

LÖSEMITTEL UND LÖSLICHKEITEN

Bei der Mikrostrukturierung spielen häufig neben Ätzprozessen auch die Löslichkeiten von Stoffen eine entscheidende Rolle. Dies betrifft nicht nur die Strukturierung organischer Schichten, sondern alle nasschemischen Ätzprozesse: Neben dem chemischen Abtrag müssen die geätzten Stoffe im Ätzmedium gelöst werden.

An Lösungsvorgängen beteiligte Wechselwirkungskräfte

Ätzen und Lösen

Sowohl beim nasschemischen Ätzen wie auch beim Auflösen eines Festkörpers müssen Bindungen zwischen Atomen oder Molekülen überwunden werden. Während dies beim Ätzen im Rahmen einer chemischen Redoxreaktion mit einem Ladungsübertrag zwischen dem Ionen des Ätzmediums und den Teilchen des zu ätzenden Festkörpers geschieht, ist das Lösen ein rein physikalischer Vorgang ohne Ladungsaustausch und Aufbrechen kovalenter Bindungen.

Deshalb spielen beim Auflösen eines Festkörpers nur die Wechselwirkungskräfte eine Rolle, die nicht auf die Valenzbindungen innerhalb eines Moleküls, sondern zwischen den Molekülen des Festkörpers und dem Lösemittel wirken, wie sie in den folgenden Abschnitten erläutert und in Abb. 113 in ihrer abstandsabhängigen Größenordnung vergleichend dargestellt werden.

Ionische Wechselwirkungen

Ionen, also elektrisch geladene Atome und Moleküle finden sich nicht nur in Salzen oder Elektrolyten. In reinem Wasser ist bei Raumtemperatur durch Autoprotolyse eines von ca. 1.000.000.000 H₂O-Molekülen in Hydroxid- (OH⁻) bzw. Oxonium- (H₃O⁺) Ionen dissoziiert, in wässrigen Gemischen von organischen Lösemitteln mit saurem (z. B. Ethyllactat) oder alkalischem Charakter (z. B. NMP) kann die Konzentration an Oxonium- oder Hydroxid-Ionen um Größenordnungen darüber liegen.

Die elektrostatische Kraft zwischen Ionen fällt mit dem Quadrat deren Entfernung zueinander. Die entsprechende Wechselwirkungsenergie benachbarter Ionen, also deren Bindungsenergie beträgt typischerweise einige eV und liegt damit in der Größenordnung der kovalenten Bindungen innerhalb eines Moleküls.

Wechselwirkung zwischen permanenten elektrischen Dipolen

In polaren Molekülen bewirkt die unterschiedliche Elektronegativität der am Aufbau beteiligten Atome eine Verschiebung des Schwerpunktes der Valenzelektronenwolke des Moleküls weg vom Schwerpunkt der positiven Kernladungen, woraus ein permanenter elektrischer Dipol resultiert (Abb. 110).

In Flüssigkeiten können sich benachbarte Dipole antiparallel zueinander ausrichten, so dass zwischen dem positiven Pol des einen Dipols und dem negativen Pol des anderen eine anziehende Kraft wirkt, die mit der vierten Potenz des Abstands abnimmt. Die entsprechende Wechselwirkungsenergie benachbarter Moleküle liegt bei einigen 100 meV, im Falle von Wasserstoffbrückenbindungen bis ca. 0.5 eV was auch den hohen Siedepunkt von Wasser erklärt.

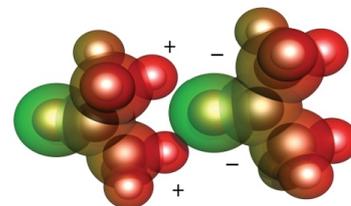


Abb. 110: Die polaren Aceton-Moleküle wechselwirken untereinander als stationäre elektrische Dipole (grün und rot markieren Bereiche negativer und positiver Ladungsdichte).

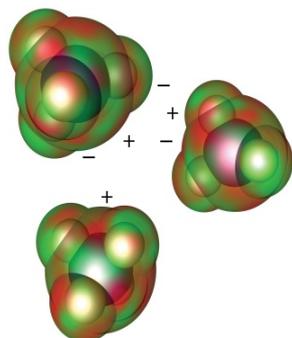
Wechselwirkung zwischen induzierten elektrischen Dipolen

In allen – auch unpolaren – Atomen und Molekülen fluktuiert ständig die Ver-

teilung der Valenzelektronendichte und erzeugt dabei temporäre elektrische Dipole. Diese induzieren über Verschiebungs- und Orientierungspolarisation in benachbarten Teilchen entgegengesetzt gerichtete Dipole (Abb. 111). Dieser Vorgang ist umso ausgeprägter, je höher deren Polarisierbarkeit, also die Verschiebbarkeit der Valenzelektronenwolke ist.

Die daraus resultierende Wechselwirkungsenergie ist selbst für benachbarte Teilchen mit < 100 meV vergleichsweise schwach, die daraus abgeleitete anziehende Kraft fällt mit der 7. Potenz des Abstands zweier Moleküle und ist damit sehr kurzreichweitig.

Abb. 111: Die unpolaren CCl₄-Moleküle wechselwirken untereinander über induzierte elektrische Dipole (grüne und rote Bereiche markieren lokale negative und positive Fluktuationen der Ladungsdichte).



