



Dr. Alfred Arnold

# Entscheidungshilfe

## Client Steering für bessere Lastverteilung im WLAN

Wenn sich WLAN-Clients im 2,4-GHz-Band ballen oder alle über denselben Access Point ins Netz wollen, rauft sich der Admin die Haare, weil seine Nutzer über schwache Performance klagen. Ein Blick auf die Abläufe vor der WLAN-Anmeldung beleuchtet, wie es zu solchen Effekten kommt und wie man ihnen vorbeugen kann.

Ein Unternehmensnetz ist typischerweise räumlich so ausgedehnt, dass eine einzelne Basisstation (Access Point, AP) nicht die ganze Fläche abdecken kann. Anstelle von Repeatern setzen Netzwerk-Admins lieber viele APs ein, die an das für die Desktop-PCs und VoIP-Telefone sowieso vorhandene Kabel-LAN angeschlossen sind.

Ob die APs dann alle autonom (standalone) laufen oder von einem WLAN-Controller (auch: WLAN-Switching-System) zentral gesteuert werden, ist eine Frage von Vorlieben und Geldbeutel. In jedem Fall verlangen die Nutzer, dass das Firmen-WLAN überall gleich schnell und stabil arbeitet. Der Administrator wird daher die APs so dicht aufstellen, dass überall mindestens eine

Basis mit guter Signalstärke empfangbar ist.

Eine solche Funkabdeckung ergibt aber umgekehrt, dass sich die Abdeckungsbereiche der einzelnen APs überlappen. Ein Client sieht typischerweise ein halbes bis ganzes Dutzend Basen, die die gleichen Dienste anbieten und zwischen denen er sich entscheiden muss. Der simpelste Ansatz ist, immer die Basisstation mit dem stärksten Signal zu nehmen. Wenn sich nicht gerade die halbe Firma im selben Raum versammelt, verteilen sich die Clients damit auch halbwegs gleichmäßig auf die Basisstationen (Load Balancing).

In der Praxis verhalten sich die Clients aber längst nicht immer so. Vielmehr scheinen sie bei der AP-Auswahl – was das Frequenz-

band einschließt – auf den ersten Blick völlig unsinnige Entscheidungen zu treffen. Da bucht sich schon einmal ein Client bei der Basisstation in einer anderen Etage ein, obwohl auf der gleichen Etage viel besser erreichbare APs ihre Dienste anbieten. Ein anderer, von Admins ungeliebter Effekt sind „Sticky Clients“: Wenn der Nutzer mit ihnen durchs Gebäude wandert, bleiben sie auf dem gewählten AP, bis die Verbindung abreißt, statt rechtzeitig auf einen AP zu wechseln, der mittlerweile viel besser erreichbar ist.

Dual-Band-APs, die ihre Dienste sowohl im 2,4- als auch im 5-GHz-Band anbieten, fügen dem Thema AP-Wahl eine weitere Dimension hinzu. Optimalerweise sollten alle Clients, die 5-GHz-Be-

trieb beherrschen, auch im oberen Band arbeiten. So bliebe das überlaufene und durch andere Funkdienste (Bluetooth, Schnurlos-Telefone, Video-BabypHONE, Audio/Videobrücke) beeinträchtigte 2,4-GHz-Band für die Clients frei, die nur dort funken können.

Außerdem verspricht das 5-GHz-Band mit dem optionalen 40-MHz-Betrieb mehr Bandbreite für 11n-Clients, denn bei 2,4 GHz kann man den doppelt breiten Kanal nur sehr selten nutzen.

### Gezielter ausleuchten

Um eine bessere Verteilung der Clients auf die APs zu erreichen, gibt es mehrere Ansätze. Der erste Schritt sollte die Optimierung der Funkausleuchtung sein. Die den APs beigelegten Antennenstäbchen sind näherungsweise Rundstrahler [1]: Sie verbreiten die Signale des AP auch in Richtungen, die unerwünscht sind. Ein Ersatz durch Antennen mit Richtcharakteristik konzentriert die Ausleuchtung und macht den AP in den anderen Bereichen für Clients so unattraktiv, dass die ihn links liegen lassen.

