

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus: *Gefahr durch Schwefelsäure?*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



VL19

Säuren und Basen

Gefahr durch Schwefelsäure? – ein Gruppenpuzzle zu einer Schiffshavarie

Ein Beitrag von Anja Schödl



In dieser Unterrichtseinheit vertiefen und überprüfen die Lernenden ihr Fachwissen zu Säuren anhand eines Schiffunglücks, bei dem 2011 der mit Schwefelsäure beladene Tanker „Jahrbau“ im Nord-Ozean in den Rufen von Containerschiffen, Schiffskatastrophen und Umweltkatastrophen erlitten hat. Vor- und Nachteile möglicher Rettungsmaßnahmen theoretisch und experimentell. Die Ergebnisse in Form eines Briefes an die Bürgermeister*innen.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: 9/10
Quelle: © Unterrichtsmaterialien-Online.de; 1) S. 1, 2; 2) S. 3; 3) S. 4; 4) S. 5; 5) S. 6; 6) S. 7; 7) S. 8; 8) S. 9; 9) S. 10; 10) S. 11; 11) S. 12; 12) S. 13; 13) S. 14; 14) S. 15; 15) S. 16; 16) S. 17; 17) S. 18; 18) S. 19; 19) S. 20; 20) S. 21; 21) S. 22; 22) S. 23; 23) S. 24; 24) S. 25; 25) S. 26; 26) S. 27; 27) S. 28; 28) S. 29; 29) S. 30; 30) S. 31; 31) S. 32; 32) S. 33; 33) S. 34; 34) S. 35; 35) S. 36; 36) S. 37; 37) S. 38; 38) S. 39; 39) S. 40; 40) S. 41; 41) S. 42; 42) S. 43; 43) S. 44; 44) S. 45; 45) S. 46; 46) S. 47; 47) S. 48; 48) S. 49; 49) S. 50; 50) S. 51; 51) S. 52; 52) S. 53; 53) S. 54; 54) S. 55; 55) S. 56; 56) S. 57; 57) S. 58; 58) S. 59; 59) S. 60; 60) S. 61; 61) S. 62; 62) S. 63; 63) S. 64; 64) S. 65; 65) S. 66; 66) S. 67; 67) S. 68; 68) S. 69; 69) S. 70; 70) S. 71; 71) S. 72; 72) S. 73; 73) S. 74; 74) S. 75; 75) S. 76; 76) S. 77; 77) S. 78; 78) S. 79; 79) S. 80; 80) S. 81; 81) S. 82; 82) S. 83; 83) S. 84; 84) S. 85; 85) S. 86; 86) S. 87; 87) S. 88; 88) S. 89; 89) S. 90; 90) S. 91; 91) S. 92; 92) S. 93; 93) S. 94; 94) S. 95; 95) S. 96; 96) S. 97; 97) S. 98; 98) S. 99; 99) S. 100; 100) S. 101; 101) S. 102; 102) S. 103; 103) S. 104; 104) S. 105; 105) S. 106; 106) S. 107; 107) S. 108; 108) S. 109; 109) S. 110; 110) S. 111; 111) S. 112; 112) S. 113; 113) S. 114; 114) S. 115; 115) S. 116; 116) S. 117; 117) S. 118; 118) S. 119; 119) S. 120; 120) S. 121; 121) S. 122; 122) S. 123; 123) S. 124; 124) S. 125; 125) S. 126; 126) S. 127; 127) S. 128; 128) S. 129; 129) S. 130; 130) S. 131; 131) S. 132; 132) S. 133; 133) S. 134; 134) S. 135; 135) S. 136; 136) S. 137; 137) S. 138; 138) S. 139; 139) S. 140; 140) S. 141; 141) S. 142; 142) S. 143; 143) S. 144; 144) S. 145; 145) S. 146; 146) S. 147; 147) S. 148; 148) S. 149; 149) S. 150; 150) S. 151; 151) S. 152; 152) S. 153; 153) S. 154; 154) S. 155; 155) S. 156; 156) S. 157; 157) S. 158; 158) S. 159; 159) S. 160; 160) S. 161; 161) S. 162; 162) S. 163; 163) S. 164; 164) S. 165; 165) S. 166; 166) S. 167; 167) S. 168; 168) S. 169; 169) S. 170; 170) S. 171; 171) S. 172; 172) S. 173; 173) S. 174; 174) S. 175; 175) S. 176; 176) S. 177; 177) S. 178; 178) S. 179; 179) S. 180; 180) S. 181; 181) S. 182; 182) S. 183; 183) S. 184; 184) S. 185; 185) S. 186; 186) S. 187; 187) S. 188; 188) S. 189; 189) S. 190; 190) S. 191; 191) S. 192; 192) S. 193; 193) S. 194; 194) S. 195; 195) S. 196; 196) S. 197; 197) S. 198; 198) S. 199; 199) S. 200; 200) S. 201; 201) S. 202; 202) S. 203; 203) S. 204; 204) S. 205; 205) S. 206; 206) S. 207; 207) S. 208; 208) S. 209; 209) S. 210; 210) S. 211; 211) S. 