

Beratung Kaliindustrie: Verfahren

Schwerpunkte

Verfahren

1. **Rohstoffe**
2. **Verarbeitung**
3. **Produkte**
4. **Ausgewählte Verfahren**
 - 4.1 **Heißlöseprozess, Gewinnung von KCl**
 - 4.2 **Herstellung von Natriumsulfat, Na_2SO_4**
 - 4.3 **Gewinnung von Brom, Br**

1. Rohstoffe

[nach oben](#)

1.1 Grubenförderung: bis 1200 t/h

1.2 Rohsalztypen: Mischsalze mit wechselnden Anteilen von Hartsalz und Carnallit

1.3 Rohsalzminerale:

Halit (NaCl),

Sylvin (KCl),

Carnallit ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$),

Kieserit ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$),

Kainit ($\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$),

Anhydrit (CaSO_4),

Polyhalit ($2 \text{CaSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$),

Rinneit ($\text{FeCl}_2 \cdot 3\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$),

Ton, Brom als isomorphe Vertretung des Chlors in chloridischen Mineralen.

1.4 **Gehalte:** 8-12 % K_2O ; 1,5- 14 % MgCl_2 ; 2-12 % MgSO_4

2. Verarbeitung

[nach oben](#)

2.1 Fabrik: Durchsatz bis 900 t/h, Produktionszeit ca. 320 d/a

Komplexe Ausnutzung der in unterschiedlichen Anteilen in den Rohsalztypen Hartsalz und Carnallitit enthaltenen Mineralien/Elemente zur Herstellung verschiedener Produkte.

2.2 Verfahren, allgemein: Rohsalzzerkleinerungsanlagen, Heißlösebetrieb mit Anreicherungsstufen für hochprozentige chloridische Kalisalze. Trocknungs-, Speicher- und Verladeanlagenanlagen. Rückstandsaufbereitung zur Gewinnung von Salzen und Salzlösungen für die Herstellung von technischen Salzen. Gewinnung von elementaren Brom aus Salzlösungen. Laugentiefkühlanlage.

Komplexer Einsatz von Verfahrensschritten der MTV, CVT, Wärme-/Kältetechnik in Verbindung mit der dazu erforderlichen Maschinen-, Apparate- und Anlagentechnik sowie Bereitstellung von Energie- und Hilfsstoffen.

Dazu siehe: **Verfahren** und **Masch,App, gesamt**

3. Produkte

nach oben

1.000.000 t/a KCl- Düngesalz, 96 % KCl, feinkörnig, freifließend o. granuliert,

200.000 t/a Elektrolysesalz, 98 % KCl, niedrige Mg^{2+} , Ca^{2+} -Gehalte,

150.000 t/a Natriumsulfat, 98 u. 99 % Na_2SO_4 ,

30.000 t/a Kieserit, 90 % $Mg SO_4 \cdot H_2O$,

30.000 t/a Magnesiumsulfat, kalziniert, 96 u. 98 % $MgSO_4$,

12.000 t/a Bittersalz, $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$, 48,3 % u. 48,5 %, medizinisch,

1.200 t/a Kaliumsulfat, 98,5 % K_2SO_4 und medizinisch DAB 6/7,

2.500 t/a Brom, elementar, 99,9 % Br_2 ,

sowie $MgCl_2$ - Frostschutzsole.

Verkauf der Produkte des Kalibetriebes "Werra":

5% damalige DDR

45 % in Länder des ehemaligen Ostblockstaaten einschl. China, Nordkorea, Kuba, Jugoslawien

50 % restliche Welt Hauptabnehmer Großbritannien, Irland, Brasilien, Indien, Schweden

durch den hohen Exportanteil ständiger Wettbewerb auf den Weltmärkten.