Stabantennen mit höherem Gewinn bündeln zum Beispiel die Energie in einer Ebene und schwächen dafür die Ausstrahlung in andere Stockwerke [2]. Ähnlich arbeiten Antennen im „Feuermelder-Design“. Mit ihrer halbkugelförmigen Richtwirkung kann man das Stockwerk darüber oder den Raum auf der anderen Wandseite ausblenden. Zum gezielten Ausleuchten einzelner Räume empfehlen sich Sektorantennen, die wie Taschenlampen in den gewünschten Bereich hineinstrahlen.

Senkst man dann noch die Sendeleistung der APs auf das nötige Minimum, wird die Trennung der Funkzellen noch besser. Das reduziert auch die gegenseitige Beeinflussung der Zellen; bei starkem Verkehr auf einem AP wird so der Durchsatz auf anderen APs weniger in Mitleidenschaft gezogen. Des Weiteren steigt die Chance, dass mobile Clients rechtzeitig den AP wechseln (roamen), weil der Signalpegel wesentlich schneller abfällt, sobald sie den gezielt ausgeleuchteten Bereich verlassen.

Dreh- und Angelpunkt bei der AP-Auswahl ist der Service Set Identifier (SSID), ein maximal 32 Zeichen langer String. Über

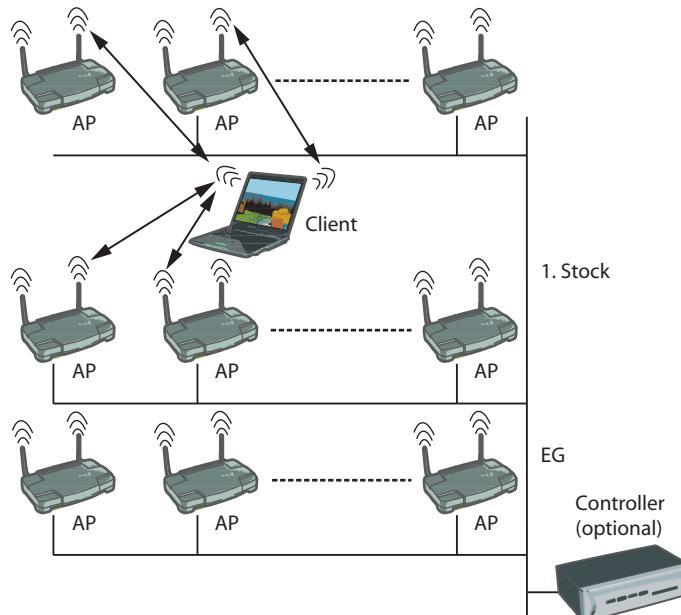
diese auch als Funknetzname geläufige Kennung kann der Client verschiedene WLAN-Zellen unterscheiden. Die SSID wählt der Anwender üblicherweise aus einer vom Client angebotenen Liste aus; alternativ kann er sie bei der Verbindungs einrichtung manuell vorgeben. Die SSID-Liste erstellt ein Client nach dem Einschalten durch einen Scan aller Funkkanäle. Den kann er wiederum auf zwei Weisen durchführen.

Bei einem passiven Scan lauscht der Client einfach auf die von den APs regelmäßig ausgestrahlten Beacon-Pakete, quasi ein Anwesenheitssignal. Die Beacons enthalten unter anderem die SSID, sodass der Client damit die Liste aller verfügbaren Netze zusammenstellen kann. Ein Nachteil des Verfahrens ist, dass es vergleichsweise viel Zeit braucht: APs strahlen ihre Beacons üblicherweise nur rund zehnmal in der Sekunde aus, sodass der Client auf jedem Funkkanal mindestens 100 ms verweilen muss, um sich ein vollständiges Bild zu machen.