212; 212) S. 213; 213) S. 214; 214) S. 215; 215) S. 216; 216) S. 217; 217) S. 218; 218) S. 219; 219) S. 220; 220) S. 221; 221) S. 222; 222) S. 223; 223) S. 224; 224) S. 225; 225) S. 226; 226) S. 227; 227) S. 228; 228) S. 229; 229) S. 230; 230) S. 231; 231) S. 232; 232) S. 233; 233) S. 234; 234) S. 235; 235) S. 236; 236) S. 237; 237) S. 238; 238) S. 239; 239) S. 240; 240) S. 241; 241) S. 242; 242) S. 243; 243) S. 244; 244) S. 245; 245) S. 246; 246) S. 247; 247) S. 248; 248) S. 249; 249) S. 250; 250) S. 251; 251) S. 252; 252) S. 253; 253) S. 254; 254) S. 255; 255) S. 256; 256) S. 257; 257) S. 258; 258) S. 259; 259) S. 260; 260) S. 261; 261) S. 262; 262) S. 263; 263) S. 264; 264) S. 265; 265) S. 266; 266) S. 267; 267) S. 268; 268) S. 269; 269) S. 270; 270) S. 271; 271) S. 272; 272) S. 273; 273) S. 274; 274) S. 275; 275) S. 276; 276) S. 277; 277) S. 278; 278) S. 279; 279) S. 280; 280) S. 281; 281) S. 282; 282) S. 283; 283) S. 284; 284) S. 285; 285) S. 286; 286) S. 287; 287) S. 288; 288) S. 289; 289) S. 290; 290) S. 291; 291) S. 292; 292) S. 293; 293) S. 294; 294) S. 295; 295) S. 296; 296) S. 297; 297) S. 298; 298) S. 299; 299) S. 300; 300) S. 301; 301) S. 302; 302) S. 303; 303) S. 304; 304) S. 305; 305) S. 306; 306) S. 307; 307) S. 308; 308) S. 309; 309) S. 310; 310) S. 311; 311) S. 312; 312) S. 313; 313) S. 314; 314) S. 315; 315) S. 316; 316) S. 317; 317) S. 318; 318) S. 319; 319) S. 320; 320) S. 321; 321) S. 322; 322) S. 323; 323) S. 324; 324) S. 325; 325) S. 326; 326) S. 327; 327) S. 328; 328) S. 329; 329) S. 330; 330) S. 331; 331) S. 332; 332) S. 333; 333) S. 334; 334) S. 335; 335) S. 336; 336) S. 337; 337) S. 338; 338) S. 339; 339) S. 340; 340) S. 341; 341) S. 342; 342) S. 343; 343) S. 344; 344) S. 345; 345) S. 346; 346) S. 347; 347) S. 348; 348) S. 349; 349) S. 350; 350) S. 351; 351) S. 352; 352) S. 353; 353) S. 354; 354) S. 355; 355) S. 356; 356) S. 357; 357) S. 358; 358) S. 359; 359) S. 360; 360) S. 361; 361) S. 362; 362) S. 363; 363) S. 364; 364) S. 365; 365) S. 366; 366) S. 367; 367) S. 368; 368) S. 369; 369) S. 370; 370) S. 371; 371) S. 372; 372) S. 373; 373) S. 374; 374) S. 375; 375) S. 376; 376) S. 377; 377) S. 378; 378) S. 379; 379) S. 380; 380) S. 381; 381) S. 382; 382) S. 383; 383) S. 384; 384) S. 385; 385) S. 386; 386) S. 387; 387) S. 388; 388) S. 389; 389) S. 390; 390) S. 391; 391) S. 392; 392) S. 393; 393) S. 394; 394) S. 395; 395) S. 396; 396) S. 397; 397) S. 398; 398) S. 399; 399) S. 400; 400) S. 401; 401) S. 402; 402) S. 403; 403) S. 404; 404) S. 405; 405) S. 406; 406) S. 407; 407) S. 408; 408) S. 409; 409) S. 410; 410) S. 411; 411) S. 412; 412) S. 413; 413) S. 414; 414) S. 415; 415) S. 416; 416) S. 417; 417) S. 418; 418) S. 419; 419) S. 420; 420) S. 421; 421) S. 422; 422) S. 423; 423) S. 424; 424) S. 425; 425) S. 426; 426) S. 427; 427) S. 428; 428) S. 429; 429) S. 430; 430) S. 431; 431) S. 432; 432) S. 433; 433) S. 434; 434) S. 435; 435) S. 436; 436) S. 437; 437) S. 438; 438) S. 439; 439) S. 440; 440) S. 441; 441) S. 442; 442) S. 443; 443) S. 444; 444) S. 445; 445) S. 446; 446) S. 447; 447) S. 448; 448) S. 449; 449) S. 450; 450) S. 451; 451) S. 452; 452) S. 453; 453) S. 454; 454) S. 455; 455) S. 456; 456) S. 457; 457) S. 458; 458) S. 459; 459) S. 460; 460) S. 461; 461) S. 462; 462) S. 463; 463) S. 464; 464) S. 465; 465) S. 466; 466) S. 467; 467) S. 468; 