

tenen Nährstoffe nachgewiesen. Prummel [6] berichtete in Auswertung zahlreicher langjähriger Versuche in den Niederlanden über die in Tafel 1 dargestellten Relativerträge bei breitwürfiger und in Kombination plazierte ausgebrachter Phosphor- und Kalimengen. Bei Verwendung von NPK-Düngern erzielte Bulaev [7] in der UdSSR die in Tafel 2 zusammengestellten Ergebnisse. Dieser Großversuch des Geographischen Versuchszentrums auf verschiedenen Böden der UdSSR ergab bei 98 Versuchen einen um durchschnittlich 28 dt höheren Kartoffelertrag durch die Kombination der plazierten NPK-Düngung mit der Pflanzung im Vergleich zur breitwürfigen Ausbringung in einem gesonderten Arbeitsgang. Auf allen untersuchten Böden wurden deutliche Mehrerträge erzielt. In Großbritannien [8] werden bei der Düngungsempfehlung die plazierte und breitwürfige Applikation mit unterschiedlichen Aufwandmengen bewertet (Tafel 3). Bei der Kombination der Mineraldüngung mit anderen Arbeitsgängen wird überwiegend das mechanische und pneumatische Dosier- und Verteilprinzip analog der Drillmaschine für die Düngung genutzt. Dabei ist die Bereitstellung granulierter und fließfähiger Dünger mit geringem Staubanteil entscheidende Voraussetzung. Es haben sich Kombinationen durchgesetzt, bei denen zwei bis maximal drei Arbeitsgänge in einer Maschine vereinigt werden. Dabei überwiegen Kompaktmaschinen. Die Aggregatierung am Traktor hat eine zunehmende Tendenz. Aus einer umfangreichen Analyse des internationalen Stands sind zusammenfassend folgende Schlußfolgerungen zu ziehen:

- Die Kombination der Mineraldüngung mit

der Bodenbearbeitung, Aussaat und der mechanischen Pflege sowie in Form der „Mittelkombination“ von flüssigen Düngern mit Pflanzenschutzmitteln und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse (MBP) ist eine Möglichkeit, die Anzahl der Feldarbeitsgänge und damit die Schadverdichtung des Bodens zu reduzieren, den spezifischen Nährstoffeinsatz je Erzeugniseinheit zu senken und die Nährstoffeffektivität zu erhöhen.

- Die in der umfangreichen internationalen Literatur dargestellten ackerbaulichen, pflanzenbaulichen und ökonomischen Vorteilwirkungen sind durch ein komplexes Programm von Feld- und Großflächenversuchen unter den spezifischen DDR-Bedingungen zu überprüfen. Dabei ergeben sich folgende Vorzugsvarianten:

- Stickstoffdüngung in Kombination mit der Saat- bzw. Pflanzbettvorbereitung bei Kartoffeln, Rüben und Mais
- Kombination der 1. Stickstoffgabe mit der mechanischen Pflege des Winterweizens
- Kombination der 2. Stickstoffgabe mit der 1. Hacke der Rüben
- Kombination der Stickstoffdüngung mit der mechanischen Pflege der Gemüsekulturen
- kombinierte Aussaat und Stickstoff- bzw. NP-Düngung von Sommergetreide, Rüben und Mais.
- Die 2. Stickstoffgabe wird in Kombination mit der Frühjahrshacke des Rapses ausgebracht.
- Stickstoffdüngung und mechanische Pflege der Kartoffeln und des Maises.

Neben diesen Grundlagenuntersuchungen sind die technischen Lösungen in Zusammenarbeit mit der Landmaschinenindustrie zu entwickeln und deren Überführung in die Produktion einzuordnen.

