). 433 (Taf. 68). 540 (Taf. 100). 543 (Taf. 101). 558 (Taf. 104).

³⁵⁸ Kat.-Nr. 191 (Taf. 36). 322 (Taf. 58).

³⁵⁹ Kat.-Nr. 29 (Taf. 7). 235 (Taf. 46). 322 (Taf. 58).

³⁶⁰ Kat.-Nr. 8 (Taf. 2). 10 (Taf. 3). 14 (Taf. 4). 18 (Taf. 5). 50 (Taf. 11). 62 (Taf. 13). 86 (Taf. 16). 129 (Taf. 20). 181 (Taf. 33). 259 (Taf. 51). 272 (Taf. 52). 277-279 (Taf. 53). 295

(Taf. 55). 306 (Taf. 56). 355 (Taf. 61). 419 (Taf. 65). 528 (Taf. 96). 548 (Taf. 102). 573 (Taf. 107).

³⁶¹ Kat.-Nr. 568 (Taf. 106).

³⁶² Kat.-Nr. 238 (Taf. 47). 464 (Taf. 76).

³⁶³ Kat.-Nr. 271 (Taf. 52).

³⁶⁴ Kat.-Nr. 545 (Taf. 101).

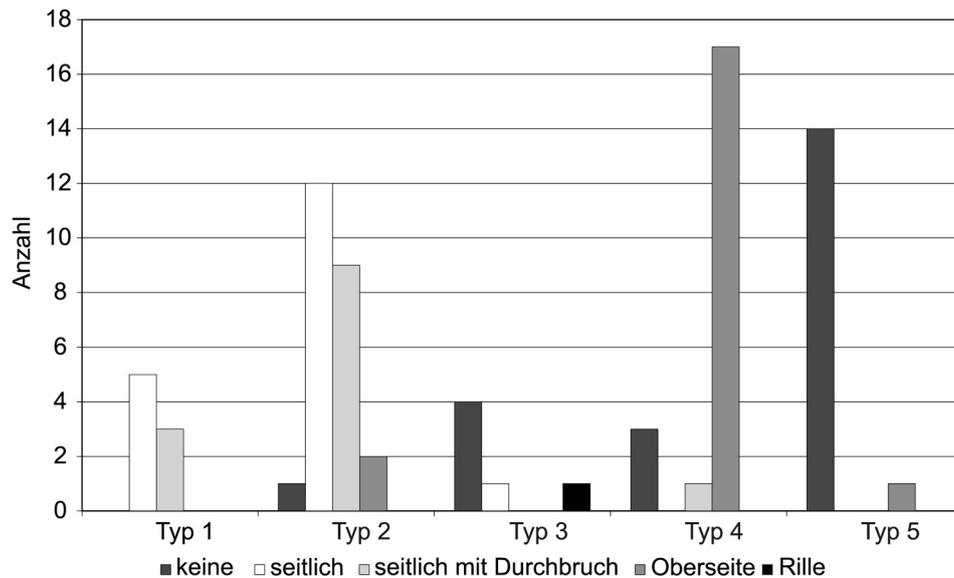


Abb. 15 Balkendiagramm der Läufer Typen in Abhängigkeit von der Handhabenfixierung (n = 74).

recht geführte Handhabe einklemmte (Abb. 15)³⁶⁵. Inwieweit für die Exemplare des Typs 3 also eine Vorrichtung für eine Handhabenfixierung üblich war, ist mithilfe der insgesamt 32 Läufer dieses Typs nicht feststellbar.

Typ 4

Kat.-Nr. 2 (Taf. 1). 21 (Taf. 5; Farbtaf. 5). 77 / 78 (Taf. 14). 105 (Taf. 18). 177 (Taf. 32; Farbtaf. 8). 186 (Taf. 34). 217 (Taf. 41; Farbtaf. 10). 218 (Taf. 41; Farbtaf. 11). 227 (Taf. 44). 229 (Taf. 44). 233 (Taf. 46). 241 (Taf. 49). 242 (Taf. 49; Farbtaf. 11). 251 (Taf. 50). 363 (Taf. 62). 391 (Taf. 63). 432 (Taf. 68). 442 (Taf. 71). 450 (Taf. 73). 454 (Taf. 74). 456 (Taf. 74). 459 (Taf. 75). 463 (Taf. 76). 466-468 (Taf. 77). 470 (Taf. 78). 474-475 (Taf. 79). 477 (Taf. 79). 481 (Taf. 80; Farbtaf. 12). 509 (Taf. 89). 511 (Taf. 90). 513-514 (Taf. 90). 515 (Taf. 91). 549 (Taf. 102). 561 (Taf. 104). 562 (Taf. 105). 564 (Taf. 105). Ausschlaggebend für die Zuordnung eines Läufers zum Typ 4 sind eine plane Oberseite mit einem um das Auge herum eingelassenen Trichter sowie eine gerade Seitenfläche. Zusätzlich scheint für derartige Exemplare eine in die Oberseite eingetiefte, zur Seitenfläche hin offene, rechteckige oder trapezoide Handhabenvorrichtung (42,5%; n = 40) kennzeichnend zu sein (Abb. 15). Lediglich drei (7,5%) komplett erhaltene der insgesamt 40 Exemplare weisen keine derartige Handhabenvorrichtung auf³⁶⁶. Ein Exemplar weist eine in die Seitenfläche eingelassene Handhabe mit Durchbruch zur Oberseite auf³⁶⁷. Die übrigen 19 Exemplare liegen nur bruchstückhaft vor, so dass derartige Merkmale nicht mehr erhalten sein müssen³⁶⁸. Eine Handhabenbefestigung scheint also für diese Läufer durchaus üblich gewesen zu sein.

³⁶⁵ Siehe dazu auch das Kapitel »Handhabe« und »Abnutzungsspuren im Bereich der Handhabe«.

³⁶⁶ Kat.-Nr. 227 (Taf. 44). 233 (Taf. 46). 549 (Taf. 102).

³⁶⁷ Kat.-Nr. 229 (Taf. 44).

³⁶⁸ Kat.-Nr. 2 (Taf. 1). 21 (Taf. 5). 77 / 78 (Taf. 14). 105 (Taf. 18). 432 (Taf. 68). 442 (Taf. 71). 450 (Taf. 73). 456 (Taf. 74). 459 (Taf. 75). 463 (Taf. 76). 466-468 (Taf. 77). 470 (Taf. 78). 474 (Taf. 79). 511 (Taf. 90). 513 (Taf. 90). 561 (Taf. 104). 562 (Taf. 105).

Typ 5

Kat.-Nr. 87 (Taf. 16). 136 (Taf. 20). 153 (Taf. 27; Farbtaf. 7). 156 (Taf. 28). 158 (Taf. 28). 159 (Taf. 28; Farbtaf. 7). 174 (Taf. 31). 179 (Taf. 32). 193 (Taf. 37; Farbtaf. 9). 200 (Taf. 38). 208 (Taf. 39). 231 (Taf. 45). 236 (Taf. 47). 243 (Taf. 49). 420 (Taf. 65). 423 (Taf. 66). 425 (Taf. 66). 427 (Taf. 67). 478-480 (Taf. 80). 483 (Taf. 81). 512 (Taf. 90). 529 (Taf. 96). 552-555. 571 (Taf. 107).

Die Läufer des Typs 5 weisen eine plane oder aber konvexe Oberseite auf und sind relativ grob gearbeitet. Ihre Seitenfläche kann sowohl gerade als auch nach oben hin einziehend sein. Lediglich ein Exemplar besitzt eine Vorrichtung zur Fixierung einer Handhabe, die in die Oberseite eingelassen ist (Abb. 15)³⁶⁹. Der überwiegende Teil hat jedoch keine eingearbeitete Handhabenvorrichtung, so dass deren Fehlen für den Typ 5 charakteristisch zu sein scheint.

WEITERE UNTERSCHIEDUNGSKRITERIEN

Die folgende vergleichende Auswertung aller aufgenommenen Drehmühlen wird neben prozentualen Vergleichen und Mittelwertberechnungen unter Hinzuziehung von Streudiagrammen durchgeführt und unterstützt mathematisch die zuvor erstellte Typologie. Durch Streudiagramme ist es möglich, Clusterbildungen, also Gruppen von Drehmühlen, die in einem bestimmten Bereich gleiche Parameter aufweisen bzw. sich durch einen Hiatus von anderen Drehmühlengruppen abheben, herauszustellen. Derartige Cluster können einerseits auf bestimmte Regelmäßigkeiten aufmerksam machen, die dann einen Standard wiedergeben, andererseits abseits der Cluster auftretende Anomalien hervorheben. Ihre Unterschiedlichkeit kann verschiedene Gründe haben, so dass eine Diskussion dieser Anomalien erfolgen muss. Es wurden Streudiagramme bzw. Balkendiagramme mit folgenden Parametern erstellt, welche die Werte der x- bzw. y-Koordinate definieren. Sie werden im Anschluss diskutiert, da sie signifikante Verteilungen aufzeigen und die erstellte Typologie bekräftigen.

Typ – Anstellwinkel	Quotient (Höhe innen/außen) – Anstellwinkel
Höhe innen – Höhe außen	Quotient (Höhe außen/innen) – Anstellwinkel
Durchmesser – Anstellwinkel	Quotient (Höhe außen/innen) – Typ
Anstellwinkel – Mahfläche	Quotient (Höhe innen/außen) – Typ
Quotient (Höhe außen/innen)	Quotient (Höhe innen/außen)
Quotient (Höhe außen / innen) – Durchmesser	

Neben diesen Diagrammen wurden weitere erstellt, die jedoch keine signifikanten Verteilungen aufzeigen. In einem solchen Fall wurde von der Wiedergabe und Diskussion abgesehen³⁷⁰. Zudem wurde versucht, funktionsbedingte Besonderheiten der Bad Nauheimer Drehmühlen, denen aufgrund ihrer großen Anzahl

³⁶⁹ Kat.-Nr. 231 (Taf. 45).

³⁷⁰ Dies betrifft die Diagramme Durchmesser – Höhe außen; Durchmesser – Höhe innen; Quotient (Höhe innen / Höhe außen) – Durchmesser; Unterliegertyp – Anstellwinkel.

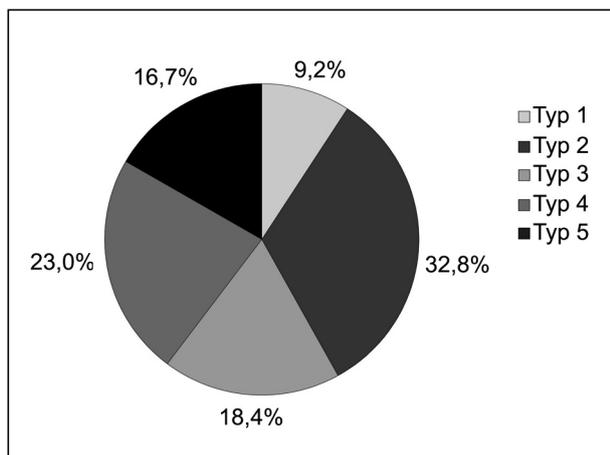


Abb. 16 Kreisdiagramm der Läuferarten (n = 174).