468) S. 469; 469) S. 470; 470) S. 471; 471) S. 472; 472) S. 473; 473) S. 474; 474) S. 475; 475) S. 476; 476) S. 477; 477) S. 478; 478) S. 479; 479) S. 480; 480) S. 481; 481) S. 482; 482) S. 483; 483) S. 484; 484) S. 485; 485) S. 486; 486) S. 487; 487) S. 488; 488) S. 489; 489) S. 490; 490) S. 491; 491) S. 492; 492) S. 493; 493) S. 494; 494) S. 495; 495) S. 496; 496) S. 497; 497) S. 498; 498) S. 499; 499) S. 500; 500) S. 501; 501) S. 502; 502) S. 503; 503) S. 504; 504) S. 505; 505) S. 506; 506) S. 507; 507) S. 508; 508) S. 509; 509) S. 510; 510) S. 511; 511) S. 512; 512) S. 513; 513) S. 514; 514) S. 515; 515) S. 516; 516) S. 517; 517) S. 518; 518) S. 519; 519) S. 520; 520) S. 521; 521) S. 522; 522) S. 523; 523) S. 524; 524) S. 525; 525) S. 526; 526) S. 527; 527) S. 528; 528) S. 529; 529) S. 530; 530) S. 531; 531) S. 532; 532) S. 533; 533) S. 534; 534) S. 535; 535) S. 536; 536) S. 537; 537) S. 538; 538) S. 539; 539) S. 540; 540) S. 541; 541) S. 542; 542) S. 543; 543) S. 544; 544) S. 545; 545) S. 546; 546) S. 547; 547) S. 548; 548) S. 549; 549) S. 550; 550) S. 551; 551) S. 552; 552) S. 553; 553) S. 554; 554) S. 555; 555) S. 556; 556) S. 557; 557) S. 558; 558) S. 559; 559) S. 560; 560) S. 561; 561) S. 562; 562) S. 563; 563) S. 564; 564) S. 565; 565) S. 566; 566) S. 567; 567) S. 568; 568) S. 569; 569) S. 570; 570) S. 571; 571) S. 572; 572) S. 573; 573) S. 574; 574) S. 575; 575) S. 576; 576) S. 577; 577) S. 578; 578) S. 579; 579) S. 580; 580) S. 581; 581) S. 582; 582) S. 583; 583) S. 584; 584) S. 585; 585) S. 586; 586) S. 587; 587) S. 588; 588) S. 589; 589) S. 590; 590) S. 591; 591) S. 592; 592) S. 593; 593) S. 594; 594) S. 595; 595) S. 596; 596) S. 597; 597) S. 598; 598) S. 599; 599) S. 600; 600) S. 601; 601) S. 602; 602) S. 603; 603) S. 604; 604) S. 605; 605) S. 606; 606) S. 607; 607) S. 608; 608) S. 609; 609) S. 610; 610) S. 611; 611) S. 612; 612) S. 613; 613) S. 614; 614) S. 615; 615) S. 616; 616) S. 617; 617) S. 618; 618) S. 619; 619) S. 620; 620) S. 621; 621) S. 622; 622) S. 623; 623) S. 624; 624) S. 625; 625) S. 626; 626) S. 627; 627) S. 628; 628) S. 629; 629) S. 630; 630) S. 631; 631) S. 632; 632) S. 633; 633) S. 634; 634) S. 635; 635) S. 636; 636) S. 637; 637) S. 638; 638) S. 639; 639) S. 640; 640) S. 641; 641) S. 642; 642) S. 643; 643) S. 644; 644) S. 645; 645) S. 646; 646) S. 647; 647) S. 648; 648) S. 649; 649) S. 650; 650) S. 651; 651) S. 652; 652) S. 653; 653) S. 654; 654) S. 655; 655) S. 656; 656) S. 657; 657) S. 658; 658) S. 659; 659) S. 660; 660) S. 661; 661) S. 662; 662) S. 663; 663) S. 664; 664) S. 665; 665) S. 666; 666) S. 667; 667) S. 668; 668) S. 669; 669) S. 670; 670) S. 671; 671) S. 672; 672) S. 673; 673) S. 674; 674) S. 675; 675) S. 676; 676) S. 677; 677) S. 678; 678) S. 679; 679) S. 680; 680) S. 681; 681) S. 682; 682) S. 683; 683) S. 684; 684) S. 685; 685) S. 686; 686) S. 687; 687) S. 688; 688) S. 689; 689) S. 690; 690) S. 691; 691) S. 692; 692) S. 693; 693) S. 694; 694) S. 695; 695) S. 696; 696) S. 697; 697) S. 698; 698) S. 699; 699) S. 700; 700) S. 701; 701) S. 702; 702) S. 703; 703) S. 704; 704) S. 705; 705) S. 706; 706) S. 707; 707) S. 708; 708) S. 709; 709) S. 710; 710) S. 711; 711) S. 712; 712) S. 713; 713) S. 714; 714) S. 715; 715) S. 716; 716) S. 717; 717) S. 718; 718) S. 719; 719) S. 720; 720) S. 721; 721) S. 722; 722) S. 723; 723) S. 724; 724) S. 