Die Pauli-Abstoßung

Die in den obigen Abschnitten aufgeführten Wechselwirkungen resultieren zumindest näherungsweise in einer mit unterschiedlichen Potenzen N des reziproken Abstands ($1/R^N$) zweier Teilchen wirkenden anziehenden Kraft, die mit zunehmender Annäherung immer stärker zunimmt. Da Festkörper und Flüssigkeiten eine endliche Dichte und deren Teilchen somit einen bestimmten mittleren Abstand besitzen muss es eine abstoßende Wechselwirkung geben, die unterhalb eines bestimmten Abstands beider Teilchen einer weiteren Annäherung entgegen wirkt.

Diese Kraft stammt aus dem sog. *Lennard-Jones-Potential*, welches sich aus dem *Pauli-Prinzip* ableitet: Nähern sich zwei Teilchen einander soweit dass ihre Elektronenhüllen überlappen, müssen die Elektronen auf energetisch höhere Orbitale ausweichen um nicht verbotenerweise paarweise den gleichen quantenmechanischen Zustand zu besetzen.

Dieses Ausweichen erfordert umso mehr Energie, je mehr sich beide Teilchen annähern, entsprechend steigt dabei die abstoßende Kraft mit zunehmender Annäherung.

Gemischte Wechselwirkungen

Ebenfalls bedeutsam sind gemischte Wechselwirkungen wie die zwischen Ionen und Dipolen (welche bei der Auflösung von Salzen in polaren Lösemitteln wie Wasser eine Rolle spielen) oder zwischen permanenten und induzierten Dipolen wie sie z. B. in Lösemittelgemischen auftreten können.

Löslichkeiten: Energie und Entropie

Etwas Thermodynamik

Die Moleküle, Atome oder Ionen von Flüssigkeiten oder Festkörpern besitzen untereinander eine negative Bindungsenergie, weshalb sie bei gegebener Temperatur und gegebenem Druck nicht gasförmig sondern lose (Flüssigkeiten) oder fest (Festkörper) vorliegen. Zum Lösen dieser Stoffe muss deshalb zunächst deren Bindungsenergie überwunden werden.

Beim Lösevorgang sind zudem die im letzten Abschnitt beschriebenen Wechselwirkungen zwischen dem zu lösenden Stoff und den Teilchen des Lösemittels zu berücksichtigen. Dadurch kann beim Lösevorgang die Summe der Bindungsenergien aller beteiligten Teilchen weiter sinken (exotherme Mischungswärme).

Ein Beispiel hierfür ist die Erwärmung beim Lösen bzw. Verdünnen von KOH oder Schwefelsäure in Wasser.

Beim Lösen von z. B. Kochsalz (NaCl) in Wasser kühlt sich das Gemisch jedoch unter die Temperatur der Ausgangsstoffe ab, die Mischung verläuft endotherm, es muss also Energie zugeführt werden: Bei der Hydratierung der Na^+ - und Cl^- -Ionen durch Wassermoleküle wird weniger Energie frei, als das Lösen aus dem NaCl-Kristall erfordert (Abb. 112).

Der Grund, warum – in diesem Beispiel NaCl – trotz notwendiger Energiezufuhr wasserlöslich ist, liegt in dem gleichzeitigen Entropiezuwachs ΔS des Gesamtsystems: Gelöste Ionen haben mehr Freiheitsgrade bzgl. Ort und Geschwindigkeit und damit eine größere Entropie (Unordnung) als im Kristall gebundene Ionen.

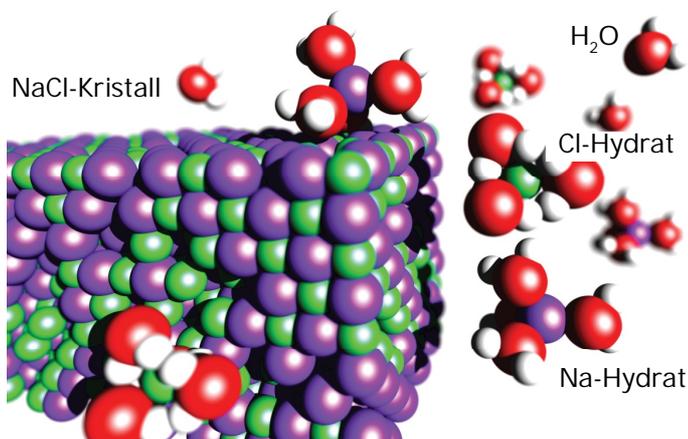


Abb. 112: Das Lösen von Kochsalz in Wasser erfordert Energie zum Aufbrechen der Bindungen. Dass dies dennoch von selbst stattfindet, liegt auch am Entropiegewinn der gelösten Ionen.

