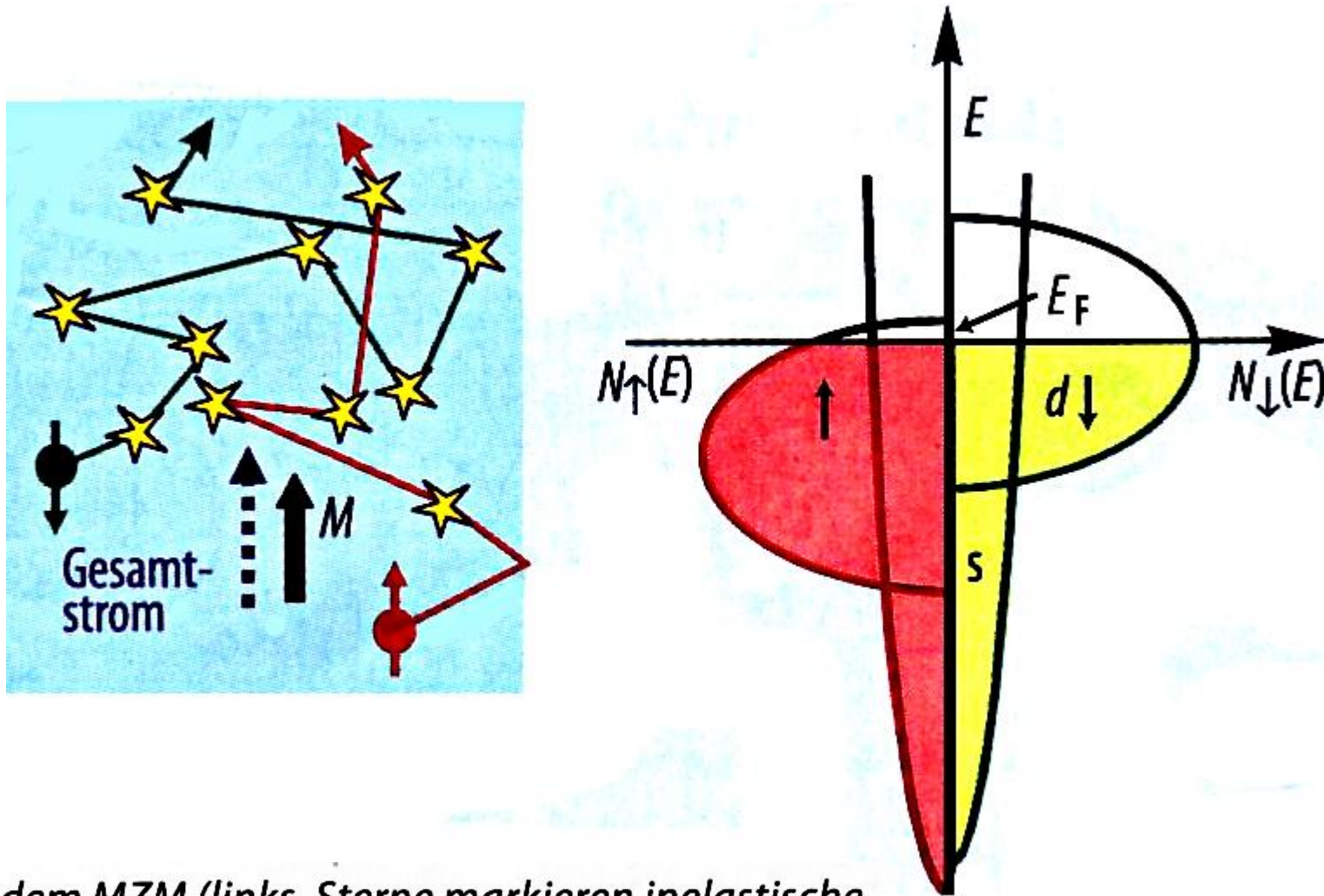


**Abb. 1** Die hier betrachteten Strukturen bestehen aus mindestens zwei ferromagnetischen Schichten mit einer typischen Dicke von rund 10 nm, die durch eine nichtferromagnetische, etwa 1 nm dicke Zwischenschicht getrennt sind.