725; 725) S. 726; 726) S. 727; 727) S. 728; 728) S. 729; 729) S. 730; 730) S. 731; 731) S. 732; 732) S. 733; 733) S. 734; 734) S. 735; 735) S. 736; 736) S. 737; 737) S. 738; 738) S. 739; 739) S. 740; 740) S. 741; 741) S. 742; 742) S. 743; 743) S. 744; 744) S. 745; 745) S. 746; 746) S. 747; 747) S. 748; 748) S. 749; 749) S. 750; 750) S. 751; 751) S. 752; 752) S. 753; 753) S. 754; 754) S. 755; 755) S. 756; 756) S. 757; 757) S. 758; 758) S. 759; 759) S. 760; 760) S. 761; 761) S. 762; 762) S. 763; 763) S. 764; 764) S. 765; 765) S. 766; 766) S. 767; 767) S. 768; 768) S. 769; 769) S. 770; 770) S. 771; 771) S. 772; 772) S. 773; 773) S. 774; 774) S. 775; 775) S. 776; 776) S. 777; 777) S. 778; 778) S. 779; 779) S. 780; 780) S. 781; 781) S. 782; 782) S. 783; 783) S. 784; 784) S. 785; 785) S. 786; 786) S. 787; 787) S. 788; 788) S. 789; 789) S. 790; 790) S. 791; 791) S. 792; 792) S. 793; 793) S. 794; 794) S. 795; 795) S. 796; 796) S. 797; 797) S. 798; 798) S. 799; 799) S. 800; 800) S. 801; 801) S. 802; 802) S. 803; 803) S. 804; 804) S. 805; 805) S. 806; 806) S. 807; 807) S. 808; 808) S. 809; 809) S. 810; 810) S. 811; 811) S. 812; 812) S. 813; 813) S. 814; 814) S. 815; 815) S. 816; 816) S. 817; 817) S. 818; 818) S. 819; 819) S. 820; 820) S. 821; 821) S. 822; 822) S. 823; 823) S. 824; 824) S. 825; 825) S. 826; 826) S. 827; 827) S. 828; 828) S. 829; 829) S. 830; 830) S. 831; 831) S. 832; 832) S. 833; 833) S. 834; 834) S. 835; 835) S. 836; 836) S. 837; 837) S. 838; 838) S. 839; 839) S. 840; 840) S. 841; 841) S. 842; 842) S. 843; 843) S. 844; 844) S. 845; 845) S. 846; 846) S. 847; 847) S. 848; 848) S. 849; 849) S. 850; 850) S. 851; 851) S. 852; 852) S. 853; 853) S. 854; 854) S. 855; 855) S. 856; 856) S. 857; 857) S. 858; 858) S. 859; 859) S. 860; 860) S. 861; 861) S. 862; 862) S. 863; 863) S. 864; 864) S. 865; 865) S. 866; 866) S. 867; 867) S. 868; 868) S. 869; 869) S. 870; 870) S. 871; 871) S. 872; 872) S. 873; 873) S. 874; 874) S. 875; 875) S. 876; 876) S. 877; 877) S. 878; 878) S. 879; 879) S. 880; 880) S. 881; 881) S. 882; 882) S. 883; 883) S. 884; 884) S. 885; 885) S. 886; 886) S. 887; 887) S. 888; 888) S. 889; 889) S. 890; 890) S. 891; 891) S. 892; 892) S. 893; 893) S. 894; 894) S. 895; 895) S. 896; 896) S. 897; 897) S. 898; 898) S. 899; 899) S. 900; 900) S. 901; 901) S. 902; 902) S. 903; 903) S. 904; 904) S. 905; 905) S. 906; 906) S. 907; 907) S. 908; 908) S. 909; 909) S. 910; 910) S. 911; 911) S. 912; 912) S. 913; 913) S. 914; 914) S. 915; 915) S. 916; 916) S. 917; 917) S. 918; 918) S. 919; 919) S. 920; 920) S. 921; 921) S. 922; 922) S. 923; 923) S. 924; 924) S. 925; 925) S. 926; 926) S. 927; 927) S. 928; 928) S. 929; 929) S. 930; 930) S. 931; 931) S. 932; 932) S. 933; 933) S. 934; 934) S. 935; 935) S. 936; 936) S. 937; 937) S. 938; 938) S. 939; 939) S. 940; 940) S. 941; 941) S. 942; 942) S. 943; 943) S. 944; 944) S. 945; 945) S. 946; 946) S. 947; 947) S. 948; 948) S. 949; 949) S. 950; 950) S. 951; 951) S. 952; 952) S. 953; 953) S. 954; 954) S. 955; 955) S. 956; 956) S. 957; 957) S. 958; 958) S. 959; 959) S. 960; 960) S. 961; 961) S. 962; 962) S. 963; 963) S. 964; 964) S. 965; 965) S. 966; 966) S. 967; 967) S. 968; 968) S. 969; 969) S. 970; 970) S. 971; 971) S. 972; 972) S. 973; 973) S. 974; 974) S. 975; 975) S. 976; 976) S. 977; 977) S. 978; 978) S. 979; 979) S. 980; 980) S. 981