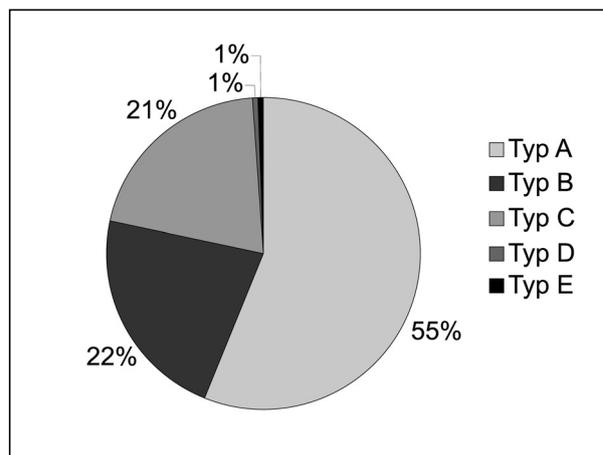


Abb. 17 Kreisdiagramm der Unterliegertypen (n = 175).

in den Salinenarealen eine Funktion in der Salzproduktion zugekommen sein könnte, anhand separater Diagramme herauszustellen. Dies gelang jedoch nicht. Die Bad Nauheimer Stücke fügen sich stets in den Streubereichen der Diagramme, in die alle Drehmühlen eingeflossen sind, gleichmäßig ein, zeigten also keine Gruppierung oder Separierung zu den übrigen Exemplaren.

Nach den oben erstellten Kriterien, die einen bestimmten Typ definieren, konnten 9,1% der Läufer dem Typ 1, 32,6% dem Typ 2, 18,3% dem Typ 3, 23,4% dem Typ 4 sowie 16,6% dem Typ 5 zugewiesen werden (n = 174; **Abb. 16**). Unterlieger des Typs A liegen zu 55,7% vor, vom Typ B liegen 22,7%, vom Typ C 20,5% und von den Sonderformen D und E jeweils 1,1% vor (n = 175; **Abb. 17**). Bei der Auswertung der Typen in Streudiagrammen können nach obiger Erläuterung maximal 349 Einheiten gleichzeitig betrachtet werden³⁷¹. Diese Maximalanzahl kann bei einer vergleichenden Analyse weiterhin unterschritten werden, wenn nicht von allen Exemplaren die zu vergleichenden Parameter vorliegen. Zudem ist es möglich, dass kein bestimmter Wert für einen Parameter vorliegt, sondern ein Bereich³⁷². In diesem Fall fließen zur Erstellung eines Diagrammes stets die Maximalwerte ein, da durch eine Nutzung die Parameter wie Höhe oder Durchmesser einer Drehmühle ausschließlich verringert werden können und somit der vorliegende Maximalwert ein besserer Näherungswert für die ursprünglichen Ausmaße ist.

Von insgesamt 573 Drehmühlen war es möglich, an 421 Exemplaren entweder den Durchmesser auszumessen oder zu rekonstruieren. Diese liegen zwischen 25 und 60 cm, mit einem durchschnittlichen Durchmesser von 37,3 cm. Dabei sind Läufer mit einem durchschnittlichen Durchmesser von 37,6 cm im Vergleich zu einem solchen der Unterlieger von 37,1 cm stets etwas größer. Die in **Abbildung 18** dargestellten Werte verdeutlichen, dass Läufer regulär etwas weniger mächtig als Unterlieger sind.

Eine Einteilung der Mahlflächenformen erfolgt mithilfe der durchschnittlichen Neigung, die als Anstellwinkel bezeichnet wird. Dieser Mittelwert wird herangezogen, da es äußerst schwierig ist, die Krümmung der in der Regel konkaven oder konvexen Mahlfläche mathematisch zu umschreiben. Die Mittelwertberechnung erfolgt, indem über der Mahlfläche ein rechtwinkliges Dreieck angelegt wird, um so die Länge der beiden Katheten zu erhalten (**Abb. 19**). Mithilfe dieser Werte ist es dann aufgrund des konstruierten recht-

³⁷¹ Die Summe 349 ergibt sich aus Gesamtanzahl der Läuferarten plus Gesamtanzahl der Unterliegertypen.

³⁷² z.B. Kat.-Nr. 221: ursprünglicher Dm. 36,5-37,5 cm. – Kat.-Nr. 420: H. innen 5-6,5 cm.

	Durchschnitt [cm]	Minimum [cm]	Maximum [cm]
Unterlieger: Höhe innen [n = 151]	10,28	1,5	22,7
Unterlieger: Höhe außen [n = 179]	9,07	2,6	19
Läufer: Höhe innen [n = 141]	6,2	1,6	15,5
Läufer: Höhe außen [n = 169]	11,26	2	19

Abb. 18 Innere und äußere Höhe von Unterliegern und Läufern.

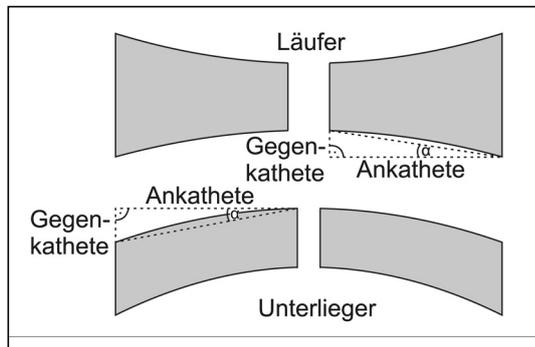


Abb. 19 Schematische Darstellung eines Läufers und eines Unterliegers mit jeweiliger Ankathete, Gegenkathete und dem Anstellwinkel α .

winkligen Dreiecks mit folgender Formel möglich, den Anstellwinkel α zwischen der Horizontalen und der Hypotenuse zu berechnen, der damit die durchschnittliche Steigung angibt.

$$\alpha = \arctan \frac{\text{Gegenkathete [mm]}}{\text{Ankathete [mm]}}$$

Infolgedessen konnten Neigungswinkel der konvexen bzw. konkaven Mahlfächen zwischen 1° und 27° ermittelt werden. Der Durchschnittswert aus allen Läufer- und Unterliegerdaten ($n = 294$) liegt bei $12,77^\circ$. Der durchschnittliche Anstellwinkel aller Läufer ($n = 153$) beträgt $13,23^\circ$ und jener der Unterlieger ($n = 141$) $12,25^\circ$. Die Diskrepanz von etwa 1° verdeutlicht, dass

Läufer im Vergleich zu zugehörigen Unterliegern stets einen etwas größeren Anstellwinkel aufweisen müssen, um den für den Mahlprozess unabdingbaren schmalen Abstand zwischen den Mahlfächen zu gewährleisten. Da allerdings über diesen als Mittelwert zu bezeichnenden Anstellwinkel die teilweise stark gekrümmte Mahlfäche nicht umschrieben wird, wurde im Katalog zusätzlich eine Beschreibung der Wölbung vorgenommen, die rein subjektiv unter Verwendung der Begriffe »plan«, »fast plan«, »flachkonkav/flachkonvex« sowie »konkav/konvex« erfolgte. Ein zu den Parametern »Anstellwinkel« und »Mahlfächenform« erstelltes Diagramm (**Abb. 20**) verdeutlicht jedoch, dass der Anstellwinkel ein gutes Maß für die Umschreibung der Mahlfächenform ist, sind doch die Punkte der zwei zu vergleichenden Parameter stets eng gruppiert. So haben Mahlfächen, die als »fast plan« bezeichnet werden, einen Anstellwinkel zwischen $1,91^\circ$ und 9° , die, die als »flachkonkav« bzw. »flachkonvex« bezeichnet werden, einen Anstellwinkel von $3,7^\circ$ bis $20,27^\circ$ und die, die als »konkav« bzw. »konvex« bezeichnet werden, einen Anstellwinkel zwischen $6,7^\circ$ und $26,95^\circ$. Die abweichenden Minimalwerte in der Spalte »konvexe Mahlfäche« können bei einem Vergleich mit den Werten der Spalte »konkave Mahlfäche« noch als reguläre Werte angesehen werden. Denn beide Minimalwerte liegen bei ungefähr 7° ³⁷³. Lediglich der Maximalwert in der Spalte »konkave Mahlfäche« muss als Abweichung angesehen werden³⁷⁴. Es handelt sich um ein Läufer-

³⁷³ Kat.-Nr. 128: $6,65^\circ$. – Kat.-Nr. 297: $7,33^\circ$.

³⁷⁴ Kat.-Nr. 278 (Taf. 53).

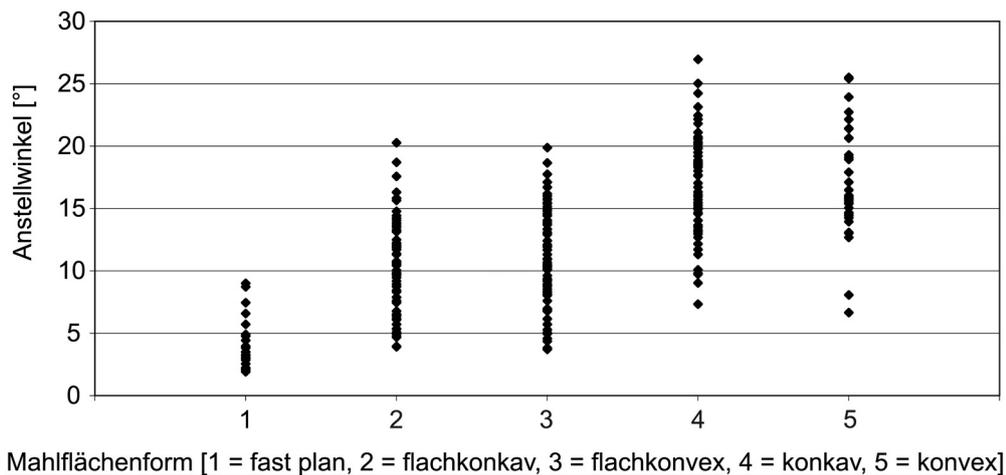


Abb. 20 Punktdiagramm der Mahlfächenformen von Läufern und Unterliegern in Abhängigkeit vom Anstellwinkel (n = 293).

bruchstück, das am Südhang des Heidetränk-Oppidums aufgefunden und dokumentiert wurde. Die beiden zur Berechnung des Anstellwinkels α gemessenen Längen der Ankathete und Gegenkathete scheinen durch die nicht komplett erhaltene Mahlfäche verfälscht worden zu sein. Denn bei Vollständigkeit wäre der Wert der Ankathete größer und der der Gegenkathete kleiner, so dass der Winkel α kleiner anzusetzen wäre und somit nicht aus der Normalverteilung herausfallen würde. Die Graphik verdeutlicht also, wie zu erwarten war, dass die als zusammengehörig zu betrachtenden flachkonkaven und flachkonvexen sowie konkaven und konvexen Mahlfächen stets den gleichen Anstellwinkelbereich abdecken. Der Anstellwinkel kann daher zur Umschreibung der Mahlfächenform und für weitere Vergleiche herangezogen werden. Bei insgesamt 476 Läufern und Unterliegern konnte die Mahlfächenform bestimmt werden, wobei 2,37% der Läufer³⁷⁵ (n = 253) und 1,79% der Unterlieger³⁷⁶ (n = 223) eine plane, 3,95% der Läufer³⁷⁷ sowie 13% der Unterlieger³⁷⁸ eine fast plane, 41,9% der Läufer eine flachkonkave³⁷⁹ sowie 60,11% der Unterlieger eine flachkonvexe³⁸⁰ und 51,78% der Läufer eine konkave³⁸¹ sowie 25,11% der Unterlieger eine konvexe Mahlfäche³⁸² aufweisen (Abb. 21-22).