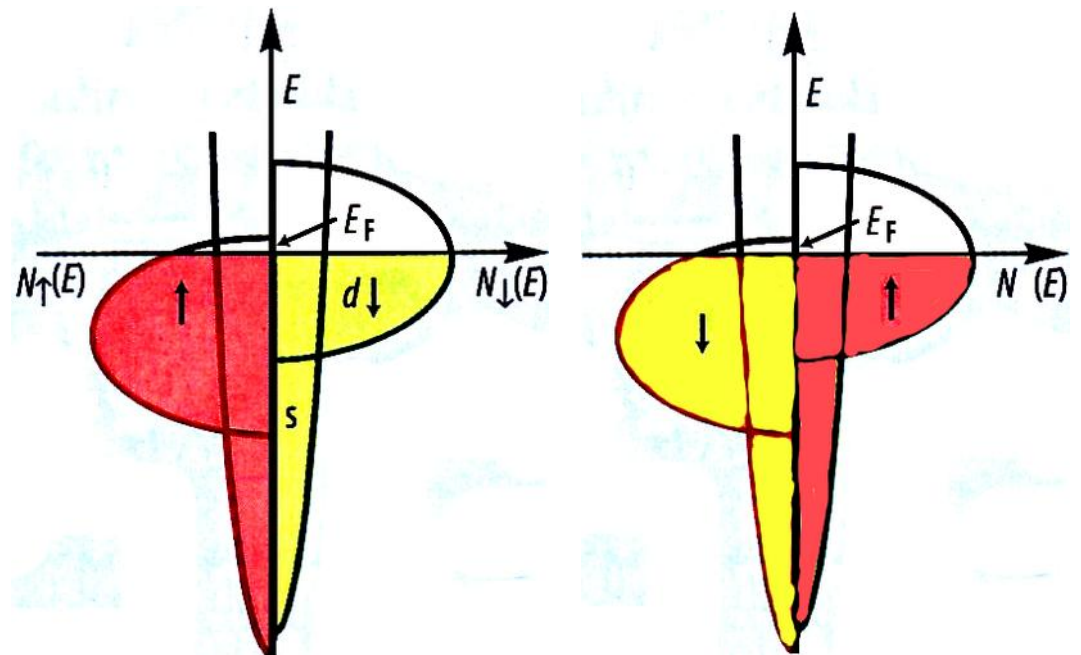
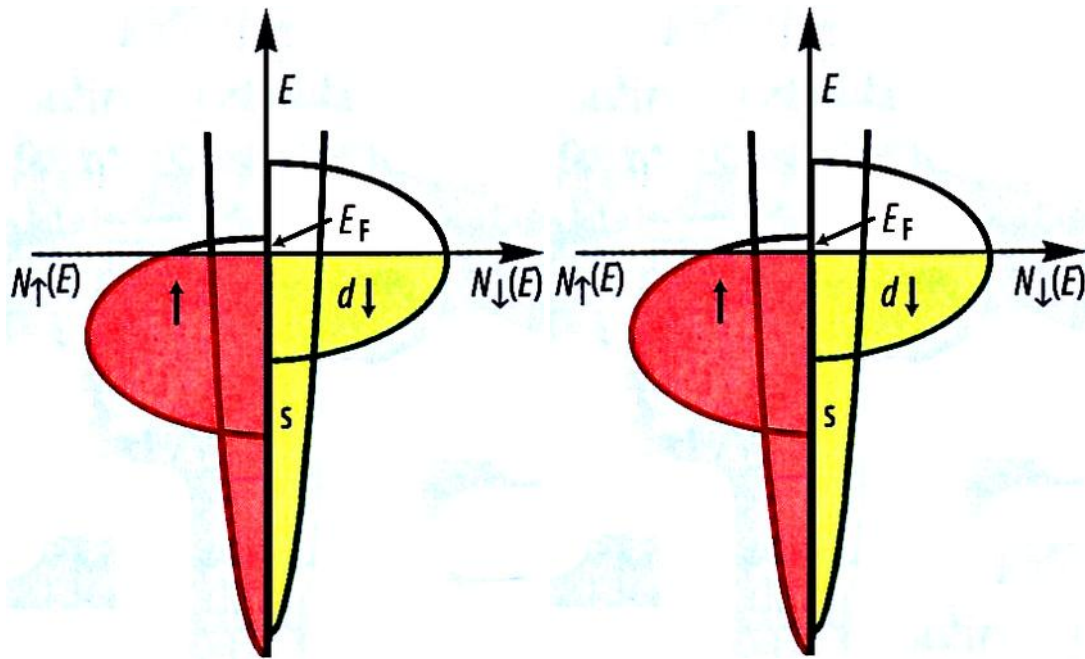
# Mott'sches Zweistrommodell

