Technik · Wirtschaft · Umweltschutz

Herausgegeben

von

Professor Dr.-Ing. Karl J. Thomé-Kozmiensky

Technische Universität Berlin

Institut für Technischen Umweltschutz

Redaktion

Dipl.-Ing. Martina Schneider

Anzeigenverwaltung

Cornelia Avenarius

EF

EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH

Technik · Wirtschaft · Umweltschutz

Karl J. Thomé-Kozmiensky

Altlasten

Redaktion dieses Bandes

Dipl.-Ing. Martina Schneider

Dipl.-Ing. Angela Kamphoff

Ingrid Motzke

EF

EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH

Technik · Wirtschaft · Umweltschutz

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Altlasten / Karl J. Thomé-Kozmiensky (Hrsg.). —
Berlin: EF-Verlag für Energie- u. Umwelttechnik
(Technik, Wirtschaft, Umweltschutz)
NE: Thomé-Kozmiensky, Karl J. [Hrsg.]
1 (1987).
ISBN 3-924511-16-0

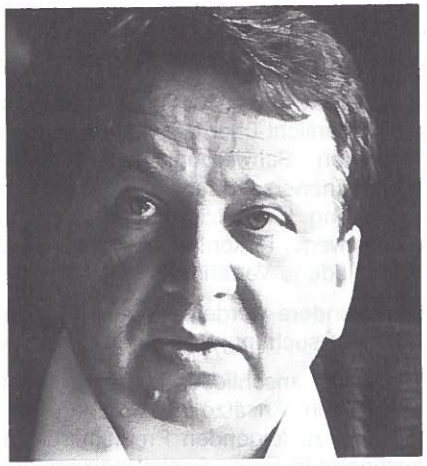
ISBN 3-924511-16-0
Copyright: Prof. Dr.-Ing. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Alle Rechte vorbehalten
Verlag: EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH
Berlin 1987
Druck: E. Mühlthaler's Buch- und Kunstdruckerei GmbH, München
Buchbinderische Verarbeitung: Conzella — Urban Meister, München

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form — durch Photokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren — reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden.
Warenzeichen: Wenn Namen, die in der Bundesrepublik Deutschland als Warenzeichen eingetragen sind, in diesem Buch ohne besondere Kennzeichnung wiedergegeben werden, so berechtigt die fehlende Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß der Name nicht geschützt ist und von jedermann verwendet werden darf.

EF

EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH

Prof. Dr.-Ing.
Karl J. Thomé-Kozmiensky



Vorwort

Altablagerungen, Altstandorte, großflächige Bodenbelastungen und Ablagerungen von Kampfmitteln können Altlasten sein oder werden. Als Altablagerungen werden stillgelegte Abfall-Lagerungen und sonstige Aufhaldungen und Verfüllungen, als Altstandorte ehemalige Betriebsflächen und stillgelegte Anlagen bezeichnet. Großflächige Bodenbelastungen können durch Schadstoffe von Immissionen, Aufbringungen, Überschwemmungen und sonstigen Einträgen verursacht worden sein.

Zunächst werden Altablagerungen und Altstandorte als Verdachtsflächen bezeichnet und nach Verifizierung des Anfangsverdachts durch Gefährdungsfeststellung und -abschätzung als Altlasten qualifiziert.

Ziel der Sanierung ist die Herstellung der Bodenqualität zum Zeitpunkt vor der Belastung. Dies ist mit den heute zur Verfügung stehenden Dekontaminations-Techniken meist noch nicht möglich.

Derzeit werden viele Sanierungstechniken entwickelt und erprobt. Diese Verfahren arbeiten in situ, on- oder off-site. Bei in situ-Maßnahmen wird der Boden nicht ausgegraben, sondern durch biologische oder hydraulische Verfahren an seinem ursprünglichen Standort gereinigt. Bei den on-site-Verfahren wird der kontaminierte Boden abgegraben und mit einer auf dem Standort befindlichen Anlage mit biologischem, thermischen oder Extraktions-Verfahren behandelt und anschließend rückverfüllt. Bei off-site-Verfahren wird der kontaminierte Boden zu einer zentralen Aufbereitungsanlage transportiert. Das Ergebnis ist im guten Fall die Entfernung der Kontamination, wobei in der Regel nur die anorganischen Bestandteile des Bodens, die dann gegebenenfalls renaturiert werden, zurückbleiben.