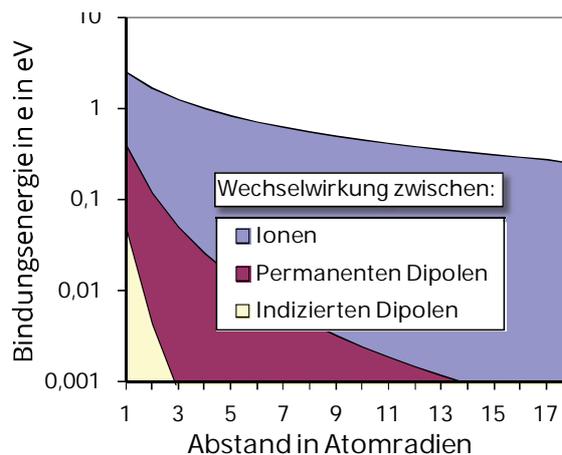


Abb. 113: Die verschiedenen Wechselwirkungskräfte zwischen Teilchen haben unterschiedliche Stärken und fallen unterschiedlich schnell mit der Entfernung ab.

Bei konstantem Volumen und Druck strebt ein abgeschlossenes System der Temperatur T danach, die freie (Mischungs-) Enthalpie $F = U - T \cdot S$ zu minimieren, d. h. eine Löslichkeit ist nur gegeben, wenn gilt: $\Delta U - T \cdot \Delta S < 0$.

Das Hansendiagramm

Die im letzten Abschnitt genannte Bedingung $\Delta U - T \cdot \Delta S < 0$ als Voraussetzung für eine hinreichende Löslichkeit zweier Stoffe (z. B. Fotolack und Lösemittel oder zweier Lösemittel untereinander) lässt sich nach Hansen aus der Art und Größe der auftretenden intermolekularen Wechselwirkungen ableiten.

Die Löslichkeit zweier Medien A und B miteinander ist um so größer, je besser die verschiedenen auftretenden Wechselwirkungsenergien von A und B jeweils übereinstimmen.

Trägt man wie in Abb. 114 gezeigt das zu lösende Medium A sowie verschiedene Lösemittel B in einem Diagramm über deren jeweiligen molaren Wechselwirkungsenergien permanenter (σ_p) und indizierter Dipolmomente (σ_D) sowie der Wasserstoffbrückenbindungsenergien (σ_H) auf, zeigen sich geeignete Lösemittel (grüne Punkte innerhalb der grünen Sphäre) nahe A und ungeeignete Lösemittel (rote Punkte) weiter entfernt davon.

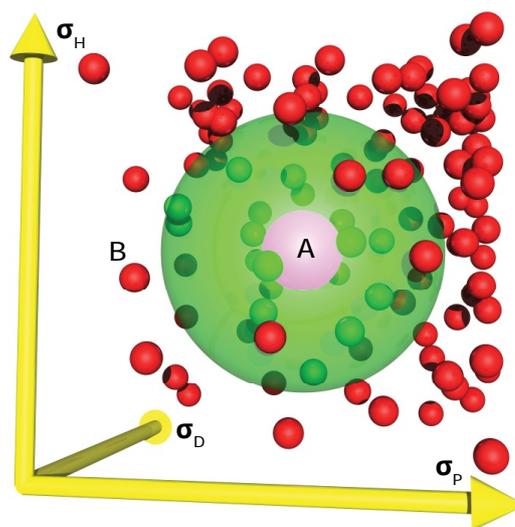


Abb. 114: Das Hansendiagramm stellt Stoffe als Punkte im durch Wechselwirkungskräfte der Moleküle aufgespannten Parameterraum dar. Miteinander gut lösliche Stoffe liegen darin nahe beieinander, schwer lösliche weiter voneinander entfernt.

Wichtige Kenngrößen organischer Lösemittel

Dampfdruck, Verdunstung und Siedepunkt

Um aus der Flüssigkeit in die Gasphase überzutreten, muss ein Atom bzw. Molekül mit seiner kinetischen (Translations-)Energie E_{kin} die Bindungsenergie E_b zu den übrigen Flüssigkeitsteilchen überwinden. Zur Erfüllung dieser Bedingung gleichzeitig für alle Moleküle in Wasser oder typischen organischen Lösemitteln wären allerdings Temperaturen von einigen 1000°C erforderlich. Bei geringeren Temperaturen (auch am Siedepunkt) erfüllt nur ein kleiner Teil der Moleküle über die Maxwell-Boltzmann-Energieverteilung (Abb. 115) die Bedingung $E_{kin} > E_b$, selbst bei zusätzlicher Einbeziehung des Energiegewinns durch Wechselwirkungen der Teilchen untereinander in der Gasphase.

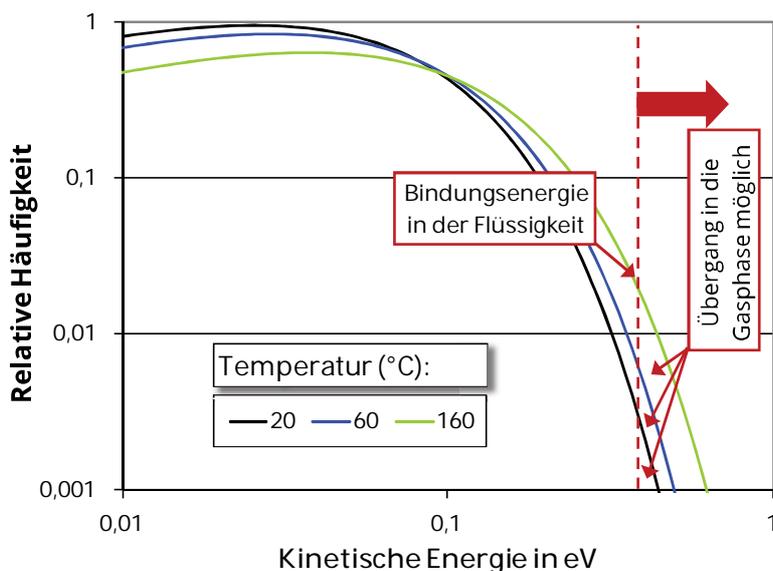


Abb. 115: Mit zunehmender Temperatur besitzt ein immer größerer Anteil der Moleküle eines fiktiven Lösemittels genug kinetische Energie, um in die Gasphase überzutreten.

