

Empfangsvektor

$$\mathbf{r}(i) = \mathbf{H} \bar{\mathbf{V}} \mathbf{d}(i) + \cancel{\mathbf{X} \mathbf{n}(i)} = \mathbf{H} \bar{\mathbf{V}} \mathbf{d}(i) + \mathbf{n}(i). \quad (18.3.13)$$

Durch diese *Vorcodierung* werden die Layer sendeseitig *dekorreliert*, was durch die folgende Betrachtung gezeigt wird: Die instantane Kanalmatrix kann durch

$$\mathbf{H} = \mathbf{W} (\boldsymbol{\Lambda}^S)^{\frac{1}{2}} \bar{\mathbf{V}}^H \quad (18.3.14a)$$

ausgedrückt werden, wobei

$$\mathbb{E}\{\mathbf{W}^H \mathbf{W}\} = \mathbf{I} \quad (18.3.14b)$$

gilt. Damit ergibt sich

$$\mathbb{E}\{\mathbf{H}^H \mathbf{H}\} = \bar{\mathbf{V}} (\boldsymbol{\Lambda}^S)^{\frac{1}{2}} \mathbb{E}\{\mathbf{W}^H \mathbf{W}\} (\boldsymbol{\Lambda}^S)^{\frac{1}{2}} \bar{\mathbf{V}}^H = \bar{\mathbf{V}} \boldsymbol{\Lambda}^S \bar{\mathbf{V}}^H, \quad (18.3.14c)$$

also die Definition (18.3.12). Mit (18.3.14a) lautet der Empfangsvektor

$$\mathbf{r}(i) = \mathbf{W} (\boldsymbol{\Lambda}^S)^{\frac{1}{2}} \bar{\mathbf{V}}^H \bar{\mathbf{V}} \mathbf{d}(i) + \mathbf{n}(i) = \mathbf{W} (\boldsymbol{\Lambda}^S)^{\frac{1}{2}} \mathbf{d}(i) + \mathbf{n}(i). \quad (18.3.15)$$

Sendeseitig „sehen“ die Daten $d_1(i), \dots, d_{N_S}(i)$ also einen *dekorrelierten* MIMO-Kanal. Da hier für die Vorcodierung nur Langzeitstatistik ausgenutzt wird, kann der MIMO-Kanal nicht wie bei der Verwertung instantaner Kanalinformationen in äquivalente SISO-Kanäle zerlegt werden. Jedoch werden auch hier die einzelnen Layer infolge der Vorcodierung mit den Wurzeln der Eigenwerte bewertet – der Unterschied besteht nur darin, dass dies nicht durch die instantanen Werte geschieht, sondern im Sinne der zugrunde liegenden Langzeitstatistik. Die Vorcodierung eröffnet die Möglichkeit, die Leistungen der N_S Layer individuell an die mittlere Kanalstatistik anzupassen, da jedem Layer ein Eigenwert zugeordnet ist. Im Falle eines Rangdefizits der Kanalmatrix kann die Anzahl der übertragenen Layer entsprechend den nutzbaren Eigenmoden reduziert werden – für den Extremfall, dass nur noch ein einziger starker Eigenwert vorhanden ist, ergibt sich das in Abschnitt 18.2.2 behandelte Eigenbeamforming.

18.3.2 Multi-Layer-Konzepte ohne Kanalkennntnis am Sender

Ist kein Rückkanal zur Übertragung der momentanen oder auch der mittleren Kanalinformation vorhanden, so wird das MIMO-System zur Übertragung der N_S Layer gleichmäßig genutzt. Demgemäß wird für die Matrix \mathbf{A} in Bild 18.1.1 eine Einheitsmatrix gesetzt.

$$\mathbf{A} = \mathbf{I}_{N_S} \quad (18.3.16)$$

Da keine Information über die Anzahl der Eigenmoden verfügbar ist, kann – im Unterschied zu den im vorangegangenen Abschnitt betrachteten Vorcodierungsverfahren – sendeseitig keine Anpassung der Anzahl von Layern an den Kanalrang erfolgen. Günstig ist es aus diesem Grunde, eine höhere Anzahl von Empfangsantennen einzusetzen, da hiermit im Allgemeinen eine Verbesserung der Kondition erreicht wird.

BLAST-Architekturen. Das bekannteste Multi-Layer-Konzept ist das in den Bell Labs entwickelte BLAST-System (*Bell Labs Layered Space Time*). Die ursprüngliche Form von