VI.19

Säuren und Basen

Gefahr durch Schwefelsäure? – ein Gruppenpuzzle zu einer Schiffshavarie

Ein Beitrag von Anja Schidleia



© Gannett77/E+

In dieser Unterrichtseinheit vertiefen und überprüfen die Lernenden ihr Fachwissen zu Säuren anhand eines Schiffsunglücks, bei dem 2011 der mit Schwefelsäure beladene Tanker „Waldhof“ im Rhein kenterte. In den Rollen von Chemieexperten, Schiffsbauer/-innen und Umweltanalytiker/-innen erarbeiten sie Vor- und Nachteile möglicher Rettungsmaßnahmen theoretisch und experimentell. Ihr Ergebnis wird in Form eines Briefes an den Bürgermeister festgehalten.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	9/10
Dauer:	6 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 2)
Kompetenzen:	1. Untersuchen zwei Maßnahmen zur Rettung eines gekenterten Schwefelsäuretankers theoretisch und experimentell, 2. Berechnen Konzentrationsänderungen, 3. Bewerten die Rettungsmaßnahmen bei einem Säuretankerunfall, 4. Präsentieren ihre Ergebnisse unter Verwendung von Fachsprache
Thematische Bereiche:	Säure-Base-Chemie, Brønsted-Säure, Brønsted-Base, Schwefelsäure, Umwelt, Maßnahmen zur Umweltrettung

Was Sie zum Thema wissen müssen

Schwefelsäure (H_2SO_4) ist eine der wichtigsten industriell hergestellten anorganischen Chemikalien. Fast 200 Millionen Tonnen werden jährlich hergestellt. Zwei Drittel der Schwefelsäureproduktion wird für die Herstellung von Düngemitteln benötigt. Ein Drittel verteilt sich auf die Herstellung von Titanoxiden (weiße Wandfarbe), Kunststoffen, Farbstoffen und Tensiden sowie für die Oberflächenbehandlung von Stahl. Im Alltag ist Schwefelsäure vor allem als Batteriesäure bekannt. Insgesamt kennt man heute ca. 10 000 Einsatzgebiete.

Am 13.01.2011 ist das Frachtschiff „Waldhof“ mit einer Ladung von 2400 Tonnen konzentrierter Schwefelsäure im Rhein gekentert. Aufgrund seiner Fracht konnte es erst am 13.02.2011 vollständig geborgen werden. Wichtig war es, das Eintreten von Wasser in den Schwefelsäuretanker zu verhindern. Lässt man Wasser in konzentrierte Schwefelsäure einfließen, kommt es zu einer extremen Wärmeentwicklung (bis ca. 180 °C), die dazu führen kann, dass das Gemisch explosionsartig spritzt. Während der Havarie wurden v. a. zwei Rettungsmaßnahmen in Erwägung gezogen:

1. Aufschneiden eines Teils des Frachters und Abpumpen der Säure auf andere Schiffe.
2. Kontrolliertes Ablassen der Säure in den Rhein.

Beide Maßnahmen wurden durchgeführt. Zuerst wurde ein Teil der Säure in andere Schiffe abgepumpt, um das Transportgut zu sichern. Durch das Abpumpen veränderte sich allerdings die Statik des Schiffs, sodass der Bruch der „Waldhof“ drohte. Der Bruch hätte die Offenlegung des Stahls bedeutet, sodass die Reaktion von verdünnter Schwefelsäure mit dem Eisen des Schiffs zu einer Wasserstoffentwicklung geführt hätte. Der austretende Wasserstoff hätte eine große Gefahr für die Rettungsleute dargestellt. Anschließend wurden 900 Tonnen Schwefelsäure langsam in den Rhein abgelassen. Das Wasser an der Unfallstelle erwärmte sich zwar nur unwesentlich, jedoch sank der pH-Wert des Rheins von 8 auf 6. Ein pH-Wert weit unter 6 ist lebensbedrohlich für das Ökosystem Rhein. Falls durch die Schwefelsäure ein pH-Wert unter 6 entstanden wäre, hätte das eine schädigende Wirkung auf die Gewässer und deren Lebewesen gehabt. Durch die Freisetzung von Säure hätten Gifte wie Al^{3+} -Ionen aus dem Boden freigesetzt werden können, die Algen und Fische schädigen. Die zweite Methode hat sich wegen ihrer geringen Schädigung für die Umwelt als die praktikablere Methode herausgestellt.

Vorschläge für Ihre Unterrichtsgestaltung

Im Zentrum der geplanten Unterrichtseinheit steht die Erarbeitung und Bewertung möglicher Rettungsmaßnahmen des gekenterten Schwefelsäuretankers „Waldhof“.

Die Berechnung von Konzentrationsangaben sowie die Darstellung von Gefahren im Umgang mit Säuren stellen verbindliche Lehrplaninhalte dar. Des Weiteren spielt die Schwefelsäure in der Chemie und in der Industrie aufgrund ihrer vielfältigen Verwendung eine besondere Rolle. Hieraus lässt sich die *Wissenschaftsrelevanz* des Themas ableiten.

Die *Schülerrelevanz* des Themas findet sich in drei Aspekten: 1. Schwefelsäure ist den Schülerinnen und Schülern Schwefelsäure als besonders gefährliche und damit interessante Säure, 2. Der Kontext des Tankerunglücks bietet sich aufgrund seiner Realitätsnähe an und sorgt für eine erhöhte Lernmotivation, 3. Den Schülerinnen und Schülern sind Schiffsunglücke bekannt und sie haben sich vielleicht schon gefragt, weshalb die Rettung solcher Frachter oft Tage dauert und öffentliche Diskussionen nach sich zieht. An dieses Vorwissen soll im Sinne des konstruktivistischen Lernens angeknüpft werden.