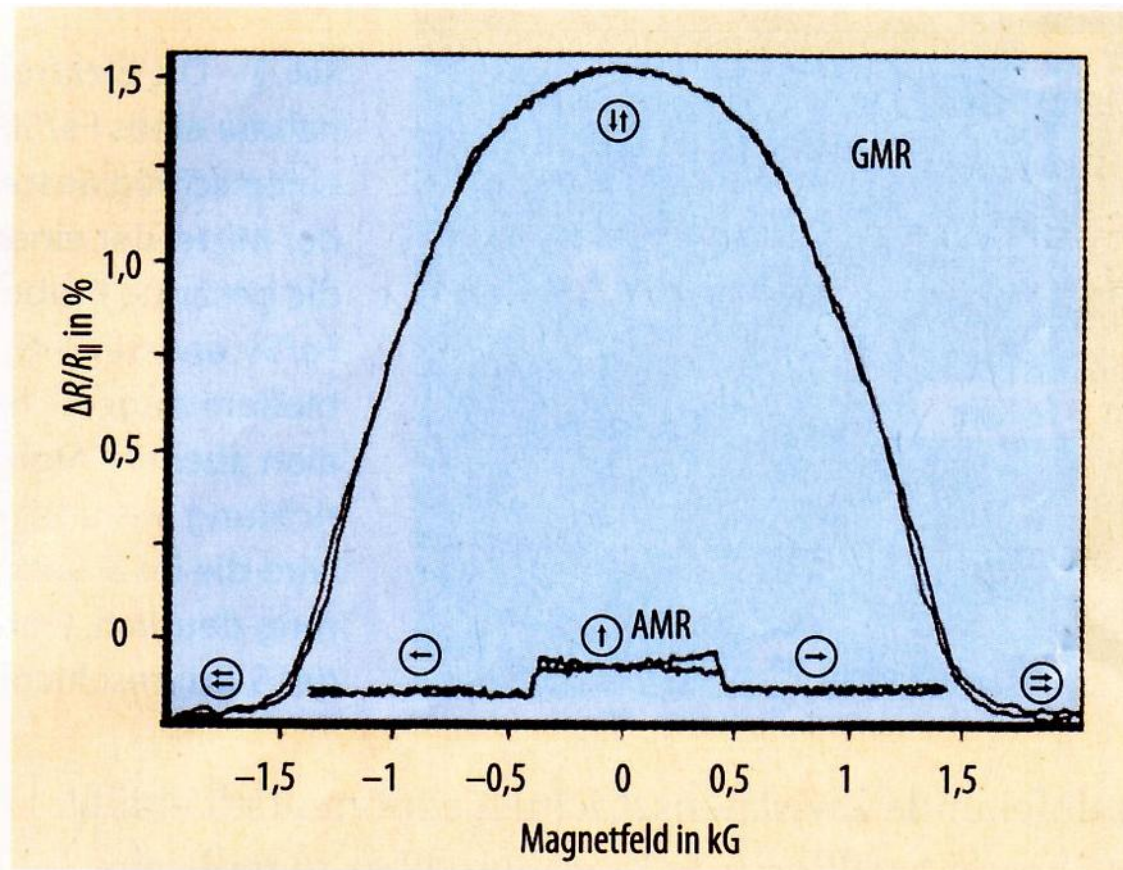


**Abb. i** Nach dem MZM (links, Sterne markieren inelastische Streuprozesse) teilt sich der Gesamtstrom in zwei Teilströme auf. Das unterschiedliche Verhalten von Elektronen mit Spin up bzw. down resultiert aus der magnetischen Bandaufspaltung und der Verschiebung der Zustandsdichten (rechts).



# Jullièremodell





**Abb. 4** Der GMR-Effekt im Dreilagensystem Fe/Cr/Fe (Schichtdicke des Eisens: 12 nm) ist im Vergleich zum AMR-Effekt eines 25 nm dicken Fe-Films deutlich ausgeprägter.