³⁷⁵ Kat.-Nr. 208. 236. 420. 423. 427. 554.

³⁷⁶ Kat.-Nr. 424. 556-557. 569.

³⁷⁷ Kat.-Nr. 156. 179. 188. 193. 229. 459. 512. 549. 552. 568.

³⁷⁸ Kat.-Nr. 1. 34. 80. 114. 175. 185. 190. 198. 228. 245. 321. 338. 376. 381. 426. 453. 462. 484. 490-491. 503. 506. 517. 520-521. 524-525. 550-551.

³⁷⁹ Kat.-Nr. 2. 8. 16. 20-21. 24-25. 29. 36-38. 50. 55. 60. 62-63. 82. 86-87. 90. 93-95. 105. 107. 136. 153. 158-159. 174. 196. 200-205. 217-218. 226-227. 235. 237-239. 242-243. 249. 253. 261. 263. 273. 277. 280. 283. 291-292. 294. 306-308. 326. 328. 343. 355. 357. 364. 372. 390. 392. 425. 431. 442. 450. 454. 456-458. 463-465. 467-468. 470-473. 475. 509-511. 513-514. 529. 540. 543. 545. 548. 553. 555. 558. 561-564. 571.

³⁸⁰ Kat.-Nr. 5. 9. 11-13. 15. 17. 27. 32-33. 35. 40-41. 43-44. 46. 48. 51. 67. 70-71. 73-74. 81. 85. 91. 99-101. 110-112. 116. 120. 124. 135. 139. 152. 162-163. 171. 176. 187. 194. 199. 209. 211-215. 219. 222. 224-225. 240. 244. 254. 257. 266-269. 284. 301. 304. 319-320. 323. 329-330. 341. 345-346.

374-375. 378-379. 393-398. 400. 415. 421. 428. 434. 436-437. 440. 443-445. 447-449. 452. 455. 460-461. 485-486. 489. 492-496. 499-502. 504-505. 508. 516. 518. 522. 530 / 531-533. 535-537. 541-542. 547. 559. 566-567. 572.

³⁸¹ Kat.-Nr. 4. 10. 14. 18. 22. 26. 30-31. 47. 56-59. 61. 64. 66. 75-78. 92. 96-98. 108-109. 115. 117-118. 122-123. 129. 138. 154. 160. 165-168. 177. 180-183. 186. 191. 210. 216. 231. 233. 241. 247. 250-252. 256. 259-260. 262. 264. 271-272. 274. 278-279. 281-282. 285. 293. 295-300. 305. 310-314. 322. 324-325. 332-336. 339-340. 351. 353-354. 356. 360-363. 365. 367-371. 373. 389. 391. 412-413. 419. 430. 439. 441. 446. 466. 469. 474. 476-477. 481-483. 515. 528. 539. 544. 546. 570. 573. 576.

³⁸² Kat.-Nr. 19. 28. 39. 49. 53. 68-69. 72. 83. 88-89. 113. 128. 131-132. 155. 157. 161. 169-170. 172-173. 178. 184. 192. 220-221. 234. 246. 248. 265. 270. 287. 302-303. 315-318. 337. 377. 380. 399. 414. 416-417. 435. 487. 497-498. 523. 526. 534. 565. 574-575.

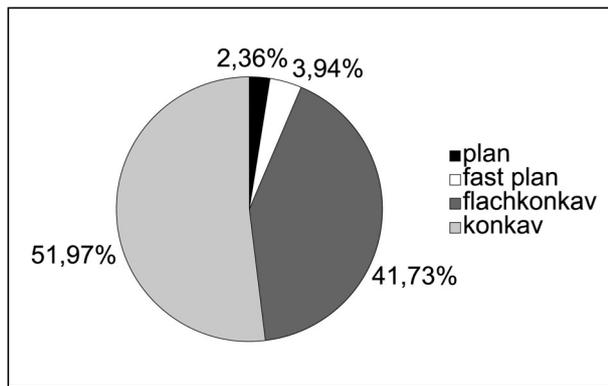


Abb. 21 Kreisdiagramm der Mahlflächenformen bei Läufern (n = 254).

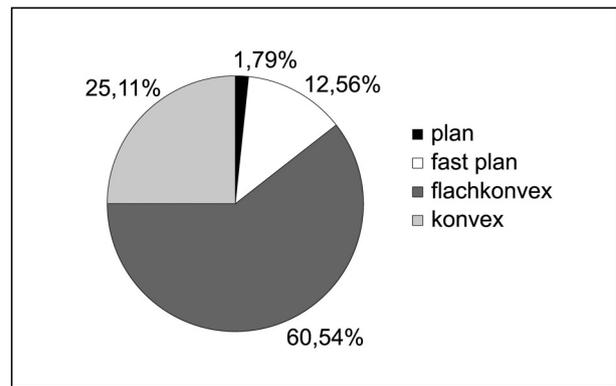


Abb. 22 Kreisdiagramm der Mahlflächenformen bei Unterliegern (n = 223).

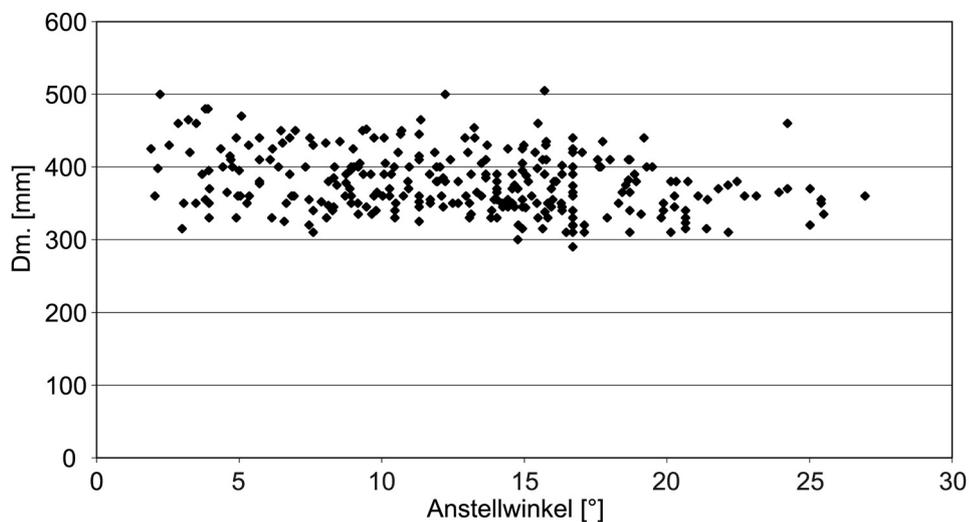


Abb. 23 Punktdiagramm der Anstellwinkel von Läufern und Unterliegern in Abhängigkeit vom Durchmesser (n = 288).

Stellt man den Anstellwinkel im Verhältnis zum Durchmesser graphisch dar (**Abb. 23**), ergibt sich eine breite, keilförmige Punktstreuung, die nur wenige Ausreißer erkennen lässt. Die keilförmige Streuung verdeutlicht: Je größer der Anstellwinkel ist, desto geringer ist der Durchmesser einer Drehmühle. Umgekehrt bedeutet dies jedoch nicht, dass ein niedriger Anstellwinkel einen großen Durchmesser voraussetzt, denn es liegen auch Drehmühlen mit niedrigem Anstellwinkel und geringem Durchmesser vor. Die Punktstreuung zwischen den Maxima (Dm. 50,5 cm; Anstellwinkel 26,95°) und Minima (Dm. 29 cm; Anstellwinkel 1,91°) verdeutlicht die optimalen Ausmaße einer handbetriebenen Mühle. Der optimale Durchmesser liegt dementsprechend zwischen 29 und 50 cm. Bei größerem Durchmesser würde die Mühle zu schwer für den Handbetrieb sein, und bei zu kleinem Durchmesser würde aufgrund des zu geringen Gewichtes und der zu kleinen Mahlfläche kein befriedigendes Mahlprodukt gewonnen werden können. Würden auch Kraftmühlen in die Graphik einfließen, ist davon auszugehen, dass mehr Werte bei niedrigem Anstellwinkel und größerem Durchmesser als 50 cm vorlägen. Die obere Begrenzungslinie der Punktverteilung würde dann an eine exponentielle Kurve erinnern, wobei alle Drehmühlen mit einem Durchmesser

über 50 cm nicht mehr mit der Hand angetrieben werden können. Aus der hier vorliegenden etwa keilförmigen Punktstreuung – der Normalverteilung – fallen drei Drehmühlen heraus, die stets im Vergleich zu den übrigen Exemplaren mit etwa gleichem Anstellwinkel einen zu großen Durchmesser aufzuweisen scheinen³⁸³. Zwei der drei Abweichungen scheinen auf Messungenauigkeiten zurückführbar zu sein, liegen diese beiden vom Heidetränk-Oppidum stammenden Mühlen doch bruchstückhaft vor³⁸⁴. Sowohl der Anstellwinkel als auch der Durchmesser können bei beiden Exemplaren aufgrund der nicht komplett erhaltenen Mahlflächen zu hoch angesetzt sein (siehe oben). Das dritte Exemplar aus Gatersleben (Salzlandkr.) ist hingegen vollständig erhalten, so dass kein Zweifel an seinem überdurchschnittlich großen Durchmesser im Vergleich zu dem berechneten Anstellwinkel besteht³⁸⁵. Der mit zugehörigem Unterlieger als Lesefund geborgene Läufer ist im Inventarbuch des Schlossmuseums Quedlinburg als eisenzeitlicher Siedlungsfund dokumentiert. Gleichzeitig aufgelesene und zugehörige Funde, die eine Datierung erlauben würden, liegen nicht vor. Jedoch wurden in dieser Gemarkung mehrfach eisenzeitliche Funde aufgesammelt, so dass eine Datierung der Drehmühle in die Eisenzeit möglich scheint³⁸⁶. Das Exemplar ist im Vergleich zu den übrigen Stücken außergewöhnlich weit nördlich aufgefunden worden und wurde zudem aus einem Granit gefertigt, der wahrscheinlich aus regionalen Vorkommen gewonnen wurde, sei es aus Plutonen des Harzes oder aus Gletschergeschieben. Vermutlich handelt es sich daher um eine Eigenproduktion, so dass ein Abweichen der Maße von den weiter südlich gefertigten Handmühlen auf diese lokale Herstellung zurückgeführt werden kann.