#### Literatur

- [1] Noatsch, F.; Bernard, C.; Kalk, W.-D.; Bosse, O.: Strukturschonende Bodenbearbeitung. Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg, Report 1985.
- [2] Huhtapalo, A.: Scandinavian principles for fertilizer placement: utilization of fertiler N (Prinzipien der Düngungsplatzierung in Scandinavien: Verwertung des Düngers N). In: Proceedings, 9th Conference of the International Soil Tillage. Research Organization, Osijek/YU (1982) S. 669-674.
- [3] Oksanen, E. H.: Entwicklung und Einsatz von Kombinationsgeräten für Bodenbearbeitung, Düngung und Aussaat in Finnland. agrartechnik, Berlin 24 (1974) 1, S. 30-31.
- [4] Prummel, J.: Fertilizer Placement Experiments. Plant and Soil, The Hague 8 (1957) 3, S. 231-253.
- [5] Suntheim, L.: Persönliche Mitteilung. Institut für Düngungsforschung Leipzig-Potsdam, 1986.
- [6] Prummel, J.: Rijenbemesting bij aardappelen en bieten (Reihendüngung bei Kartoffeln und Rüben). Bedrijfsontwikkeling, Gravenhage 8 (1977) S. 1045-1048.
- [7] Bulaev, V. E.: Lokal'noe vnesenie udobrenij (Lokale Düngeranwendung). Zemledelie, Moskva (1975) 1, S. 54-56.
- [8] Kubareva, L. S.: Lokal'noe vnesenie udobrenij - odin iz putej povysenija ich effektivnosti (Lokale Düngeranwendung - ein Weg zur Erhöhung der Effektivität). Bjuleten' Vsesojuznogo Naučno-Issledovatel'skogo Instituta Udobrenij i Agropočvovedenija im. „D. N. Prjanisnikova“, Moskva (1980) 53, S. 3-9.

A 4834

## Maschinen für die Flüssigdüngung aus der UVR

Dr.-Ing. F. Tündik, Landmaschinenwerk Mezögép Debrecen (UVR)

In den letzten Jahren ist eine bedeutende Zunahme der Anwendung von Flüssigdüngern festzustellen, die mit der Bereitstellung von Stickstofflösungen und Suspensionsdüngern zusammenhängt. Drucklose Stickstofflösungen wurden in den USA bereits im Jahr 1977 in einer Menge von 5,26 Mill. t appliziert. Die Anwendung von Stickstoff-, Harnstoff-Ammoniumnitrat-Lösungen und NPK-Suspensionen setzt sich in den westeuropäischen Ländern (u. a. BRD, Frankreich, Dänemark, Belgien) ebenfalls durch. Flüssigdünger lassen sich einfach in einer dem Pflanzennährstoffbedarf entsprechenden Mengen- und Komponentenzusammensetzung, auch in Kombination mit Spurenelementen und Pflanzenschutzmitteln, applizieren. Bei ihrer Anwendung kann modernste Technik genutzt werden. Die Verbreitung der Nutzung der Flüssigdünger hängt nicht nur von den jeweiligen ökonomischen Voraussetzungen und dem Entwicklungsstand der Landwirtschaft und ihren Technologien, sondern auch von der Flexibilität der chemischen Industrie und der Innovationsbereitschaft der für die Anwendung zuständigen Fachleute in den einzelnen Ländern ab.

Zunächst haben sich in der Ungarischen

Volksrepublik (UVR) Stickstofflösungen durchgesetzt, jedoch sind in der letzten Zeit die NPK-Suspensionen immer mehr von Interesse. Ein Transport von Lösungen und Suspensionen auf größere Entfernungen ist aus ökonomischer Sicht nicht vertretbar. Deshalb werden regionale Versorgungszentren gebildet. Maximale Transportstrecken, die unter Voraussetzungen wie in der UVR aus wirtschaftlichen Gründen noch zu akzeptieren sind, liegen zwischen 60 und 70 km. Darüber hinaus werden für Stickstofflösungen aufnahmefähige Zwischenlager, die vom Düngerhersteller direkt per Bahn beliefert werden, bzw. für NPK-Suspensionen örtliche Misch- und Versorgungsstationen errichtet.

In der UVR werden vom Landmaschinenwerk Mezögép Debrecen technologische Einrichtungen zu Misch- und Versorgungsstationen für Suspensionsdünger (Bild 1) in folgenden zwei Größen hergestellt:

- Durchsatz 6,5 m<sup>3</sup>/h für die Versorgung von etwa 12000 bis 15000 ha
- Durchsatz 12,5 m<sup>3</sup>/h für die Versorgung von 25000 bis 30000 ha.