Während diese Teilchenfraktion mit hoher kinetischer Energie in die Gasphase übergehen kann, besitzen die in der Flüssigkeit verbleibenden Teilchen ohne äußere Energiezufuhr eine geringere mittlere E_{kin} , was einer kleineren Temperatur entspricht (Verdunstungskühlung).

Die Teilchen in der Gasphase über der Flüssigkeit besitzen ebenfalls eine Energieverteilung, so dass die Fraktion mit $E_{kin} < E_b$ wieder in die flüssige Phase übergehen kann (Kondensation).

Der Gleichgewichtszustand beider Übergänge definiert den temperaturabhängigen Dampfdruck einer Flüssigkeit. Übersteigt dieser den Umgebungsdruck, beginnt die Flüssigkeit zu sieden. Unterhalb des so definierten Siedepunkts spricht man von Verdunstung.

Da die Dipolstärke polarer Moleküle

wie auch die Polarisierbarkeit mit der Molekülgröße zunehmen, besitzen aufgrund der damit verbundenen hohen Wechselwirkungsenergie Flüssigkeiten aus großen, polaren Molekülen wie NMP einen sehr geringen Dampfdruck und hohen Siedepunkt, während z. B. Aceton als kleines, schwach polares Molekül einen hohen Dampfdruck und geringen Siedepunkt aufweist.

MAK-Wert

Der MAK-Wert (maximale Arbeitsplatzkonzentration) ist die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis über ein Arbeitsleben im Allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt und diese nicht unangemessen belastigt. In der Regel wird der MAK-Wert als Durchschnittswert über Zeiträume bis zu einem Arbeitstag oder einer Arbeitsschicht angegeben. Auch im Rahmen der Einhaltung von MAK-Werten sollte man generell bestrebt sein, die Konzentration gesundheitsschädlicher Chemikalien in der Luft am Arbeitsplatz so gering wie möglich zu halten.

Explosionsbereich

Der Explosionsbereich ist der Konzentrationsbereich zwischen der unteren (*UEG*) und der oberen Explosionsgrenze (*OEG*). Die Werte für *UEG* und *OEG* definieren den kritischen Bereich des Brenngasgehaltes im Brenngas/Luft-Gemisch, bei denen eine selbstständige Flammenausbreitung von der Zündquelle her möglich ist. Der untere Explosionsbereich kann wie im Falle von Benzin unter 1 % liegen, der obere Explosionsbereich vieler organischer Lösemittel liegt bei einigen 10 %.

Flammpunkt

Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur, bei der sich bei Normaldruck unter den bei der Prüfmethode angegebenen Bedingungen aus einer Flüssigkeit Dämpfe in einer solchen Menge entwickeln, dass sich oberhalb der Flüssigkeit ein durch Fremdzündung entflammbares Dampf-Luft-Gemisch bilden kann. Viele organische Lösemittel – darunter Methanol, Ethanol, Isopropanol und Aceton – besitzen Flammpunkte < 20°C, bilden also bereits bei Raumtemperatur mit Luft brennbare bzw. explosionsfähige Gasgemische.

Zündtemperatur

Die Zündtemperatur stellt ein Maß für die Selbstentzündlichkeit, also die Entzündung ohne äußere Zündquelle dar. Die Zündtemperatur ist die niedrigste Temperatur, bei der sich die Prüfsubstanz im Gemisch mit Luft unter den im Prüfverfahren definierten Bedingungen entzündet. Die Zündtemperatur vieler organischer Lösemittel liegt oberhalb von 200°C.

Kenngößen ausgewählter organischer Lösemittel im Vergleich

	ρ (g/cm ³)	T_s (°C)	P_s (hPa)	T_F (°C)	T_Z (°C)	D_E (10 ⁻³⁰ C·m)	α (10 ⁻⁴⁰ m ² As/V)	UEG (% _{vol})	OEG (% _{vol})
Aceton	0,79	56	246	-18	527	9,6	6,4	2,2	14,3
Isopropanol	0,78	82	43	12	425	5,5	7,9	1,9	13,4
MEK	0,81	80	105	-7,5	475	9,2	9,1	1,5	12,6
Methanol	0,79	65	129	9	440	5,7	3,6	6	50
Ethanol	0,79	78	58	12	400	5,8	5,7	3,1	27,7
PGMEA	0,97	149	3,1	45	315		14,6	1,5	7
Ethyllactat	1,03	154	1,6	46	400		12,6	1,5	11,4
Ethylacetat	0,89	77	98	-4	470	6,3	9,9	2	12,8
Butylacetat	0,88	127	10,7	27	390		13,9	1,2	7,5
MIBK	0,80	116	18,8	14	475		13,2	1,2	8
NMP	1,03	203	0,32	86	265	4,1	11,8	1,5	9,5
DMSO	1,1	189	0,06	88	270	13	8,9	1,8	n. d.

