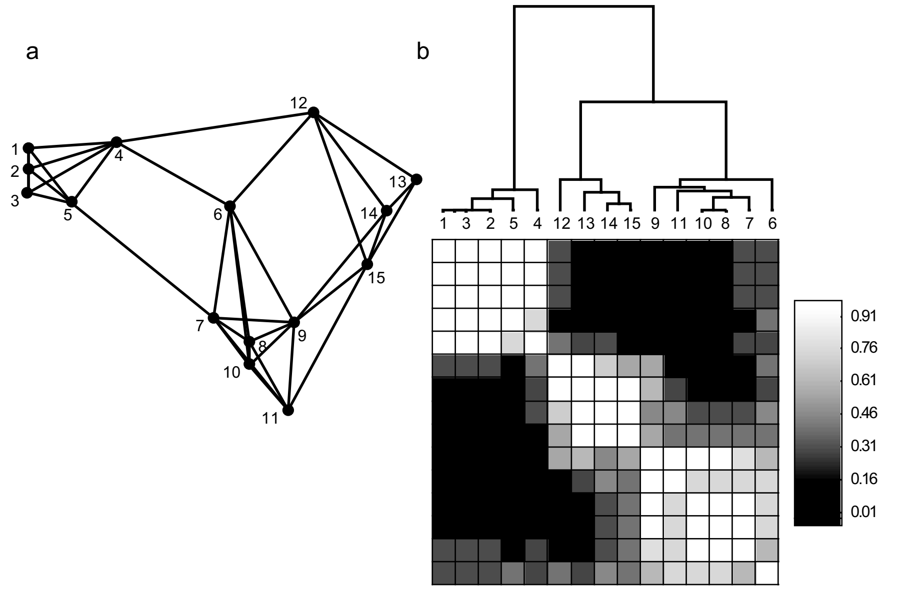

Abb. 5.33 a,b. Analyse der topologischen Überlappung für einen Beispielgraphen mit starker Modularität. **a** Graph, in dem man die drei Module optisch gut erkennen kann. **b** Sortierte Überlappungsmatrix, zusammen mit der Clusteranalyse

9)) auf. Die umsortierte Überlappungsmatrix in Abb. 5.32 b lässt diese Substruktur bereits aufgrund der Blöcke mit hohen und niedrigen Werten für die topologische Überlappung erahnen. Betrachten wir diese Methode, die Modulstruktur eines Graphen aufzudecken, noch einmal für einen Graphen mit sehr ausgeprägter Modularität. Dazu verwenden wir drei kleine Zufallsgraphen mit hohem Vernetzungsgrad, die über wenige Kanten untereinander verbunden sind. Abbildung 5.33 zeigt den so konstruierten Graphen, zusammen mit der entsprechenden Analyse der topologischen Überlappung. Die drei Module werden durch das Verfahren klar identifiziert.

Eine elegante Verbindung der Skalenfreiheit (also dem Potenzgesetz in der Gradverteilung) und der modularen Struktur ergibt sich durch die Annahme von Modulen, die um Hubs auf jeder Skala organisiert sind. Mit *Skala* ist hier die Größe der betrachteten Subgraphen gemeint. Ein entsprechendes Konstruktionsprinzip imitiert das Verfahren iterierter Funktionensysteme (vgl. Kapitel 5.1), indem in jedem Schritt Kopien des aktuellen Graphen verteilt und gemäß einer *Anordnungsvorschrift* verknüpft werden. Abbildung 5.34 stellt das entsprechende Beispiel aus Barabási und Oltvai (2004) graphisch dar. In diesem Beispiel platziert man fünf Kopien. Die Verknüpfungsregeln für die weiteren Iterationsschritte sind hier sehr einfach: Jeder äußere Knoten einer Elementareinheit wird mit dem zentralen Knoten in der Mitte des