Viele APs bieten mit dem Abschalten des SSID-Broadcast („verstecktes“ Funknetz) ein vermeintliches Sicherheits-Feature an. Dabei sendet der AP in seinen Beacons statt der SSID einen Leerstring. Solche Netze findet ein Client bei einem passiven Scan selbst dann nicht, wenn der Nutzer die gewünschte SSID voreingestellt hat.

### Anklopfen erwünscht

Wegen dieser Nachteile bevorzugen fast alle Clients den aktiven Scan. Dabei schickt der Client einen Probe Request als



In einem Firmen-WLAN stellen typischerweise viele APs, die per Ethernet-Backbone verbunden sind, eine lückenlose Abdeckung her. Ein Client sieht wegen der überlappenden Funkzellen deutlich mehr als nur eine Basis.

Broadcast in die Luft. Enthält dieser eine Anfrage nach einer bestimmten SSID, dann antworten nur die APs mit einem Probe Response, die diese SSID auch anbieten – und zwar auch jene APs, deren SSID-Broadcast abgeschaltet ist.

Alternativ kann der Client die SSID im Probe Request weglassen, dann antworten alle APs mit ihrer SSID – mit Ausnahme der APs, bei denen der SSID-Broadcast deaktiviert ist. Aus den Probe Responses kann der Client dann seine Liste bilden.

Aktives Scanning läuft wesentlich schneller als passives: Auf seine Probe Requests bekommt der Client binnen Millise-

kunden Antworten und kann zum nächsten Kanal springen. So kann er ohne Weiteres das ganze 2,4-GHz-Band mit dessen 13 Kanälen in unter einer Sekunde abgrasen.

Es gibt allerdings Frequenzbereiche, in denen der Client erst dann seinen Probe Request senden darf, wenn er per passivem Scan einen AP gefunden hat. Das gilt hierzulande oberhalb von Kanal 48 im 5-GHz-Band, wo Radarerkennung mittels DFS vorgeschrieben ist.

### Schwächer ist besser

Über die Strategien, nach denen der Client einen AP zur Anmel-

dung auswählt, macht der WLAN-Standard leider keine Vorgaben. Eine naheliegende Taktik ist natürlich, den AP mit dem stärksten Empfangssignal zu wählen. Das ist zwar keine schlechte, aber nicht immer die beste Wahl: Denn ein auf 5 GHz etwas schwächer hereinkommender AP kann eine wesentlich schnellere Verbindung liefern als ein AP, der auf einem überlaufenen 2,4-GHz-Kanal das stärkere Signal anbietet. Diesen großen Überblick über das Gesamtnetz hat der einzelne Client aber nicht ...

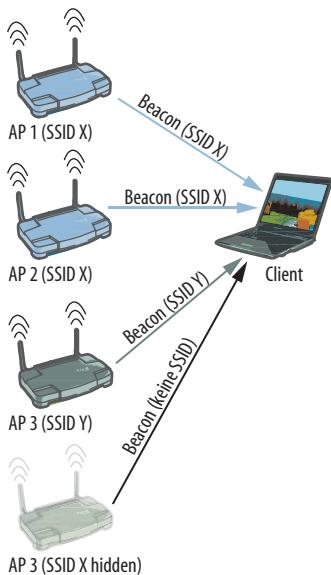
Dass hier etwas im WLAN-Protokoll fehlt, ist auch dem IEEE nicht entgangen. Als Abhilfe hat man die Erweiterung 802.11k eronnen [3]. Über die darin definierten Protokollerweiterungen kann beispielsweise ein AP dem Client mitteilen, welche anderen Basen noch vorhanden sind, und so Ratschläge für die AP-Auswahl geben. Mit diesen Erweiterungen verhält es sich aber wie mit dem meisten anderen Amendments zu 802.11: Sie sind optional, es ist dem Client anheimgestellt, ob er sie benutzt oder nicht.