Tab. 5: Die Kenngößen Dichte (ρ), Siedepunkt (T_s), Dampfdruck bei 20°C (P_s), Flammpunkt (T_F), Zündtemperatur (T_Z), elektrisches Molekül-Dipolmoment (D_E), statische Polarisierbarkeit (α), untere (UEG) und obere Explosionsgrenze (OEG) ausgewählter organischer Lösemittel aus unserem Portfolio.

Unsere Fotolacke: Anwendungsbereiche und Kompatibilitäten

Anwendungsbereiche ¹		Lackserie	Fotolacke	Schichtdicke ²	Empfohlene Entwickler ³	Empfohlene Remover ⁴
Positiv	Hohe Haftung für nasschemisches Ätzen, kein Fokus auf senkrechte Lackflanken	AZ [®] 1500	AZ [®] 1505 AZ [®] 1512 HS AZ [®] 1514 H AZ [®] 1518	≈ 0,5 µm ≈ 1,0 - 1,5 µm ≈ 1,2 - 2,0 µm ≈ 1,5 - 2,5 µm	AZ [®] 351B, AZ [®] 326 MIF, AZ [®] 726 MIF, AZ [®] Developer	AZ [®] 100 Remover TechniStrip [®] P1316 TechniStrip [®] P 1331
		AZ [®] 4500	AZ [®] 4533 AZ [®] 4562	≈ 3 - 5 µm ≈ 5 - 10 µm	AZ [®] 400K, AZ [®] 326 MIF, AZ [®] 726 MIF, AZ [®] 826 MIF	
		AZ [®] P4000	AZ [®] P4110 AZ [®] P4330 AZ [®] P4620 AZ [®] P4903	≈ 1 - 2 µm ≈ 3 - 5 µm ≈ 6 - 20 µm ≈ 10 - 30 µm	AZ [®] 400K, AZ [®] 326 MIF, AZ [®] 726 MIF, AZ [®] 826 MIF	
		AZ [®] PL 177	AZ [®] PL 177	≈ 3 - 8 µm	AZ [®] 351B, AZ [®] 400K, AZ [®] 326 MIF, AZ [®] 726 MIF, AZ [®] 826 MIF	
	Sprühbelackung	AZ [®] 4999		≈ 1 - 15 µm	AZ [®] 400K, AZ [®] 326 MIF, AZ [®] 726 MIF, AZ [®] 826 MIF	
	Tauchbelackung	MC Dip Coating Resist		≈ 2 - 15 µm	AZ [®] 351B, AZ [®] 400K, AZ [®] 326 MIF, AZ [®] 726 MIF, AZ [®] 826 MIF	
	Steile Flanken, hohe Auflösung und großes Aspektverhältnis für z. B. Trockenätzen und Galvanik	AZ [®] ECI 3000	AZ [®] ECI 3007 AZ [®] ECI 3012 AZ [®] ECI 3027	≈ 0,7 µm ≈ 1,0 - 1,5 µm ≈ 2 - 4 µm	AZ [®] 351B, AZ [®] 326 MIF, AZ [®] 726 MIF, AZ [®] Developer	
		AZ [®] 9200	AZ [®] 9245 AZ [®] 9260	≈ 3 - 6 µm ≈ 5 - 20 µm	AZ [®] 400K, AZ [®] 326 MIF, AZ [®] 726 MIF	
Hoher Erweichungspunkt und hochauflösend für z. B. Trockenätzen	AZ [®] 701 MiR	AZ [®] 701 MiR (14 cPs) AZ [®] 701 MiR (29 cPs)	≈ 0,8 µm ≈ 2 - 3 µm	AZ [®] 351B, AZ [®] 326 MIF, AZ [®] 726 MIF, AZ [®] Developer		
Positiv (chem. verstärkt)	Steile Flanken, hohe Auflösung und großes Aspektverhältnis für z. B. Trockenätzen und Galvanik	AZ [®] XT	AZ [®] 12 XT-20PL-05 AZ [®] 12 XT-20PL-10 AZ [®] 12 XT-20PL-20 AZ [®] 40 XT	≈ 3 - 5 µm ≈ 6 - 10 µm ≈ 10 - 30 µm ≈ 15 - 50 µm	AZ [®] 400K, AZ [®] 326 MIF, AZ [®] 726 MIF	AZ [®] 100 Remover TechniStrip [®] P1316 TechniStrip [®] P1331
		AZ [®] IPS 6050		≈ 20 - 100 µm		
Image reversal	Hoher Erweichungspunkt und unterschrittene Lackprofile für Lift-off	AZ [®] 5200	AZ [®] 5209 AZ [®] 5214	≈ 1 µm ≈ 1 - 2 µm	AZ [®] 351B, AZ [®] 326 MIF, AZ [®] 726 MIF	TechniStrip [®] Micro D2 TechniStrip [®] P1316 TechniStrip [®] P1331
		TI	TI 35ESX TI xLift-X	≈ 3 - 4 µm ≈ 4 - 8 µm		
Negativ (quervernetzend)	Unterschnittene Lackprofile und dank Quervernetzung kein thermisches Erweichen für Lift-off	AZ [®] nLOF 2000	AZ [®] nLOF 2020 AZ [®] nLOF 2035 AZ [®] nLOF 2070	≈ 1,5 - 3 µm ≈ 3 - 5 µm ≈ 6 - 15 µm	AZ [®] 326 MIF, AZ [®] 726 MIF, AZ [®] 826 MIF	TechniStrip [®] NI555 TechniStrip [®] NF52 TechniStrip [™] MLO 07
		AZ [®] nLOF 5500	AZ [®] nLOF 5510	≈ 0,7 - 1,5 µm		
	Hohe Haftung, steile Lackflanken und große Aspektverhältnisse für z. B. Trockenätzen und Galvanik	AZ [®] nXT	AZ [®] 15 nXT (115 cPs) AZ [®] 15 nXT (450 cPs)	≈ 2 - 3 µm ≈ 5 - 20 µm	AZ [®] 326 MIF, AZ [®] 726 MIF, AZ [®] 826 MIF	
AZ [®] 125 nXT			≈ 20 - 100 µm	AZ [®] 326 MIF, AZ [®] 726 MIF, AZ [®] 826 MIF		