Beide Anlagen haben den gleichen Aufbau und unterscheiden sich lediglich in ihrer

Größe. Die jeweiligen Düngerkomponenten werden über einen zur Reinigung dienenden Rüttler bzw. Schwingrost und bei Neigung zur Klumpenbildung über eine Mahleinrichtung dem Becherförderer zugeführt und in vier Zwischenbehälter gefüllt. Zur Entnahme und Übergabe in den Mischbehälter dienen eingebaute Dosierschnecken. Die Dosierung wird von einer Wägeautomatik gesteuert. Nach dem Ansetzen mit Wasser und dem Rühren über eine bestimmte Zeit gelangt die Suspension in die Naßmühle, um die Feststoffteilchen auf die erforderliche Partikelgröße zu zerkleinern. Danach wird die Suspension über eine Filteranlage in die Applikationsgeräte oder in Suspensions-Vorratsbehälter umgepumpt. Zur Ausbringung der Flüssigdünger werden Pflanzenschutzmaschinen verwendet, da dafür weitgehend gleiche Anforderungen bestehen wie für die Applikation von Pflanzenschutzmitteln. Jedoch sind maschinentechnische Änderungen erforderlich, die einerseits durch abweichende physikalische Eigenschaften der Flüssigdünger, wie Dichte und Viskosität, und andererseits durch höhere chemische Aggressivität sowie durch unterschiedliche Aufwandmengen bedingt sind.

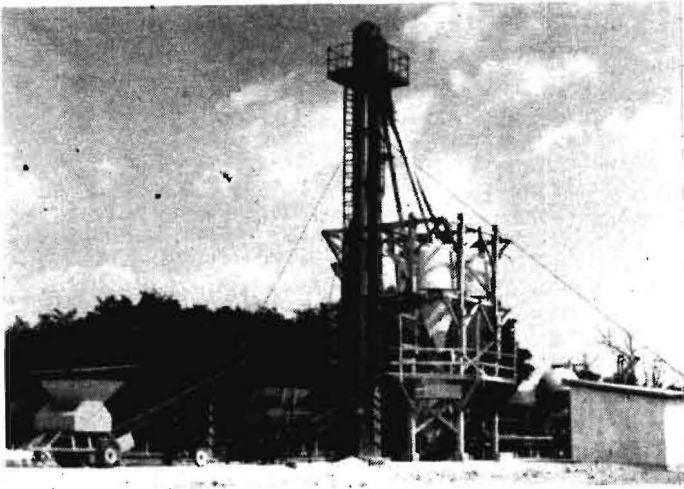


Bild 1. Misch- und Versorgungsstation für Suspensionsdünger



Bild 2. Aufsattelmachine Kertitox Goliat-1VM für Pflanzenschutz und Flüssigdüngung

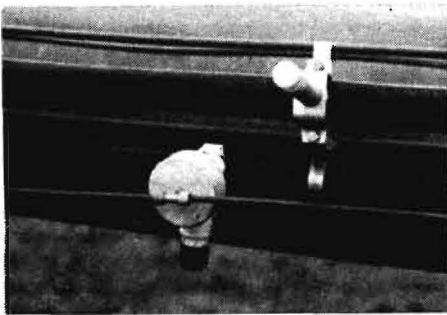


Bild 3. Düsen für Pflanzenschutz und Flüssigdüngung

tel-Maschine Kertitox Goliat-1VM mit einem 4000 l fassenden Brühbehälter (Bild 2). Bei der Ausbringung von Flüssigdünger darf die Behälterfüllung wegen der größeren Dichte jedoch 3000 l nicht übersteigen. Zwei Kreisel-pumpen in Parallelschaltung bringen Betriebsdrücke bis 0,4 MPa und haben eine Fördermenge von max. 500 l/min. Auf einem angehängten Fahrrahmen sind zwei Applika-tionssysteme für eine Arbeitsbreite von 22,5 m angeordnet (Bild 3). Eines davon dient zur Ausbringung von Pflanzenschutz-mitteln mit Schlitzdüsen. Das andere hat grö-ßeren Querschnitt und dient zur Applikation von Flüssigdünger mit Pralldüsen. Neben der ganzflächigen Ausbringung der Flüssigdünger hat das Einbringen in den Boden, d. h. in die Wurzelzone der Pflanzen, Bedeutung, wodurch die agrochemische Wirksamkeit er-höhrt werden kann. Das Bodeninjiziergerät FFM 10 (Bild 4) eignet sich zur Einbringung des Flüssigdüngers in den Boden in einem Arbeitsgang mit der Bodenlockerung der Zwischenreihen in Wein- und Obstkulturen. Die Anbäummaschine besteht aus einem 1000 l fassenden Behälter, einer Kreisel-pumpe und einem Lockerungszinken mit Breitschar. Die Lockerung und damit die Ein-bringung des Düngers ist bis zu einer Tiefe von 40 cm und einer Arbeitsbreite bis zu 100 cm möglich. Das Bodeninjiziergerät USK-FFM (Bild 5) ist als Aufsattelgerät für Traktoren MTS-80 ausgeführt und hat einen Behälter für 3000 l. Es hat zwei Lockerungs-