4. Ausgewählte Verfahren

nach oben

4.1 Heißlöseprozess, Gewinnung von KCl

4.2 Herstellung von Natriumsulfat, Na_2SO_4

4.3 Gewinnung von Brom, Br

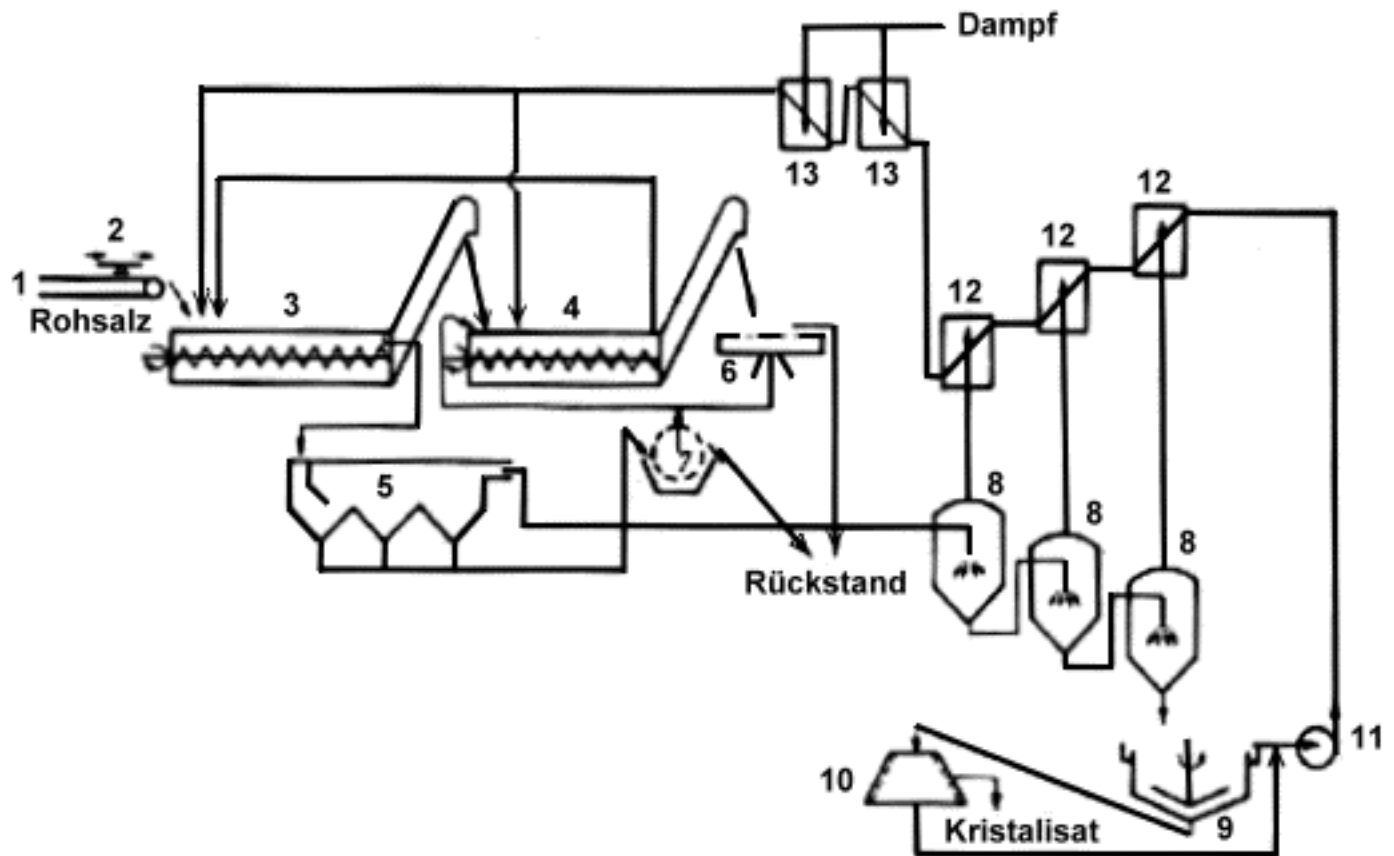
Alle Verfahrensschemata aus: Jendersie, H., Kali- und Steinsalzbergbau, Band II,

VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1969.

Die dort stark vereinfacht angeführten Schemata mit dem technischen Stand von 1968 bieten einen guten Überblick über die wesentlichen Verfahrensstufen. Sie reichen für die grundsätzliche Beschreibung in diesem Abschnitt aus, auch wenn die in der Folgezeit erreichten Weiterentwicklungen damit nicht erfasst werden.