¹ Theoretisch können alle Lacke für nahezu alle Anwendungen eingesetzt werden. Mit dem Anwendungsbereich sind hier die besonderen Eignungen der jeweiligen Lacke gemeint.
² Mit Standardequipment unter Standardbedingungen erzielbare und prozessierbare Lackeschichtdicke. Manche Lacke können für geringere Schichtdicken verdünnt werden, mit entsprechendem Mehraufwand sind auch dickere Lackeschichten erziel- und prozessierbar.
³ Metallionenfremde (MIF-) Entwickler sind deutlich teurer und dann sinnvoll, wenn metallionenfremde entwickelt werden muss.

Unsere Entwickler: Anwendungsbereiche und Kompatibilitäten

Anorganische Entwickler

(typischer Bedarf bei Standard-Prozessen: ca. 20 L Entwickler je L Fotolack)

AZ[®] Developer basiert auf Na-Phosphat und Na-Metasilikat, ist auf minimalen Aluminiumabtrag optimiert und wird 1 : 1 verdünnt in DI-Wasser für hohen Kontrast bis unverdünnt für hohe Entwicklungsraten eingesetzt. Der Dunkelabtrag ist verglichen mit anderen Entwicklern etwas höher.

AZ[®] 351B basiert auf gepufferter NaOH und wird üblicherweise 1 : 4 mit Wasser verdünnt angewandt, für Dicklacke auf Kosten des Kontrasts bis ca. 1 : 3

AZ[®] 400K basiert auf gepufferter KOH und wird üblicherweise 1 : 4 mit Wasser verdünnt angewandt, für Dicklacke auf Kosten des Kontrasts bis ca. 1 : 3

AZ[®] 303 speziell für den AZ[®] 111 XFS Fotolack basiert auf KOH / NaOH und wird üblicherweise 1 : 3 - 1 : 7 mit Wasser verdünnt angewandt, je nach Anforderung an Entwicklungsrate und Kontrast.

Metallionenfremde Entwickler (TMAH-basiert)

(typischer Bedarf bei Standard-Prozessen: ca. 5 - 10 L Entwicklerkonzentrat je L Fotolack)

AZ[®] 326 MIF ist eine 2.38 %ige wässrige TMAH- (TetraMethylAmmoniumHydroxid) Lösung.

AZ[®] 726 MIF ist 2.38 % TMAH in Wasser, mit zusätzlichen Netzmitteln zur raschen und homogenen Benetzung des Substrates z. B. für die Puddle-Entwicklung.

AZ® 826 MIF ist 2.38 % TMAH in Wasser, mit zusätzlichen Netzmitteln zur raschen und homogenen Benetzung des Substrates z. B. für die Puddle-Entwicklung und weiteren Additiven zur Entfernung schwer löslicher Lackbestandteile (Rückstände bei bestimmten Lackfamilien), allerdings auf Kosten eines etwas höheren Dunkelabtrags.

Unsere Remover: Anwendungsbereiche und Kompatibilitäten

AZ® 100 Remover ist ein Amin-Lösemittel Gemisch und Standard-Remover für AZ® und TI Fotolacke. Zur Verbesserung seiner Performance kann AZ® 100 Remover auf 60 - 80°C erhitzt werden. Da der AZ® 100 Remover mit Wasser stark alkalisch reagiert eignet er sich für diesbezüglich empfindliche Substratmaterialien wie z. B. Cu, Al oder ITO nur wenn eine Kontamination mit Wasser ausgeschlossen werden kann.

TechniStrip® P1316 ist ein Remover mit sehr starker Lösekraft für Novolak-basierte Lacke (u. a. alle AZ® Positivlacke), Epoxy-basierte Lacke, Polyimide und Trockenfilme. Bei typischen Anwendungstemperaturen um 75°C kann TechniStrip® P1316 auch z. B. durch Trockenätzen oder Ionenimplantation stärker quervernetzte Lacke rückstandsfrei auflösen. TechniStrip® P1316 kann auch im Sprühverfahren eingesetzt werden. Nicht kompatibel mit Au oder GaAs.