Bei der Erstellung eines Streudiagramms mit den Parametern »Höhe außen« auf der x-Achse und »Höhe innen« auf der y-Achse bezogen auf die Unterlieger (n = 138) ergibt sich eine nach rechts oben gerichtete keilförmige Punktstreuung (**Abb. 24**). Der Punkt mit den Koordinaten x 19 cm und y 22,7 cm³⁸⁷ stellt aufgrund der großen Höhe und damit einhergehend einer nicht sehr langen Nutzung die Fortsetzung der keilförmigen Streuung dar und muss damit als Maximalwert und nicht als Abweichung betrachtet werden. Unter Hinzuziehung der Fundorte und einer Unterteilung in solche, die östlich bzw. westlich der Rhön situiert sind, fällt eine zwar ineinander verzahnte, doch deutliche Unterteilung dieser beiden Regionen auf³⁸⁸. Durchschnittlich weisen die Unterlieger östlich der Rhön eine größere innere Höhe im Vergleich zu denen westlich der Rhön auf. Die größere innere Höhe der östlich der Rhön verbreiteten Exemplare erklärt sich durch die in der Regel nicht vollständig durchlochenden Unterlieger und eine dementsprechend nicht ausgehöhlte Unterseite. Nur vier Stück östlich der Rhön weisen eine innere Höhe unter 8 cm auf³⁸⁹. Dabei handelt es sich entweder um komplett durchlochende und stark abgenutzte³⁹⁰ oder um komplett durchlochende und ausgehöhlte Unterlieger³⁹¹. Bei den Unterliegern westlich der Rhön weisen insgesamt vier Exemplare innere Höhen über 13,5 cm auf und können damit als Abweichungen angesprochen werden³⁹². Diese vier Exemplare haben stets eine plane oder nur leicht ausgehöhlte Unterseite und sind zudem nicht stark abgenutzt, so dass sich daraus ihr Abweichen erklärt. Aus diesem Diagramm ergibt sich also, dass Unterlieger östlich der Rhön generell zwischen 8 cm und 22,7 cm und Unterlieger westlich der Rhön zwischen 1,5 cm und 13,5 cm mächtig sind.

³⁸³ Kat.-Nr. 186: Gatersleben (**Taf. 34**). – Kat.-Nr. 354: Oberursel-Oberstedten, Heidetränk-Oppidum (**Taf. 61**). – Kat.-Nr. 372: Oberursel-Oberstedten, Heidetränk-Oppidum (**Taf. 62**).

³⁸⁴ Kat.-Nr. 354, 372.

³⁸⁵ Kat.-Nr. 186 (**Taf. 34**).

³⁸⁶ Freundl. Mitt. I. Saynisch (Archäologische Arbeitsgemeinschaft Schlossmuseum Quedlinburg).

³⁸⁷ Kat.-Nr. 81: Bad Neustadt-Brendlörenzen (**Taf. 15**).

³⁸⁸ Die Milseburg bei Hofbieber-Danzwiesen wurde bei dieser Darstellung zu den östlich der Rhön situierten Fundorten

gezählt (siehe dazu auch das Kapitel »Vergleich mit anderen Fundgruppen«).

³⁸⁹ Kat.-Nr. 426: Röcken (**Taf. 67**). – Kat.-Nr. 501: Steinsburg bei Römhild (**Taf. 87**). – Kat.-Nr. 567: Hohe Schule bei Völkershausen (**Taf. 106**). – Kat.-Nr. 569: Walpernhain (**Taf. 106**).

³⁹⁰ Kat.-Nr. 426, 547.

³⁹¹ Kat.-Nr. 567, 569.

³⁹² Kat.-Nr. 32: Bad Nauheim (**Taf. 7**). – Kat.-Nr. 33: Bad Nauheim (**Taf. 8**). – Kat.-Nr. 67: Bad Nauheim (**Taf. 13**). – Kat.-Nr. 532: Steinfurth (**Taf. 97**).

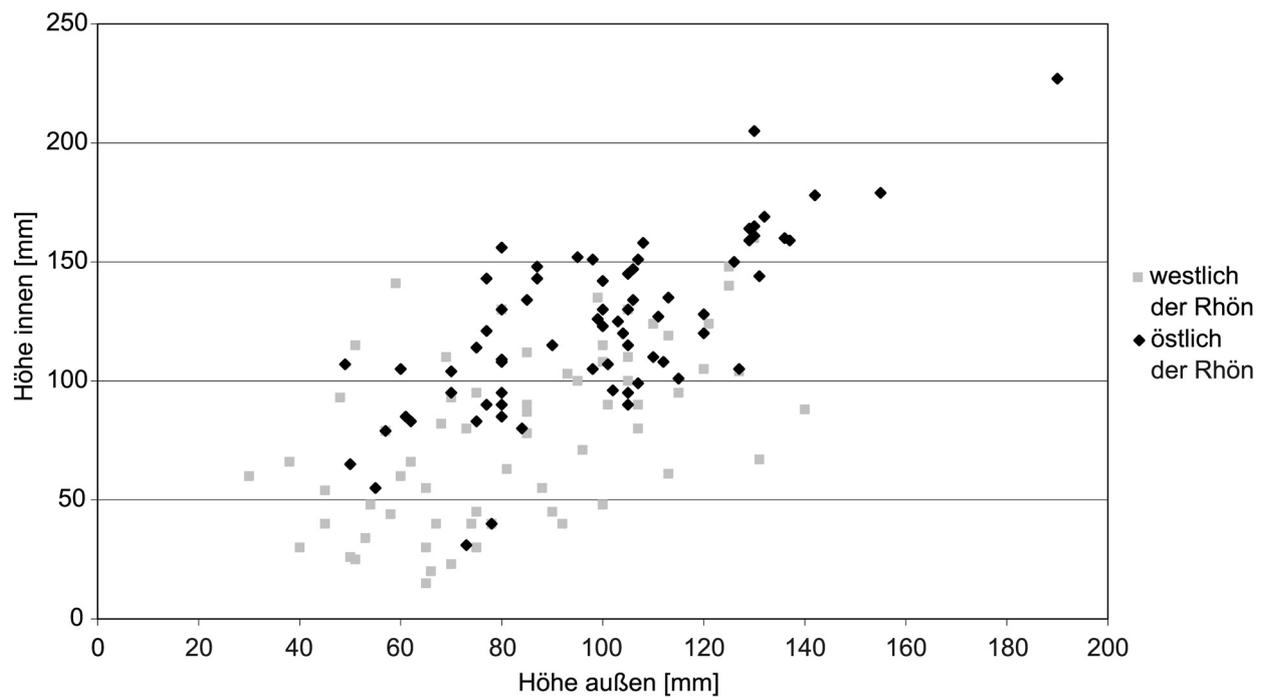


Abb. 24 Punktdiagramm der äußeren Höhen in Abhängigkeit zu den inneren Höhen von Unterliegern (n = 138).

Bei der Erstellung eines Diagrammes mit den gleichen Parametern für die Läufer (**Abb. 25**) entsteht eine Punktwolke mit scheinbar sechs Abweichungen³⁹³. Sie geben allerdings lediglich entweder stark abgenutzte³⁹⁴ oder noch sehr hohe und damit nicht sehr lange genutzte Exemplare wieder³⁹⁵. Damit handelt es sich nicht um Abweichungen, sondern um Extremwerte. Wie bei den Unterliegern ist es auch bei den Läufern möglich, durch eine Unterteilung in solche, die östlich bzw. westlich der Rhön situiert sind, tendenzielle Größenunterschiede zu erkennen. So sind jene westlich der Rhön tendenziell weniger mächtig, mit inneren Höhen meist unter 9 cm. Nur zwei Exemplare liegen über diesem Maximalwert und waren aufgrund ihrer großen Mächtigkeit offensichtlich noch nicht lange in Gebrauch³⁹⁶. Läufer östlich der Rhön hingegen weisen innere Höhen bis zu 13 cm auf. Sie sind tendenziell innen höher, mit einer Mindesthöhe über 4 cm. Lediglich fünf Exemplare weisen innere Höhen unter 4 cm auf und fallen damit aus dem Rahmen³⁹⁷. Sie sind alle abgenutzt bis stark abgenutzt, so dass ihre abseitige Lage als Minimalwert zu verstehen ist. Regulär ist also festzuhalten, dass Läufer westlich der Rhön eine innere Höhe zwischen 1,6 cm und 9 cm und solche östlich der Rhön eine innere Höhe zwischen 4 cm und 13 cm aufweisen. Dabei handelt es sich bei allen Läufern und Unterliegern generell um verwendete Exemplare, so dass nicht davon ausgegangen werden darf, dass rein zufällig östlich der Rhön lediglich kurzfristig oder gar nicht genutzte Drehmühlen aufgenommen wurden. Hier scheint sich vielmehr eine generelle Tendenz mächtigerer Drehmühlen östlich

³⁹³ Kat.-Nr. 159: Diesbar, Burgberg Löbsal (**Taf. 28**). – Kat.-Nr. 420: Pegau-Zauschwitz (**Taf. 65**). – Kat.-Nr. 475: Steinsburg bei Römhild (**Taf. 79**). – Kat.-Nr. 482: Steinsburg bei Römhild (**Taf. 81**). – Kat.-Nr. 529: Seidewitz/Keiselwitz (**Taf. 96**). – Kat.-Nr. 555: Sachsen-Anhalt.

³⁹⁴ Kat.-Nr. 159. 420. 555.

³⁹⁵ Kat.-Nr. 475. 482. 529.

³⁹⁶ Kat.-Nr. 29: Bad Nauheim (**Taf. 7**). – Kat.-Nr. 226: Leun-Stockhausen (**Taf. 44**).

³⁹⁷ Kat.-Nr. 78: Bad Neustadt-Brendlorenzen (**Taf. 14**). – Kat.-Nr. 154: Burgtonna (**Taf. 27**). – Kat.-Nr. 466: Steinsburg bei Römhild (**Taf. 77**). – Kat.-Nr. 528: Rückeroth (**Taf. 96**). – Kat.-Nr. 562: Hohe Schule bei Völkershäusern (**Taf. 105**).