4.1 Heißlöseprozess, Gewinnung von KCl

nach oben



Schema des Sylvinitlöseverfahrens

- | | | |
|-------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1 Rohsalzband | 6 Planfilter | 10 Kristallisatzentrifuge |
| 2 Bandwaage | 7 Trommelzellenfilter | 11 Mutterlaugenpumpe |
| 3 Löseapparat | 8 Vakuumverdampfer | 12 Kondensator |
| 4 Nachlöseapparat | 9 Eindicker | 13 Vorwärmer |
| 5 Klärapparat | | |

Wesentliche Verfahrensstufen

Kaliwerk Merkers

Rohsalzzerkleinerung (1200 t/h) in Siebhammermühlen, Umlaufmahlsysteme mit starren Sieben, angestrebte Körnung 1-3 mm, niedrige Anteile -0,5 und + 4 mm

2 Lösestraßen mit je 450 t/h Durchsatz

Beschreibung für 1 Lösestraße:

Vorwärmung der Löselösung auf 114 ° C durch Wärmerückgewinnung aus der Abkühlung der heißen Lösung (96 ° C) in der Vakuumkühlanlage und mit ca. 50 t/h Dampf, 3 bar, in Prallvorwärmern (2-flutig)

Lösen in 3 hintereinandergeschalteten Löseapparaten (je ca. 100 m³ Volumen), im 3. Löseapparat Wärmerückgewinnung aus Löserückstand

Entwässerung des Löserückstandes +0,5 mm in Abtropfbecherwerk und auf 1

Planfilter 10 m²

Kärung der heißen Lösung (ca. 900 m³ /h, 96 ° C) in Dorreindicker (20 m Ø) oder Horizontalkläranlage

Filtration des Schlammes auf 1 Scheibenfilter, 16 m²

Kühlung der Lösung (96° c) in Vakuumkühlanlage 9-stufig, 5 Stufen
Oberflächenkondensatoren mit gekühlter Löselösung, 4 Stufen
Mischkondensatoren mit Fluss- bzw. Zweitwasser auf bis zu 25° C

Trennung gekühlte Lösung/Kristallisat, 1 Dorreindicker 20 m Ø, gekühlte Lösung
200- 315g/lMgCl₂