Häufig ist zunächst die Unterbrechung der Kontaminationswege mit bautechnischen Maßnahmen die einzige technisch realisierbare Möglichkeit. Mit derartigen Kapselungen werden die Ausbreitungswege der Kontamination nur mittelfristig unterbrochen. Diese Maßnahmen sind also keine Lösung, bedeuten aber Zeitgewinn, bis eine Möglichkeit zur Dekontaminierung gefunden ist. Der Zeitrahmen richtet sich nach der Qualität der Absperr- oder Abdichtungsmaßnahmen.

In diesem Buch wird zunächst auf 330 Seiten eine systematische Untersuchung von Prof. Dr.-Ing. Karl J. Thomé-Kozmiensky vorgelegt. Diese Einführung gibt eine Übersicht über das komplexe Feld der Altlastenbehandlung. Sie besteht aus folgenden Schwerpunkten: Definition, Umfang der Altlasten, Problematik, Vorgehensweise, Erfassung und Standortuntersuchung, Gefährdungsabschätzung, Bewertung, Klassifizierung der Sanierungstechniken, Unterbrechung der Kontaminationswege, Dekontamination mit in situ, on-site- und off-site-Maßnahmen durch verschiedene Verfahren.

Insbesondere werden zahlreiche Anbieter von technischen Verfahren vorgestellt. Die Untersuchung wird durch umfangreiche Literatur-Hinweise ergänzt.

Die daran anschließenden 44 Beiträge geben einen breiten Überblick über die derzeitigen Ansätze zur Lösung der Altlastenproblematik. Namhafte Autoren nehmen zu folgenden Problemkreisen Stellung: Konzeption zur Lösung der Altlastenproblematik, Sanierungsverfahren — biologische und chemisch-physikalische Verfahren —, Sanierungskonzepte — Deponie, Abdichtungen, Deponiegaserfassung und -verwertung sowie Sickerwassererfassung und -reinigung — und letztlich Sanierung von Altablagerungen, die als Altlasten erkannt wurden.

Dieses Buch konnte keinen auch nur annähernd vollständigen Überblick über die Problematik geben. Dies bleibt den folgenden Werken als Herausforderung. Ich bitte alle Personen, Institutionen und Firmen sehr herzlich um kritische Hinweise, Anregungen und Vorschläge.

Ich danke meinen Mitarbeitern für ihren Einsatz bei der Erstellung dieses Buches sowie den Autoren für ihre interessanten Ausführungen.

Mein besonderer Dank gilt Frau Dipl.-Ing. Martina Schneider für ihre Mitarbeit bei der inhaltlichen Gestaltung dieses Buches.

Berlin, September 1987

Prof. Dr.-Ing. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Institut für Technischen Umweltschutz
— Fachgebiet Abfallwirtschaft —

Inhaltsverzeichnis

ALTLASTEN 1

1. Einführung

Karl J. Thomé-Kozmiensky	D	Sanierung von Altlasten	1

2. Konzeptionen zur Lösung der Altlastenproblematik

Fritz Vahrenholt	D	Altlastpolitik im Lichte verschiedener Interessen — Jahrhundertaufgabe oder Aufgabe für ein Jahrhundert	331
Eberhard Meller	D	Die Bewältigung der Altlasten als Gemeinschaftsaufgabe	340
Ministerium für Umwelt u. Gesundheit Rheinland-Pfalz	D	Altenlastensanierung in Rheinland-Pfalz	351
Heinrich Schüssler	D	Altlastensanierung im Saarland ..	360

3. Sanierungsverfahren

3.1 Sondierung kontaminierter Standorte

Rainer Feld Rainer Koennecke Gerd Schmidt	D	Geophysikalische Sondierung kontaminierter Standorte	370