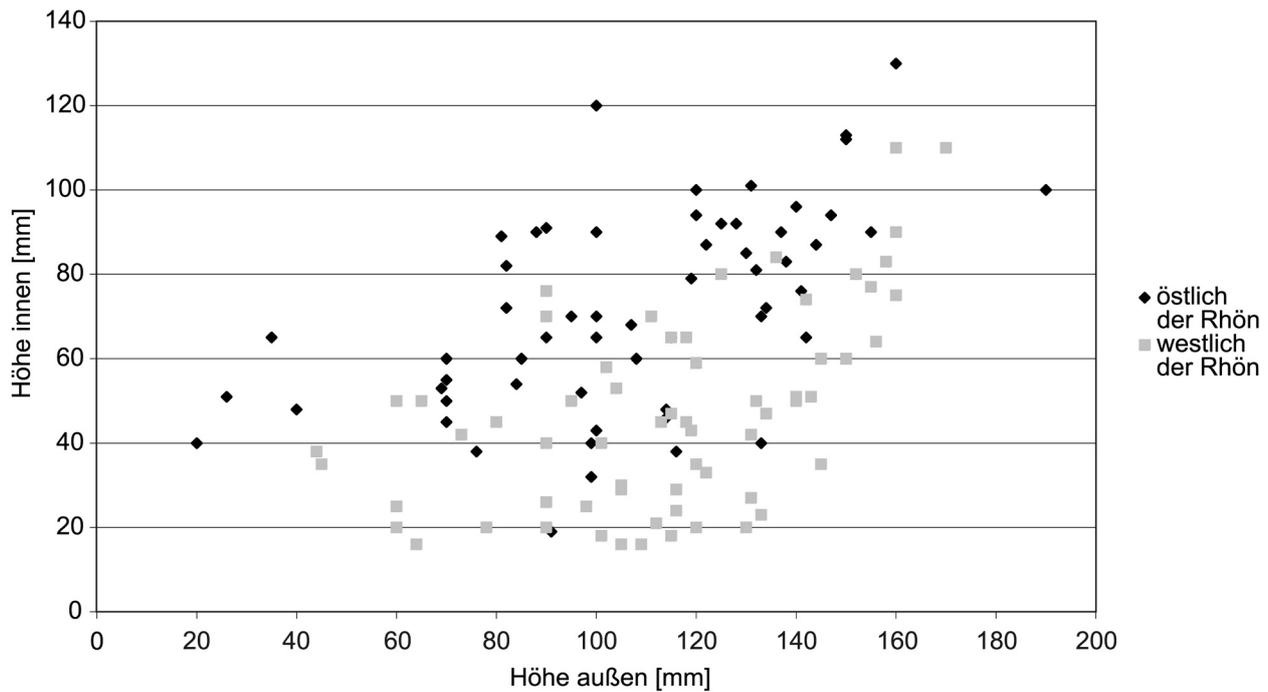


Abb. 25 Punktdiagramm der äußeren Höhen in Abhängigkeit zu den inneren Höhen von Läufern (n = 123).

der Rhön abzuzeichnen. Dies könnte durchaus auf die verschiedenartigen Gesteinsarten zurückgeführt werden.

Aus der inneren und der äußeren Höhe kann ein Quotient gebildet werden, wobei bei Läufern die innere durch die äußere Höhe und bei Unterliegern die äußere durch die innere Höhe dividiert wird. Die nach Läufern und Unterlieger getrennte Berechnung erfolgt, da der Großteil der Läufer eine größere äußere als innere Höhe (**Abb. 26**) und die Mehrzahl der Unterlieger eine größere innere als äußere Höhe aufweist (**Abb. 27**) und somit erreicht wurde, dass der Hauptanteil der berechneten Quotienten unter 1 liegt. 92,74% (bei n = 124) der Läufer-Quotienten liegen unter 1, und nur 7,26% sind größer oder gleich 1. Bei den Unterliegern liegen 63,5% der Quotienten unter 1 (bei n = 137), und 34,5% sind größer oder gleich 1. Es wird ersichtlich, dass bei Unterliegern generell die äußere nicht so stark von der inneren Höhe abweicht, handelt es sich doch um eine nur langsam ansteigende Kurve. Erst bei Extremwerten mit einem Quotienten über 2 steigt sie stärker an³⁹⁸. Die graphische Darstellung der Unterliegerquotienten (**Abb. 27**) verdeutlicht unter Hinzuziehung der Kategorie »Typ« (**Abb. 28**) eindeutig Gruppierungen. So sind die Unterlieger der Sonderformen D³⁹⁹ und E⁴⁰⁰ in dieser Darstellung, wie aufgrund ihrer Singularität zu erwarten ist, am äußersten Rand aller Quotienten anzutreffen; sie weisen die niedrigsten Quotienten auf⁴⁰¹. Die Typen A und C sind durch den Quotienten eindeutig voneinander abgrenzbar. So weisen Unterlieger

³⁹⁸ Kat.-Nr. 161: Dietenhausen-Atzbach (**Taf. 29**). – Kat.-Nr. 162: Dillenburg, Heunstein (**Taf. 29**). – Kat.-Nr. 171: Dornburg-Wilsenroth (**Taf. 31**). – Kat.-Nr. 246: Niederahr (**Taf. 50**). – Kat.-Nr. 257: Oberursel-Oberstedten, Heidetränk-Oppidum (**Taf. 51**). – Kat.-Nr. 270: Oberursel-Oberstedten, Heidetränk-Oppidum (**Taf. 52**). – Kat.-Nr. 301: Oberursel-Oberstedten, Heidetränk-Oppidum (**Taf. 56**). – Kat.-Nr. 536: Hessen (**Taf.**

98). – Kat.-Nr. 542: Hessen (**Taf. 100**). – Kat.-Nr. 567: Hohe Schule bei Völkershäusen (**Taf. 106**).

³⁹⁹ Kat.-Nr. 67: Bad Nauheim (**Taf. 13**).

⁴⁰⁰ Kat.-Nr. 9: Bad Nauheim (**Taf. 2**).

⁴⁰¹ Kat.-Nr. 9: Quotient von 0,443. – Kat.-Nr. 67: Quotient von 0,418.

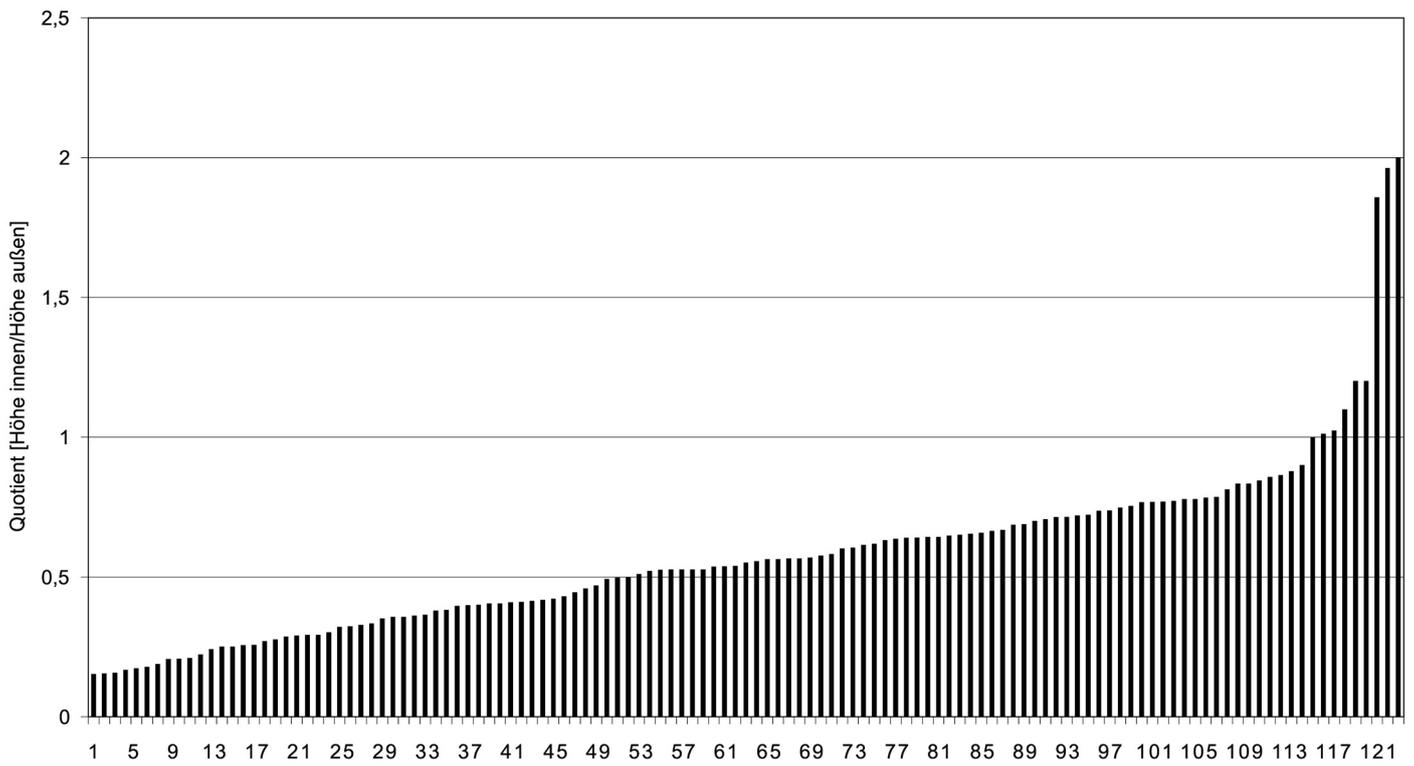


Abb. 26 Balkendiagramm der Quotienten (Höhe innen/Höhe außen) der Läufer (n = 123).

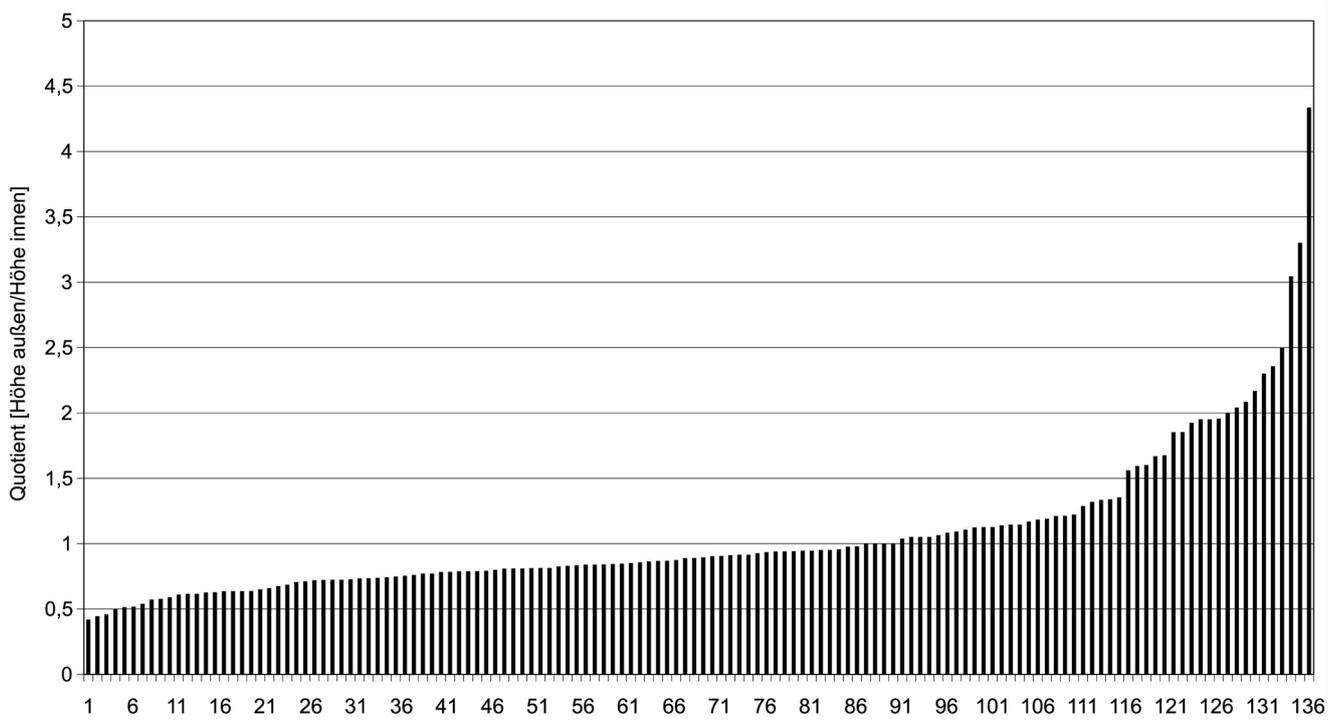


Abb. 27 Balkendiagramm der Quotienten (Höhe außen/Höhe innen) der Unterlieger (n = 136).