Filtration des Kristallisates (ca.70 % KCl) auf 1 Scheibenfilter 32 m²

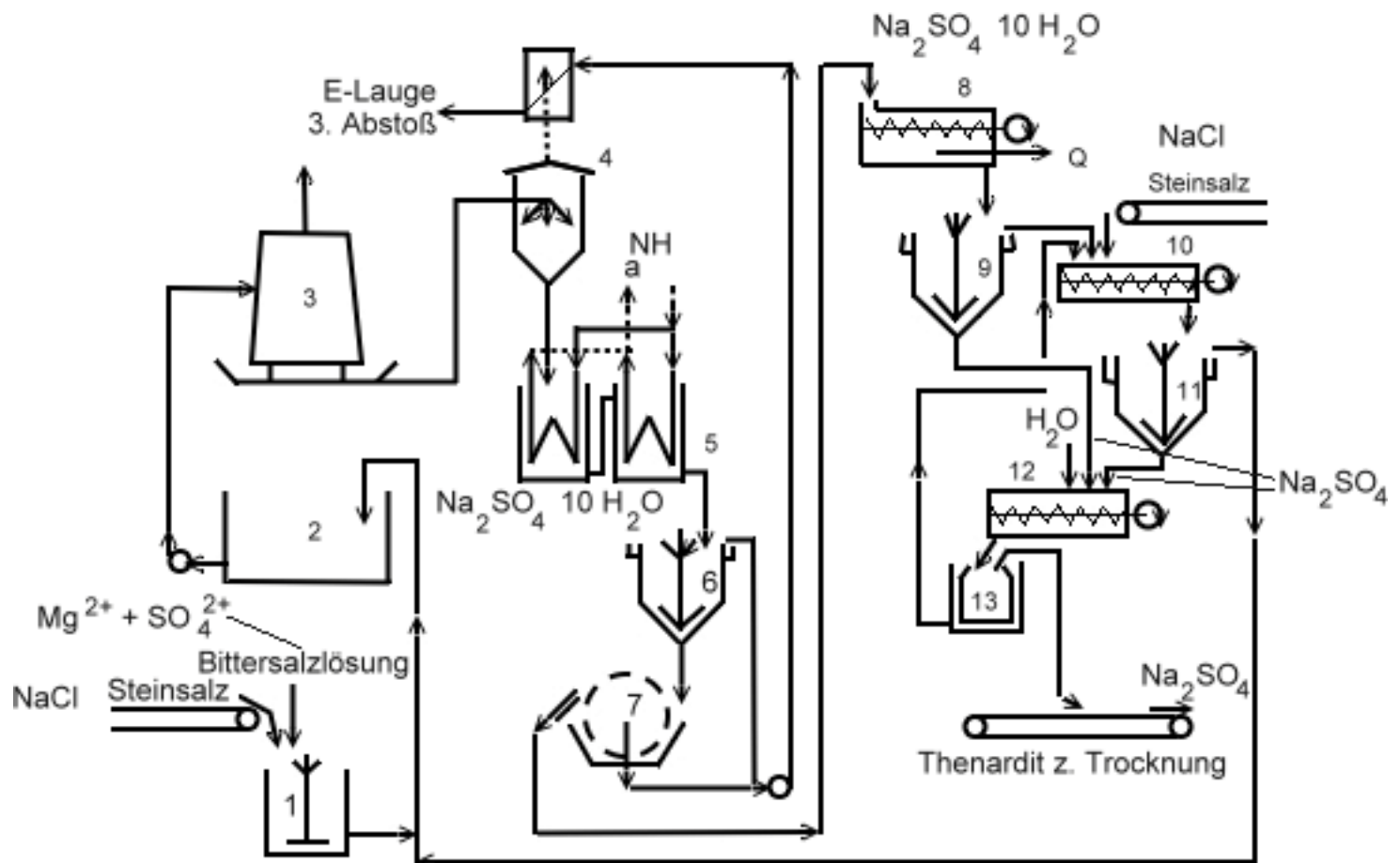
Anreicherung des Kristallisates in 2-stufigem Decklöseprozess mit Wasser auf 96 % KCl

Kristallisatentwässerung vor der Trocknung mit Schäl- (15 t/h) oder Schubzentrifugen, Voreindickung mit Filter oder Hydrozyklonen

Trocknung in Trockentrommeln (2,6 m Ø), 45 t/h, bis 7,5 Gcal/h, Kohlenstaub oder Erdgas

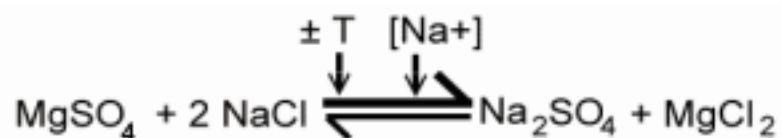
4.2 Herstellung von Natriumsulfat,
Na₂SO₄

nach oben



Schema der Na₂SO₄-Herstellung

- | | | |
|----------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 A-Laugenansatzgefäß | 6 Glaubersalzeindicker | 11 Thernaditeindicker |
| 2 A-Laugentank | 7 Glaubersalzfilter | 12 Deckmaische |
| 3 A-Laugenkühlturm | 8 Schmelztrog | 13 Thernaditzentrifuge |
| 4 A-Laugenvakuumkühlanlage | 9 Thernaditeindicker | |
| 5 Amoniakverdampfer | 10 Aussalzmaische | |



Wesentliche Verfahrensstufen (Kältemaschinenleistung bis 5 MW)

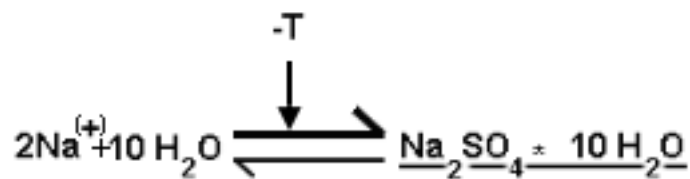
- Herstellung der NaCl/MgSO₄-Lösung aus den festen Komponenten des

