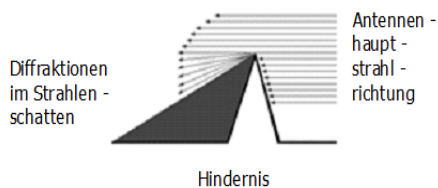
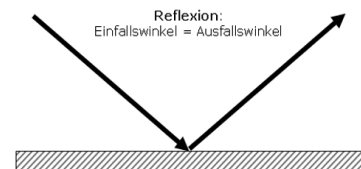


5.5. Die Rekurrierenden behaupten, die beiden Antennenelemente der vorgesehenen Pipe-Antenne (andere Bezeichnung: Rohrantenne) verursachten durch ihre Anordnung in einem engen Rohr sowie wegen ihres relativ kleinen Winkelabstandes zueinander Veränderungen und Überlagerungen ihrer Magnetfelder. Die dadurch entstehenden Reflexionen führten dazu, dass die Grenzwertberechnungen nicht mehr korrekt durchgeführt werden könnten.

Als Reflexion wird das physikalische Phänomen bezeichnet, wonach Wellen – wozu u.a. elektromagnetische Strahlen, Schallwellen oder auch das Licht gehören – beim Auftreffen auf eine andere Materie (Gebäudeteile, Felsen, Mauern etc.) teilweise oder vollständig zurückgeworfen werden und sie dadurch veränderte Feldbedingungen



generieren können (BRKE I Nr. 0310/2009 vom 20. November 2009, E. 7.5). Auch bei der Beugung oder Diffraction werden Strahlen an einem natürlichen oder künstlichen Hindernis abgelenkt. Der normale geradlinige Strahlenverlauf wird dadurch unterbrochen, und die Wellen können sich unter Umständen entlang des Hindernisses bis hin in den eigentlichen Hindernisschatten (d.h. Strahlenschatten) ausbreiten (⇒ Huygensches Prinzip; vgl. [www.radartutorial.eu/07.waves/wa08.de.html](http://www.radartutorial.eu/07.waves/wa08.de.html)).

Ob und in welchem Umfang es bei der Ausbreitung von hochfrequenter Mobilfunkstrahlung zu Reflexionen und/oder Diffractionen kommt, hängt also ausschliesslich von der konkreten Einzelfallsituation in Kombination mit bestimmten physikalischen Gesetzmässigkeiten ab. Müsste dies bei der Immissions- und Anlagegrenzwerteruierung stets berücksichtigt werden, führte dies zu einem unverhältnismässigen und nicht mehr praktikablen Berechnungsaufwand, der in keinem vernünftigen Verhältnis zu einem allenfalls physikalisch noch etwas genaueren Rechnungsergebnis stünde, letztlich aber keinen zusätzlichen Immissionsschutz zur Folge hätte (BRKE IV Nr. 0081/2007 vom 7. Juni 2007, E. 9). Ohnehin haben die Mobilfunkgesellschaften ein Interesse, Reflexionen und Diffractionen aus übertragungstechnischen Gründen so weit als möglich zu vermeiden, weil sie sich in der Regel qualitätsmindernd auswirken. Dementsprechend hat etwa die Firma Kathrein, Produzentin des hier vorgesehenen Antennentyps, als Serviceleistung für ihre Kunden auf ihrer Website einen Reflexionskalkulator zur Optimierung ihrer Netzstruktur eingerichtet ([www.kathrein.de/de/mcs](http://www.kathrein.de/de/mcs); unter Technik Infos).

Aus den genannten Gründen basieren die Grenzwertberechnungen für Mobilfunkbasisstationen auf den im Baugesuch beantragten maximalen Antennenleistungen unter Fernfeldbedingungen und Freiraumausbreitung der elektromagnetischen Strahlung, also ohne Einbezug von allfälligen Abweichungen von der geradlinigen Strahlenausbreitung durch Reflexionen und Beugungen. Massgebend ist die Abstrahlcharakteristik der Antennendiagramme des vorgesehenen Antennentyps (Vollzugsempfehlung NISV, S. 24). Diese Vollzugsempfehlung gilt ohne Einschränkung auch für Antennen, bei welchen die Antennenelemente – wie vorliegend mit einem Winkelabstand von  $100^\circ$  – relativ nahe beieinander stehen. Daran ändert nichts, dass die Firma Kathrein für die Berechnung des vertikalen Magnetfelds in solchen Fällen, d.h. wenn die Sendeantennen nicht mindestens in einem Winkel von  $120^\circ$  zueinander angeordnet sind, einen Korrekturfaktor von 10 dB empfiehlt. Wie bereits dargelegt, geht es bei den Grenzwertberechnungen schon aus Praktikabilitätsgründen nicht darum, jede physikalische Komponente bis ins letzte Detail einzubeziehen, sondern den gesetzlich vorgeschriebenen Immissionsschutz zu gewährleisten. Dazu ist keine Berechnung «bis zur letzten Stelle hinter dem Komma» notwendig, gerade auch angesichts der bei den Grenzwertberechnungen konsequent praktizierten Worst-Case-Annahmen. Schliesslich bleibt in diesem Zusammenhang zu erwähnen, dass bei knapp eingehaltenen Grenzwerten nach Inbetriebnahme der Basisstation sowieso zwingend Abnahmemessungen durchgeführt werden, womit allfällige Reflexionen und Diffraktionen an den massgebenden OKA und OMEN messtechnisch ohne weiteres erfasst würden (BRKE I Nr. 0065/2009 vom 7. April 2009, E. 11.2).