Dass WLAN-Hersteller diese Erweiterungen für ältere Chipsätze und Geräte noch per Update bereitstellen, ist aber eher die Ausnahme als die Regel – schließlich verdient man nur an neuer Hardware. 802.11k wird sich also bestenfalls graduell durchsetzen. Auf absehbare Zeit werden Abermillionen Clients im Betrieb sein, die davon nichts wissen wollen.

### Annahmesperre

Ist seitens der Clients keine Kooperation zu erwarten, muss also

Anzeige



Beim **passiven Scanning** sammelt der Client Informationen aus den regelmäßigen Beacons aller APs. Beacons ohne SSID ignoriert er.

der AP tätig werden. Wenn es ihm schlicht „zu viel“ wird, dann kann er die Anmeldung weiterer Clients ablehnen. Der IEEE-Standard sieht sogar einen passenden Statuscode im Association Response vor, der Antwort auf den Association Request. Viele Clients führen Blacklists, mit denen sie jene APs temporär von der Auswahl ausnehmen, die ihnen solch eine Abfuhr erteilt haben. Damit könnte ein koordiniertes WLAN-System im Extremfall einen Client von allen APs bis auf den einen aussperren, den es auserkoren hat.

Hat ein Client aber keine Blacklist, dann gerät er in eine Sackgasse: Er wird immer wieder den gleichen AP ansprechen, den er für am geeigneten hält, und wieder und wieder abgewiesen. Anstelle einer mäßigen Verbindung bekommt der Nutzer dann gar nichts und steht alsbald beim Admin auf der Matte. Je nach Wichtigkeit des Nutzers ist das ach so tolle Load-Balancing-Feature dann schnell wieder ausgeschaltet.

### Eingeschränktes Weltbild

Also sollte man die Sache doch etwas sanfter angehen. Man leitet den Client zum vorgesehnen AP, indem er nur das zu sehen bekommt, was er sehen

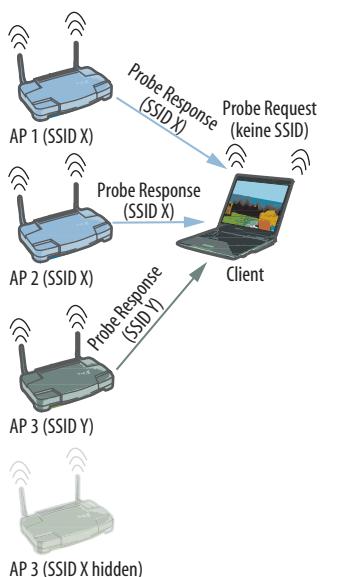
soll. Das ist die Grundidee des Client Steering.

Da der Client seine Netzliste beim aktiven Scan aus den Antworten (Probe Responses) der WLAN-Basen zusammenbaut, kennt er nur die, die prompt geantwortet haben. APs, die ihre Antwort zurückhalten, bleiben zunächst unsichtbar.

Die einfachste, aber dennoch wirkungsvolle Strategie für bessere Lastverteilung ist Band Steering [4]: Ein Dual-Radio-AP bietet mit zwei Funkmodulen parallel auf 2,4 und 5 GHz Funkzellen gleichen Namens an. Er erkennt anhand der Client-MAC-Adresse, wenn er auf beiden Bändern vom selben Gerät befragt wird.

Will der AP solch einen Client auf 5 GHz bugsieren, dann hält er für ihn die Probe Responses auf 2,4 GHz zurück, sobald er einmal einen Probe Request auf 5 GHz gesehen hat. Das verhindert zwar nicht einen ersten Connect auf 2,4 GHz, aber recht effektiv alle weiteren. Der AP merkt sich empfangene Probe Requests außerdem mit einem Zeitstempel, sodass er sie nach einer bestimmten Frist vergisst. Denn stellt der Nutzer seinen Client auf reinen 2,4-GHz-Betrieb um, sollte der AP ihm nach ein paar Minuten auch wieder auf 2,4 GHz seine Dienste anbieten. Schließlich gilt auch beim Client Steering das Motto: Sanft leiten statt zwingen.