System	$\Delta R/R_p$ in %	$t_{mag}$ in nm
Fe/Cr/Fe	1,5	12
Fe/Cr/Fe	2	5
[Fe/Cr(1,2 nm)]50	42	0,45
Co/Cu/Co	2,0	10
Co/Cu/Co	19	3
[Co/Cu(0,9 nm)]30	48	1,5
Co90Fe10/Cu/Co90Fe10	6	0,8
Co/Cu/Co	16	2,8
[Co/Cu(0,9 nm)]16	65	1



$$\alpha = \rho_{\downarrow} / \rho_{\uparrow}$$

Idee: Nur e- mit "falschem" Spin werden gestreut

Streuasymmetrie

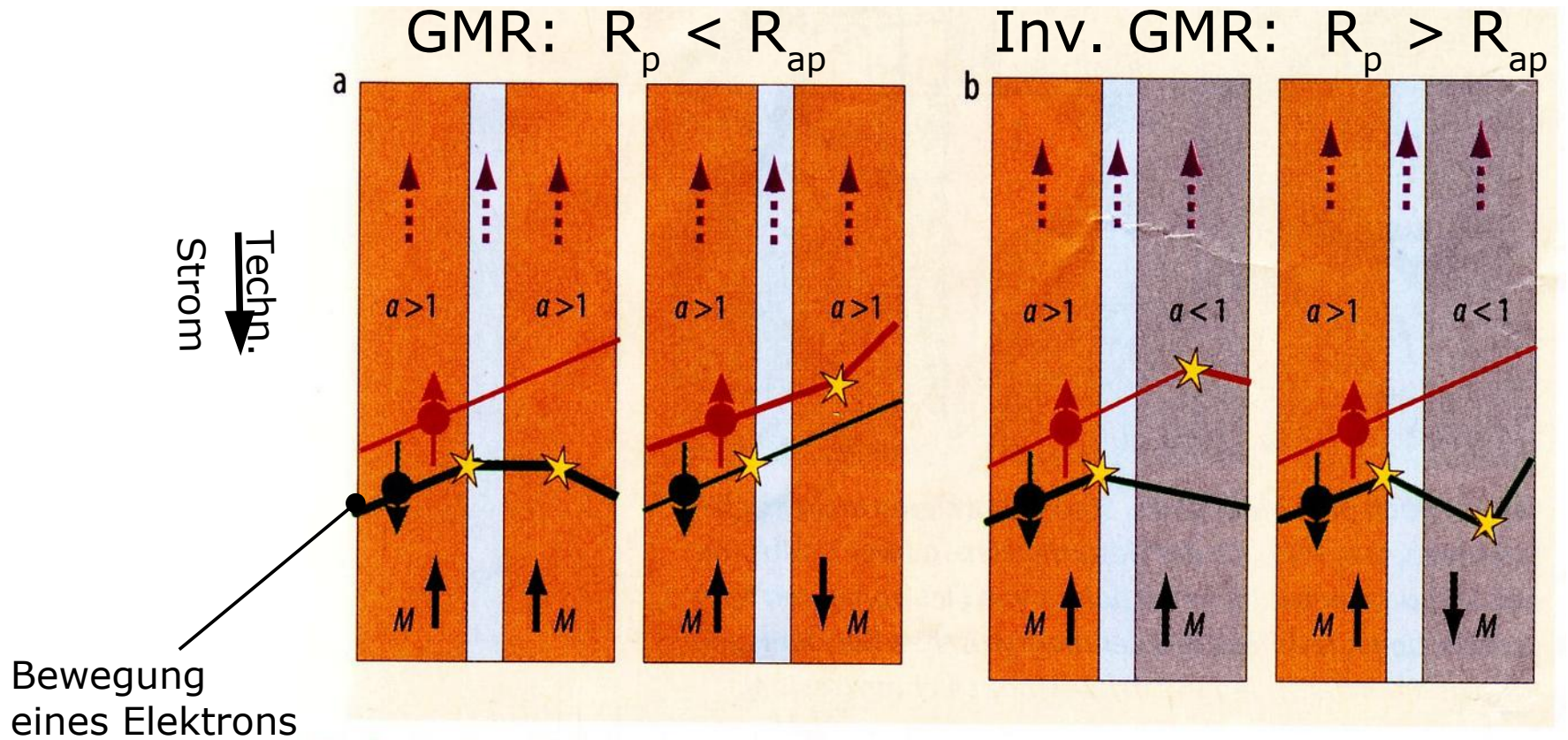


Abb. 5 In dem hier gezeigten idealisier-  
ten Modell werden je nach magne-  
tischem Material und Grenzfläche nur  
Elektronen mit Spin down ( $a > 1$ ) oder  
Spin up ( $a < 1$ ) gestreut (Streuprozesse  
sind durch Sterne markiert). Ist  $a$  in bei-  
den Schichten kleiner bzw. größer als 1,  
führt dies zum normalen GMR-Effekt (a).  
Die Kombination von  $a > 1$  und  $a < 1$

führt zum inversen GMR-Effekt (b), bei  
dem  $R_p > R_{ap}$  ist. Spinabhängige Grenz-  
flächenreflektivität ist nicht dargestellt,  
da sie wegen der Translationssymmetrie  
in der Schichtebene den Elektronen-  
impuls in Stromrichtung nicht verändert.  
Für Ströme senkrecht zur Schichtebene  
trägt neben der Streuung auch die Refle-  
xion zum GMR-Effekt bei.