TechniStrip® P1331 ist im Falle alkalisch empfindlicher Materialien eine Alternative zum TechniStrip® P1316. Nicht kompatibel mit Au oder GaAs.

TechniStrip® NI555 ist ein Stripper mit sehr starker Lösekraft für Novolak-basierte Negativlacke wie dem AZ® 15 nXT und der AZ® nLOF 2000 Serie und sehr dicke Positivlacken wie dem AZ® 40 XT. TechniStrip® NI555 wurde dafür entwickelt, auch quervernetzte Lacke nicht nur abzulösen, sondern rückstandsfrei aufzulösen. Dadurch werden Verunreinigungen des Beckens und Filter durch Lackpartikel und -häutchen verhindert, wie sie bei Standard-Strippern auftreten können. Nicht kompatibel mit GaAs.

TechniClean™ CA25 ist ein Remover für post etch residue (PER) removal. Äußerst effizient beim selektiven Entfernen organo-metallischer Oxide von Al, Cu, Ti, TiN, W und Ni.

TechniStrip™ NF52 ist ein Sehr effizienter Remover für Negativlacke (Flüssiglacke als auch Trockenfilme). Durch seine Zusammensetzung und speziellen Additive kompatibel mit Metallen üblicherweise eingesetzt für BEOL interconnects oder WLP bumping.

TechniStrip™ Micro D2 ist ein Vielseitig einsetzbarer Stripper für Lift-off Prozesse oder generell dem Auflösen von Positiv- und Negativlacken. Seine Zusammensetzung zielt auf eine verbesserte Kompatibilität zu vielen Metallen sowie III/V Halbleitern.

TechniStrip™ MLO 07 Hoch-effizienter Remover für Positiv- und Negativlacke eingesetzt in den Bereichen IR, III/V, MEMS, Photonic, TSV mask und solder bumping. Kompatibel zu Cu, Al, Sn/Ag, Alumina und einer Vielzahl organischer Substrate.

Unsere Wafer und ihre Spezifikationen

Silicium-, Quarz-, Quarzglas und Glaswafer

Silicium-Wafer werden aus über das Czochralski- (CZ-) oder Floatzone- (FZ-) Verfahren hergestellten Einkristallen gefertigt. Die deutlich teureren FZ-Wafer sind in erster Linie dann sinnvoll, wenn sehr hochohmige Wafer (> 100 Ohm cm) gefordert werden welche über das CZ-Verfahren nicht machbar sind.

Quarzwafer bestehen aus einkristallinem SiO₂, Hauptkriterium ist hier die Kristallorientierung bzgl. der Waferoberfläche (z. B. X-, Y-, Z-, AT- oder ST-Cut)

Quarzglaswafer bestehen aus amorphem SiO₂. Sog. JGS2-Wafer sind im Bereich von ca. 280 - 2000 nm Wellenlänge weitgehend transparent, die teureren JGS1-Wafer bei ca. 220 - 1100 nm.

Unsere Glaswafer bestehen wenn nicht anders angegeben aus im Floatverfahren hergestelltem Borosilikatglas.

Spezifikationen

Für alle Wafer relevant sind Durchmesser, Dicke und Oberfläche (1- oder 2-seitig poliert). Bei Quarzglaswafern ist die Frage nach dem Material (JGS1 oder JGS2) zu klären, bei Quarzwafern die Kristallorientierung. Bei Silicium-Wafern gibt es neben der Kristallorientierung (<100> oder <111>) die Parameter Dotierung (n- oder p-Typ) sowie die elektrische Leitfähigkeit (in Ohm cm)

Prime- Test- und Dummy-Wafer

Bei Silicium-Wafern gibt neben dem üblichen „Prime-grade“ auch „Test-grade“ Wafer, die sich meist nur in einer etwas breiteren Partikelspezifikation von Prime-Wafern unterscheiden. „Dummy-Wafern“ erfüllen aus unterschiedlichen Gründen (z. B. sehr breite oder fehlenden Spezifizierung bestimmter Parameter, evtl. auch Reclaim-Wafer und solche völlig ohne Partikelspezifikation) weder Prime- noch Test-grade, können jedoch für z. B. Belackungstests oder das Einfahren von Equipment eine sehr preiswerte Alternative sein.

Unsere Silicium-, Quarz-, Quarzglas und Glaswafer

Eine ständig aktualisierte Liste der aktuell verfügbaren Wafer finden Sie hier:

☞ www.microchemicals.com/de/produkte/wafer/waferlist.html

Weitere Produkte aus unserem Portfolio

Galvanik

Elektrolyte und Hilfsstoffe für die elektrochemische Abscheidung von z. B. Gold, Kupfer, Nickel, Zinn oder Palladium: ☞ www.microchemicals.com/de/produkte/galvanik.html

Lösemittel (MOS, VLSI, ULSI)

Aceton, Isopropanol, MEK, DMSO, Cyclopentanon, Butylacetat, u. a.

☞ www.microchemicals.com/de/produkte/loesungsmittel.html

Säuren und Basen (MOS, VLSI, ULSI)

Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, KOH, TMAH, u. a.