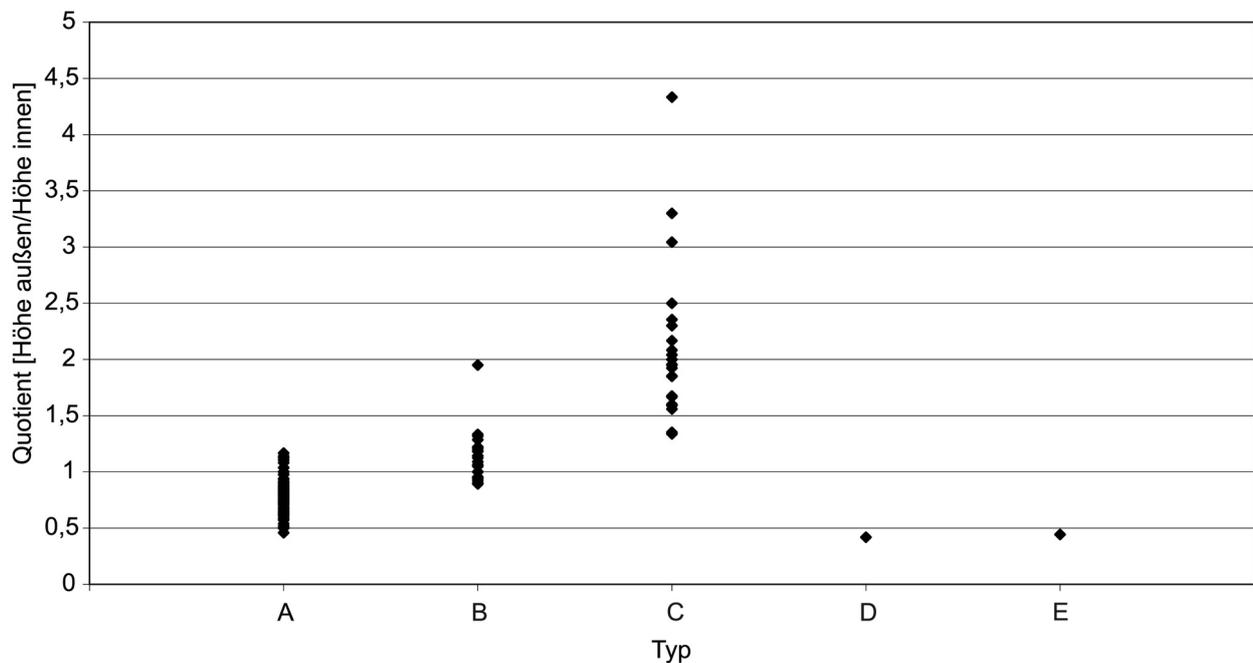


Abb. 28 Punktdiagramm der Unterliegertypen in Abhängigkeit vom Quotient (Höhe außen/Höhe innen) (n = 137).

des Typs A Quotienten zwischen 0,458 und 1,167 auf, ganz im Gegensatz zu solchen des Typs C, die sich durch Quotienten zwischen 1,338 und 4,333 auszeichnen. Die Quotienten der Unterlieger des Typs B liegen zwischen den Werten der Typen A und C, streuen aber auch in die Quotientenverteilung der Unterlieger des Typs A hinein⁴⁰². Sie liegen zwischen den Werten 0,893 und 1,333. Bei der einzigen extremen Abweichung des Typs B nach oben, die innerhalb der Streuung der Unterlieger des Typs C liegt, handelt es sich um den Unterlieger von Walpernhain (Saale-Holzland-Kr.)⁴⁰³. Er hat eine nur leicht ausgehöhlte Unterseite sowie eine plane Mahlfläche. Der hohe Quotient von 1,95 ist auf diese plane Mahlfläche zurückzuführen. Bei einem Vergleich der Mahlflächenformen aller Unterlieger des Typs B fällt auf, dass es sich bei diesem Unterlieger um den einzigen mit planer Mahlfläche handelt. Alle Unterlieger des Typs B, die in **Abbildung 28** einfließen, weisen entweder eine konvexe⁴⁰⁴, flachkonvexe⁴⁰⁵ oder lediglich selten fast plane oder plane Mahlfläche⁴⁰⁶ auf (**Abb. 29**). Der Unterlieger von Walpernhain fällt daher aufgrund seiner planen Mahlfläche aus der regulären Verteilung der Unterliegerquotienten des Typs B heraus. Allgemein ist es möglich, zu sagen, dass der Quotient der Unterlieger aus Höhe außen zu Höhe innen neben einer subjektiven Einordnung ein mathematisch gewonnenes Kriterium ist, um Unterlieger den Typen A bis C zuzuordnen.

Bei der Erstellung eines Diagrammes mit den Unterliegerquotienten auf der x-Achse und den zugehörigen Durchmessern auf der y-Achse (**Abb. 30**) ist, wie nach der oben festgestellten Abhängigkeit von den Unterliegerquotienten zu dem jeweiligen Typ zu erwarten, eine nach Typen in drei Bereiche sortierte Punktstreuung zu erkennen. Sie ist keilförmig und verdeutlicht, dass Unterlieger der Typen A und B größere Durch-

⁴⁰² Kat.-Nr. 12. 35. 48. 51. 178. 194. 209. 394. 462. 530 / 531-532. 534. 547. 559.

⁴⁰³ Kat.-Nr. 569: Quotient von 1,95.

⁴⁰⁴ Kat.-Nr. 28. 178. 337. 534. 575.

⁴⁰⁵ Kat.-Nr. 12. 35. 48. 51. 91. 152. 194. 199. 209. 341. 394-395. 530 / 531-532. 535. 547. 559.

⁴⁰⁶ Kat.-Nr. 245. 462. 569.

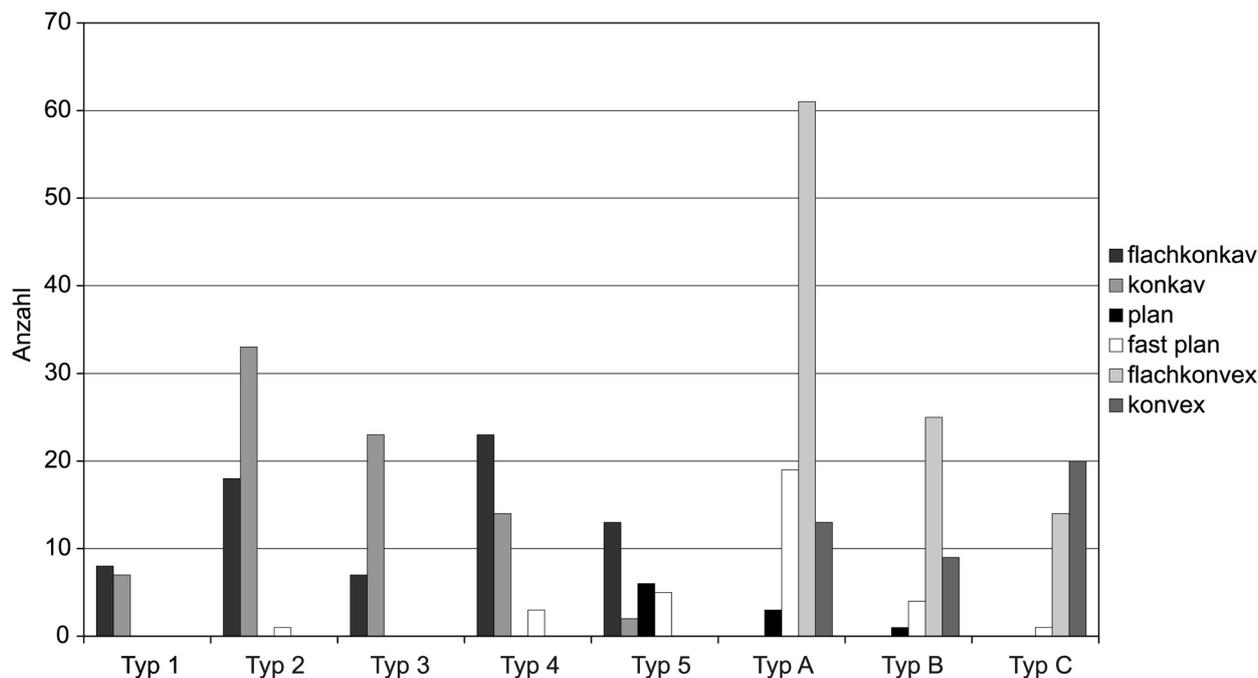


Abb. 29 Balkendiagramm der Läufer- und Unterliegertypen in Abhängigkeit von der Mahlfächenform (n = 333).

messer im Vergleich zu solchen des Typs C aufweisen können. Weitere Aussagemöglichkeiten ergeben sich bei diesem Diagramm nicht.

Abbildung 26, die lediglich auf Werten von Läufern beruht, verdeutlicht durch die unter einem Quotienten von 1 sanft ansteigende und ab einem Quotienten von 1 unregelmäßig und mit großen Sprüngen extrem ansteigende Kurve, dass es sich bei Läufern mit einem Quotienten über 1 um Ausnahmen bzw. Abweichungen handelt. Diese insgesamt drei Exemplare vom Typ 5 sind alle stark abgenutzt, so dass sich daraus ihre abseitige Lage erklärt⁴⁰⁷. Betrachtet man den Läuferquotient im Verhältnis zum Typ (Abb. 31), ergibt sich Folgendes: Lediglich Läufer vom Typ 5 können einen Quotienten über 1 aufweisen. Dies erklärt sich durch ihre plane bis gewölbte Oberseite, die eine größere innere als äußere Höhe ermöglicht. Die Läufer Typen 1 bis 4 hingegen weisen stets einen Quotienten unter 1 auf, wobei die einzelnen Typen zwar ungefähr den gleichen Streubereich zwischen 0,152 und 0,833 aufzeigen, jedoch Schwerpunkte innerhalb dieser zu erkennen sind. So haben Läufer des Typs 1 hauptsächlich Quotienten über 0,5, so dass die äußere Höhe meist kleiner oder gleich der doppelten inneren Höhe bzw. die innere Höhe größer oder gleich der halben äußeren Höhe sein muss⁴⁰⁸. Läufer des Typs 4 weisen ebenfalls einen Schwerpunkt der Läuferquotienten über 0,5 im Gesamtstreuungsbereich zwischen 0,209 und 0,833 auf⁴⁰⁹. Dieser Schwerpunkt erklärt sich auf die gleiche Weise wie bei Typ 1. Beide sind auf ihre Form mit einer entweder ausgehöhlten Oberseite (Typ 1) bzw. einem eingearbeiteten Trichter (Typ 4) zurückzuführen. Die Typen 2 und 3 hingegen weisen

⁴⁰⁷ Kat.-Nr. 159: Diesbar, Burgberg Löbsal (Taf. 28). – Kat.-Nr. 420: Pegau-Zauschwitz (Taf. 65). – Kat.-Nr. 555: Sachsen-Anhalt.