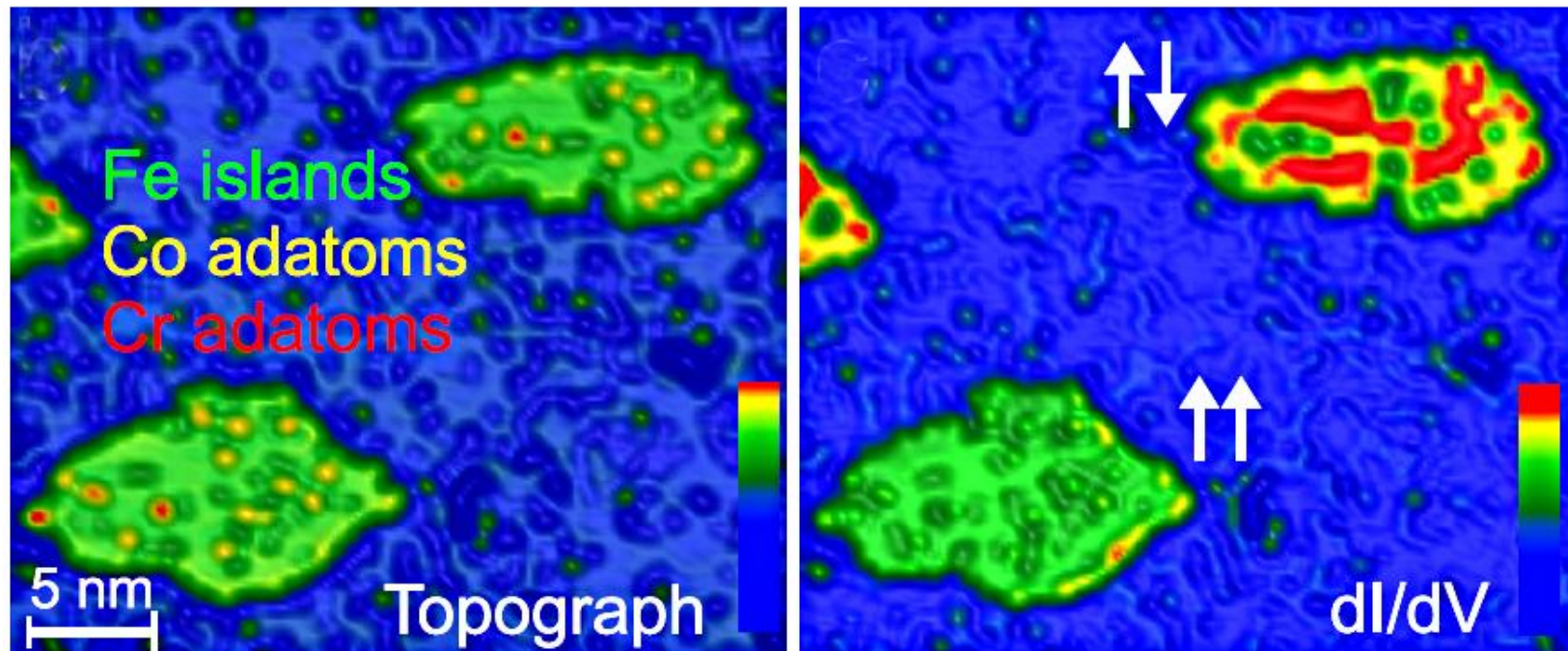
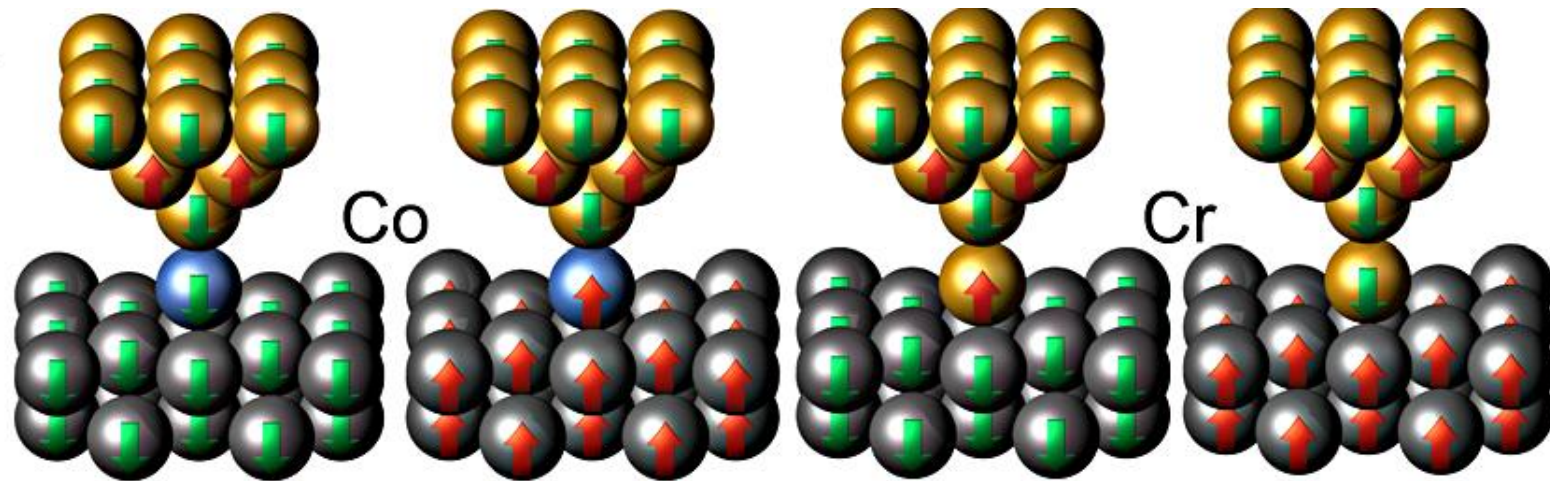
Jullières  
System

Struktur	$U - E_F$ in eV	$\Delta R/R_p$ in %
Co/Ge(10 nm)/Co		16 (4,2 K)
CoFe/ZnS/CoFe	0,580	5 (270 K)
	0,565	10 (6 K)
Fe/GaAs/Fe		1,55 (300 K)
CoFeB/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /CoFeB		70 (300 K)
CoFeB/MgO/CoFeB		472 (300 K)
		804 (5 K)
CoFe/MgO/CoFe	1,1 ... 1,7	220 (300 K)
		300 (4,2 K)
Fe/MgO/Fe	0,37... 0,40	180 (300 K)
Fe/Si/Fe	0,3 ... 0,8	$\approx 0$

**Tab. 1** Der TMR bei verschiedenen Materialkombinationen [7]. In Klammern steht die Temperatur, bei der der TMR gemessen wurde. Die Barrierenhöhe  $U - E_F$ , die dem Abstand der unteren Kante des Leitungsbandes  $U$  vom Fermi-Niveau  $E_F$  entspricht, ist ein Maß für die isolierenden Eigenschaften der Zwischenschicht.



# Spin valve effect in single atom contacts





# Spin valve effect in single atom contacts

