

sich im Besitze geeigneter Vorrichtungen und Methoden befinden, welche eine willkürliche Behandlung des Werkzeugstahles ausschliessen.

Im Gegensatz zu den erwähnten, im Handel sich findenden Werkzeugen zeigen die meisten der in mechanischen Werkstätten gebrauchten Hilfsmittel, Stichel, Bohrer, Fräsen u. s. w., welche der Arbeiter sich selbst herstellen muss und von deren Brauchbarkeit nicht zum kleinsten Theile seine Leistungsfähigkeit abhängt, überwiegend eine spröde Härte; sie zerbrechen sehr leicht, auch wenn sie nur wenig angestrengt werden. Ein Mildern der Härte durch Anlassen hilft wenig; es tritt eine sehr schnelle Abstumpfung, selbst bei der Bearbeitung weicher Metalle, wie etwa des Messings ein, und zwar infolge Abbröckelns der spröden, schneidenden Kanten. — Welches sind nun aber die Fehler in der Behandlung des Stahles, welche die nachtheilige spröde Härte bedingen?

Längst bekannt, aber in der Praxis wenig beachtet, ist der Umstand, dass Gusstahl beim Schmieden wie beim Härten nur eine dunkle Rothgluth erhalten darf. Bei hellem Tageslicht kann der Arbeiter sich über den Grad der Temperatur, welche er dem Stahle gibt, leicht täuschen. Helle Rothgluth erscheint ihm dann noch als dunkle; er ist also geneigt, dem Stahle eine zu hohe Temperatur zu geben. Gerade dieses Uebermaass an Wärme aber ist es, welches dem Stahle seine besten Eigenschaften raubt. Den Beweis hierfür kann sich jeder leicht verschaffen. Man braucht nur eine Stahlstange so im Feuer zu glühen, dass die verschiedenen Theile derselben einer verschiedenen Temperatur ausgesetzt werden. Nach langsamem oder nach schnellem Abkühlen im Wasser zeigen die einzelnen Theile der Stahlstange feinere oder gröbere Bruchflächen, je nachdem sie einer niederen oder höheren Temperatur ausgesetzt waren; dunkle Rothgluth verändert das Korn der Bruchflächen nicht. Die mehr als zur dunklen Rothgluth erhitzen Theile der Stahlstange sind um so spröder geworden und leisten um so geringer Widerstand, je höher ihre Temperatur war.

Ein zweites Moment, welches bei der Herstellung von Werkzeugen schädigend wirkt, und welches selbst von vorsichtigen, gewissenhaften Arbeitern meist nicht erkannt wird, ist ein zu grosser Sauerstoffgehalt der zum Erhitzen des Stahles benutzten Flamme. Werden dieser durch Gebläse oder Wedel überschüssige Mengen von Luft zugeführt, so wirkt der überschüssige Sauerstoff auf die Oberflächen des Stahles oxydirend ein; der Stahl wird mit einer dünnen Schicht eines Gemenges von Eisenoxyd mit Eisenoxydul, sogenannten Hammerschlag überzogen. Diese Oxydschicht besitzt ein geringeres Wärmeleitungsvermögen als das reine Metall und verhindert daher den Stahl, beim Ablöschen unter Wasser seine Temperatur schnell abzugeben; es bildet sich zunächst eine Dampfhülle um das abzukühlende Stück und erst in verhältnismässig langer Zeit tritt Ablöschung ein. Stahl von sehr hoher Temperatur löscht allerdings schnell ab; die Oxydschicht ist dann sehr dick geworden und springt unter Wasser ab.

Bei der Anfertigung meiner Werkzeuge richte ich nun mein Augenmerk darauf, die beiden eben erwähnten Fehlerquellen unschädlich zu machen. Zunächst bediene ich mich zum Glühen einer stark russenden, kohlenstoffreichen Flamme. In einer solchen ist ein Ueberhitzen nicht möglich, so lange sie unverbraunten, nur glühenden Kohlenstoff mit sich führt. Der Stahl kann höchstens die Temperatur der Flamme annehmen und diese Temperatur genügt vollkommen zur Härtung; sie darf ohne Schaden für den Stahl nicht überschritten werden. Ferner kann eine solche Flamme nicht überschüssigen Sauerstoff enthalten, also auch nicht oxydirend wirken, so dass sich auf der Oberfläche des Stahles keine schädliche Oxydschicht bilden kann und eine schnelle Ablöschung möglich ist. Jede Gas- oder Petroleumflamme ist hierzu geeignet, nur ist dieselbe vor dem Luftzug zu schützen, da sie sonst unruhig brennt und das zu glühende Stück momentan frei lässt; jedes Verweilen eines glühenden Stahlstückes in freier Luft ist diesem aber schädlich, da sich sofort eine Oxydschicht bildet. — Um erkennen zu können, ob die richtige Temperatur er-

reicht ist, berusche ich vor dem Glühen die zu härtenden Stücke. Sobald der Russ zu verschwinden anfängt, ist die Glühtemperatur erreicht und das Ablöschen muss so schnell als möglich erfolgen; das Löschmittel muss daher der Flamme möglichst nahe sein. Destillirtes reines Regen- oder Flusswasser wirkt vorzüglich. Ein Ansäuern mit Salzsäure befördert die schnelle Abkühlung.

