

Natürlich oxidierende Metalloberflächen

Umweltauswirkungen beim Einsatz von
Kupfer und Zink in Gebäudehüllen

Herausgegeben von

Heinz Hullmann

mit Beiträgen von

Heinz Hullmann, Udo Kraft, Herbert Lichtnecker
und Wolfgang Willkomm

Inhalt

1	Einführung	1
1.1	Ziel der Veröffentlichung	1
1.2	Grundlage der Aussagen	2
1.3	Methodik und Begriffe	3
1.3.1	Ökobilanz	3
1.3.2	Schwermetalle	3
1.3.3	Energie	4
1.3.4	Anwendungsbereiche	4
1.3.5	Materialkennwerte	5
1.4	Verarbeitung	6
1.4.1	Verformung	6
1.4.2	Verbindungen	6
1.4.3	Befestigung	6
1.4.4	Dimensionierung	7
1.4.5	Dachneigungen	7
2	Vorräte, Herstellung, Energiebedarf und Emissionen	9
2.1	Gewinnung und Einsatz von Kupfer und Zink in der Vergangenheit ...	9
2.1.1	Eigenschaften und erste Anwendungen	9
2.1.2	Die historische Entwicklung der Gewinnung	10
2.1.3	Die Bearbeitung	11
2.1.4	Eigenschaften und Anwendungen von Legierungen	12
2.1.5	Spätere Einsatzgebiete von Kupfer	12
2.1.6	Spätere Einsatzgebiete von Zink	13
2.2	Vorkommen	13
2.2.1	Kupfer	13
2.2.2	Zink	15
2.3	Reserven und Ressourcen	16
2.4	Gewinnung, Aufbereitung, Verhüttung und Raffination	21
2.4.1	Kupfer	22
2.4.1.1	Pyrometallurgische Kupfergewinnung	22
2.4.1.2	Hydrometallurgische Kupfergewinnung	25
2.4.2	Zink	26
2.4.2.1	Gewinnung und Aufbereitung	26
2.4.2.2	Aufbereitung sekundärer Vorstoffe	28
2.4.2.3	Zinkerzeugung, Verhüttung	28
2.5	Energieeinsatz bei der Herstellung	32
2.5.1	Energieeinsatz bei der Herstellung von Kupfer	35
2.5.1.1	Bergbau und Aufbereitung	36
2.5.1.2	Transport, Verhüttung und Raffination zu Reinmetall	36
2.5.1.3	Halbzeugherstellung	36

2.5.2	Energieeinsatz bei der Herstellung von Zink	38
2.5.2.1	Bergbau	38
2.5.2.2	Zinkelektrolyse	39
2.5.2.3	IS-Verfahren	39
2.5.2.4	New-Jersey-Zinkdestillation	39
2.5.2.5	Halbzeuherstellung	40
2.6	Emissionen bei der Herstellung	41
2.6.1	Emissionen bei der Kupferherstellung	42
2.6.2	Emissionen bei der Zinkherstellung	44
2.6.2.1	Hydrometallurgische Herstellung	45
2.6.2.2	Pyrometallurgische Zinkherstellung	46
2.6.3	Jährliche globale Emissionen aus der Herstellung von Kupfer und Zink	48
2.7	Baupraktische Bedeutung der Vorräte sowie des Energiebedarfs und der Emissionen bei der Herstellung	48
2.7.1	Bedeutung der Vorräte	49
2.7.2	Bedeutung des Energiebedarfs	49
2.7.3	Bedeutung der Emissionen	50
3	Recycling von Kupfer und Zink	51
3.1	Arten und Herkunft des Altmetalls	51
3.2	Altmetallgewinnung und -aufarbeitung	54
3.2.1	Aufarbeitung von kupferhaltigen Schrotten	56
3.2.2	Aufarbeitung von zinkhaltigen Schrotten	57
3.3	Altmetallmengen und ihr Anteil an der Erzeugung	58
3.4	Bedeutung des Recycling	60
4	Korrosion und Nutzungsdauer von Kupfer und Zink	62
4.1	Arten der Korrosion	62
4.1.1	Unerwünschte Korrosion	62
4.1.2	Erwünschte Korrosion	64
4.2	Oberflächen und Verarbeitung	66
4.2.1	Walzblanke Materialien	66
4.2.2	Vorpatinierung	66
4.2.3	Beschichtungen	68
4.2.4	Verarbeitung	70
4.3	Korrosions- und Abschwemmraten	71
4.4	Konzentrationen und Frachten	74
4.4.1	Konzentrationen von Kupfer und Zink	74
4.4.2	Flächen von Kupfer und Zink in der Außenhaut von Gebäuden	76
4.4.2.1	Exponierte Kupferflächen	76
4.4.2.2	Exponierte Zinkflächen	77
4.4.2.3	Metallfrachten	78

4.5	Nutzungsdauer	79
4.5.1	Potenzielle und praktische Nutzungsdauer	79
4.5.2	Zusätzliche Einflüsse auf die Nutzungsdauer	81
5	Einträge von Kupfer und Zink in das Ökosystem	82
5.1	Vorkommen in Bodenausgangsmaterialien	82
5.2	Einträge von Kupfer und Zink in die Umwelt	83
5.2.1	Eintragspfade bei der urbanen Bebauung	84
5.2.1.1	Metalleinträge über Versickerung	85
5.2.1.2	Metalleinträge über die Trennkanalisation	87
5.2.1.3	Metalleinträge über die Mischkanalisation	88
5.2.2	Metalleinträge in den Boden	89
5.2.3	Metalleinträge in Oberflächengewässer	90
5.2.4	Eintragspfade aus anderen Quellen	93
5.3	Versuch einer ganzheitlichen Quantifizierung	94
6	Biologische Wirkungen von Kupfer und Zink	96
6.1	Begriffsbestimmungen	96
6.2	Kupfer und Zink in der Umwelt	96
6.2.1	Böden	98
6.2.2	Gewässer	99
6.2.3	Verfügbarkeit von Kupfer und Zink in der Umwelt	100
6.3	Kupfer und Zink als lebensnotwendige Metalle	102
6.3.1	Kupfer	104
6.3.2	Zink	105
6.4	Risikoabschätzung in der Toxikologie	106
6.5	Ökotoxikologische Wirkungen von Kupfer und Zink in Gewässern ...	107
6.6	Schlussfolgerungen	113
7	Zusammenfassung	114
	Zitierte und weiterführende Literatur	116
	Sachwortregister	124