⁴⁰⁸ Von insgesamt zwölf in dieser Auswertung berücksichtigten Läufern weisen vier Exemplare einen Läuferquotienten unter 0,5 auf: Kat.-Nr. 191. 293. 322. 540.

⁴⁰⁹ Von insgesamt 33 in diese Auswertung einfließenden Läufern weisen sieben Exemplare einen Läuferquotienten unter 0,5 auf: Kat.-Nr. 78. 186. 229. 251. 466. 477. 515.

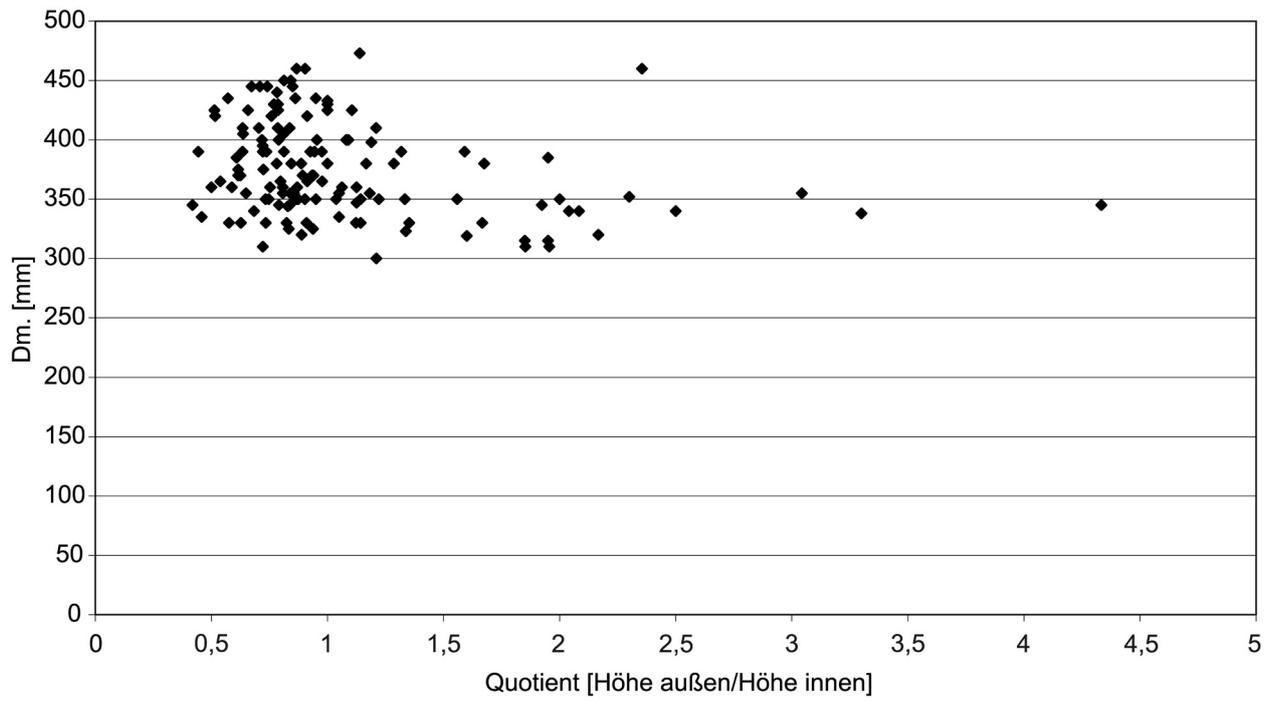


Abb. 30 Punktdiagramm der Unterliegerquotienten (Höhe außen/Höhe innen) in Abhängigkeit vom Durchmesser (n = 137).

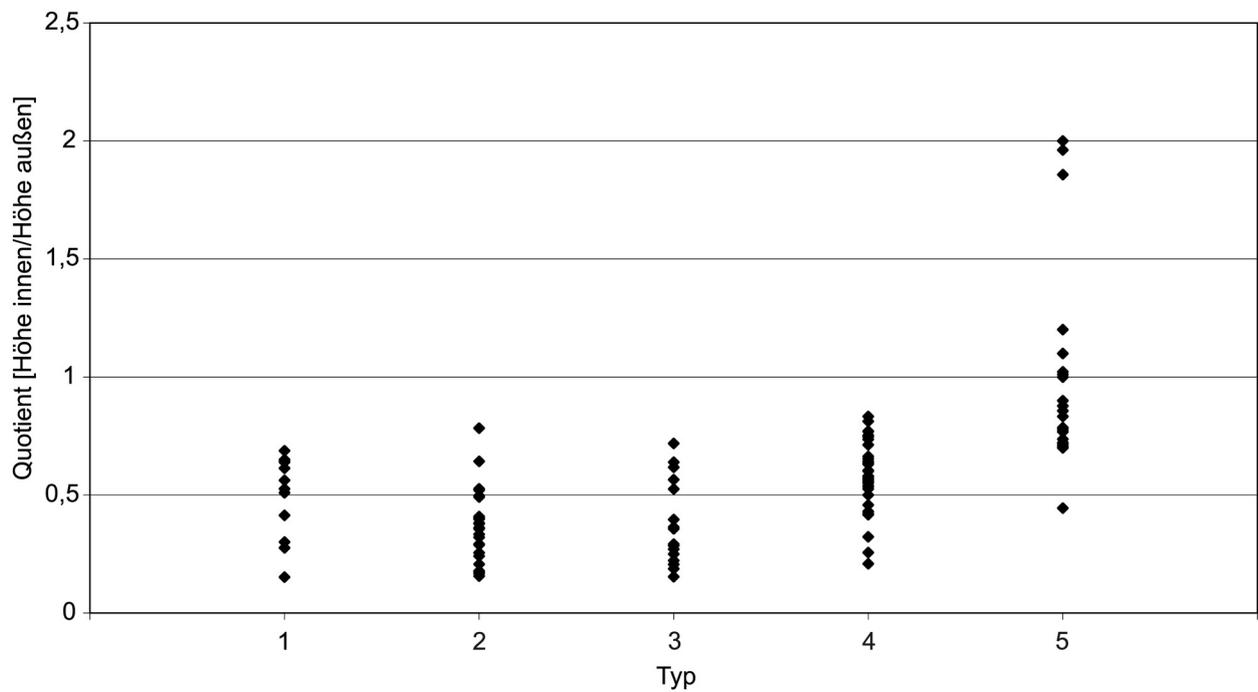


Abb. 31 Punktdiagramm der Läufer Typen in Abhängigkeit vom Läuferquotienten (Höhe innen/Höhe außen) (n = 112).

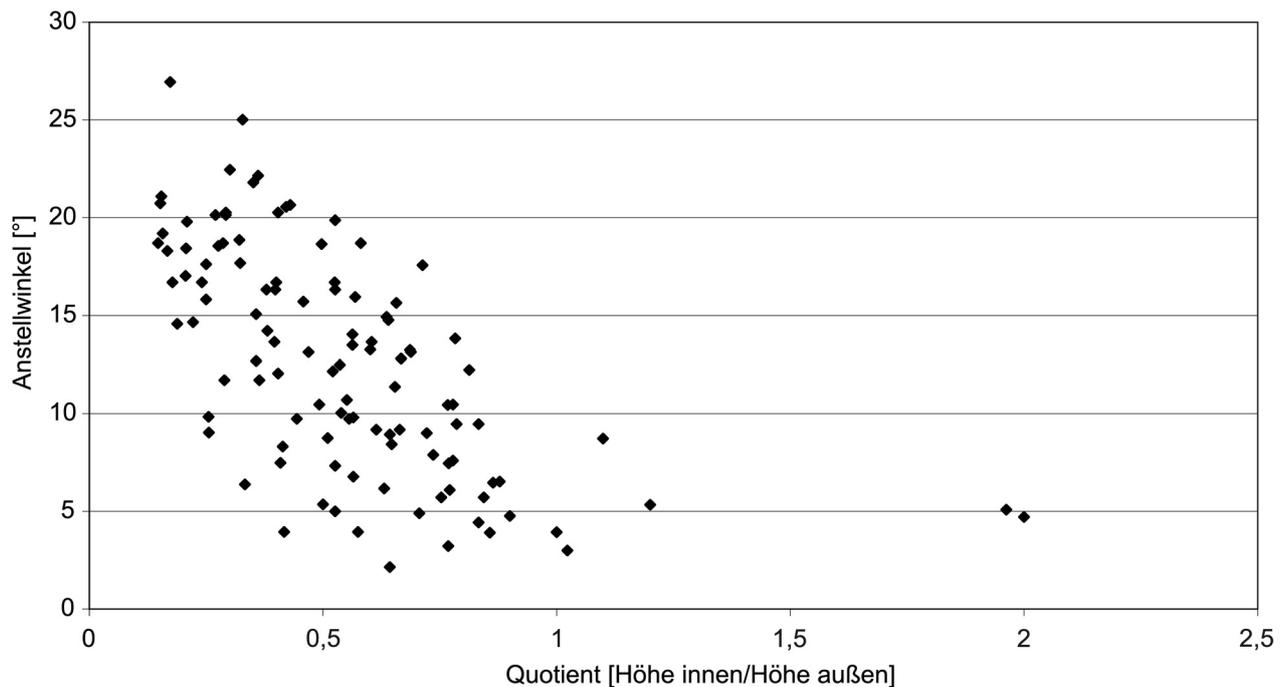


Abb. 32 Punktdiagramm der Läuferquotienten (Höhe innen/Höhe außen) in Abhängigkeit vom Anstellwinkel (n = 114).

hauptsächlich Quotienten unter 0,5 auf⁴¹⁰. Das bedeutet, dass die innere Höhe meist kleiner oder gleich der halben äußeren Höhe bzw. die äußere Höhe größer oder gleich der doppelten inneren Höhe sein muss. Dies erklärt sich wiederum durch die Parameter der Typen 2 und 3. Durch ihre doppelkonkave Ausformung und im Falle des Typs 2 den erhöhten Rand muss sich hauptsächlich ein Quotient unter 0,5 ergeben. Die Läuferquotienten erlauben also keine genaue Zuordnung zu einem bestimmten Typ, sondern nur eine Zuordnung zu den Typen 1, 4 und 5 oder 2 und 3. Ausschließlich bei einem Quotienten über 1 ist eine eindeutige Zuweisung zu Typ 5 möglich.