zinken, die wahlweise mit schmalen oder breiten Scharen versehen werden können. Arbeitstiefen bis zu 40 cm sind möglich. Mit den Maschinen FFM 10 und USK-FFM er-folgt die programmierte Nährstoffversor-gung der Pflanzen während der Vegetations-periode. Das Verfahren ist dadurch gekenn-zeichnet, daß die für die optimale Pflanzen-entwicklung erforderlichen Stickstoffanteile in der Wurzelzone dem Boden zugeführt werden.

Das Injizieren von Flüssigdünger in die oberen Bodenschichten wurde für Kulturen wie Mais, Weizen, Zuckerrüben, Sonnenblumen u. a. entwickelt. Im Maisanbau liegen Ver-suchsergebnisse von mehreren Jahren vor, die eine Ertragserhöhung von 0,5 bis 1,5 t/ha durch die Anwendung dieser Technologie andeuten. Angeboten wird diese Technolo-gie durch die Wirtschaftsvereinigung NI-TROPROGRESZ. Die Maschinen für das Ver-fahren werden von Mezögép Debrecen her-gestellt.

Die Reihenspritz- und Bodeninjiziermaschine SPI ist eine Aufsattelvariante, die mit einem Traktor MTS-80 eingesetzt wird. Der Behälter faßt 3000 l. Die Kreiselpumpe fördert 250 l/min. Am Heck der Maschine befindet sich der Tragrahmen für die Hackaggregate, die je ein Gänsefuß- und je zwei Winkel-schare sowie Stützrollen zur Tiefenführung haben. Der Flüssigdünger wird den Winkel-

Von Mezögép Debrecen wird bereits eine Vielzahl von Maschinen angeboten, die zur Ausbringung von Flüssigdünger bzw. zur wahlweisen Ausbringung von Flüssigdünger oder Pflanzenschutzmitteln geeignet sind. Die für die Düngerapplikation veränderte Va-riante des Baukastensystems von Pflanzen-schutzmaschinen Kertitox K 20/18 hat die Be-zeichnung K 20/18 M. Die LKW-Aufbauma-schine Kertitox-Global wird in der Ausfüh-rung Kertitox-Global-M produziert. Beide Maschinen sind in der DDR mit positivem Er-gebnis geprüft worden und werden bereits geliefert.

Zu den in der ungarischen Landwirtschaft eingesetzten Maschinen gehört die Aufsat-

Fortsetzung auf Seite 17

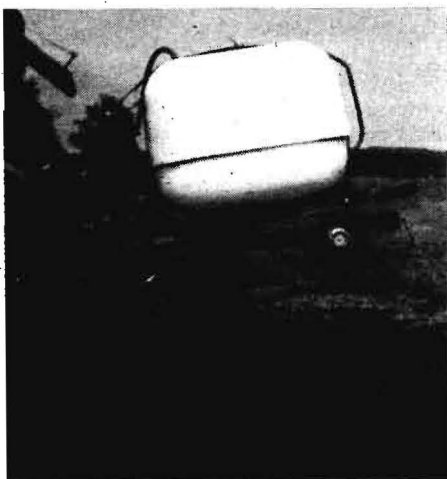


Bild 4  
Bodeninjiziergerät  
FFM 10



Bild 5  
Bodeninjiziergerät  
USK-FFM

# Beständigkeit von Werkstoffen gegenüber Ammonitrat-Harnstoff-Lösung

Dr. agr. habil. H. Jany, KDT/Dipl.-Ing. G. Wenzel/Ing. Gisela Hartkopf  
VEB Ausrüstungen Agrochemische Zentren Leipzig

Der verstärkte Einsatz von Ammonitrat-Harnstoff-Lösung (AHL) als flüssiger N-Dünger in der Pflanzenproduktion zwingt zur Schaffung von Lagerkapazitäten in den Anwenderbetrieben bzw. in den agrochemischen Zentren (ACZ). Im Hinblick auf die Auswahl der Werkstoffe für Lagerbehälter und deren Zubehör sowie der Pflanzenschutztechnik zur Applikation ist die Korrosivität des Mediums AHL ein wichtiges Kriterium.

