

Abbildung 11.21: Datenbasis-Hierarchie mit Sperren

2. Bevor ein Knoten mit X oder IX gesperrt wird, müssen alle Vorgänger vom Sperrer im IX -Modus gehalten werden.
3. Die Sperren werden von unten nach oben (bottom up) freigegeben, so dass bei keinem Knoten die Sperre freigegeben wird, wenn die betreffende Transaktion noch Nachfolger dieses Knotens gesperrt hat.

Wenn das strenge 2-Phasen-Sperrprotokoll befolgt wird, werden Sperren natürlich erst am Ende der Transaktion freigegeben. Anhand von Abbildung 11.21 wollen wir das Sperrprotokoll illustrieren. Sperren sind hier mit (T_i, M) bezeichnet, wobei T_i die Transaktion und M den Sperrmodus darstellt. Dazu betrachten wir drei Transaktionen:

- T_1 will die Seite p_1 exklusiv sperren und muss dazu zunächst IX -Sperren auf der Datenbasis D und auf a_1 (den beiden Vorgängern von p_1) besitzen.
- T_2 will die Seite p_2 mit einer S -Sperre belegen, wozu T_2 erst IS -Sperren oder IX -Sperren auf den beiden Vorgänger-Knoten D und a_1 anfordert. Da IS mit den an T_1 vergebenen IX -Sperren kompatibel ist, können diese Sperren gewährt werden.
- T_3 will das Segment a_2 mit X sperren und fordert IX für D an, um danach die X -Sperre auf a_2 zu bekommen. Damit hat T_3 dann alle Objekte unterhalb von a_2 – hier die Seite p_3 mit den Datensätzen s_5 und s_6 – implizit mit X gesperrt.

Die Abbildung 11.21 zeigt den Zustand zu diesem Zeitpunkt – nachdem alle Sperranforderungen der drei Transaktionen erfüllt wurden.

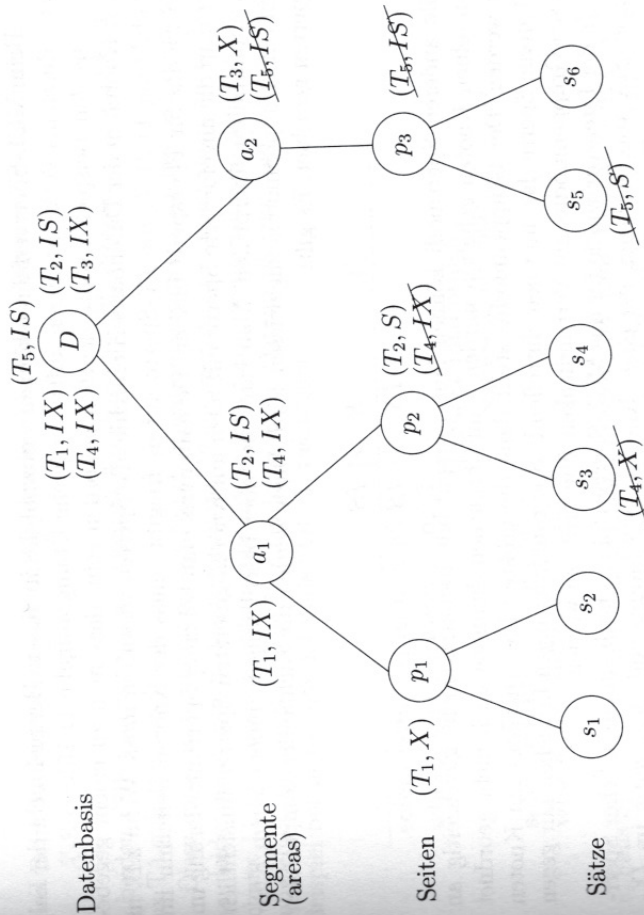


Abbildung 11.22: Datenbasis-Hierarchie mit zwei blockierten Transaktionen T_4 und T_5 .

Wir wollen nun noch zwei weitere Transaktionen T_4 (Schreiber) und T_5 (Leser) betrachten, deren Sperranforderungen in dem aktuell herrschenden Zustand nicht gewährt werden können.

- T_4 will den Datensatz s_3 exklusiv sperren. Dazu wird T_4 zunächst IX -Sperren für D , a_1 und p_2 – in dieser Reihenfolge – anfordern. Die IX -Sperren für D und a_1 können gewährt werden, da sie mit den dort existierenden Sperren IX und IS kompatibel sind – laut Kompatibilitätsmatrix. Aber die IX -Sperre auf p_2 kann nicht gewährt werden, da IX nicht mit S verträglich ist.
- T_5 will eine S -Sperre auf s_5 erwerben. Dazu wird T_5 IS -Sperren auf D , a_2 und p_3 erwerben müssen. Nur die IS -Sperre auf D ist mit den existierenden Sperren verträglich, wohingegen die auf a_2 benötigte IS -Sperre nicht mit der von T_3 gesetzten X -Sperre kompatibel ist.

Die Abbildung 11.22 zeigt den Zustand nach den oben beschriebenen erfüllten Sperranforderungen. Die noch ausstehenden Sperren sind durch die Durchstreichung gekennzeichnet. Die Transaktionen T_4 und T_5 sind blockiert aber nicht verklemt und müssen auf die Freigabe der Sperren (T_2, S) auf p_2 bzw. (T_3, X) auf a_2 warten. Erst danach können die beiden Transaktionen T_4 und T_5 mit ihren Sperranforderungen von oben nach unten fortfahren und sukzessive die „durchgestrichenen“ Sperren erwerben.