Die *Gesellschaftsrelevanz* zeigt sich in der Abwägung der Vor- und Nachteile der zwei vorgestellten Rettungsmaßnahmen durch die Schülerinnen und Schüler.

Voraussetzungen der Lerngruppe

Diese Unterrichtseinheit dient zur Wiederholung und Vertiefung des Fachwissens der Schülerinnen und Schüler zum Thema „Säure“. Die Lerngruppe sollte daher mit dem Thema bereits vertraut sein. Auch die Berechnung der Konzentration einer Säure sollte zuvor besprochen worden sein.

Aufbau der Unterrichtseinheit

Vor Beginn der **ersten Unterrichtsstunde** werden die Schülerinnen und Schüler in leistungsheterogene Stammgruppen eingeteilt. Anschließend wird der Selbstdiagnosebogen **M 1** zur Abfrage von inhaltlichen und methodischen Kompetenzen ausgeteilt und von den Lernenden bearbeitet. Die Bögen werden im Anschluss eingesammelt, von der Lehrkraft ausgewertet und dienen der Einteilung in Expertengruppen. Die Schülerinnen und Schüler erhalten so einen Überblick über den bereits behandelten Lernstoff und werden aufgefordert zu überlegen, welche Themen sie wiederholen bzw. vertiefen wollen. Durch das anschließende Priorisieren kann eine individuelle Förderung während der Expertenarbeitsphase im Gruppenpuzzle entstehen.

Im Anschluss wird der obere Teil von **M 2** mit einem Bild des gekenterten Frachtschiffs „Waldhof“ und dem kurzen Artikeltext via Beamer oder Dokumentenkamera im Plenum projiziert. Der Text wird laut vorgelesen und kurz dazu diskutiert, welche Probleme ein solches Unglück mit sich bringen könnte. Der Text klärt über den Unfall auf und hat auffordernden Charakter, sich mit Rettungsmaßnahmen zu beschäftigen und dem Bürgermeister eine Handlungsempfehlung zu geben. Teilen Sie nun **M 2** aus. Die Lernenden sollen in ihrer Stammgruppe das Bild beschreiben und Forscherfragen wie z. B. „Wie kann das gekenterte Schiff gerettet werden?“ formulieren. Falls verschiedene Aspekte als Frage formuliert werden, kann die Frage nach den Rettungsmaßnahmen hervorgehoben werden. Weiterführende Fragen werden notiert und am Ende der Unterrichtseinheit besprochen. Es sollen zunächst in Einzelarbeit Hypothesen aufgestellt und Möglichkeiten zur Überprüfung überlegt werden, diese dann in den Stammgruppen zusammengetragen und ausgewertet sowie später im Plenum vorgestellt, diskutiert und fokussiert werden (Think-Pair-Share). Im Unterrichtsgespräch werden die nächsten Stunden (mögliche Experimente, weitere Informationen) geplant. Zum Ende der Stunde sollten die Rettungsvorschläge, wie das Abpumpen oder das Ableiten der Säure in den Rhein, sowie Experimente zur Überprüfung, wie die Reaktion von Wasser mit der Säure, die Konzentrationsänderung des Rheinwassers oder die Reaktion von Metall mit Säure (beim Bruch des Schiffes), im Plenum besprochen werden.

Alternativ kann als Einstieg ein kurzes Video zum Unfall gezeigt werden:



<https://raabe.click/Einfuehrung-Waldhof>



<https://raabe.click/Einfuehrung-Waldhof2>

Dieses Video zeigt die gekenterte „Waldhof“. Geben Sie dazu keine Kommentare.



Dieses Video sollte etwa 1:35 Minuten gezeigt werden. Es bietet ebenfalls einen guten Einstieg, da das Ziel genannt wird, mögliche Bergungsmaßnahmen zu besprechen. Allerdings wird hier die Gefahr der Wasserstoffbildung bereits erwähnt.

In der **zweiten Stunde** erfolgt die Erarbeitungsphase in den – basierend auf den Ergebnissen der Selbstdiagnosebögen – von Ihnen als Lehrkraft vorgegebenen drei Expertengruppen (2–4 Gruppenmitglieder) „Fachkraft für Schiffsbau“, „Fachkraft für Chemie“ und „Fachkraft für Umweltanalytik“. Damit findet eine Differenzierung nach Interessen und Stärken statt.

Alternativ könnten die Schülerinnen und Schüler nach eigenem Übungsbedarf frei entscheiden, mit welchem Thema sie sich auseinandersetzen wollen.

Teilen Sie den Gruppen ihr jeweiliges Arbeitsblatt **M 3**, **M 4** oder **M 5** aus, das sie eigenständig bearbeiten. Neben dem Anwenden und Einüben von erlerntem Fachwissen, sollen die Schülerinnen und Schüler untereinander diskutieren und den Kontext mithilfe ihres Fachwissens bewerten. Zusätzlich zu den Arbeitsblättern erhalten die Gruppen versiegelte Briefumschläge mit optional verwendbaren Tippkarten (**M 6a–M 6c**) (Differenzierung nach Leistung). Schneiden Sie als Lehrkraft diese bereits im Vorfeld aus, laminieren Sie diese und legen sie die Karten pro Gruppe in Briefumschläge, die die Gruppen bei Bedarf öffnen können.