In umfangreichen Laboruntersuchungen im VEB Stickstoffwerk Piesteritz [1, 2, 3] wurden sowohl die Korrosivität von AHL gegenüber ausgewählten metallischen Werkstoffen und glasfaserverstärktem ungesättigtem Polyesterharz (GUP) untersucht als auch die korrosionsinhibierende Wirkung (Schutzwert) einer Anzahl dafür geeigneter chemischer Stoffe ermittelt. Im Zusammenhang mit der Prüfung von Kohlenstoffstahl St 38 kamen Doll, Peuker und Kluge [2, 3] zu dem Schluß, daß durch Zusatz eines Inhibitors in der Zusammensetzung 500 mg  $P_2O_5/l$  als Monophosphat, 250 mg  $P_2O_5/l$  als Tetranatriumdiphosphat und 200 mg Sulfat/l ein solch günstiger Korrosionsschutzwert, gekoppelt mit Farblosigkeit und Niederschlagsfreiheit der Lösung, erreicht wird, daß einer Verwendung der Stahlmarke St 38 für Lagerbehälter zugestimmt werden kann. Gleichzeitig bestätigten sie die Beständigkeit von GUP gegenüber AHL unter den Bedingungen des gewählten Versuchsansatzes.

Ergänzend zu den Untersuchungen im VEB Stickstoffwerk Piesteritz wurden im VEB Ausrüstungen ACZ Leipzig mit den in Tafel 1 aufgeführten metallischen Werkstoffen Wechseltauchversuche im 7-Tage-Rhythmus nach Standard TGL 18 754/02 bei einer Prüfdauer von 112 Tagen mit Zwischenauswertungen

Fortsetzung von Seite 16

scharen unter Druck zugeführt und damit bis zu einer Tiefe von 8 cm in den Boden injiziert. Pflanzenschutzmittel werden in Form einer Zwischenreihenspritzung durch Schlitzdüsen ausgebracht. Die Arbeitsbreite von 912 cm entspricht 12 Reihen von je 76 cm Reihenabstand. Die Tragrahmen können beim Transport hydraulisch eingeschwenkt und beim Wenden ausgehoben werden.

Neben diesen aufgeführten Maschinen zur Flüssigdüngung befinden sich weitere in der Entwicklung, die wahlweise zur Applikation von Pflanzenschutzmitteln oder Flüssigdüngern bzw. in Kombination beider Agrochemikalien eingesetzt werden können. Die Anwendung von Flüssigdüngern in der Form von Lösungen oder Suspensionen befindet sich in der UVR in der Anfangsphase. Bis zum Jahr 1990 sollen etwa 15 bis 18% aller Mineraldünger in fluiden Form appliziert werden.

nach 14, 28 und 56 Tagen in AHL ohne und mit Inhibitor durchgeführt. Die Auswertung erfolgte entsprechend dem Standard TGL 18 752 durch Ermittlung der Masseverluste aus jeweils drei Parallelproben. Ausgegangen wurde von der Annahme einer ebenmäßigen Korrosion. Mit den mathematischen Methoden der Regression und Korrelation wurde der Zusammenhang zwischen Korrosionsverlust  $K_L$  und Korrosionsdauer  $t$  bestimmt. Der Anstieg der Regressionsgeraden  $K_L = f(t)$  widerspiegelt dabei die Korrosionsgeschwindigkeit  $v_L$ . Die durch die Regressionsanalysen erhaltenen Korrosionsgeschwindigkeiten  $v_L$  für die in AHL ohne und mit Inhibitor eingelagerten Werkstoffe wurden zur Beständigkeitseinstufung herangezogen.