3.2 Biologische Verfahren

H. Kohler W. Winkelbauer	D	Verfahrenstechnische Untersuchungen zum biologischen Abbau chlorierter Kohlenwasserstoffe ...	378
Peter Werner	D	Das Karlsruher Verfahren zur aktivierten aeroben Grundwassersanierung	388

Ulrich Borchardt — D — Beseitigung von Ölschäden durch natürliche, organische Ölbindemittel 397

M. Frisch, J. Varga — H — Biologischer Abbau von ölhaltigen Abfällen 406

3.3 Chemisch-physikalische Verfahren

Herbert Binder — D — Mechanismen des Stoffübergangs und Ausspülvorgänge bei der Wäsche kontaminierter Böden ... 415

H.-J. Heimhard — D — Schadstoffseparation aus kontaminierten Böden mit Hochdruck-Bodenwaschverfahren 426

W. J. Th. van Gemert, H. J. van Veen, J. H. O. Hazewinkel — NL — Einsatz von Hydrozyklonen zur Entgiftung von kontaminiertem Baggergut 434

F. Bölsing — D — Das DCR-Verfahren 444

Rainer Leo — D — Sanierung von ölhaltigen Altlasten mit dem DCR-Verfahren 465

L. J. Gerschler — D — Behandlung von Sonderabfällen und Verwertung als Straßenbaumaterial 473

E. Gläser, E. Beitinger — D — Thermische Reinigung von kontaminierten Böden 479

J. N. Laarkamp, H. J. van Hasselt — NL — Bodensanierung durch thermische Reinigung 486

4. Sanierungskonzepte

4.1 Deponie

Johannes Bol, Manfred Stammler, H.-W. Hurtig — D — Vergleichende Bewertung von Überwachungssystemen für Deponien — Detektion und Ortung von Leckagen — 496

Holger Meseck — D — Untersuchungen zur Deponierung von Braunkohlenasche 507

Klaus Wiemer — D — Planerische und betriebstechnische Anforderungen an Hochsicherheitsdeponien 511

M. Nußbaumer — D — Technische Konzepte für die Hochsicherheitsdeponie 519

4.2 Abdichtungen

Klaus Wiemer, Jean Wiemer — D — Konsequente Dichtung und Sanierung problematischer Abfallablagerungen 526

H. Meseck, E. Gläser — D — Möglichkeiten der nachträglichen Herstellung horizontaler Dichtungssohlen bei Deponien und Altlasten 534

H.-J. Hass, R. Hitze — D — Chemikalien-beständige Einkapselung von Altlasten 543

E. Gläser, E. Beitinger — D — Kombinierte Dichtwände zur Abkapselung von Deponien 571

H. August, R. Tatzky — D — Kombinationsdichtung: Eine Schadstoffbarriere zur totalen Abdichtung von Deponien und Altlasten 579

H. L. Jessberger, J. Buderus — D — Migration von organischen Schadstoffen durch mineralische Abdichtungen 588

R. Tatzky, H. August — D — Permeationsverhalten von Kunststoffbahnen: Untersuchung des Verhaltens organischer Abfallinhaltsstoffe unter Berücksichtigung synergistischer Effekte 595

4.3 Deponiegas

H.-J. Kartenberg, E. W. Scholl — D — Sicherheitliche Grundsätze bei Bau und Betrieb von Anlagen zur Absaugung von Deponiegas 608

R. Rautenbach, H. E. Ehresmann — D — CH_4-Gewinnung aus Faulgas durch Membrantechnik 618

K.-D. Henning
E. Pilarczyk
K. Knoblauch
K.-D. Henning
M. Schäfer
K. Knoblauch — D — Vom Abfall zum Erdgas 625

K.-D. Henning
M. Schäfer
K. Knoblauch — D — Entfernung von Halogenkohlenwasserstoffen aus Deponiegasen 631

4.4 Sickerwasser

D. J. L. Forgie
P. H. Byer — CDN — Berechnung der hydraulischen Leistung eines Sickerwasserabdichtungs- und Auffangsystems 639

E. Ecker
A. Denne — D — Untersuchung zur Sickerwasserbehandlung 649

Piercarlo Comolli — I — Vorschlag für die Behandlung von Sickerwasser aus einer Deponie . 657