Achtung: Da die Gruppe „Fachkraft für Chemie“ mit konzentrierter Schwefelsäure hantiert, muss diese von der Lehrkraft betreut werden.

In der **dritten Stunde** bearbeiten die Stammgruppen **M 7** und **M 8**. **M 7** sichert den Austausch der Ergebnisse. Bei einer leistungsschwachen Lerngruppe kann diese Phase auch im Plenum erfolgen, sodass Probleme gemeinsam aufgegriffen werden. Die Bearbeitung von **M 8** erfolgt durch gemeinsame Überlegungen in der Stammgruppe. Es sollten Vor- und Nachteile genannt und begründet werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen dann eine Empfehlung in Form eines Texts schreiben. Hierbei sollte Wert auf eine korrekte Fachsprache gelegt werden. Da die Stammgruppen leistungsheterogen zusammengesetzt sind, sollte dies unproblematisch sein.

In der nächsten Stunde präsentieren die Schülerinnen und Schüler ihre Erklärungen. Dies kann mithilfe von Folien (**M 8** auf Folien kopieren), Dokumentenkamera oder PC geschehen, sodass die entsprechenden Empfehlungen für alle sichtbar sind. Eine Alternative wäre es, statt der Nutzung von **M 8**, ausreichend große Plakate gestalten zu lassen. Nach den Präsentationen sollte die Lehrkraft die tatsächliche Rettungsaktion kurz im Vortrag erklären. Da in der Realität beide Maßnahmen zum Einsatz kamen, gibt es keine Gruppe, welche die Situation „falsch“ bewertet hat, sodass alle eine Wertschätzung ihrer Arbeit erfahren.

In der **sechsten Stunde** kann eine Überprüfung und Metareflexion seitens der einzelnen Schülerinnen und Schüler und der Stammgruppen erfolgen. Zuerst wird **M 9** herausgegeben und in Einzelarbeit bearbeitet, anschließend in der Kleingruppe oder im Plenum besprochen. Nun sollten die Lernenden noch einmal auf ihren Selbstdiagnosebogen (**M 1**) schauen und beurteilen, welche Themen sie – aufgrund des Tests – nun beherrschen. Im Gespräch könnten auch Gründe für einen ausgebliebenen Lernfortschritt reflektiert werden.

Angebote zur Differenzierung

Die Methode des Gruppenpuzzles ist eine kooperative Unterrichtsform und bietet eine gute Möglichkeit, leistungsstarke sowie -schwache Schülerinnen und Schüler zu fördern. Die Lerngruppe wird hierbei in Kleingruppen, sog. Stammgruppen, eingeteilt. Innerhalb der Stammgruppe soll jede Schülerin und jeder Schüler eine mögliche Rettungsmaßnahme überprüfen. Die einzelnen Expertengruppen bearbeiten unterschiedlich schwierige Themen und überlegen anschließend gemeinsam, wie sie ihr Thema ihrer Stammgruppe vermitteln können. Vorteile dieses binnendifferenzierenden Arbeitens liegen darin, dass jede Schülerin bzw. jeder Schüler die Verantwortung für die Lerngruppe übernimmt und ein Zurückziehen kaum möglich ist. Während der Gruppenarbeitsphase müssen die Sachverhalte gedanklich so durchdrungen werden, dass sie im Anschluss der Stammgruppe vermittelt werden können. Während die Lernenden selbstständig in den einzelnen Expertenteams experi-



mentieren, ausprobieren und diskutieren, steht die Lehrkraft helfend zur Seite und übernimmt die Funktion des Moderators und Beraters.

In **M 6** stehen den Schülerinnen und Schüler verschiedene Tippkarten zur Verfügung, die von der Lehrkraft zunächst in versiegelten Briefumschlägen verpackt werden.

Diese Kompetenzen trainieren die Lernenden

Die Lernenden...

- ... schätzen ihren Wissensstand eigenständig ein, bearbeiten individuell wiederholende bzw. vertiefende Aufgaben und überprüfen zum Schluss ihren Erkenntniszuwachs mithilfe eines Tests (Schulung der Selbstkompetenz).
- ... beschreiben das Tankerunglück auf dem Rhein und schlagen verschiedene Rettungsmaßnahmen vor (Erkenntnisgewinnung).
- ... der Expertengruppe „Fachkraft für Chemie“ und „Fachkraft für Schiffsbau“ führen Experimente (Schwefelsäure und Wasser bzw. Schwefelsäure und Eisen) in Kleingruppen durch und formulieren die jeweiligen Reaktionsgleichungen (Erkenntnisgewinnung und Fachwissen).
- ... die Expertengruppe „Fachkraft für Umweltanalytik“ berechnet die Konzentrationsänderung des Säuregehalts im Rhein bei einem Austritt der Schwefelsäure (Fachwissen).
- ... bewerten in Stammgruppen aufgrund ihrer Beobachtungen und Ergebnisse die Realisierbarkeit der jeweiligen Rettungsmaßnahme und schreiben hierzu eine Empfehlung (Bewertung).
- ... präsentieren unter Verwendung der Fachsprache ihre Erkenntnisse den Mitschülern (Kommunikation).
- ... diskutieren im Plenum, welche Rettungsmaßnahme sie für sinnvoll halten (Bewertung).