Von der Grundtendenz her bestätigen sich die Aussagen von [2, 3] über die korrosionsmindernde Wirkung des Inhibitors bei C-Stählen und Messing. Chrom-Nickel-Stähle, Aluminium und Aluminiumlegierungen werden durch AHL und AHLI nicht oder vernachlässigbar gering angegriffen. Zwischen dem unlegierten Stahl St 38 und den Stahlmarken H 52 und KT 45-2 gibt es nach Zusatz des Inhibitors keine Unterschiede in der Korrosionsgeschwindigkeit  $v_L$ . Auf Messing nimmt der Inhibitor den geringsten Einfluß.

Hingewiesen wird darauf, daß andere chemi-

sche Belastungen (Gase) sowie höhere Temperaturen die Korrosionsgeschwindigkeit stark beeinflussen können. Anhand der Laborwerte ist daher nur mit gewissem Vorbehalt auf die Korrosion, vor allem von C-Stählen, unter allen Praxisbedingungen zu schließen. Über wirtschaftliche Einsatzgrenzen von metallischen Werkstoffen bei linearem Korrosionsangriff informiert Tafel 2.

## Beständigkeit von Beton

Die notwendige Befestigung von Außenflächen um AHL-Lager, das Anlegen von Behälter- und Gleitassen u. a. werfen die Frage nach der Beständigkeit von Beton gegenüber AHL auf.

Betonprüfkörper in der Güte BK 25 wurden über einen Prüfzeitraum von 210 Tagen in AHL ohne und mit Inhibitor eingelagert. Nach 35, 70, 105, 140 und 175 Tagen erfolgten Zwischenauswertungen. Für die Aussagen wurden die Hinweise zur Bestimmung der Biegezugfestigkeit  $R_{bz}$  nach Standard TGL 10 573/01 und der Druckfestigkeit  $R_p$  nach Standard TGL 33 433/04 herangezogen. Nach mathematisch-statistischer Verrechnung der Einzelergebnisse können beide Untersuchungsreihen entsprechend Tafel 3 zusammengefaßt werden.

Die Ergebnisse lassen die Betonaggressivität der AHL erkennen. Durch den Inhibitor wird diese nicht herabgesetzt. Betonbauwerke im

Tafel 1. Korrosionsgeschwindigkeit  $v_L$  unterschiedlicher metallischer Werkstoffe in Ammonitrat-Harnstoff-Lösung ohne (AHL) und mit Inhibitor (AHLI); Bedingungen: mittlere Temperatur 289 K, mittlere relative Luftfeuchte 84 %

Werkstoff	Korrosionsgeschwindigkeit $v_L$		Wirksamkeit des Inhibitors durch Minderung der Korrosionsgeschwindigkeit $v_L$ auf %
	AHL mm/a	AHLI mm/a	
St 38 b-2	0,26	0,14	54
H 52	0,39	0,14	36
KT 45-2	0,44	0,14	32
X 8 CrNiTi 18.10	x <sup>1)</sup>	x <sup>1)</sup>	0
X 8 CrNiMoTi 18.11	x <sup>1)</sup>	x <sup>1)</sup>	0
Al 99.5	x <sup>1)</sup>	0,003	0
AlMg 1	x <sup>1)</sup>	0,0026	0
AlMg 3	x <sup>1)</sup>	0,003	0
CuZn 37 F 38	0,21	0,16	76

1) nach Passivschichtbildung kein weiterer Masseverlust während des Untersuchungszeitraums; Material gegenüber AHL beständig

Tafel 2. Wirtschaftliche Einsatzgrenzen von Werkstoffen bei linearem Korrosionsangriff (nach [4])

Stufe	Bewertungsgrad	Korrosionsgeschwindigkeit $v_L$ in mm/a für die Werkstoffgruppen <sup>1)</sup>	
		III	IV
00	absolut beständig	0,00	0,00
0	geeignet	≤ 0,13	≤ 0,23
1	bedingt geeignet	> 0,13	> 0,23
2	kurzfristig einsetzbar	> 0,30	> 0,80
3	unbrauchbar	> 0,50	> 1,40

1) **Werkstoffgruppe III:** Werkstoffe mittlerer Preislage; rost- und säurebeständige Stähle und Gußwerkstoffe, Aluminium, Kupfer, Bronzen, Blei, Zinn, Zink und deren Legierungen  
**Werkstoffgruppe IV:** Werkstoffe unterer Preislage; unlegierte und niedriglegierte Stähle, Gußeisen, Stahlguß u. a.