Leo Blomen
Ralf Schaaf — NL D — Behandlung TCDD-haltiger Sickeröle durch katalytische Hydrodechlorierung nach dem Chloroff-Verfahren 668

Egbert Schippert — D — Reinigung von CKW-verunreinigtem Wasser durch Direktadsorption an Aktivkohle oder Strippen mit Luft bei Reinigung der Luft durch Aktivkohle 674

G. Große
P. Henigin
J. Roth — D — Behandlung von Deponiesickerwasser mit der Membranfiltration 681

Jürgen T. Kettern — D — Mehrstufige Behandlungsverfahren für Sickerwasser aus Deponien .. 692

Käthe Seidel — D — Untersuchungsprogramm zur Reinigung der Sickerwässer der Deponie Kirchlengern mit Hilfe höherer Pflanzen 703

5. Sanierung von Deponien

Klaus Wolf — D — Problematik der Altlasten am Beispiel der Deponie Georgswerder . 708

Klaus Wolf — D — Sanierung der Deponie Georgswerder 719

J. Ehresmann
G. Rettenberger
O. Tabasaran — D — Das Sanierungsprogramm an der Sonderabfalldeponie Gerolsheim . 727

F. J. Gaastra — NL — Altlastensanierung in Lekkerkerk-West 734

1. Einführung

1. Definitionen

Der Begriff A l t l a s t (Contaminated Land) wurde zum ersten Mal im Umweltgutachten 1978 des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU) (3) im Zusammenhang mit umweltgefährdenden a l t e n A b l a g e r u n g e n verwendet.

In der Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung vom 7. März 1985 (2) sind die Schadstoffquellen, die Altlasten zur Folge haben können, aufgelistet. Diese sind verlassene und stillgelegte Ablagerungsplätze mit kommunalen und gewerblichen Abfällen, Aufhaldungen und Verfüllungen mit Produktionsrückständen, Bergematerial, Bauschutt, ehemalige Industriestandorte, Korrosion von Leitungssystemen, defekte Abwasserkanäle, abgelagerte Kampfstoffe oder unsachgemäße Zwischenlagerung wassergefährdender Stoffe.

Die Arbeitsgruppe "Altablagerungen und Altlasten" der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) definiert "altlastverdächtige Flächen" als Verunreinigungen von Boden und Untergrund aus früherer Zeit durch Altablagerungen, Altstandorte, großflächige Bodenbelastungen und Kampfmittel.

A l t a b l a g e r u n g e n sind stillgelegte, unzulässige oder zugelassene Abfallablagerungen sowie sonstige Aufhaldungen und Verfüllungen. Auf diesen Standorten kann durch die Einlagerung von Haushaltsabfällen oder Sonderabfällen ein breites Spektrum von Kontaminierungen vorliegen: im Regelfall sind sie organischer Art wie leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe, schwerflüchtige PCBs, polycyclische Kohlenwasserstoffe, Mineralöle und weitere aromatische Verbindungen. Bei der Ablagerung von chemischen Reaktionsprodukten können auch in Spuren Dioxine vorliegen, ebenfalls die ganze Palette der Schwermetalle und anorganischer Verbindungen wie Ammoniak, Cyan oder schwefelige Verbindungen.