Wenn Werkzeuge in dieser Weise bearbeitet werden, so besitzen sie eine zähe Härte und brauchen nicht angelassen zu werden. Mit den gewöhnlich vorhandenen, vorhin bezeichneten Glühmitteln erreicht man allerdings nur die Härtung kleiner Gegenstände. Eine dankbare Aufgabe wäre die Konstruktion eines geeigneten Glühapparates für grössere Stücke; man hätte etwa in eine Muffel eine durch leichtes Gebläse betriebene kohlenstoffreiche grosse Flamme — Petroleum scheint hier besonders geeignet zu sein — zu leiten. Ich wende bei der Härtung grösserer Werkzeuge, theils ihrer komplizirten Form wegen, theils um sie vor Formveränderung nach dem Härten zu schützen, ein wol ziemlich bekanntes Verfahren an, um den Stücken eine möglichst gleichmässige und niedrige Temperatur zu geben. Die Stücke werden „eingesetzt“, d. h. sie werden in einen Eisenblechkasten gepackt und mit erbsengrossen Kohlenstücken, welche durch Glühen von altem Leder gewonnen werden, vollständig umhüllt. Der in ein schwaches Holzkohlenfeuer gebrachte und mit einem Blech bedeckte Kasten wird langsam zum Durchglühen gebracht und gibt einen Schutz gegen zu hohe und besonders gegen ungleichmässige Temperatur. Das Ablöschen muss natürlich wieder möglichst rasch erfolgen. Sind mehrere Stücke in dem Kasten enthalten, so kann man denselben ohne jeden Schaden über dem Härtewasser umkehren. Ein „Verziehen“, d. h. eine Formveränderung gehört bei sorgfältiger Arbeit zu den Seltenheiten; ein Zerspringen kommt noch seltener vor. — Die Methode des Einsetzens in die Lederkohle hat noch einen bemerkenswerthen Vortheil. Die Kohle enthält Ferrocyankalium. In der Glühtemperatur zersetzt sich dasselbe an den glühenden Stahlstücken und umgibt dieselben mit einem Mantel glühenden Kohlenstoffs, der zum Theil wol mit der Stahloberfläche eine Verbindung eingeht, mindestens dieselbe aber vor Entkohlung, sowie gegen Zutritt von Sauerstoff schützt. Es wird hier also dasselbe erreicht wie bei dem Glühen in einer kohlenstoffreichen Flamme.

An Stelle der grobzerstossenen Lederkohle wird für den Einsatz meist käufliches feines Knochenmehl verwendet. Die Wirkung desselben in chemischer Beziehung ist die gleiche, indessen treten bei seiner Anwendung Uebelstände auf, welche sich bei der Lederkohle weniger zeigen. Die Knochenkohle glüht schwer durch; infolgedessen wird in der Nähe der Wände des Kastens eine höhere Temperatur entwickelt, als im Innern, es wird also keine gleichmässige Temperatur erreicht. Ferner bleibt auf grösseren Flächen während des Ablöschens leicht Knochenpulver liegen und verhindert die schnelle Benetzung durch das Härtewasser; es findet infolgedessen ein gleichmässiges schnelles Abkühlen nicht statt. Ist letzteres aber nicht der Fall, so tritt leicht eine Formveränderung („Verziehen“) oder ein Zerspringen des Stückes ein.

In der eben beschriebenen Weise, mittels Einsetzen in Lederkohle, habe ich unter anderen Werkzeugen fünf Kreisfräsen geglüht und gehärtet; letzteres geschah in einer Fettmasse, bestehend aus Fischthran, Talg und Wachs; die Fräsen erlitten keine Formveränderung, ihre Härte wurde nicht gemildert, sie schneiden Glas mit Leichtigkeit; ihre Zähigkeit wurde wiederholt erprobt, indem man sie aus einer Höhe von 1 $\frac{1}{2}$ Meter auf Holz flach auffallen liess.

Ich möchte mir noch einige Bemerkungen über die Art der Abkühlung erlauben. Die schnelle gleichmässige Abkühlung hängt sehr von dem gewählten Abkühlungsmittel ab. Ich wende fast nur möglichst reines Wasser an, d. h. solches, welches keine Alkalien, besonders keinen kohlen-sauren Kalk enthält. Dieser, sowie andere Alkalien, überziehen sofort die eingetauchten Stücke mit einer schlecht wärmeleitenden Schicht. Aus diesem Grunde empfiehlt sich z. B. die Anwendung von Berliner Brunnen- oder Leitungswasser, welches viel kohlen-