Mediathek

Bücher

- ▶ Arndt, Barbara u. a.: Fokus Chemie Gymnasium 9. Cornelsen Verlag. Berlin 2009. S. 33
- ▶ Green, Norm; Green, Kathy: Kooperatives Lernen im Klassenraum und im Kollegium. Klett/Kallmeyer. Seelze 2011. S. 25–42
- ▶ Häusler, Karl; Pavenzinger, Werner: Unterricht Chemie – Band 1: Säuren und Basen. Aulis Verlag. Köln 2001. S. 103–110
- ▶ Parchmann, Ilka u. a.: Chemie im Kontext – Begründung und Realisierung eines Lernens in sinnstiftenden Kontexten. Praxis der Naturwissenschaften. 2001 (50). S. 3
- ▶ Parchmann, Ilka; Kaufmann, Helmuth: Kompetenzen entwickeln – Wie Bildungsstandards zu einer Chance für die Schulentwicklung werden können. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie. 2006 (17). S. 7

Weiterführende Internetseiten

- ▶ <https://www.stern.de/panorama/weltgeschehen/nach-tankerunfall-aetzende-schwefelsaeure-wird-in-den-rhein-gepumpt-3669032.html>
- ▶ <https://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/umwelt/st-goarshausen-aetzende-saeure-fliesst-nach-tankerunfall-in-den-rhein-1589702.html>

[Letzter Abruf aller Links: 21.04.2022]

Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, FoVo = Folienvorlage, Lek = Lernerfolgskontrolle, Sdb = Selbstdiagnosebogen, Sv = Schülerversuch, Tk = Tippkarten



Vorbemerkung

Die GBU zu den verschiedenen Versuchen finden Sie auf der **CD 39**.

1. Stunde



Thema: Einführung: Kentern des Säuretankers „Waldhof“

M 1 (Sdb)

Thema „Säuren“ – Was ist bereits bekannt?

M 2 (Ab/FoVo)

Das Schiffsunglück der „Waldhof“ – Welche Rettungsmaßnahmen ergeben Sinn?

Benötigt:

OH-Projektor bzw. Beamer/Whiteboard

2.–3. Stunde



Thema: Arbeiten in Expertengruppen


M 3 (Ab, Sv)

Fachkraft für Schiffsbau: Expertengruppe 1

Dauer:

Vorbereitung: 5 min, **Durchführung:** 10 min

Chemikalien:

Schwefelsäure (c = 1 mol/l) 
 Eisenspäne

Geräte:

Pipette oder Messzylinder (10 ml) Spatel Schutzhandschuhe
 Reagenzglasständer Schutzbrillen
 1 Reagenzglas


M 4 (Ab, Sv)

Fachkraft für Chemie: Expertengruppe 2

Dauer:

Vorbereitung: 5 min, **Durchführung:** 10 min

Chemikalien:

Schwefelsäure (konzentriert) 
 dest. Wasser

Geräte:

2 Bechergläser (100 ml) Schutzkittel
 1 Becherglas (25 ml) Schutzhandschuhe
 2 Thermometer Schutzbrillen
 1 Messzylinder (100 ml)



M 5 (Ab)

Fachkraft für Umweltanalytik: Expertengruppe 3

M 6a (Tk)

Tippkarten für die Expertengruppe 1 „Fachkraft für Schiffsbau“

M 6b (Tk)

Tippkarten für die Expertengruppe 2 „Fachkraft für Chemie“

M 6c (Tk)








Tippkarten für die Expertengruppe 3 „Fachkraft für Umweltanalytik“

4.–5. Stunde**Thema:** Austausch Ergebnisse der Expertengruppen**M 7 (Ab)** Ergebnissicherung der Expertengruppen**M 8 (Ab)** Eure Empfehlung für den Bürgermeister**6. Stunde****Thema:** Lernerfolgskontrolle**M 9 (Lek)** Thema „Säuren“ – Kannst du nun alles?**Minimalplan**

Ihnen steht nur wenig Zeit zur Verfügung? Dann lässt sich die Unterrichtseinheit auf zwei Stunden kürzen. Die Planung sieht dann wie folgt aus:

Material	Verlauf
1. Stunde	Auflegen von Artikel M 2 , welche ein Bild und einen Zeitungsausschnitt des gekenterten Frachtschiffs zeigt. Entwicklung von Forscherfragen, wie z. B. „Wie kann das gekenterte Schiff gerettet werden?“ Arbeitsteilige Gruppenarbeit: M 3–M 5
2. Stunde	Präsentation der Ergebnisse. Blick auf M 2 und Aufforderung, mögliche Rettungsmaßnahmen zu bewerten

Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.	
 einfaches Niveau	 mittleres Niveau	 schwieriges Niveau
 Hinweise/Tipps	 Alternative	 Selbsteinschätzung