Bei **Abbildung 32** ergibt sich eine an eine exponentielle Kurve erinnernde breite Punktstreuung. Da einzig Läufer des Typs 5 einen Quotienten über 1 aufweisen können (siehe oben), müssen die insgesamt sechs über dem Quotientenwert 1 liegenden Punkte⁴¹¹ dem Typ 5 zugeordnet werden. Zehn weitere Exemplare des Typs 5 haben einen Quotienten unter 1⁴¹². Dieses Diagramm zeigt, dass alle 16 Läufer einen Anstellwinkel unter $10,46^\circ$ aufweisen und zudem ein höherer Quotient einen niedrigeren Anstellwinkel bedingt. Das bedeutet allerdings nicht, dass ein niedriger Quotient bei Läufern des Typs 5 auch einen höheren Anstellwinkel voraussetzt. In diesem Fall liegt vielmehr eine größere Variationsbreite der Anstellwinkel vor. Bei einer Zuordnung der übrigen Punkte zu den Läufer Typen 1 bis 4 ergeben sich keine signifikanten Punktstreuungen, so dass die Typen 1 bis 4 nicht über diese Parameter unterteilt werden können. Insgesamt zwei Abweichungen⁴¹³ scheinen vorzuliegen; dabei handelt es sich jedoch um extrem stark abgenutzte Exem-

⁴¹⁰ Von insgesamt 27 Läufern des Typs 2, die hier ausgewertet werden, liegen fünf Exemplare über einem Quotienten von 0,5: Kat.-Nr. 8. 16. 297. 464. 568. Bei fünf der insgesamt 17 in diese Auswertung einfließenden Läufern des Typ 3 liegt der Quotient über 0,5: Kat.-Nr. 4. 239. 271. 430. 471.

⁴¹¹ Kat.-Nr. 159. 179. 200. 425. 529. 555.

⁴¹² Kat.-Nr. 87. 136. 153. 156. 158. 193. 243. 552-553. 571.

⁴¹³ Kat.-Nr. 159: Diesbar, Burgberg Löbsal (**Taf. 28**). – Kat.-Nr. 555: Sachsen-Anhalt.

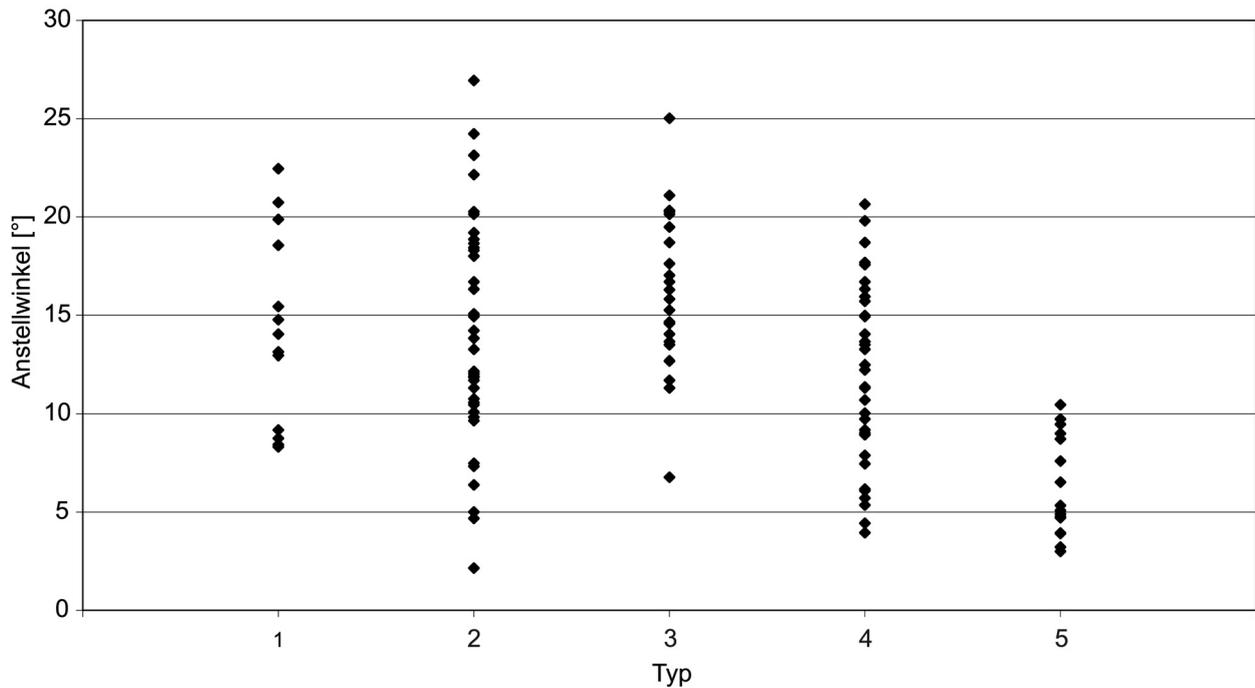


Abb. 33 Punktdiagramm der Läufer Typen in Abhängigkeit vom Anstellwinkel (n = 133).

plare des Typs 5. Insgesamt verdeutlicht dieses Diagramm typunabhängig: Je niedriger der Anstellwinkel ist, desto höher muss der Quotient sein. Umgekehrt bedingt ein niedriger Quotient aus Höhe innen und Höhe außen einen hohen Anstellwinkel.

Abbildung 33 veranschaulicht lediglich, dass Läufer vom Typ 5 stets einen relativ niedrigen Anstellwinkel von $2,998^\circ$ bis $10,46^\circ$ aufweisen. Die übrigen Typen 1 bis 4 haben solche zwischen $2,148^\circ$ und $26,946^\circ$. Sie zeigen also einen breiteren Streuungsbereich, d.h. sie können ebenso wie Typ 5 einen niedrigen Anstellwinkel aufweisen.

Eine nach rechts gerichtete trichterförmige Punktstreuung zeigt **Abbildung 34**. Diese verdeutlicht, dass je größer der Unterliegerquotient ist, desto näher rücken die Werte des Anstellwinkels auf den Mittelwert 15° zu. Bei niedrigem Unterliegerquotienten liegt eine sehr große Variation an Anstellwinkeln zwischen $1,9^\circ$ und $25,5^\circ$ vor. Daraus ergibt sich die Tendenz einer großen Variation von Mahlflächenformen bei Unterliegern mit größerer innerer als äußerer Höhe. Bei einer im Vergleich zur äußeren Höhe niedrigeren inneren Höhe scheint stattdessen ein Anstellwinkel zwischen $8,3^\circ$ und $21,4^\circ$ standardmäßig zu sein. Aus welchem Grund liegen aber nun die Anstellwinkel bei größer werdendem Quotienten so oft bei ungefähr 15° ? Aller Wahrscheinlichkeit nach hängt dies mit der Stabilität des Unterliegers und der Rentabilität bei der Herstellung zusammen. Beachtet man den folgenden Zusammenhang, wird diese Aussage deutlicher: Je größer der Quotient aus äußerer und innerer Höhe ist, desto stärker ausgehöhlt ist die Unterseite des Unterliegers (**Abb. 28**). Angenommen, bei einem sehr flachen Anstellwinkel wäre der Quotient aus Höhe außen und innen sehr hoch – dann muss dieser Unterlieger eine sehr hohe Seitenfläche mit stark ausgehöhlter Unterseite und eine nahezu plane Mahlfläche haben. Ein Großteil der Seitenfläche dieses Unterliegers wäre unbrauchbar und nutzlos, da bei einer längerfristigen Nutzung die stark ausgehöhlte Unterseite die Wartung der Mahlfläche durch eine zu geringe Mächtigkeit unmöglich machen würde, obwohl die Seitenfläche des

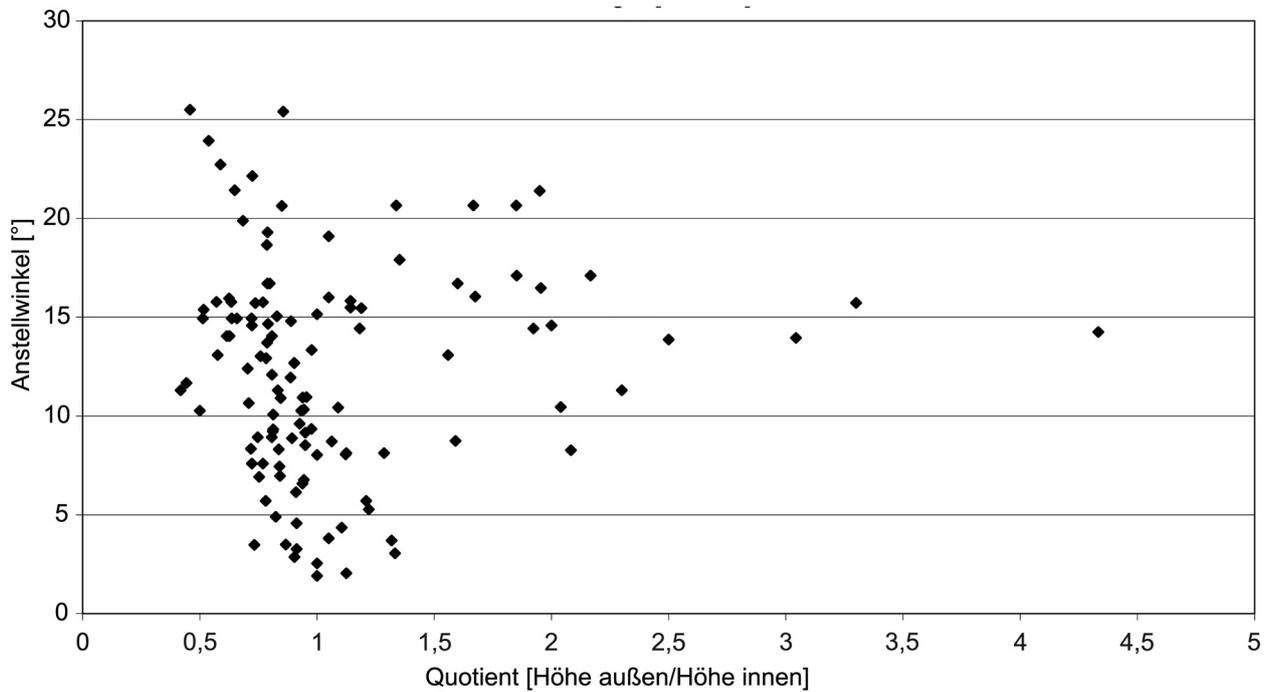


Abb. 34 Punktdiagramm der Unterliegerquotienten (Höhe außen/Höhe innen) in Abhängigkeit vom Anstellwinkel (n = 181).

Unterliegers noch genügend hoch wäre. Mit anderen Worten: Der durch die starke Höhlung entstehende Rand würde lediglich zu einer Erhöhung der gesamten Mühle führen, die einfacher und auch nachhaltiger durch ein hölzernes Gestell erreicht werden kann. Dieser Standring würde nur zusätzlichen Ballast beim Transport und ein sinnloses Verwerfen von Mühlsteinmaterial darstellen. Aus diesem Grund werden wohl keine derartigen Mühlen hergestellt worden sein. Das andere Extrem, also ein Unterlieger mit sehr hohem Anstellwinkel sowie Quotient, scheint aus den gleichen Gründen nicht umgesetzt worden zu sein. Denn um bei einem großen Anstellwinkel zusätzlich eine stark ausgehöhlte Unterseite zu erhalten, würde ein extrem hoher Standring entstehen, der das Gewicht des Unterliegers unnötig erhöht, und zusätzlich müsste eine große Menge von mühlsteintauglichem Gesteinsmaterial verworfen werden. Bei einem stark ausgehöhlten Unterlieger scheint daher ein Anstellwinkel von ungefähr 15° ein gutes Mittelmaß zu sein, um das Gewicht des Unterliegers für einen Transport zu verringern und gleichzeitig nicht zuviel Gesteinsmaterial zu verschwenden.