Löserückstandes aus dem Heißlösebetrieb

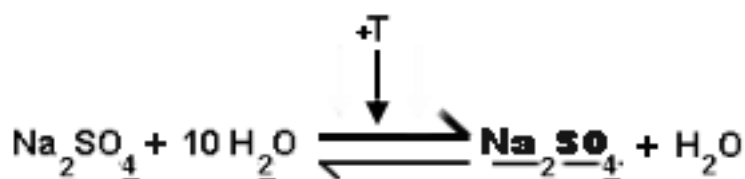
- Flotative Gewinnung von verunreinigungsarmen NaCl aus dem Schlamm des Heißlösebetriebes

- Vorkühlung der Ausgangslösung in einer Vakuumkühlanlage mit der gekühlten Lösung -

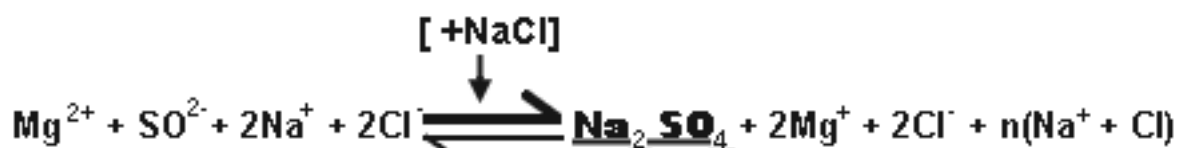
- Tiefkühlung der Ausgangslösung (-3° C) in mit Ammoniakverdampfung betriebenen Kratzkettenkühlern zur Gewinnung von Glaubersalz