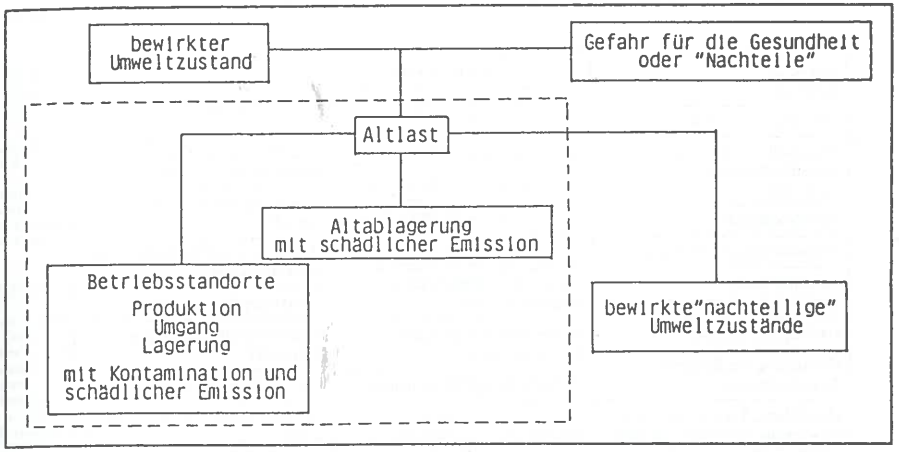


Bild 1
Definition der Altlast aus Milde (9)

A l t s t a n d o r t e sind ehemalige Betriebsflächen und/oder stillgelegte Anlagen. Die häufigsten Altstandorte sind Kokerei- und Gaswerksgelände sowie ähnliche Betriebe insbesondere der chemischen Industrie mit Verunreinigungen an aromatischen Verbindungen wie Benzole, Toluole, Phenole, Xylol, an Schwermetallen wie Cadmium, Quecksilber, Blei oder Arsen, und an anorganischen Verbindungen wie an Eisen gebundene Cyanide. Unter belasteten Industriegrundstücken sind zum Beispiel Kupferhütten mit einseitigen Belastungen mit Metallen und anorganischen Reaktionsprodukten oder Flächen der Bergbau-Zulieferindustrie mit einseitigen Belastungen mit Öl und PCB zu finden.

G r o ß f l ä c h i g e B o d e n b e l a s t u n g e n werden durch Schadstoffe, Immissionen, Aufbringungen, Überschwemmungen und sonstige Einträge verursacht. Zur Kontamination des Bodens und des Grundwassers kann es im Bereich der Landwirtschaft durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln und durch Nitrate durch Überdüngung kommen.

Tabelle 1

Altlastverdächtige Altstandorte nach Branchen (11)

Steinkohlenbergbau Gaswerke Kokereien	Herstellung von anorganischen Grundstoffen und Chemikalien	Metallverarbeitung
NE-Metallerzbergbau	Herstellung von Handelsdünger	Herstellung und Verarbeitung von Papier, Pappen und Textilien
Mineralölverarbeitung Mineralöllagerung (inkl. Altöl)	Herstellung von organischen Grundstoffen und Chemikalien	Verarbeitung von Gummi, Kunststoffen und Asbest
NE-Metallhütten	Herstellung von Kunststoffen	Erzeugung und Verarbeitung von Leder
NE-Metallumschmelzwerke	Herstellung von Farben und Lacken	Herstellung von Speiseölen und Nahrungsfetten
Metallgießereien	Herstellung von Pflanzenschutzmitteln, Schädlingsbekämpfungsmitteln usw.	Chemische Reinigungen
Oberflächenveredlung Härtung von Metallen	Herstellung von Munition und Explosivstoffen	Abfallbehandlungsanlagen, Klärwerke
Herstellung von Batterien, Akkumulatoren	Herstellung und Verarbeitung von Glas	Schrottplätze, Autowrackplätze
Herstellung, Verarbeitung und Gewinnung von Spalt- und Brutstoffen, Glühstrumpffabriken	Bearbeitung, Verarbeitung und Imprägnierung von Holz	Güterbahnhöfe, Bahnbetriebswerke
		Flugplätze
		Aufbereitungsanlagen für verbrauchte Lösemittel, Chemikalien usw.
		Tierkörperbeseitigung, Tierkörperverwertung

Ablagerungen von K a m p f m i t t e l n bestehen aus Kampfstoffen und/oder Munition.