☞ www.microchemicals.com/de/produkte/saeuren_basen.html

Ätzmischungen

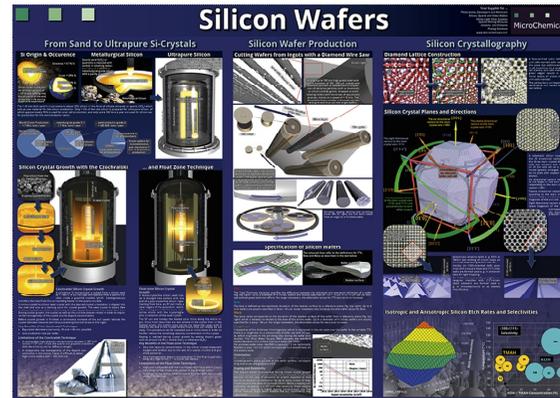
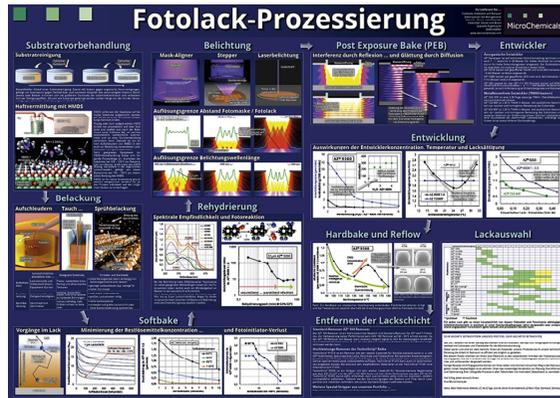
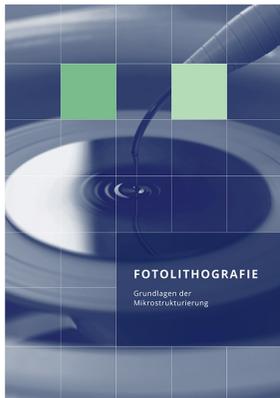
Für z. B. Chrom, Gold, Silicium, Kupfer, Titan, Titan / Wolfram u. a.

☞ www.microchemicals.com/de/produkte/aetzmischungen.html

Weiterführende Informationen

Technische Datenblätter: www.microchemicals.com/de/downloads/technische_datenblaetter/fotolacke.html
Sicherheitsdatenblätter: www.microchemicals.com/de/downloads/sicherheitsdatenblaetter/sicherheitsdatenblaetter.html

Unsere Lithografiebücher und -Poster



Wir sehen es als unsere Aufgabe, Ihnen möglichst alle Aspekte der Mikrostrukturierung anwendungsorientiert verständlich zu machen.

Diesen Anspruch umgesetzt haben wir derzeit mit unserem Buch **Fotolithografie** auf über 200 Seiten, sowie ansprechend gestalteten DIN A0 **Postern** für Ihr Büro oder Labor.

Beides senden wir Ihnen als unser Kunde gerne gratis zu (ggfalls. berechnen wir für außereuropäische Lieferungen Versandkosten):

www.microchemicals.com/de/downloads/broschueren.html

www.microchemicals.com/de/downloads/poster.html

Vielen Dank für Ihr Interesse!

Gewährleistungs- und Haftungsausschluss & Markenrechte

Alle in diesem Dokument enthaltenen Informationen, Prozessbeschreibungen, Rezepturen etc. sind nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt. Dennoch können wir keine Gewähr für die Korrektheit der Angaben übernehmen. Insbesondere bezüglich der Rezepturen für chemische (Ätz-)Prozesse übernehmen wir keine Gewährleistung für die korrekte Angabe der Bestandteile, der Mischverhältnisse, der Herstellung der Ansätze und deren Anwendung. Die sichere Reihenfolge des Mischens von Bestandteilen einer Rezeptur entspricht üblicherweise nicht der Reihenfolge ihrer Auflistung.

Wir garantieren nicht für die vollständige Angabe von Hinweisen auf (u. a. gesundheitliche, arbeitssicherheitstechnische) Gefahren, die sich bei Herstellung und Anwendung der Rezepturen und Prozesse ergeben. Die Angaben in diesem Buch basieren im Übrigen auf unseren derzeitigen Erkenntnissen und Erfahrungen. Sie befreien den Verwender wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei Verarbeitung und Anwendung unserer Produkte nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen. Eine Garantie bestimmter Eigenschaften oder die Eignung für einen konkreten Einsatzzweck kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Grundsätzlich ist jeder Mitarbeiter dazu angehalten, sich im Zweifelsfall in geeigneter Fachliteratur über die angedachten Prozesse vorab ausreichend zu informieren, um Schäden an Personen und Equipment auszuschließen. Alle hier vorliegenden Beschreibungen, Darstellungen, Daten, Verhältnisse, Gewichte, etc. können sich ohne Vorankündigung ändern und stellen nicht eine vertraglich vereinbarte Produktbeschaffenheit dar. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Rechtsvorschriften sind vom Verwender unserer Produkte in eigener Verantwortung zu beachten.

Merck, Merck Performance Materials, AZ, the AZ logo, and the vibrant M are trademarks of Merck KGaA, Darmstadt, Germany

MicroChemicals GmbH
Nicolaius-Otto-Str. 39
89079, Ulm
Germany

Fon: +49 (0)731 977 343 0
Fax: +49 (0)731 977 343 29
e-Mail: info@microchemicals.net
Internet: www.microchemicals.net