- Schmelzen des Glaubersalzes in einer heißen Salzlösung



- Aussalzen von Natriumsulfat aus der Schmelzlösung mit festem NaCl

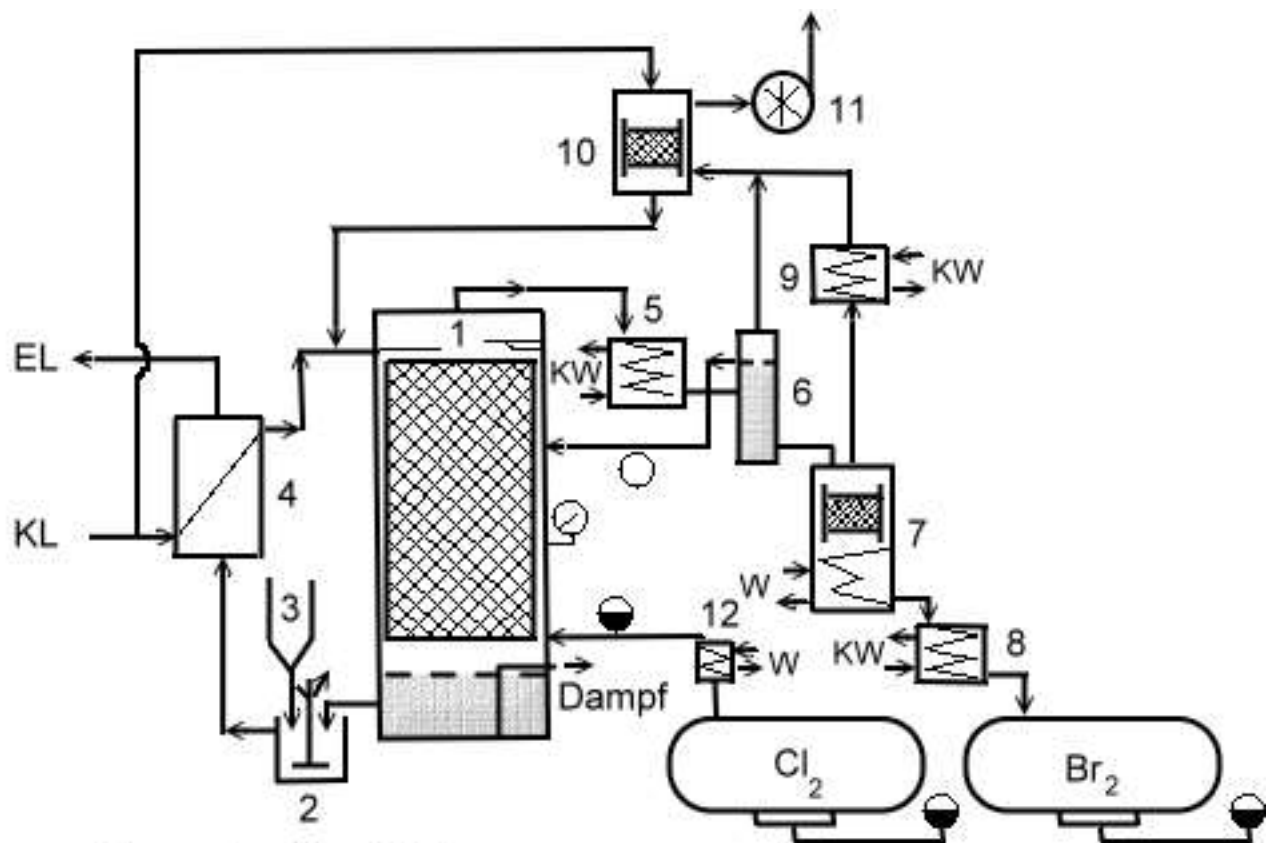


- Eindicken und Zentrifugieren des Thenardits, Na₂SO₄

- Trocknung in Trockentrommel, 30 t/h, Gasfeuerung

4.3 Gewinnung von Brom, Br

nach oben

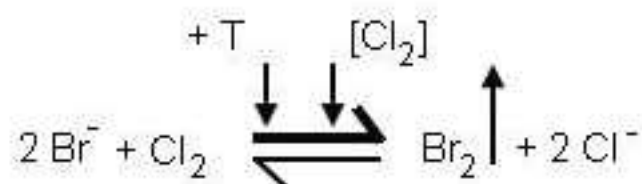


Schema einer Bromfabrik

- 1 Bromturm
- 2 Neutralisationsgefäß
- 3 Sodabehälter
- 4 Wärmetauscher
- 5 Bromkühlschlange
- 6 Sauerwasserscheideflasche
- 7 Refinationstürmchen
- 8 Bromkühlschlange
- 9 Rückflusskühler

- 10 Berieselungstürmchen
- 11 Exhaustor
- 12 Chlorverdampfer

KL = Kalte Lösung
 EL = entbromte Lösung
 Cl₂ = Chlortank
 KW = Kühlwasser
 W = Warmwasser
 Br₂ = Bromtank



Die zu entbromende Lösung wird durch Wärmerückgewinnung aus der heißen entbromten Lösung in Plattenwärmeaustauschern aus Titan vorgewärmt und in Röhrenbündelwärmetauschern mit Dampf auf 95° C erhitzt. Die Bromionen werden im Bromturm mit Chlor oxidiert und mit Wasserdampf aus der heißen Lösung ausgetrieben. Die Dämpfe kondensieren in Kühlern. Brom und bromhaltigen Wasser lassen sich infolge der unterschiedlichen Dichten der beiden Medien sehr gut trennen.

Eine anschließende Raffination des Rohbroms dient seiner Entwässerung. Der Restbromgehalt in der entbromten Lösung beträgt etwa 0,2g/l. Die entbromte Lösung wird durch die Wärmerückgewinnung gekühlt und außerdem neutralisiert .

Im Umgang mit großen Mengen der hochgefährlichen Elementen Chlor und Brom (7-8 t Brom Tagesproduktion!) ist in der Produktion, bei Lagerung und Transport größte Sorgfalt erforderlich. Weitgehender Korrosionsschutz und höchstmögliche Wärmerückgewinnung sind entscheidend für die Kosten. Apparaturen und Leitungen aus Spezialglas bieten den höchsten Korrosionsschutz.

nach oben