Der Bundesverband Deutscher Geologen (BDG) hat 1987 in Bonn die Empfehlung zur Behandlung von Altlasten (1) herausgegeben. Demnach sind Altlasten Altablagerungen und Altstandorte, von denen eine Gefährdung für Mensch und Umwelt im Sinne des § 2 Abs. 1 AbfG ausgeht:

"Abfälle, die im Geltungsbereich dieses Gesetzes anfallen, sind dort zu entsorgen, soweit § 13 nichts anderes zuläßt. Sie sind so zu entsorgen, daß das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird, insbesondere nicht dadurch, daß die Gesundheit der Menschen gefährdet und ihr Wohlbefinden beeinträchtigt, Nutztiere, Vögel, Wild und Fische gefährdet, Gewässer, Boden und Nutzpflanzen schädlich beeinflußt, schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen oder Lärm herbeigeführt, die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege sowie des Städtebaus

nicht gewahrt oder sonst die öffentliche Sicherheit und Ordnung gefährdet oder zerstört werden. Die Ziele und Erfordernisse der Raumordnung und Landesplanung sind zu beachten."

Tabelle 2

Schadstoffe in Altlasten (11)

Acrylnitril	*DDT*	*Hexachlorcyclohexane*	*Teeröle*
Aldrin	*1,2-Dibromethan*	*Kresole*	*1,1,2,2-Tetrachlorethan*
Ammonium	*1,1-Dichlorethan*	*Kupfer u. Verb.*	*Tetrachlorethen*
Anthracen	*1,2-Dichlorethan*	*Methan*	*Tetrachlorkohlenstoff*
Antimon u. Verb.	*1,1-Dichlorethen*	*Mineralöl*	*Tetraethylblei*
Arsen u. Verb.	*1,2-Dichlorethen*	*Naphthalin*	*Thallium u. Verb.*
Asbest	*Dichlormethan*	*Nickel u. Verb.*	*Toluol*
Benzin	*2,4-Dichlorphenol*	*Nitrobenzol*	*1,2,4-Trichlorbenzol*
Benzo(a)pyren	*1,2-Dichlorpropan*	*PAHs*	*1,1,1-Trichlorethan*
Benzol	*2,4-Dinitrophenol*	*PCBs*	*1,1,2-Trichlorethan*
Beryllium u. Verb.	*2,4-Dinitrotoluol*	*PCNs*	*Trichlorethen*
Blei u. Verb.	*Epichlorhydrin*	*Pentachlorphenol*	*2,4,5-Trichlorphenol*
Cadmium u. Verb.	*Ethylbenzol*	*Phenol*	*Vanadin u. Verb.*
Chlorbenzol	*Fluoranthen*	*Phthalate*	*Vinylchlorid*
Chloroform	*Fluoren*	*Quecksilber u. Verb.*	*Xylole*
Chlorphenole	*Fluoride*	*Säuren/Basen*	*Zink u. Verb.*
Chrom u. Verb.	*Fluorosilicate*	*Selen u. Verb.*	
Cyanide (auch komplex)	*Hexachlorbenzol*	*2,3,7,8-TCDD*	

Eine Gefährdung für Mensch und Umwelt geht von persistenten Schadstoffen aus. Die Gruppe der persistenten Schadstoffe, das heißt im Boden nicht oder nur in langen Zeiträumen abbaubare problematische Stoffe, bildet ein zunehmendes Gefahrenpotential, weil diese Schadstoffe sich mit fortschreitendem Eintrag kontinuierlich anreichern. Zu diesen Stoffen gehören u.a. Cadmium, Blei, Quecksilber, Thallium, Kupfer, Nickel und Arsen sowie Polychlorierte Biphenyle (PCB), Hexachlorbenzol (HCB), Pentachlorphenol (PCP), Hexachlorcyclohexan und Isomere (HCH), Dimethyl-Bipyridium-Dimethylsulfat, Ethylen-Bipyridium-Dimethylsulfat, polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) einschließlich Tetrachlordibenzodioxin (TCDD) und polychlorierte Dibenzofurane (2).

Altablagerungen und Altstandorte werden zunächst als V e r d a c h t s f l ä c h e n bezeichnet und nach Verifizierung des Anfangsverdachtes zu potentiellen Gefahrenquellen. Durch Gefährdungsfeststellung und -abschätzung werden sie zur Altlast (1).

Endgültiges Ziel der Sanierung müßte die Herstellung der Bodenqualität zum Zeitpunkt vor der Belastung sein. Dazu ist die