Das verwendete Funkband ist aber nicht der einzige Ansatz-



Beim **aktiven Scanning** sendet der Client einen Probe Request als Broadcast. Auf eine unspezifische Anfrage ohne SSID (links) antworten alle APs, deren SSID-Broadcast nicht abgeschaltet ist.

punkt. Anhand der Signalstärke des Probe Requests kann ein AP abschätzen, wie gut er den Client später zu bedienen vermag. Liegt die Signalstärke unter einem einstellbaren Schwellwert, kann er sich die Antwort sparen – in einem brauchbar ausgeleuchteten Gebäude wird es andere APs geben, die eine bessere Verbindung liefern.

Werden alle APs von einem zentralen WLAN-Controller überwacht, kann man diese Methode verfeinern: Alle APs melden dem zentralen Controller, mit welcher Signalstärke sie die Probe Requests eines Clients gesehen haben. Das Maximum aus diesen Werten meldet der Controller wieder an alle APs zurück. Die APs antworten ab dann nur noch, wenn die Signalstärke eines Probe Requests von diesem Client nicht zu weit unterhalb des Maximalwertes liegt.

Gegenüber einem fixen Schwellwert hat dieser Ansatz den Vorteil, einen Client am Rande des Gesamtnetzes wenigstens mit einer mäßigen Verbindung zu bedienen, wogegen das System dem Client sonst komplett die kalte Schulter zeigen würde.

### Bandbreite schonen!

Neben dem Leiten von Clients hat das selektive Unterdrücken von Probe Responses auch die angenehme Eigenschaft, die Auslastung des Funkmediums zu

reduzieren. Probe Responses werden als Management Frames üblicherweise mit niedrigster Bitrate gesendet, damit sie mit möglichst hoher Sicherheit ankommen. Auf 2,4 GHz sind das immer noch die mit dem ersten WLAN-Standard 1997 eingeführten 1 MBit/s.

Ein Probe Response eines modernen 802.11n-APs mit allen optional zu meldenden Eigenschaften kann über 100 Bytes lang sein. Mit Präambel und allem sonstigen Overhead braucht dessen Übertragung rund eine Millisekunde.

Das klingt im ersten Moment nach wenig. In Netzen mit extrem vielen Clients, etwa dem WLAN in einem randvollen Fußballstadion, sind Optimierungen aber unumgänglich, so man nicht ein Netz haben will, das sich nur noch mit sich selbst beschäftigt und keine Bandbreite für Nutzdaten mehr zur Verfügung hat.

### Fazit

Client Steering stellt einen pragmatischen Ansatz dar, trotz des kaum vorhersagbaren Verhaltens aktueller WLAN-Clients die Last in einem Firmen-WLAN brauchbar zu verteilen. Zwar dürfte es mittelfristig durch dann allgemein verbreitete Erweiterungen des IEEE-WLAN-Standards überholt sein. Wie viele Jahre das konkret sein werden, ist aber schwer abzuschätzen. Von daher tut man als Admin gut daran, sich mit den Steering-Techniken zu beschäftigen und beim Neukauf oder Erweiterungen auf Unterstützung dafür zu achten. (ea)

### Literatur

- [1] Oliver Bartels, Wellenfänger, So funktionieren Antennen, c't 9/03, S. 176, auch online (siehe Link)
- [2] Ernst Ahlers, Dušan Živadinović, Funk-Vorbereitung, Handreichungen für optimalen WLAN-Betrieb, c't 4/12, S. 100
- [3] IEEE 802.11k-2008, Wireless Lan Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 1: Radio Resource Measurement of Wireless Lans, inzwischen in IEEE 802.11-2012 integriert
- [4] Ernst Ahlers, Flotter Firmenfunk, Kurztest Lancom L-452agn, c't 22/12, S. 60

[www.ct.de/1224196](http://www.ct.de/1224196)

ct